

# 港湾空港技術研究所 資料

TECHNICAL NOTE  
OF  
THE PORT AND AIRPORT RESEARCH INSTITUTE

**No.1366** February 2020

液状化対策として薬液を注入した地盤の原位置調査による強度評価法

菅野高弘・善功企・末政直晃・春日井康夫・山崎浩之・林健太郎・澤田俊一・遠藤  
俊雄・加藤幸輝・中川大・規矩大義・山口恵美・藤井紀之・馬場香奈江・藤井照久・  
高田圭太

国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所

National Institute of Maritime,  
Port and Aviation Technology, Japan

## 目 次

要 旨 .....	4
1. まえがき .....	5
2. 薬液注入地盤の強度評価方法の現状と課題 .....	5
2.1 薬液注入地盤の強度評価方法の現状 .....	5
2.2 本研究における検討内容と本資料の構成 .....	6
3. 改良地盤の一軸圧縮強さの評価における乱れや不均質性の影響 .....	6
3.1 概要 .....	6
3.2 調査場所 .....	7
3.3 ブロックサンプリングの方法, 土質 .....	7
3.4 試験結果 その1 .....	9
3.5 試験結果 その2 .....	10
3.6 まとめ .....	12
4. 薬液注入地盤における孔内載荷試験による評価方法 .....	13
4.1 検討概要 .....	13
4.2 現行の評価方法の課題と本研究における検討内容 .....	13
4.3 調査・試験場所と方法 .....	14
4.4 ブロックサンプリングの結果 .....	16
4.5 圧力と空洞ひずみの関係 .....	16
4.6 PMTの有効降伏圧力とBLS試料の一軸圧縮強さの相関関係 .....	16
4.7 PMTの繰返し載荷過程の変形係数とBLS試料の一軸圧縮強さの関係 .....	17
4.8 まとめ .....	18
5. 孔内載荷試験の薬液注入地盤の評価への適用性について .....	18
5.1 薬液注入地盤評価への適用性の課題 .....	18
5.2 PMTで評価する際の必要条件 .....	19
5.3 PMTの試験方法と評価法 .....	19
5.4 多様な砂地盤への適応性に関する検討方法 .....	21
5.5 室内試験の比較検討結果 (珪砂7号と山砂) .....	22
5.6 室内試験の比較検討結果 (8種類の砂) .....	25
5.7 式 (4.5) の多様な地盤に対する適用方法 .....	26
5.8 BLS試料と室内配合試料の係数 $\beta_{lab}$ について .....	26
6. 室内模型実験による薬液注入地盤のピエゾドライブコーン試験による評価 .....	26
6.1 PDC試験の特徴と薬液注入地盤の評価への適用 .....	26
6.2 室内模型実験の概要 .....	28
6.3 実験結果の評価方法 .....	30
6.4 実験結果 (珪砂7号) .....	32
6.5 実験結果 (山砂) .....	34

6.6	室内模型実験結果のまとめ	35
6.7	まとめ	36
7.	PDC試験による評価方法の実現場での検証	37
7.1	概要	37
7.2	現場事例その1	37
7.3	現場事例その2	39
7.4	検証結果のまとめ	41
8.	薬液注入地盤の原位置強度の評価方法	41
8.1	はじめに	41
8.2	原位置試験による評価フロー	41
8.3	評価方法の詳細	43
8.4	各調査・試験の順序と位置	44
8.5	従来の室内試験による評価	44
9.	まとめ	45
9.1	各章のまとめ	45
9.2	地盤全体の液状化対策としての評価について（仕様規定と性能規定について）	46
10.	おわりに	47
	参考文献	47
	付録A 検証に用いた試験結果	49
A.1	一軸圧縮試験結果（追加注入前，ロータリー式三重管サンプラー試料）（第3章第5節）	49
A.2	一軸圧縮試験結果（追加注入前，ブロックサンプリング試料）（第3章第5節）	56
A.3	一軸圧縮試験結果（追加注入後，ブロックサンプリング試料，エリア1）（第4章第4節）	64
A.4	一軸圧縮試験結果（追加注入後，ブロックサンプリング試料，エリア2）（第4章第4節）	74
A.5	室内配合試験結果一覧（第5章第4節）	84
A.6	ピエゾドライブコーン試験による室内模型実験データ（珪砂7号）	100
A.7	ピエゾドライブコーン試験による室内模型実験データ（山砂）	106
A.8	室内模型実験データ（使用機械による試験結果比較）	113

# Study on strength evaluation technique by using in-situ tests on chemical grouted ground as a countermeasure for liquefaction

Takahiro Sugano<sup>1)</sup> Kouki Zen<sup>2)</sup> Naoaki Suemasa<sup>3)</sup>  
Yasuo Kasugai<sup>4)</sup> Hiroyuki Yamazaki<sup>4)</sup> Kentaro Hayashi<sup>5)</sup>  
Shun-ichi Sawada<sup>6)</sup> Toshio Endou<sup>4)</sup> Takaki Kato<sup>7)</sup>  
Hiroshi Nakagawa<sup>8)</sup> Hiroyoshi Kiku<sup>9)</sup> Emi Yamaguchi<sup>9)</sup>  
Noriyuki Fujii<sup>10)</sup> Kanae Baba<sup>10)</sup> Teruhisa Fujii<sup>11)</sup> Keita Takada<sup>11)</sup>

## Synopsis

Number of chemical grouting works for countermeasures against liquefaction have increased in recent years. In such cases, generally, the improvement effect is confirmed by strength( $q_u$ ) of unconfined compression tests of borehole cores during boring survey. However, it has been pointed out that the strength is underestimated because of the effects of disturbances during in-situ sampling to laboratory testing process. In other words, the ground that requires liquefaction countermeasures is a loosely deposited sand with grouted chemical materials, its skeletal structure is fragile, and often contains shells and pebbles, so, disturbances are likely to occur during the sampling, transportation and specimen preparation process. In addition, it can be said that the design strength of the improved ground is rather low, unconfined compression strength  $q_u$  of 50 to 100 kN/m<sup>2</sup>, which is easily affected by disturbance.

To break through the situation, we proposed a method for evaluating the effect of liquefaction countermeasures by in-situ testing such as Piezo Drive Cone Test (PDC) and Pressure Meter Test (PMT) based on various experiments. The following examination was carried out to confirm the accuracy and applicability to various ground. -Constructed chemical grouted ground such as ideal condition in a large container, and conducted PDC test, implemented unconfined compression test with less disturbance by block sampling. -Conducted PDC and PMT tests at the site where chemical grouted ground, implemented unconfined compression test by block sampling.

From the examination, it is shown that the ground improves effect evaluation with higher accuracy than the conventional evaluation method is possible, and the ground improve evaluation process flow using the in-situ test is proposed.

**Key Words:** Countermeasure against liquefaction, Chemical grouting method,  
Disturbance of sample, in-situ test, Piezo drive cone test, Pressuremeter test g

- 
- 1) Senior Distinguished Researcher, Earthquake Disaster Pretension Engineering Department  
2) Emeritus Professor, Kyushu University                      3) Tokyo City University  
4) Coastal Development Institute of Technology    5) Japan Dredging and Reclamation Engineering Association  
6) Japan Geotechnical Consultants Association  
7) Port and Harbours Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism  
8) Yokohama Research and Engineering Office for Port and Airport, Kanto Regional Development Bureau,  
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism  
9) Kanto Gakuin University                      10) OYO Corporation                      11) Fukken Co. Ltd.  
3-1-1 Nagase, Yokosuka, 239-0826 Japan  
Phone: +81-46-844-5058    FAX: +81-46-841-0839    e-mail: sugano@p.mpat.go.jp



# 液状化対策として薬液を注入した地盤の原位置調査による強度評価法

菅野 高弘<sup>1)</sup> 善 功企<sup>2)</sup> 末政 直晃<sup>3)</sup> 春日井康夫<sup>4)</sup> 山崎 浩之<sup>4)</sup> 林 健太郎<sup>5)</sup>  
澤田 俊一<sup>6)</sup> 遠藤 敏雄<sup>4)</sup> 加藤 幸輝<sup>7)</sup> 中川 大<sup>8)</sup> 規矩 大義<sup>9)</sup> 山口 恵美<sup>9)</sup>  
藤井 紀之<sup>10)</sup> 馬場香奈江<sup>10)</sup> 藤井 照久<sup>11)</sup> 高田 圭太<sup>11)</sup>

## 要 旨

近年、薬液注入工法が、液状化対策を目的として適用される事例が増えている。施工後の地盤強度の確認は、ボーリングによる試料採取と一軸圧縮試験を行う方法が一般的に行われてきた。しかし、液状化対策を必要とする砂地盤は骨格構造が緩く、かつ薬液注入による設計強度が一軸圧縮強さ ( $q_u$ ) で  $50\sim 100\text{kN/m}^2$  程度と比較的小さいため、試料採取から試験までの過程で乱れの影響を受け、 $q_u$  を過小評価することが指摘されていた。

本資料では、乱れの影響の少ない原位置調査方法（ピエゾドライブコーン試験：PDC 試験，孔内載荷試験：PMT）の薬液注入地盤の強度評価への適用性の検討を行った。得られた結果と主な結論は以下の通りである。

- (1) 薬液注入地盤に対して実施したブロックサンプリング（BLS）試料から得られた一軸圧縮強さ  $q_u$  は、試料の乱れ等の影響が小さく、同じ現場で行った一般的なボーリング試料による  $q_u$  と比較して、1.5 倍から 4.8 倍程度大きかった。
- (2) PDC 試験では、薬液注入前後の間隙水圧応答を比較することで、深度方向に連続的に薬液注入地盤の出来形（薬液注入の有無）を評価・判断する目安になる。
- (3) 薬液注入前後の PDC 試験から得られる  $N_d$  値の増分 ( $\Delta N_d$  値) と薬液注入地盤の一軸圧縮強さ  $q_u$  には、密度、薬液濃度、上載荷重の有無に関わらず、砂ごとにユニークな原点を通る線形関係  $q_u = \gamma \times \Delta N_d$  がある。また係数  $\gamma$  は、細粒分含有率 ( $F_c$  値) の関数、 $\gamma = 1.2 \times F_c + 20$  で表される（ただし、 $F_c < 25\%$  の範囲。  $F_c \geq 25\%$  の場合、 $\gamma = 50$  (一定)）。
- (4) PMT から求まる有効降伏圧力  $P_y'$  と BLS 試料の  $q_u$  には、 $q_u = 0.60 \times P_y'$  (平均) の関係がある。また、PMT の繰返し載荷過程の変形係数の平均値  $E^*$  と BLS 試料の  $q_u$  には  $q_u = E^* / \beta$  (係数  $\beta = 240$ ) の関係がある。ただし、PMT における孔壁の乱れを考慮すると、後者の適用性が高いと考えられる。
- (5) 上記の知見は、限られた地盤を対象とした結果であるが、他の土質や配合条件などが異なる薬液注入地盤に対しては、室内配合試験を行い、係数  $\beta$  を補正することで適用可能と考えられる。
- (6) 以上の結果から、薬液注入地盤において PDC 試験と PMT を行うことで、従来よりも精度の良い薬液注入地盤の強度評価が可能となる。

キーワード： 液状化対策，薬液注入工法，試料の乱れ，原位置試験，ピエゾドライブコーン試験，孔内載荷試験

- 
- 1) 地震防災研究領域 上級専任研究員
  - 2) 九州大学名誉教授
  - 3) 東京都立大学
  - 4) (一財) 沿岸技術研究センター
  - 5) (一財) 日本埋立浚渫協会
  - 6) (一財) 全国地質調査業協会連合会
  - 7) 国土交通省港湾局技術企画課
  - 8) 国土交通省関東地方整備局 横浜港湾空港技術調査事務所
  - 9) 関東学院大学
  - 10) 応用地質株式会社
  - 11) 復建調査設計株式会社

〒239-0826 横須賀市長瀬 3-1-1 国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所

電話：046-844-5058 Fax：046-844-0839 e-mail:sugano@p.mpat.go.jp

## 1. まえがき

薬液注入工法は、かつては掘削工事における仮設的な補助工法として地盤の止水（透水性低下）や強度増加を行う方法として使われてきた工法である。それに対して近年では、液状化対策など仮設以外の目的で使用されるケースが増えている。これは、高強度改良を可能とした超微粒子複合シリカや低粘度で長いゲル化時間が得られる活性シリカが開発され、耐久性に優れた改良体を作製することが可能となったためである。その結果、液状化対策などで用いられる場合は、施工後の強度確認が必要となっており、その確認方法としては、現場で乱れの少ない試料を採取し、一軸圧縮試験や三軸UU試験または非排水繰返し三軸試験を行うことが主流とされてきた。

液状化対策が目的の場合、薬液注入工法の設計体系では、地震時せん断応力に対する液状化抵抗の応力比（ $R_L$ ）と一軸圧縮強さ $q_u$ が関連づけられており、それらは室内配合試料を用いた繰返し三軸試験と一軸圧縮試験の結果から求められている<sup>1)</sup>。したがって、対象地震動に対する設計基準強度は一軸圧縮強さで規定されており、現場から採取した試料により一軸圧縮強さを精度よく求める必要がある。

その一方で、液状化対策を必要とする砂地盤は間隙が大きく、骨格構造がもともと脆弱な状態であり、かつ設計対象地震動にもよるが、薬液注入による設計一軸圧縮強さは $q_{uck}=50\sim 100\text{kN/m}^2$ 程度と比較的小さい。そのため、試料採取から運搬、供試体成形の過程における機械的な“乱れ”や応力開放による“乱れ”の影響を受けやすい。また、砂地盤では貝殻や礫などを含むこともあり、さらに埋立地盤では木くずやごみなどの異物が混在していることも多い。このため試料採取時の機械的な“乱れ”が生じやすく、強度が過小評価されている可能性がさらに高くなる。このような経緯から、試料採取時の“乱れ”の影響を受けにくい原位置調査や物理探査などの方法による評価が求められている<sup>2)</sup>。

本資料では、薬液注入地盤の強度評価をより精度の良いものとするを目的として、原位置調査法である孔内載荷試験（PMT）とピエゾドライブコーン試験（PDC試験）の適用について室内模型実験や現場調査試験を行った結果をまとめ、新たな地盤強度の評価方法の提案を行うものである。

## 2. 薬液注入地盤の強度評価方法の現状と課題

### 2.1 薬液注入地盤の強度評価方法の現状

既に述べたように、液状化対策が目的の薬液注入地盤の事後調査では強度の確認方法として、現場からボーリングおよびサンプリングによって乱れの少ない試料を採取し、一軸圧縮試験や三軸UU試験または非排水繰返し三軸試験を行う方法が主流となっている。しかし、試料の採取～運搬～供試体成形・試験の過程において“乱れの影響”を受けやすく、強度が過小評価されているケースが多いと考えられる。

しかしここで示すように、薬液注入工法に関する現行の工法指針、技術マニュアル類や専門書、既往の報告などでは、事後調査における強度確認方法に関しては具体的に示されていないことが多く、またはその内容に課題が残されている状態である。

#### (1) 工法指針、技術マニュアル

我が国における薬液注入工法に関する団体で最も歴史の古い「社団法人日本グラウト協会」の発行する恒久グラウトに関する施工指針<sup>3)</sup>では、事後調査（効果の確認）の強度評価に関しては「一軸圧縮試験または繰返し三軸試験を行う」と記述されているのみで、また事後調査項目一覧に、電気式三成分コーン試験や標準貫入試験、孔内載荷試験を“必要に応じて行う”と記載しているが、具体的な評価方法に関する記述はない。

また、液状化対策としての薬液注入工法技術マニュアルである「浸透固化処理工法技術マニュアル」<sup>1)</sup>では、薬液注入地盤の改良効果の確認方法は「不攪乱採取試料による一軸圧縮試験を原則とするが、不攪乱試料の採取が困難な場合には、原位置試験やシリカ含有量試験等のその他の事後調査方法により改良効果を評価することもできる」とされている。“その他の事後調査方法”としては、“孔内載荷試験”と“シリカ含有量試験”があげられている<sup>4)</sup>。前者は、定量的な原位置強度の推定方法として、同マニュアルには示されているが、地盤強度を過小評価している可能性があるとして指摘されている<sup>5)</sup>。（詳細は、第4章を参照）。後者は、改良前後の地盤に含まれるシリカ含有量（増分）から改良強度を推定する方法であるが、改良前後で同じ土砂を比較できる場合を除き、地盤のばらつきの大い例え、埋立地盤などでの適用性は高いとはいえない。

#### (2) 薬液注入工法に関する最近の専門書

比較的新しい薬液注入工法の専門書である文献<sup>6)</sup>（2016年10月31日発行）では、“改良効果の調査と品質管理”の項において、『事後調査は、サンプリング試料を用いた一軸試験を基本とし、原位置サンディングも適用できる』としているが、「改良地盤の強度（一軸圧縮強さなど）を正確に求めるに至っていないため、調査結果の解釈（一

軸圧縮強さとの相関など)には注意を要する。』と記述されている。これは第4章で述べる「孔内載荷試験結果から原位置の強度を推定する方法」において具体的な課題があること等を示唆しているものと考えられる。

### (3) 最近の報告例

既往の報告例をみると現場採取試料の一軸圧縮強さが設計値を満足できていない結果が多数報告されている。例えば文献2)では、現場採取試料の一軸圧縮試験結果のほとんどが設計値を下回っている結果が報告されている。そこでは「礫混じり地盤ではサンプリング試料の一軸圧縮試験は乱れの影響で厳しく、そのため原位置試験を併用することが望ましい」と記されている。

比較的最近の資料である、地盤工学会(関東支部)の「薬液注入工法の設計・施工法および試験方法に関する研究委員会」報告書(平成27年5月発行)では、「原位置試験方法は、現状では「薬液注入が地盤中でどのくらい」の範囲で固化しているかを確認する方法であり、この試験によって薬液の存在がどの程度であるかを直接的に確認する方法ではない」との評価にとどまっている<sup>7)</sup>。原位置サウンディング試験が行われた事例としてとしては、動的貫入試験<sup>8)</sup>、<sup>9)</sup>孔内載荷試験が実施された事例<sup>5)</sup>が示されており、物理探査としては、弾性波探査(または表面波探査)<sup>10)</sup>、電気検層(電気比抵抗測定)<sup>11)</sup>などがなされた事例が示されている。

弾性波探査に関しては、「小さいひずみレベル( $10^{-3}$ 以下)においては、薬液注入砂は注入前後の剛性の差は認められない」という既往の研究<sup>12)</sup>で示されているように、適用性は低いといえる。電気比抵抗に関しては、薬液注入前の地下水(間隙水)が真水に近く電気抵抗が大きい場合に、薬液注入後の薬液浸透の有無が判別できる可能性はあるものの、強度の定量的評価は難しい。さらに港湾や沿岸地域の埋立地など地下水の比抵抗が小さい場合では、薬液浸透の有無の判別に適用できる可能性は低いと考えられる。

## 2.2 本研究における検討内容と本資料の構成

本資料は、薬液注入地盤の強度評価をより正確なものに近づけることを目的として、原位置調査方法である孔内載荷試験とPDC試験の適用性に関する室内模型実験や現場調査を行った結果をまとめたものである。

また、上記の原位置試験と原位置強度の相関を求める上では、乱れや不均質性等の影響が少なく、精度の良い原位置強度(一軸圧縮強さ)が必要となる。そこで、従来の薬液注入地盤でのサンプリングによる乱れが比較的少ないと言われている試料採取方法(例えば、トリプル

チューブサンプリング)に対して、採取時の乱れが少ないブロックサンプリング(以下、BLS)を実施し、両者の一軸圧縮試験結果の比較を行った。本資料ではその内容と結果を、以下のようにとりまとめた。

第1章では、本研究の背景と目的を示し、第2章(本章)では、“薬液注入地盤の強度評価方法の現状と課題”について述べた。

第3章では、薬液注入地盤で掘削・BLS調査を行い、従来のボーリング試料と一軸圧縮強さの比較を行い、薬液注入試料の強度評価における供試体の乱れや不均質性の影響についての検討を行った。

続く第4章から第7章において、2つの原位置調査方法(孔内載荷試験とPDC試験)による薬液注入地盤の強度評価方法に関する検討を行った結果を示した。

第4章では、実際の薬液注入地盤においてBLSと一軸圧縮試験およびPMTを行い、PMTから薬液注入地盤の原位置強度を精度よく推定する方法の検討を行った結果を示した。

第5章では、第4章で検討した方法について、実際の適用にあつての課題を示し、対処方法や考え方を示した。

第6章では、地盤密度や薬液濃度をコントロールした模型地盤を作成し、PDC試験を行い、薬液注入前後の $N_d$ 値と一軸圧縮強さ $q_u$ の関係を求めた結果を示した。

第7章では、PDC試験による薬液注入地盤の強度評価を2つの実現場で実施した結果を示し、前章の室内模型実験結果の比較を行った。

第8章では、第3章から第7章での検討結果を受け、薬液注入地盤の原位置調査による新しい強度評価方法とフローを提案した。

第9章ではこれらのまとめを行った。

## 3. 改良地盤の一軸圧縮強さの評価における乱れや不均質性の影響

### 3.1 概要

既に述べたように、現行の薬液注入工法の設計体系では、改良後の地盤の保有する地震時の繰返しせん断強度比(または液状化抵抗比) $R$ 、正確には非排水繰返し三軸試験における $RL_{20}$ と一軸圧縮強さ $q_u$ が関連づけられている<sup>1)</sup>。したがって、薬液注入された地盤の一軸圧縮強さ $q_u$ を求めることで、事後の品質評価を行う。一軸圧縮試験は、現場から採取した乱れの少ない試料を対象に行われる。

その一方で、既に述べたように液状化対策として薬液注入された砂地盤は、間隙が大きく、かつ薬液注入で土



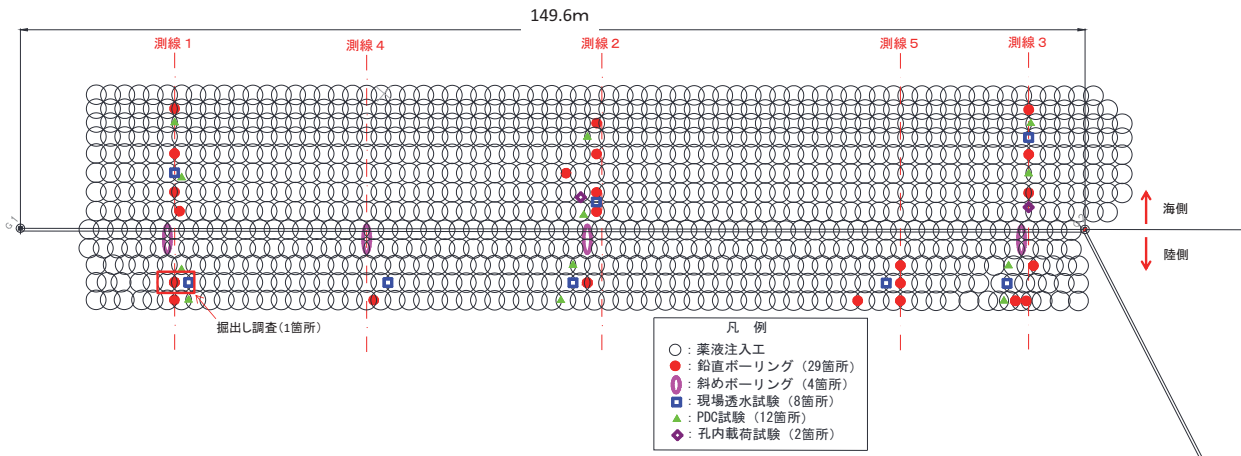


図-3.1 薬液注入平面および調査位置平面

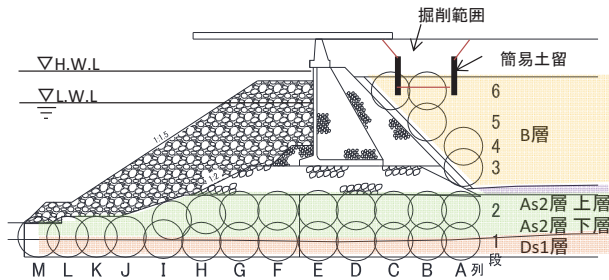


図-3.2 護岸標準・薬液注入・掘削断面

粒子同士に付与される付着力は大きくない。そのため、試料採取から運搬、成形時の機械的な乱れや応力開放による影響を受けやすい。また、砂地盤では貝殻や礫などを含むこともあり、さらに埋立地盤ではごみやコンクリートガラなどが混入することで、そのような乱れがさらに生じやすい状況にある。

現場採取試料の  $q_u$  での評価において、試料の乱れによる強度低下の影響に関しては、Ladd<sup>13)</sup>や奥村<sup>14)</sup>、または土田ら<sup>15),16)</sup>によって、主に自然堆積粘土地盤を対象にした研究がなされている。

本章では、薬液注入試料の強度評価における乱れや不均質性の影響について、上記の既往の研究事例を参考にしながら、薬液注入を行った実際の地盤において掘削、ブロックサンプリング（以下、BLS）を行い、従来の“ボーリングによる乱れの少ない試料採取方法”との比較・検討を行った結果を示す。

### 3.2 調査場所

調査対象は、千葉港新港地区の既設護岸の延長約 150m に対して、液状化対策として薬液注入が行われた現場である。薬液注入は、護岸前面～直下～背面にかけて、薬液濃度を 8%とし、室内配合一軸圧縮強度  $q_{ulab}$  が 200 kN/m<sup>2</sup>、設計一軸圧縮強さ  $q_{quick}$  が 100kN/m<sup>2</sup> で計画されていた。BLS は、1 点あたり設計の 10%~80%程度の量が注

入された時点で実施された。

当現場では、この BLS の他に護岸全域を対象に各種の調査（ボーリング、孔内載荷試験、現場透水試験、PDC 試験）が行われている。図-3.1 に各種調査位置の平面図、図-3.2 に護岸断面と掘削位置を示す。

各種調査は、図-3.1 に示すように護岸法線直角方向の 5 測線上で行われ、BLS は、“測線 1”の護岸背面の一部（6m×4m×深さ約 4m）で行われた。

### 3.3 ブロックサンプリングの方法、土質

#### (1) 採取位置詳細

図-3.3 に BLS の詳細を示す。

BLS は、薬液注入孔 No.B-64 と No.B-65 の箇所を実施した。それぞれの点の薬液注入量は、設計値に対して 55% (No.B-65) と 22% (No.B-64) であった。

掘削した結果、薬液注入による改良体の上端部は、設計高さ (A.P.+2.18m) より約 50cm 上方の A.P.+2.70m 付近で出現した。

ボーリング採取試料と比較する試料は、ボーリング孔 (Bor.No.64, 65) の両側 30cm の位置で採取した。

それ以外の BLS は、図示した場所にて AP.+2.70m~A.P.+1.14m までの間で 4 層に分けて実施した。ただし、以降の強度の評価は、施工対象の地下水位以下のレベルのみ (3 層目、4 層目) を対象とした。

#### (2) ブロックサンプリングの手順・方法

BLS は、以下の手順・方法で実施した。

- ①簡易土留めで対象範囲を囲み、改良体の天端が露出するまで機械掘削を行う。
- ②改良体天端が確認できた後は、サンドポンプを用い人力で改良体を洗い出し、露出させ、所定の深度まで掘削する (写真-3.1)。完了後に改良体の形状・寸法の計測を行う。

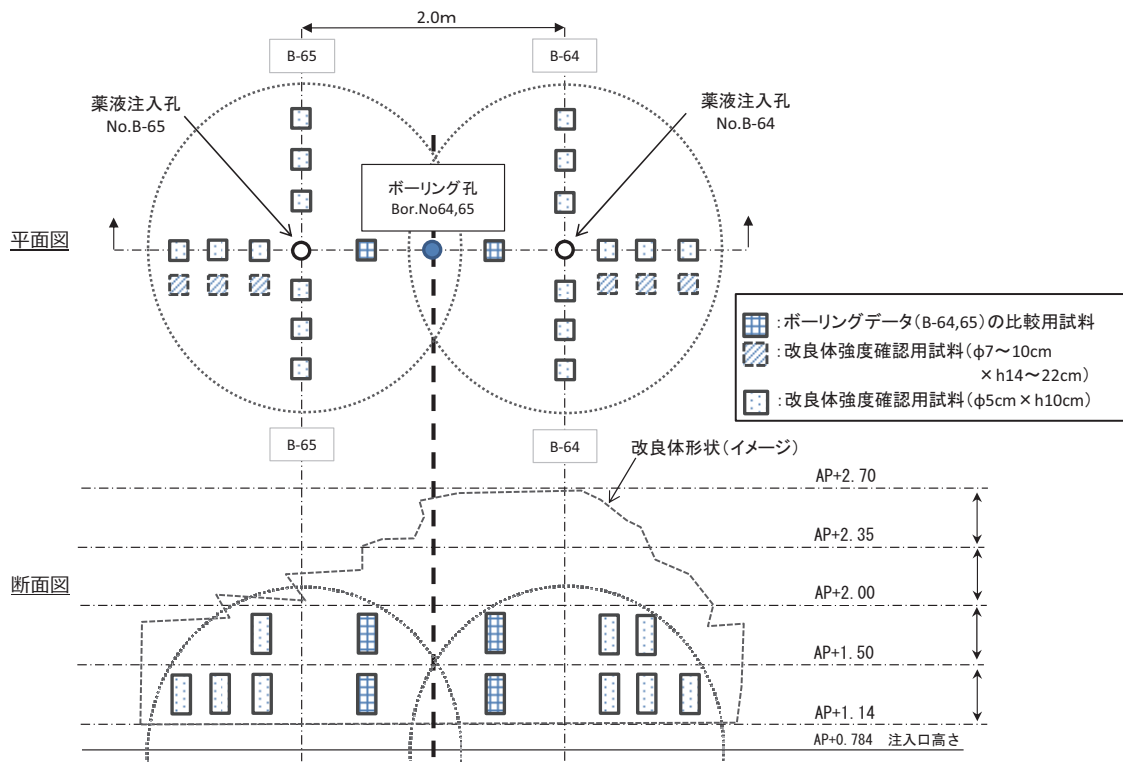


図-3.3 ブロックサンプリング詳細



写真-3.1 人力による改良体の掘削・洗い出し状況



写真-3.3 ブロックサンプリング状況



写真-3.2 調査・試験位置出し状況

- ③改良体を所定のレベルまで水平に切削，形状・寸法の計測を行う。
- ④メッシュを描き，他の原位置調査の影響範囲を除いて，試料採取する位置を決定する（写真-3.2）。影響範囲は，ボーリングとPDC試験は半径50cm，PMTは半径

90cm（プローブ長の2倍）とした。

- ⑤決定した位置で一辺30cm程度のブロックを切り出す（写真-3.3）。なおBLSの場所は，水平に切削された改良体の天端で均等に分散した場所として行き，目視や触診などで固さを確認するなど，恣意的な選定をしていない。
- ⑥上記③から⑤までを4回（4層）分繰り返す。

### (3) 調査場所の土質

表-3.1にBLS位置の未改良砂の物理試験結果を示す。今回の調査した場所では，後述するように大小の貝殻片を多く含む箇所があるものの比較的均一な砂質土であった。表-3.1の物理試験は貝殻片が含まれていない部分を対象としたもので，細粒分含有率5%のきれいな砂である。

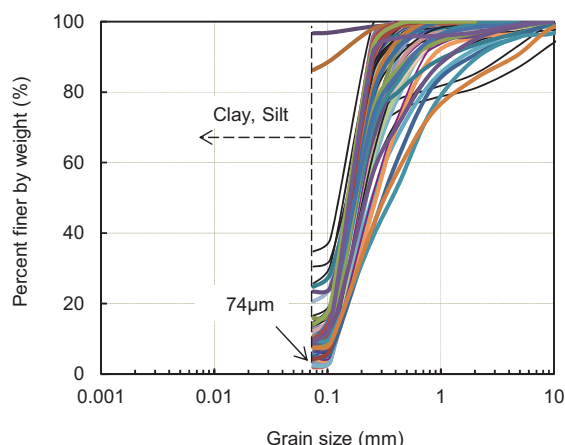


図-3.4 対象現場の埋土層 (B 層) の粒径加積曲線、  
縦軸：粒径 mm，横軸：通過質量百分率

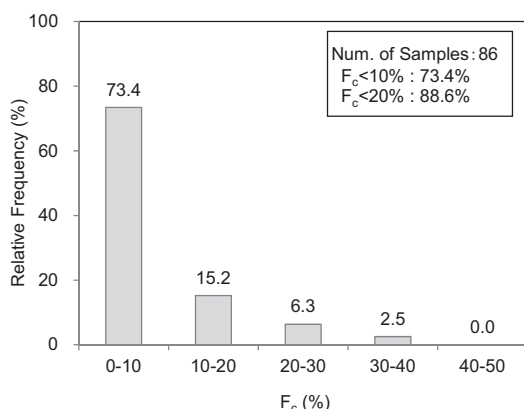


図-3.5 対象現場の埋土層 (B 層) の細粒分含有率、  
縦軸：相対度数，横軸：細粒分含有率

表-3.1 BLS 地点の土砂の物理試験結果

Bor. No	標高 A. P.	土粒子密度 $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	含水比 $w_n$ (%)	粒度試験 (%)				液性限界 (%)
				礫	砂	シルト	粘土	
64, 65	1.73m	2.714	21.6	5.8	88.9	1.8	3.5	NP

一方で図-3.4、図-3.5はそれぞれ、当該現場の埋土層 (B 層) の全域を対象とした調査における粒度分布ならびに細粒分含有率 (F<sub>c</sub> 値) のヒストグラムを示したものである。当該現場の埋土層 (B 層) には、所々に粘性土が挟在しているものの、図-3.4、図-3.5 に示すように、F<sub>c</sub> 値が 10% 以下のきれいな砂が全体 73.4%、F<sub>c</sub> 値が 30% 以上の細粒分が比較的多い砂は全体のわずか 2.5% と、全体的にはきれいな砂質土である。BLS を行った箇所土質は貝殻が部分的に多く含まれている箇所が確認されているが、埋土層全体としては特異なものではないといえる。

### 3.4 試験結果 その1

表-3.2 一軸圧縮試験結果

(ボーリング試料とごく近傍の BLS 試料の比)

採取層	標高 (A. P. +m)	q <sub>u</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	
		ボーリング試料	ブロック試料
3層目	1.50-2.00	18	97
			98
			88
			59
4層目	1.14-1.50	25	98
			83
			70

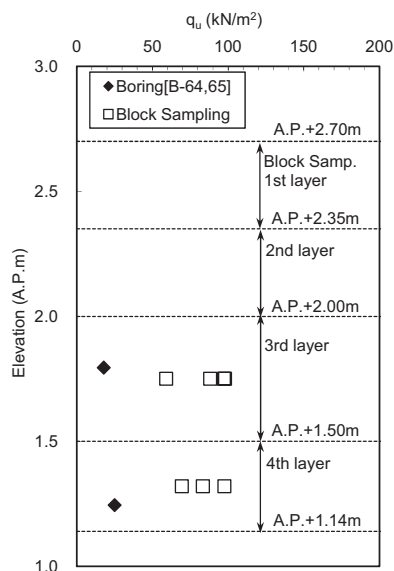


図-3.6 BLS 試料とボーリング試料の q<sub>u</sub> の深度分布、  
縦軸：標高，横軸：一軸圧縮強さ

側方 30cm 位置で採取した BLS 試料の一軸圧縮試験結果の比較を行う。

一軸圧縮試験結果を表-3.2 と、図-3.6、また一軸圧縮試験の応力～ひずみ関係を図-3.7 に示す (BLS 試料とボーリング試料の 3 層目、4 層目：設計天端レベル以下のみ)。

BLS 試料の q<sub>u</sub> は平均で、ボーリング試料の q<sub>u</sub> の 4.8 倍 (3 層目) または 3.3 倍 (4 層目) と大きい。全体では、BLS 試料が平均 q<sub>u</sub> = 84.7kN/m<sup>2</sup>、ボーリング試料が平均 q<sub>u</sub> = 21.5kN/m<sup>2</sup> と、3.9 倍であった。

また、破壊時の軸ひずみ (ε<sub>t</sub>) は、ボーリング試料の方が BLS 試料より 1/ (1.5～3.5) 倍程度と小さい。図-3.7 の応力～ひずみ関係でみると、BLS 試料は初期剛性が大きい最大強度を示す破壊ひずみがボーリング試料と比較して小さく、その後は急激な強度低下を示し、脆性的

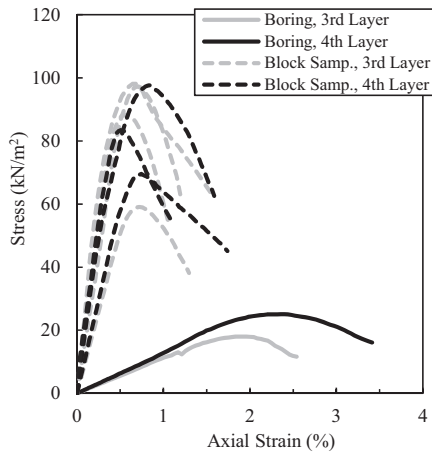


図-3.7 応力～ひずみ関係の比較，  
縦軸：圧縮応力，横軸：軸ひずみ

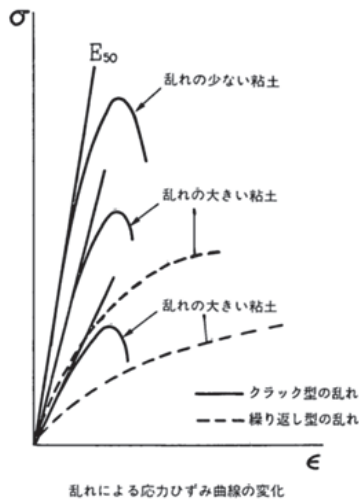


図-3.8 乱れによる応力ひずみ曲線の変化の模式図<sup>14)</sup>

な挙動を示している。これは一般的な固化改良された土砂の応力～ひずみ関係によく似た性状を示している。

図-3.8に示すように土田らは、粘性土地盤の乱れによる応力～ひずみ関係の変化を模式的に示している<sup>15),16)</sup>。これによると、BLS 試料に対してボーリング試料は、初期剛性が非常に小さく、さらに破壊ひずみも大きいことから、主に“練り返し型”の乱れになっていると推測される。ちなみに、“クラック型”とは、供試体内部にあらかじめ存在したクラック（潜在クラック）が、圧縮せん断時に影響することで破壊する現象で、通常（供試体が均一な状態）と比較して、初期剛性は練り返し型ほど小さくはないものの、小さなひずみで破壊が生じるものである。

土田らの研究は自然堆積粘性土を対象としたもので、粘性土を練り返すことで、粘着力によって結ばれた細か

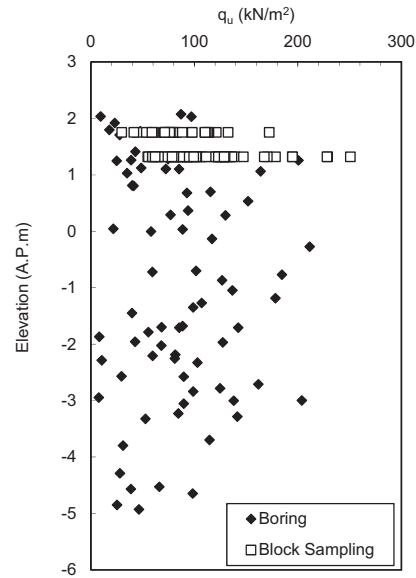


図-3.9  $q_u$  の深度分布（ボーリング試料と BLS 試料），縦軸：標高，横軸：一軸圧縮強さ

な土粒子同士の骨格が全体的に損傷したことを示しているものである。薬液注入砂の場合も、薬液によって人工的に形成された砂粒子間の粘着力による骨格構造が、採取～運搬～試料成形～試験の過程で全体的にまんべんなく損傷した結果であると推測される。

### 3.5 試験結果 その2

#### (1) 一軸圧縮強さの比較

3.4 節では、ボーリング試料とその近傍の BLS 試料の一軸圧縮強さの比較を行った。本節では、今回実施した全ての BLS 試料 90 供試体と、護岸全体で実施されたボーリング調査で同じ B 層の試料を対象に実施された試料 73 供試体の、一軸圧縮試験結果の比較を行った結果を示す。

両試料の  $q_u$  の深度分布を図-3.9 に示す。また試料ごとの  $q_u$  のヒストグラムを図-3.10 に示す。

図-3.9 に示すように、ボーリング試料の強度は、深度方向に特徴的な分布の傾向は認められず、ほぼ様な状態ではらついている。両試料の平均  $q_u$  は、BLS 試料が  $103\text{kN/m}^2$  であるのに対し、ボーリング試料は  $83\text{kN/m}^2$  である。その強度比（ボーリング試料÷BLS 試料）は、1.24 倍であり、3.4 節の強度比 3～5 程度（表-3.2 参照）と比較すると小さい。

#### (2) BLS 試料における貝殻片の混入物の影響

ボーリングで得られる一軸圧縮試験の供試体は、1m のサンプラーから 1～2 本程度である。採取時や運搬時



たはサンプラーの解体時（切断時や試料の抜き出し時）にクラックが入ったものや断面が欠損したものは、供試体の対象にできないためである。これは貝殻や礫等の異物が混入を避けて選択されることにつながっていると推測される。それに対して、BLS 試料はそのような配慮がなされずに丁寧に採取された試料全部が試験対象となっ

ている。そこでここでは、貝殻（異物）混入の影響を考慮し、BLS 試料の試験結果を異物混入や供試体寸法を指標とし、フィルターにかけて整理を行った結果を示す。

今回の BLS 試料は、そのほとんどに貝殻片の混入が認められた。一般的に一軸圧縮試験の供試体に貝殻などの異物が混入した場合、異物を起点とした進行性破壊を生じやすいことなどから、一軸圧縮強さは小さめになりやすく、強度の過小評価に繋がっている可能性があると考えられる。

① 貝殻片の寸法の影響

ここでは、一軸圧縮試験後の供試体の目視観察結果から貝殻片の寸法で“貝殻片混入の影響の大小”を分類した。今回は、一軸圧縮試験後の供試体観察結果から、供試体に 2mm 以上の貝殻片の混入の有無を閾値として判別した。

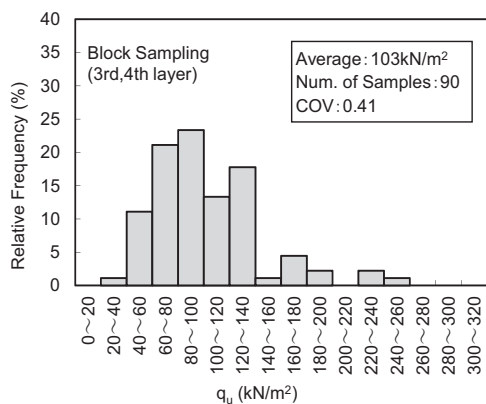
粒径 2mm という寸法は、砂と礫の境界値に相当する値である。今回の BLS 試料では、貝殻以外の砂の部分の  $F_c$  値が 5%程度きれいな砂であることから、砂以上の寸法の貝殻片を異物と考えた。図-3.11 に、判別結果の例を示す。

判別の結果、全 90 供試体のうち、40 供試体が“貝殻片混入の影響が小さい”、50 供試体が“影響が大きい”と判定された。

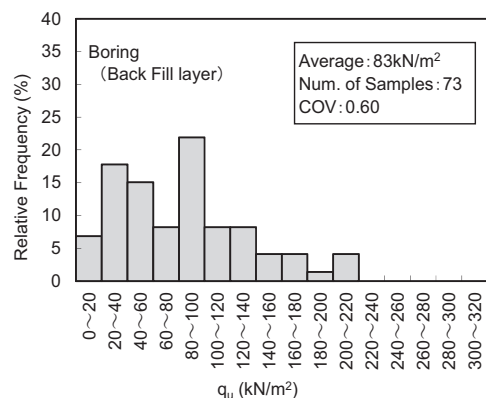
図-3.12 は、貝殻片混入の影響を考慮した場合の、 $q_u$  のヒストグラムである。“貝殻片混入の影響が小さい”ケースの平均  $q_u$  は 124kN/m<sup>2</sup>，“影響が大きい”ケースの平均  $q_u$  は 87 kN/m<sup>2</sup> であり、その強度比は 1.43 となった。 $q_u$  のばらつきは、“貝殻片混入の影響が小さい”ケースの変動係数が 0.39，“影響が大きい”ケースが 0.32 であった。

② 供試体寸法の影響について

異物が混入した試料は、一般的には供試体寸法を大き



(a)ブロック試料



(b)ボーリング試料

図-3.10  $q_u$  のヒストグラム，縦軸：相対頻度，横軸：一軸圧縮強さ

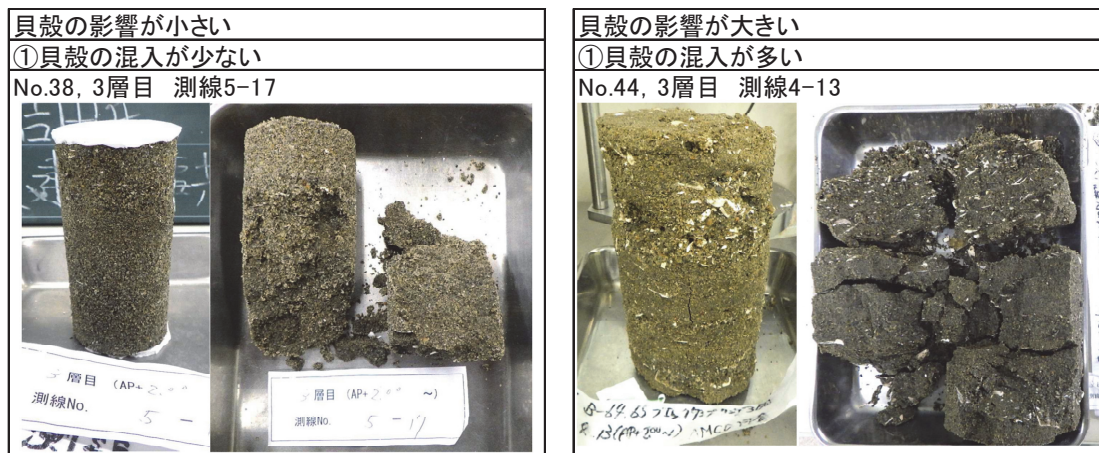
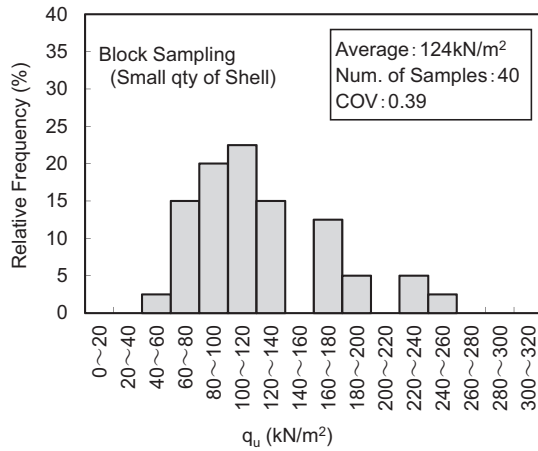
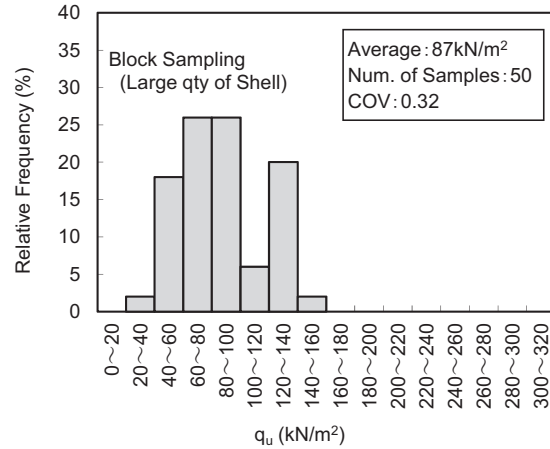


図-3.11 貝殻片混入状態の判別（例）



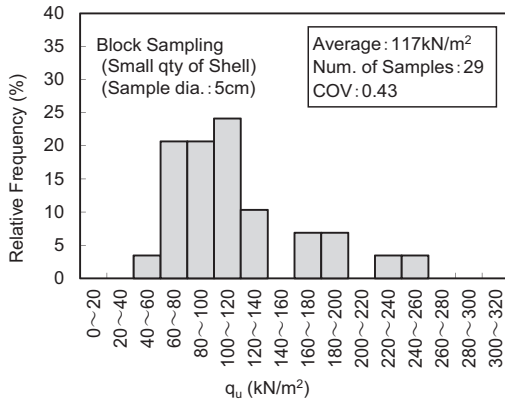


(a) 貝殻片混入の影響小

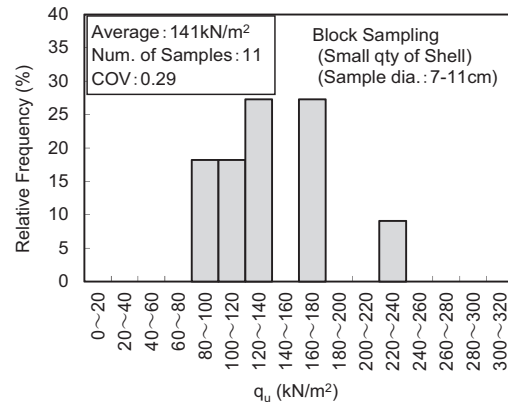


(b) 貝殻片混入の影響大

図-3.12  $q_u$  のヒストグラム (貝殻片混入の影響, ブロック試料), 縦軸: 相対頻度, 横軸: 一軸圧縮強さ



(a) 小型供試体 (直径  $\phi$ :5cm, 高さ H:10cm)



(b) 大型供試体 (直径  $\phi$ :7~11cm, H:14~22cm)

図-3.13  $q_u$  のヒストグラム (供試体寸法の影響, ブロック試料), 縦軸: 相対頻度, 横軸: 一軸圧縮強さ

表-3.3 調査・試験結果のまとめ

		ボーリング 試料 (B層)	ブロック試料 (3層, 4層データ)				備考
			貝殻混入の影響大		貝殻混入の影響小		
			小型供試体	大型供試体	小型供試体	大型供試体	
データ数	個	73	20	30	29	11	
平均 $q_u$	kN/m <sup>2</sup>	83	79	92	117	141	
	比率	1.00	0.95	1.11	1.41	1.70	ボーリング試料基準
$q_u$ の 変動係数	%	60.3	39.3	25.2	42.5	29.3	
	比率	1.00	0.65	0.42	0.70	0.49	ボーリング試料基準

くすることで, その影響を低減できるとされている。

上記①では, 貝殻片混入の影響を貝殻の寸法 2mm を閾値として評価したが, 2mm 以下の寸法の貝殻も砂粒と比較すると異形でかつ強度が小さい(割れやすい)など, 異物混入による影響が小さくない可能性がある。

そこで上記①で, “貝殻片混入の影響が少ない” と判定されたケースをさらに, 供試体寸法で分けて評価した。今回は, 供試体寸法を小型 (直径  $\phi$ :5cm, 高さ H:10cm)

と大型 ( $\phi$ :7~11cm, H:14~22cm) を準備しており, 分類した。その結果 (ヒストグラム) を図-3.13 に示す。

図-3.13 より, 大型供試体のサンプル数 11 個と若干少ないものの, 平均強度が小型供試体と比較して大きく, かつばらつきも小さい結果となった。

### 3.6 まとめ

今回の調査では, 一般的なボーリング試料に対して,

BLS 試料の一軸圧縮試験から  $q_u$  を求め、それらの比較を行った。ここでは、土質の違いの影響が若干含まれている可能性があるが、ボーリング試料の結果に対して、BLS 試料の強度の評価を異物混入の有無の影響を段階的に検証した結果を表-3.3 と下記に示す。

- ・ボーリング試料の一軸圧縮強さに対して、同じレベルで水平方向に 30cm 離れた位置の BLS 試料の  $q_u$  は、3 層目が 4.8 倍、4 層目が 3.3 倍であった（全体で 3.9 倍：BLS 試料が平均 84.7kN/m<sup>2</sup>、ボーリング試料が 21.5kN/m<sup>2</sup>）。
- ・全 BLS 試料の平均強度は、ボーリング試料全体（護岸延長 150m 分）の 1.24 倍であった。
- ・上記の BLS 試料の内、2mm 以上の貝殻片の混入がない（混入の影響が小さい）ケースの平均強度は、ボーリング試料の 1.41 倍（表-3.3 参照）であった。
- ・さらに上記の BLS 試料で貝殻片混入の影響が小さいケースの内、供試体寸法が大きいケースの試験結果は、ボーリング試料の 1.70 倍（表-3.3 参照）であった。

以上より、通常のボーリングによる不攪乱試料採取（今回は、トリプルチューブ式サンプラー）では、採取時の乱れの影響等により、原位置の強度を過小評価している可能性が高いといえる結果が得られた。具体的には、BLS 試料は従来のボーリング試料に対して、最低でも 1.5 倍、から最大 4.8 倍の大きな強度が見込める可能性があるという結果であった。

#### 4. 薬液注入地盤における孔内载荷試験による評価方法

##### 4.1 検討概要

薬液注入地盤の強度を評価する方法のうち、原位置試験を用いて定量的に評価する方法が、一般的な技術マニュアルや指針などで明示されている例は、現時点（2019 年 11 月時点）においては、下記の一例のみである。

「浸透固化処理工法技術マニュアル」<sup>1)</sup>では、薬液注入地盤で実施した孔内水平载荷試験で求まる有効降伏圧力 ( $P_y'$ ) から一軸圧縮強さ ( $q_u$ ) を定量的に推定する方法が示されている。筆者らは、第 3 章で述べたように地盤の一軸圧縮強さを過小評価しており、安全側すぎる評価になっていると考え、種々の検討を行った。

降伏圧力は、「初期圧力を超えて载荷して、プレッシャーメータ曲線の勾配が一定の部分以降に急変し始めた

きの有効孔壁圧力」<sup>1)</sup>との地盤工学会基準（JGS-3531）の定義に従った。

なお、地盤工学会「地盤調査法とその解説」では、初期载荷部における応力～ひずみ関係の線形部分が非線形となり始める点の圧力、実質的には線形弾性限界の応力を降伏圧力と定義している。有効降伏圧力  $P_y'$  は、この値から静水圧 ( $P_0$ ) を差し引いた値と定義されている。

##### 4.2 現行の評価方法の課題と本研究における検討内容

「浸透固化処理工法技術マニュアル」<sup>1)</sup>では、薬液注入地盤で実施した孔内载荷試験（PMT）で求まる降伏圧から一軸圧縮強さ ( $q_u$ ) を定量的に推定する方法として、図-4.1 を示している。この図は、一般的なボーリングで乱れの少ない方法で採取した試料を用いて求めた一軸圧縮強さ ( $q_u$ ) と、孔内载荷試験から得られる有効降伏圧力 ( $P_y'$ ) の関係をプロットしたものである。同マニュアルでは、有効降伏圧力  $P_y'$  と地盤の一軸圧縮強さ  $q_u$  は、原点を通る線形関係にあるとして、式 (4.1) で表されている。

$$q_u = \alpha \times P_y' \quad (4.1)$$

係数  $\alpha$  は土質特性に依存する経験値であるが、図-4.1 に示すように概ね  $\alpha=0.15\sim0.45$  の範囲にあり、平均の  $\alpha=0.25$  として PMT の有効降伏圧力  $P_y'$  から地盤の原位置における一軸圧縮強さ  $q_u$  を求めるものとしている。

しかし、ここで用いられている  $q_u$  が、ボーリング試料を対象に実施した一軸圧縮試験により得られた結果であり、試料採取時の機械的な乱れによる強度低下の可能性

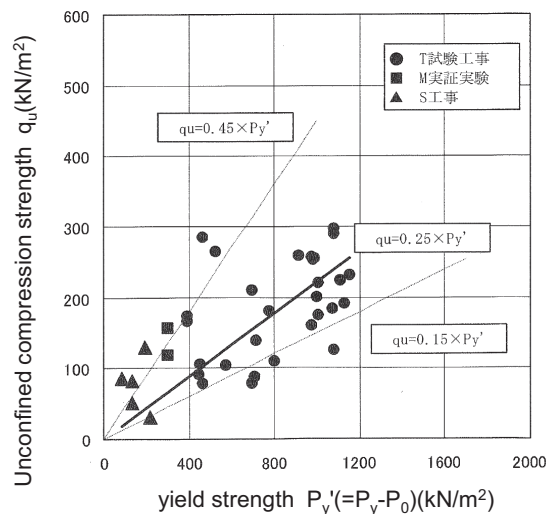


図-4.1 PMT から得られる  $P_y'$  と  $q_u$  の関係

「浸透固化処理工法技術マニュアル」に加筆

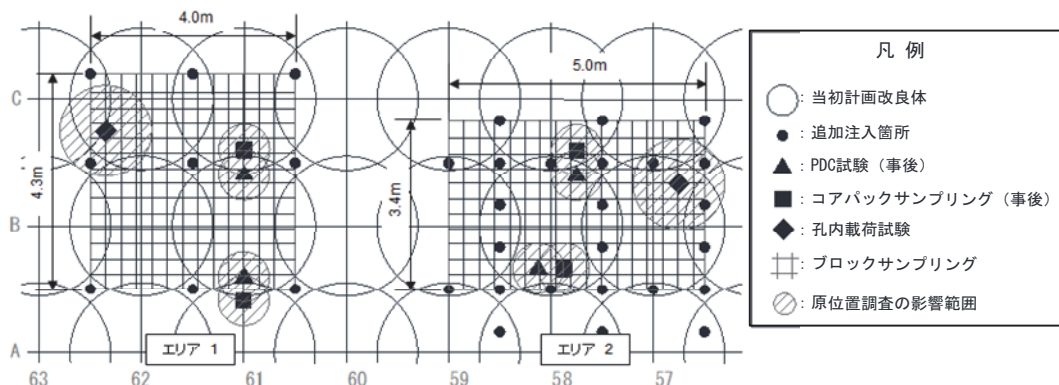


図-4.2 調査位置平面図

が高いと考えられる。

第3章では、従来のトリプルチューブ式サンプラーで採取された試料に対して、ブロックサンプリング (BLS) 試料は採取時の乱れの影響が小さく、得られる一軸圧縮強さ  $q_u$  が大きいこと (ボーリング試料の 1.5 倍から 4.8 倍) を示した。さらに BLS 試料の結果から、貝殻片等の異物混入の影響を排除することにより、高い品質の状態の原位置での強度が得られることを示した。

そこで本章では、実際の薬液注入地盤において BLS と PMT をセットで行い、サンプリングに伴う機械的乱れの少ない BLS 試料の  $q_u$  と原位置における PMT との相関関係を求め、精度よく薬液注入地盤の原位置強度を推定する方法の検討を行った。

### 4.3 調査・試験場所と方法

#### (1) 調査・試験の実施場所

ここで示す調査・試験は、第3章と同じ現場にて行われたもので、第3章で行った BLS 箇所のすぐ隣で行ったものである。

今回の調査対象箇所では、薬液注入が2段階で行われ

ている。薬液注入の設計強度は両段階とも  $100\text{kN/m}^2$  であるが、第1段階から第2段階で室内と現場の強度比が 2.0 から 2.5 に見直されているため、薬液濃度は 8% から 9% に変更している。第1段階として設計量の 44%~47% が先行注入されており、その約2年後に第2段階として設計量 100% 分の追加注入が行われた (第3章の BLS は追加注入前に実施したもの)。

調査位置平面図を図-4.2 に示す。第2段階の注入 (追加注入) では対象エリアに設計量 100% 分の同じ薬液が

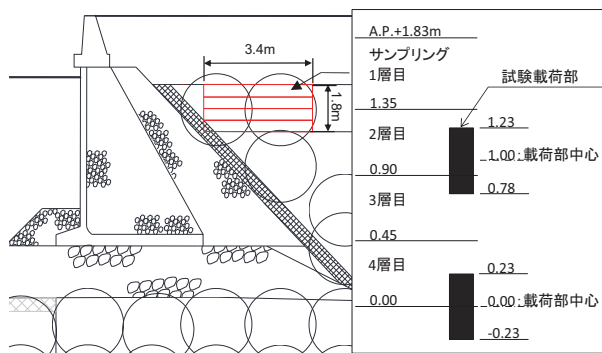


図-4.3 ブロックサンプリングと PMT の実施深度の詳細

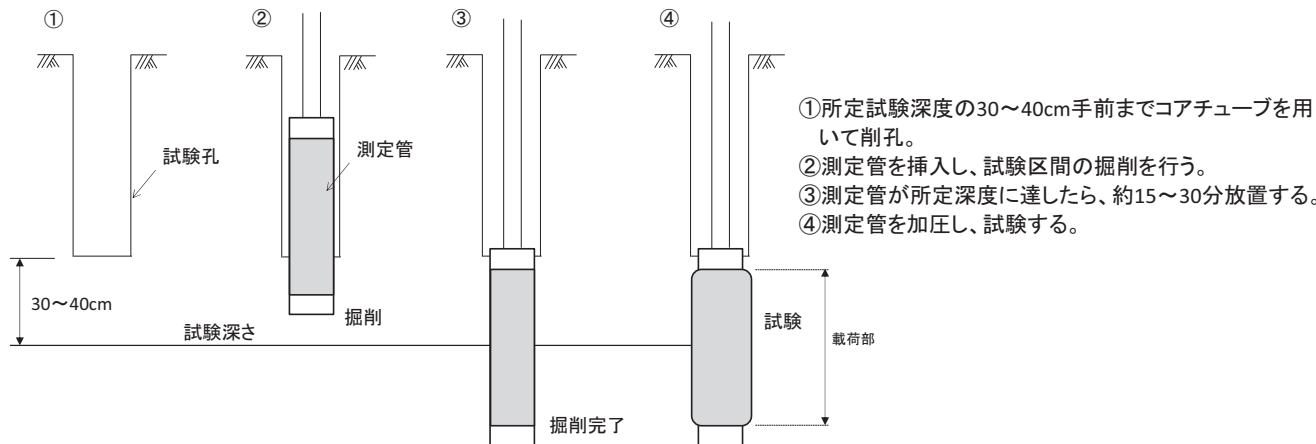


図-4.4 セルフボーリング型の PMT 実施手順 (概念図)

注入されたが、図-4.2に示すように、対象エリアの左右で、平面・断面方向の追加注入ピッチが異なっている。

左側のエリア1では当初計画改良体の中間で追加注入を実施しているのに対し、右側のエリア2では、より平面的・断面的に細かいピッチで追加注入が実施されている。

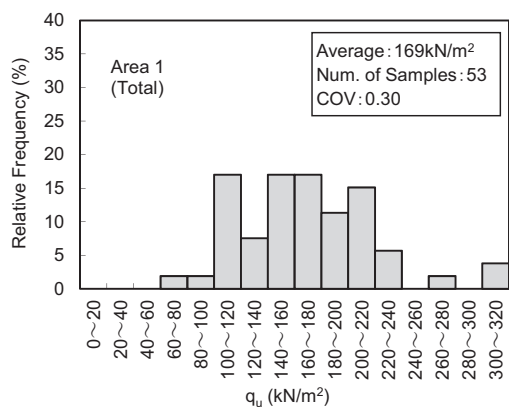
PMTはBLSに先行して実施しており、PMTの影響範囲を平面的に半径90cm(載荷部の高さ45cmの2倍)と設定し、その影響範囲外でBLSを行った。

PMTとBLSの実施断面を図-4.3に示す。PMTの調査は、エリア1とエリア2で平面的に各1点、深度方向は、載荷部中心がBLSの2層目、4層目となるように各2点実施した。

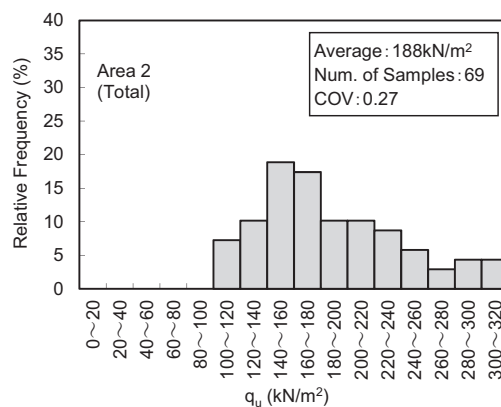
(2) 試験方法

今回のPMTは、掘削機構を載荷試験用プローブの先端に有するセルフボーリング型の試験機で実施した。

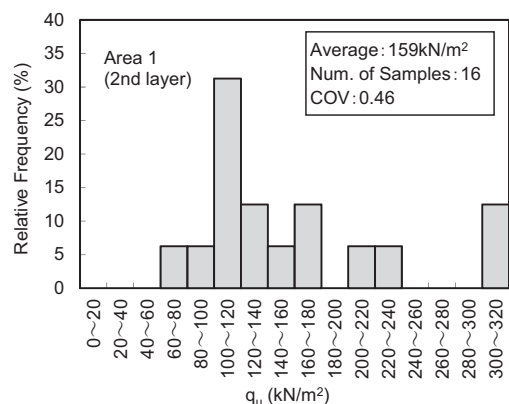
この方法は、図-4.4に示す様に削孔とともに載荷試験



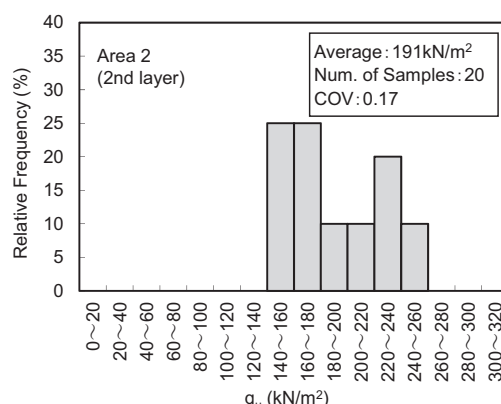
(a)-1 エリア1 (全試料)



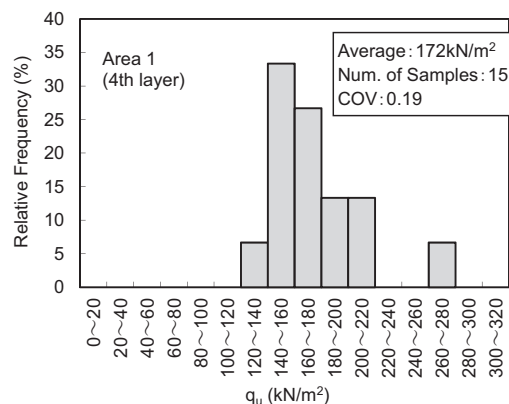
(b)-1 エリア2 (全試料)



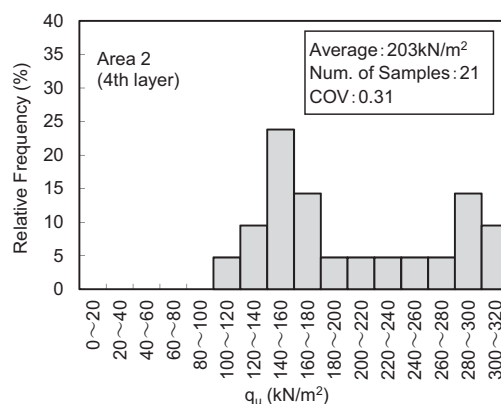
(a)-2 エリア1 (2層目)



(b)-2 エリア2 (2層目)

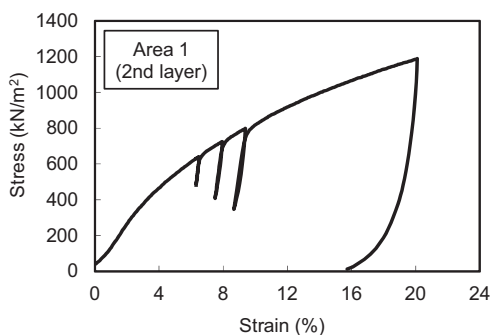


(a)-3 エリア1 (4層目)

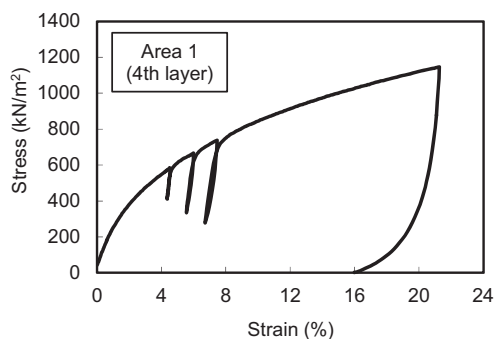


(b)-3 エリア2 (4層目)

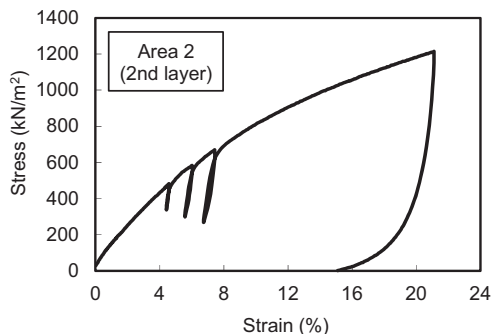
図-4.5 ブロック試料の  $q_u$  のヒストグラム, 縦軸: 相対頻度, 横軸: 一軸圧縮強さ



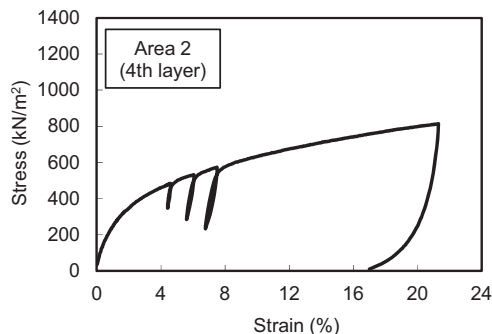
(a)-1 エリア 1 2層目 (試験標高 AP+1.0m)



(a)-2 エリア 1 4層目 (試験標高 AP+0.0m)



(b)-1 エリア 2 2層目 (試験標高 AP+1.0m)



(b)-2 エリア 2 4層目 (試験標高 AP+0.0m)

図-4.6 圧力と空洞ひずみの関係、縦軸：圧力、横軸：空洞ひずみ

用プローブが挿入して試験を行えるため、孔壁の乱れの影響を極力少なくできる方法とされている。ちなみに一般的な PMT は、プレボーリング型と称し、ボーリング削孔してベントナイト泥水とケーシングで養生した後、別途ケーシングを引き抜いて、PMT 計測用の測定管を装着したロッドを挿入する方式で、孔壁の崩壊や周辺地盤のゆるみの影響がやすいとされている。

試験は地盤工学会基準 JGS 3531 に準拠して実施し、載荷はひずみ制御方式 (速度 1%/min) とした。最大載荷圧力は 5MPa、載荷部の寸法 (載荷用プローブの高さ) は 45cm であった。

試験は、基本的に降伏圧力が確認された後に一旦除荷、再載荷を行い、空洞ひずみ 4%から 7%の間に 3 回の除荷・再載荷を繰り返した。

#### 4.4 ブロックサンプリングの結果

第 3 章と同様に地盤を人力で丁寧に掘削したのちに BLS を行った。また第 3 章での検討結果を参考にして、貝殻などの異物混入の影響を排除するため、供試体寸法は大型 (直径  $\phi$ :10cm×高さ h:18cm 程度) とし、試験後の供試体は分解し目視確認で貝殻などの異物混入の観察を行い、異物混入の影響を排除し評価を行った。

BLS 試料の一軸圧縮強さ  $q_u$  のヒストグラムを図-4.5

に示す。エリアごとで比較すると、それぞれの平均  $q_u$  は、エリア 1 が 169kN/m<sup>2</sup>、エリア 2 では 188 kN/m<sup>2</sup> であり、大きな差はないといえる。ばらつきも同様である。ただし、PMT の実施箇所ごとに分けると強度やばらつきに若干の違いが表れている。

#### 4.5 圧力と空洞ひずみの関係

今回の PMT で得られた圧力と空洞ひずみの関係を図-4.6 に示す。これらの結果より、いずれのケースも空洞ひずみゼロの載荷直後から応力が発生しており、降伏点が比較的明確に表れていることが確認できる。これは、孔壁が比較的安定した状態での試験が行われたことを示唆している結果といえる。

表-4.1 に各ケースの有効降伏圧力 ( $P_y'$ ) および繰返し載荷過程での変形係数 ( $E_{UR1} \sim E_{UR3}$ ) を示す。

#### 4.6 PMTの有効降伏圧力とBLS試料の一軸圧縮強さの相関関係

既に述べたように、今回は PMT と BLS 試料による一軸圧縮試験をセットで実施している。それぞれの箇所の BLS の一軸圧縮強さの平均値と PMT で求めた有効降伏圧力の結果を表-4.1 に併せて示す。

また、PMT から得られた  $P_y'$  を横軸、BLS 試料の  $v_u$



表-4.1 PMT 結果とブロック試料の平均  $q_u$

地点名 (エリア-層)	試験標高 A.P.+m	初期圧力 $P_0$ kN/m <sup>2</sup>	降伏圧力 $P_y'$ kN/m <sup>2</sup>	変形係数E				ブロック 試料 $q_u$ kN/m <sup>2</sup>
				繰返し載荷部				
				$E_{UR1}$ MN/m <sup>2</sup>	$E_{UR2}$ MN/m <sup>2</sup>	$E_{UR3}$ MN/m <sup>2</sup>	平均E* MN/m <sup>2</sup>	
1-2	1.00	40	408	57.5	49.1	43.5	50.0	159
1-4	0.00	42	263	64.8	51.7	43.7	53.4	172
2-2	1.00	28	296	49.8	39.7	35.0	41.5	191
2-4	0.00	31	209	48.2	36.6	32.0	38.9	203

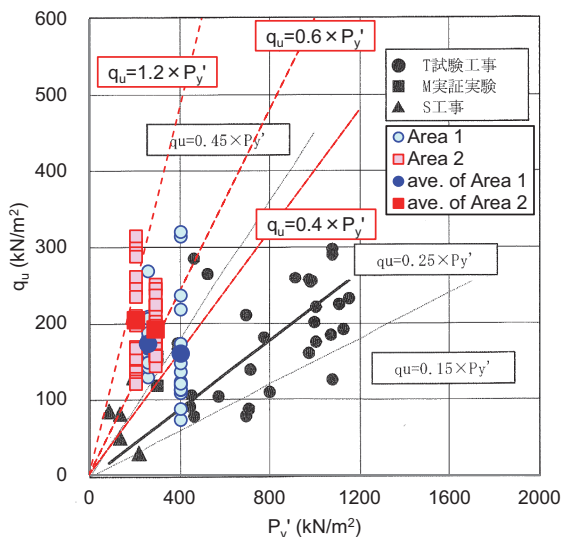


図-4.7 PMT の  $P_y'$  と一軸圧縮強さ  $q_u$  の関係、  
縦軸：一軸圧縮強さ、横軸：有効降伏圧力  
(●, ■, ▲は過去の知見)<sup>4)</sup>

を縦軸としてプロットした結果を図-4.7 に示す。参考までに、この図には図-4.1 の「浸透固化処理工法 技術マニュアル」<sup>1)</sup> のデータも併せて記載している。今回の試験結果の  $P_y'$  と  $q_u$  の関係を式 (4.1) の形で整理すると、係数  $\alpha$  は、4 回の試験のそれぞれの平均値が  $\alpha=0.40 \sim 1.20$  の範囲にあり、平均では  $\alpha=0.60$  という値となった。したがって、 $P_y'$  と  $q_u$  の関係は式 (4.2) で表される。

$$q_u = 0.60 \times P_y' \quad (4.2)$$

上記の「技術マニュアル」では、係数  $\alpha$  は  $0.15 \sim 0.45$  の範囲にあり、平均で  $0.25$  という値であった。よって、今回は「技術マニュアル」と比較して、係数  $\alpha$  が  $2.4$  倍 ( $=0.60 \div 0.25$ ) という結果であった。係数  $\alpha$  は土質性状に依存する値であるが、「技術マニュアル」の係数  $\alpha$  は乱れの影響などにより過小評価した値であった可能性が高いことを示唆していると考えられる。

一方で、第3章では「BLS 試料は従来のボーリング試料に対して、1.5 倍から 4.8 倍程度の大きな強度が見込める可能性がある」という結果を示した。よって今回の係数  $\alpha$  が従来の  $2.4$  倍という結果は、概ね妥当な範囲のものとして評価できると考えられる。

#### 4.7 PMTの繰返し載荷過程の変形係数とBLS試料の一軸圧縮強さの関係

##### (1) 検討の概要

一般的に、一軸圧縮試験や三軸圧縮試験の変形係数と孔内載荷試験で得られる変形係数はほぼ同じであるとされている。これは、地盤工学会の「地盤調査の方法と解説」<sup>17)</sup> にデータが示されている。また実務上においても、道路橋示方書では、杭の水平方向地盤反力係数を求める際の地盤の弾性係数  $E$  に関して、両者は等しいものとして設計されている<sup>18)</sup>。これは両試験のひずみレベルがほぼ同じレンジにあることが理由とされている。

一方、薬液注入砂も一軸圧縮試験の一軸圧縮強さ  $q_u$  と変形係数  $E_{50}$  には次の式 (4.3) で表されるような関係があるとされている。

$$q_u = E_{50} \div \beta_{LAB} \quad (4.3)$$

ここで、

$\beta_{LAB}$  : 室内配合試験の一軸圧縮試験結果から求めた係数

また、今回の PMT では、繰返し載荷過程の変形係数  $E^*$  が得られている。したがって、BLS 試料の  $E_{50}$  と PMT で得られた変形係数  $E^*$  の関係を  $E_{50} = E^*$  として整理すると、薬液注入地盤の原位置で得られた変形係数  $E^*$  と地盤の一軸圧縮強さ  $q_u$  の関係として、式 (4.3) は式 (4.4) の形で表される。

$$q_u = E^* \div \beta_{PMT} \quad (4.4)$$

ここで、

- $q_u$  : 地盤の一軸圧縮強さ
- $E^*$  : PMT の 3 回の繰返し載荷過程の変形係数の平均値 ( $= (E_{UR1} + E_{UR2} + E_{UR3}) \div 3$ )
- $E_{URi}$  :  $i$  回目の繰返し載荷過程の変形係数

したがって本節では、BLS 試料の一軸圧縮試験の  $E_{50} \sim q_u$  関係と PMT の繰返し載荷過程の平均変形係数  $E^*$  を整理し、式 (4.4) の係数  $\beta_{PMT}$  を求めることとした。

これによって、PMT で得られる  $E^*$  から地盤の原位置強度  $q_u$  を定量的に求めることができることとなる。

#### (2) PMT の変形係数からの原位置地盤強度の推定

BLS 試料の一軸圧縮試験から得られた  $q_u$  と  $E_{50}$  の関係を図-4.8 に示す。図-4.8 より、BLS 試料の場合、式 (4.4) の係数  $\beta_{PMT}$  は平均で 240 であることがわかる。よって、PMT の繰返し過程の変形係数の平均値  $E^*$  から原位置の一軸圧縮強さ  $q_u$  を  $q_u = E^* \div 240$  として求めることができる。

### 4.8 まとめ

以上より、薬液注入した現場で孔内載荷試験 (PMT) と対象深度の BLS 試料で一軸圧縮試験を行った結果、PMT から薬液注入地盤の原位置強度  $q_u$  を定量的に推定、評価できる方法が 2 つ得られた。

#### (1) PMT の有効降伏圧力 $P_y'$ から $q_u$ を推定する方法

$$q_u = 0.60 \times P_y' \quad (4.2)$$

#### (2) PMT の繰返し載荷過程の変形係数の平均値 $E^*$ から推定する方法

$$q_u = E^* \div 240 \quad (4.5)$$

この 2 つの方法に関しては、次の第 5 章で述べるように、式 (4.5) の方法の適用性が、一般的には高いものとする。

今回はセルフボーリング型の PMT で行った結果であるが、汎用性に問題があり、プレボーリング型が一般的とされている。したがって、このプレボーリング型の PMT の適用性の検討が必要であり、その詳細を第 5 章にて述べるものとする。

## 5. 孔内載荷試験の薬液注入地盤の評価への適用性について

### 5.1 薬液注入地盤評価への適用性の課題

第 4 章では、孔内載荷試験 (PMT) から薬液注入地盤

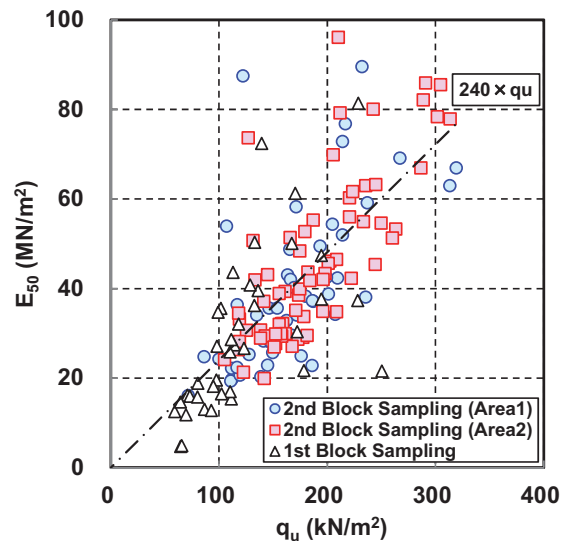


図-4.8 薬液注入地盤の BLS 試料の  $q_u$  と  $E_{50}$  の関係、縦軸：変形係数、横軸：一軸圧縮強さ

の原位置強度を定量的に評価する方法を示した。しかし、今後この評価方法を実用的なものとするためには、下記に記すようないくつかの課題が残されている。

#### (1) PMT で評価する際の必要条件について

第 4 章で示した PMT による有効降伏圧力や変形係数で評価する方法は、薬液注入後の地盤を対象としたものである。仮に未注入の砂地盤で、ある程度締まった状態である場合や土被り圧が大きい場合には、液状化対策として必要な有効降伏圧力や変形係数の値が得られる可能性もある。

したがって、確実に薬液が注入された地盤であることが前提で、PMT による評価を行う必要があると考える。言い換えると、PMT で評価する前に、対象地盤に薬液が注入されたことを確認することが必要で、薬液注入の有無を評価する方法を決める必要がある。

#### (2) PMT の試験方法と評価方法について

今回用いた PMT はセルフボーリング型であるが、一般的な PMT は、プレボーリング方式であり、ボーリング (削孔) と孔内載荷試験は別々に行うものである。セルフボーリング型の試験機は現時点 (2019 年 11 月時点) において、保有する会社は 1 社でかつ 3 台と限られている。よって、一般的なプレボーリング方式の孔内載荷試験の適用性に関して考える必要がある。

#### (3) 多様な砂質地盤への適用について

第 4 章で実施した PMT とブロックサンプリング (BLS) は、細粒分含有率 ( $F_c$  値) が 5% 程度の比較的粒径の揃った砂質地盤を対象としたものである。薬液注入は、基本的には  $F_c$  値が 40% より少ない砂質地盤を対象として

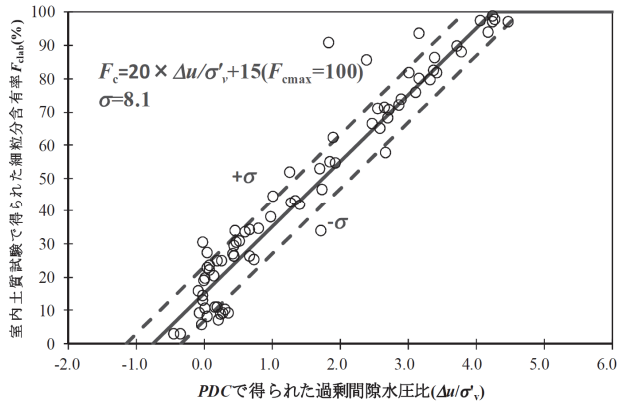


図-5.1 PDC 試験で得られた過剰間隙水圧比と実測  $F_c$  値の関係<sup>19)</sup>

いる。よって、第4章で示した評価方法をそのような多様な砂質地盤への適用性を確認する必要がある。

## 5.2 PMT で評価する際の必要条件

既に述べたように、PMT を薬液注入地盤の強度の定量評価方法として実施するには、試験を実施する箇所に薬液が浸透していることを事前に確認しておく必要がある。

薬液注入された砂質地盤は、薬液注入前と比較して透水性が低下する。したがって、薬液が注入されたか否かは、薬液注入地盤の透水性を調べる方法が有効と考えられる。透水係数は、サンプリング試料を用いた室内透水試験やボーリング孔を用いた現場透水試験を行う方法があげられる。そのほかの方法として、次の第6章で詳述するピエゾドライブコーン試験 (PDC 試験) を実施する方法も考えられる。

PDC 試験では、打撃時の間隙水圧応答から砂地盤の細粒分含有率を推定、換算することができる (図-5.1<sup>19)</sup>、詳細は第6章を参照)。この間隙水圧応答から推定、換算される細粒分含有率をここでは、換算  $F_c$  値と呼ぶ。

注入対象地盤の細粒分含有率の実測値 (ここでは実測

$F_c$  値と呼ぶ) がある場合、その値と比較して換算  $F_c$  値の値が大きいと、薬液注入がなされた可能性が高いと考えることができる。

PDC コンソーシアムによる、自然地盤の実測  $F_c$  値と過剰間隙水圧比  $\Delta u/\sigma'_v$  の関係を図-5.1 に示す。過剰間隙水圧比  $\Delta u/\sigma'_v$  から求められる換算  $F_c$  値 (図-5.1 中の直線) に対して、実測  $F_c$  値は概ね  $\pm 10\sim 15\%$  の誤差があると読み取れる。すなわち、換算  $F_c$  値は、実測値より  $10\sim 15\%$  大きめの値となるケースもあるということが示されている。したがって、”薬液注入が確実になされている”と判定するには、換算  $F_c$  値が実測  $F_c$  値より  $10\sim 15\%$  以上大きい値である必要がある。したがって、ここではより安全側の指標とするため、暫定的に換算  $F_c$  値が実測  $F_c$  値より  $20\%$  以上大きいことよって、”薬液注入がなされている”と判定することとした。

また実測  $F_c$  値がない場合、換算  $F_c$  値の値が土質分類上の粘性土相当の  $50\%$  より大きいことが最低限必要であると考えられる。基本的には実測  $F_c$  値で後に確認することが好ましい。

以上より、PDC 試験の間隙水圧応答結果から薬液注入の有無を判定するには下記の2つの方法を用いることとする。

[実測  $F_c$  値のデータがある場合]

$$\text{換算 } F_c > \text{実測 } F_c + 20 \quad (5.1)$$

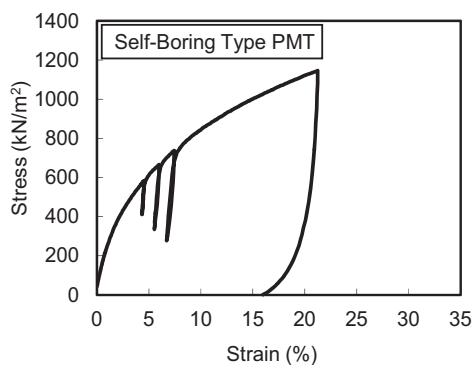
[実測  $F_c$  値のデータがない場合]

$$\text{換算 } F_c = 20 \times (\Delta u/\sigma'_v) + 15 > 50 \quad (5.2)$$

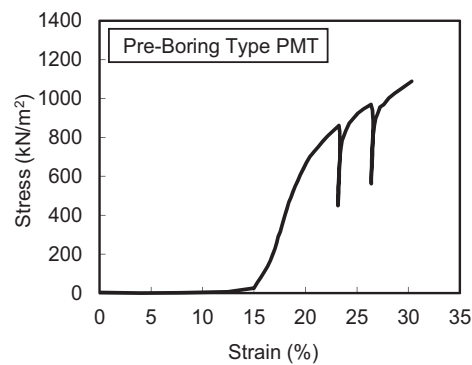
このとき、 $(\Delta u/\sigma'_v) > 1.75$

## 5.3 PMT の試験方法と評価法

PMT の試験方法としては、セルフボーリング型とプレボーリング型の2通りが存在し、後者が一般的な方法で



(a)セルフボーリング型 PMT



(b)プレボーリング型 PMT

図-5.2 圧力とひずみの関係、縦軸：圧力、横軸：ひずみ



ある。前者は実施可能な業者が限定され、かつ保有台数も少ない。したがって、一般的なプレボーリング型の試験機の適用性や評価方法を検証する必要がある。

(1) セルフボーリング型とプレボーリング型の比較とプレボーリング型の適用性について

① 初期载荷部での評価（降伏圧力での評価）

セルフボーリング型 PMT とプレボーリング型 PMT から得られる応力とひずみの関係の典型的な例を図-5.2 に示す。

図-5.2(a) に示すように、セルフボーリング型 PMT では、载荷開始とほぼ同時に反力が得られ、ひずみの増大と共に反力も増大している。これは孔壁が乱れていないまたは乱れが非常に少ない状態であったことを示唆している。

一方で図-5.2(b) に示すように、プレボーリング型 PMT では、载荷直後にほとんど反力が得られず、暫く変形が生じてから（载荷部が膨らんでから）反力が得られる場合が多い。これは孔壁が緩んだ状態を反映した結果と考えられる。このように孔壁が緩んでいる場合、初期载荷によって徐々に孔壁が締まっていき、その後周辺の薬液注入地盤に载荷した反力が発揮されていくと考えられる。

以上のように、プレボーリング型では孔壁の緩みの影響があり、初期载荷部における評価（降伏圧力での評価）は難しいと考えられる。

一方で、セルフボーリング型の場合は、プレボーリングタイプと比較すると孔壁の緩みの程度は少ない可能性は高いが、特に礫や貝殻が混在する地盤では乱れが生じやすくその程度は詳細には不明である。

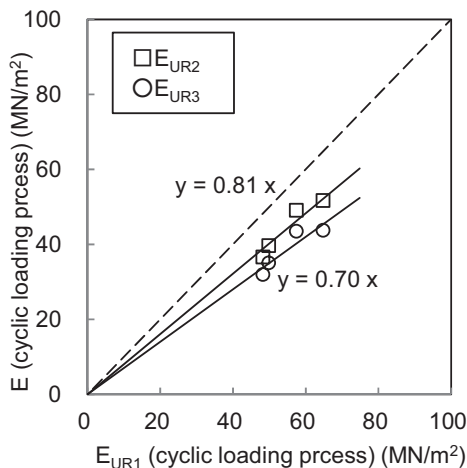


図-5.3 繰返し载荷過程から得られる変形係数の関係（セルフボーリング型 PMT）、縦軸：繰返し载荷変形係数（2,3 回目）、横軸：繰返し载荷変形係数（1 回目）

② 繰返し载荷部（変形係数）での評価

今回のセルフボーリング型の繰返し载荷部の変形係数での評価では、明確な降伏点を確認した後に繰返し载荷を行うこととした。今回は 3 回の繰返し载荷を行い、その平均値を使用することとしたが、その 3 回の変形係数は、徐々に小さな値を示し、3 回目の再载荷時の変形係数は、1 回目の 0.8~0.7 倍の大きさになっている（図-5.3）。これは、薬液注入地盤の弾性限界を超えた弾塑性領域での繰返し载荷を行っているため、塑性変形が徐々に蓄積していく影響を反映した結果と考えられる。

液状化対策が目的の薬液注入地盤の場合、土粒子骨格の間隙が薬液で充填された状態であるため、弾性限界や降伏点を超えた後は、徐々に薬液注入によって形成された付着力が切れて塑性ひずみが蓄積していくために、繰返し载荷過程の弾性係数が徐々に小さくなるものと考えられる。これが、薬液注入がなされていない緩い砂地盤であれば、変形とともに徐々に間隙が締まっていき、逆に繰返し载荷過程の変形係数が大きくなることも考えられる。

プレボーリングタイプの場合、初期载荷で明確な降伏点を示さない状態で繰返し载荷を行うと、1 回目の再载荷時の変形係数  $E_{UR1}$  が 2 回目の  $E_{UR2}$ 、または 3 回目の  $E_{UR3}$  より小さい値を示すことがある（図-5.4）。これは、削孔時の孔壁の緩みが影響した結果と推測される。緩んだ孔壁は、初期载荷の過程で徐々に締まっていくが、周辺地盤で十分に反力が発揮される前（孔壁の緩みがなくなる前）に除荷した場合、再载荷時の変形係数は小さく、2 回目または 3 回目の再载荷時の変形係数が大きくなる可能性がある。このように、再载荷時の 1 回目の変形係数  $E_{UR1}$

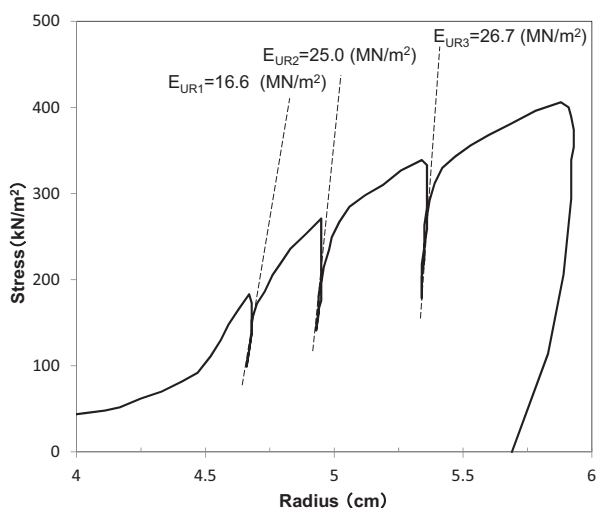


図-5.4 プレボーリングタイプの試験結果の例、縦軸：圧力、横軸：半径

が2回目の変形係数  $E_{UR2}$  より小さい場合は、地盤の原位置強度を過小評価している可能性がある。

よって、繰返し載荷過程の変形係数は、明確な降伏点を超えた状態での値で評価すべきで、かつ繰返し載荷によって変形係数が徐々に低減していくような場合に評価すべきと考える。プレボーリング型 PMT の場合、この点を注意すれば、原位置の地盤強度を極度に過小評価することは少ないと考える。ただし、セルフボーリング型と比較して孔壁の緩みや乱れの影響は繰返し過程においてもゼロではないので、過小評価とまではいかなくとも、若干の安全側の評価になっている可能性は高い。

### ③ 孔内載荷試験による評価方法のまとめ

上記①で述べたように、孔内載荷試験の初期載荷部での評価、すなわち降伏圧力での評価はプレボーリング型の場合、孔壁の緩みの影響があり難しい。それに対して、セルフボーリング型の場合は、孔壁の緩みの程度は少ないが、削孔時の機械的な乱れや応力開放による影響はゼロでなく、その程度を評価するのは難しい。

一方で、孔内載荷試験の繰返し載荷過程の変形係数に

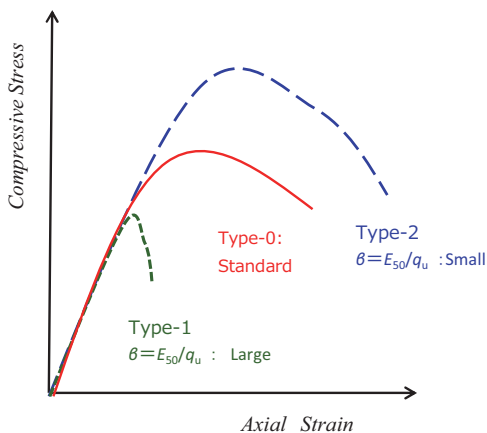


図-5.5 応力ひずみ関係のタイプの分類

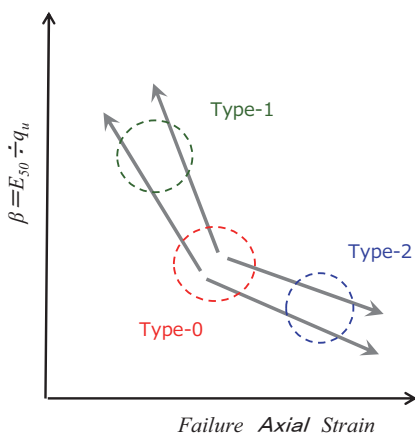


図-5.6 破壊ひずみ  $\epsilon_f$  と係数  $\beta$  の関係における応力ひずみ関係のタイプの違いの模式図

よる評価は、次の (a), (b) の2点を留意したうえであれば、実務的にはプレボーリング型の繰返し載荷過程の変形係数での評価は可能である (ちなみにセルフボーリング型の PMT も、基本的には下記の留意点は同じである)。

- (a) 初期載荷で明確な降伏点を超えた状態を確認して、繰返し載荷を行った結果で評価する
- (b) 繰返し載荷載荷の変形係数  $E_{UR}$  が、繰返し回数が増えるに従い、同等の値または低下していることを条件として評価する ( $E_{UR1} \geq E_{UR2} \geq E_{UR3}$ )

以上より、孔内載荷試験での評価は、可能であればセルフボーリング型の PMT が好ましいものの、セルフボーリング型とプレボーリング型の方法の違いによらず、繰返し載荷過程の変形係数で評価することができる。

## 5.4 多様な砂地盤への適応性に関する検討方法

第4章にて、BLS 試料の一軸圧縮強さ  $q_u$  と PMT の降伏圧力や変形係数との相関を示し、薬液注入地盤の原位置強度の PMT による評価方法を提案した。

これらの結果は、ごく限られた場所 (12m×7m×深さ1.8m 程度) のほぼ一定の物性の土質やほぼ単一の密度の砂地盤に対して、一定濃度の薬液注入を行った地盤を対象としたものである。

したがって、第4章で示した方法 (孔内載荷試験の結果から原位置の地盤強度を推定する方法) の異なる土質条件 (粒度の違いや密度が異なる場合など) 下における適用性の検討が必要である。

### (1) 基本的な考え方と検討方法

第4章では、式 (4.5) に PMT の繰返し載荷過程の変形係数の平均値  $E^*$  から原位置の地盤強度 (一軸圧縮強さ  $q_u$ ) を推定する方法を推奨した。

$$q_u = E^* \div 240 \quad (4.5)$$

しかし、土質、密度、薬液濃度の異なる薬液注入地盤は、それぞれ異なる応力～変形特性を有していると考えられる。よって、式 (4.5) の係数  $\beta_{PMT}=240$  が他の条件でどのような値を示すか検証する必要がある。

ここで、一軸圧縮試験の応力ひずみ関係で、「同じ変形係数を持つが一軸圧縮強さが異なる場合」を3タイプに分けて模式的に示すと図-5.5 のようになる。また、これら3タイプを、横軸を破壊ひずみ、縦軸を係数  $\beta$  とした座標上で模式的に示したのが図-5.6 である。

ある基準となるケース (Type-0) に対して, 変形係数  $E_{50}$  が同じであるが一軸圧縮強さ  $q_u$  が小さい場合は, 図-5.5 または図-5.6 の Type-1 に相当する. このタイプは, 弾性限界以降の強度増加がみられずに破壊が生じるタイプであり, 破壊ひずみ  $\epsilon_f$  が小さく, 係数  $\beta_{Lab}$  は比較的大きな値となる.

逆に変形係数  $E_{50}$  が同じであるが  $q_u$  が大きい場合は, 図-5.5 または図-5.6 の Type-2 に相当する. このタイプは, 弾性限界を超えた後のひずみ硬化がみられ, 破壊ひずみが大きく, 係数  $\beta_{Lab}$  は比較的小きな値となる.

以上より, ここでは複数の砂質土を対象として, 乾燥密度や薬液濃度を変えて室内で作製した供試体の一軸圧縮試験の応力ひずみ関係を整理し, 室内試験における係数  $\beta_{Lab}$  の違いに関する検討を行った.

#### (2) 検討対象ケース

検討対象とした 8 種類の土の物理特性を表-5.1, 粒径加積曲線を図-5.7 に示す.

対象とした試料は細粒分含有率  $F_c$  値が 2~25% の範囲の砂質土である. なお, 「試料 C」から「試料 H」までは, 2mm のふるいで礫以上を除去した材料を用いている.

「珪砂 7 号」と「山砂」は, 平均粒径が同じであるが, 細粒分含有率  $F_c$  と均等係数  $U_c$  が大きく異なる土砂である. この両試料の試験結果は, 薬液注入による模型地盤の PDC 試験 (第 6 章参照) を実施した際に, 模型地盤作成と同時に作成したモールド試料を対象とした結果である. 薬液濃度は, シリカ濃度  $S_i=4\% \sim 9\%$  の範囲で 3 段階ずつ, 密度は“密詰め”と“緩詰め”の 2 段階で実施したものである.

「試料 C」から「試料 H」の 6 種類の土は, 実際の薬液注入対象の現場から採取した土であり, 現場配合を決定するための室内配合試験を行ったものである. いずれも 2mm のふるいで礫以上の粒径のものを除去したものをを用いて, 供試体の密度設定はそれぞれの現場の実測平均値としている. また, 土ごとに薬液濃

度を 3 段階 (シリカ濃度  $S_i=4\% \sim 9\%$  の範囲) で室内配合試験を実施している (ここでは概ね  $q_u = 100 \sim 600 \text{ kN/m}^2$  程度の試験結果を対象としている). 検討結果を下記の 5.5 節から 5.7 節に示す.

### 5.5 室内試験の比較検討結果 (珪砂 7 号と山砂)

ここでは, 平均粒径がほぼ同じで, 細粒分含有率  $F_c$  値と均等係数  $U_c$  が大きく異なる, 珪砂 7 号と山砂の比較を行った結果を示す (珪砂 7 号は  $F_c=2.2\%$ ,  $U_c=1.5$ , 山砂は  $F_c=25\%$ ,  $U_c=14.6$ ).

#### (1) 応力~ひずみ曲線

図-5.8, 図-5.9 にそれぞれの応力~ひずみ曲線を示す.

珪砂 7 号と山砂では, 応力~ひずみ関係が大きく異なることがわかる. いずれも, 同じ密度のケースで比較するとシリカ濃度が高いほど一軸圧縮強さが大きく, 破壊ひずみが小さい傾向を示している. 破壊ひずみは相対的に, 珪砂 7 号 < 山砂となっている.

#### (2) 一軸圧縮強さ $q_u$ と変形係数 $E_{50}$ の関係

図-5.10 に一軸圧縮強さ  $q_u$  と変形係数  $E_{50}$  の関係を示す. 土砂ごとに, 式 (5.3) と式 (5.4) の原点を通る正の線形相関にあることがわかる.

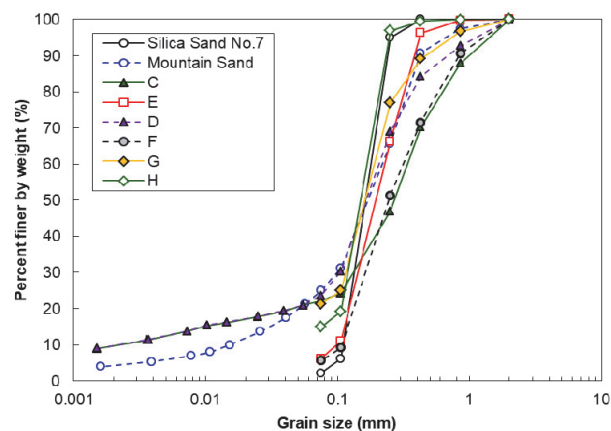


図-5.7 粒径加積曲線

縦軸: 通過質量百分率, 横軸: 粒径

表-5.1 物理特性

試料	珪砂7号	山砂	C	D	E	F	G	H
砂分 (%)	97.8	75.0	77.8	76.4	93.8	94.3	78.7	85.1
細粒分 (%)	2.2	25.0	22.2	23.6	6.2	5.7	21.3	14.9
50%粒径 (%)	0.17	0.18	0.30	0.19	0.20	0.22	0.16	0.15
均等係数 $U_c$	1.5	14.6	127.7	61.0	2.3	3.0	-	-
液性限界 (%)	NP	NP	NP	NP	NP	-	-	-
塑性限界 (%)	NP	NP	NP	NP	NP	-	-	-

試料 F は, 第 3 章, 第 4 章の BLS と同じ試料

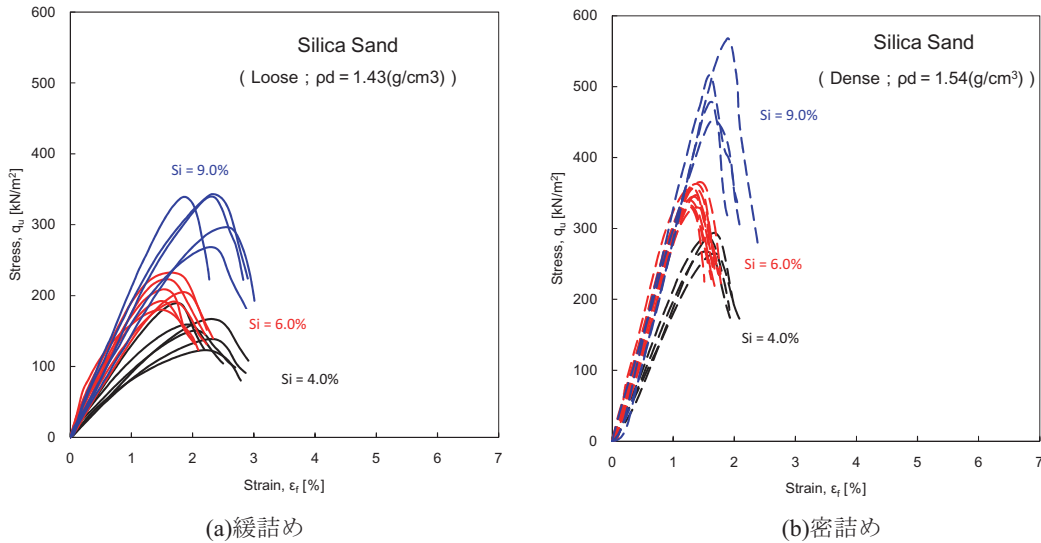


図-5.8 応力～ひずみ曲線（珪砂7号，緩詰めと密詰めの場合）

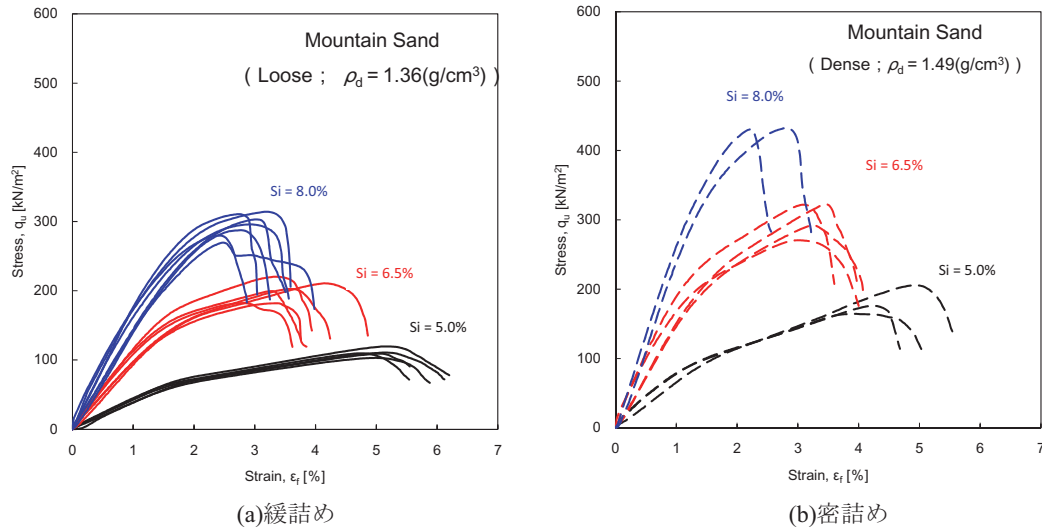


図-5.9 応力～ひずみ曲線（山砂，緩詰めと密詰めの場合）

珪砂7号：  $E_{50} = 80.4 \times q_u$  (5.3)

山砂：  $E_{50} = 57.1 \times q_u$  (5.4)

なお、これらの式の線形定数 ( $E_{50} \div q_u$ ) は前出の式(4.3)の係数  $\beta_{Lab}$  に相当する値であり、珪砂7号 > 山砂となっている。

(3) 破壊ひずみ  $\epsilon_f$  と係数  $\beta_{Lab}$  の関係

図-5.11 に、破壊ひずみ  $\epsilon_f$  と係数  $\beta_{Lab}$  の関係を示す。両者とも破壊ひずみが小さいほど係数  $\beta_{Lab}$  が大きい傾向を示している。

珪砂7号の場合、 $\epsilon_f$  は 1.0%～3.0%、 $\beta_{Lab}$  は 50～140 の範囲に分布している。一方、山砂は珪砂7号に対して、 $\epsilon_f$  の値が 2%～5% と大きく、 $\beta_{Lab}$  が 40～80 程度と小さい。

(4) 係数  $\beta_{Lab}$  に対する供試体密度の影響

図-5.12 に供試体の乾燥密度と係数  $\beta_{Lab}$  の関係を示す。

珪砂7号の場合、シリカ濃度が一定の場合、供試体密度が大きいほど、 $\beta_{Lab}$  は若干大きな値を示す傾向がみられる（ただし、シリカ濃度 6% の  $\beta_{Lab}$  の値がシリカ濃度 4% や 8% のケースと比較して相対的に大きい）。

一方、山砂の場合は、 $\beta_{Lab}$  の値は供試体の乾燥密度の影響を殆ど受けていないといえる。

(5) 係数  $\beta_{Lab}$  に対するシリカ濃度の影響

図-5.11 を見ると、珪砂7号では係数  $\beta_{Lab}$  に対するシリカ濃度の影響は明確ではない。

一方で山砂の場合、シリカ濃度が小さいほど破壊ひずみが大きく、係数  $\beta_{Lab}$  が若干小さな値を示している傾向がみられ、シリカ濃度の影響が若干あらわれているといえる。

(6) 珪砂7号と山砂の比較結果のまとめ

細粒分が多く、粒度分布の広い山砂の方が珪砂7号と

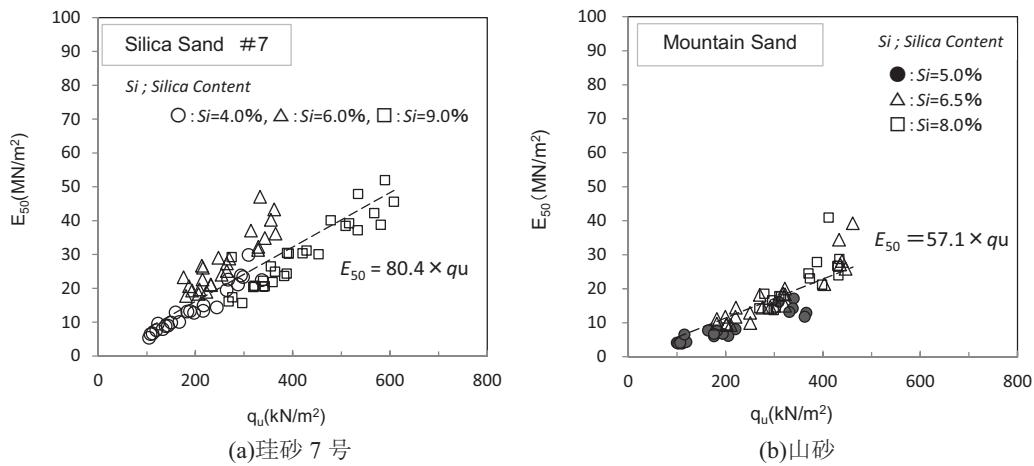


図-5.10 一軸圧縮強さ  $q_u$  と変形係数  $E_{50}$  の関係 (珪砂 7号, 山砂)

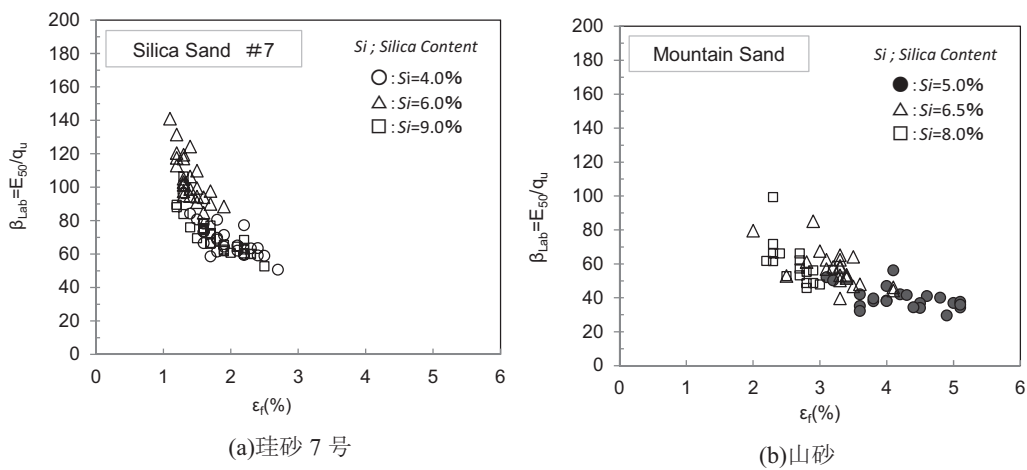


図-5.11 破壊ひずみ  $\epsilon_f$  と係数  $\beta$  の関係 (珪砂 7号, 山砂)

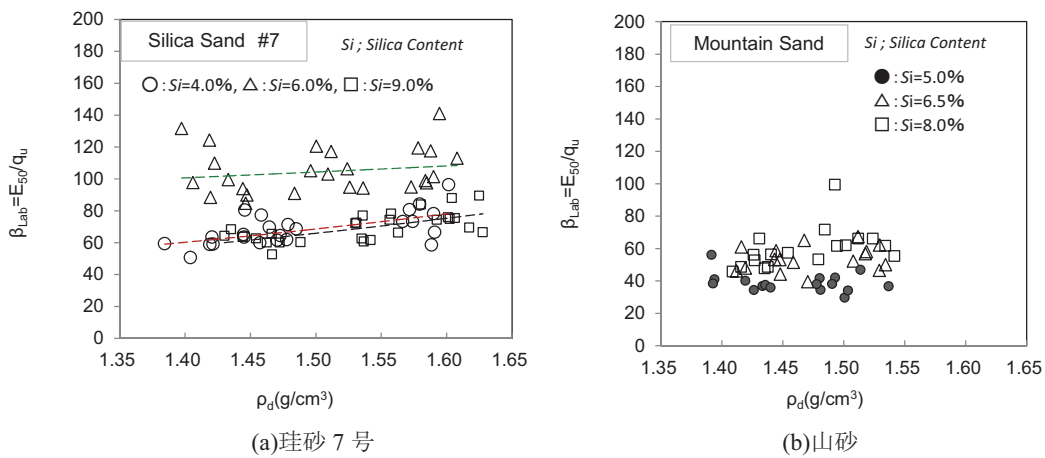


図-5.12 供試体の乾燥密度と係数  $\beta$  の関係 (珪砂 7号, 山砂)

比較して、係数  $\beta_{Lab}$  の値が大きい。これは、一軸圧縮試験において同じ弾性係数を示した場合、弾性限界または降伏後に、よりひずみ硬化を示すため、大きな一軸圧縮強さを発揮することがわかった。よって、図-5.5 に示した応力ひずみ関係の分類では、珪砂 7号が Type-1、山

砂が Type-2 に分類される。

珪砂 7号では、シリカ濃度を一定とした場合、供試体密度が大きいほど、係数  $\beta_{Lab}$  は若干大きな値を示す傾向がある。ただし、シリカ濃度の違いの影響は明確ではない。



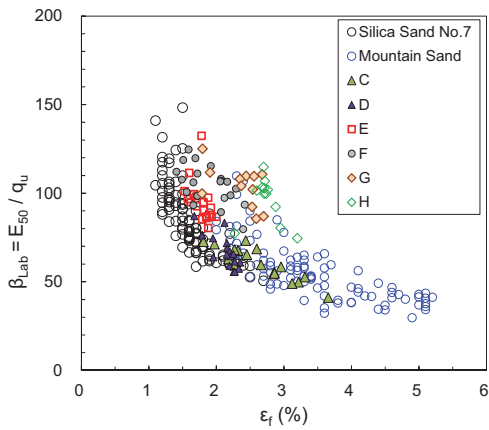


図-5.13 破壊ひずみ  $\epsilon_f$  と係数  $\beta_{Lab}$  の関係 (8種類の土砂の室内試験の比較), 縦軸: 変形係数と一軸圧縮強さの比, 横軸: 破壊時ひずみ

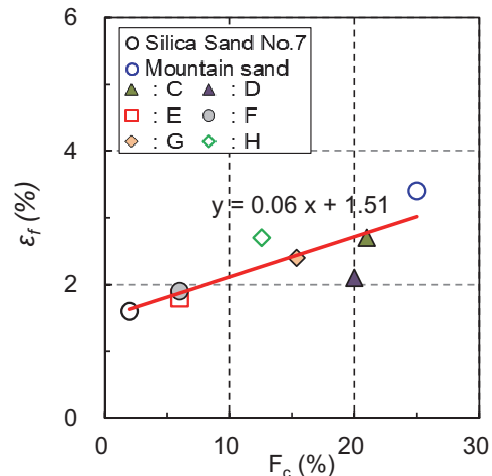


図-5.14 破壊ひずみ  $\epsilon_f$  と細粒分含有率  $F_c$  の関係  
縦軸: 破壊ひずみ, 横軸: 細粒分含有率

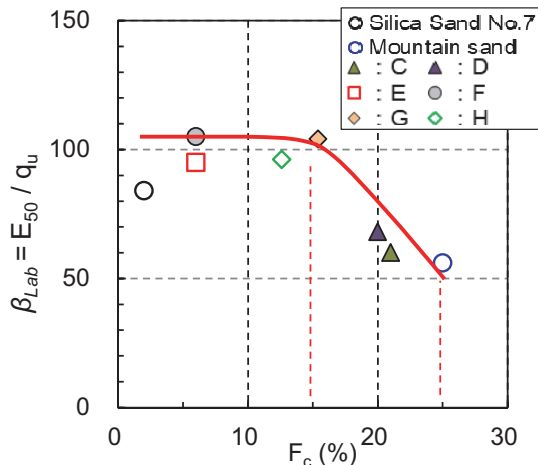


図-5.15 細粒分含有率  $F_c$  と係数  $\beta_{Lab}$  の関係, 縦軸: 係数  $\beta_{Lab} (=E_{50}/q_u)$ , 横軸: 細粒分含有率  $F_c$

山砂では, 係数  $\beta_{Lab}$  の値は供試体の乾燥密度の影響を殆ど受けていない. 一方でシリカ濃度が小さいほど破壊ひずみが大きく, 係数  $\beta_{Lab}$  が若干小さな値を示している傾向がある.

## 5.6 室内試験の比較検討結果 (8種類の砂)

ここでは, 今回検討対象とした8種類の土砂の応力ひずみ関係から得られた, 破壊ひずみと係数  $\beta_{Lab}$  の関係を図-5.13に示す. 図-5.13より, 破壊ひずみと係数  $\beta_{Lab}$  は, 土質や供試体の密度, 薬液濃度に関わらず, ほぼ同様な相関関係のなかで分布していることが確認できる. 破壊ひずみが4~5%以上と大きくなると, 係数  $\beta_{Lab}$  は40~50程度の値に収束する傾向がみられる.

ここで, それぞれに砂試料の細粒分含有率  $F_c$  値と破壊ひずみ (平均) の関係を調べると,  $F_c$  値が大きいほど,

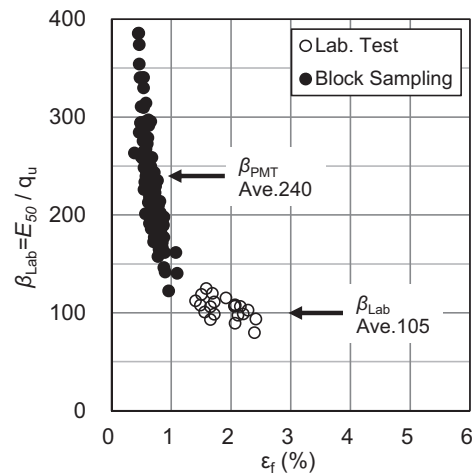


図-5.16 一軸圧縮試験における破壊ひずみ  $\epsilon_f$  と係数  $\beta_{Lab}$  の関係 (BLS 試料と室内配合試料の比較)

破壊ひずみの平均値が大きい傾向が認められることがわかる (図-5.14).

また, 細粒分含有率  $F_c$  値と係数  $\beta_{Lab}$  (平均値) の関係を図-5.15に示すが,  $F_c$  値が15%程度までは, 概ね係数  $\beta_{Lab}$  の値は100前後であり,  $F_c$  値が20%を超えたケースでは係数  $\beta_{Lab}$  が40~70程度と小さい値となっている.

これらの結果から, 係数  $\beta_{Lab}$  は土質や供試体の乾燥密度, シリカ濃度などの違いに依存したものであるが, 主に土質 (粒度や  $F_c$  値) との相関性が高いことが推測される. 今後は更なるデータの蓄積が望まれるところである.

実務的には, 対象現場の土砂を採取し, 原位置の乾燥密度, 実際の薬液濃度で作製した試料の一軸圧縮試験を行い, 応力ひずみ関係を確認し, 係数  $\beta_{Lab}$  を設定することが望ましいと考える.

### 5.7 式(4.5)の多様な地盤に対する適用方法

本資料では、原位置で実施したPMTのE\*に対して、式(4.5)で係数 $\beta_{PMT}=240$ として薬液注入地盤の強度予測を行う方法を提案した。一方で、PMTを実施した地盤(土砂)は、表-5.1の試料F(Sand-F)に相当し、室内試験における係数 $\beta_{Lab(F)}$ は105である(図-5.15, 図-5.16)。

ここで、室内試験(一軸圧縮試験)とPMTで得られる変形係数は、土質などの条件が違っても同じ比率であると仮定すると、係数 $\beta_{Lab}$ と係数 $\beta_{PMT}$ は、以下の式(5.5)の関係と表すことができる。

$$\beta_{PMT} : \beta_{Lab} = 240 : 105 \text{ (const)} \quad (5.5)$$

式(5.5)が成り立つものとする、異なる土砂を用いた薬液注入試料の室内配合試験で得られる係数 $\beta_{Lab}$ から、下記の式(5.6)を用いることで、原位置におけるPMTの係数 $\beta_{PMT}$ を求めることができる。

$$\beta_{PMT} = \beta_{Lab} \times (240 \div 105) \quad (5.6)$$

なお、原地盤の強度を推定する際に、室内配合試験結果がない場合は、細粒分含有率 $F_c$ 値があれば図-5.15の関係を用いるか、安全側となる $\beta_{LAB}=105$ と設定することが好ましいと考える。

### 5.8 BLS試料と室内配合試料の係数 $\beta_{Lab}$ について

図-5.16に式(4.5)で示したBLS試料と同じ現場の土砂である試料Fの室内配合試験結果で得られた破壊ひず

みと係数 $\beta_{Lab}$ をプロットした結果を示す。

この図から、同じ土砂を用いた結果であるが、BLS試料と室内配合試料では、応力ひずみ関係が大きく異なっていることがわかる。

BLS試料の係数 $\beta_{Lab}$ は平均240で、ばらつきが大きい。それに対し、試料Fの係数 $\beta_{Lab}$ は平均105とBLS試料に対して約44%の値であり、かつばらつきも小さい。一方で、破壊ひずみはBLS試料が0.5~1.0%と室内試料の1~2%と比較して約1/2程度と小さい。

これらの結果から、BLS試料は前出の図-3.8の“クラック型の乱れ”を示していると考えられる。BLS試料は、採取時にのこぎりやカッター、ヘラなどで供試体を削り出す作業の影響や拘束圧(応力開放)の影響が表れている可能性が高い。

仮にその考え方が正しかった場合、BLS試料の破壊ひずみの値が室内試料の約1/2であることから推測すると、BLS試料の一軸圧縮強さは、本来は2倍以上の大きさであった可能性も考えられる。この場合、係数 $\beta_{Lab}$ は240ではなくその1/2以下となり、室内配合試料の $\beta_{Lab}$ の105に近い値であった可能性もあると考えることができる。

## 6. 室内模型実験による薬液注入地盤のピエゾドライブコーン試験による評価

### 6.1 PDC試験の特徴と薬液注入地盤の評価への適用

#### (1) PDC試験の概要

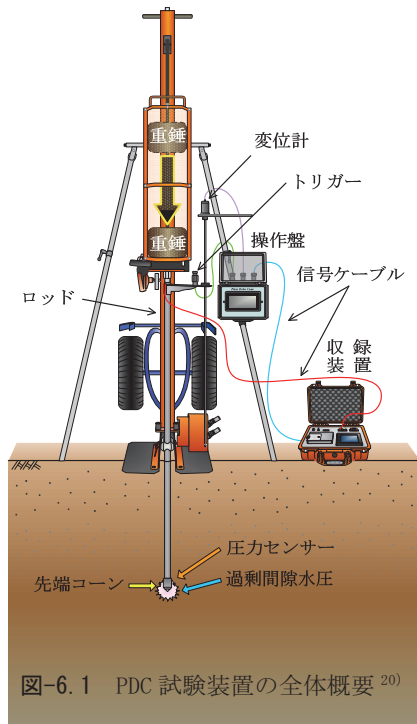


図-6.1 PDC試験装置の全体概要<sup>20)</sup>

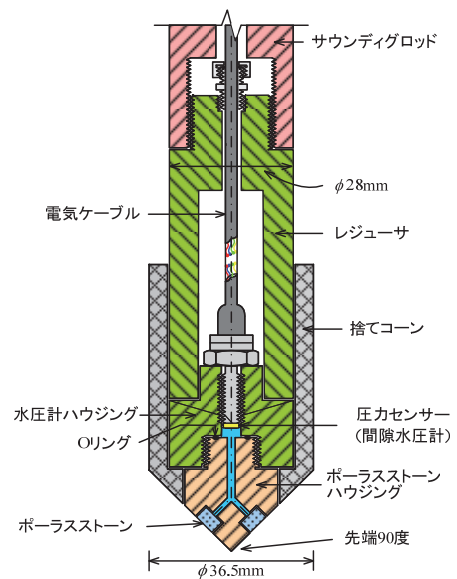


図-6.2 PDC試験装置の概要(先端コーン)<sup>21)</sup>

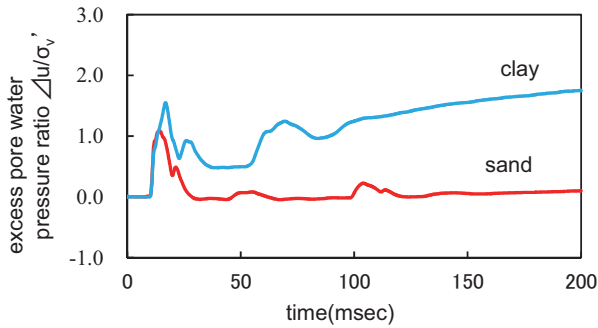


図-6.3 過剰間隙水圧比 ( $\Delta u/\sigma'_v$ ) の一打撃ごと  
間隙水圧応答の例<sup>22)</sup>

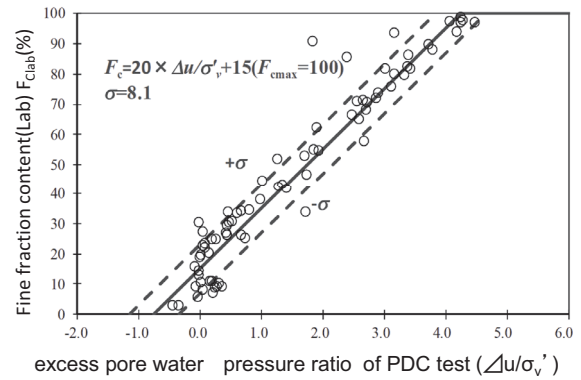


図-6.4 間隙水圧応答と実測した細粒分含有率  
 $F_c$ の関係の例<sup>19)</sup>

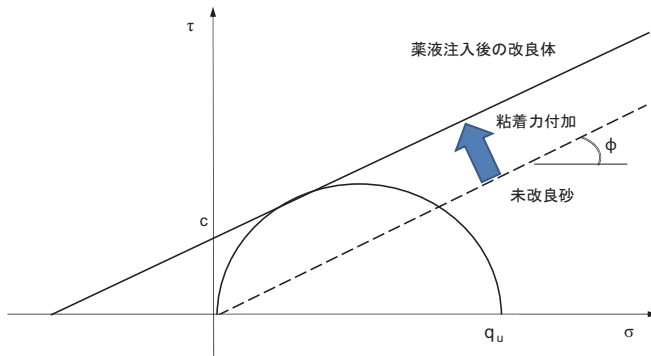


図-6.5 薬液注入による強度増加のイメージ

PDC 試験は動的コーン貫入試験であり、コーン先端部に耐衝撃性の高い水圧計を装備しており、打撃によって発生する過剰間隙水圧の測定が可能な試験である (図-6.1, 図-6.2)<sup>20) 21)</sup>。また貫入抵抗  $N_d$  値は、標準貫入試験の  $N$  値に相当するとされ、測定された過剰間隙水圧の応答から細粒分含有率 ( $F_c$  値) を推定することで、各種土木・建築構造物の設計指針・基準等に準拠した液状化判定を迅速に行うことが出来るサウンディングである。

打撃によって地盤内で発生する過剰間隙水圧の値は、1打撃ごとに 200msec (0.2 秒) までのデータが収録される。図-6.3<sup>22)</sup> は、砂地盤と粘土地盤の一打撃ごとの水圧の計測結果の例で、各打撃前の水圧をゼロとして示されている。打撃で発生した過剰間隙水圧は、砂地盤では消散しやすく、シルト・粘土地盤では消散しにくい様子がわかる。

PDC コンソーシアムでは、自然地盤に対して実施した PDC 試験の間隙水圧の測定結果と、実際の物理試験結果から、間隙水圧応答特性と地盤の  $F_c$  値を関係 (図-6.4<sup>19)</sup>) づけて示している。

$$F_c = 20 \times \Delta u / \sigma'_v + 15 \quad (6.1)$$

ここで、

$F_c$  : 換算  $F_c$  値 (%), 上限値は 100%

$\Delta u$  = (0.2 秒後の残留水圧) - (静水圧)

$\sigma'_v$  : 有効土被り圧 ( $\text{kN/m}^2$ )

(2) 薬液注入地盤への PDC 試験の適用性検討の背景  
薬液注入された砂の強度 (せん断抵抗) は、薬液注入前の内部摩擦角によるものに加え、砂地盤の間隙に入った薬液の固結による粘着力が付加されたものとされている (図-6.5)<sup>23)</sup>。

固結による粘着力 ( $\tau = c$ ) が付加されたせん断抵抗が、 $N$  値の増分として計測・確認できれば、一軸圧縮強さ  $q_u$  ( $= 2.0 \times c$ ) と  $N$  値の増分  $\Delta N$  ( $=$  (注入後  $N$  値) - (注入前  $N$  値)) の関係が得られる。その結果、薬液注入前後の  $\Delta N$  値から、地盤の原位置における一軸圧縮強さが推定できると考えた。

また、砂地盤では注入後に透水性が低下することから、PDC 試験の水圧応答の違いで薬液注入の有無を判別できないかと考えた。

### (3) 室内模型実験 (模型地盤の作製)

薬液注入によって付加された粘着力 (強度増加) や透水性の低下を、注入前後の  $N_d$  値や間隙水圧応答の変化で正確にとらえるために、重要または必要と考えられる項目を以下のように整理し、小型の模型地盤を作成、PDC 試験を実施することとした。

- ・砂地盤の密度と薬液注入 (薬液濃度) が均一である地盤を対象とすること。
- ・強度がコントロールできること。
- ・砂の種類や密度、薬液濃度をパラメータとした試験が実施可能であること。
- ・強度や密度が細かく確認可能な地盤であること。
- ・再現性が可能な地盤であること。



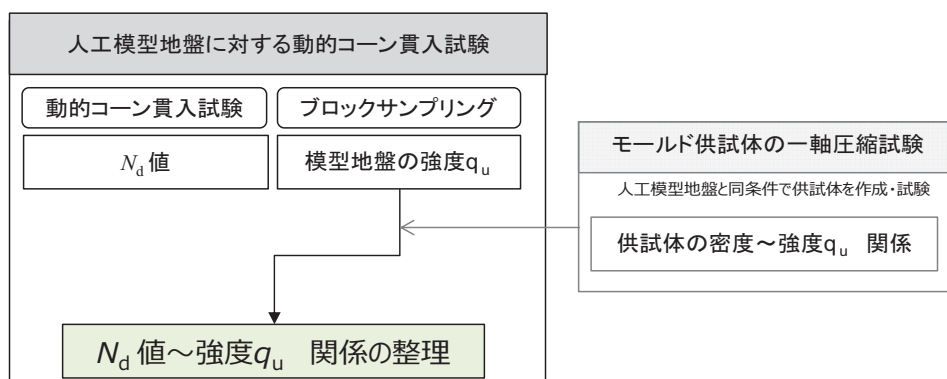


図-6.6 室内模型実験のフロー

## 6.2 室内模型実験の概要

### (1) 全体フロー

室内模型実験では、2種類の砂を用いて、密度や薬液濃度の異なる模型地盤を作成し、PDC試験を行った。

PDC試験後に模型地盤を容器から解体し、ブロックサンプリング(BLS)を行い、強度と湿潤密度の測定を行った(図-6.6)。また、模型地盤の作成では1ケース(1個)で薬液を数回に分けて行うが、薬液を作成したバッチごとに、模型地盤と同じ密度設定としたモールド供試体を作成した。その後、模型地盤と同じ環境で密封養生し、PDC試験の実施日に合わせて一軸圧縮試験を行った。

### (2) 使用材料(使用した砂と薬液)

模型地盤は、粒度や細粒分含有率の違いによる影響を確認するため、2種類の砂(珪砂7号:  $F_c=2\%$ 、千葉県産山砂:  $F_c=25\%$ )を対象とした。それぞれの物理特性を表-6.1、粒径加積曲線を図-6.7に示す。

使用した薬液は、液状化対策などに使用される特殊水ガラス系注入材である。

### (3) 実験ケース

実験ケース(表-6.2)は、それぞれの砂ごとに、密度とシリカ濃度(一軸圧縮強さ)および上載荷重の有無をパラメータとして設定した。砂地盤の密度は、“緩詰め”と“密詰め”の2段階とし、シリカ濃度は、作成可能な最低濃度の2%から段階的に高める設定とした。

この実験では、PDC試験用のロッドが自沈しないこと(すなわち、 $N_d$ 値が計測可能なこと)が必要であり、特に“緩詰め”の地盤密度は試行錯誤で設定した。その結果、細粒分の少ない珪砂7号では、相対密度  $D_r$  を50%と80%とし、細粒分の多い山砂では、相対密度  $D_r$  を100%と130%とした。また、模型地盤の強度は液状化対策として現実的な  $q_u$  のレベルである  $50\text{kN/m}^2 \sim 300\text{kN/m}^2$  程度の範囲とした。

また、ある程度土被りがある条件として、模型地盤上

表-6.1 模型地盤作成に使用した砂の物理特性

		珪砂7号	山砂
粒 度	礫分 %	0	1
	砂分 %	98	74
	細粒分 %	2	25
	均等係数 $U_c$	1.5	14.6
	50%粒径 $D_{50}$ mm	0.17	0.18
液性・塑性限界 %		NP	NP
最小密度 $\text{g/cm}^3$		1.272	1.066
最大密度 $\text{g/cm}^3$		1.629	1.404

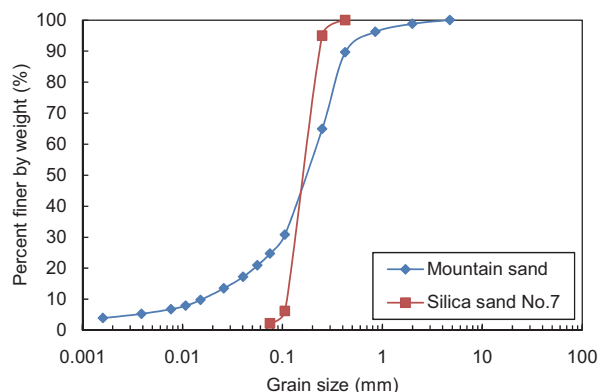


図-6.7 模型地盤作成に使用した砂の粒径加積曲線  
縦軸: 通過質量百分率, 横軸: 粒径

に鉄製の錘を載荷するケースも追加した。錘は、中心部にPDC試験用のロッド挿入用の孔があり、実験上の安全を考え、 $45\text{kPa}$ (砂地盤で土被り2.5m程度に相当)とした。

なお、山砂の密詰め、上載荷重ありのケースは実施していないが、試験装置による差異を確認するために緩詰め、上載荷重なしの同条件で中型試験機(MRS)と小型試験機( $\mu$ RS)で試験を実施したためである。

### (4) 模型地盤の寸法と試験装置

表-6.2 室内模型実験のケース一覧

珪砂7号 ( $F_c=2\%$ )					
状態	相対密度 Dr(%)	乾燥密度 $\rho_d(g/cm^3)$	シリカ濃度 (%)	上載荷重 (kPa)	使用機材
緩詰め	50	1.43	2.0	0	MRS
			4.0		
			6.0		
			0.0		
			2.0		
密詰め	80	1.54	0.0	0	MRS
			4.0		
			0.0		
			2.0		
			45		

山砂 ( $F_c=25\%$ )					
状態	相対密度 Dr(%)	乾燥密度 $\rho_d(g/cm^3)$	シリカ濃度 (%)	上載荷重 (kPa)	使用機材
緩詰め	100	1.36	5.0	0	MRS
			6.5		
			8.0		
			5.0		
			6.5		
			8.0		
密詰め	130	1.49	0.0	45	$\mu$ RS
			5.0		
			6.5		
			8.0		
			0.0		
			5.0		

水中(薬液中)落下法

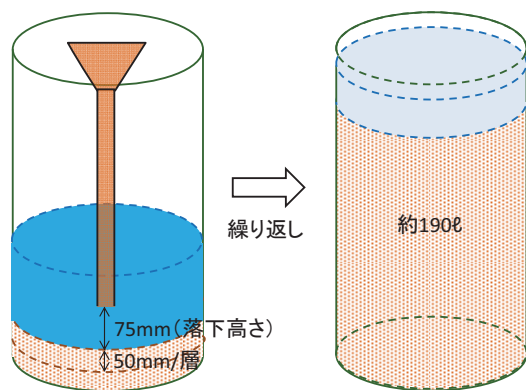


図-6.8 模型地盤作成方法概要図  
(珪砂7号, 緩詰め)

模型地盤は、大型円筒容器（内径 $\phi$ :567mm×内部高さh:830mm）を使用し、PDC試験機はMRSを使用するケースを基本とした。加えて、効率的に試験を進めるために、模型地盤の作成が容易な小型円筒容器（ $\phi$ :300×h:500mm）を使用したケースも実施し、PDC試験機は $\mu$ RSとした。なお、小型円筒容器の直径は、コーンの直径と円筒管内径の比率が大型円筒容器～MRSのケースと同等以上となるよう設定した。

なお、山砂で密度（緩詰め）、シリカ濃度Si（5.0, 6.5, 8.0%）、上載荷重（0 kPa）を同条件とし、使用機械による試験結果の違いを検証することとした。

(5) 模型地盤の作成方法

模型地盤の作成方法は砂ごとに異なる方法とした。

珪砂7号は、粒径が揃っており細粒分が少ないため、薬液をためた円筒容器内に砂を水中落下（薬液中落下）

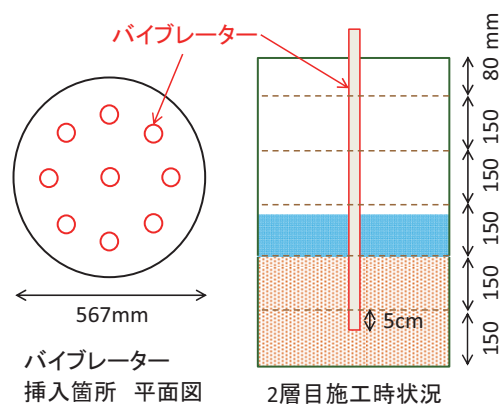


図-6.9 模型地盤作成方法概要図  
(珪砂7号, 密詰め)

させる方法とした。山砂は粒度分布が広く細粒分が多いため、水中落下法では材料分離が生じる。そのため、あらかじめ薬液と砂を混合したものを少しずつ投入する方法を採用した。詳細は、以下の通りである。

① 珪砂7号

目標設定密度 ( $D_r=50,80\%$ ) となるよう、重量と層厚の管理をしながら、あらかじめ薬液をいれた円筒容器内に、ロートを使用して、落下高さ一定の水中（薬液中）落下法で作製した。薬液のゲルタイムは、作業時間を考慮して6時間の設定とした。

$D_r$ が50%のケースでは、1層当りの厚さを5cmとし、7.5cmの落下高さから水中落下させ地盤を作成した（図-6.8）。 $D_r$ が80%のケースでは、1回の砂の投入厚さを15cmとし、コンクリート打設用パイプレーター（ $\phi$ :28mm, 220-270Hz）で下層に5cm貫入させて締固

め地盤を作成した(図-6.9)。地盤の密度は、投入砂質量と出来形層厚で管理した。

目標高さまでの投入、締固めが完了した後、PDC試験の開始までは、乾燥を防ぐように水張りして養生を行った。養生期間は14日以上(15~21日)とした。

② 山砂

事前に葉液と砂を別の容器で混合した後に、円筒容器に詰め、突き固める方法(ウェットタンピング法)で地盤を作成した。地盤の密度は、珪砂と同様に投入砂質量と出来形層厚で管理を行った。なお、相対密度は、珪砂の模型地盤より高い値(100%と130%)の設定とした。目標高さまでの投入、締固めが完了した後、PDC試験の開始までは、乾燥を防ぐため水張りして養生を行った。養生期間は14日以上(15~21日)とした。

(6) PDC試験

PDC試験は、地盤工学会基準 JGS1437-2014 に準じて行った。PDC試験装置は、円筒容器上に組立てた足場上に設置して、円筒容器と足場は、試験時にブレなどが生じないようにコンクリート壁やコンクリート床に単管等で固定した。試験状況を図-6.10に示す。

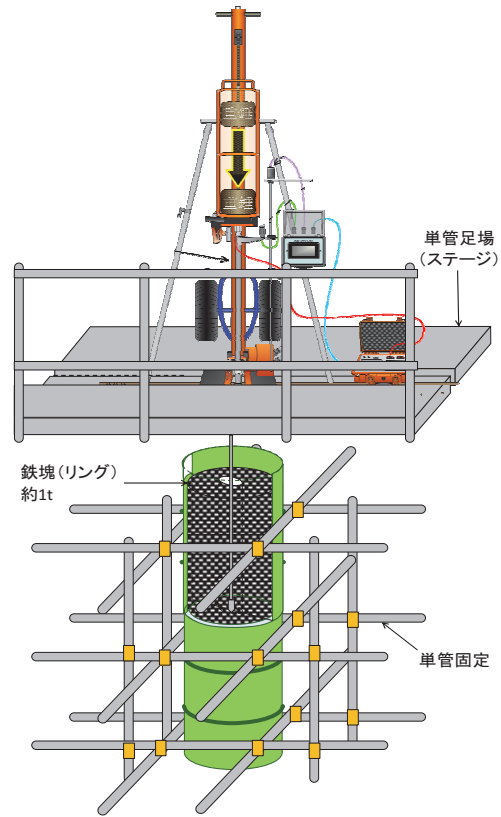


図-6.10 室内模型地盤実験状況 (MRSによる)

6.3 実験結果の評価方法

(1) 模型地盤の強度確認(推定)方法

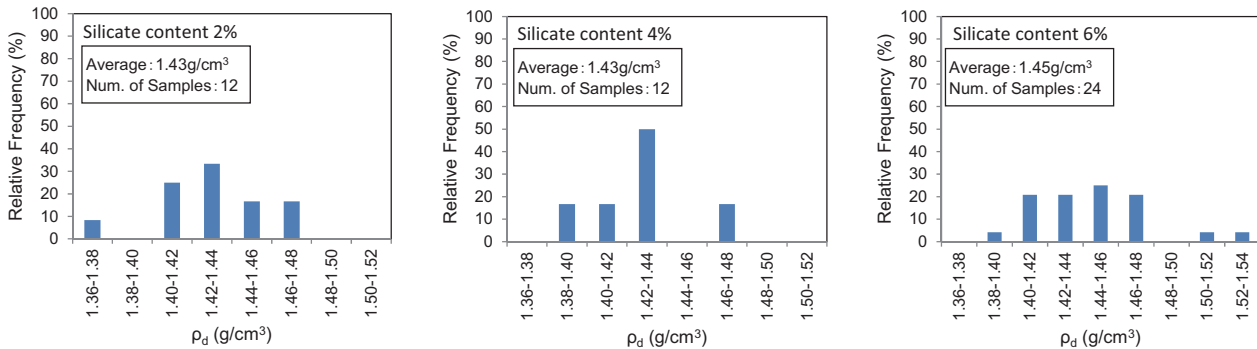


図-6.11 ρ<sub>d</sub>のヒストグラム(ブロック実績, 珪砂7号, 緩詰め), 縦軸: 相対頻度, 横軸: 乾燥密度

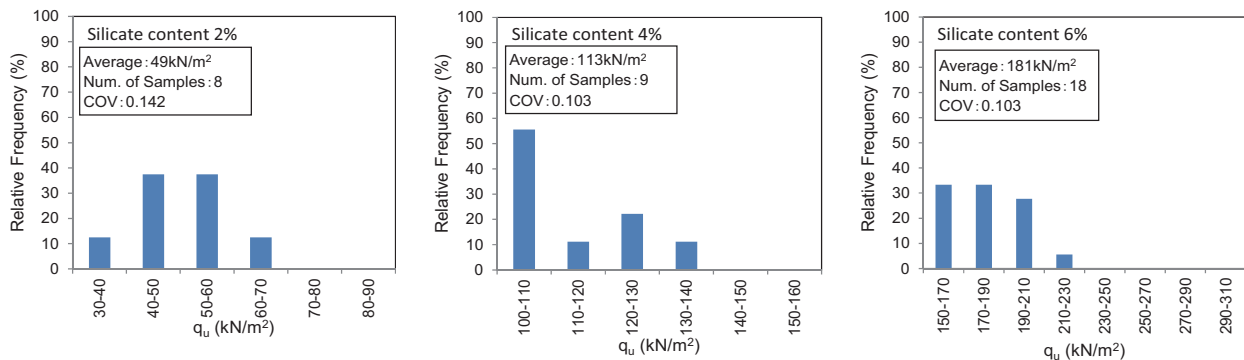


図-6.12 quのヒストグラム(ブロック実績, 珪砂7号, 緩詰め), 縦軸: 相対頻度, 横軸: 一軸圧縮強さ

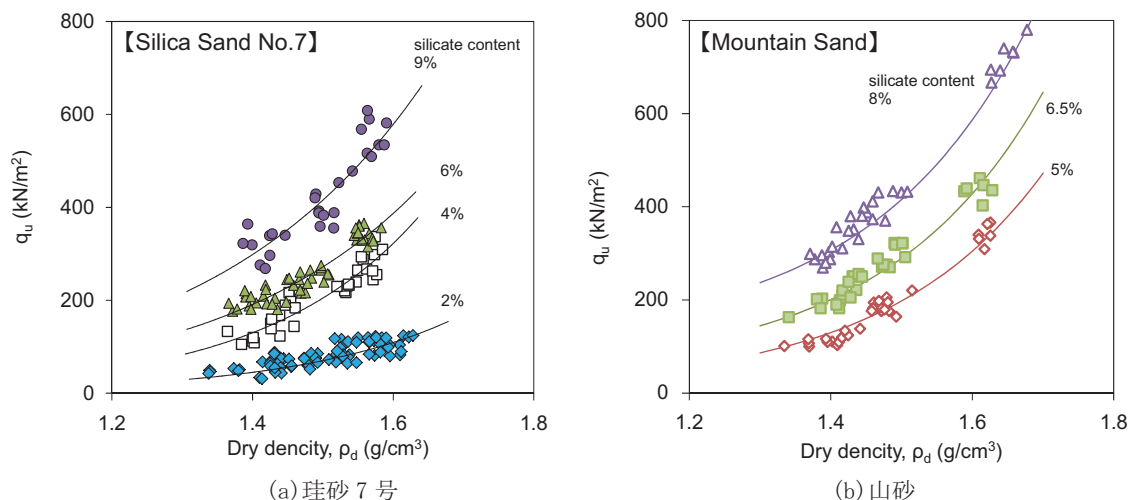


図-6.13 一軸圧縮強さと乾燥密度の関係（模型地盤作成時のモールド試料），  
縦軸：一軸圧縮強さ，横軸：乾燥密度

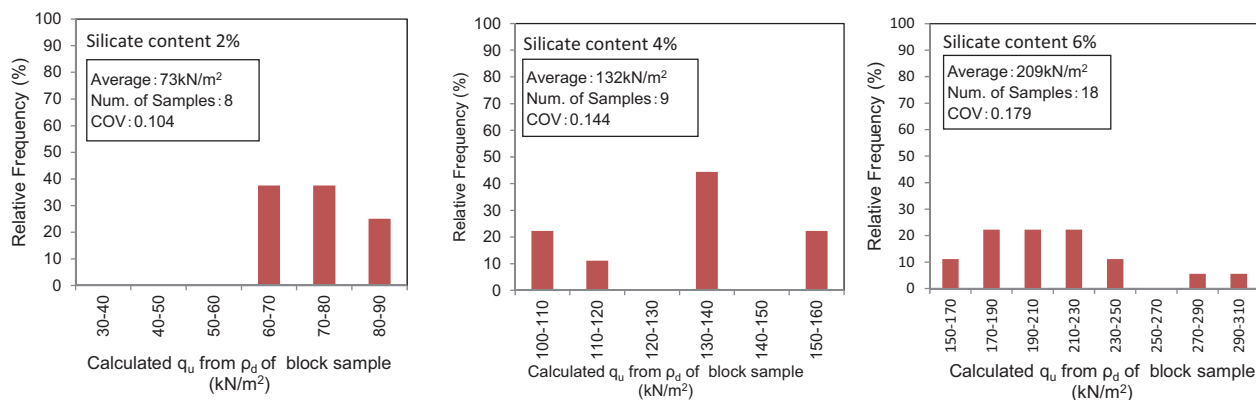


図-6.14 一軸圧縮強さのヒストグラム（ブロック試料の $\rho_d$ からの換算値，珪砂7号，緩詰め），  
縦軸：相対頻度，横軸：換算一軸圧縮強さ

模型地盤は、PDC 試験後に BLS と一軸圧縮試験を行い強度の確認を行う計画とした。

図-6.11 と図-6.12 は、珪砂7号の緩詰め（目標乾燥密度  $\rho_d=1.43\text{g/cm}^3$ 、相対密度  $D_r=50\%$ ）の条件で、3種類のシリカ濃度で実施した場合の BLS 試料の乾燥密度  $\rho_d$  と一軸圧縮強さ  $q_u$  の実測値である。いずれのケースも平均値で目標  $\rho_d$  の  $1.43\text{g/cm}^3$  が達成できていることがわかる。それぞれのケースの実測  $q_u$  の平均値は、 $49\text{kN/m}^2$ （シリカ濃度 2%）、 $113\text{kN/m}^2$ （シリカ濃度 4%）、 $181\text{kN/m}^2$ （シリカ濃度 6%）であった。この結果は、後述するように、試料の密度に対して、やや目標強度を下回る結果であった。

薬液改良砂の一軸圧縮強さは、同じ砂を使用した場合、薬液濃度が高いほどまたは密度が高いほど、大きな強度を示すことは既知の事実であり、例えば、社本ら<sup>24)</sup>は、薬液改良砂の一軸圧縮強さは相対密度とシリカ濃度の関

数であるとしている。

図-6.13(a)(b)は、模型地盤作成時に作成したモールド試料の乾燥密度  $\rho_d$  と一軸圧縮強さ  $q_u$  の関係である。珪砂7号と山砂ともに文献<sup>24)</sup>と同様の関係があることが確認できる。そこで、図-6.13(a)のモールド試料の  $\rho_d \sim q_u$  関係を用いて、BLS 試料の実測乾燥密度  $\rho_d$  から  $q_u$  を換算・推定し、BLS 試料の実測  $q_u$  との比較を行った。図-6.15 は、図-6.14 のデータをプロットし、BLS 試料の実測  $q_u$  と  $\rho_d$  からの推定  $q_u$  の関係を示し、表-6.3 は、それらの平均値をまとめたものである。

図-6.15、表-6.3 より、全体的に BLS 試料の実測  $q_u$  は  $\rho_d$  からの推定値と比較して小さく、概ね 0.7 倍から 1.0 倍の範囲にあることが確認できる。この結果は、模型地盤の BLS 試料の実測  $q_u$  が過小評価されていることを示唆しているといえる。この要因については、以下のような事象が考えられる。

表-6.3  $q_u$  (ブロック試料実測) と  $q_u$  ( $\rho_d$ からの換算) の平均値

		一軸圧縮強さ(kN/m <sup>2</sup> )	
		ブロック試料 実測平均値	乾燥密度 換算平均値
薬液濃度	2%	49	73
	4%	113	132
	6%	181	209

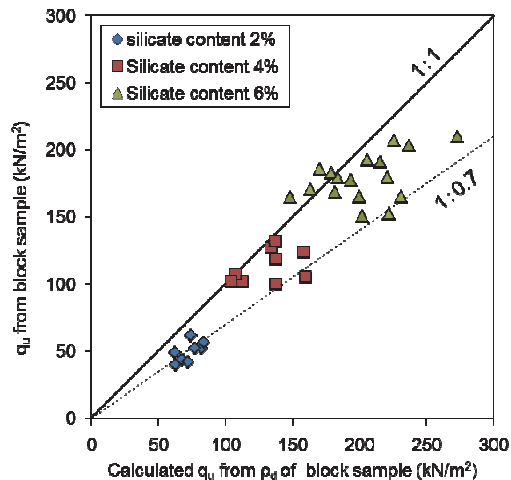


図-6.15  $q_u$  (ブロック試料実測) と  $q_u$  ( $\rho_d$ からの換算) の関係、縦軸：ブロック試料の一軸圧縮強さ、横軸：乾燥密度からの換算一軸圧縮強さ

模型地盤の中央部で PDC 試験を実施した影響

- 1) 模型地盤解体時の影響 (電動のこぎりなどで円筒容器を切断・解体した際の影響)
- 2) BLS 試料の切り出し、供試体の成形にのこぎりやカッターなどを使用した影響

一方で上記の事象では、BLS 試料の密度自体には大きな (優位なレベルの) 変化が生じないと予想される。よって、BLS 試料の乾燥密度から強度を計算する方法は、模型地盤の強度をある程度正確に推定できる方法であると考えた。

以上より、今回の模型地盤を用いた一連の実験では、当初計画の模型地盤の強度を BLS 試料の一軸圧縮試験で確認する方法ではなく、各ブロックの実測  $\rho_d$  から  $q_u$  を換算・推定する方法で評価することとした。

(2) 模型実験のデータ処理について

模型実験の PDC 試験では、上端部と下端部の  $N_d$  値のデータを棄却して評価した。これは、図-6.16 に示すよ

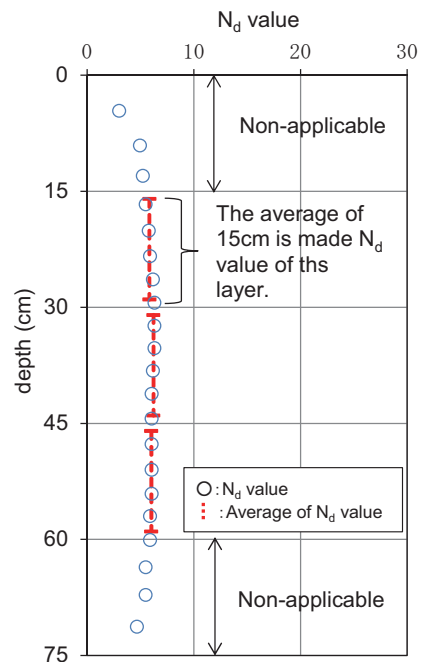


図-6.16 データの棄却例 (模型地盤の  $N_d$  値)  
縦軸：深度、横軸： $N_d$  値

うに、上層部の  $N_d$  値は、地盤のクラックなどの影響で  $N_d$  値が低下していると推測され、下層部は、底板による反射などの影響を受ける可能性があると考え、上端部と下端部は 15~30cm 程度棄却し、中央部付近のデータのみを採用した。

また、PDC 試験で測定可能な間隙水圧は、砂地盤の弾性波速度  $V_s$  ( $=200\sim300\text{m/sec}$ ) と円筒容器で作成した模型地盤の大きさを考慮すると重複反射が生じると考え、参考扱いとした。

#### 6.4 実験結果 (珪砂 7 号)

(1) 薬液注入による  $q_u$  値増大

ここではまず、“珪砂 7 号、緩詰め、上載荷重なし”の条件における薬液注入効果 ( $q_u$  増大) と  $N_d$  値の関係を検証した結果を示す。

図-6.17 は、シリカ濃度別の  $N_d$  値と  $\rho_d$  の深度分布である。図中の塗りつぶし部分はデータの棄却部分を示す。薬液濃度が高いほど、 $N_d$  値が高い傾向が確認できる。薬液濃度 2% のケースについては、表層から深さ 20cm 程度までは PDC 試験のロッドが自沈したため、 $N_d$  値は計測されていない。

ここで得られた層毎の平均  $\rho_d$  から図-6.13 の関係を利用して  $q_u$  を推定し、層毎に該当する平均  $N_d$  値を算出し表-6.4~表-6.6 に示す。

図-6.18 は、表-6.4~表-6.6 に示す BLS 試料の採取深

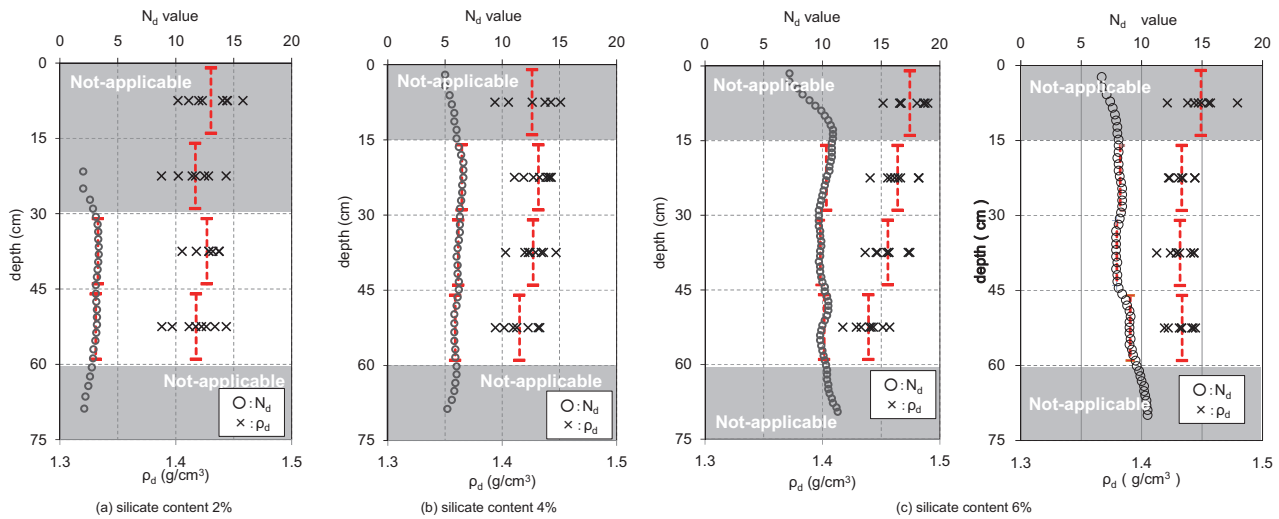


図-6.17  $N_d$ ,  $\rho_d$ の深度分布(珪砂7号,ブロック試料実測値),  
縦軸:深度,横軸: $N_d$ 値,乾燥密度 $\rho_d$

表-6.4 実験結果一覧(シリカ濃度2%)珪砂7号

層	$N_d$ 値	乾燥密度 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算一軸圧縮強さ $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	—	—	—	棄却
3層目	3.3	1.427	71.5	
4層目	3.1	1.417	69.1	
5層目	—	—	—	棄却

表-6.5 実験結果一覧(シリカ濃度4%)珪砂7号

層	$N_d$ 値	乾燥密度 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算一軸圧縮強さ $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	6.5	1.432	145.7	
3層目	6.2	1.427	143.2	
4層目	5.9	1.415	136.7	
5層目	—	—	—	棄却

表-6.6 実験結果一覧(シリカ濃度6%)珪砂7号

層	$N_d$ 値	乾燥密度 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算一軸圧縮強さ $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	10.3	1.464	248.3	
3層目	9.8	1.456	240.2	
4層目	10.2	1.439	225.2	
5層目	—	—	—	棄却
1層目	—	—	—	棄却
2層目	8.2	1.433	219.8	
3層目	8.0	1.432	218.7	
4層目	9.1	1.434	220.1	
5層目	—	—	—	棄却

度における  $N_d$  値と推定  $q_u$  値との関係をプロットした結果である。両者には正の相関が認められ、近似直線の X 軸 ( $q_u=0kN/m^2$ ) との切片は 0.30 となった。よって、この値を“珪砂7号, 緩詰め, 薬液注入前の状態”の  $N_d$

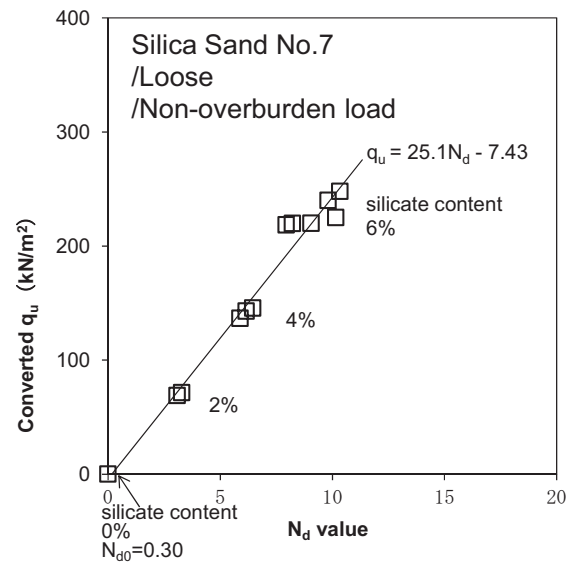


図-6.18 換算  $q_u$  と  $N_d$  値との関係,  
縦軸:一軸圧縮強さ,横軸: $N_d$  値

値として,  $N_{d0}$  値と定義した。

(2) 試験結果

①  $N_d$  値と  $q_u$  の関係

次に, 上記 (1) の“珪砂7号, 緩詰め, 上載荷重なし”のケースに加え, 同じ珪砂7号の“密詰め”や“上載荷あり”の条件を変えたケースの結果を加えた結果を図-6.19 に示す。また, これらの結果から得られた, 各ケースの薬液注入なしの場合の  $N_d$  値 ( $N_{d0}$  値) を表-6.7 に示す(各ケースの  $N_d$  値の深度方向分布やBLS 試料の  $\rho_d$ , 推定  $q_u$  などの詳細は, 付録資料参照)。なお, 試験は, 薬液濃度が 0% (薬液注入なし) のケースも試みたが,



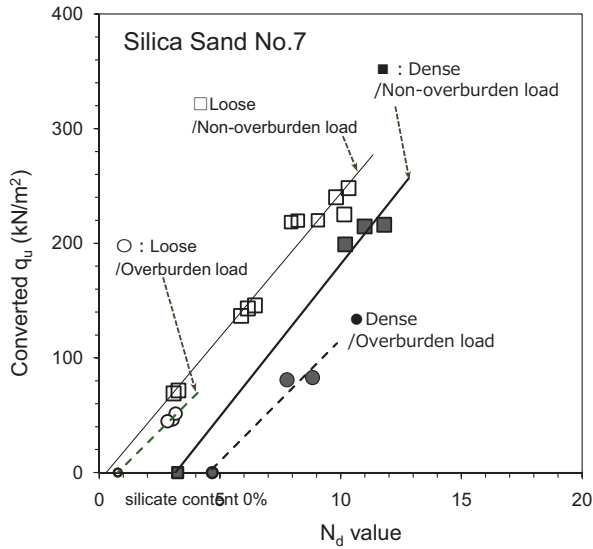


図-6.19 換算  $q_u$  と  $N_d$  値との関係，縦軸：換算一軸圧縮強さ，横軸： $N_d$  値

ロッドが 50cm 程度自沈したため，データが取得できなかった。

これらの結果から，密度（緩詰め，密詰め）および上載荷重有り，無しの場合ごとに， $N_d$  値と  $q_u$  は線形関係があると予想される結果が得られた。緩詰め，密詰めの両ケース共に，上載荷重の影響で  $N_d$  値が増大しているが，密詰めのケースの変化が比較的大きい。

### ③ $N_d$ 値と $q_u$ の関係

ここでは，薬液注入地盤の強度に関しては，薬液注入前の砂試料の  $q_u$  はゼロであり，薬液注入によって粘着力が付与された結果  $q_u$  が発揮されるというものであることから，薬液注入前後の  $N_d$  値の変化 ( $\Delta N_d$  値) と  $q_u$  の関係を整理した。

図-6.20 は，珪砂 7 号のすべてのケースの結果を  $\Delta N_d$  値～ $q_u$  関係をまとめた結果である。すべてのケースは，砂試料の密度，薬液濃度，上載荷重の有無にかかわらず，ひとつの線形関係にあり，両者は高い相関関係にあることが確認できる。

## 6.5 実験結果（山砂）

### (1) 薬液注入による $N_d$ 値増大

ここでは，まず“山砂，緩詰め，上載荷重なし”の条件における薬液注入効果 ( $q_u$  増大) と  $N_d$  値の関係を検証した結果を示す。

図-6.21 は，シリカ濃度ごとの  $N_d$  値と  $\rho_d$  の深度分布である。前出の珪砂 7 号と同様に，シリカ濃度が高いほど， $N_d$  値が高い傾向が確認できる。ただし，薬液注入による  $q_u$  の増大に対する  $N_d$  値の増大率が珪砂のケースと比較

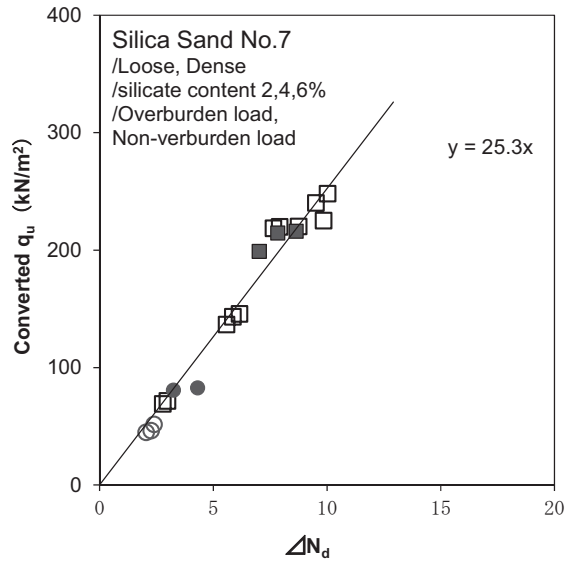


図-6.20 換算  $q_u$  と薬液前後の  $\Delta N_d$  値の関係(珪砂 7 号)，縦軸：換算一軸圧縮強さ，横軸： $\Delta N_d$  値

して小さいといえる（後程，詳述）。なお，シリカ濃度が

表-6.7 各ケースの  $N_{d0}$  値（薬液注入前）

密度状態	薬液注入前の $N_d$ 値 ( $N_{d0}$ 値)	
	上載荷重なし	上載荷重あり
緩詰め	0.30	0.77
密詰め	3.70	4.54

0%（薬液注入なし）のケースの PDC 試験は，ロッドが自沈したため実施できていない。

ここで得られた層毎の平均  $\rho_d$  から図-6.13(b) の関係を利用して  $q_u$  を推定し，層毎に該当する平均  $N_d$  値を算出し，表-6.8～表-6.10 に示す。

図-6.22 は，BLS 試料の採取深度における  $N_d$  値と，推定  $q_u$  の関係をプロットした結果である。両者には正の相関が認められ，近似直線の X 軸 ( $q_u=0\text{kN/m}^2$ ) との切片は，-0.81 となった。よって，この値を“山砂，緩詰め，薬液注入前の状態”の  $N_d$  値 ( $N_{d0}$  値) とした。次に，図-6.22 “緩詰め，上載荷重あり”と“密詰め，上載荷重あり”の結果を加えて図-6.23 示す。

緩詰めのケースでは，上載荷重の影響が殆どない結果であることが分かる。また，密詰めのケースの“上載荷重あり”は，緩詰めのケースと比較して，全体的に  $N_d$  値が 1.0 程度大きく，珪砂のケースと大きく異なる結果となった。これらの結果から，山砂の各ケースの薬液注入なしの場合の  $N_d$  値 ( $N_{d0}$  値) の設定値を表-6.11 に示す。

### (2) $\Delta N_d$ 値と $q_u$ の関係

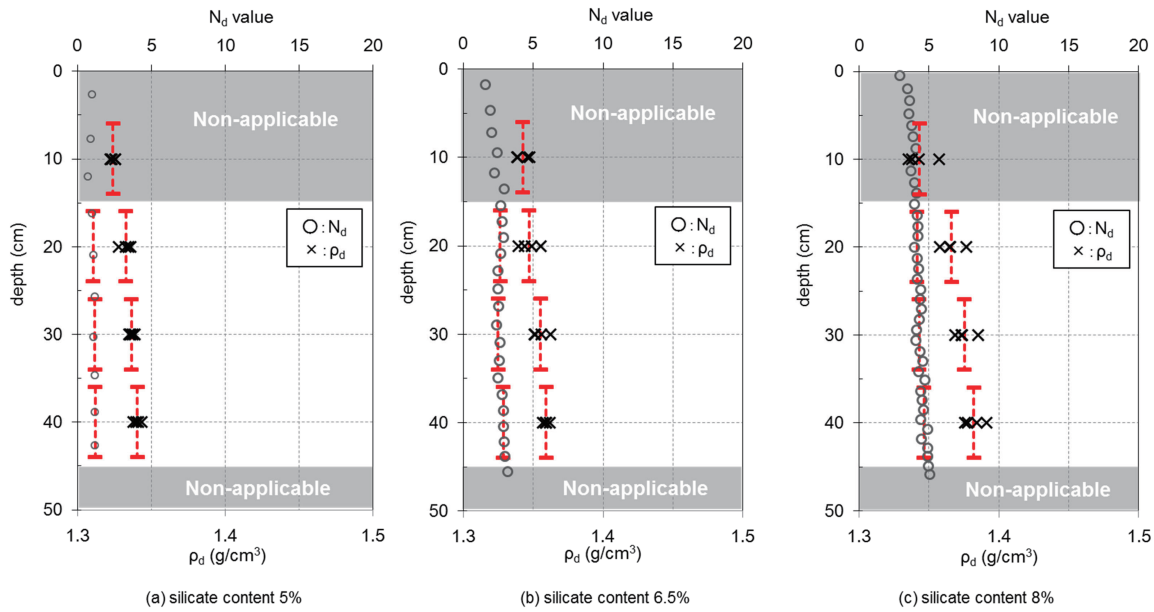


図-6.21  $N_d$ ,  $\rho_d$ の深度分布 (山砂, ブロック試料実測値),  
縦軸: 深度, 横軸:  $N_d$  値, 乾燥密度

表-6.8 実験結果一覧 (シリカ濃度 5%) 山砂

層	$N_d$ 値	乾燥密度 $\rho_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	換算一軸圧縮強さ $q_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	1.1	1.333	98.5	
3層目	1.2	1.337	100.1	
4層目	1.2	1.341	101.7	
5層目	—	—	—	棄却

表-6.9 実験結果一覧 (シリカ濃度 6.5%) 山砂

層	$N_d$ 値	乾燥密度 $\rho_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	換算一軸圧縮強さ $q_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	2.6	1.347	167.8	
3層目	2.5	1.355	172.3	
4層目	2.9	1.359	174.6	
5層目	—	—	—	棄却

表-6.10 実験結果一覧 (シリカ濃度 8%) 山砂

層	$N_d$ 値	乾燥密度 $\rho_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	換算一軸圧縮強さ $q_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	4.2	1.366	279.8	
3層目	4.3	1.375	286.6	
4層目	4.7	1.382	292.0	
5層目	—	—	—	棄却

ここでは, 珪砂のケースと同様, 薬液注入前後の  $N_d$  値の変化 ( $\Delta N_d$  値) と  $q_u$  の関係を整理した.

図-6.24 は, 山砂のすべてのケースの結果を  $\Delta N_d$  値 ~  $q_u$  関係をまとめた結果である. すべてのケースは, 砂試料の密度, 薬液濃度, 上載荷重の有無にかかわらず, ほぼひとつの線形関係にあり, 両者は高い相関関係にあることが確認できる.

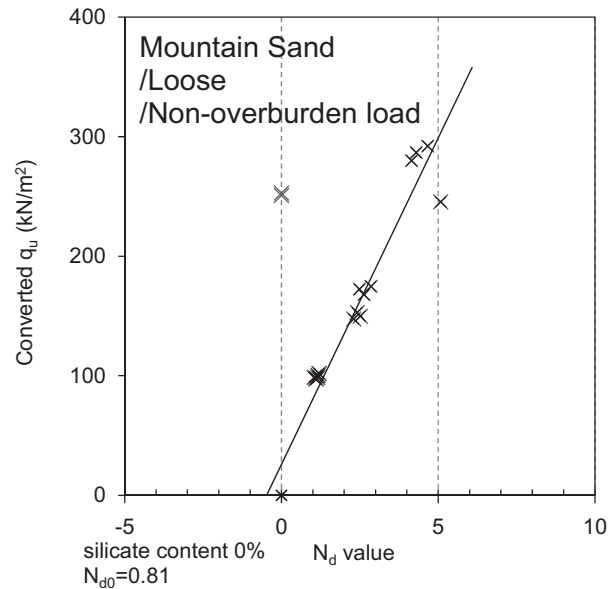


図-6.22 換算  $q_u$  と  $N_d$  値の関係 (山砂, ゆる詰め, 上載荷重なし), 縦軸: 一軸圧縮強さ, 横軸:  $N_d$  値

## 6.6 室内模型実験結果のまとめ

珪砂と山砂の一軸圧縮強さ  $q_u$  と  $\Delta N_d$  値の関係を図-6.25 にまとめた. これから, 薬液注入前後の  $N_d$  値の変化 ( $\Delta N_d$  値) と一軸圧縮強さ  $q_u$  は, 砂ごとに原点を通る線形関係として式 (6.2) で整理できる結果となった.

$$q_u = \gamma \times \Delta N_d \quad (6.2)$$

ここで,

$$\text{珪砂 7号の場合 } \gamma = 25.3$$

$$\text{山砂の場合 } \gamma = 54.7$$



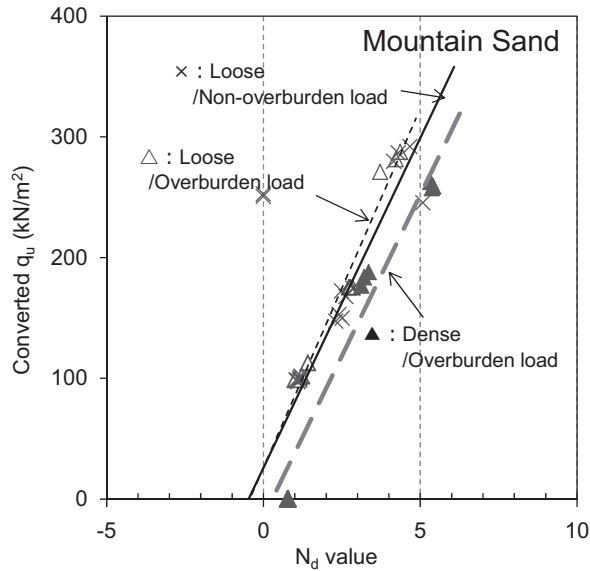


図-6.23 換算  $q_u$  と  $N_d$  値の関係 (山砂), 縦軸: 一軸圧縮強さ, 横軸:  $N_d$  値

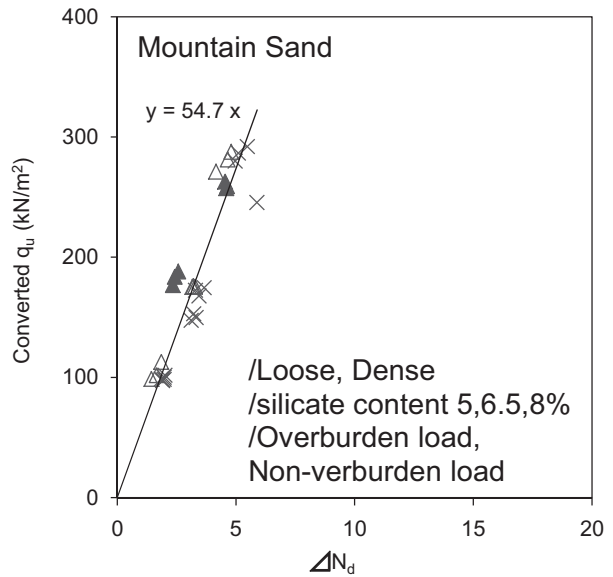


図-6.24 換算  $q_u$  と  $\Delta N_d$  値の関係 (山砂), 縦軸: 一軸圧縮強さ, 横軸:  $\Delta N_d$  値

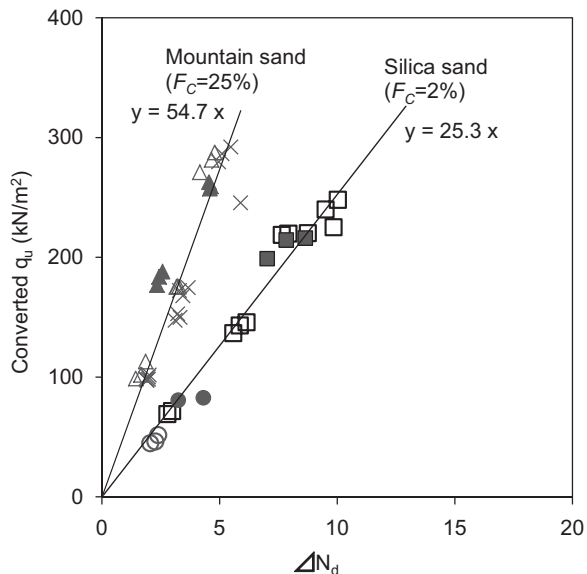


図-6.25 換算  $q_u$  と  $\Delta N_d$  値の関係, 縦軸: 一軸圧縮強さ, 横軸:  $\Delta N_d$  値

表-6.11 各ケースの  $N_{d0}$  値 (薬液注入前)

密度状態	薬注前の $N_d$ 値 ( $N_{d0}$ 値)	
	上載荷重なし	上載荷重あり
緩詰め	-0.81	-0.44
密詰め	-	0.78

## 6.7 まとめ

薬液注入した模型地盤を用いた PDC 試験の結果, 薬液注入前後の  $N_d$  値の変化 ( $\Delta N_d$  値) と一軸圧縮強さ  $q_u$  は, 砂ごとに原点を通る線形関係が得られた. これによって, 薬液注入した地盤の強度の定量的な評価方法として, PDC 試験の適用の可能性が高いことが確認できた.

一方で, 液状化対策などで設計上, 薬液注入によって必要とされる一軸圧縮強さは, 概ね  $50 \sim 100 \text{ kN/m}^2$  程度であり, その場合の薬液注入効果として必要な  $\Delta N_d$  値は, 珪砂 7 号 ( $F_c=2\%$ ) では  $2 \sim 4$  程度, 山砂 ( $F_c=25\%$ ) では  $1 \sim 2$  程度となる.

薬液注入前の地盤の  $N_d$  値がゼロまたは 1 程度と非常に小さい場合は, 薬液注入の効果をとらえ易いが, 例えば下記のような場合には  $\Delta N_d$  値による薬液注入の効果をとらえ難いことが想定される.

- 1) 設計上の対象地震動が大きく, かつ対象深度が大きい地盤の場合など: 改良前地盤の  $N_d$  値がもともと大きく,  $\Delta N_d$  値による薬液注入の効果をとらえ難いことが想定される.
- 2) 埋立地盤などは地盤のばらつきが大きい場合: PDC 試験で薬液注入前後の評価を行うことが難しいことが想定される.

このことから, 本資料の第 4 章, 第 5 章に示した PMT による評価方法などの併用が必要と考える.

## 7. PDC試験による評価方法の実現場での検証

### 7.1 概要

第6章では、密度やシリカ濃度で強度を調整した模型地盤を対象にPDC試験を実施し、不均質性や乱れの影響の少ない薬液注入地盤の一軸圧縮強さ $q_u$ と $N_d$ 値の関係を求めた結果を報告した。そこでは、砂地盤の密度や上載荷重の有無にかかわらず、薬液注入地盤の $q_u$ と薬液注入前後の $N_d$ 値の変化( $\Delta N_d$ 値)には、原点を通る正の相関関係があることがわかった。また、その関係は、砂の種類ごとにユニークな関係であり、粒度や細粒分含有率によって異なる可能性が高いという結果が得られた。

本章は、実現場で薬液注入された地盤で、それらを検証した事例(2現場)を示し、PDC試験による薬液注入地盤の強度の推定方法について取りまとめるものである。

なお、現場事例その1では、中型貫入試験機(MRS)と大型貫入試験機(SRS)を使用し、事例その2では、すべてSRSを用いてPDC試験を行った。

### 7.2 現場事例その1

#### (1) 概要

本事例は、千葉県袖ヶ浦市の沿岸部の埋立地で行ったものである。当該埋立地は、昭和30年代から40年代にかけて、千葉県の浦安市から富津市までの沿岸部60kmを主に房総半島の山砂で埋立造成した場所の一部である。

この現場では、薬液注入の段階施工に関する実験が行われ、未注入の砂地盤に対して、2回に分けて設計量100%の注入になるように、先行注入と追加注入の注入量を3種類に分けて実施した。薬液注入対象は、標高AP+2.4mから厚さ4.0mで、事前調査結果から細粒分含有率15%前後の砂地盤である。

図-7.1は、現場の平面図で、1区画(エリア)当たり8m×6mで、それぞれ、(先行注入率, 追加注入率)が、設計値に対して(20%, 80%), (50%, 50%)および(70%, 30%)の3区画(エリア)がある。

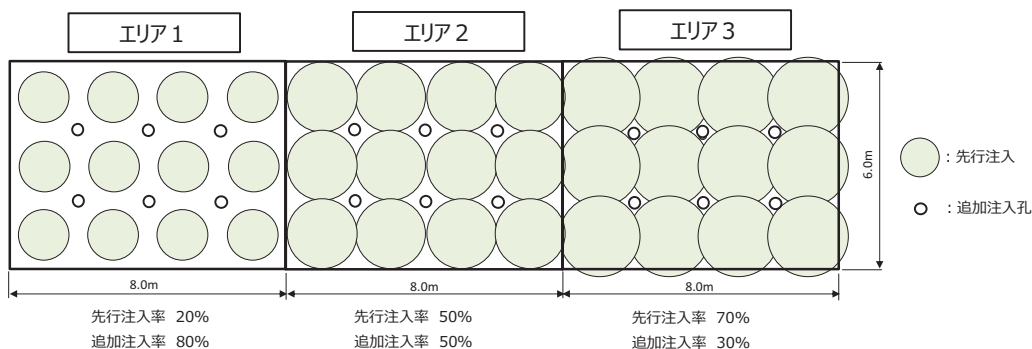


図-7.1 現場事例その1平面図

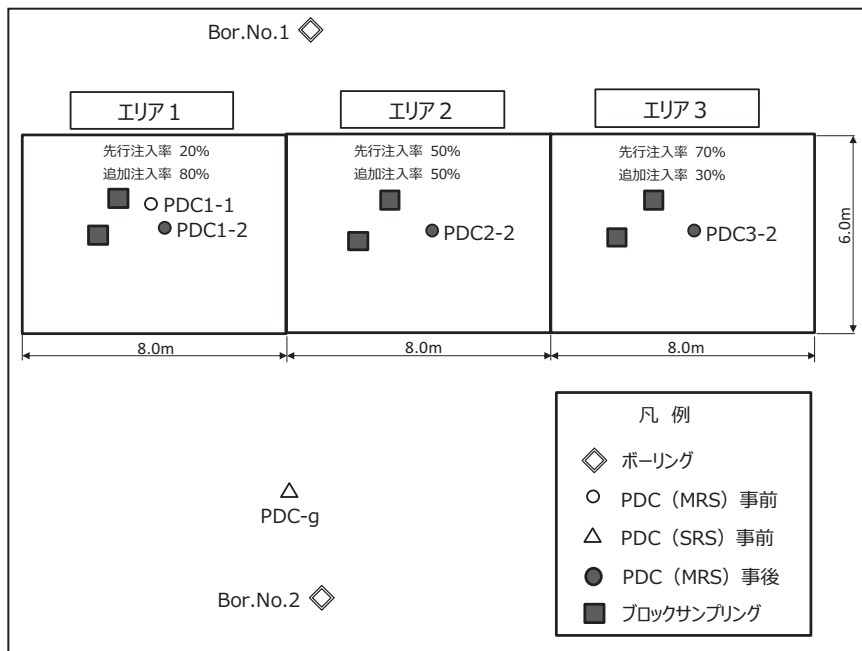


図-7.2 調査位置平面図(現場事例その1)

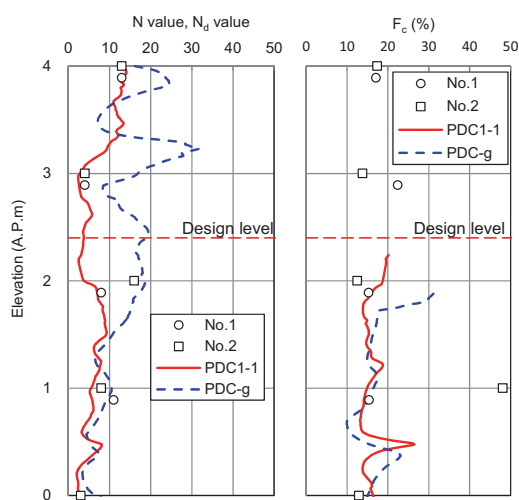


図-7.3 現場事例その1の地盤特性（薬液注入前）、縦軸：標高、横軸：N値， $N_d$ 値，細粒分含有率

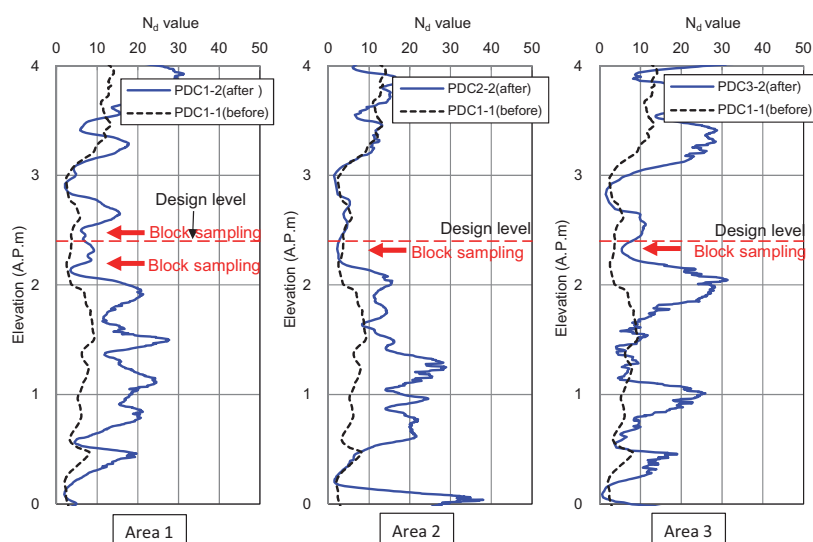


図-7.4  $N_d$  値の深度分布（事前・事後 PDC 試験）、縦軸：標高、横軸： $N_d$  値

表-7.1 一軸圧縮試験と PDC 試験結果

エリア	採取標高 (A.P.m)	平均 $F_c$ (%)	平均 $q_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	PDC試験		
				事前 $N_d$	事後 $N_d$	$\Delta N_d$
1	2.49	14.6	170.8	4.6	9.9	5.3
	2.23		147.8	3.5	8.1	4.6
2	2.34		99.1	3.5	2.5	-1.0
3	2.34		115.0	3.5	6.8	3.3

※PDC2-2は、 $\Delta N_d$ 値がマイナス値のため検討対象外とする

### (2) 薬液注入前の調査結果

薬液注入前に、PDC 試験をエリアの内側 1 か所 (PDC1-1)、約 4m 離れた外側 1 か所 (PDC-g) で実施している。また、ボーリングが近傍のエリア外の 2 か所 (No.1 と No.2) で行われ、標準貫入試験と物理試験が行われている (図-7.2)。

図-7.3 に、N 値と  $N_d$  値、粒度分析による細粒分含有率 (実測  $F_c$  値) と PDC 試験による細粒分含有率 (換算  $F_c$  値) の深度分布を示す。換算  $F_c$  値は、式 (6.1) で推測した値である。

N 値と  $N_d$  値は深度方向の傾向がほぼ一致している。実測  $F_c$  値と換算  $F_c$  値も 15% でほぼ一致している。しかし、改良範囲外の PDC-g の AP+2.0m 付近の  $N_d$  値は改良範囲内より 10 程度大きく、改良範囲内の PDC1-1 を薬液注入前の  $N_d$  値の初期値とする。

### (3) 薬液注入後の PDC 試験結果

先行注入と追加注入の合計で設計量を注入した後、PDC 試験を実施した。図-7.4 に注入前の  $N_d$  値と各エリアの注入後の  $N_d$  値の深度分布を示す。矢印は、BLS を実

施した深度を示す。

$N_d$  値は、注入前後で比較して概ね増加していることが確認できる。

### (4) $q_u$ と $\Delta N_d$ 値の相関

ボーリングや PDC 試験などの現地調査実施後に開削し、AP+2.2~+2.5m を対象に BLS を実施した (図-7.2 参照)。BLS 試料の一軸圧縮試験結果を表-7.1 示す。表には事前・事後の BLS を実施した深度の  $N_d$  値 (20cm 区間の平均値) を併せて示している。エリア 2 の  $\Delta N_d$  値はマイナス値を示したため検討対象外とした。これは、部分的に  $F_c$  値の高い箇所が確認されているが、そこに試験位置が重なったためと推測される。

図-7.5 に、今回の現場実証結果を第 6 章の室内模型地盤で得られた  $q_u$  と  $\Delta N_d$  値の関係に併せて示す。この結果、第 6 章の模型地盤を用いた珪砂 7 号と山砂の回帰直線の中央付近にプロットされ、その関係は式 (7.1) で表される。

$$q_u = 32.7 \times \Delta N_d \quad (7.1)$$

### 7.3 現場事例その2

#### (1) 概要

本事例は、第4章で示した千葉港新港地区の護岸の薬液注入後の地盤で PDC 試験を行ったものである。PDC 試験実施位置を図-7.6 に示す。

#### (2) 薬液注入前の $N_d$ 値

第4章で第2回目 BLS を行った薬液注入地盤は、先行的に薬液注入が行われた地盤に対して、同様の薬液注入工法で追加注入を行った地盤である。BLS 区域近傍での PDC 試験は先行注入後に実施しているため、BLS を行った区域近傍での純粋な事前 PDC 試験データはない。

そこで、先行的に薬液注入を行った後に実施した PDC 試験が事前調査データとして使用できるか検証を行った。

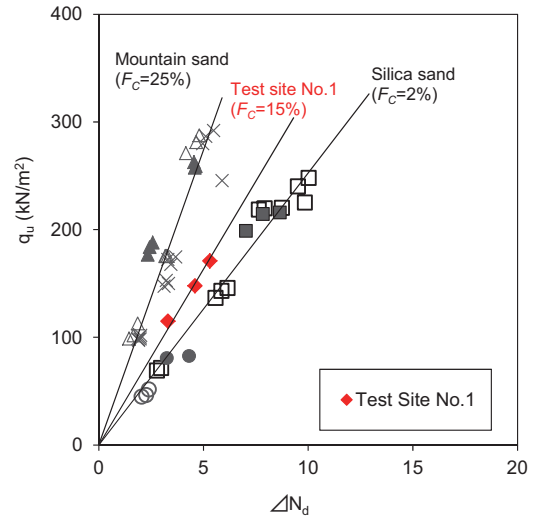


図-7.5  $q_u$  と  $\Delta N_d$  の関係 (現場事例その1),  
縦軸：一軸圧縮強さ, 横軸： $\Delta N_d$  値

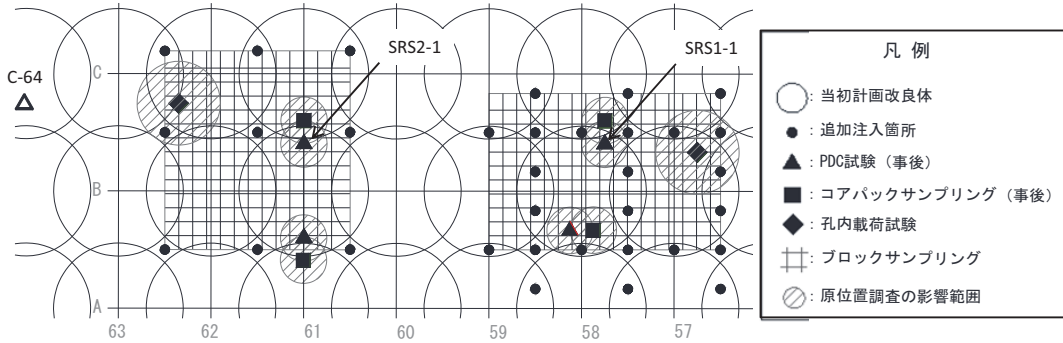


図-7.6 調査位置平面図 (現場事例その2)

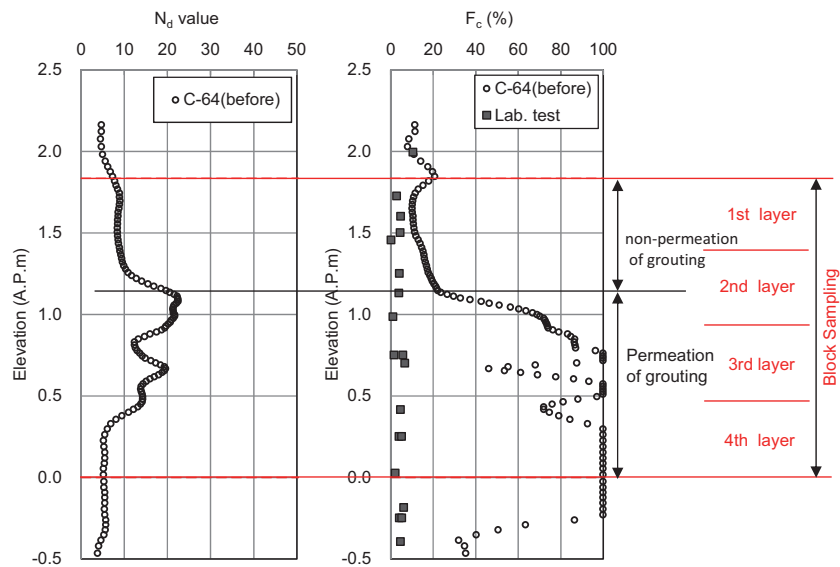


図-7.7 追加注入前 PDC 試験結果 (現場事例その2), 縦軸：標高, 横軸：細粒分含有率

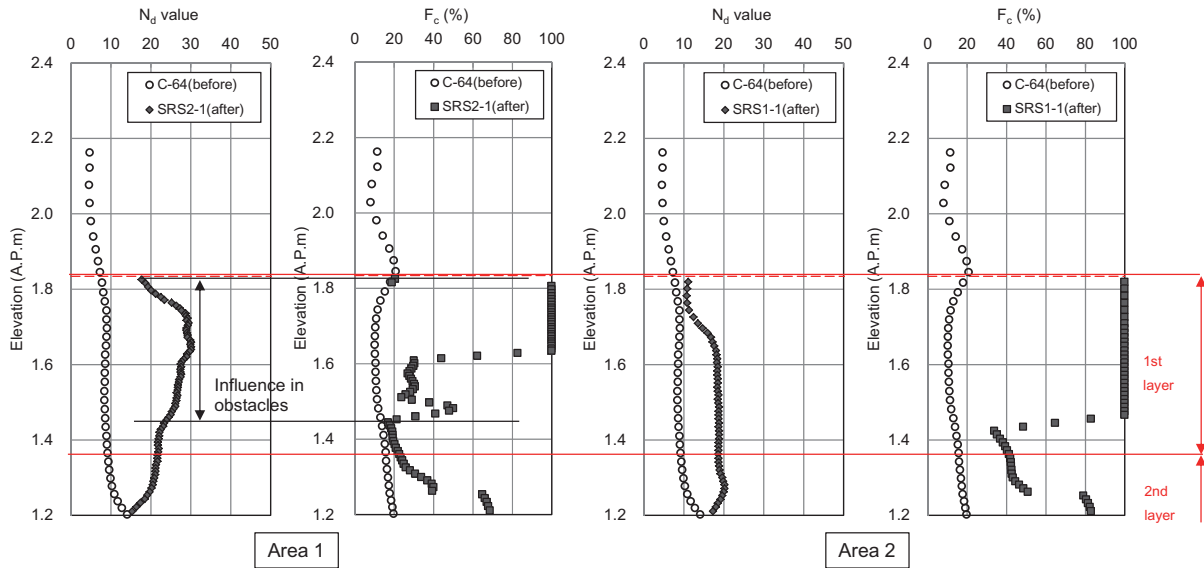


図-7.8 事前・事後 PDC 試験結果の比較 (現場事例その 2), 縦軸: 標高, 横軸:  $N_d$  値, 細粒含有率

表-7.2 各試験のまとめ ( $q_u$  と  $\Delta N_d$  値の検証)

エリア	標高 A.P.m	細粒含有率 実測 $F_c$ (%)	$\Delta N_d$ 値	ブロックサンプリングによる平均 $q_u$ ( $kN/m^2$ )
1	1.4~1.2	4.6	9.6	159
2	1.84~1.6	4.8	6.6	172
	1.6~1.4		10.1	
	1.4~1.2	4.1	8.3	191

図-7.7 に, BLS 近傍の追加注入前の PDC 試験結果を示す。

換算  $F_c$  値は AP+1.2m 付近を境に挙動が異なり, AP+1.8m~+1.2m の範囲では実測  $F_c$  値に近い値を示す。一方, AP+1.2m~0.0m の範囲では, 実測  $F_c$  値と比較して非常に大きな値を示している。同様に  $N_d$  値も AP+1.2m 付近を境に, 10 以上上昇している。

このことから, AP+1.2m より下層部は薬液浸透の痕跡が認められると判断した。これより以後の検証は, AP+1.8m~+1.2m の範囲のデータを用いた。

### (3) 薬液注入後の $N_d$ 値

追加注入後に実施した PDC 試験結果を図-7.8 に示す。同図には, 追加注入前の PDC 試験データも併せて示している。追加注入により, 追加注入前のデータで薬液注入の痕跡が認められなかった標高 AP+1.8m~+1.2m の範囲で  $N_d$  値および換算  $F_c$  値が増加しており, 追加注入により改良効果が認められる結果となった。ただし, SRS2-1 の PDC 試験では標高 AP+1.8m~+1.4m 付近に障害物があったため, その深度のデータは検証の対象外とした。

### (4) $q_u$ と $\Delta N_d$ 値の相関

追加注入前後の PDC 試験結果より  $\Delta N_d$  値を設定し, 表-7.2 に示す。  $\Delta N_d$  値を設定した標高 AP+1.8m~+1.2m

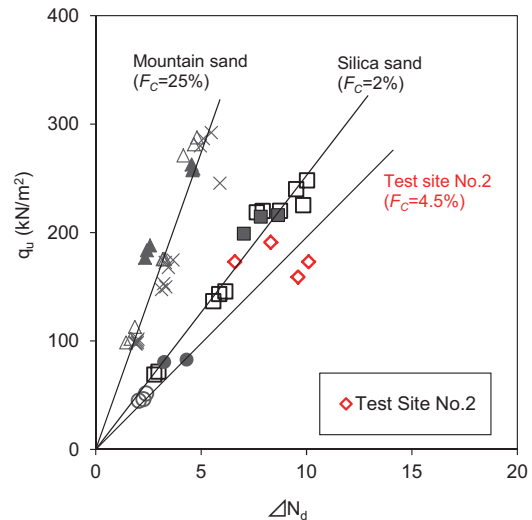


図-7.9  $q_u$  と  $\Delta N_d$  値の関係(現地事例その 2), 縦軸: 一軸圧縮強さ, 横軸:  $\Delta N_d$  値

の範囲は第 4 章に示す第 2 回 BLS の 1 層目, 2 層目に相当する。  $\Delta N_d$  値との比較対象とする BLS 試料の  $q_u$  は, 貝殻等の異物混入のデータを棄却した各層の平均  $q_u$  とし, 併せて表-7.2 に示す。

図-7.9 に今回の現場実証結果を第 6 章の室内模型実験で得られた  $q_u$  と  $\Delta N_d$  値の関係に併せて示す。 図-7.9 より今回の現場実証データは,  $F_c$  値が 2% の珪砂の実験結果付近にプロットされ, その関係は式 (7.2) で表される。

$$q_u = 19.6 \times \Delta N_d \quad (7.2)$$

現場事例その 2 の BLS 付近の実測  $F_c$  値が 5% 以下であり, 室内模型実験に概ね整合した結果といえる。

## 7.4 検証結果のまとめ

第6章の室内模型実験および本章で示した2つの現場事例で得られた $q_u$ と $\Delta N_d$ 値の関係を合わせて図-7.10に示す。

珪砂7号, 山砂, 現場事例その1, その2で得られた $q_u$ と $\Delta N_d$ 値の間に成り立つ係数 $\gamma$ とそれぞれの土砂の $F_c$ 値の関係を図-7.11に示す。この結果から, 係数 $\gamma$ と $F_c$ 値には高い相関が確認できた。

## 8. 薬液注入地盤の原位置強度の評価方法

### 8.1 はじめに

既に述べてきたように, 薬液注入工法で改良された地盤の強度を, 従来の室内試験(不攪乱試料を用いた一軸圧縮試験など)で評価した場合, 試料採取時の乱れの影響などで強度を過小評価している可能性が高い。

本資料では, 試料採取時における乱れ等の影響を回避する目的で, 原位置試験による薬液を注入した地盤の強度評価方法として, PDC試験と孔内载荷試験(PMT)の2つの方法を併用した評価方法について検討を行った。

PDC試験は, 比較的容易で短時間に深度方向の連続的データ( $N_d$ 値と換算 $F_c$ 値)が取得できる利点がある。一方で, 薬液注入前後の $N_d$ 値の増加( $\Delta N_d$ 値)から一軸圧縮強さを推定する場合は, 液状化対策として必要となる設計一軸圧縮強さが50~100kN/m<sup>2</sup>と小さいことから,  $\Delta N_d$ 値が1~4程度の僅かな変化を捉える必要がある。また, 土被圧が大きいことにより, 薬液注入前の地盤の $N_d$ 値がもともと大きい場合や, 埋立地のように土質性状のばらつきが大きいことにより薬液注入前よりも注入後の $N_d$ 値の方が小さくなる場合, あるいは礫などの地中の障害物によりコーン貫入不能となる場合など, 薬液注入前後の $N_d$ 値の差( $\Delta N_d$ 値)が捉え難いことにより, 評価が困難となることが想定される。

したがって, PDC試験による $\Delta N_d$ 値での評価が困難となる場合には, 別の原位置試験方法による評価が必要となる。その場合は, 既に述べてきたように, 薬液注入の有無を定性的に評価できるPDC試験の水圧応答で薬液の浸透を確認した上で, PMTを実施することにより, 薬液注入地盤の原位置強度を評価する方法を整理した。

### 8.2 原位置試験による評価フロー

ここでは, PDC試験とPMTを用いた薬液注入地盤の原位置強度の評価手順を以下に記す。

a) 現場作業が比較的容易で短時間に深度方向に連続的なデータが取得できるPDC試験を先行実施する。

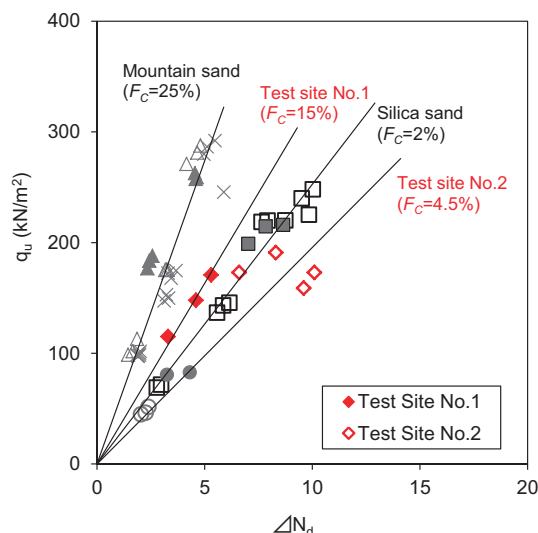


図-7.10  $q_u$ と $\Delta N_d$ 値の関係, 縦軸: 一軸圧縮強さ, 横軸:  $\Delta N_d$ 値

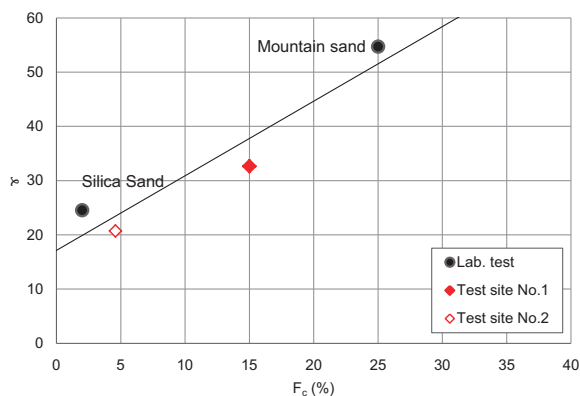
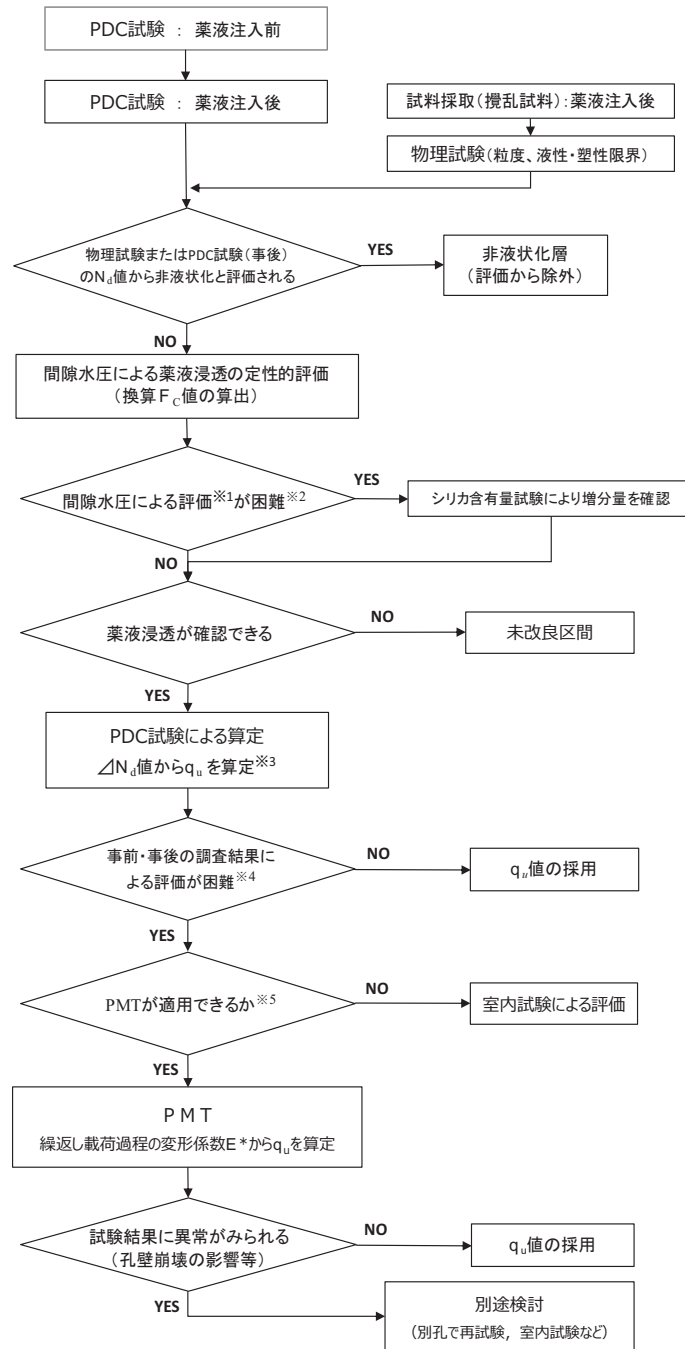


図-7.11 係数 $\gamma$ と $F_c$ の関係, 縦軸: 係数 $\alpha$ , 横軸: 細粒分含有率

- b) PDC試験の $N_d$ 値またはPDC試験の近傍で採取した試料の物理試験(粒度, 液性・塑性限界)から非液状化層と評価できる層がないか確認する。
- c) 薬液注入後のPDC試験結果から, 間隙水圧応答の結果を用いて求めた換算 $F_c$ 値を求める。
- d) コーンの貫入不能などの理由で間隙水圧のデータが未取得な区間がある場合や, 採取した試料の性状を目視により確認し, 明らかに薬液注入がなされていることが確認できるものの, 換算 $F_c$ 値が小さい値となる場合もある。その原因としては, 礫質地盤で透水性が非常に良い場合や, 地盤内に亀裂や空洞が存在し, 過剰間隙水圧が上昇しにくいことなどがあげられる。その場合には, シリカ含有量試験の結果などで薬液注入の有無を評価する。
- e) 上記c), d)の結果から, 薬液浸透の有無に関する定性的評価を行う(詳細は5.2節, または8.3節を参照)。





※1 換算 $F_c > 50\%$  or 換算 $F_c > \text{実測}F_c + 20$ による

※2 コーンの貫入不能や採取試料の状況で明らかに薬液注入されているものの換算 $F_c$ が小さい値の場合

※3  $q_u = \gamma \times \Delta N_d$   
 係数 $\gamma$ : 細粒分含有率の関数  
 $F_c < 25\%$ の場合:  $\gamma = f(F_c) = 20 + (F_c \times 1.2)$   
 $F_c \geq 25\%$ の場合:  $\gamma = 50$  (一定)

※4 事前事後の $N_d$ 値から算定した $\Delta N_d$ がゼロまたはマイナスを示す場合

※5 礫質地盤である場合や削孔時の孔壁崩壊の程度が大きい場合などでPMTの適用が困難な場合

図-8.1 原位置試験による薬液注入地盤の評価フロー

- f) “薬液浸透がある”と評価された区間において、薬液注入前後の  $N_d$  値の変化 ( $\Delta N_d$  値) を求め、一軸圧縮強さを推定する。

事前・事後の調査結果に不整合があるなどで、PDC 試験では判定が困難な場合、その範囲（深度）を対象に PMT を実施する。

PDC 試験で判定が困難とは、事後の水圧応答や実際に採取したサンプルから判断して、明らかに薬液注入がなされていると推測されるものの、事前事後の同じ深度の土質が異なる（事前・事後の調査結果の不整合）ことなどに起因して、 $\Delta N_d$  値がゼロまたはマイナスを示す場合である。

- g) 礫質地盤である場合や削孔時の孔壁崩壊の程度が大きい場合などで PMT が適用できない場合には、別の試験（例えば別孔で再試験、採取試料による室内試験など）で評価を行う。
- h) PMT の試験結果に孔壁崩壊などの影響がみられないことを条件に、繰返し載荷過程の変形係数の平均値  $E^*$  から一軸圧縮強さを推定する。

これらをもとに作成した評価フローを図-8.1 に示す。

### 8.3 評価方法の詳細

原位置試験による地盤改良後の評価方法を以下に整理する。

#### (1) PDC 試験による薬液浸透痕跡の判定方法

PDC 試験による薬液浸透痕跡の判定は、5.2 節に示した、下記の 2 通りの方法とする。

##### ① 実測 $F_c$ 値がある場合

$$\text{換算 } F_c > \text{実測 } F_c + 20 \quad (5.1)$$

前出の図 5.1 に示すように、PDC 試験で得られる過剰間隙水圧比 ( $\Delta u/\sigma_v'$ ) から求められる換算  $F_c$  値は、実測値に対して、概ね  $\pm 10 \sim 15\%$  の誤差がある。したがって、“薬液注入がなされている”と判定するには、換算  $F_c$  値が実測  $F_c$  値より  $10 \sim 15\%$  以上大きい必要がある。そのため、ここでは暫定的に換算  $F_c$  値が実測  $F_c$  値より  $20\%$  以上大きいことで“薬液注入がなされている”と判定することとした。

##### ② 実測 $F_c$ 値がない場合

$$\text{換算 } F_c = 20 \times \Delta u/\sigma_v' + 15 > 50 \quad (5.2)$$

基本的には実測  $F_c$  値で判定することが好ましいが、実測  $F_c$  値がない場合、ここでは暫定的に、PDC 試験による換算  $F_c$  値が粘性土相当の  $50\%$  より大きいことで、“薬液注入がなされている”と判定することとした。

#### (2) PDC 試験による一軸圧縮強さの算定方法

第 6 章および第 7 章に示したように今回の検討結果からは、 $q_u$  と  $\Delta N_d$  の関係には、土砂ごとにユニークな関係があり式 (6.2) の関係が得られた。

$$q_u = \gamma \times \Delta N_d \quad (6.2)$$

今回、係数  $\gamma$  は実際の工事で採用されている設計  $q_u$  値が  $50 \sim 100 \text{ kN/m}^2$  程度であることから、係数  $\gamma$  の下限を 20、上限を 50 と設定した（図-8.2、図-8.3 参照）。

係数  $\gamma$  は、 $F_c = 0 \sim 25\%$  までは、 $F_c$  値の関数  $f(F_c)$  とし、 $F_c$  値が  $25\%$  以上はデータがないため、安全側として上限値の 50（一定）と設定した。

$F_c < 25\%$  の場合

$$\gamma = f(F_c) = 20 + (F_c \times 1.2) \quad (8.1)$$

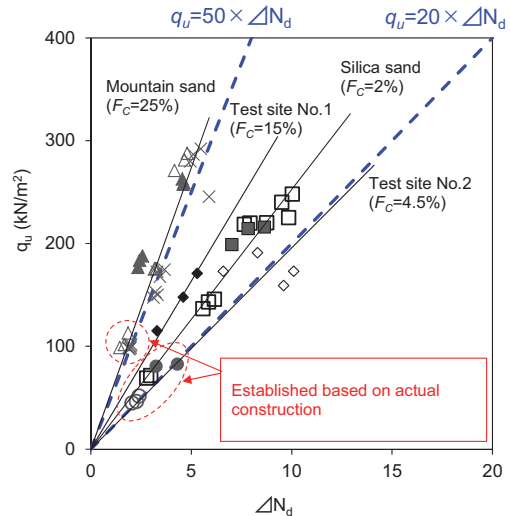


図-8.2  $\Delta N_d$  値と  $q_u$  の関係（係数  $\gamma$  の上限・下限）、縦軸：一軸圧縮強さ、横軸： $\Delta N_d$  値

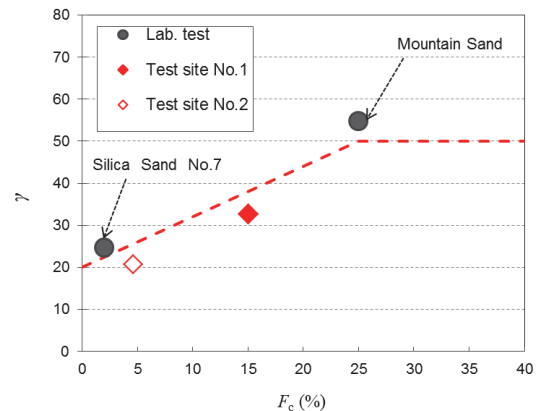


図-8.3  $F_c$  値と係数  $\gamma$  の関係、縦軸：係数  $\gamma$ 、横軸：細粒含有率

$F_c \geq 25\%$ の場合

$$\gamma = 50 \text{ (一定)} \quad (8.2)$$

具体的な  $q_u$  値の算定方法に関しては、以下の通りとした。

- 1) PDC 試験（事前）より、 $N_d$  値の深度方向 20cm 毎の平均値を算定する。
- 2) PDC 試験（事後）より、 $N_d$  値の深度方向 20cm 毎の平均値を算定する。
- 3) 改良前後の  $N_d$  値の増分（ $\Delta N_d$  値）を求める。
- 4) 事後の PDC 試験位置の近傍で採取した試料で粒度試験を行って実測  $F_c$  値を求める。
- 5)  $\Delta N_d$  値から式 (6.2)、式 (8.1)、式 (8.2) を用いて  $q_u$  値を算出する。

(3) PMT による一軸圧縮強さの算定方法

第 4 章および第 5 章で示したように、PMT を用いた評価方法では下記の、式 (4.4) と式 (5.6) を用いることとする。

原位置の  $q_u$  値は、基本的には原位置で行った PMT の繰返し載荷過程の平均  $E^*$  を係数  $\beta_{PMT}$  で除した値とする。

係数  $\beta_{PMT}$  は、現場の土砂と配合条件に合わせた室内試験で求めることとするが、室内試験結果がない場合は、安全側の 240 を暫定的に用いるものとする。

$$q_u = E^* \div \beta_{PMT} \quad (4.4)$$

$$\beta_{PMT} = \beta_{Lab} \times (240 \div 105) \quad (5.6)$$

ここで、

- $q_u$  : 地盤の一軸圧縮強さ
- $E^*$  : PMT の繰返し載荷過程における 3 回の  
変形係数の平均値  
( $= (E_{UR1} + E_{UR2} + E_{UR3}) \div 3$ )
- $E_{URi}$  :  $i$  回目の繰返し載荷過程の変形係数
- $\beta_{PMT}$  : PMT で評価する際の係数  $\beta$
- $\beta_{Lab}$  : 室内配合試験の一軸圧縮試験結果から求めた係数  $\beta$  ( $= E_{50} \div q_u$ )

## 8.4 各調査・試験の順序と位置

図-8.1 の評価フローに示した通り、基本的に事前事後の PDC 試験と試料採取（事後、物理試験が目的）を行い、その後必要な個所で PMT を実施する。

試験の位置は、浸透固化処理技術マニュアル<sup>1)</sup>などに示された通り、改良体の半径 1/2 の位置で実施する。各調査・試験の位置関係や離隔は、それぞれの影響範囲を考慮して設定する。図-8.4 に各調査・試験の位置関係を

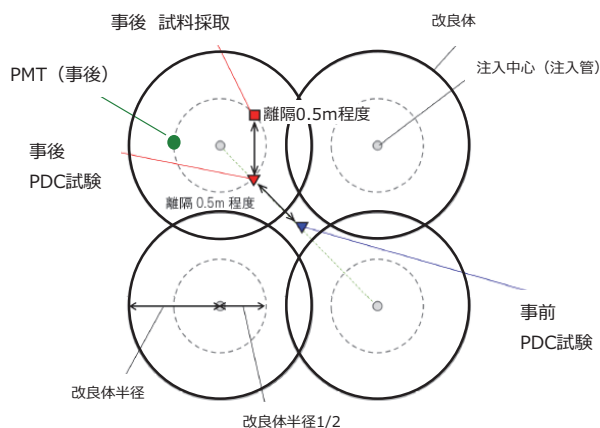


図-8.4 事前・事後調査の位置（改良体を球体と仮定）

を示す。

試料採取箇所は、採取直後にセメントベントナイト (CB) で埋戻し、最も周囲への影響範囲の大きい PMT は、最後に実施する。したがって、試験の順番は、事前 PDC → (薬液注入・養生) → 事後 PDC → 試料採取・物理試験 → CB 埋戻し・養生 → PMT となる。

## 8.5 従来の室内試験による評価フロー

ここでは、従来の室内試験（乱れの少ない試料を用いた一軸圧縮試験など）で判定する場合の評価フローを図-8.5 に示す。

この方法は、対象が礫や貝殻、ごみなどの異物をほとんど含まない比較的均一な砂地盤の場合に可能なものである。

原位置試験と従来の室内試験のいずれかの方法で評価することの判断は、施工前の地盤調査結果や確認施工の事後調査結果などから、以下を目安として決定する。

- ・対象土砂の礫分含有率が少ないこと
- ・貝殻やゴミなどの異物の混入がほとんど確認できないこと
- ・薬液注入後の試料採取率が高いこと

室内試験用の試料採取に際しては、乱れの少ない方法でかつ異物混入の影響を考慮して大型の試料を採取して試験を実施することが好ましい。具体的には、第 3 章、第 4 章で示した事例のようにブロックサンプリングを大型の供試体で実施することが好ましいが、従来のボーリングにより試料採取を行う場合には、より大口径で採取することが好ましい。今後は、新たな採取方法を試みて比較・評価することが必要と考える。

また、従来の室内試験で評価を行う場合の“目安”，すなわち、改良対象地盤の均質性や異物混入の程度の定量

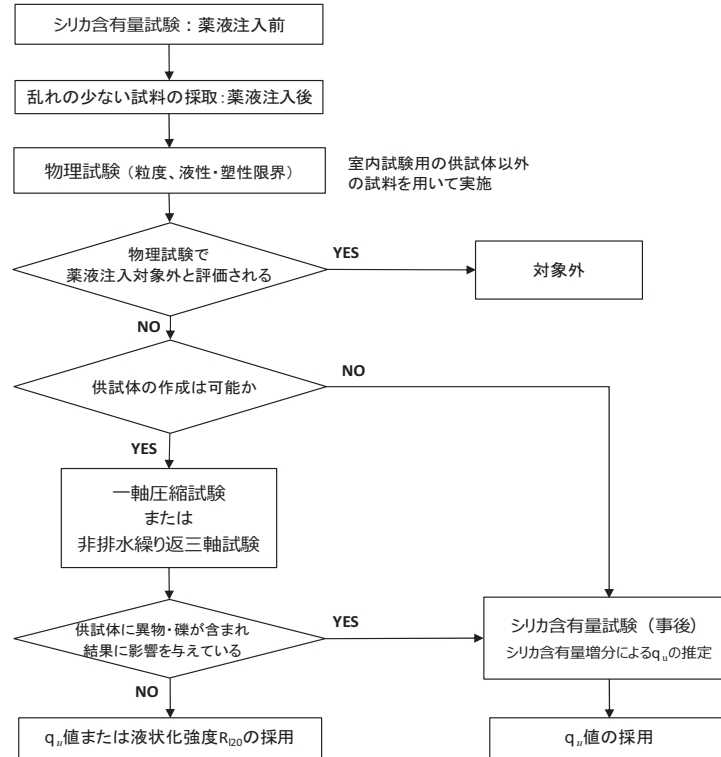


図-8.5 薬液注入地盤の品質評価フロー  
(室内試験による判定)

化（閾値の設定）など，試料の採取状況に関するデータを蓄積し，試験結果の精度を高めることが必要と考えられる。

## 9. まとめ

### 9.1 各章のまとめ

本資料は，液状化対策を目的とした薬液を注入した地盤の強度評価方法として，原位置調査法を用いた方法を室内要素試験，室内模型実験および現場調査を行うことで検討したものである。

本資料の各章のまとめを以下に記す。

第1章と第2章では，本研究の背景と目的および，薬液注入地盤の強度評価方法の現状と課題について述べた。

第3章では，従来のボーリング試料（乱れの少ない試料）を用いて一軸圧縮試験を行う方法に対し，薬液注入地盤を掘削，ブロックサンプリングした試料（BLS試料）の一軸圧縮試験を行った。その結果，従来のボーリング

試料に対して，BLS試料の強度は，1.5～4.8倍程度大きい結果となり，試料採取時の乱れの影響が大きいことがわかった。なお，BLS試料は，貝殻片などの異物混入の影響をできるだけ排除し，大型の供試体を用いた場合がもっとも強度が大きく，ばらつきが小さいことがわかった。

第4章では，薬液注入を行った実際の現場で孔内載荷試験（PMT）とその対象深度のBLS試料の一軸圧縮試験で評価した結果を示した。PMTは孔壁の乱れが少ないとされるセルフボーリング型とした。その結果，薬液注入地盤でPMTを実施することで原位置強度（一軸圧縮強さ $q_u$ ）を推定する方法が2つ得られた。

a) PMTの有効降伏圧力 $P_y'$ から推定する方法：

$$q_u = 0.60 \times P_y' \quad (4.2)$$

b) PMTの繰返し載荷過程の変形係数の平均値 $E^*$ から推定する方法：

$$q_u = E^* \div 240 \quad (4.5)$$

第5章では、上記のPMTによる2つの評価方法に関していくつかの課題を示し、実務上での評価法の提案を行った。そこでは、PMTはセルフボーリング型とプレボーリング型の2種類があるが、いずれの試験方法を使う場合も、繰返し载荷過程の変形係数の平均値 $E^*$ による方法(上記b)の方法)で評価することが好ましいことを示した。また、PMTで薬液注入地盤を評価するには、薬液浸透の確認がなされることが必要条件であることを述べ、その評価方法の提案を行った。さらに、プレボーリング型のPMTを行った場合の留意点を示した。最後に、粒度などが異なる多様な砂地盤への適用方法の検討を行った結果を示した。

第6章では、薬液注入地盤のPMTによる評価方法に対して、薬液注入前後のPDC試験による評価方法に関して、室内模型地盤を用いて行った検討結果を示した。ここでは、2種類の砂を対象に、地盤の乾燥密度や薬液注入による強度をコントロールして作製した模型地盤でPDC試験を行った。2種類の砂は、細粒分が少なく均等係数の小さい珪砂7号と、比較的、細粒分が多く均等係数が大きい山砂とした。

その結果、薬液注入前後の $N_d$ 値の増加( $\Delta N_d$ 値)と薬液注入地盤の一軸圧縮強さ $q_u$ は、砂ごとに原点を通る線形関係、 $q_u = \gamma \times \Delta N_d$ で整理できるということが分かった。また、係数 $\gamma$ は、珪砂7号で25.3、山砂で54.7であった。ただし、液状化対策の薬液注入で必要とされる一軸圧縮強さは、50~100kN/m<sup>2</sup>程度であることを考えると、必要な $\Delta N_d$ 値は1~3程度と小さく、実際の適用における試験の精度の問題や、埋立地盤などばらつきの大きい地盤での適用性に課題が残るということが分かった。

第7章では、実際の薬液注入地盤において、PDC試験とBLS試料による一軸圧縮試験を2か所の現場で行い、第6章で得られた模型地盤実験で得られた $q_u \sim \Delta N_d$ 値関係の検証を行った。その結果、第6章と同様に砂ごとに原点を通る線形関係( $q_u = \gamma \times \Delta N_d$ )で整理できる結果が得られ、係数 $\gamma$ に関しては、細粒分含有率 $F_c$ 値と比較的良好な相関性があることが分かった。

第8章では、前章までの検討結果を受け、薬液注入地盤の強度評価に関して、評価フローと具体的な評価方法をとりまとめた。評価フローは、基本的に薬液注入の事前事後のPDC試験と試料採取(事後:物理試験を実施)を行い、その後必要な箇所のPMTで補完するというものである。また、従来の試料採取と室内試験による評価方法も示し、留意点などを示した。

原位置試験(PDC試験やPMT)で薬液注入地盤の強度評価を行うに当たっては、薬液浸透が確実になされた地盤と評価できることが前提(必要条件)であることを示した。具体的には、薬液注入後のPDC試験の水圧応答からの換算 $F_c$ 値が実測 $F_c$ 値より十分に大きいこと、障害物による欠測などでPDC試験データがない場合は、シリカ含有量増分で確認する方法で補完するというものである。

## 9.2 地盤全体の液状化対策としての評価について(仕様規定と性能規定について)

本資料は、「原位置試験による液状化改良効果の判定手法」を提案したものである。言い換えると、液状化対策としての要求性能に対して決められた仕様(今回は設計一軸圧縮強さ)を満足できるか否かを評価する方法を提案したものである。したがって、図-8.1や図-8.5に示した評価フローは、液状化対策に対する仕様規定に関する評価方法を示したものと見える。

一方で、液状化対策の目的は、対象施設として地震後に要求性能を満足させることにあり、場合によっては地盤全体としては、液状化の発生を一部許容する設計も有り得ると考えられる。これは上述の仕様規定に対して、性能規定に対する設計と呼ばれる考え方である。

検討対象構造物(施設)の性能規定に対する設計では、要求性能を満足するため液状化対策の必要性を検討し、液状化対策工を設計・施工することになる。液状化現象であることから、地震作用(レベル1地震、レベル2地震)に対して、施設の設置目的や重要度から、要求性能を定義し、性能規定、すなわち施設の損傷程度(安全性、修復性、使用性に対応した損傷程度)を照査することになる。

例えば、「係留施設」を想定した場合、施設の「目的」は船舶の接岸・係留・荷役を可能とすることであり、重力式、矢板式、栈橋等の構造別に性能規定を設定し照査することになる。矢板式係船岸の場合、法線のはらみ出し量、沈下量、矢板本体の応力状態、矢板根入れ部の基礎地盤の変状、タイロッドの張力、控え工の応力状態、変形、背後地盤の段差等を照査項目とすることが多い。他の構造形式についても、各々の構造特性に応じた性能規定を設定し照査することになる。レベル2地震を対象とした場合、照査法としては有効応力地震応答解析(例えばFLIP)が用いられることが多く、薬液注入工法を適用した場合の改良体の地震時挙動については「地盤剛性を10%程度大きくし、過剰間隙水圧の上昇が無い」とモデル化して解析しており、現時点では概ね妥当なモデル



であると考えられる。ただし、構造別の性能規定（多数の照査項目）に適したモデルとなっているかは未解明であり、今後の検討の余地がある。したがって今後は、対象施設の要求性能の照査のための様々な知見の蓄積、すなわち、改良地盤の地震時挙動を適切にモデル化するための、照査手法（有効応力地震応答解析等）および施設の構造特性を意識したデータ（被害調査、模型実験、要素試験等）の蓄積が必要と考えられる。

## 10. おわりに

我が国の沿岸部の埋立地の多くは、液状化対策を要するものの、土質のばらつきが大きく不規則に粘性土や異物が混在しているようなケースが多い。このような地盤で供用中の施設直下の液状化対策として、薬液注入による対策が計画されることが多い。このような地盤に対して薬液注入による対策が効果的に行われるかに関して、工事計画・設計の段階と実際の薬液注入後に、的確に評価する必要がある。本資料は、その方法として原位置試験による強度評価の検討を行ったものである。

その結果、原位置試験による評価方法は、従来の方法（試料採取と室内強度試験）に対して、試料採取時の乱れなどの影響で強度が過小評価されることを回避でき、適切に評価できる可能性が高いことが明らかにすることができた。また、今回示した原位置試験では、地盤を深度方向に連続した情報が得られ、従来の“点の情報”である「採取試料の室内試験」に対して、地盤全体をより的確に評価できる方法ともいえる。ただし、改良地盤の出来形全体を評価する方法が、薬液注入地盤では確立されておらず、物理探査法など技術の今後の進展を期待するところである。

一方で、第9章9.2節で述べたように、地盤全体としての液状化対策は、より合理的で経済的な手法を考える上では、対象施設の要求性能に合わせた性能規定で評価することも重要といえる。それには今後、対象施設の要求性能の照査のための様々な知見の蓄積が必要と考えられる。

また、本資料で対象とした、薬液注入工法による改良メカニズムの概念は、間隙水を比較的ゲルタイムが長く粘度が低い薬液で置換し、薬液がゲル化することにより砂粒子間に付着力を付加（粘着力）、ゲルの存在により変形し難くなり正のダイレイタンスの発生が抑制されることである。すなわち、砂粒子がバラバラになり液体状に変化する、いわゆる「液状化現象」とは異なる挙動を示すものと考えられる。したがって、薬液注入地盤の液

状化抵抗を、現状の非排水繰返し三軸試験から得られる液状化強度比と一軸圧縮強さの関係で関連付ける考え方も、今後検討の余地があると考えられる。

(2019年10月 日受付)

## 参考文献

- 1) 一般財団法人 沿岸技術研究センター：浸透固化処理工法 技術マニュアル（2010年度版），pp.105，平成22年6月
- 2) 例えば、岡田和成，上月健司，佐々木隆光，末政直晃：供用中岸壁の大規模地盤改良工事における各種原位置試験による注入固化地盤の評価例，第10回地盤改良シンポジウム論文集，pp.47-54，2012.10.
- 3) 日本グラウト協会：「恒久グラウト注入工法施工指針」，pp.42，平成24年3月
- 4) 文献1)，pp.110-112
- 5) 河村健輔，田中一章，善功企，笠間清伸，三根範俊：溶液型薬液注入工法の原位置試験による改良強度の評価手法，土木学会第57回年次学術講演会，pp.203-204，2002.9.
- 6) 米倉亮三・島田俊介；薬液注入の長期耐久性と恒久グラウト本設注入工法の設計施工：環境保全型液状化対策工と品質管理，近代科学社，pp.302，2016.10.
- 7) 地盤工学会 関東支部：薬液注入工法の設計・施工法および試験方法に関する研究委員会報告書，pp.86，平成27年5月.
- 8) 松本幸久，水野健太，岡田和成，倉岡研一，中野義仁：連続打撃の貫入試験による薬液改良土のN値増加特性，第48回地盤工学研究発表会，pp.1825-1826，2013.7.
- 9) 今村大介，荒木昭俊，横井勉，中野義仁：連続打撃動的貫入試験によるシリカボール改良土の評価，土木学会第68回年次学術講演会講演概要集，pp.455-456，2013.9.
- 10) 佐々木勝，久保田耕司，菅野高弘，中澤博志，竹村淳一，渋谷雄司，渡部善則：高密度表面波探査を用いた空港滑走路下における地盤改良効果の検証，第45回地盤工学研究発表会，pp.67-68，2010.7.
- 11) 小峯秀雄：電気比抵抗による薬液注入改良部の充填率の評価方法，土木学会論文集 No.463, III-22，pp.153-162，1993.
- 12) 山崎浩之，善功企，河村健輔：溶液型薬液注入工法の液状化対策への応用，港湾空港技術研究所報告，vol.41，No.2，pp.119-151，2002.



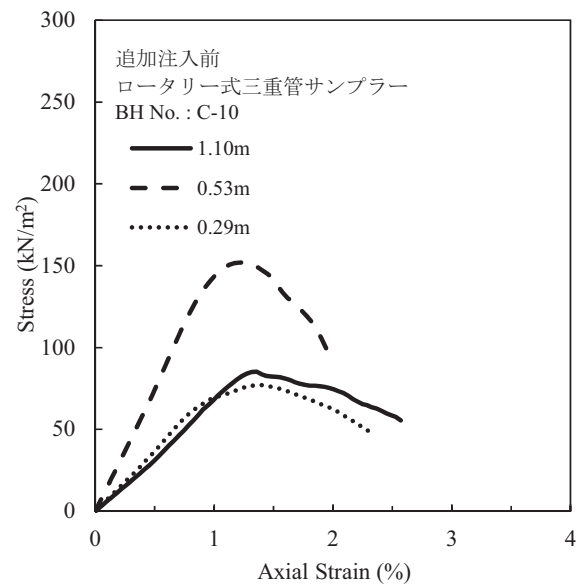
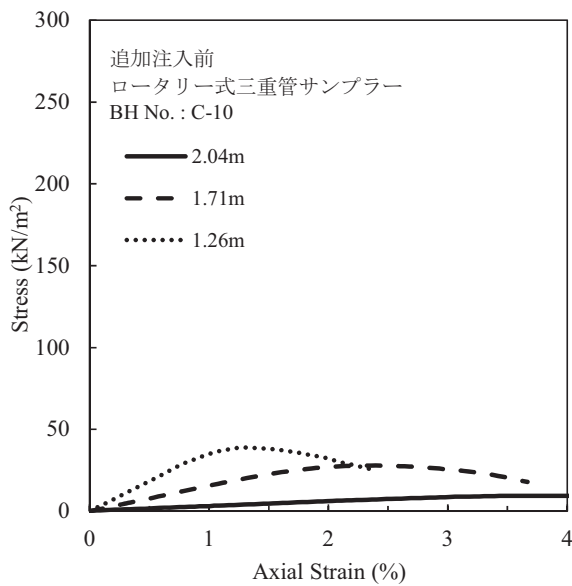
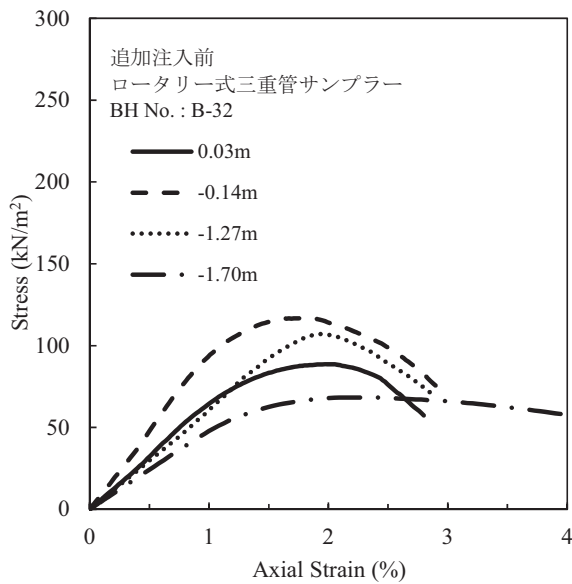
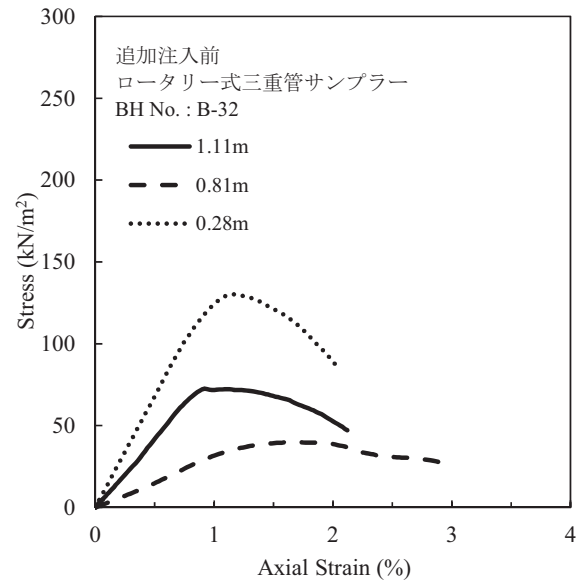
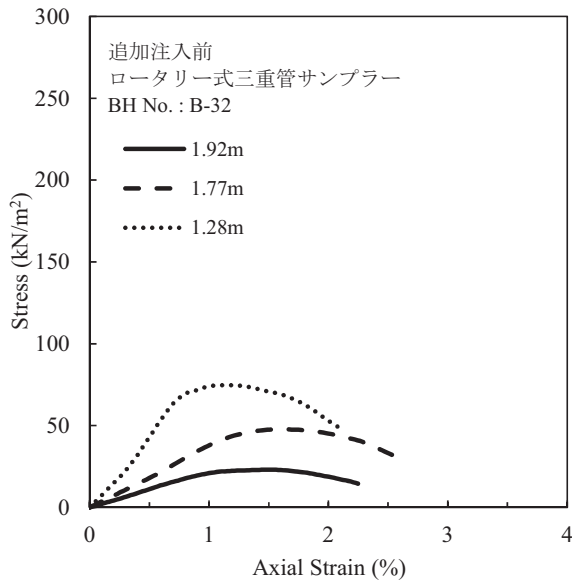
- 13) Ladd,C.C., Lambe,T.W.(1968) : The Strength of “Undisturbed” Clay Determined From Undrained Test,STP No.361,*National Research Council of Canada-American Society of Testing and Materials Symposium Laboratory Shear Testing of Soils.*
- 14) 奥村樹郎 (1974) : 粘土の攪乱とサンプリング方法の改善に関する研究, 港湾技研資料, No.193.pp.145.
- 15) 土田孝, 小林正樹, 山川匠, 平良聡 (1988) : 一軸圧縮強度 ばらつきとその要因について, 港湾技術研究所報告 Vol.27, No.1, pp.93-124.
- 16) 土田孝, 水上純一, 及川研, 森好生(1989) : 一軸圧縮試験と三軸試験を併用した新しい粘性土地盤の強度決定法, 港湾技術研究所報告, Vol.28, No.3, pp.135-143.
- 17) 地盤工学会 : 地盤調査の方法と解説 (2013), p.688.
- 18) 日本道路協会 : 道路橋示方書・同解説 IV下部構造編, (2017), pp.187-190.
- 19) 藤井紀之, 東畑郁生, 規矩大義, 澤田俊一, 吉澤大造, 信本実, 植村一瑛 : 間隙水圧測定を伴う動的貫入試験法ーその 16 過剰間隙水圧に着目した  $F_c$  の推定ー, 第 48 回地盤工学会研究発表会, pp.355-356, 2013 年 7 月
- 20) 吉澤大造, 澤田俊一, 信本実 : ピエゾドライブコーンによる細粒分含有率の推定に関する打撃速度の影響検討, 全地連「技術フォーラム 2013」長野, 論文番号 67, 2013 年 9 月
- 21) 澤田俊一 : ピエゾドライブコーン (PDC) による液状化判定, 小規模建築物の地盤調査法シンポジウム「宅地の液状化判定のための地盤調査法」, pp.35-42, 2013 年 12 月
- 22) 信本実, 澤田俊一 : 液状化ポテンシャルサウンディング (PDC) の紹介, 第 9 回地盤工学会関東支部発表会, 2012 年 10 月
- 23) 諏訪裕哉, 末政直晃, 島田俊介, 佐々木隆光 : 薬液改良体の強度予測に影響する改良体構成要素の諸特性, 第 41 回地盤工学会研究発表会, pp.789-790, 2006 年 7 月
- 24) 社本康広, 天利実, 風間広志, 桂豊 : 特殊シリカ系薬液注入改良土の相対密度と一軸圧縮強度の関係, 第 40 回地盤工学会研究発表会, 2005 年 7 月

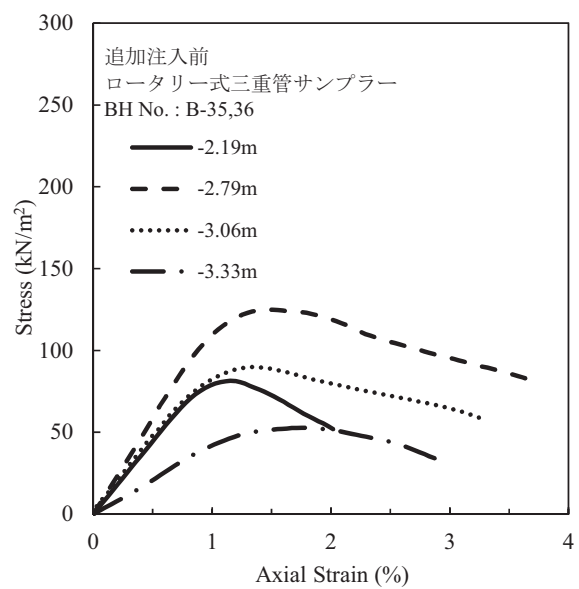
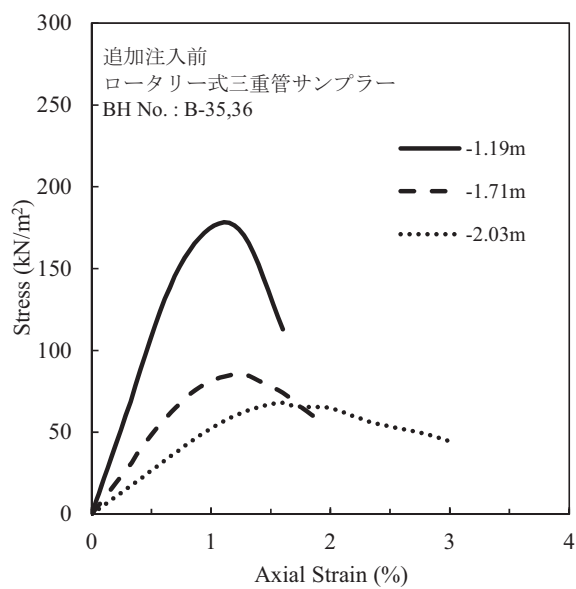
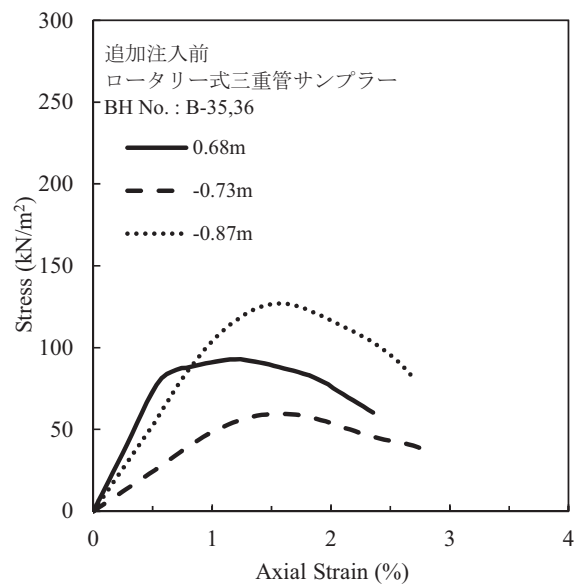
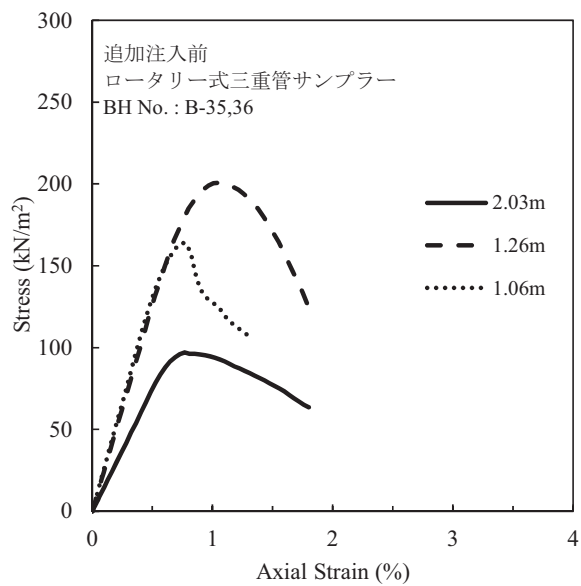
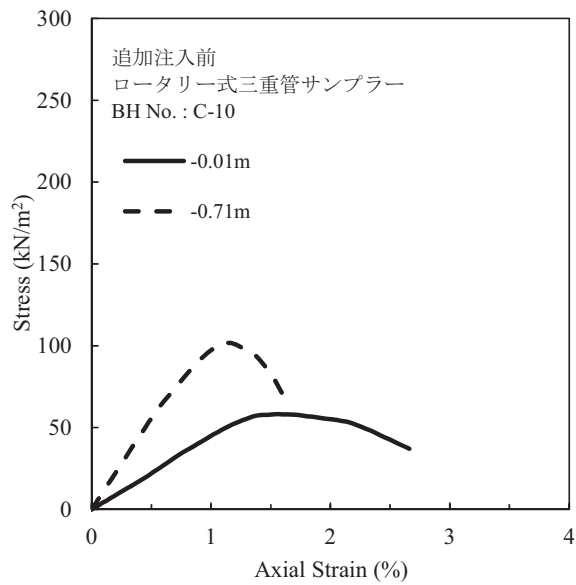
付録A 検証に用いた試験結果

A.1 一軸圧縮試験結果（追加注入前，ロータリー式三重管サンプラー試料）（第3章第5節）

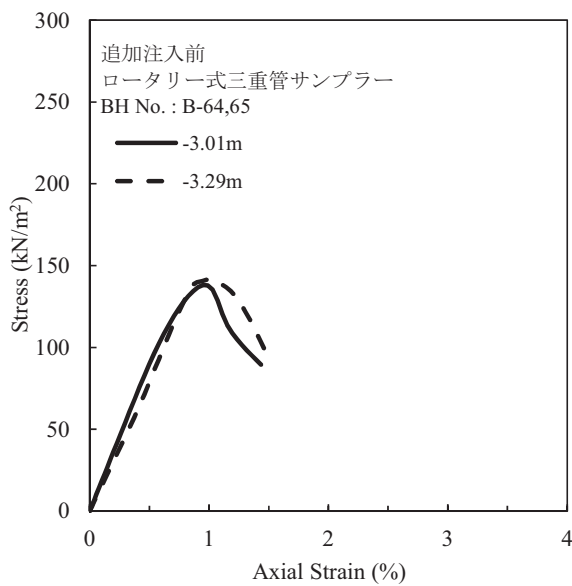
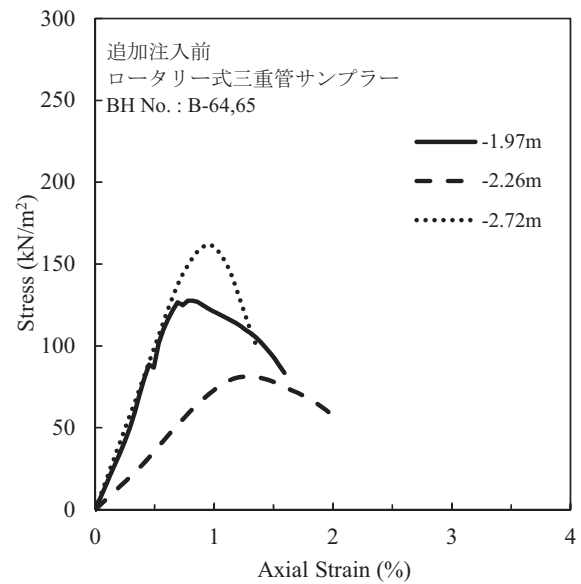
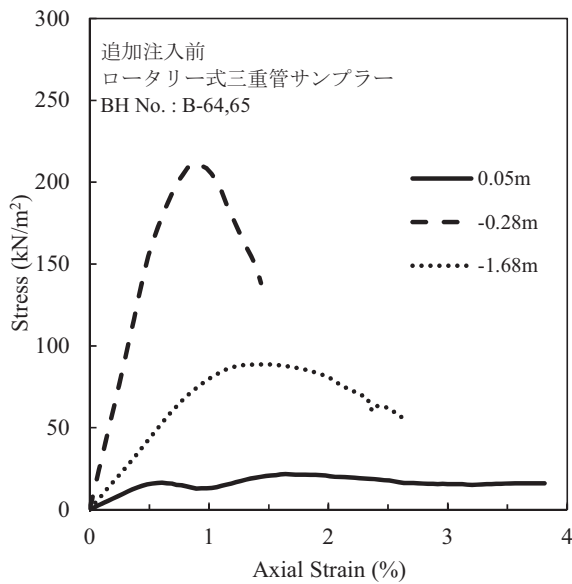
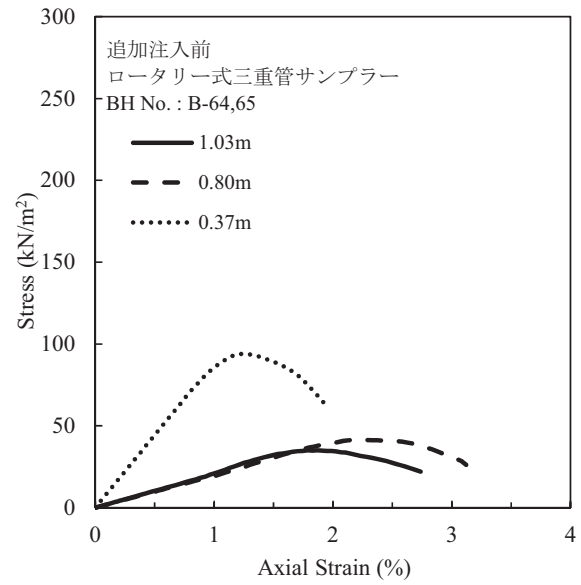
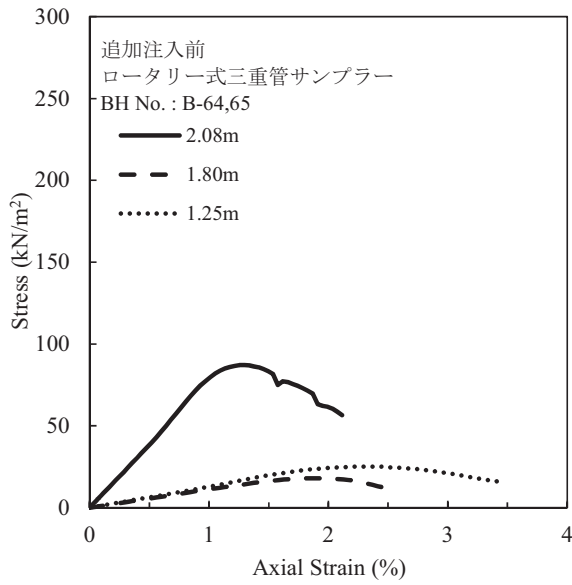
採取層	ボーリング No.	採取深度 (A.P.m)	供試体サイズ ( $\phi$ *h, cm)	湿潤密度 $\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> )	一軸圧縮強さ, $q_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	破壊ひずみ (%)	変形係数, $E_{50}$ (MN/m <sup>2</sup> )	$E_{50}/q_u$	備考
Bs層	B-32	1.92	5*10	1.762	23.0	1.46	2.24	97.4	
		1.77	5*10	1.790	47.8	1.59	3.66	76.6	
		1.28	5*10	1.867	74.7	1.09	8.33	111.5	
		1.11	5*10	1.859	72.5	0.92	8.28	114.2	
		0.81	5*10	1.839	40.0	1.67	3.09	77.3	
		0.28	5*10	1.822	130.2	1.17	13.59	104.4	
		0.03	5*10	1.729	88.7	2.03	6.63	74.7	
		-0.14	5*10	1.766	117.0	1.81	9.70	82.9	
		-1.27	5*10	1.847	107.1	1.93	6.03	56.3	
		-1.70	5*10	1.773	68.4	2.31	4.84	70.8	
Bs層	C-10	2.04	5*10	1.840	9.4	3.68	0.31	33.0	
		1.71	5*10	2.022	27.9	2.40	1.55	55.6	
		1.26	5*10	1.909	38.9	1.31	3.67	94.3	
		1.10	5*10	1.888	85.2	1.36	6.51	76.4	
		0.53	5*10	1.842	152.0	1.25	14.89	98.0	
		0.29	5*10	1.830	77.1	1.40	7.39	95.8	
		-0.01	5*10	1.836	58.1	1.56	4.52	77.8	
		-0.71	5*10	1.762	101.8	1.13	11.14	109.4	
Bs層	B-35,36	2.03	5*10	1.852	97.1	0.77	14.76	152.0	
		1.26	5*10	1.887	200.7	1.05	25.11	125.1	
		1.06	5*10	1.868	164.1	0.78	26.69	162.6	
		0.68	5*10	1.866	92.9	1.24	14.44	155.4	
		-0.73	5*10	1.808	59.5	1.50	4.91	82.5	
		-0.87	5*10	1.813	126.9	1.55	10.71	84.4	
		-1.19	5*10	1.813	178.3	1.11	21.64	121.4	
		-1.71	5*10	1.739	85.5	1.24	9.69	113.3	
		-2.03	5*10	1.762	68.2	1.59	5.35	78.4	
		-2.19	5*10	1.741	81.5	1.15	8.89	109.1	
		-2.79	5*10	1.870	124.9	1.47	11.80	94.5	
		-3.06	5*10	1.868	89.9	1.36	9.66	107.5	
-3.33	5*10	1.801	52.7	1.75	4.29	81.4			
Bs層	B-64,65	2.08	5*10	1.947	87.2	1.30	7.75	88.9	
		1.80	5*10	1.973	18.0	1.83	1.12	62.2	
		1.25	5*10	1.971	25.1	2.36	1.28	51.0	
		1.03	5*10	1.968	35.0	1.79	2.05	58.6	
		0.80	5*10	1.948	41.3	2.17	1.96	47.5	
		0.37	5*10	1.879	94.0	1.27	8.88	94.5	
		0.05	5*10	1.884	21.7	1.64	3.45	159.0	
		-0.28	5*10	1.877	211.5	0.90	31.39	148.4	
		-1.68	5*10	1.804	88.7	1.43	8.69	98.0	
		-1.97	5*10	1.809	127.6	0.82	18.83	147.6	
		-2.26	5*10	1.815	81.2	1.33	7.35	90.5	
		-2.72	5*10	1.820	161.9	0.95	19.78	122.2	
		-3.01	5*10	1.823	138.2	0.95	18.16	131.4	
-3.29	5*10	1.817	141.5	0.98	15.55	109.9			
Bs層	A-16,17	-1.45	5*10	1.875	39.7	1.88	2.48	62.5	貝殻片
		-2.29	5*10	1.889	10.5	1.52	1.16	110.5	
		-2.57	5*10	1.818	29.7	1.51	2.57	86.5	
		-4.29	5*10	1.741	28.1	1.43	2.40	85.4	粘土塊
		-4.57	5*10	1.747	38.8	1.69	2.57	66.2	粘土塊
		-4.85	5*10	1.805	25.3	2.15	1.55	61.3	粘土塊

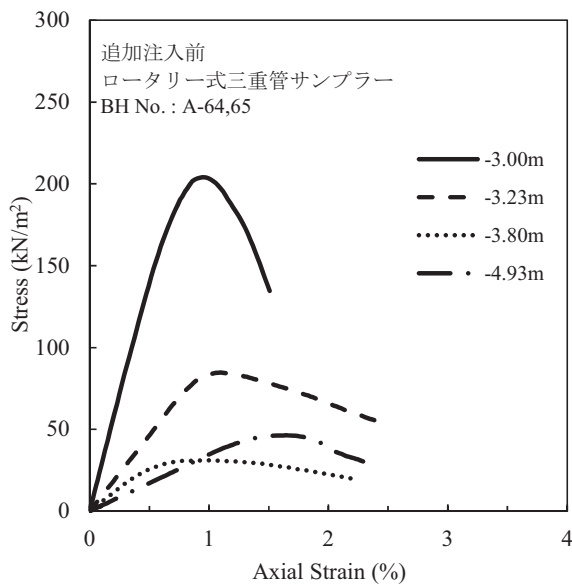
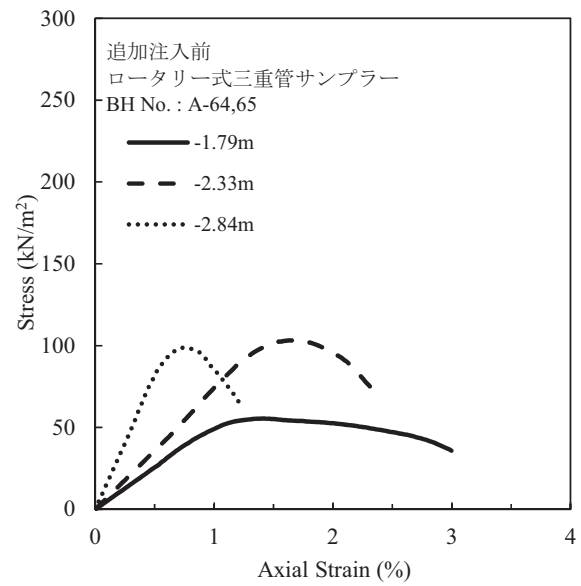
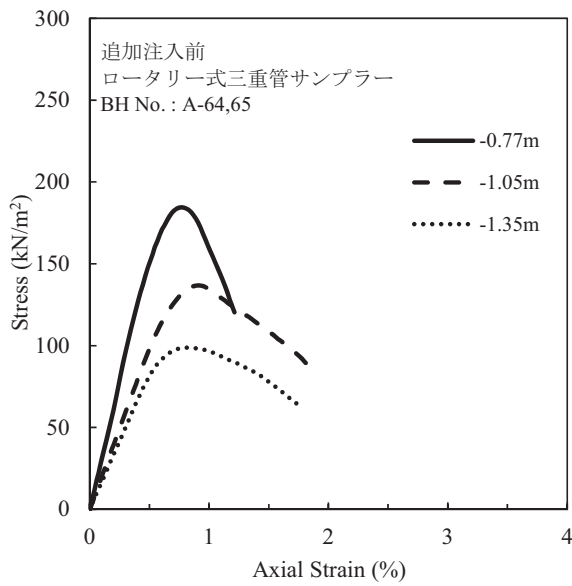
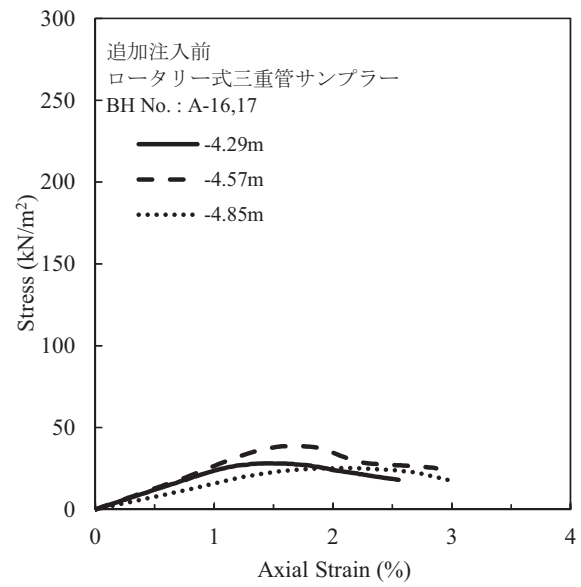
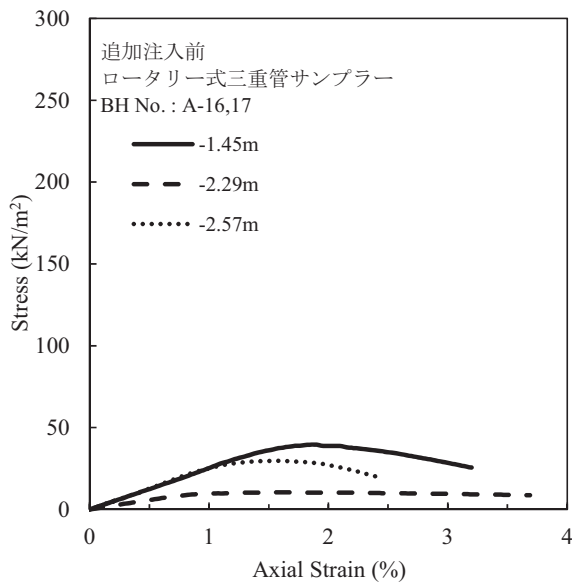
Bs層	A-64,65	-0.77	5*10	1.884	184.6	0.77	31.95	173.1	
		-1.05	5*10	1.891	136.8	0.91	19.78	144.6	
		-1.35	5*10	1.898	98.8	0.79	16.66	168.6	
		-1.79	5*10	1.909	55.5	1.40	5.16	93.0	
		-2.33	5*10	1.821	103.1	1.64	7.24	70.2	
		-2.84	5*10	1.877	98.8	0.74	16.28	164.8	
		-3.00	5*10	1.827	204.0	0.96	28.33	138.9	
		-3.23	5*10	1.918	84.7	1.10	9.25	109.2	
		-3.80	5*10	1.853	31.1	0.96	5.67	182.3	貝殼片
		-4.93	5*10	1.708	46.4	1.65	3.42	73.7	粘土塊
Bs層	A-50,51	-1.87	5*10	1.859	8.2	3.23	0.34	41.5	貝殼
		-2.95	5*10	1.869	7.7	1.95	1.01	131.2	互層
		-3.70	5*10	1.871	114.7	0.89	13.03	113.6	
		-4.53	5*10	1.836	66.3	1.87	4.45	67.1	龜裂？
		-4.65	5*10	1.810	98.4	2.00	6.25	63.5	
Bs層	B-13,14	-1.71	5*10	1.816	142.5	1.55	13.16	92.4	
		-1.96	5*10	1.775	42.8	1.86	3.66	85.5	割裂注入
		-2.21	5*10	1.738	59.6	2.58	2.81	47.1	割裂注入
		-2.58	5*10	1.810	89.9	2.06	5.88	65.4	割裂注入
Bs層	C-13,14	1.41	5*10	1.826	43.1	1.11	5.04	116.9	
		1.12	5*10	1.756	48.7	1.54	4.63	95.1	
		0.70	5*10	1.860	115.6	1.07	15.10	130.6	貝殼片

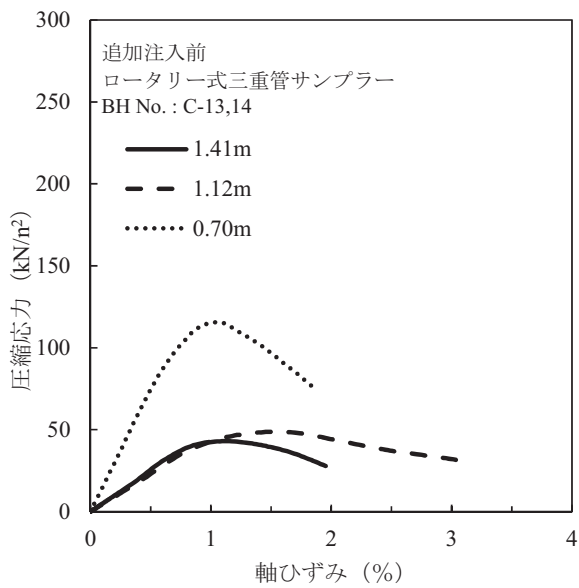
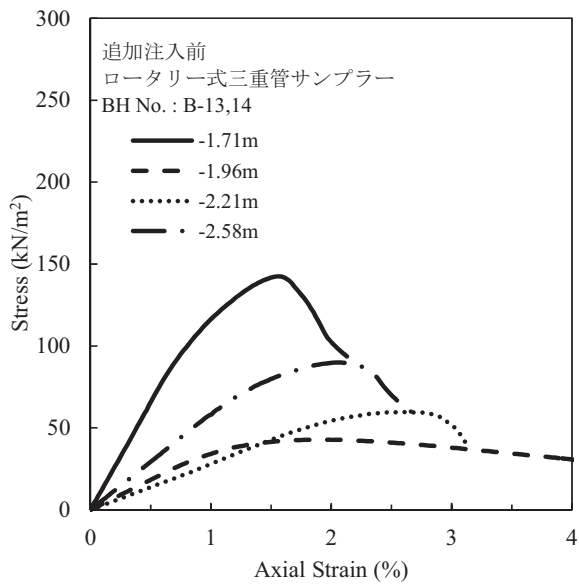
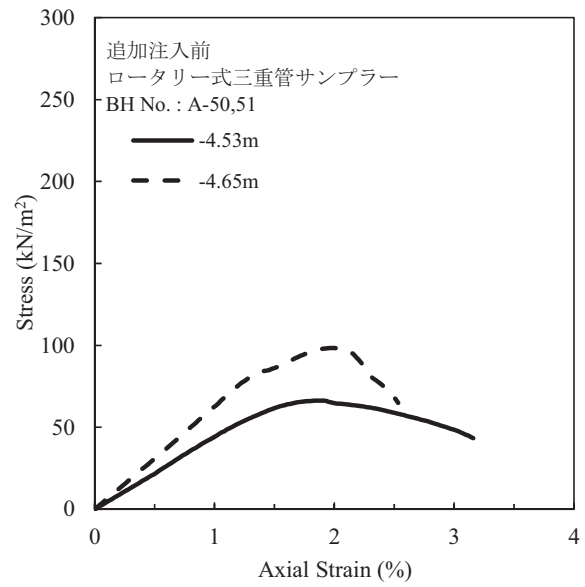
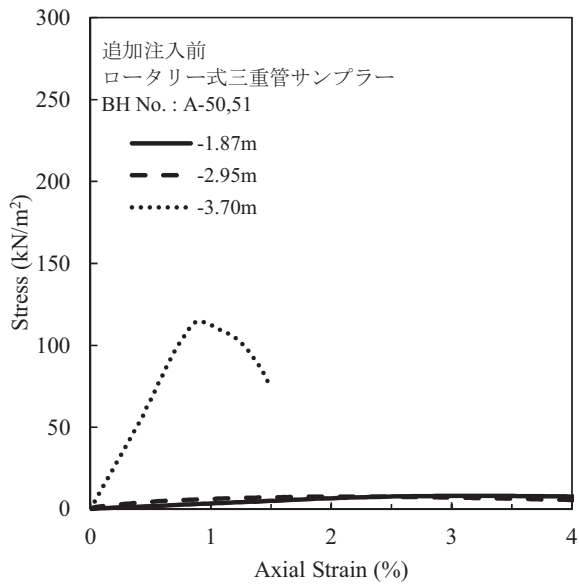










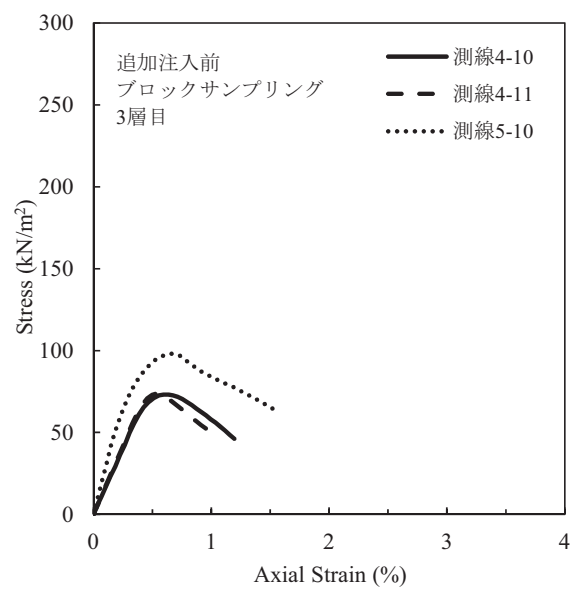
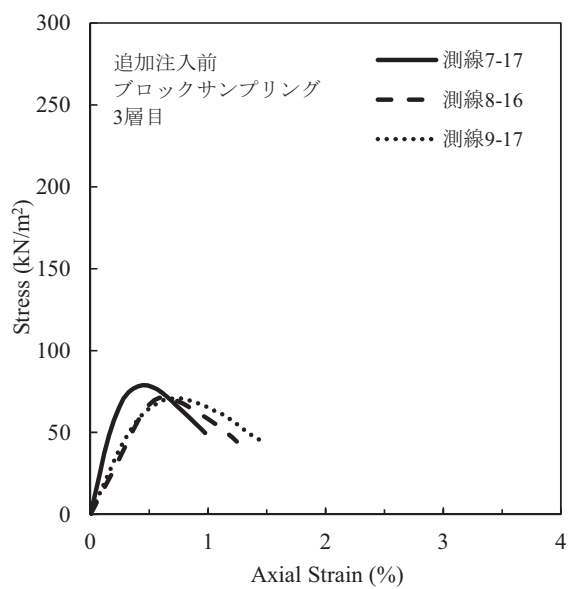
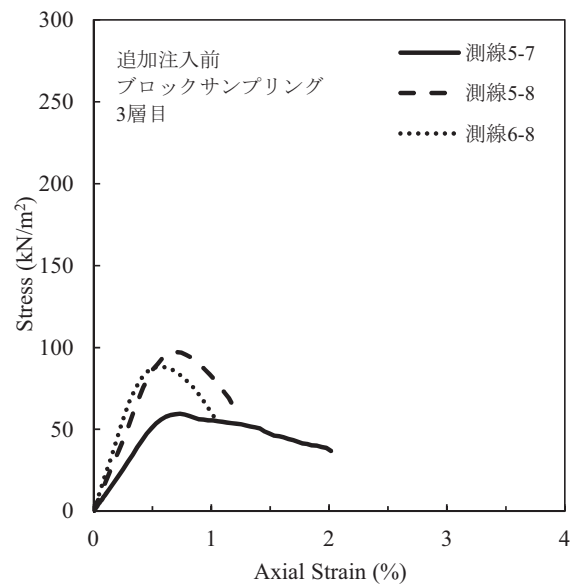
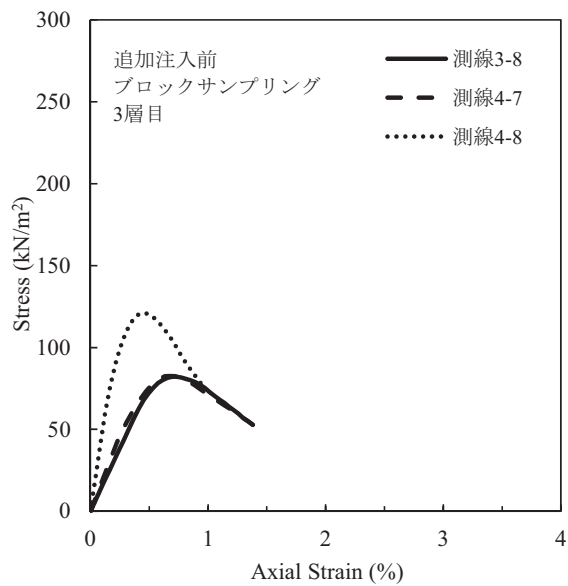
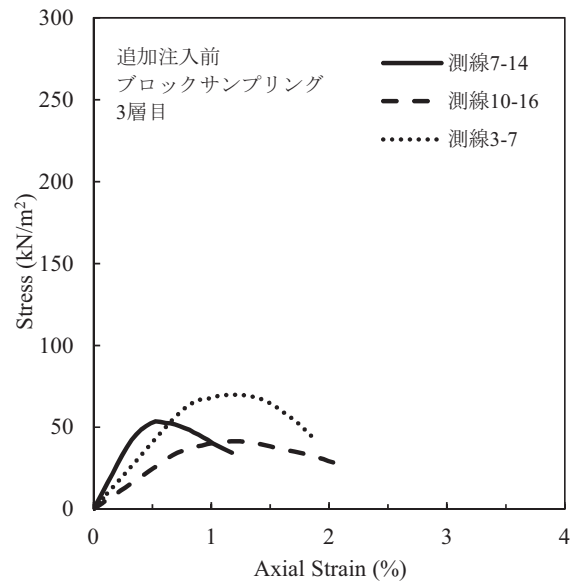
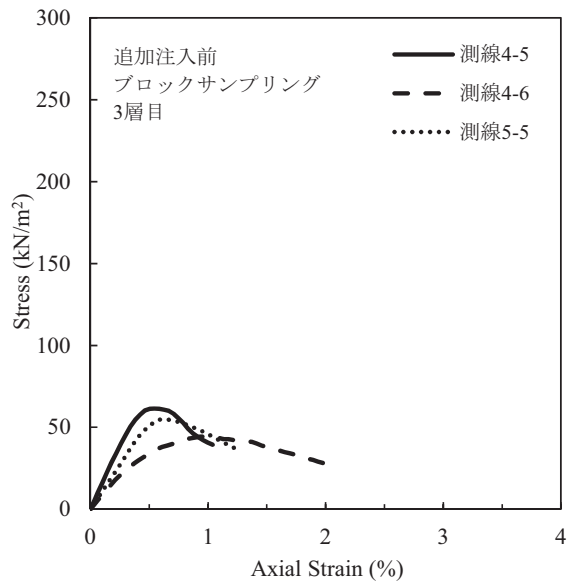


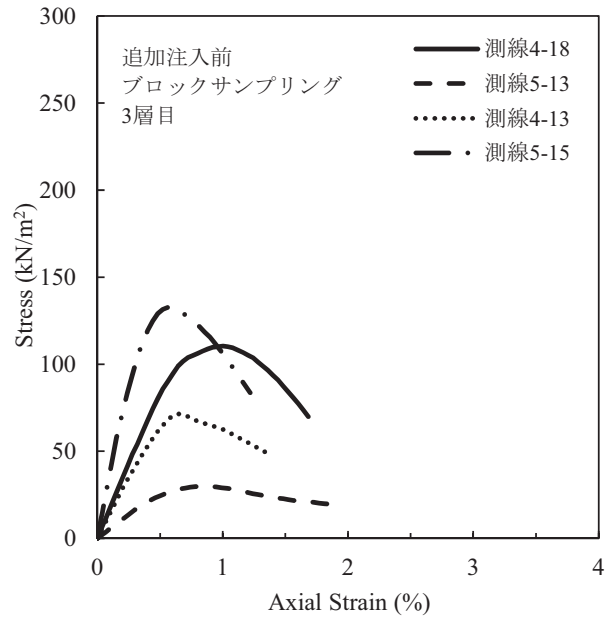
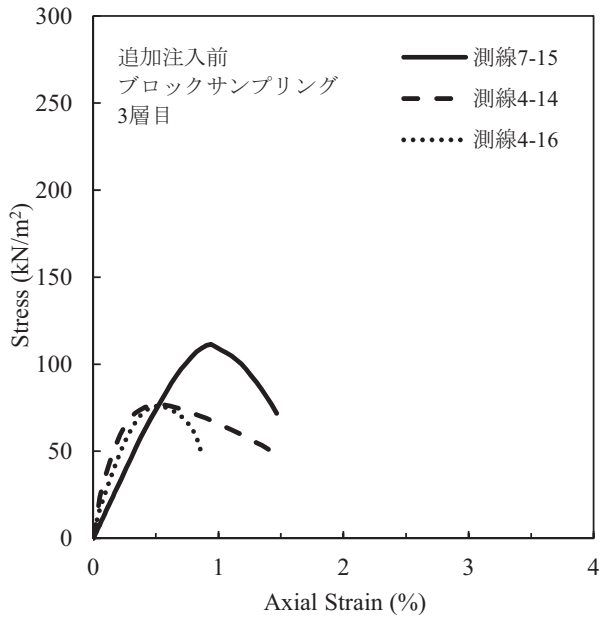
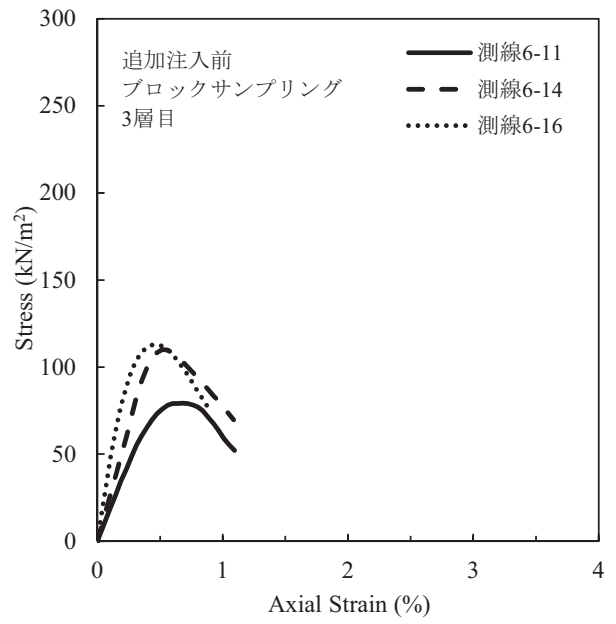
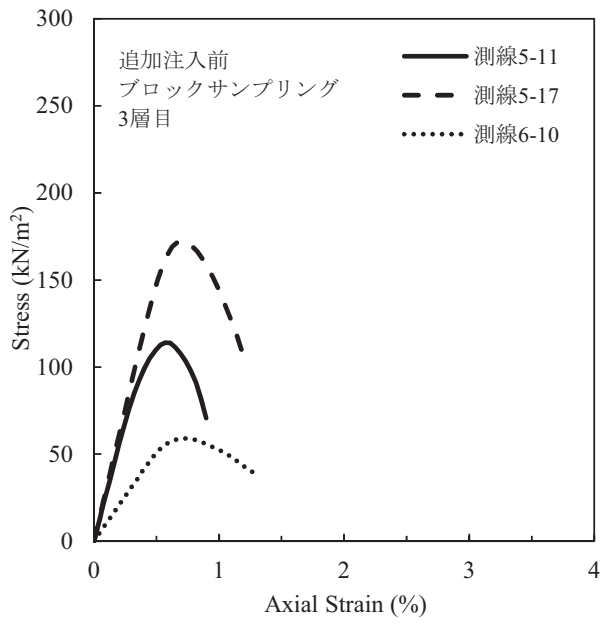
A.2 一軸圧縮試験結果（追加注入前，ブロックサンプリング試料）（第3章第5節）

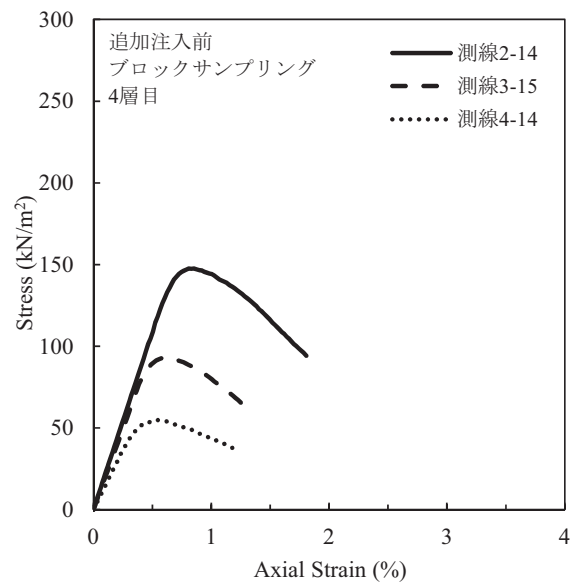
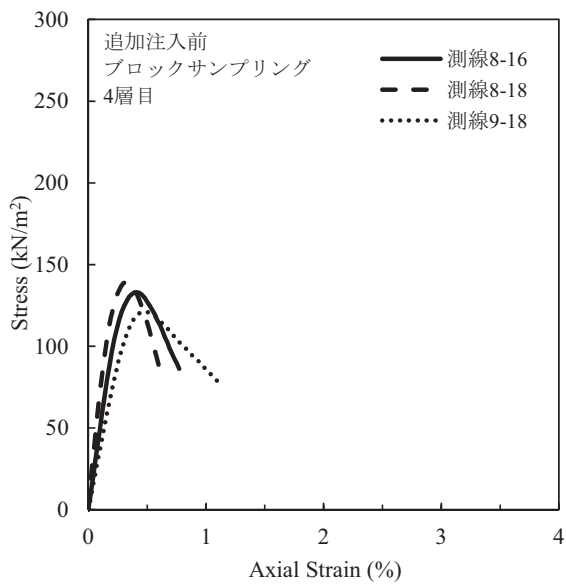
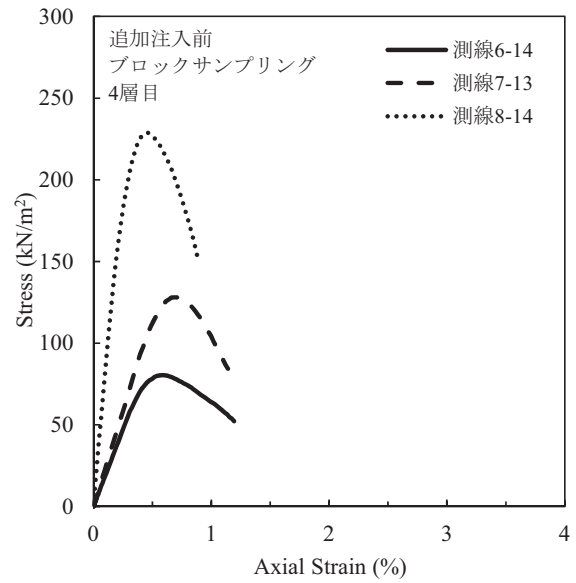
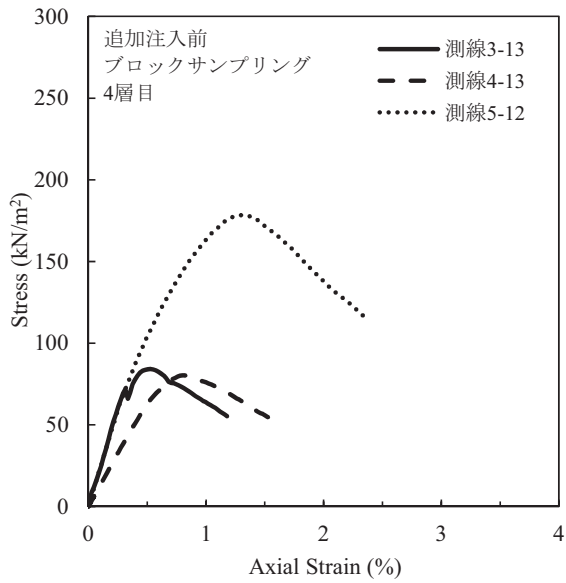
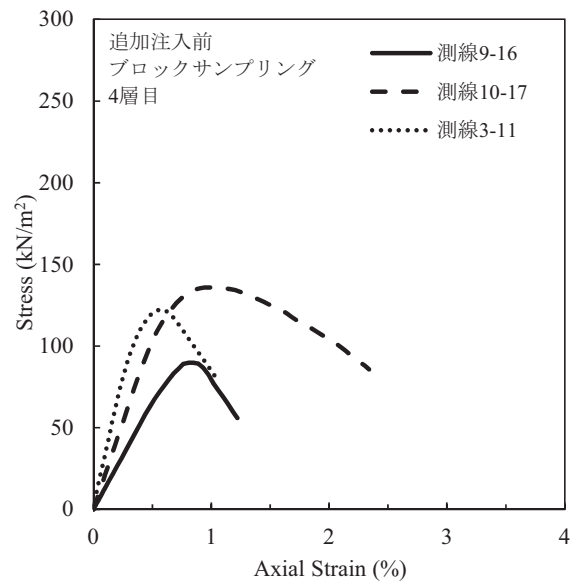
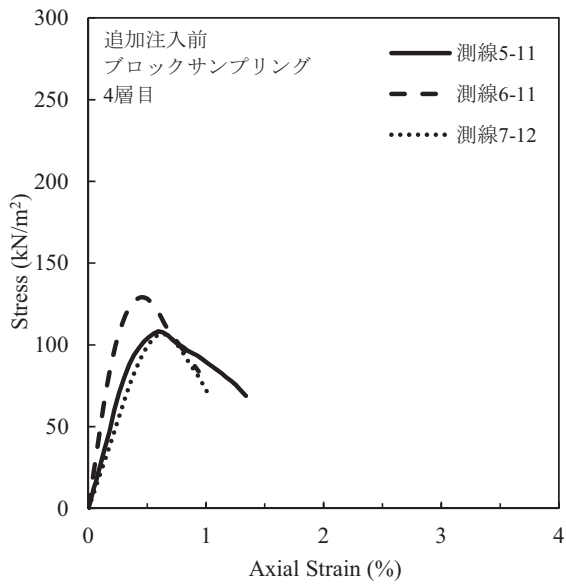
採取層 (層目)	調査位置	採取深度 (A.P.m)	供試体 サイズ ( $\phi$ *h, cm)	湿潤密度 $\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> )	一軸圧縮 強さ, $q_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	破壊ひずみ (%)	変形係数, $E_{50}$ (MN/m <sup>2</sup> )	$E_{50}/q_u$	備考 (貝殻混入 判定)
3	測線4-5	2.0	10*20	1.780	62	0.54	15.53	253	影響大
3	測線4-6	2.0	5*10	1.899	45	1.01	8.00	179	影響大
3	測線5-5	2.0	5*10	1.890	55	0.62	10.76	196	影響大
3	測線7-14	2.0	9*15	1.827	54	0.53	13.48	251	影響大
3	測線10-16	2.0	5*10	1.896	42	1.25	4.89	118	影響大
3	測線3-7	2.0	5*10	1.886	70	1.17	8.16	117	影響大
3	測線3-8	2.0	5*10	1.915	82	0.74	15.40	187	影響大
3	測線4-7	2.0	10*20	1.814	83	0.68	18.66	226	影響大
3	測線4-8	2.0	10*20	1.897	121	0.46	45.69	377	影響大
3	測線5-7	2.0	5*10	1.944	60	0.73	10.29	173	影響大
3	測線5-8	2.0	5*10	1.938	97	0.71	17.45	179	影響大
3	測線6-8	2.0	10*20	1.889	88	0.55	22.47	254	影響大
3	測線7-17	2.0	10*20	1.811	79	0.45	30.36	385	影響大
3	測線8-16	2.0	10*20	1.710	72	0.62	13.99	196	影響大
3	測線9-17	2.0	5*10	1.944	71	0.72	16.12	227	影響小
3	測線4-10	2.0	5*10	1.849	73	0.60	15.94	218	影響小
3	測線4-11	2.0	10*20	1.920	74	0.54	16.74	227	影響大
3	測線5-10	2.0	5*10	1.953	98	0.68	27.08	276	影響小
3	測線5-11	2.0	5*10	1.871	114	0.57	27.38	240	影響小
3	測線5-17	2.0	5*10	1.858	172	0.71	30.36	176	影響小
3	測線6-10	2.0	10*20	1.876	59	0.72	10.34	175	影響大
3	測線6-11	2.0	10*20	1.880	79	0.68	17.93	226	影響大
3	測線6-14	2.0	5*10	1.890	110	0.52	25.82	235	影響小
3	測線6-16	2.0	5*10	1.858	113	0.46	43.59	386	影響小
3	測線7-15	2.0	5*10	1.870	112	0.94	15.29	137	影響小
3	測線4-14	2.0	8*15	1.975	77	0.54	33.09	430	影響大
3	測線4-16	2.0	10*20	1.89	76	0.53	24.36	320	影響大
3	測線4-18	2.0	5*10	1.844	110	1.00	16.93	153	影響小
3	測線5-13	2.0	5*10	1.874	30	0.82	5.47	184	影響大
3	測線4-13	2.0	11*23	1.883	72	0.67	13.91	195	影響大
3	測線5-15	2.0	5*10	1.889	133	0.56	36.20	273	影響小
4	測線5-11	1.5	5*10	1.818	108	0.59	27.35	253	影響大
4	測線6-11	1.5	10*20	1.922	129	0.46	48.32	374	影響大
4	測線7-12	1.5	10*20	1.917	107	0.62	21.64	203	影響大
4	測線9-16	1.5	5*10	1.970	90	0.85	13.19	147	影響大
4	測線10-17	1.5	5*10	1.897	136	0.95	21.40	158	影響大
4	測線3-11	1.5	10*20	1.941	122	0.58	33.10	271	影響大
4	測線3-13	1.5	10*20	1.956	84	0.53	24.35	290	影響大
4	測線4-13	1.5	5*10	1.941	80	0.82	12.98	162	影響大
4	測線5-12	1.5	5*10	1.887	179	1.33	21.64	121	影響小
4	測線6-14	1.5	5*10	1.962	81	0.59	18.84	234	影響小
4	測線7-13	1.5	10*20	1.974	128	0.68	23.29	182	影響大
4	測線8-14	1.5	10*20	1.985	229	0.45	81.38	356	影響小
4	測線8-16	1.5	10*20	1.938	133	0.41	50.30	378	影響小
4	測線8-18	1.5	10*20	1.980	140	0.32	72.34	519	影響小
4	測線9-18	1.5	5*10	1.943	121	0.47	36.74	303	影響大
4	測線2-14	1.5	5*10	1.849	148	0.85	21.73	147	影響大
4	測線3-15	1.5	10*20	1.966	93	0.62	19.46	209	影響大
4	測線4-14	1.5	5*10	1.928	55	0.52	14.63	266	影響大
4	測線4-16	1.5	10*20	1.959	123	0.49	34.89	284	影響大
4	測線5-15	1.5	5*10	1.958	56	0.75	9.00	162	影響大
4	測線5-17	1.5	5*10	1.886	195	0.54	47.39	243	影響小
4	測線6-16	1.5	5*10	1.976	195	0.66	37.59	193	影響小

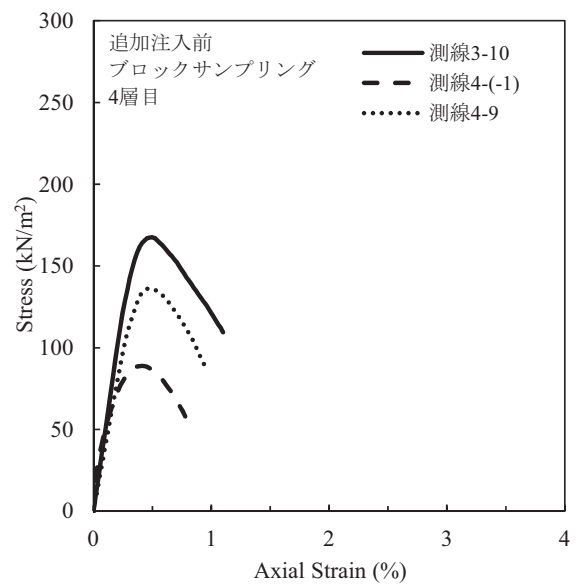
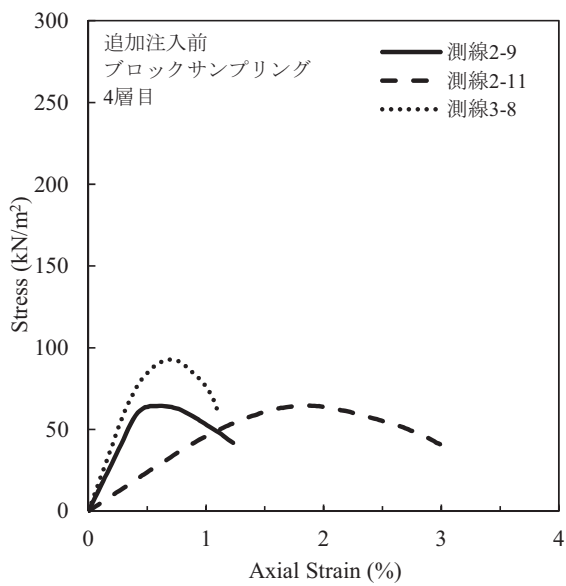
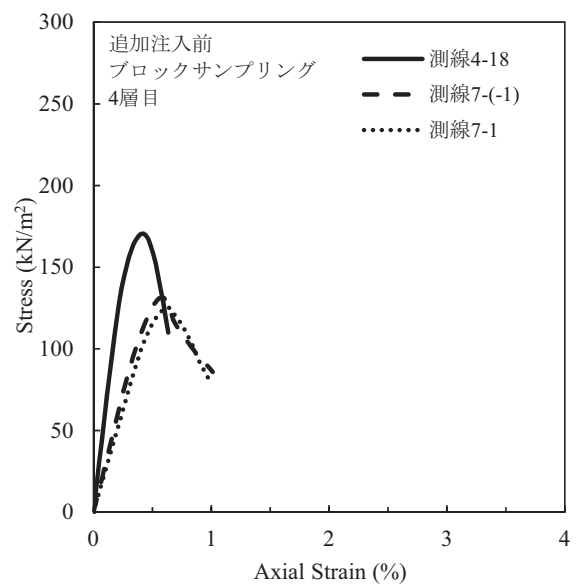
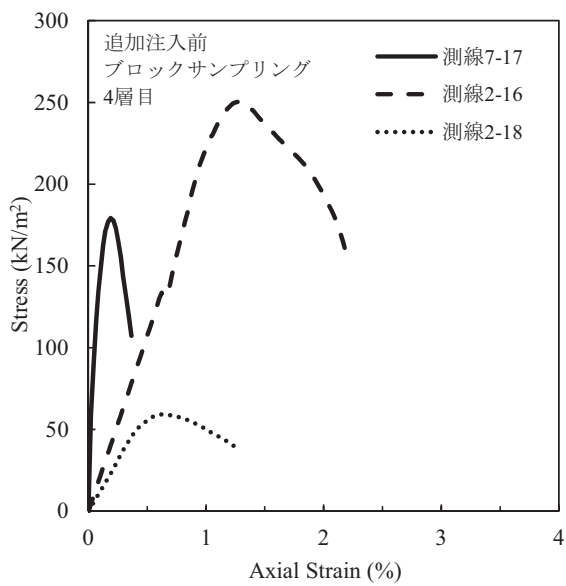
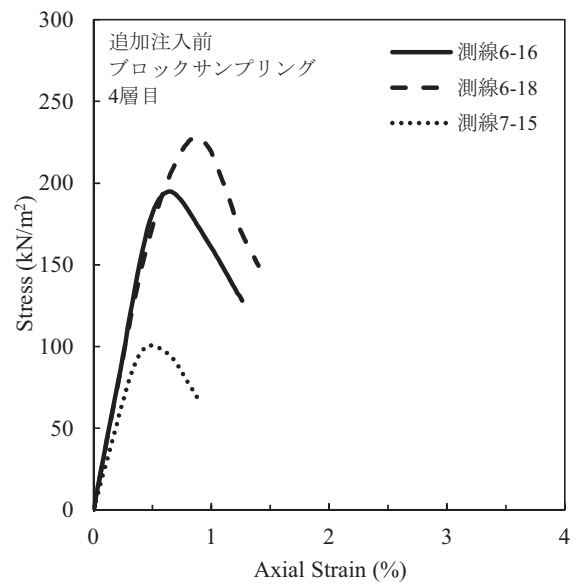
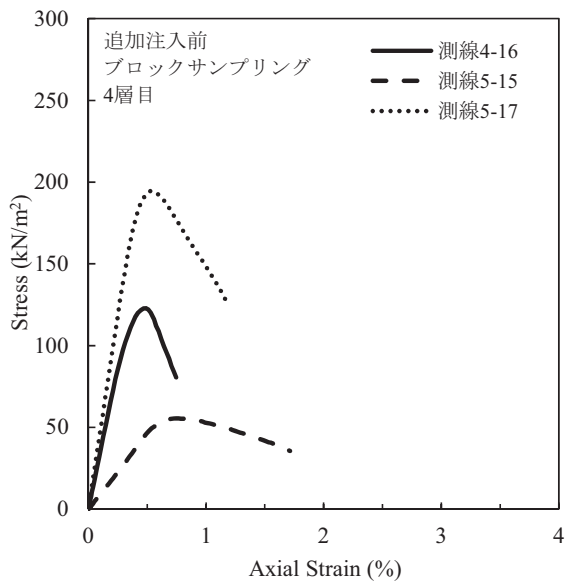
4	測線6-18	1.5	5*10	1.966	228	0.88	37.28	163	影響小
4	測線7-15	1.5	10*20	1.971	101	0.48	26.52	263	影響大
4	測線7-17	1.5	10*20	1.989	179	0.19	205.20	1145	影響小
4	測線2-16	1.5	5*10	1.904	251	1.30	21.54	86	影響小
4	測線2-18	1.5	5*10	1.896	59	0.62	12.47	211	影響小
4	測線4-18	1.5	10*20	1.968	171	0.42	61.25	359	影響小
4	測線7-(-1)	1.5	10*20	1.951	132	0.58	29.06	221	影響大
4	測線7-1	1.5	10*20	1.984	126	0.63	24.95	199	影響大
4	測線2-9	1.5	5*10	1.918	65	0.61	14.65	227	影響小
4	測線2-11	1.5	5*10	1.761	65	1.86	4.71	73	影響小
4	測線3-8	1.5	10*20	1.973	93	0.70	20.05	216	影響大
4	測線3-10	1.5	10*20	1.977	168	0.50	50.06	299	影響小
4	測線4-(-1)	1.5	10*20	1.983	89	0.41	53.02	596	影響大
4	測線4-9	1.5	10*20	1.98	136	0.47	39.49	290	影響小
4	測線5-1	1.5	5*10	1.893	59	0.88	8.27	139	影響大
4	測線5-6	1.5	5*10	1.924	87	0.98	12.96	149	影響小
4	測線5-8	1.5	5*10	1.905	98	0.83	19.49	200	影響小
4	測線5-10	1.5	5*10	1.902	83	0.50	22.25	267	影響大
4	測線6-(-1)	1.5	5*10	1.892	93	0.89	12.47	134	影響大
4	測線6-2	1.5	5*10	1.932	93	0.98	12.73	137	影響小
4	測線6-3	1.5	5*10	1.962	102	0.67	16.44	161	影響小
4	測線6-5	1.5	5*10	1.954	118	0.53	32.03	271	影響小
4	測線6-7	1.5	5*10	1.952	66	1.59	4.85	74	影響小
4	測線6-9	1.5	5*10	1.941	70	0.74	11.81	170	影響小
4	測線7-3	1.5	10*20	1.942	130	0.63	30.60	236	影響大
4	測線7-4	1.5	10*20	1.975	88	0.48	20.93	238	影響大
4	測線2-1	1.5	10*20	1.929	76	0.55	22.18	291	影響大
4	測線2-3	1.5	5*10	1.88	123	0.68	26.65	216	影響小
4	測線2-5	1.5	5*10	1.896	62	0.89	10.42	168	影響大
4	測線2-7	1.5	5*10	1.923	95	0.82	18.14	191	影響小
4	測線3-2	1.5	10*20	1.938	74	0.51	22.36	301	影響大
4	測線3-4	1.5	10*20	1.939	102	0.58	35.54	349	影響小
4	測線3-6	1.5	10*20	1.967	80	0.86	15.78	197	影響小
4	測線4-3	1.5	10*20	1.984	99	0.51	34.69	349	影響小
4	測線4-5	1.5	10*20	1.995	112	0.53	28.57	256	影響小
4	測線4-7	1.5	10*20	1.956	79	0.5	37.15	473	影響大
4	測線5-4	1.5	5*10	1.906	129	0.56	40.76	316	影響小

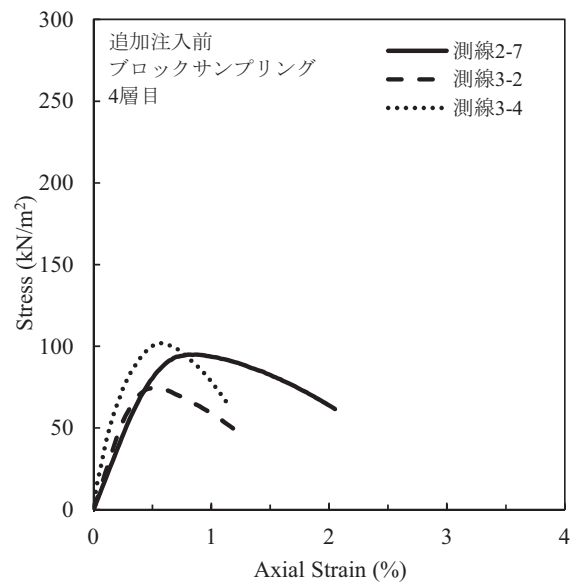
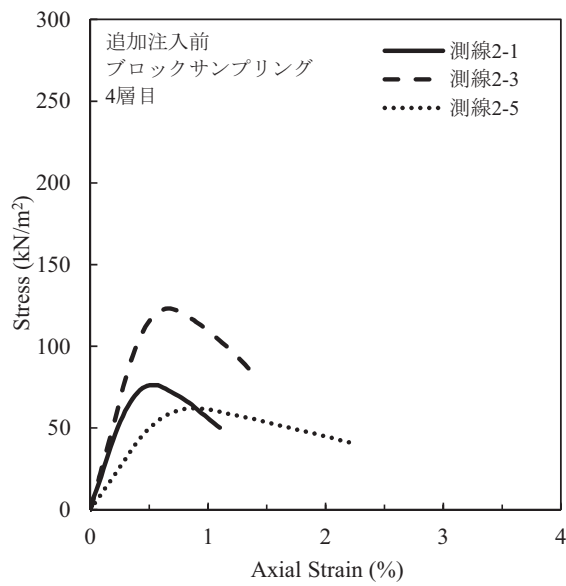
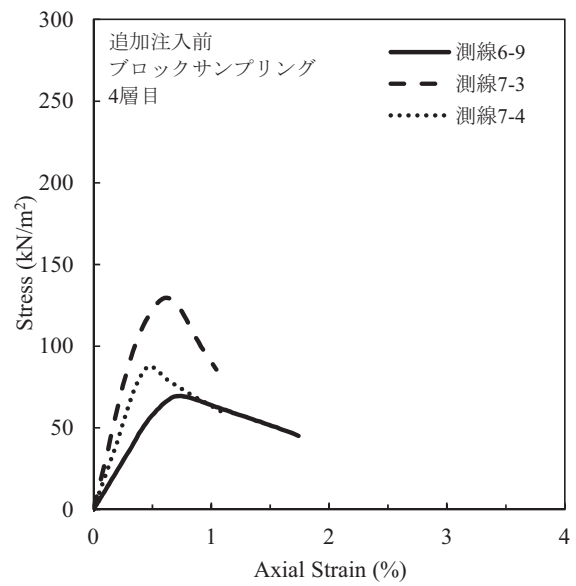
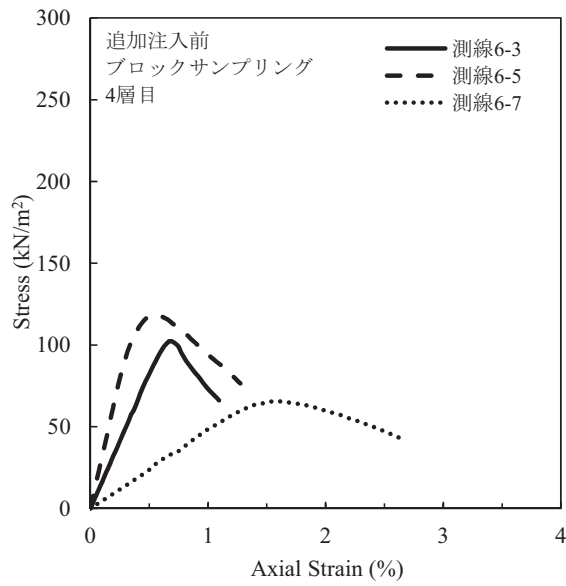
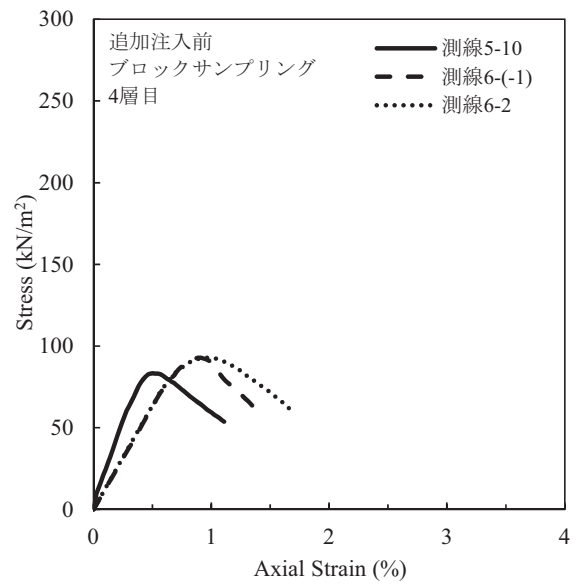
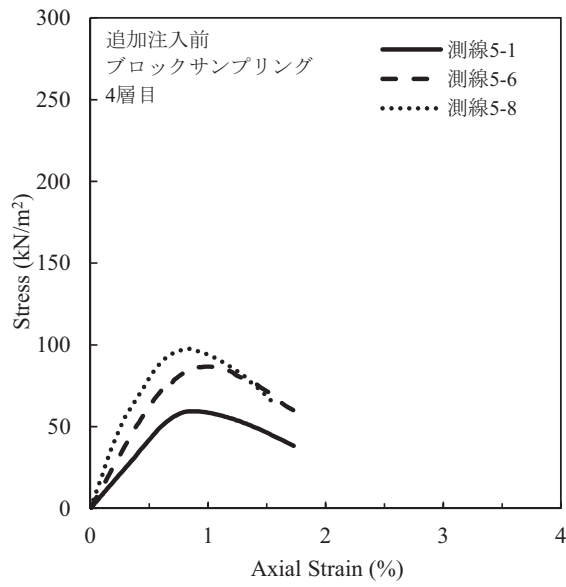




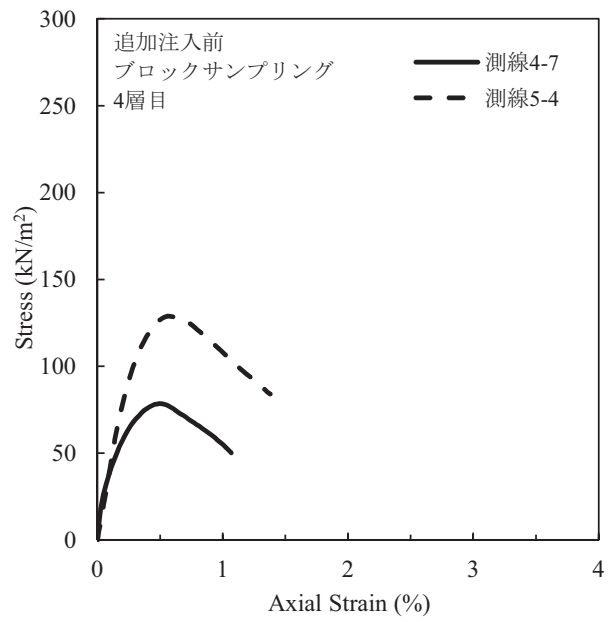
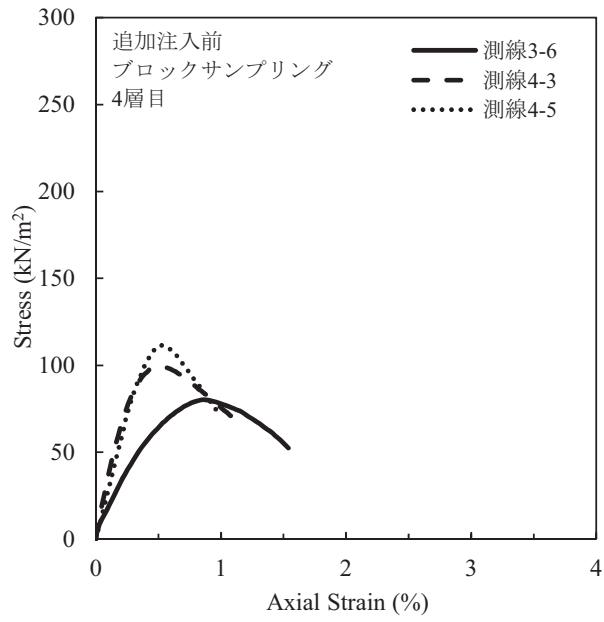








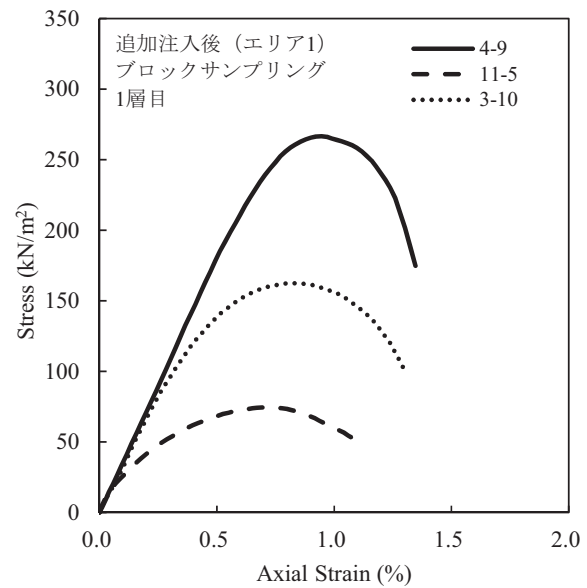
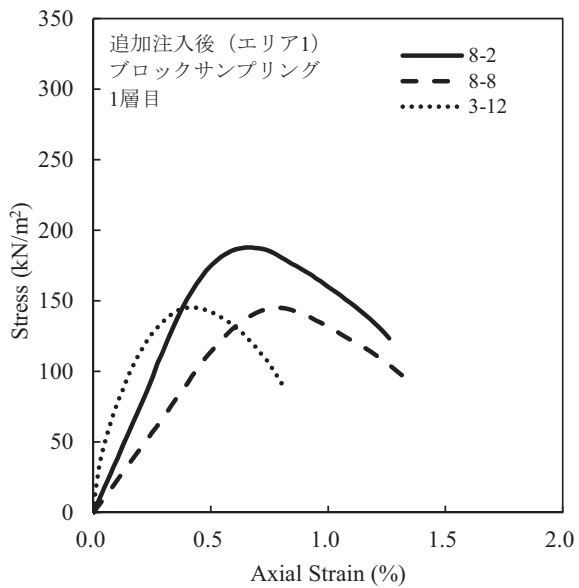
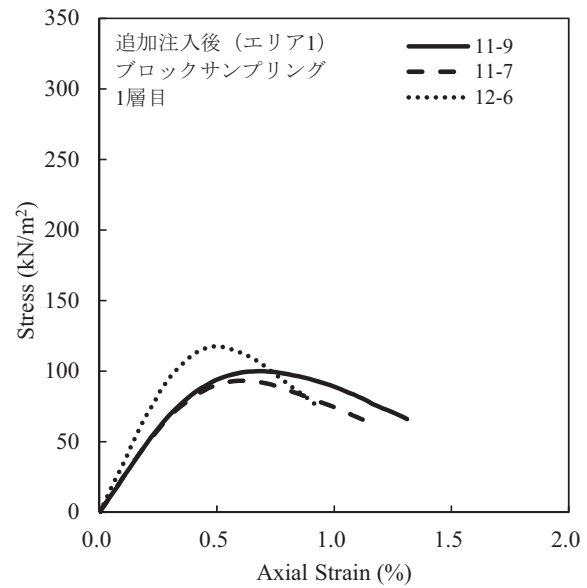
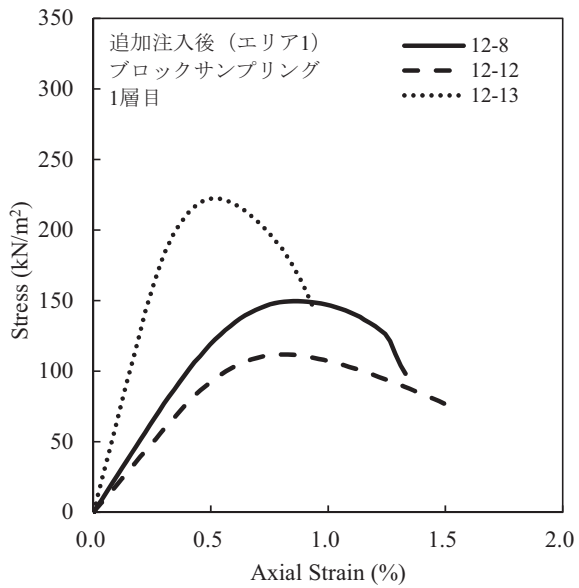
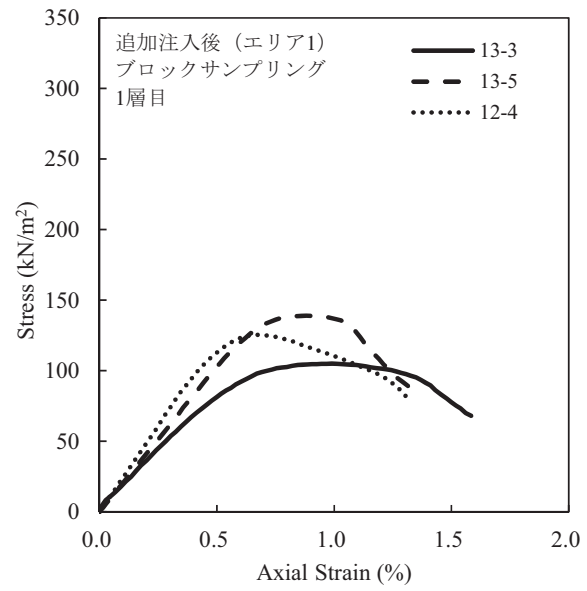
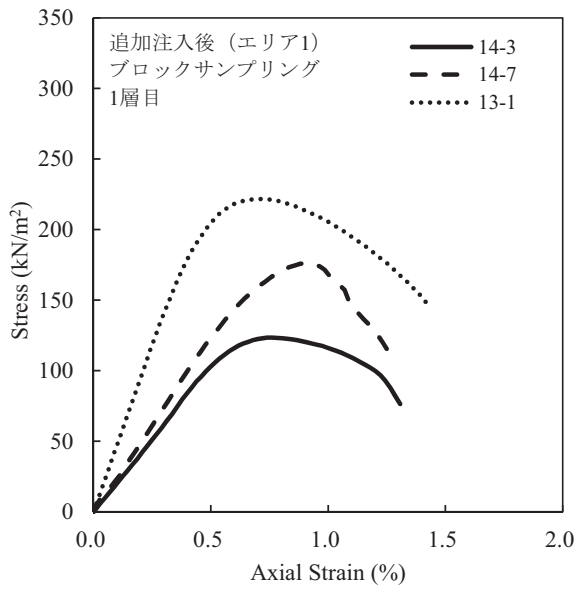


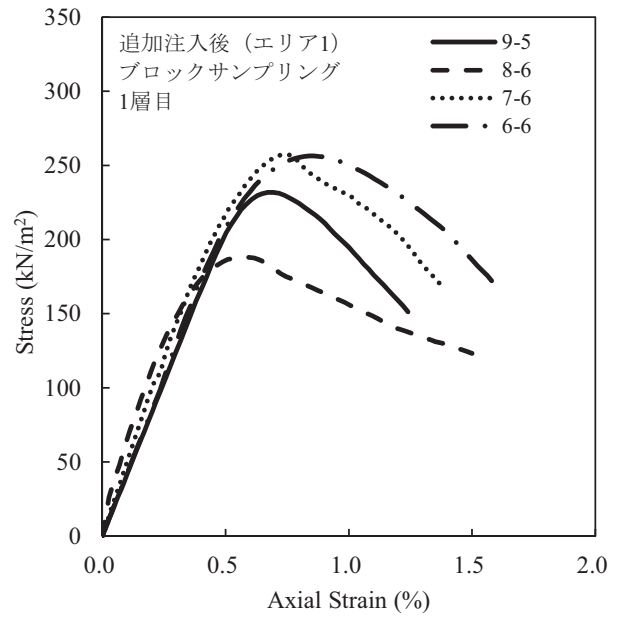
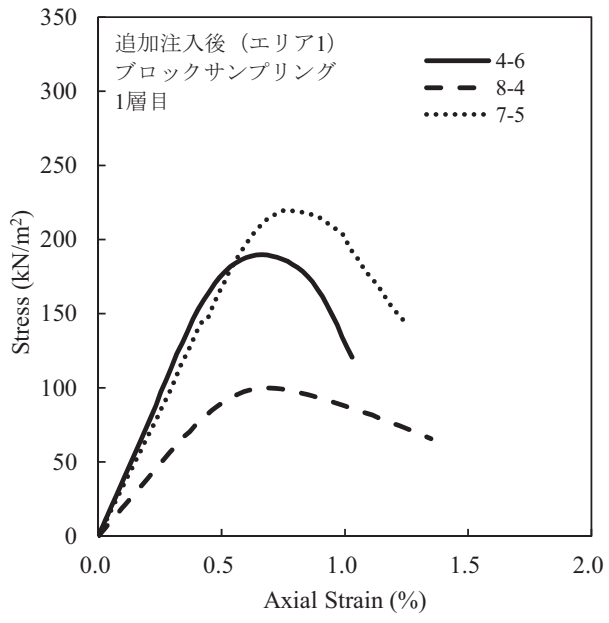


A.3 一軸圧縮試験結果（追加注入後，ブロックサンプリング試料，エリア1）（第4章第4節）

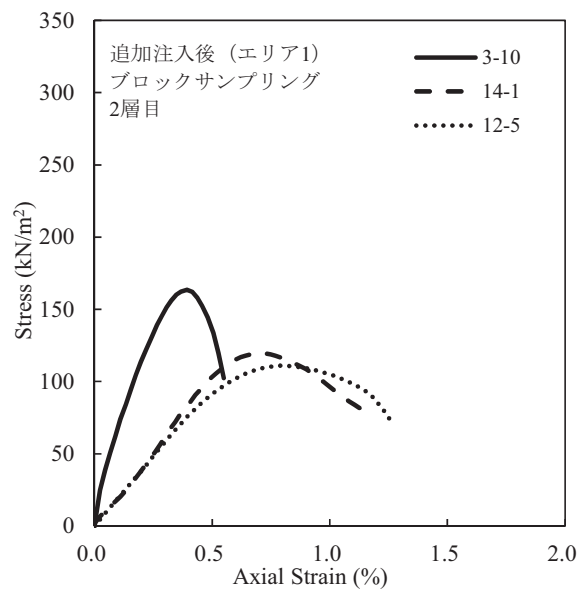
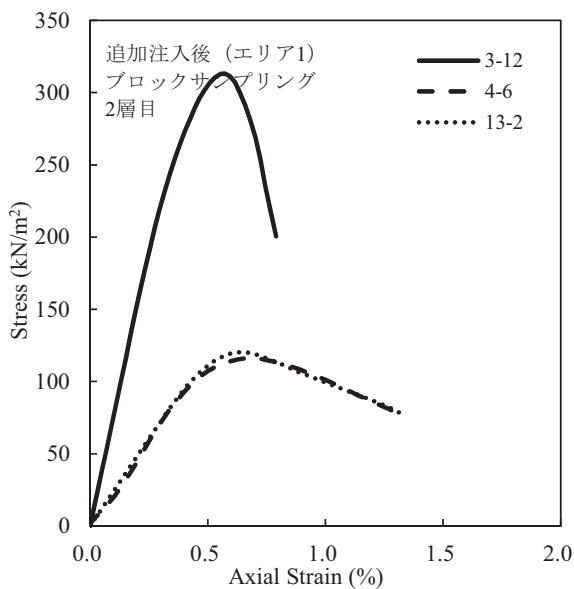
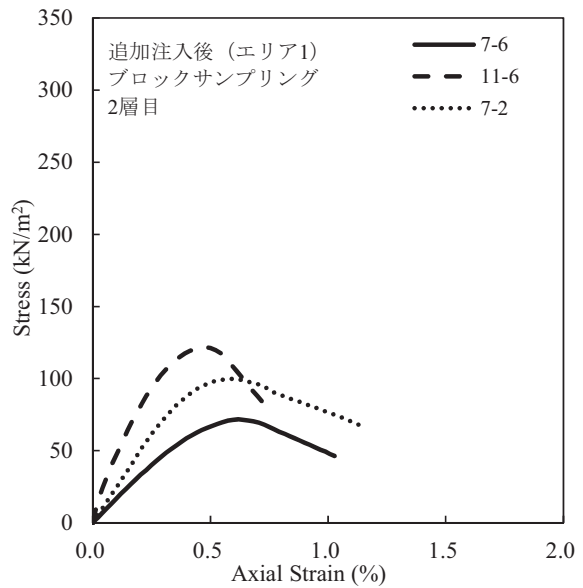
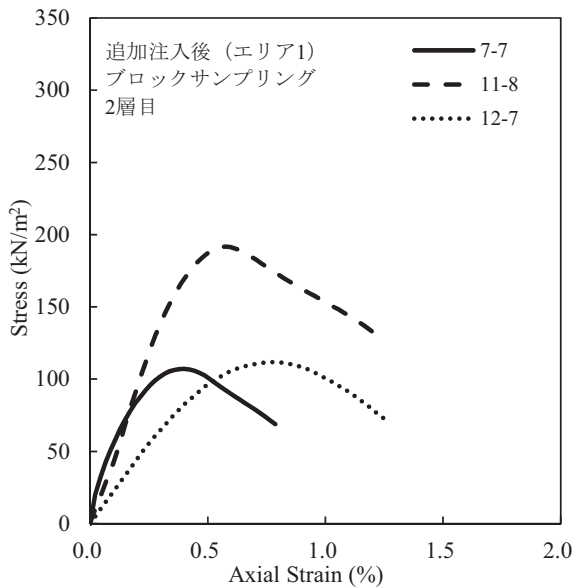
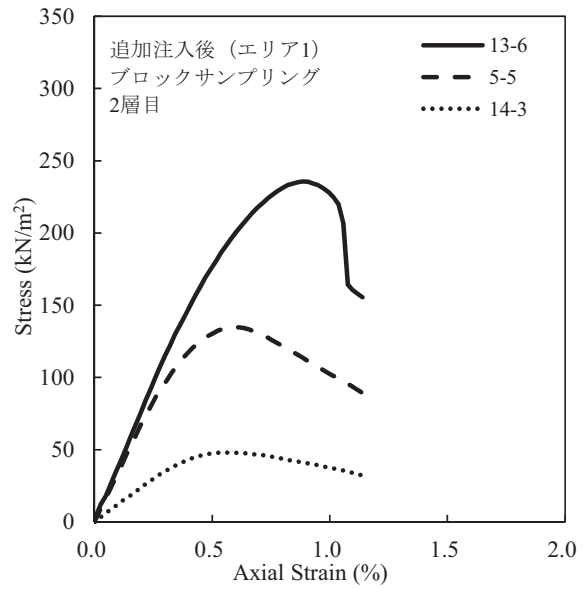
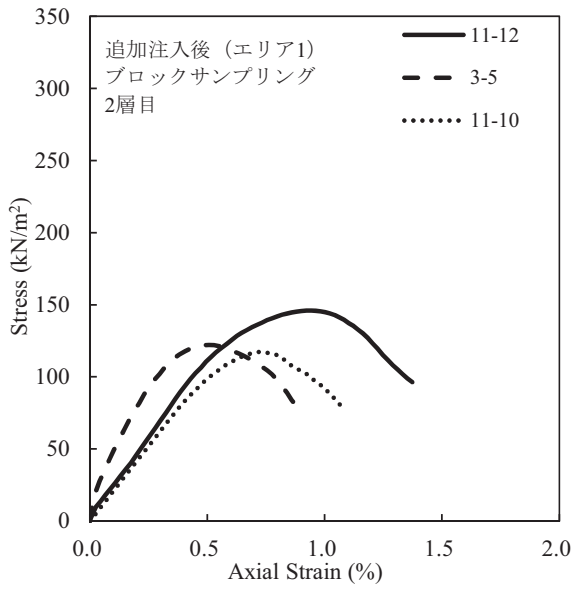
採取層 (層目)	試料番号	採取深度 (A.P.m)	供試体 サイズ ( $\phi$ *h, cm)	湿潤密度 $\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> )	一軸圧縮 強さ, $q_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	破壊ひずみ (%)	変形係数, $E_{50}$ (MN/m <sup>2</sup> )	$E_{50}/q_u$	備考 (貝殻混入 判定)
1	14-3	1.834	10*20	1.903	123.4	0.76	20.69	168	棄却
1	14-7	1.834	10*20	1.907	176.1	0.90	24.92	142	
1	13-1	1.834	10*20	1.915	221.6	0.71	47.54	215	棄却
1	13-3	1.834	10*20	1.942	105.0	0.99	17.70	169	棄却
1	13-5	1.834	10*20	1.932	139.0	0.88	20.74	149	棄却
1	12-4	1.834	10*20	1.942	125.4	0.68	24.64	196	棄却
1	12-8	1.834	10*20	1.842	149.6	0.85	25.65	171	
1	12-12	1.834	10*20	1.887	111.9	0.81	19.72	176	
1	12-13	1.834	10*20	1.912	222.6	0.52	64.59	290	棄却
1	11-9	1.834	10*20	1.993	100.0	0.68	24.22	242	
1	11-7	1.834	10*20	1.977	93.3	0.61	24.32	261	棄却
1	12-6	1.834	10*20	1.965	117.6	0.49	34.71	295	棄却
1	8-2	1.834	10*20	1.955	187.9	0.65	38.14	203	棄却
1	8-8	1.834	10*20	1.981	145.1	0.78	22.85	157	
1	3-12	1.834	10*20	1.979	145.3	0.43	74.27	511	棄却
1	4-9	1.834	10*20	1.920	266.6	0.95	36.17	136	棄却
1	11-5	1.834	10*20	1.924	74.6	0.72	21.58	289	棄却
1	3-10	1.834	10*20	1.935	162.5	0.82	32.86	202	
1	4-6	1.834	10*20	1.977	189.8	0.66	38.21	201	棄却
1	8-4	1.834	10*20	1.960	100.1	0.68	19.48	195	棄却
1	7-5	1.834	10*20	1.975	219.8	0.77	34.44	157	棄却
1	9-5	1.834	10*20	1.956	231.9	0.69	41.48	179	棄却
1	8-6	1.834	10*20	1.967	188.1	0.59	57.33	305	棄却
1	7-6	1.834	10*20	1.971	257.1	0.74	48.25	188	棄却
1	6-6	1.834	10*20	1.946	256.4	0.86	43.16	168	棄却
2	11-12	1.350	10*20	1.952	146.0	0.94	23.14	158	棄却
2	3-5	1.350	10*20	1.861	122.2	0.51	87.46	716	
2	11-10	1.350	10*20	1.945	117.3	0.72	20.77	177	
2	13-6	1.350	10*20	1.915	235.6	0.89	38.03	161	
2	5-5	1.350	10*20	1.952	134.8	0.59	34.01	252	
2	14-3	1.350	10*20	1.955	48.0	0.56	11.99	250	棄却
2	7-7	1.350	10*20	1.916	107.1	0.40	53.92	503	
2	11-8	1.350	10*20	1.966	191.8	0.58	47.30	247	棄却
2	12-7	1.350	10*20	1.943	111.7	0.77	22.15	198	
2	7-6	1.350	10*20	1.974	71.7	0.62	16.08	224	
2	11-6	1.350	10*20	1.968	121.7	0.48	43.15	355	棄却
2	7-2	1.350	10*20	1.962	99.9	0.60	24.88	249	棄却
2	3-12	1.350	10*20	1.984	313.2	0.57	62.93	201	
2	4-6	1.350	10*20	1.948	116.0	0.67	23.45	202	棄却
2	13-2	1.350	10*20	1.954	120.3	0.64	24.16	201	棄却
2	3-10	1.350	10*20	1.991	163.4	0.39	43.00	263	
2	14-1	1.350	10*20	1.961	119.6	0.71	20.63	172	
2	12-5	1.350	10*20	1.962	111.0	0.81	19.36	174	
2	13-4	1.350	10*20	1.935	62.6	0.90	7.87	126	棄却
2	7-5	1.350	10*20	1.970	172.2	0.88	34.05	198	
2	7-3	1.350	10*20	1.965	319.3	0.79	66.93	210	
2	12-3	1.350	10*20	1.983	41.1	0.45	16.81	409	棄却
2	7-4	1.350	10*20	1.945	146.4	0.72	35.61	243	
2	2-6	1.350	10*20	1.885	216.9	0.47	76.77	354	
2	12-1	1.350	10*20	1.996	86.2	0.53	24.71	287	
2	2-8	1.350							予備
2	4-8	1.350							予備
2	3-7	1.350							予備

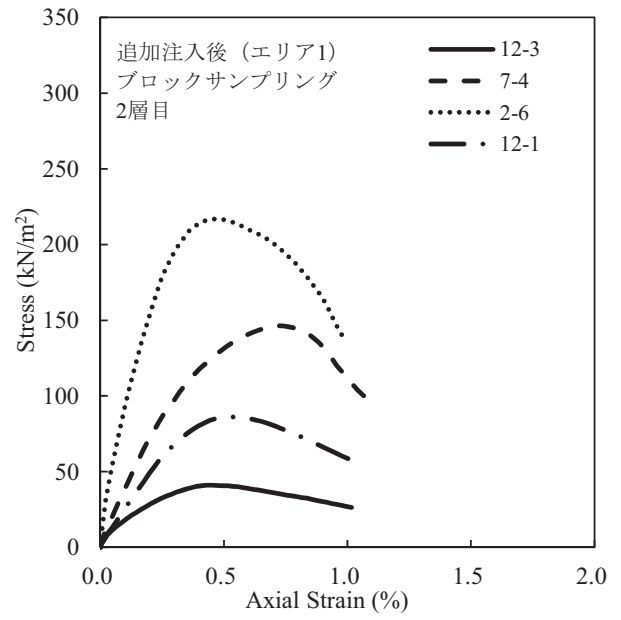
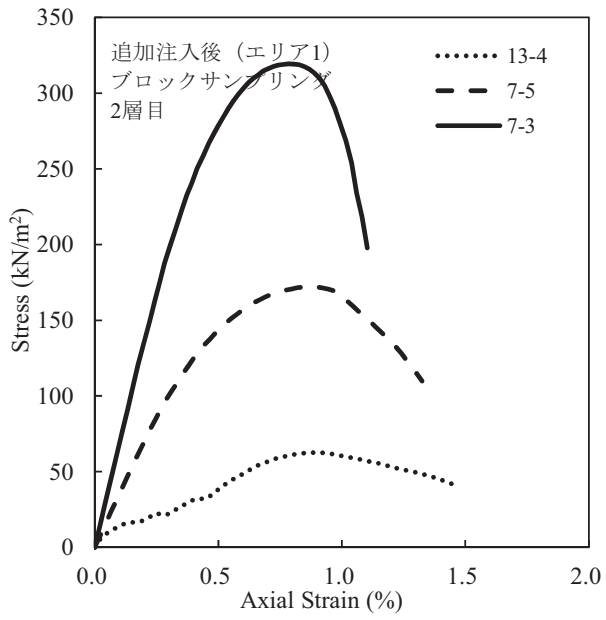
2	3-8	1.350							予備
3	4-5	0.900	10*20	1.961	193.4	0.57	49.46	256	
3	3-5	0.900	10*20	1.976	214.1	0.61	51.97	243	
3	4-6	0.900	10*20	1.964	171.2	0.54	58.26	340	
3	11-12	0.900	10*20	1.982	237.0	0.58	59.09	249	
3	3-7	0.900	10*20	1.959	203.3	0.55	45.94	226	
3	8-7	0.900	10*20	1.984	149.2	0.67	30.90	207	棄却
3	4-8	0.900	10*20	1.958	209.5	0.75	42.35	202	
3	11-10	0.900	10*20	1.972	214.1	0.48	72.80	340	
3	8-6	0.900	10*20	1.958	199.5	0.62	42.44	213	
3	11-9	0.900	10*20	1.941	134.9	0.52	43.50	322	棄却
3	8-5	0.900	10*20	1.952	138.7	0.88	20.29	146	
3	3-11	0.900	10*20	1.923	56.2	0.60	12.19	217	棄却
3	3-10	0.900	10*20	1.974	232.2	0.46	89.54	386	
3	11-8	0.900	10*20	1.982	155.6	0.63	39.12	251	棄却
3	11-1	0.900	10*20	1.905	186.1	0.96	22.76	122	
3	12-7	0.900	10*20	1.971	116.8	0.64	22.34	191	
3	12-3	0.900	10*20	1.927	171.3	0.75	33.16	194	棄却
3	13-1	0.900	10*20	1.914	147.3	0.65	36.33	247	棄却
3	11-7	0.900	10*20	1.971	153.8	0.63	35.63	232	
3	11-6	0.900	10*20	1.944	63.8	0.57	20.11	315	棄却
3	12-2	0.900	10*20	1.923	196.9	0.78	39.17	199	棄却
3	13-6	0.900	10*20	1.930	201.2	0.75	38.75	193	
3	13-2	0.900	10*20	1.928	186.6	0.82	33.87	182	棄却
3	12-5	0.900	10*20	1.922	187.1	0.75	37.11	198	
3	12-4	0.900	10*20	1.883	117.0	0.50	36.34	311	
4	6-8	0.450	10*20	1.861	127.9	0.73	25.27	198	
4	9-8	0.450	10*20	1.904	165.6	0.49	48.75	294	
4	7-7	0.450	10*20	1.931	145.8	0.65	29.25	201	
4	9-7	0.450	10*20	1.911	166.1	0.57	42.02	253	
4	9-6	0.450	10*20	1.903	141.2	0.74	28.25	200	
4	7-6	0.450	10*20	1.911	146.9	0.79	28.07	191	
4	8-6	0.450	10*20	1.945	171.8	0.73	32.93	192	棄却
4	9-5	0.450	10*20	1.977	186.4	0.70	37.27	200	
4	9-4	0.450	10*20	1.899	180.1	0.68	38.26	212	
4	8-5	0.450	10*20	1.970	207.5	0.80	34.20	165	
4	7-5	0.450	10*20	1.923	159.2	0.74	31.77	200	
4	6-5	0.450	10*20	1.882	129.0	0.73	26.40	205	棄却
4	11-10	0.450	10*20	1.893	131.4	0.65	30.34	231	棄却
4	11-5	0.450	10*20	1.895	167.0	0.88	29.55	177	
4	8-3	0.450	10*20	1.946	196.4	0.67	45.12	230	棄却
4	8-4	0.450	10*20	1.988	187.1	0.61	47.85	256	棄却
4	11-9	0.450	10*20	1.953	204.8	0.55	54.31	265	
4	11-6	0.450	10*20	1.867	154.4	0.83	28.58	185	棄却
4	12-3	0.450	10*20	1.922	215.1	0.68	50.02	233	棄却
4	11-8	0.450	10*20	1.868	169.6	0.66	40.19	237	
4	11-7	0.450							予備
4	7-4	0.450	10*20	1.950	150.8	0.54	46.04	305	棄却
4	7-3	0.450	10*20	1.954	170.6	0.60	41.12	241	棄却
4	12-7	0.450							予備
4	12-6	0.450							予備
4	12-2	0.450	10*20	1.897	267.2	0.68	69.09	259	
4	12-4	0.450	10*20	1.890	146.9	0.78	28.23	192	
4	11-11	0.450	10*20	1.894	211.1	0.70	44.38	210	棄却
4	12-5	0.450							予備

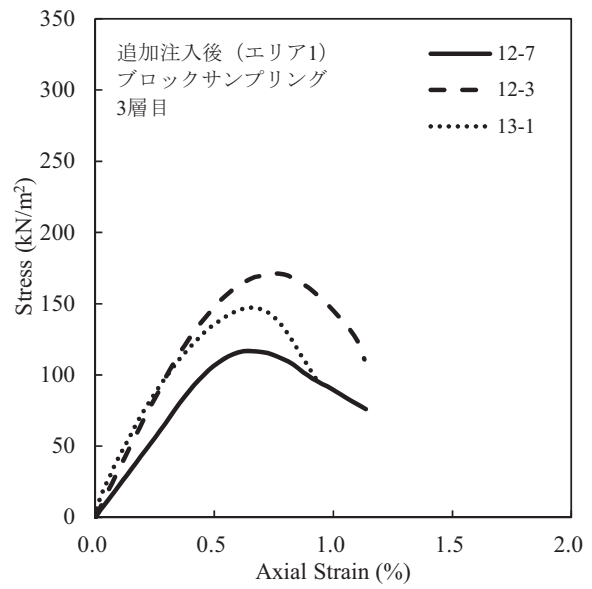
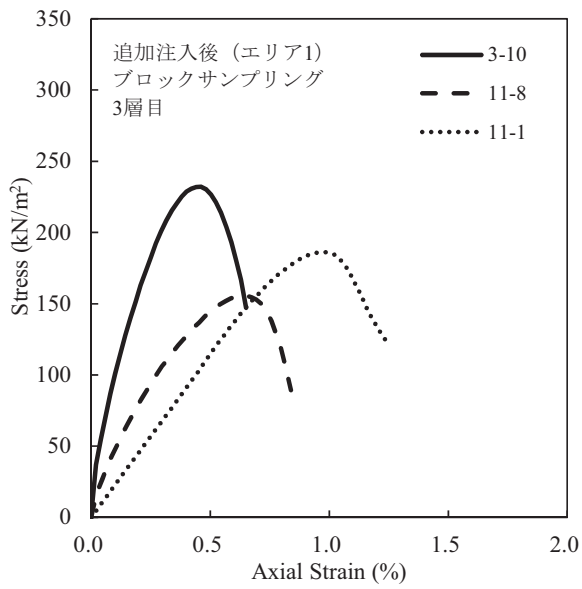
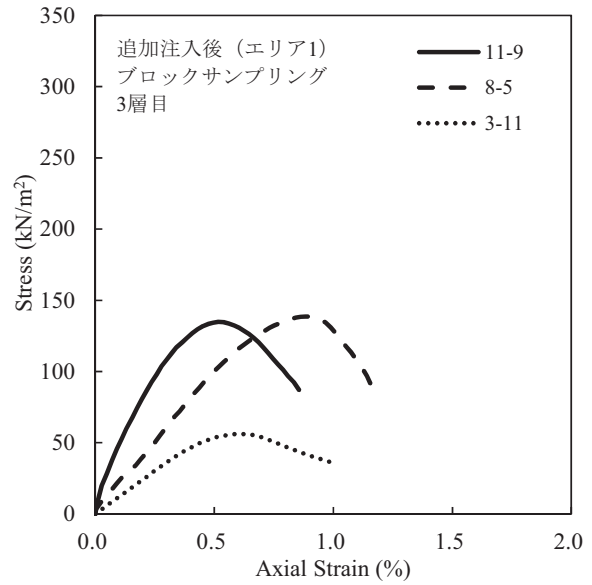
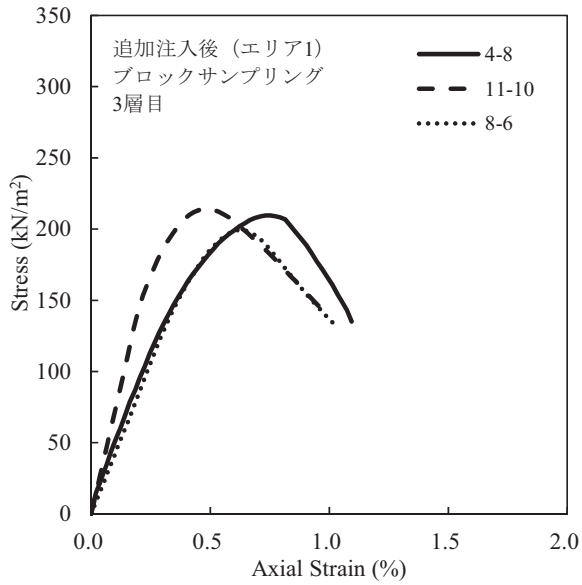
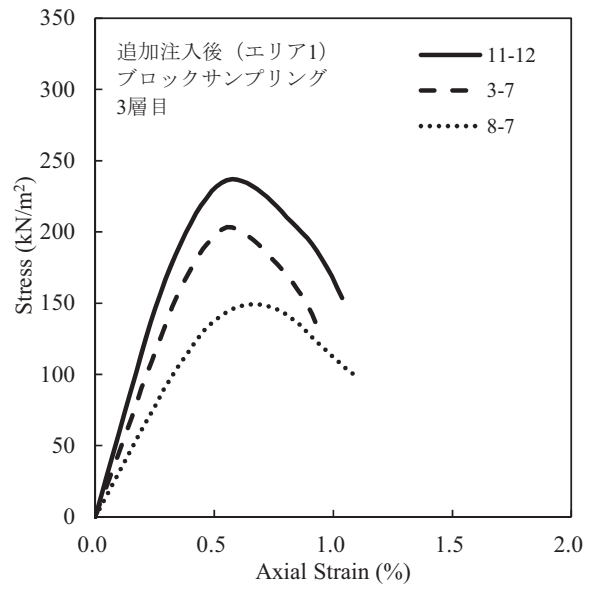
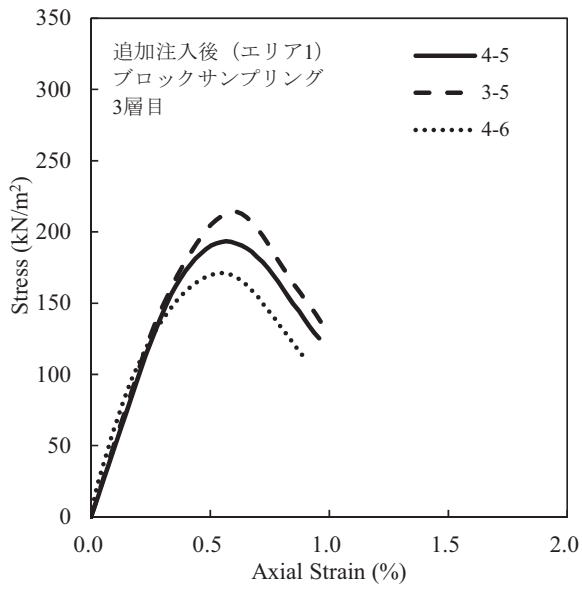


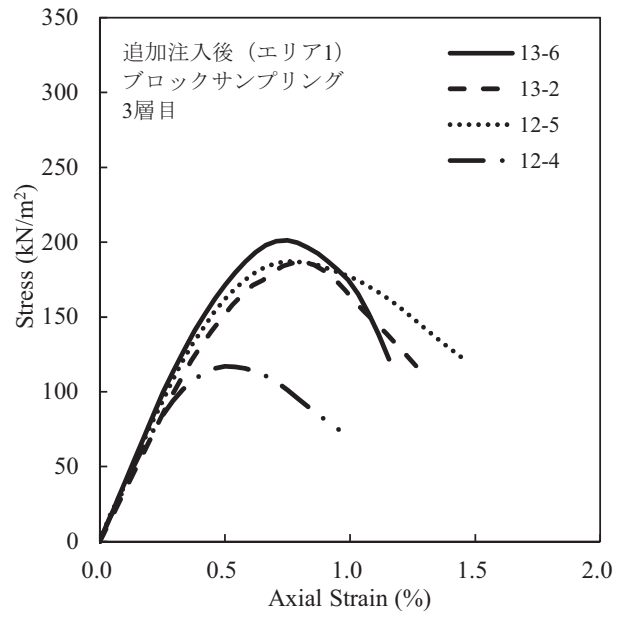
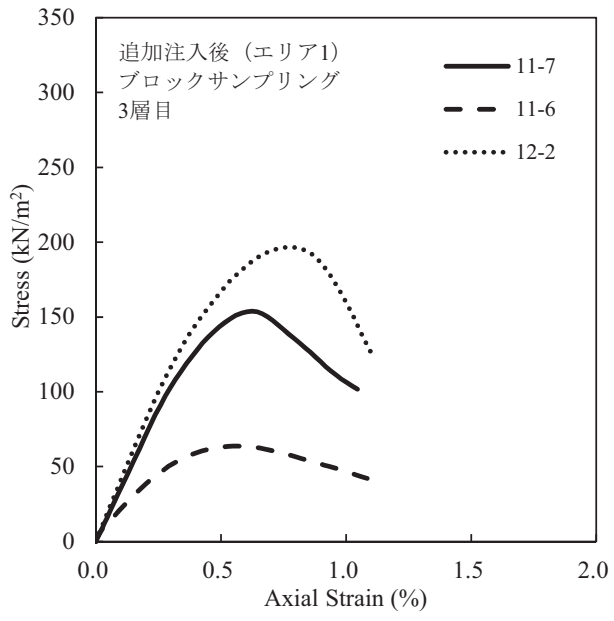


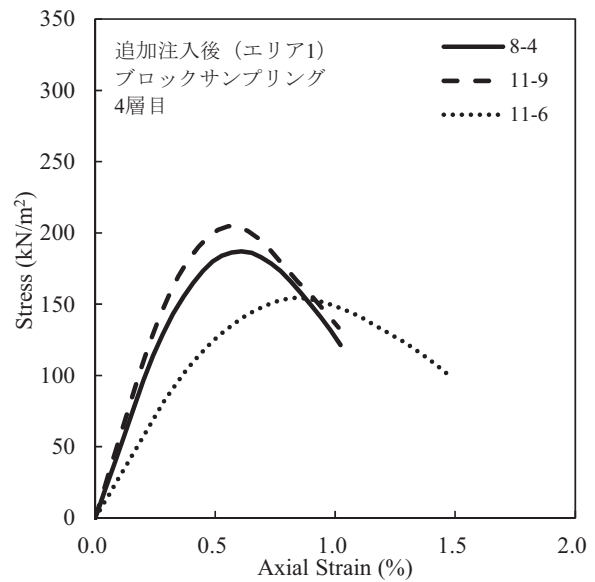
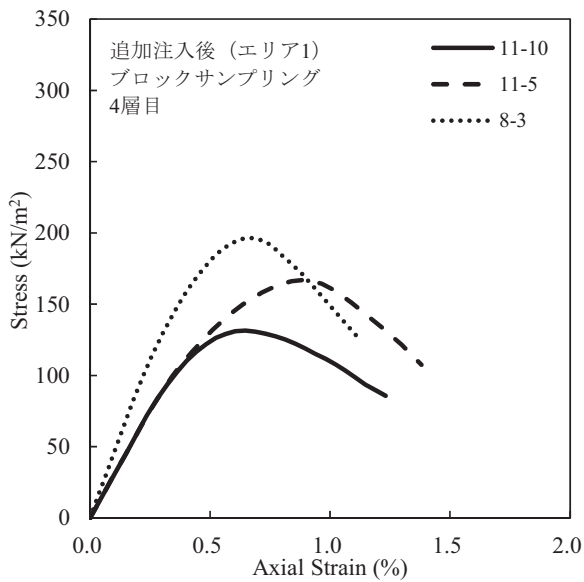
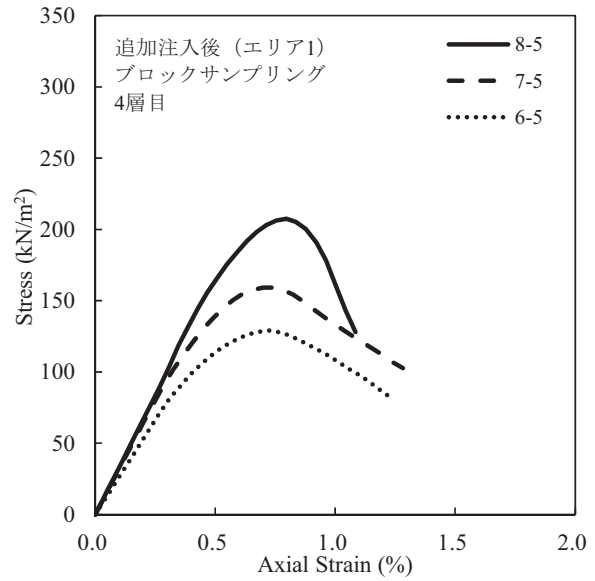
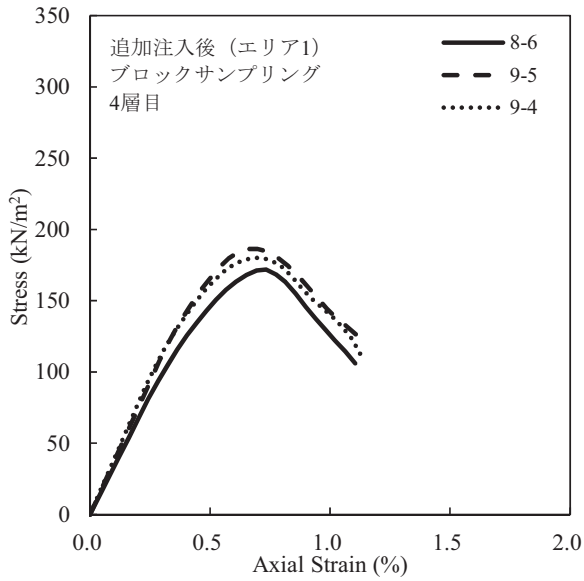
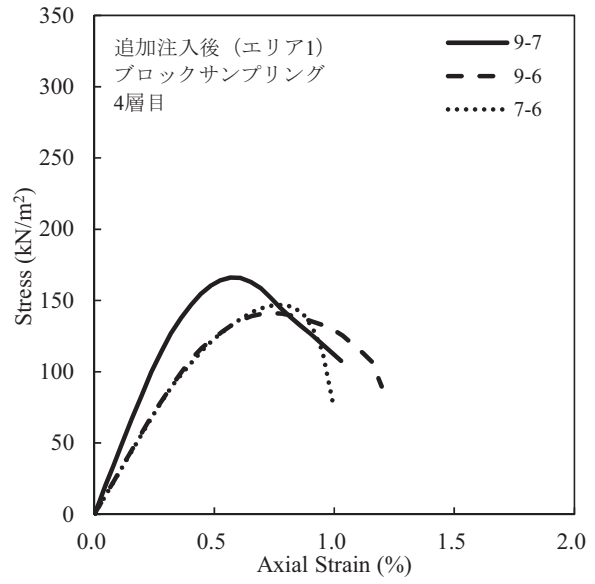
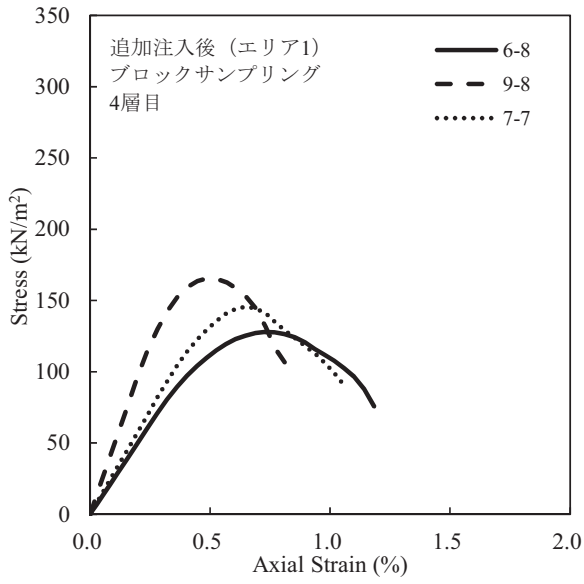




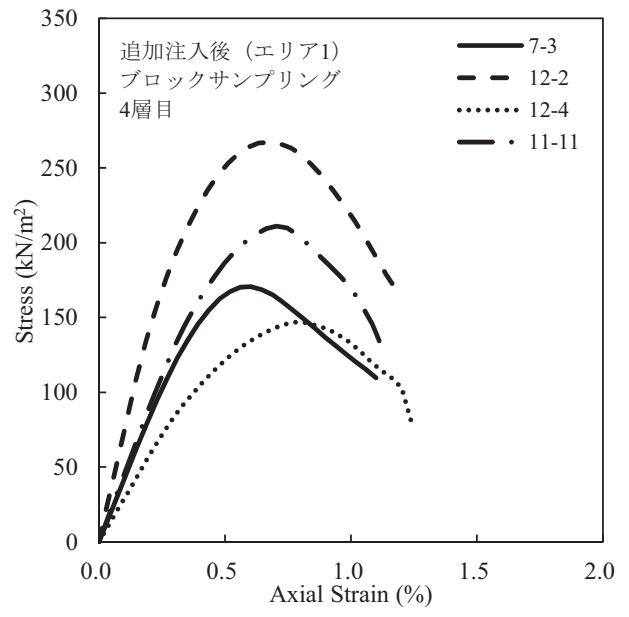
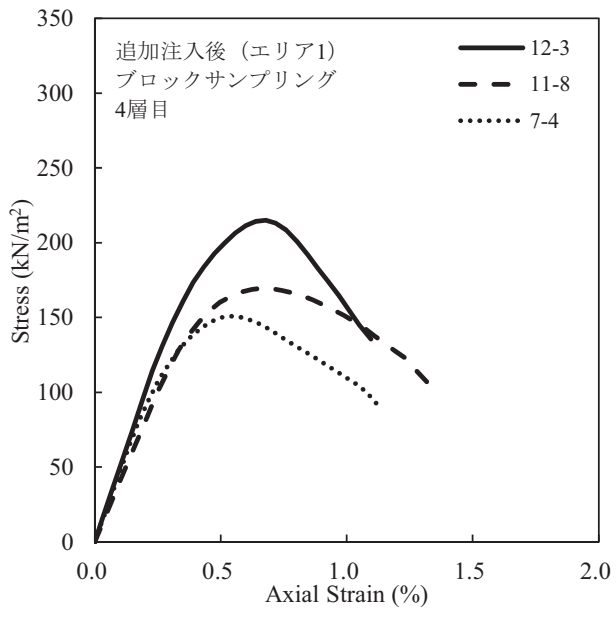








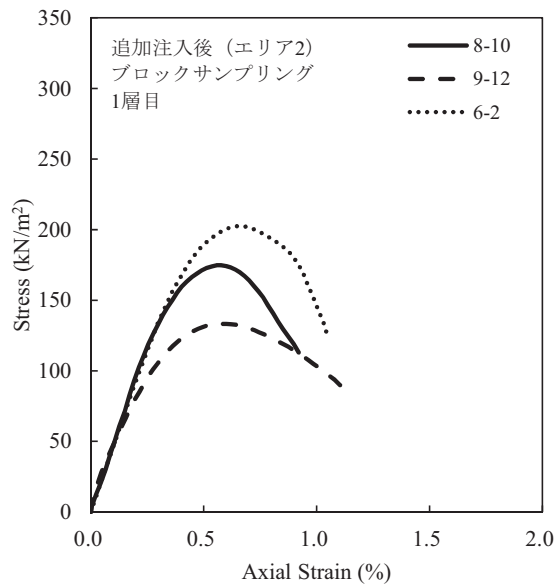
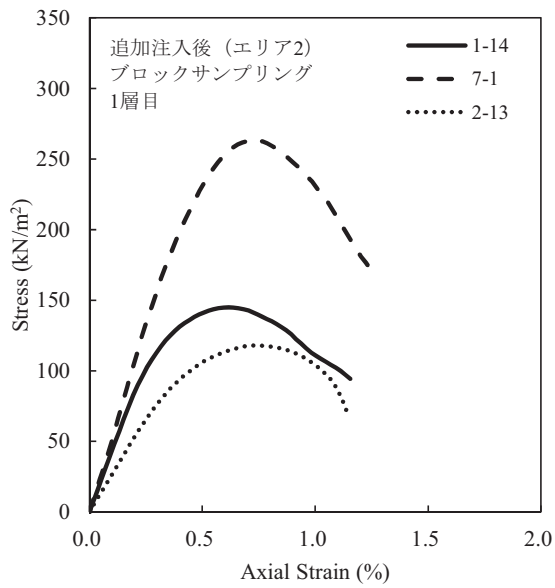
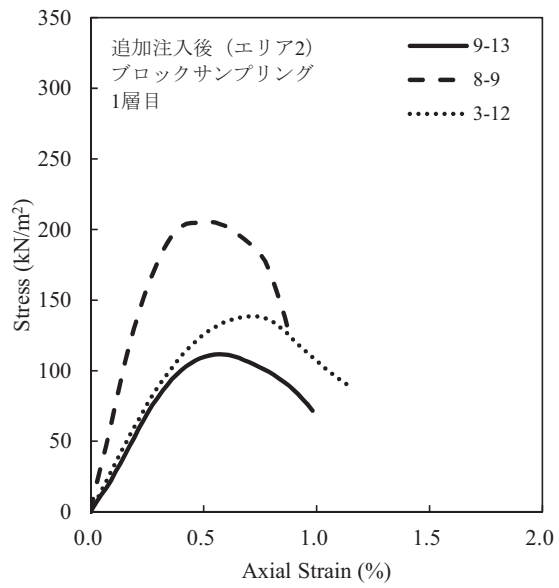
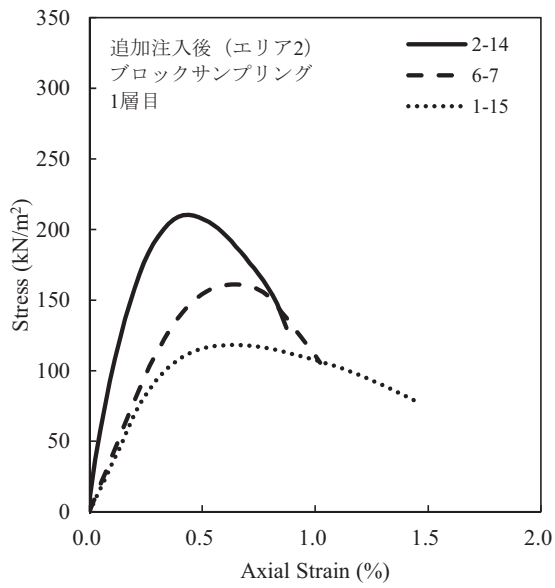
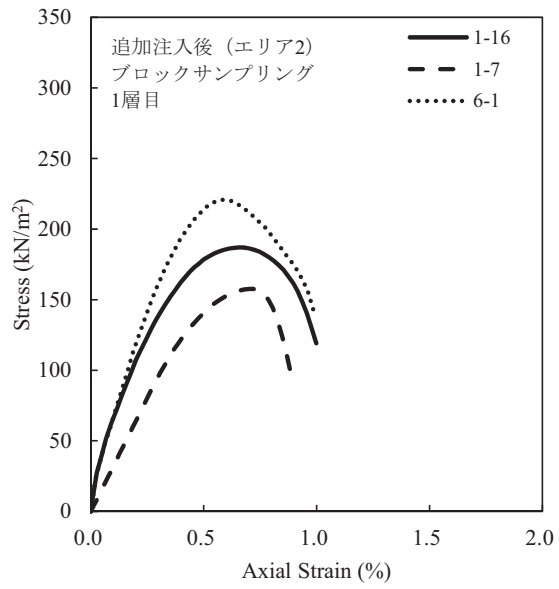
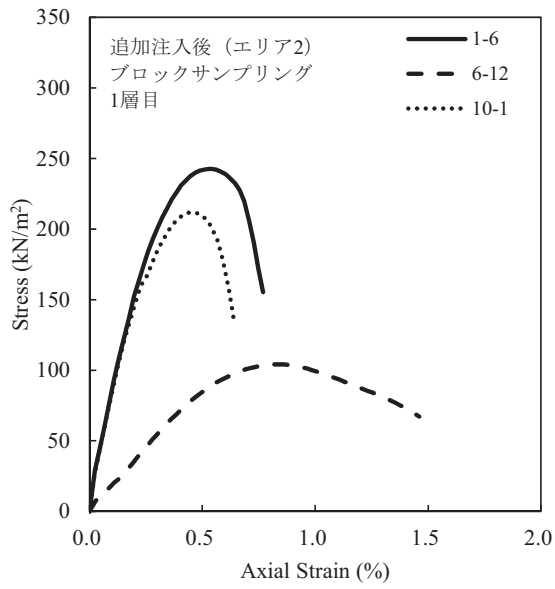


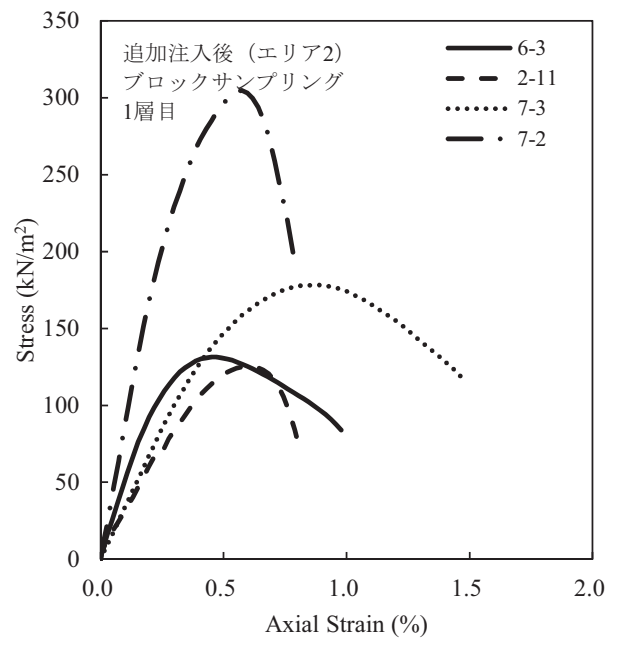
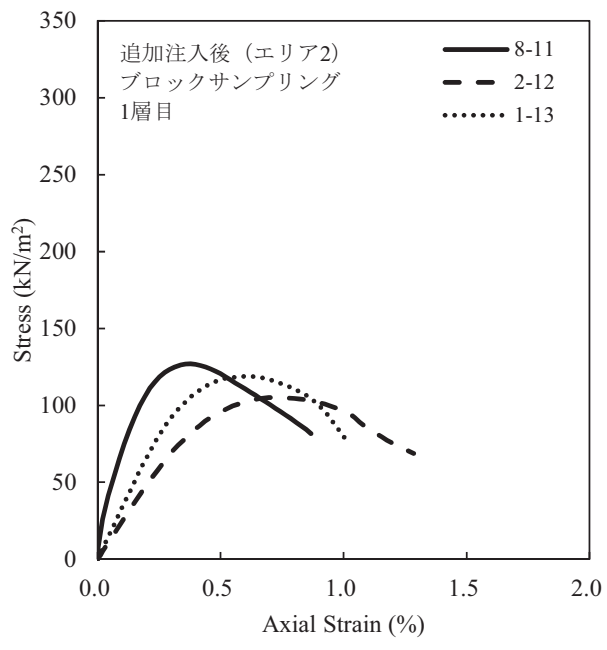


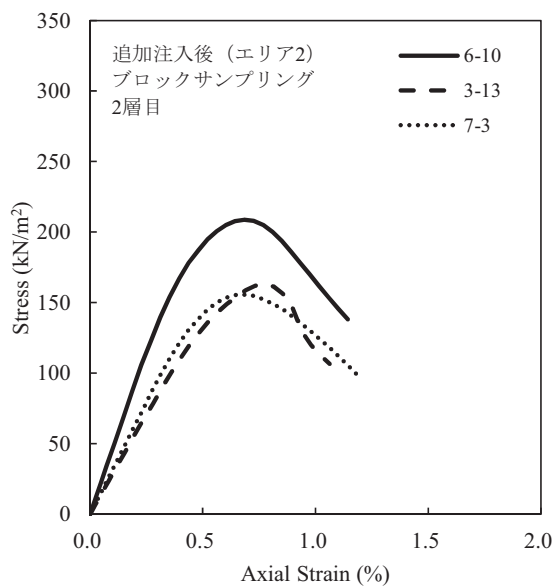
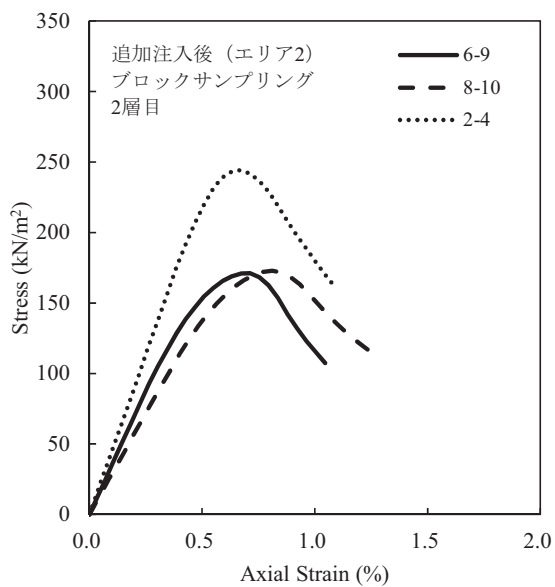
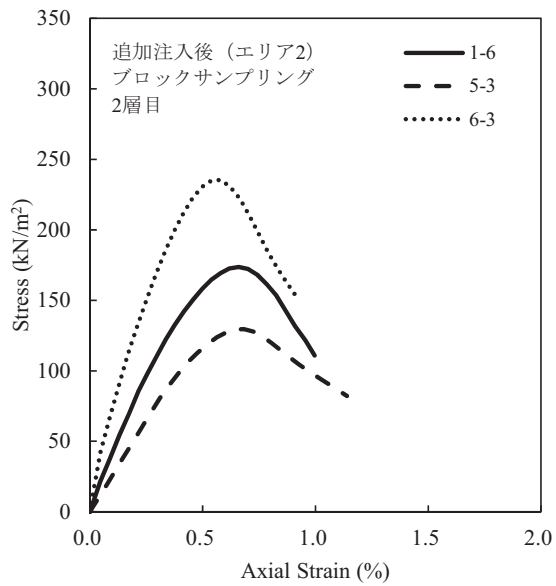
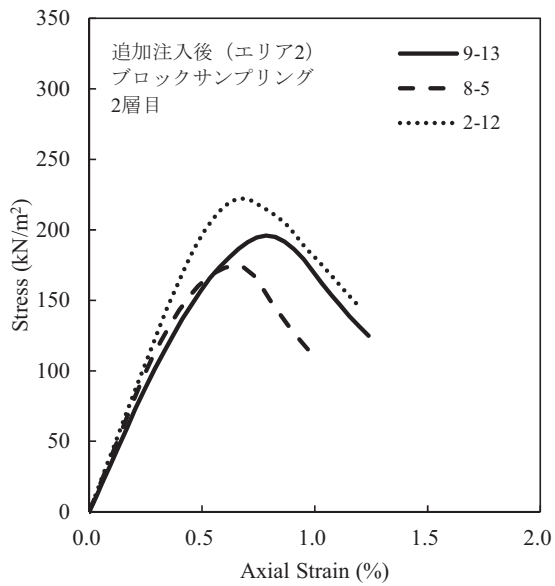
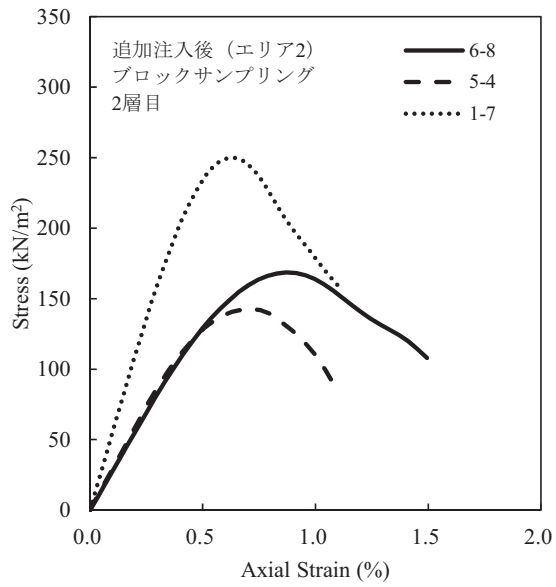
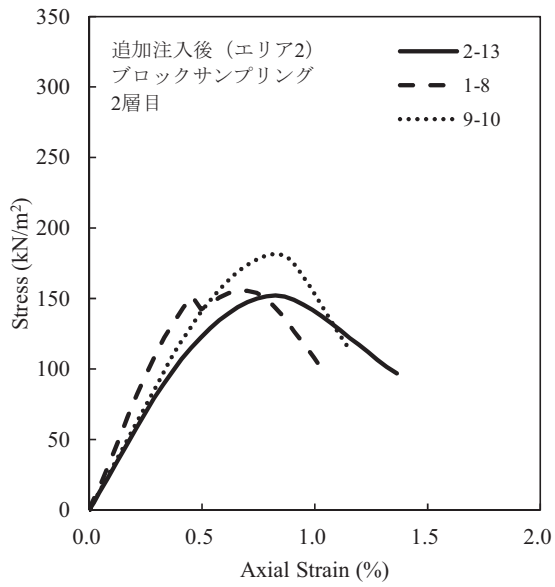
A.4 一軸圧縮試験結果（追加注入後、ブロックサンプリング試料、エリア2）（第4章第4節）

採取層 (層目)	試料番号	採取深度 (A.P.m)	供試体 サイズ ( $\phi$ *h、cm)	湿潤密度 $\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> )	一軸圧縮 強さ、 $q_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	破壊ひずみ (%)	変形係数、 $E_{50}$ (MN/m <sup>2</sup> )	$E_{50}/q_u$	備考 (貝殻混入 判定)
1	1-6	1.834	10*20	1.882	242.7	0.54	80.06	330	
1	6-12	1.834	10*20	1.942	104.2	0.84	18.21	175	棄却
1	10-1	1.834	10*20	1.918	211.9	0.47	79.24	374	
1	1-16	1.834	10*20	1.819	187.1	0.66	55.28	295	
1	1-7	1.834	10*20	1.889	157.7	0.7	32.13	204	
1	6-1	1.834	10*20	1.933	220.8	0.6	60.24	273	
1	2-14	1.834	10*20	1.972	210.3	0.44	96.05	457	
1	6-7	1.834	10*20	1.940	161.1	0.65	39.32	244	
1	1-15	1.834	10*20	1.822	118.3	0.63	34.47	291	
1	9-13	1.834	10*20	1.945	111.7	0.57	27.86	249	棄却
1	8-9	1.834	10*20	1.934	205.6	0.51	69.87	340	
1	3-12	1.834	10*20	1.909	138.6	0.71	30.71	222	
1	1-14	1.834	10*20	1.837	145.0	0.6	43.1	297	
1	7-1	1.834	10*20	1.917	263.3	0.72	53.27	202	
1	2-13	1.834	10*20	1.914	118.1	0.73	26.28	223	
1	8-10	1.834	10*20	1.954	174.8	0.58	48.38	277	
1	9-12	1.834	10*20	1.913	133.3	0.58	41.89	314	
1	6-2	1.834	10*20	1.924	202.6	0.65	46.08	227	
1	8-11	1.834	10*20	1.924	127.0	0.4	73.6	580	
1	2-12	1.834	10*20	1.880	105.2	0.74	24.11	229	
1	1-13	1.834	10*20	1.862	118.9	0.61	33.15	279	
1	6-3	1.834	10*20	1.973	131.5	0.45	50.69	385	
1	2-11	1.834	10*20	1.894	125.5	0.59	30.62	244	
1	7-3	1.834	10*20	1.930	178.3	0.87	33.71	189	
1	7-2	1.834	10*20	1.900	304.8	0.57	85.52	281	
2	2-13	1.350	10*20	1.950	152.2	0.83	27.66	182	
2	1-8	1.350	10*20	1.913	155.7	0.66	38.85	250	
2	9-10	1.350	10*20	1.956	181.4	0.81	29.53	163	
2	6-8	1.350	10*20	1.990	168.7	0.87	27.41	162	棄却
2	5-4	1.350	10*20	1.978	142.6	0.72	29.38	206	
2	1-7	1.350	10*20	1.949	249.8	0.64	54.61	219	
2	9-13	1.350	10*20	2.012	196.0	0.8	34.8	178	
2	8-5	1.350	10*20	1.999	174.6	0.65	39.91	229	
2	2-12	1.350	10*20	1.924	222.4	0.67	42.24	190	
2	1-6	1.350	10*20	1.945	173.7	0.66	38.5	222	
2	5-3	1.350	10*20	1.984	129.6	0.68	26.06	201	棄却
2	6-3	1.350	10*20	1.940	235.5	0.58	62.97	267	
2	6-9	1.350	10*20	1.979	171.1	0.71	35.1	205	
2	8-10	1.350	10*20	1.970	172.8	0.81	28.66	166	
2	2-4	1.350	10*20	1.991	244.3	0.67	45.36	186	
2	8-13	1.350							予備
2	6-10	1.350	10*20	1.975	208.8	0.68	46.45	222	
2	3-13	1.350	10*20	1.984	163.0	0.8	28.1	173	棄却
2	7-3	1.350	10*20	1.967	155.7	0.69	31.94	205	
2	7-13	1.350	10*20	1.996	201.0	0.7	45.6	227	
2	1-3	1.350	10*20	1.998	126.3	0.69	24.74	196	棄却
2	1-5	1.350	10*20	1.971	158.9	0.74	32.15	202	
2	5-12	1.350	10*20	1.973	177.5	0.85	29.06	164	
2	8-11	1.350							予備
2	8-12	1.350							予備
2	9-12	1.350							予備
2	7-12	1.350	10*20	1.984	171.2	0.62	42.63	249	棄却
2	7-2	1.350	10*20	1.986	223.6	0.53	61.63	276	

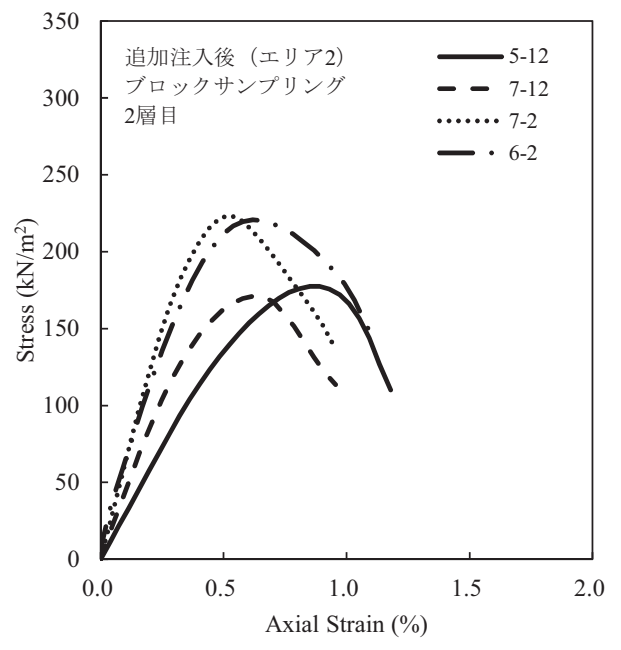
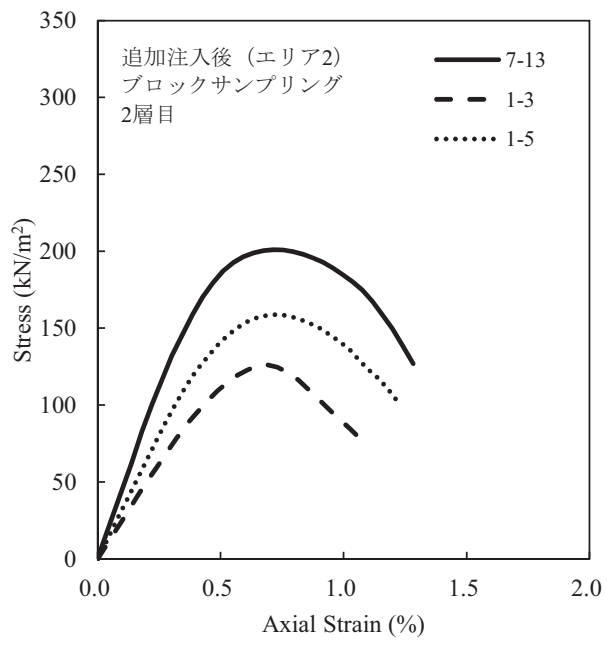
2	6-2	1.350	10*20	1.991	220.7	0.62	55.98	254	
3	2-13	0.900	10*20	1.971	176.4	0.6	37.83	214	棄却
3	9-12	0.900	10*20	1.955	191.0	0.6	41.6	218	棄却
3	8-13	0.900	10*20	1.966	164.4	0.77	28.38	173	棄却
3	6-7	0.900	10*20	1.966	156.4	0.7	31.88	204	棄却
3	3-12	0.900	10*20	1.968	190.9	0.73	36.86	193	棄却
3	7-5	0.900	10*20	1.983	141.4	0.56	37.1	262	
3	7-12	0.900	10*20	1.971	182.2	0.58	43.65	240	
3	6-6	0.900	10*20	1.982	108.3	0.58	23.63	218	棄却
3	8-12	0.900	10*20	1.983	179.4	0.49	52.7	294	
3	2-12	0.900	10*20	1.952	128.4	0.88	22.54	176	棄却
3	5-12	0.900	10*20	1.980	161.9	0.57	42.5	263	棄却
3	3-3	0.900	10*20	1.995	117.0	0.8	20.9	179	棄却
3	8-8	0.900	10*20	1.997	184.0	0.6	41.8	227	
3	5-3	0.900	10*20	1.963	134.9	0.66	25.77	191	棄却
3	2-11	0.900	10*20	1.928	138.3	0.67	28.35	205	棄却
3	8-9	0.900	10*20	1.991	198.2	0.69	43.33	219	
3	8-10	0.900	10*20	1.989	162.3	0.56	37.79	233	棄却
3	8-11	0.900	10*20	1.996	192.5	0.58	48.75	253	棄却
3	5-2	0.900	10*20	1.964	140.0	0.7	28.8	206	棄却
3	9-3	0.900	10*20	1.949	137.1	0.7	25.23	184	棄却
3	6-3	0.900	10*20	1.966	264.1	0.5	75.71	287	棄却
3	9-2	0.900	10*20	1.976	186.7	0.49	58.08	311	棄却
3	6-2	0.900	10*20	1.951	166.6	0.58	41.82	251	棄却
3	7-3	0.900	10*20	1.991	155.4	0.68	36.59	235	棄却
3	7-2	0.900	10*20	1.992	139.8	0.65	26.31	188	棄却
4	3-12	0.450	10*20	1.841	161.4	0.77	29.87	185	
4	7-13	0.450	10*20	1.848	260.2	0.87	51.26	197	
4	5-11	0.450	10*20	1.893	150.6	0.97	26	173	棄却
4	6-5	0.450	10*20	1.825	208.7	0.85	34.8	167	
4	3-11	0.450	10*20	1.845	167.7	1.08	27.07	161	
4	6-6	0.450	10*20	1.872	122.6	0.82	21.25	173	
4	6-10	0.450	10*20	1.889	141.8	1.1	19.87	140	
4	10-3	0.450	10*20	1.902	286.5	0.56	66.89	233	
4	9-3	0.450	10*20	1.876	291.0	0.6	85.9	295	
4	7-6	0.450	10*20	1.906	150.9	0.79	26.92	178	
4	10-11	0.450	10*20	1.889	176.5	0.76	32.53	184	棄却
4	8-13	0.450	10*20	1.891	196.3	0.81	42	214	
4	9-13	0.450	10*20	1.881	233.6	0.77	54.91	235	
4	6-3	0.450	10*20	1.841	144.9	0.54	34.61	239	棄却
4	6-7	0.450	10*20	1.856	158	0.73	29.33	186	
4	6-8	0.450	10*20	1.889	157.3	0.87	29.91	190	
4	6-9	0.450	10*20	1.892	138.5	0.75	28.88	209	
4	6-2	0.450	10*20	1.897	127.9	0.48	35.5	278	棄却
4	7-7	0.450	10*20	1.892	152.4	0.74	29.81	196	
4	7-8	0.450	10*20	1.843	119.1	0.75	28.1	236	
4	9-9	0.450							予備
4	9-10	0.450							予備
4	7-3	0.450	10*20	1.865	288.9	0.47	82.14	284	
4	7-2	0.450	10*20	1.876	245	0.52	63.17	258	
4	8-9	0.450	10*20	1.910	165.9	0.54	51.37	310	
4	8-10	0.450	10*20	1.943	302	0.5	78.34	259	
4	8-11	0.450	10*20	1.898	313.6	0.55	77.84	248	
4	8-12	0.450							予備
4	9-11	0.450							予備

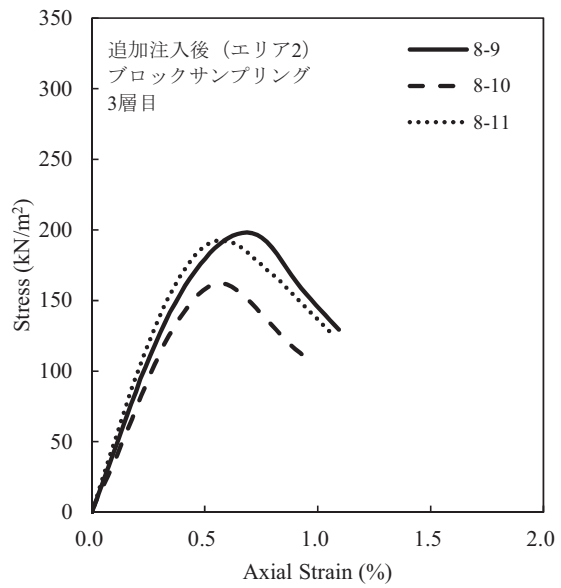
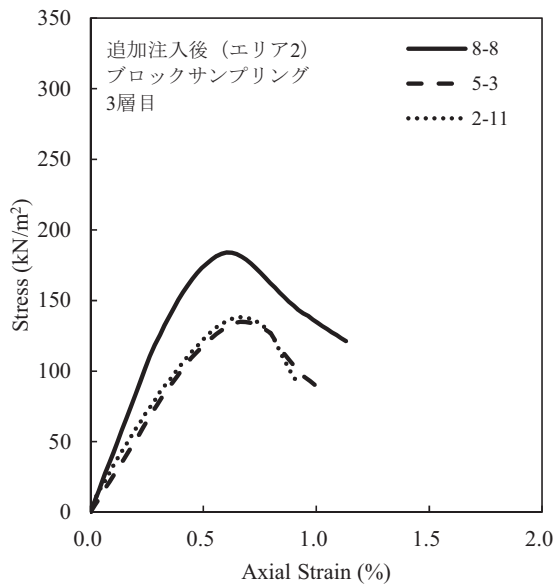
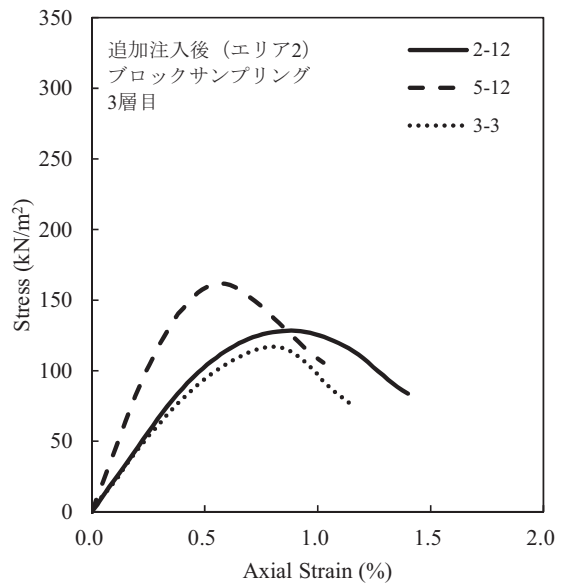
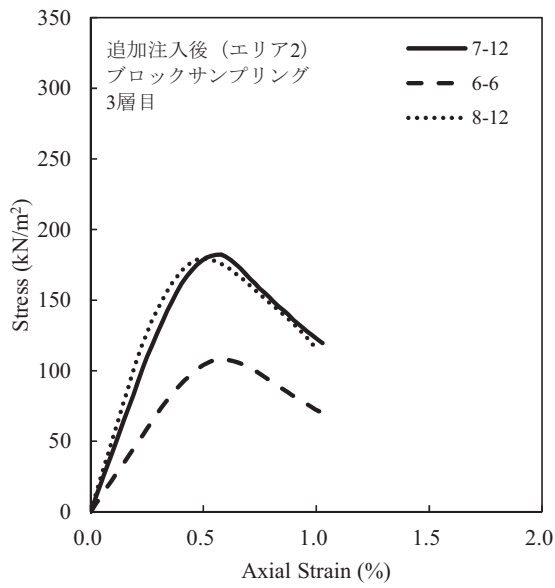
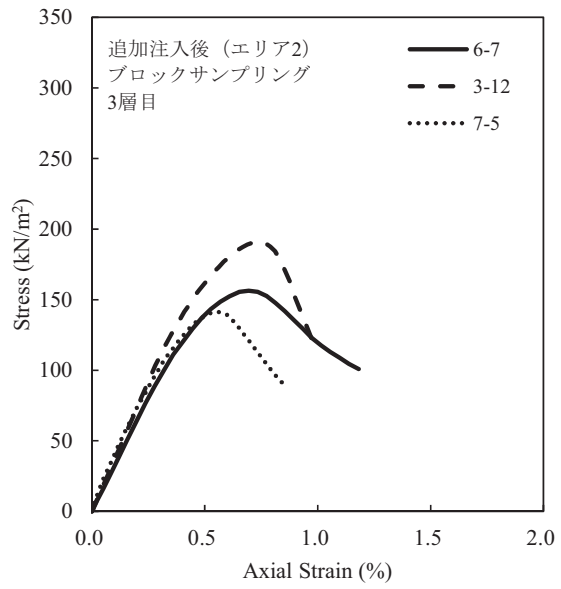
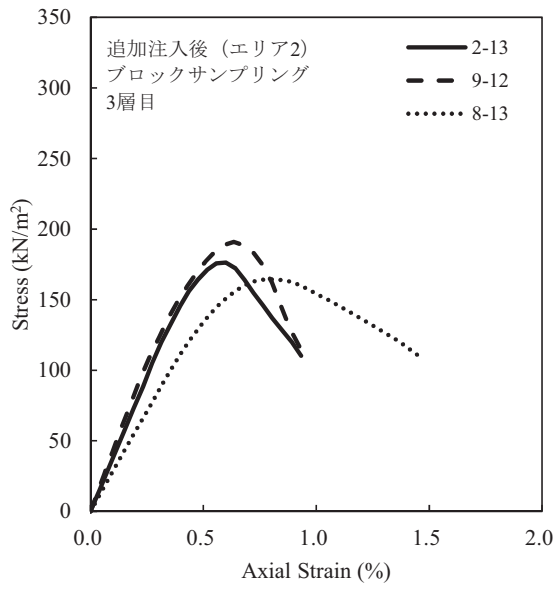


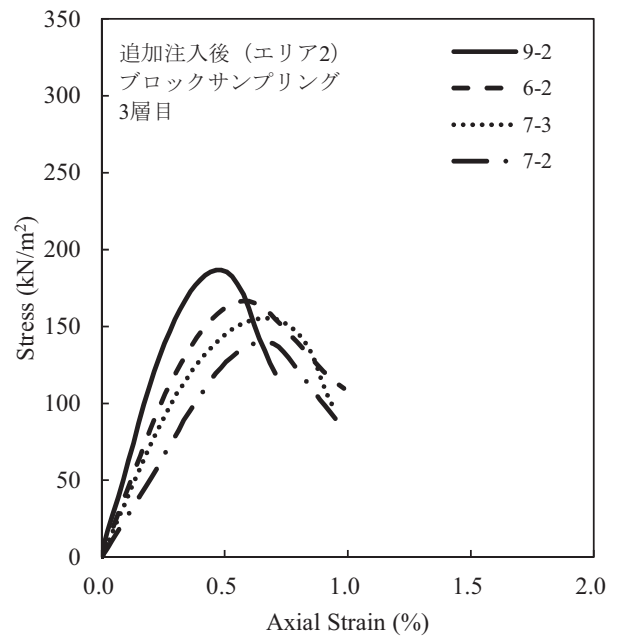
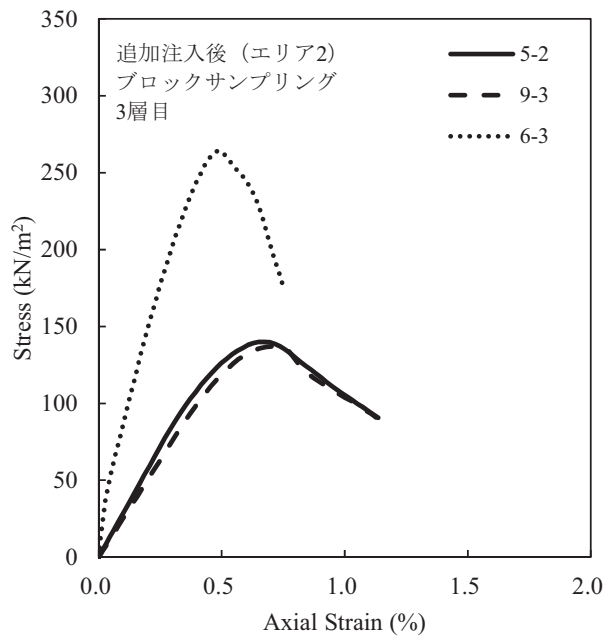


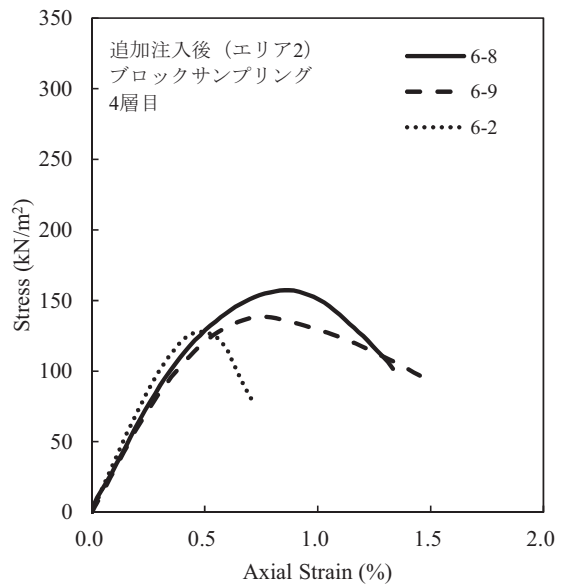
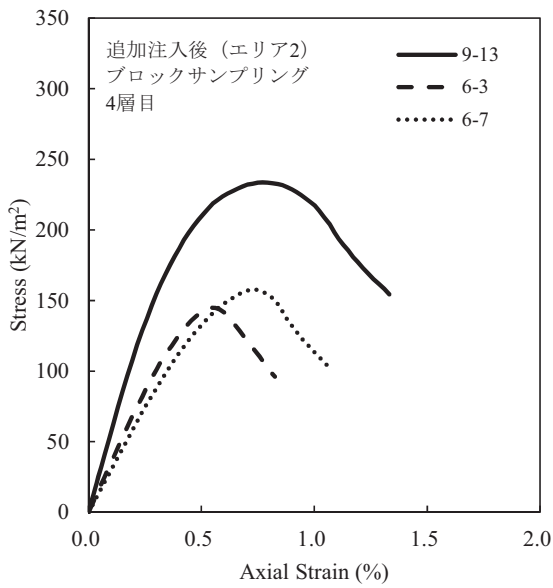
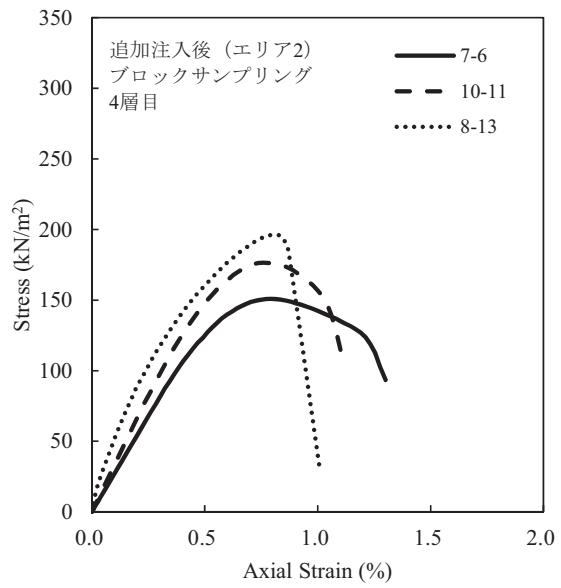
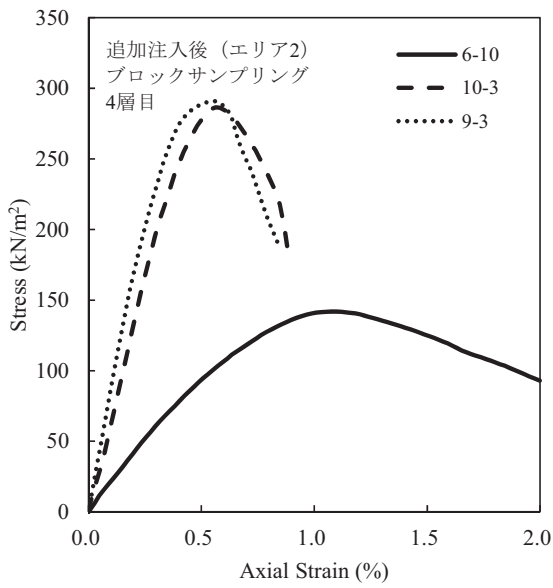
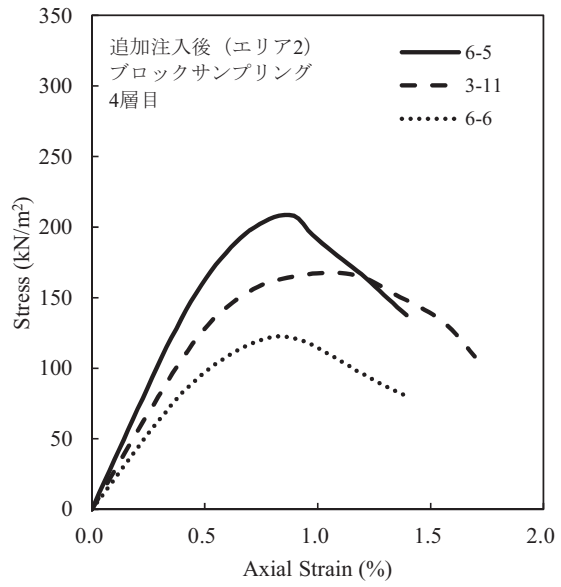
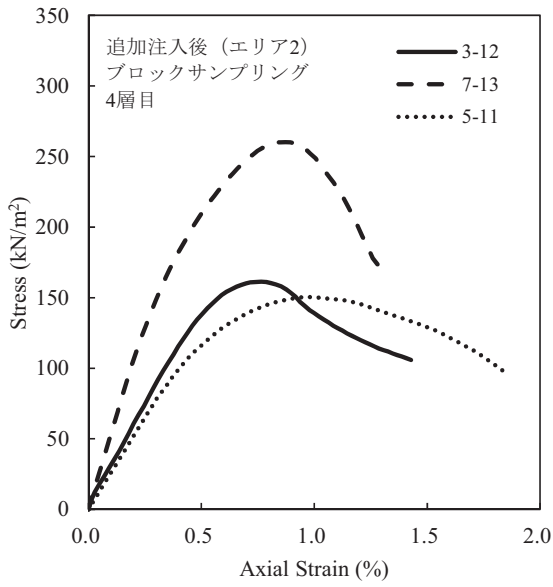


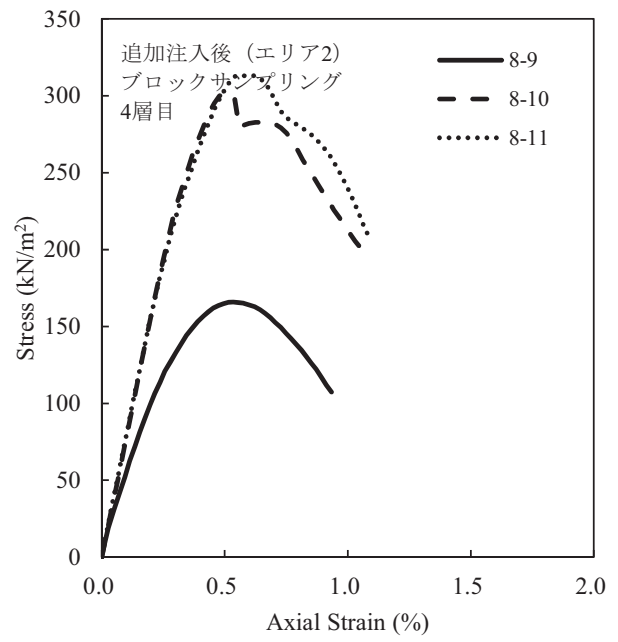
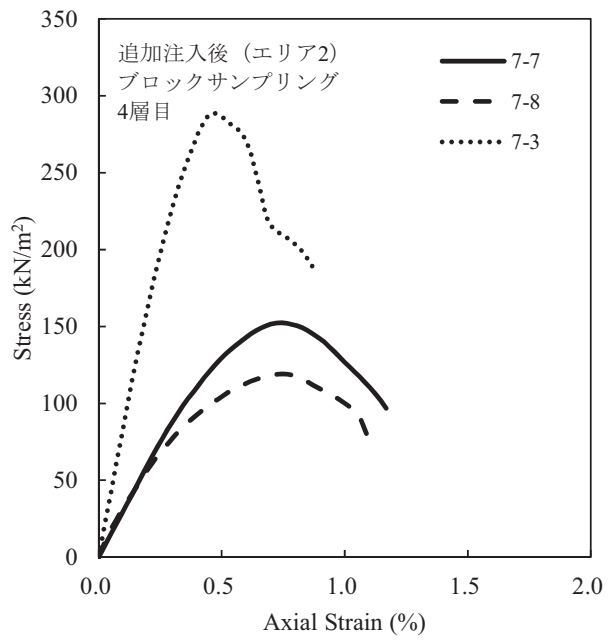












A.5 室内配合試験結果一覧 (第5章第4節)

\*IES: エコンシリカ, QS: クオリティシリカ

呼称	供試体 No.	原料土の物理特性					薬液諸元				供試体の状態				一軸圧縮試験結果			
		土粒子密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	細粒分含有率 $F_c$ %	均等係数 $U_c$	平均粒径 $D_{50}$ mm	最大乾燥密度 $\rho_{dmax}$ g/cm <sup>3</sup>	最小乾燥密度 $\rho_{dmin}$ g/cm <sup>3</sup>	薬液種別*1	シリカ濃度 %	湿潤密度 $\rho_t$ g/cm <sup>3</sup>	含水比 $w$ %	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>	破壊ひずみ $\epsilon_t$ %	変形係数 $E_{50}$ MN/m <sup>2</sup>	$E_{50}/q_u$	材齢 日		
珪砂7号	4-1	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.922	31.8	123	2.2	9.5	77	21		
珪砂7号	4-2	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.862	34.5	133	2.2	7.9	59	21		
珪砂7号	4-3	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.897	31.3	151	2.1	9.8	65	21		
珪砂7号	4-4	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.883	32.7	112	2.5	6.6	59	21		
珪砂7号	4-5	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.876	33.6	105	2.7	5.3	51	21		
珪砂7号	4-6	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.882	32.4	108	2.4	6.4	59	21		
珪砂7号	4-7	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.902	31.6	139	2.3	8.8	63	21		
珪砂7号	4-8	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.888	32.9	120	2.4	7.6	63	21		
珪砂7号	4-9	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.919	30.5	216	1.8	13.3	61	21		
珪砂7号	4-10	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.929	29.9	217	1.8	14.9	69	21		
珪砂7号	4-11	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.919	30.3	197	1.9	12.7	64	21		
珪砂7号	4-12	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.906	30.8	167	2.2	10.0	60	21		
珪砂7号	4-13	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.924	30.2	144	2.1	8.9	62	21		
珪砂7号	4-14	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.895	29.4	189	1.8	13.2	70	21		
珪砂7号	4-15	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.888	30.6	159	1.8	12.8	80	21		
珪砂7号	4-16	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.918	29.7	184	1.9	13.1	71	21		
珪砂7号	4-17	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.969	25.7	265	1.6	19.4	73	21		
珪砂7号	4-18	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.994	25.4	298	1.6	23.3	78	21		
珪砂7号	4-19	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.977	25.6	288	1.6	21.1	73	21		
珪砂7号	4-20	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.974	25.6	294	1.5	23.7	81	21		
珪砂7号	4-21	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.995	25.6	244	1.7	14.3	59	21		
珪砂7号	4-22	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.987	24.9	337	1.6	22.4	67	21		
珪砂7号	4-23	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	2.002	25.0	309	1.3	29.8	96	21		
珪砂7号	4-24	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.990	26.0	267	1.4	22.5	84	21		
珪砂7号	6-1	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.896	31.0	233	1.7	20.9	90	21		
珪砂7号	6-2	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.892	31.0	209	1.6	19.6	94	21		
珪砂7号	6-3	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.873	29.5	223	1.6	18.9	85	21		
珪砂7号	6-4	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.850	30.4	214	1.4	26.6	124	21		
珪砂7号	6-5	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.863	30.0	194	1.5	19.3	99	21		
珪砂7号	6-6	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.871	31.8	207	1.9	18.3	88	21		
珪砂7号	6-7	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.797	28.6	176	1.2	23.2	132	21		
珪砂7号	6-8	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.845	29.7	188	1.5	20.6	110	21		
珪砂7号	6-9	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.842	31.0	181	1.7	17.7	98	21		
珪砂7号	6-10	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.957	27.4	255	1.5	24.0	94	21		
珪砂7号	6-11	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.970	29.1	265	1.4	25.1	95	21		



呼称	供試体 No.	原料上の物理特性					乗液諸元				供試体の状態			一軸圧縮試験結果			
		土粒子密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	細粒分含有率 $F_c$ %	均等係数 $U_c$	平均粒径 $D_{50}$ mm	最大乾燥密度 $\rho_{dmax}$ g/cm <sup>3</sup>	最小乾燥密度 $\rho_{dmin}$ g/cm <sup>3</sup>	乗液種別*1	シリカ濃度 %	湿潤密度 $\rho_t$ g/cm <sup>3</sup>	含水比 $w$ %	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>	破壊ひずみ $\epsilon_f$ %	変形係数 $E_{50}$ MN/m <sup>2</sup>	$E_{50}/q_u$	材齢 日	
珪砂7号	6-12	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.941	28.4	248	1.3	29.0	117	21	
珪砂7号	6-13	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.932	28.0	265	1.3	27.3	103	21	
珪砂7号	6-14	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.937	27.1	270	1.4	28.7	106	21	
珪砂7号	6-15	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.912	27.8	215	1.3	22.6	105	21	
珪砂7号	6-16	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.880	26.7	232	1.5	21.1	91	21	
珪砂7号	6-17	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.892	26.1	216	1.2	26.0	120	21	
珪砂7号	6-18	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.994	24.0	356	1.2	40.2	113	21	
珪砂7号	6-19	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.967	23.7	343	1.3	34.8	101	21	
珪砂7号	6-20	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.995	26.4	363	1.3	43.3	119	21	
珪砂7号	6-21	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.953	23.0	315	1.2	37.0	117	21	
珪砂7号	6-22	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.973	24.5	330	1.3	32.2	98	21	
珪砂7号	6-23	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.975	24.7	365	1.4	36.1	99	21	
珪砂7号	6-24	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.952	24.1	330	1.3	31.3	95	21	
珪砂7号	6-25	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.971	23.6	334	1.1	47.0	141	21	
珪砂7号	6-26	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.906	30.5	204	1.8	14.3	70	22	
珪砂7号	6-27	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.903	31.3	192	1.5	18.0	94	22	
珪砂7号	6-28	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.914	30.7	180	1.5	26.7	148	22	
珪砂7号	6-29	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.864	33.5	193	1.8	14.3	74	22	
珪砂7号	6-30	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.875	33.8	166	1.7	13.3	80	22	
珪砂7号	6-31	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.913	29.6	196	1.5	24.5	125	22	
珪砂7号	6-32	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.872	32.0	221	1.7	17.1	78	22	
珪砂7号	6-33	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.879	31.7	208	1.3	20.0	96	22	
珪砂7号	6-34	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.887	32.2	181	1.5	16.5	91	22	
珪砂7号	6-35	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.896	30.2	192	1.7	15.4	80	22	
珪砂7号	6-36	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.961	27.8	257	1.5	19.7	77	22	
珪砂7号	6-37	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.935	28.5	236	1.5	19.9	84	22	
珪砂7号	6-38	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.911	29.4	245	1.5	21.2	87	22	
珪砂7号	6-39	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.921	28.6	245	1.5	19.5	80	22	
珪砂7号	6-40	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.928	28.9	261	1.7	17.6	67	22	
珪砂7号	6-41	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.917	29.5	248	1.6	19.7	80	22	
珪砂7号	6-42	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.949	27.5	239	1.4	22.2	93	22	
珪砂7号	6-43	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.915	28.1	222	1.6	18.6	84	22	
珪砂7号	6-44	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.977	25.0	329	1.2	36.2	110	22	
珪砂7号	6-45	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.976	25.0	332	1.2	33.6	101	22	
珪砂7号	6-46	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.990	24.6	328	1.1	34.2	104	22	

呼称	供試体 No.	原料上の物理特性					乗液諸元					供試体の状態				一軸圧縮試験結果			
		土粒子密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	細粒分含有率 $F_c$ %	均等係数 $U_c$	平均粒径 $D_{50}$ mm	最大乾燥密度 $\rho_{dmx}$ g/cm <sup>3</sup>	最小乾燥密度 $\rho_{dmin}$ g/cm <sup>3</sup>	乗液種別*1	シリカ濃度 %	湿潤密度 $\rho_t$ g/cm <sup>3</sup>	含水比 $w$ %	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>	破壊ひずみ $\epsilon_f$ %	変形係数 $E_{50}$ MN/m <sup>2</sup>	$E_{50}/q_u$	材齢 日			
珪砂7号	6-47	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.971	25.5	339	1.3	30.8	91	22			
珪砂7号	6-48	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.970	24.9	359	1.2	34.0	95	22			
珪砂7号	6-49	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.970	25.1	344	1.2	33.6	98	22			
珪砂7号	6-50	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.967	25.1	356	1.2	37.5	105	22			
珪砂7号	6-51	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.971	25.1	345	1.3	31.9	92	22			
珪砂7号	6-52	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.939	27.2	275	1.3	29.2	106	22			
珪砂7号	9-1	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.892	29.0	297	2.5	15.6	53	14			
珪砂7号	9-2	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.895	30.3	276	2.2	17.3	63	14			
珪砂7号	9-3	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.910	30.6	268	2.3	16.1	60	14			
珪砂7号	9-4	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.896	31.3	319	2.2	20.3	64	14			
珪砂7号	9-5	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.914	28.6	340	2.2	20.5	60	14			
珪砂7号	9-6	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.893	29.1	339	1.9	22.2	65	14			
珪砂7号	9-7	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.860	29.6	364	2.2	24.9	68	14			
珪砂7号	9-8	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.872	30.9	322	2.1	20.7	64	14			
珪砂7号	9-9	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.920	30.4	343	2.3	20.6	60	14			
珪砂7号	9-10	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.978	27.0	389	1.6	30.4	78	14			
珪砂7号	9-11	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.972	26.7	355	1.6	26.4	74	14			
珪砂7号	9-12	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.952	27.1	392	1.7	30.2	77	14			
珪砂7号	9-13	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.948	26.9	388	1.9	24.3	63	14			
珪砂7号	9-14	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.947	26.7	359	2.0	21.8	61	14			
珪砂7号	9-15	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.946	27.1	429	1.7	31.1	73	14			
珪砂7号	9-16	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.948	27.3	421	1.7	30.3	72	14			
珪砂7号	9-17	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.955	26.8	383	1.9	23.6	62	14			
珪砂7号	9-18	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.966	25.8	453	1.7	30.0	66	14			
珪砂7号	9-19	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.966	24.4	478	1.3	40.1	84	14			
珪砂7号	9-20	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.973	23.9	568	1.6	42.2	74	14			
珪砂7号	9-21	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.987	24.1	516	1.4	39.2	76	14			
珪砂7号	9-22	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.999	23.6	534	1.5	37.1	69	14			
珪砂7号	9-23	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.984	23.5	509	1.6	38.4	75	14			
珪砂7号	9-24	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	2.002	23.0	582	1.7	38.7	67	14			
珪砂7号	9-25	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.989	24.0	590	1.2	51.9	88	14			
珪砂7号	9-26	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.995	24.5	608	1.6	45.5	75	14			
珪砂7号	9-27	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	2.005	23.4	535	1.2	47.8	89	14			
山砂	5-1	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.887	32.3	111	5.1	3.8	34	14			

呼称	供試体 No.	原料土の物理特性						薬液諸元			供試体の状態			一軸圧縮試験結果			
		土粒子密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	細粒分含有率 $F_c$ %	均等係数 $U_c$	平均粒径 $D_{50}$ mm	最大乾燥密度 $\rho_{dmax}$ g/cm <sup>3</sup>	最小乾燥密度 $\rho_{dmin}$ g/cm <sup>3</sup>	薬液種別*1	シリカ濃度 %	湿潤密度 $\rho_t$ g/cm <sup>3</sup>	含水比 $w$ %	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>	破壊ひずみ $\epsilon_f$ %	変形係数 $E_{50}$ MN/m <sup>2</sup>	$E_{50}/q_u$	材齢	
山砂	5-2	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.861	33.5	100	4.6	4.1	41	14	
山砂	5-3	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.892	32.0	103	5.0	3.8	37	14	
山砂	5-4	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.898	32.2	109	5.1	4.1	38	14	
山砂	5-5	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.872	31.9	110	4.8	4.4	40	14	
山砂	5-6	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.898	31.8	120	5.1	4.3	36	14	
山砂	5-7	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.844	32.4	107	4.0	4.1	38	14	
山砂	5-8	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.834	31.8	116	4.1	6.5	56	14	
山砂	5-9	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.955	27.2	220	4.5	8.1	37	14	
山砂	5-10	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.915	27.6	206	4.9	6.1	30	14	
山砂	5-11	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.908	27.8	176	4.2	7.4	42	14	
山砂	5-12	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.884	26.4	184	4.0	7.0	38	14	
山砂	5-13	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.921	26.9	164	4.0	7.7	47	14	
山砂	5-14	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.908	26.9	176	4.5	6.0	34	14	
山砂	5-15	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.869	26.2	195	4.4	6.7	34	14	
山砂	5-16	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.874	26.6	182	4.3	7.6	42	14	
山砂	5-17	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.862	26.0	176	3.8	6.7	38	14	
山砂	5-18	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.982	21.2	309	3.1	16.1	52	14	
山砂	5-19	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.970	21.1	340	3.2	17.1	50	14	
山砂	5-20	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.989	21.0	338	3.6	14.2	42	14	
山砂	5-21	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.962	20.6	331	3.8	13.1	40	14	
山砂	5-22	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.980	20.5	366	3.6	12.9	35	14	
山砂	5-23	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	2.010	22.5	363	3.6	11.7	32	14	
山砂	6.5-1	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.872	31.9	203	3.6	9.7	48	16	
山砂	6.5-2	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.901	31.6	200	3.3	11.7	59	16	
山砂	6.5-3	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.898	31.5	182	3.4	9.7	53	16	
山砂	6.5-4	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.904	31.5	211	4.1	9.3	44	16	
山砂	6.5-5	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.868	32.3	202	4.1	9.3	46	16	
山砂	6.5-6	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.855	31.0	182	2.8	11.1	61	16	
山砂	6.5-7	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.895	30.9	220	3.3	11.7	53	16	
山砂	6.5-8	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.921	30.9	222	3.3	14.4	65	16	
山砂	6.5-9	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.933	26.4	322	3.5	15.0	47	16	
山砂	6.5-10	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.917	26.3	322	3.1	18.3	57	16	
山砂	6.5-11	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.918	26.3	319	3.2	18.5	58	16	
山砂	6.5-12	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.872	27.3	251	3.3	9.9	39	16	
山砂	6.5-13	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.860	27.5	260	3.4	12.9	50	16	

呼称	供試体 No.	原料上の物理特性					乗液諸元				供試体の状態			一軸圧縮試験結果			
		土粒子密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	細粒分含有率 $F_c$ %	均等係数 $U_c$	平均粒径 $D_{50}$ mm	最大乾燥密度 $\rho_{dmax}$ g/cm <sup>3</sup>	最小乾燥密度 $\rho_{dmin}$ g/cm <sup>3</sup>	乗液種別*1	シリカ濃度 %	湿潤密度 $\rho_t$ g/cm <sup>3</sup>	含水比 $w$ %	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>	破壊ひずみ $\epsilon_f$ %	変形係数 $E_{50}$ MN/m <sup>2</sup>	$E_{50}/q_u$	材齢 日	
山砂	6.5-14	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.950	27.1	292	3.3	14.6	50	16	
山砂	6.5-15	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.944	27.1	322	3.1	20.0	62	16	
山砂	6.5-16	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.924	27.6	276	3.4	14.4	52	16	
山砂	6.5-17	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.923	27.2	270	3.0	18.2	67	16	
山砂	6.5-18	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.981	21.2	462	2.9	39.2	85	16	
山砂	6.5-19	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.982	20.9	447	3.3	25.8	58	16	
山砂	6.5-20	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.949	20.9	434	2.0	34.4	79	16	
山砂	6.5-21	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.994	20.7	436	3.3	27.1	62	16	
山砂	6.5-22	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.990	23.0	439	3.5	28.1	64	16	
山砂	6.5-23	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.988	21.3	403	3.4	21.3	53	16	
山砂	8-1	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.868	30.9	270	2.5	14.2	53	17	
山砂	8-2	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.892	30.1	311	2.7	17.8	57	17	
山砂	8-3	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.870	30.3	303	3.0	14.5	48	17	
山砂	8-4	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.859	31.3	287	2.9	14.0	49	17	
山砂	8-5	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.871	31.2	296	2.9	16.6	56	17	
山砂	8-6	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.881	30.6	314	3.2	17.7	56	17	
山砂	8-7	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.847	31.1	299	2.8	13.7	46	17	
山砂	8-8	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.882	30.9	288	2.8	14.0	49	17	
山砂	8-9	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.870	30.7	280	2.4	18.5	66	17	
山砂	8-10	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.898	26.4	431	2.7	26.7	62	17	
山砂	8-11	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.869	25.9	388	2.3	27.8	72	17	
山砂	8-12	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.881	26.0	412	2.3	40.9	99	17	
山砂	8-13	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.930	25.8	431	2.2	26.6	62	17	
山砂	8-14	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.927	25.0	432	2.8	23.9	55	17	
山砂	8-15	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.858	25.6	399	2.7	21.2	53	17	
山砂	8-16	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.901	27.2	374	2.3	23.0	62	17	
山砂	8-17	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.940	27.3	434	2.7	28.7	66	17	
山砂	8-18	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.914	26.6	370	2.3	24.5	66	17	
山砂	8-19	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	2.005	18.9	731	2.5	65.8	90	17	
山砂	8-20	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	2.022	19.9	733	2.4	78.3	107	17	
山砂	8-21	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	2.022	18.6	780	2.3	85.6	110	17	
山砂	8-22	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.987	20.0	667	2.3	54.3	81	17	
山砂	8-23	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	2.002	20.0	693	2.5	58.3	84	17	
山砂	8-24	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.988	20.1	695	2.2	56.4	81	17	
山砂	5-24	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.891	31.3	121	5.1	4.9	41	18	

呼称	供試体 No.	原料上の物理特性					供試体の状態				一軸圧縮試験結果					
		土粒子密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	細粒分含有率 $F_c$ %	均等係数 $U_c$	平均粒径 $D_{50}$ mm	最大乾燥密度 $\rho_{dmax}$ g/cm <sup>3</sup>	最小乾燥密度 $\rho_{dmin}$ g/cm <sup>3</sup>	薬液種別*1	シリカ濃度 %	湿潤密度 $\rho_t$ g/cm <sup>3</sup>	含水比 $w$ %	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>	破壊ひずみ $\epsilon_f$ %	変形係数 $E_{50}$ MN/m <sup>2</sup>	$E_{50}/q_u$	材齢 日
山砂	5-25	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.893	31.5	119	5.0	5.1	43	18
山砂	5-26	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.869	31.9	116	5.2	4.8	41	18
山砂	6.5-24	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.900	29.9	251	3.6	16.5	66	18
山砂	6.5-25	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.877	30.5	190	2.0	16.0	84	18
山砂	6.5-26	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.897	30.3	239	3.6	13.8	58	18
山砂	8-25	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.879	29.2	352	2.3	24.0	68	17
山砂	8-26	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.899	29.1	356	2.6	21.2	60	17
山砂	8-27	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.901	29.0	349	2.2	25.6	73	17
山砂	5-27	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.903	31.4	124	4.7	5.3	43	18
山砂	5-28	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.894	31.2	134	4.6	5.9	44	18
山砂	5-29	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.915	30.7	138	4.4	6.8	49	18
山砂	6.5-27	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.906	29.7	256	3.6	13.5	53	18
山砂	6.5-28	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.902	30.4	206	3.2	13.1	64	18
山砂	6.5-29	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.914	29.8	250	3.7	14.9	60	18
山砂	8-28	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.901	29.3	331	2.3	20.2	61	17
山砂	8-29	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.917	28.8	380	2.8	22.4	59	17
山砂	8-30	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.874	29.0	381	2.5	27.9	73	17
山砂	5-30	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.935	29.1	180	4.6	8.4	47	17
山砂	5-31	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.930	28.4	195	5.0	8.1	41	17
山砂	5-32	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.920	28.8	198	5.1	8.6	43	17
山砂	6.5-30	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.988	32.0	271	3.0	21.1	78	17
山砂	6.5-31	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.928	28.2	276	3.1	16.2	59	17
山砂	6.5-32	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.914	28.0	289	2.6	22.2	77	17
C	6-1	2.659	21	61.00	0.192			ES	6.0	1.987		202	3.3	10.6	53	14
C	6-2	2.659	21	61.00	0.192			ES	6.0	1.994		182	3.2	9.0	50	14
C	6-3	2.659	21	61.00	0.192			ES	6.0	2.009		198	2.8	10.7	54	14
C	6-4	2.659	21	61.00	0.192			ES	6.0	2.010		198	2.9	11.0	55	28
C	6-5	2.659	21	61.00	0.192			ES	6.0	2.011		195	3.0	11.4	58	28
C	6-6	2.659	21	61.00	0.192			ES	6.0	2.016		195	3.7	8.0	41	28
C	7-1	2.659	21	61.00	0.192			ES	7.0	2.014		247	2.6	16.9	68	14
C	7-2	2.659	21	61.00	0.192			ES	7.0	2.001		244	3.1	12.0	49	14
C	7-3	2.659	21	61.00	0.192			ES	7.0	2.027		252	2.7	15.0	59	14
C	7-4	2.659	21	61.00	0.192			ES	7.0	2.020		242	2.5	15.8	65	28
C	7-5	2.659	21	61.00	0.192			ES	7.0	2.017		260	2.9	14.2	55	28

\* IES: エコシリカ、QS: クオリティシリカ

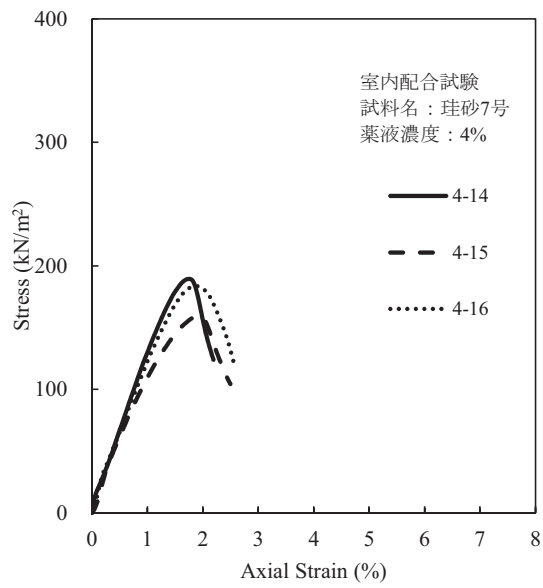
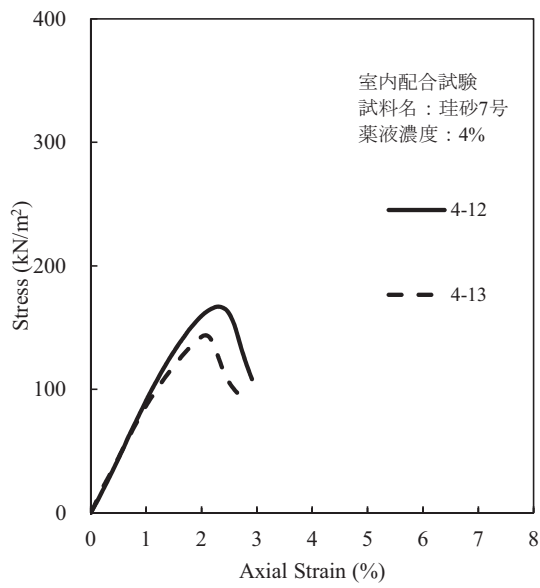
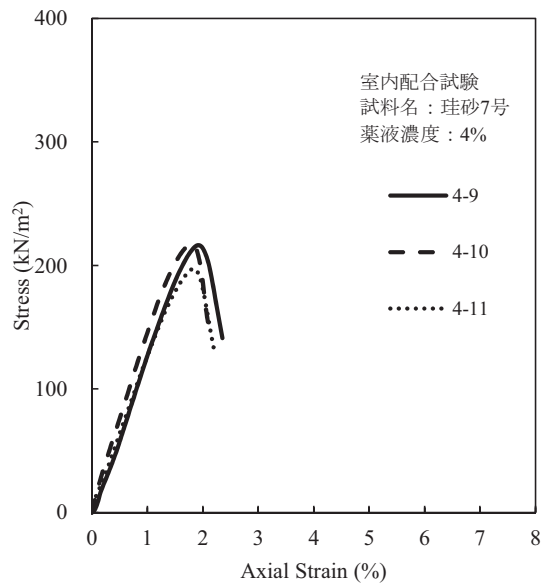
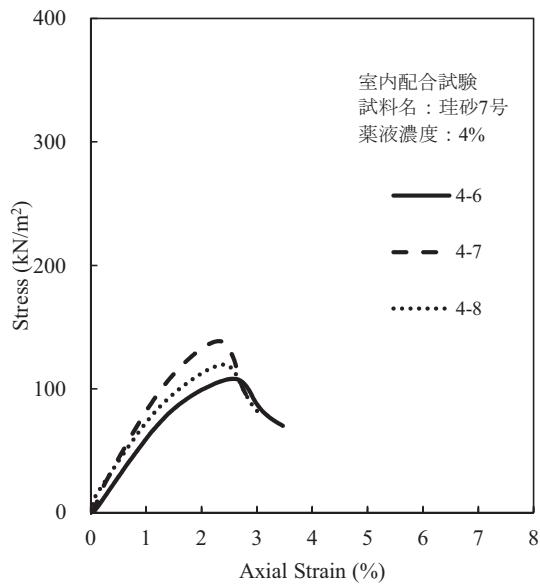
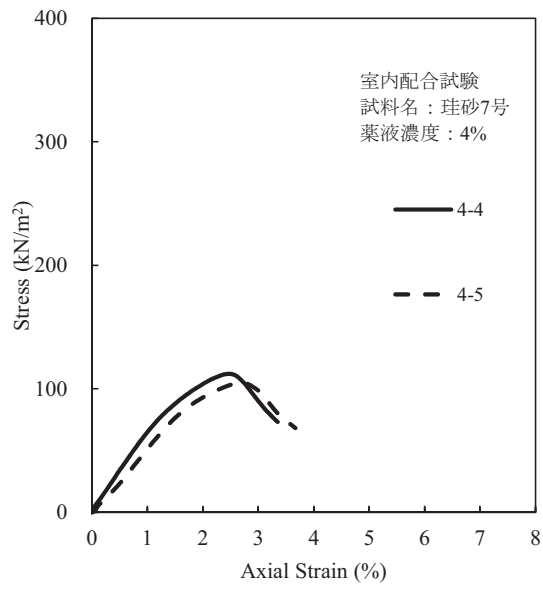
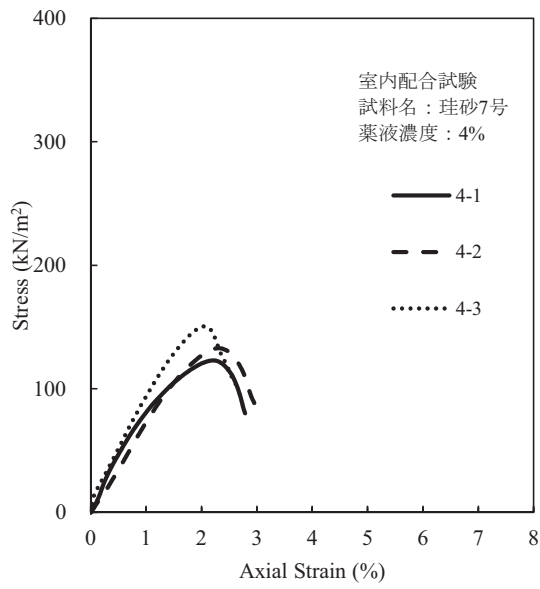
呼称	供試体 No.	原料土の物理特性					乗液諸元			供試体の状態			一軸圧縮試験結果			
		土粒子密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	細粒分含有率 $F_c$ %	均等係数 $U_c$	平均粒径 $D_{50}$ mm	最大乾燥密度 $\rho_{dmax}$ g/cm <sup>3</sup>	最小乾燥密度 $\rho_{dmin}$ g/cm <sup>3</sup>	乗液種別*1	シリカ濃度 %	湿潤密度 $\rho_t$ g/cm <sup>3</sup>	含水比 $w$ %	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>	破壊ひずみ $\epsilon_f$ %	変形係数 $E_{50}$ MN/m <sup>2</sup>	$E_{50}/q_u$	材齢 日
C	7-6	2.659	21	61.00	0.192			ES	7.0	1.992		231	2.4	16.9	73	28
C	9-1	2.659	21	61.00	0.192			ES	9.0	2.008		362	2.3	24.5	68	14
C	9-2	2.659	21	61.00	0.192			ES	9.0	2.018		358	2.3	24.4	68	14
C	9-3	2.659	21	61.00	0.192			ES	9.0	2.006		330	2.0	23.5	71	14
C	9-4	2.659	21	61.00	0.192			ES	9.0	2.033		373	2.3	22.1	59	28
C	9-5	2.659	21	61.00	0.192			ES	9.0	2.019		371	2.2	23.3	63	28
C	9-6	2.659	21	61.00	0.192			ES	9.0	2.022		347	1.8	25.2	73	28
D	6-1	2.662	20	127.67	0.298			ES	6.0	2.044		183	2.4	11.1	61	14
D	6-2	2.662	20	127.67	0.298			ES	6.0	2.074		188	2.2	13.5	72	14
D	6-3	2.662	20	127.67	0.298			ES	6.0	2.019		167	2.2	11.5	69	14
D	6-4	2.662	20	127.67	0.298			ES	6.0	2.020		186	2.2	12.5	67	28
D	6-5	2.662	20	127.67	0.298			ES	6.0	2.033		181	2.2	11.7	64	28
D	6-6	2.662	20	127.67	0.298			ES	6.0	2.037		182	2.1	15.2	83	28
D	7-1	2.662	20	127.67	0.298			ES	7.0	2.040		223	2.3	14.7	66	14
D	7-2	2.662	20	127.67	0.298			ES	7.0	2.050		221	2.3	12.7	57	14
D	7-3	2.662	20	127.67	0.298			ES	7.0	2.028		227	2.3	13.9	61	14
D	7-4	2.662	20	127.67	0.298			ES	7.0	2.057		229	2.3	12.7	56	28
D	7-5	2.662	20	127.67	0.298			ES	7.0	2.058		220	2.2	13.0	59	28
D	7-6	2.662	20	127.67	0.298			ES	7.0	2.045		231	2.3	12.9	56	28
D	9-1	2.662	20	127.67	0.298			ES	9.0	2.044		312	1.8	23.9	77	14
D	9-2	2.662	20	127.67	0.298			ES	9.0	2.032		329	2.2	21.5	65	14
D	9-3	2.662	20	127.67	0.298			ES	9.0	2.043		339	1.9	25.3	75	14
D	9-4	2.662	20	127.67	0.298			ES	9.0	2.040		339	1.7	29.5	87	28
D	9-5	2.662	20	127.67	0.298			ES	9.0	2.058		340	1.8	25.9	76	28
D	9-6	2.662	20	127.67	0.298			ES	9.0	2.023		357	2.0	22.8	64	28
E	6-1	2.720	6	2.29	0.200	1.692	1.317	QS	6.0	1.966	27.8	164	1.9	15.0	92	14
E	6-2	2.720	6	2.29	0.200	1.692	1.317	QS	6.0	1.982	26.9	190	1.6	21.2	111	14
E	6-3	2.720	6	2.29	0.200	1.692	1.317	QS	6.0	1.970	27.4	184	1.9	17.9	97	14
E	6-4	2.720	6	2.29	0.200	1.692	1.317	QS	6.0	1.987	26.0	171	1.8	22.7	132	28
E	6-5	2.720	6	2.29	0.200	1.692	1.317	QS	6.0	1.981	26.8	168	1.9	14.6	87	28
E	6-6	2.720	6	2.29	0.200	1.692	1.317	QS	6.0	1.979	26.7	177	2.0	15.3	87	28
E	8-1	2.720	6	2.29	0.200	1.692	1.317	QS	8.0	1.983	26.8	296	1.7	29.5	99	14
E	8-2	2.720	6	2.29	0.200	1.692	1.317	QS	8.0	1.997	26.8	308	1.9	26.5	86	14

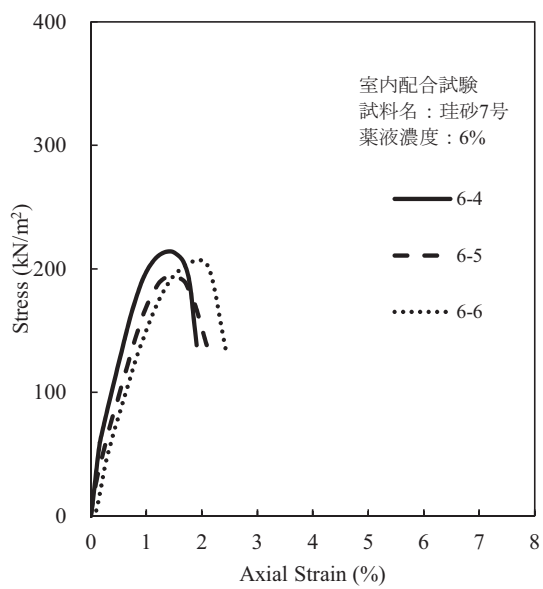
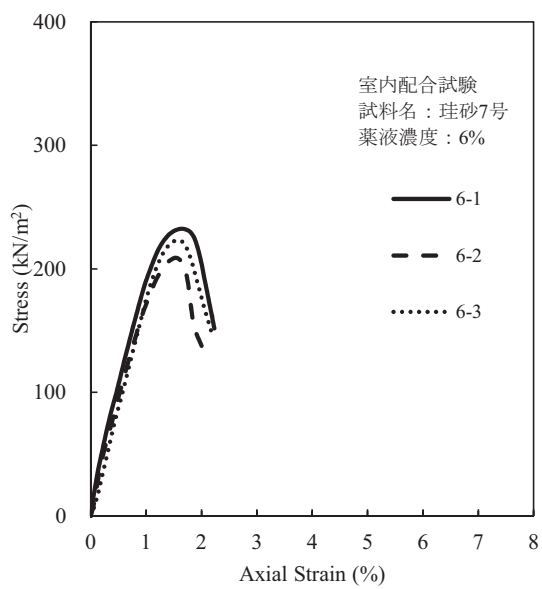
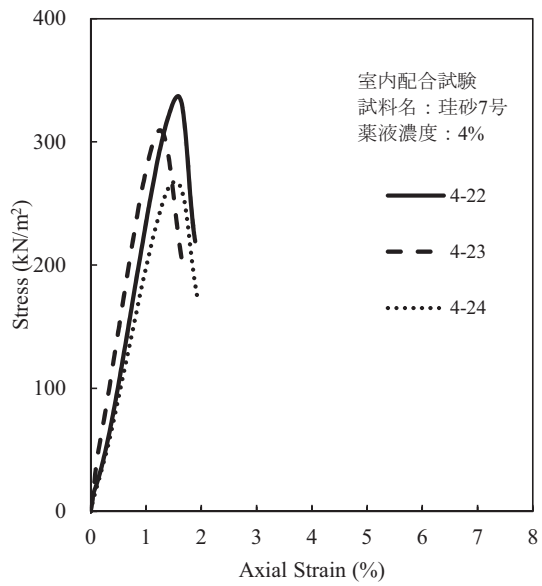
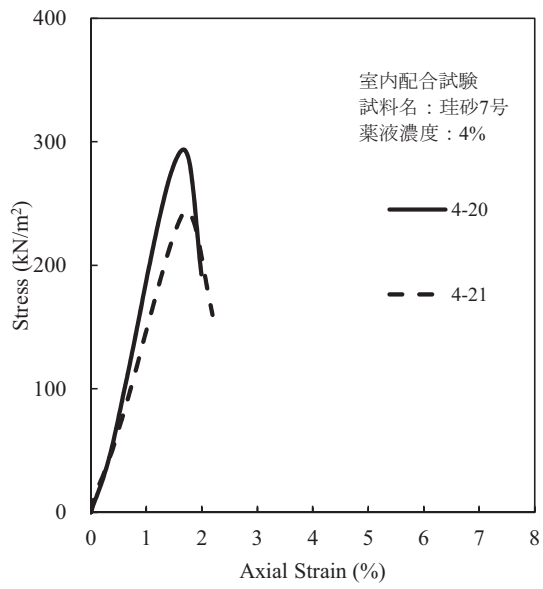
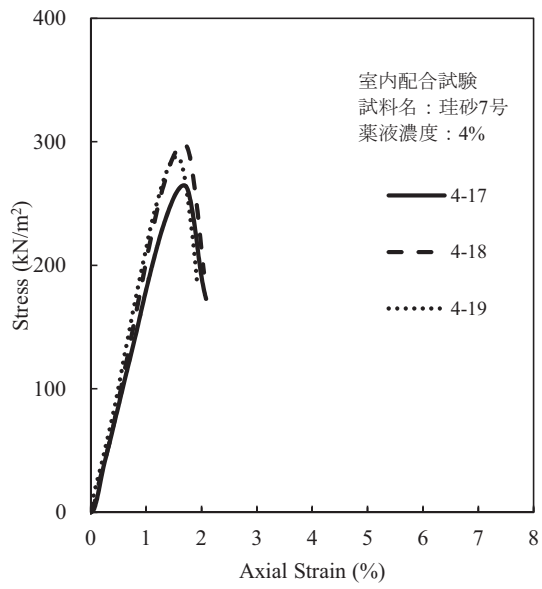


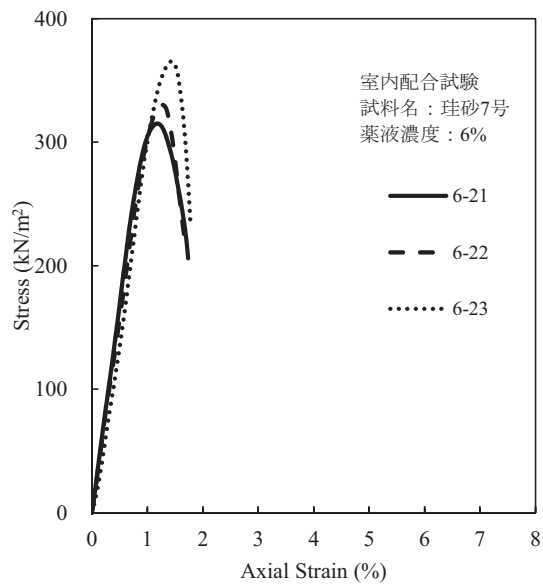
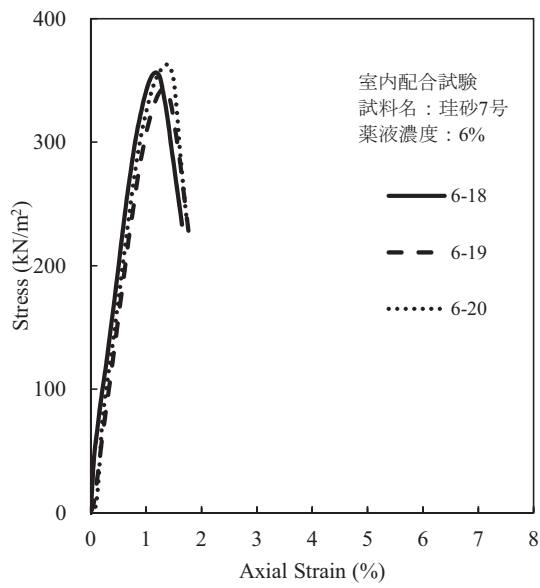
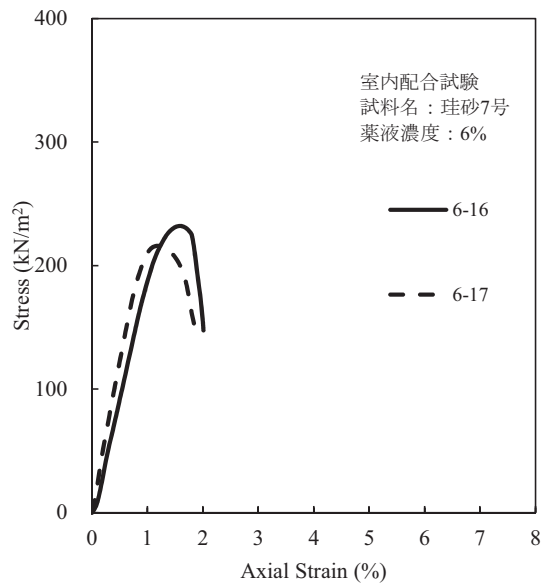
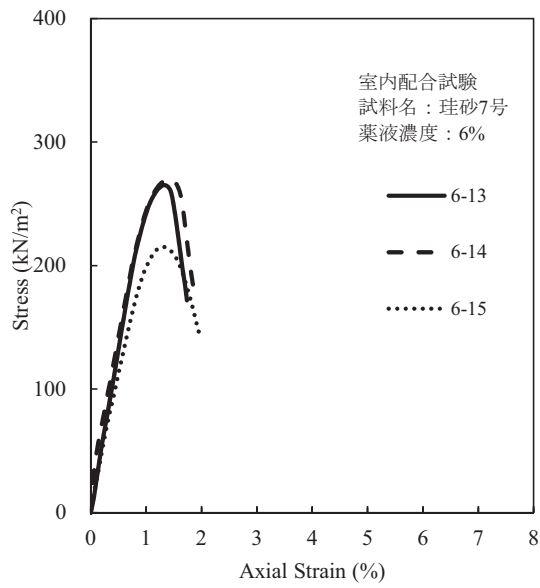
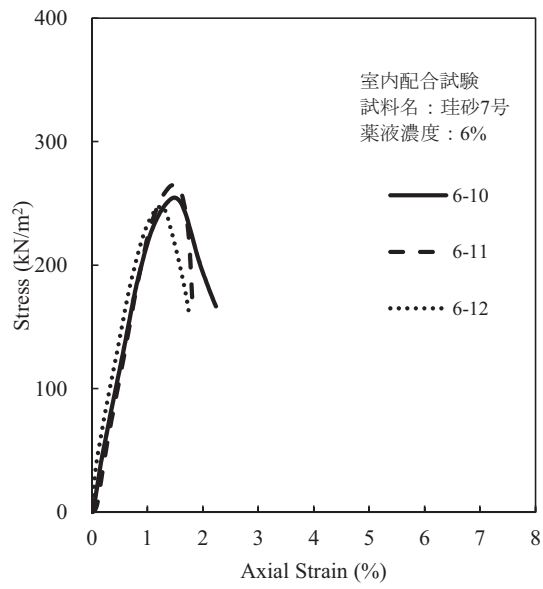
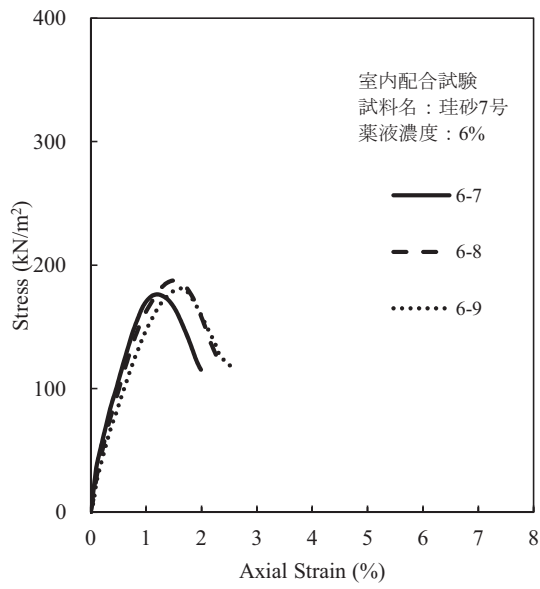
呼称	供試体 No.	原料上の物理特性					供試体の状態			一軸圧縮試験結果						
		土粒子密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	細粒分含有率 $F_c$ %	均等係数 $U_c$	平均粒径 $D_{50}$ mm	最大乾燥密度 $\rho_{dmax}$ g/cm <sup>3</sup>	最小乾燥密度 $\rho_{dmin}$ g/cm <sup>3</sup>	薬液種類*1	シリカ濃度 %	湿潤密度 $\rho_t$ g/cm <sup>3</sup>	含水比 $w$ %	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>	破壊ひずみ $\epsilon_f$ %	変形係数 $E_{50}$ MN/m <sup>2</sup>	$E_{50}/q_u$	材齢 日
E	8-3	2.720	6	2.29	0.200	1.692	1.317	QS	8.0	1.973	27.2	292	1.8	27.7	95	14
E	8-4	2.720	6	2.29	0.200	1.692	1.317	QS	8.0	1.991	26.0	273	1.8	24.7	90	28
E	8-5	2.720	6	2.29	0.200	1.692	1.317	QS	8.0	1.990	26.4	273	1.9	23.7	87	28
E	8-6	2.720	6	2.29	0.200	1.692	1.317	QS	8.0	1.983	26.3	265	1.8	22.7	85	28
E	10-1	2.720	6	2.29	0.200	1.692	1.317	QS	10.0	1.999	25.8	452	1.6	43.7	97	14
E	10-2	2.720	6	2.29	0.200	1.692	1.317	QS	10.0	1.999	26.3	408	1.5	41.2	101	14
E	10-3	2.720	6	2.29	0.200	1.692	1.317	QS	10.0	2.001	26.2	513	1.7	50.4	98	14
E	10-4	2.720	6	2.29	0.200	1.692	1.317	QS	10.0	1.986	24.8	421	1.6	40.0	95	28
E	10-5	2.720	6	2.29	0.200	1.692	1.317	QS	10.0	2.001	25.6	421	1.9	33.8	80	28
E	10-6	2.720	6	2.29	0.200	1.692	1.317	QS	10.0	1.994	25.6	429	1.7	39.8	93	28
F	6-1	2.705	6	1.79	0.201	1.103	0.668	QS	6.0	1.912	27.1	121	1.6	15.1	125	28
F	6-2	2.705	6	1.79	0.201	1.103	0.668	QS	6.0	1.908	26.8	126	1.7	12.4	98	28
F	6-3	2.705	6	1.79	0.201	1.103	0.668	QS	6.0	1.906	26.6	122	1.7	13.5	111	28
F	8-1	2.705	6	1.79	0.201	1.103	0.668	QS	8.0	1.916	26.1	224	1.5	26.6	119	28
F	8-2	2.705	6	1.79	0.201	1.103	0.668	QS	8.0	1.915	26.4	233	1.7	24.7	106	28
F	8-3	2.705	6	1.79	0.201	1.103	0.668	QS	8.0	1.907	26.3	218	1.7	20.3	93	28
F	10-1	2.705	6	1.79	0.201	1.103	0.668	QS	10.0	1.908	25.4	347	1.6	35.0	101	28
F	10-2	2.705	6	1.79	0.201	1.103	0.668	QS	10.0	1.905	25.3	361	1.5	38.8	108	28
F	10-3	2.705	6	1.79	0.201	1.103	0.668	QS	10.0	1.902	25.1	336	1.4	37.6	112	28
F	6-4	2.697	6	1.68	0.177	1.242	0.754	QS	6.0	1.891	32.7	139	2.2	13.7	99	28
F	6-5	2.697	6	1.68	0.177	1.242	0.754	QS	6.0	1.885	32.4	132	2.3	13.6	102	28
F	6-6	2.697	6	1.68	0.177	1.242	0.754	QS	6.0	1.880	32.3	124	2.1	13.4	108	28
F	8-4	2.697	6	1.68	0.177	1.242	0.754	QS	8.0	1.881	31.6	257	1.9	29.6	115	28
F	8-5	2.697	6	1.68	0.177	1.242	0.754	QS	8.0	1.882	31.9	244	2.1	21.8	89	28
F	8-6	2.697	6	1.68	0.177	1.242	0.754	QS	8.0	1.885	31.0	251	2.1	26.8	107	28
F	10-4	2.697	6	1.68	0.177	1.242	0.754	QS	10.0	1.904	29.5	374	1.7	44.8	120	28
F	10-5	2.697	6	1.68	0.177	1.242	0.754	QS	10.0	1.903	30.7	385	2.2	41.0	106	28
F	10-6	2.697	6	1.68	0.177	1.242	0.754	QS	10.0	1.898	31.2	358	2.1	38.2	107	28
F	9-1	2.709	6					ES	9.0	1.941	22.8	308	2.4	28.8	93	28
F	9-2	2.709	6					ES	9.0	1.947	22.6	328	2.4	26.1	80	28
F	9-3	2.709	6					ES	9.0	1.947	22.9	333	2.1	32.4	97	28
G	6-1	2.697	15	3.85	0.143	1.447	0.877	QS	6.0	1.847	37.1	111	2.4	12.2	110	28
G	6-2	2.697	15	3.85	0.143	1.447	0.877	QS	6.0	1.842	36.8	110	2.6	12.0	109	28

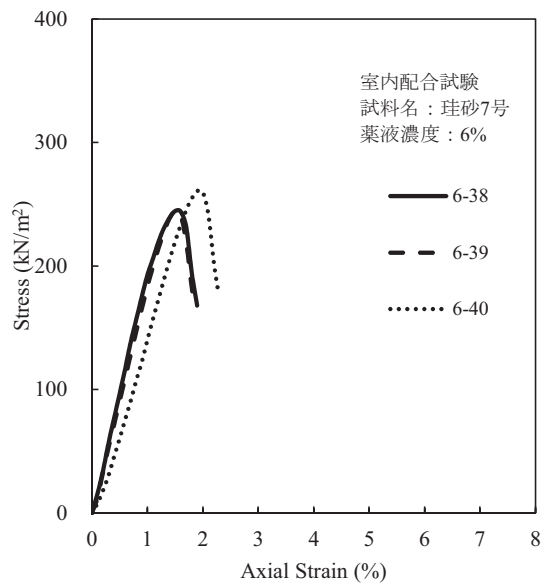
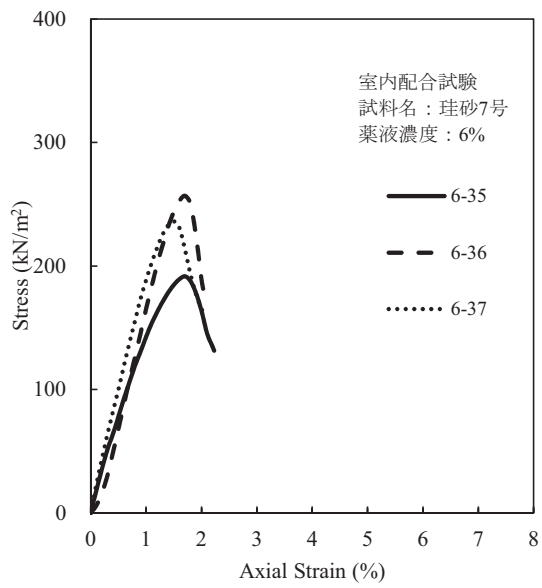
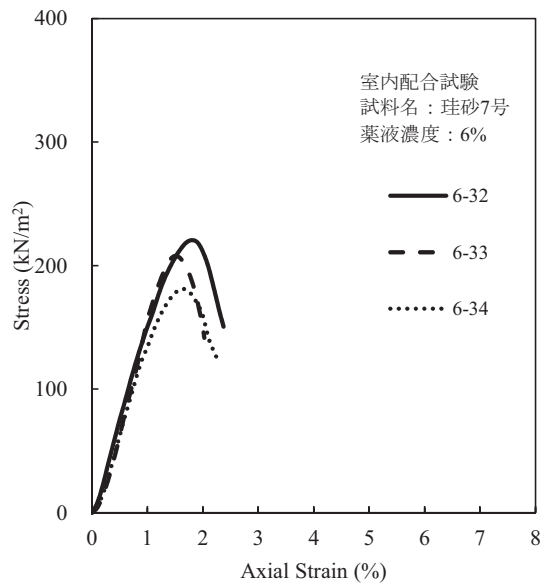
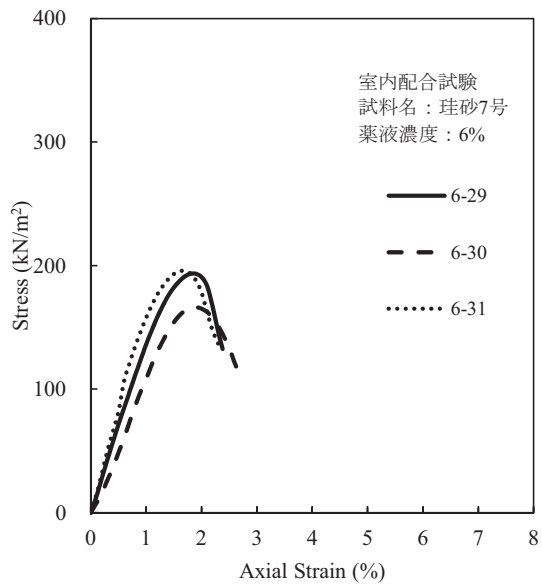
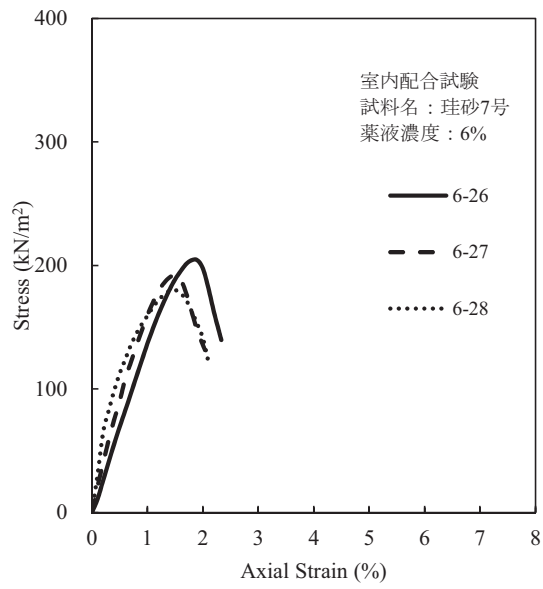
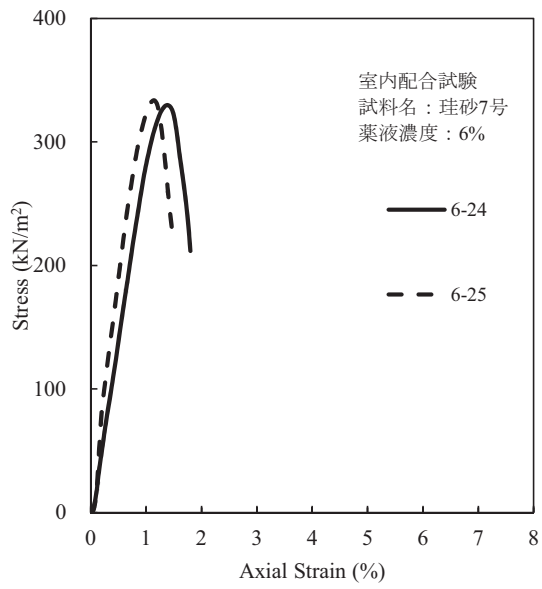
\*1ES:エモシリカ、QS:クオリティシリカ

呼称	供試体 No.	原料土の物理特性					薬液諸元			供試体の状態			一軸圧縮試験結果				
		土粒子密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	細粒分含有率 $F_c$ %	均等係数 $U_c$	平均粒径 $D_{50}$ mm	最大乾燥密度 $\rho_{dmax}$ g/cm <sup>3</sup>	最小乾燥密度 $\rho_{dmin}$ g/cm <sup>3</sup>	薬液種別*1	シリカ濃度 %	湿潤密度 $\rho_t$ g/cm <sup>3</sup>	含水比 $w$ %	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>	破壊ひずみ $\epsilon_f$ %	変形係数 $E_{50}$ MN/m <sup>2</sup>	$E_{50}/q_u$	材齢 日	
G	6-3	2.697	15	3.85	0.143	1.447	0.877	QS	6.0	1.856	36.1	110	2.7	12.2	111	28	
G	8-1	2.697	15	3.85	0.143	1.447	0.877	QS	8.0	1.858	34.9	311	2.5	31.7	102	28	
G	8-2	2.697	15	3.85	0.143	1.447	0.877	QS	8.0	1.867	35.4	320	2.6	27.4	86	28	
G	8-3	2.697	15	3.85	0.143	1.447	0.877	QS	8.0	1.852	36.2	296	2.7	25.7	87	28	
G	10-1	2.697	15	3.85	0.143	1.447	0.877	QS	10.0	1.868	35.0	521	2.5	48.1	92	28	
G	10-2	2.697	15	3.85	0.143	1.447	0.877	QS	10.0	1.867	34.0	504	2.4	54.4	108	28	
G	10-3	2.697	15	3.85	0.143	1.447	0.877	QS	10.0	1.870	34.8	495	2.4	51.5	104	28	
G	9-1	2.708	15					ES	9.0	1.710	31.0	317	1.8	39.6	125	28	
G	9-2	2.708	15					ES	9.0	1.724	31.5	338	1.9	37.8	112	28	
G	9-3	2.708	15					ES	9.0	1.741	31.5	299	1.8	29.8	100	28	
H	6-1	2.687	13	2.93	0.154	1.486	0.906	QS	6.0	1.806	39.8	104	2.7	12.0	115	28	
H	6-2	2.687	13	2.93	0.154	1.486	0.906	QS	6.0	1.807	40.4	106	2.9	9.8	92	28	
H	6-3	2.687	13	2.93	0.154	1.486	0.906	QS	6.0	1.799	40.5	101	2.7	10.8	107	28	
H	8-1	2.687	13	2.93	0.154	1.486	0.906	QS	8.0	1.816	37.2	274	2.7	28.3	103	28	
H	8-2	2.687	13	2.93	0.154	1.486	0.906	QS	8.0	1.806	39.2	264	2.8	27.0	102	28	
H	8-3	2.687	13	2.93	0.154	1.486	0.906	QS	8.0	1.820	38.7	269	2.7	26.8	100	28	
H	10-1	2.687	13	2.93	0.154	1.486	0.906	QS	10.0	1.818	38.0	448	2.7	46.1	103	28	
H	10-2	2.687	13	2.93	0.154	1.486	0.906	QS	10.0	1.827	37.9	434	2.6	44.0	101	28	
H	10-3	2.687	13	2.93	0.154	1.486	0.906	QS	10.0	1.822	37.3	445	2.7	44.4	100	28	
H	9-1	2.692	13					ES	9.0	1.897	29.2	391	2.3	30.2	77	28	
H	9-2	2.692	13					ES	9.0	1.890	29.2	441	3.0	35.4	80	28	
H	9-3	2.692	13					ES	9.0	1.883	29.5	432	3.2	32.2	75	28	

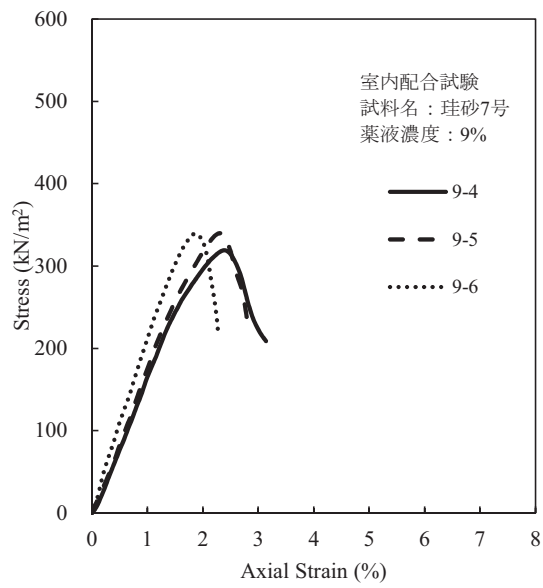
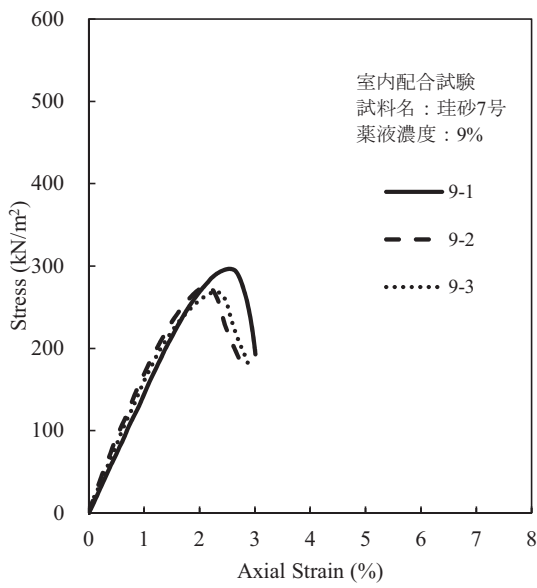
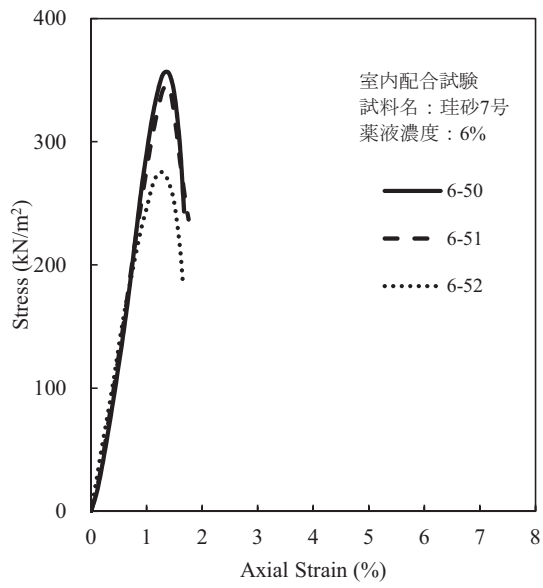
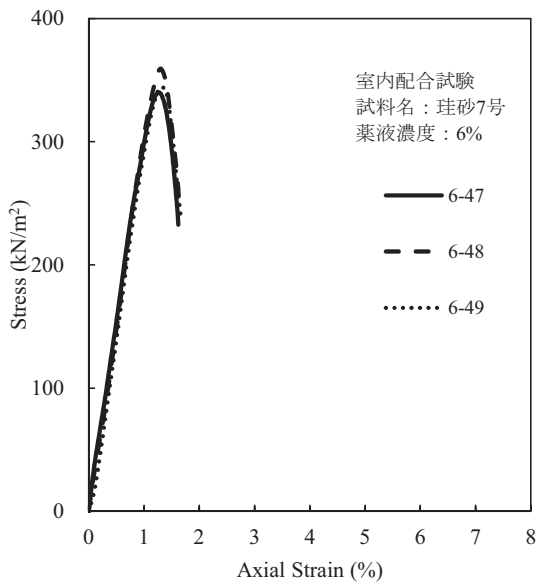
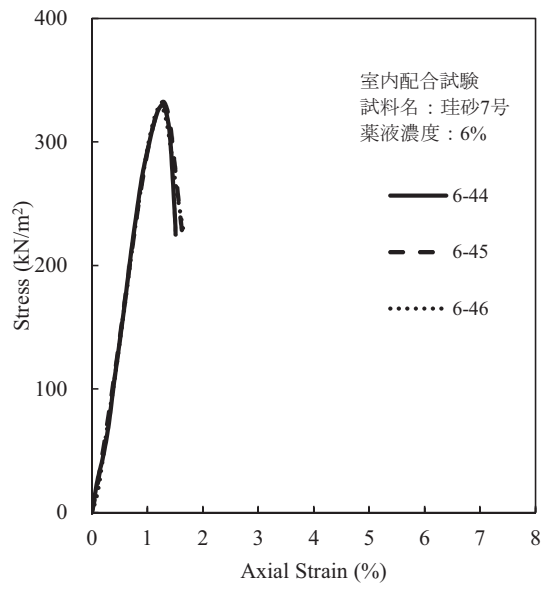
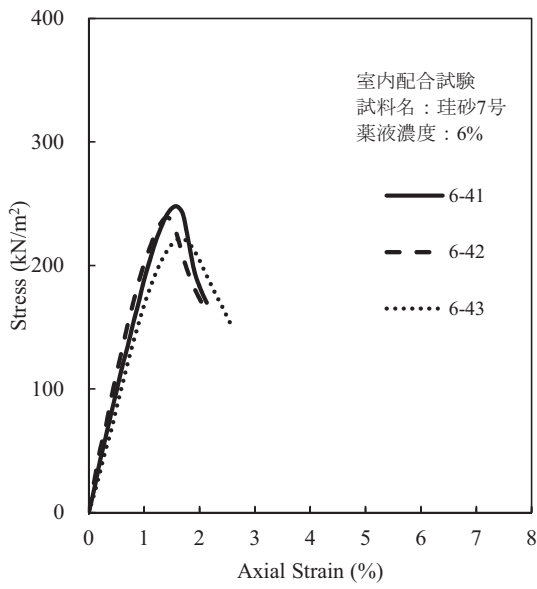


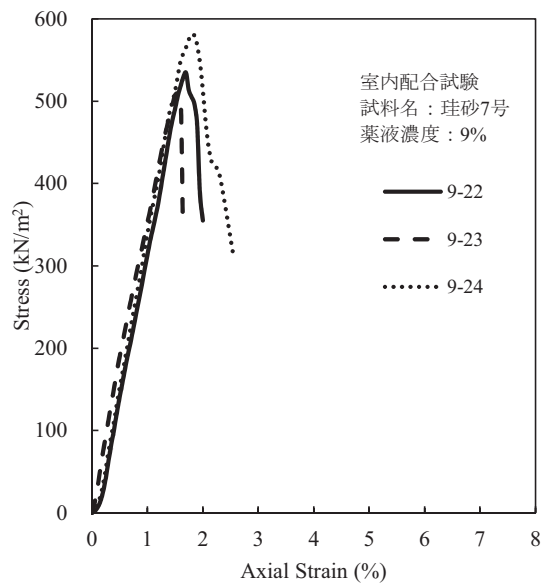
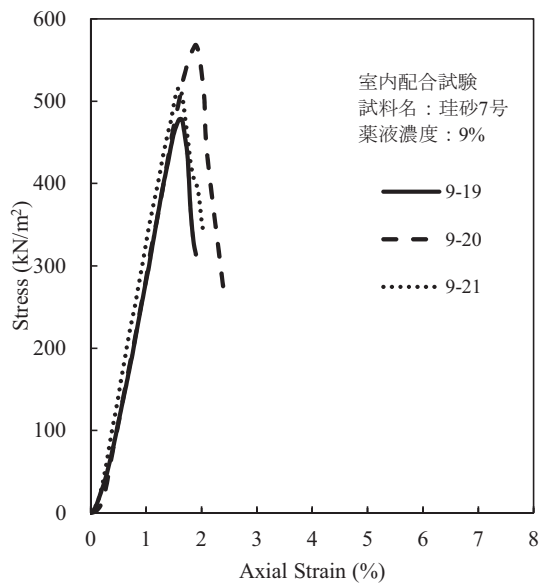
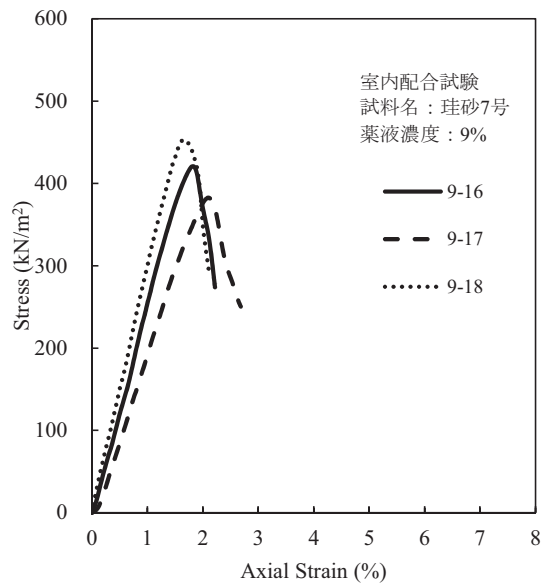
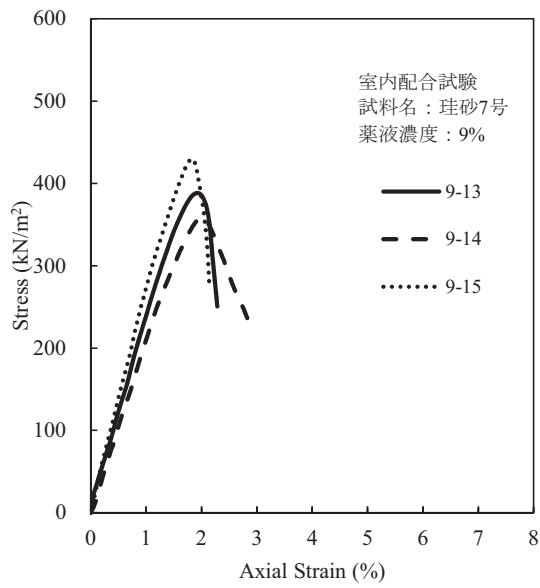
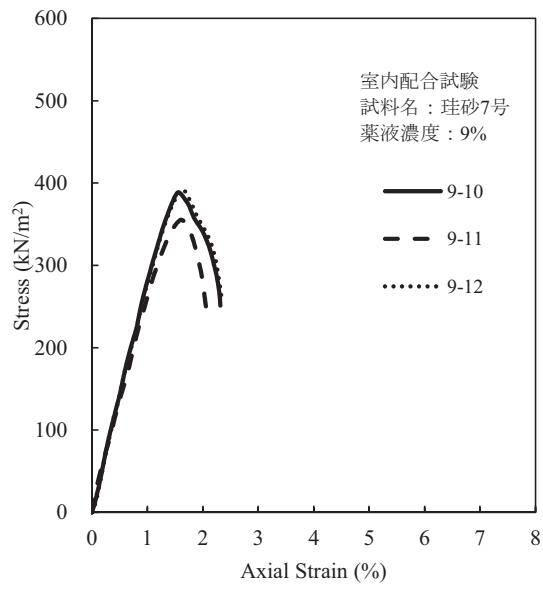
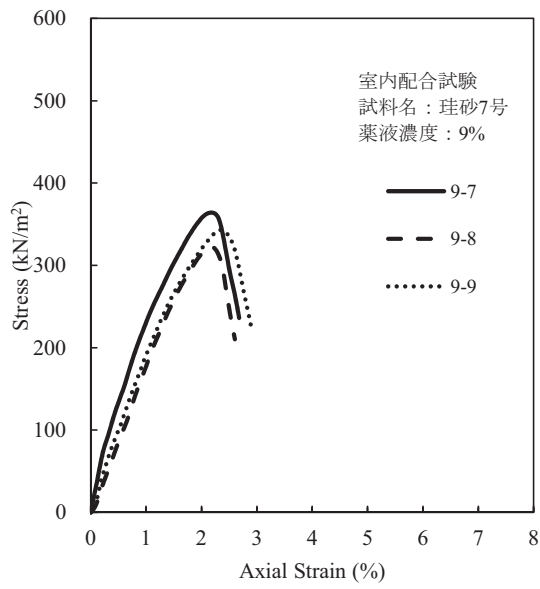


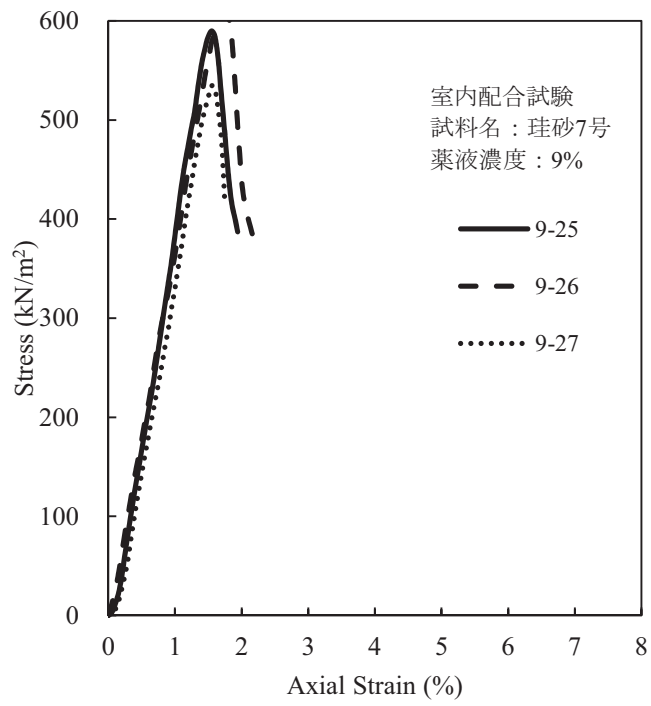












A.6 ピエゾドライブコーン試験による室内模型実験データ（珪砂7号）

ピエゾドライブコーン試験の室内模型実験のうち、珪砂7号を用いた試験ケースは、以下に示す9ケースである。なお、緩詰め、上載荷重 0kPa、シリカ濃度 0%（未改良）のケースは、ロッド自沈のためデータがない。

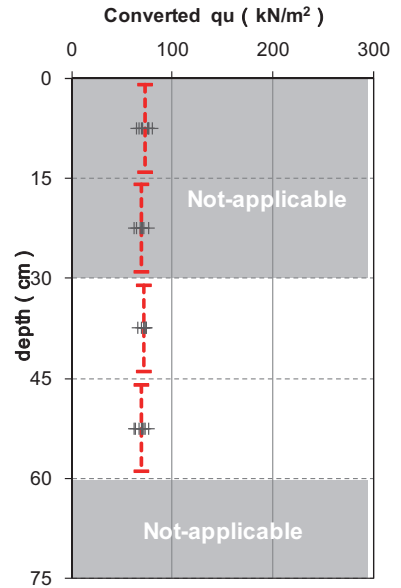
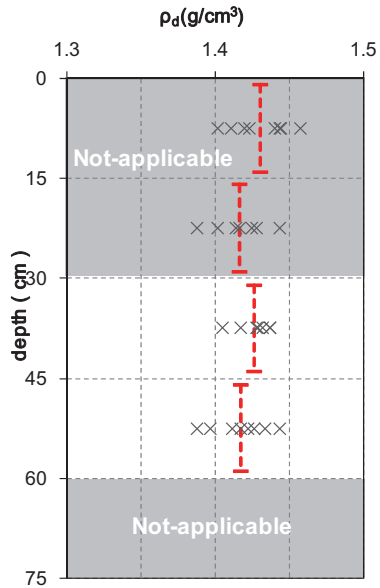
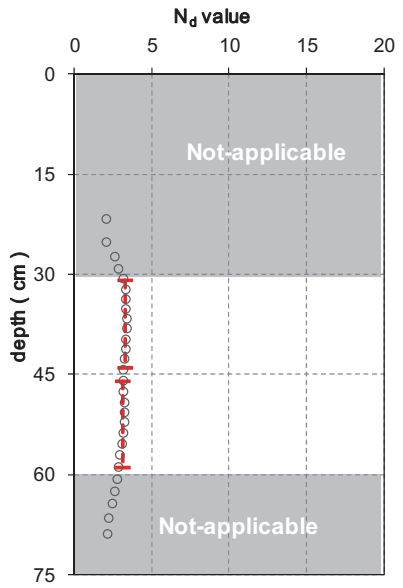
試料: 珪砂7号 (Fc=2%)

Case	目標密度			シリカ濃度 (%)	上載荷重 (kPa)	使用機械
	状態	相対密度 Dr(%)	乾燥密度 $\rho_d$ (g/cm <sup>3</sup> )			
1-1	緩詰め	50	1.43	2	0	MRS
1-2				4		
1-3				6		
1-4	密詰め	80	1.54	0	0	MRS
1-5				4		
1-6	緩詰め	50	1.43	0	45	$\mu$ RS
1-7				2		
1-8	密詰め	80	1.54	0	45	$\mu$ RS
1-9				2		

※緩詰め、上載荷重0kPa、シリカ濃度0%:ロッド自沈のためデータなし

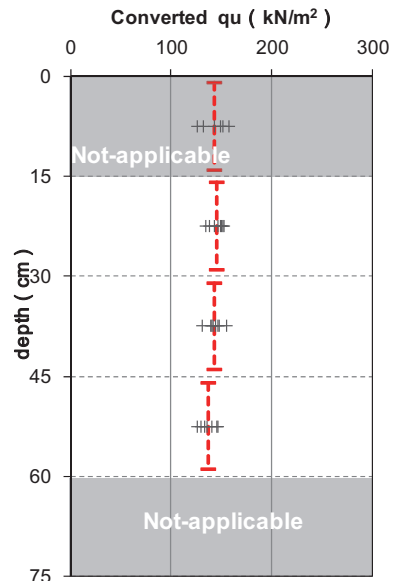
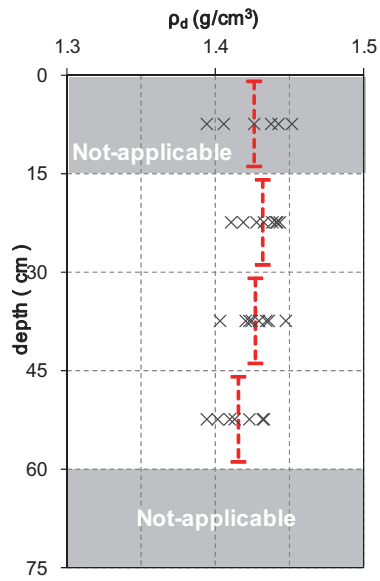
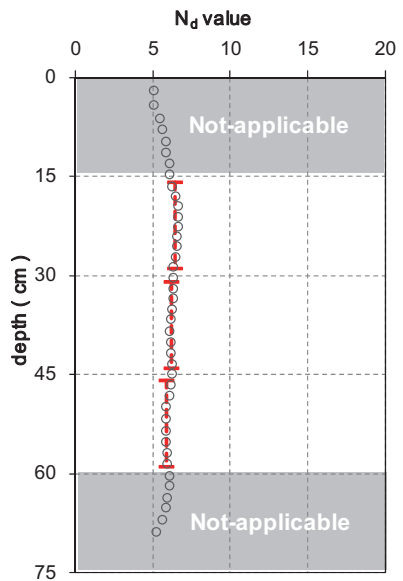
[珪砂7号]Case1-1	
緩詰め	$D_r=50\%$ $\rho_d=1.43$
シリカ濃度	2%
上載荷重	0kPa
使用機械	MRS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	—	—	—	棄却
3層目	3.3	1.427	71.5	
4層目	3.1	1.417	69.1	
5層目	—	—	—	棄却



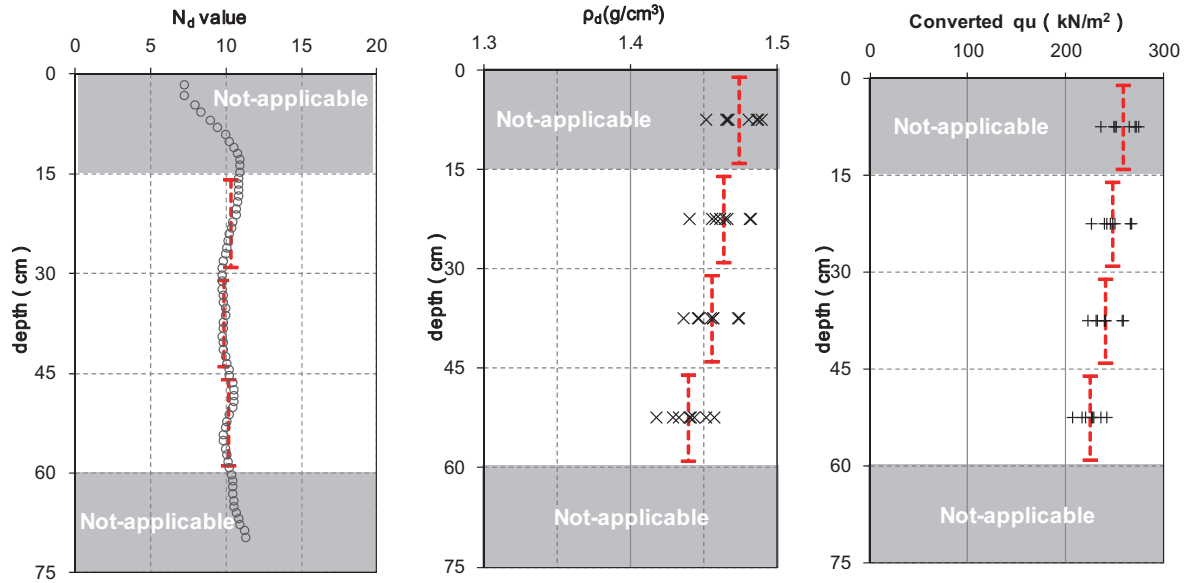
[珪砂7号]Case1-2	
緩詰め	$D_r=50\%$ $\rho_d=1.43$
シリカ濃度	4%
上載荷重	0kPa
使用機械	MRS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	6.5	1.432	145.7	
3層目	6.2	1.427	143.2	
4層目	5.9	1.415	136.7	
5層目	—	—	—	棄却

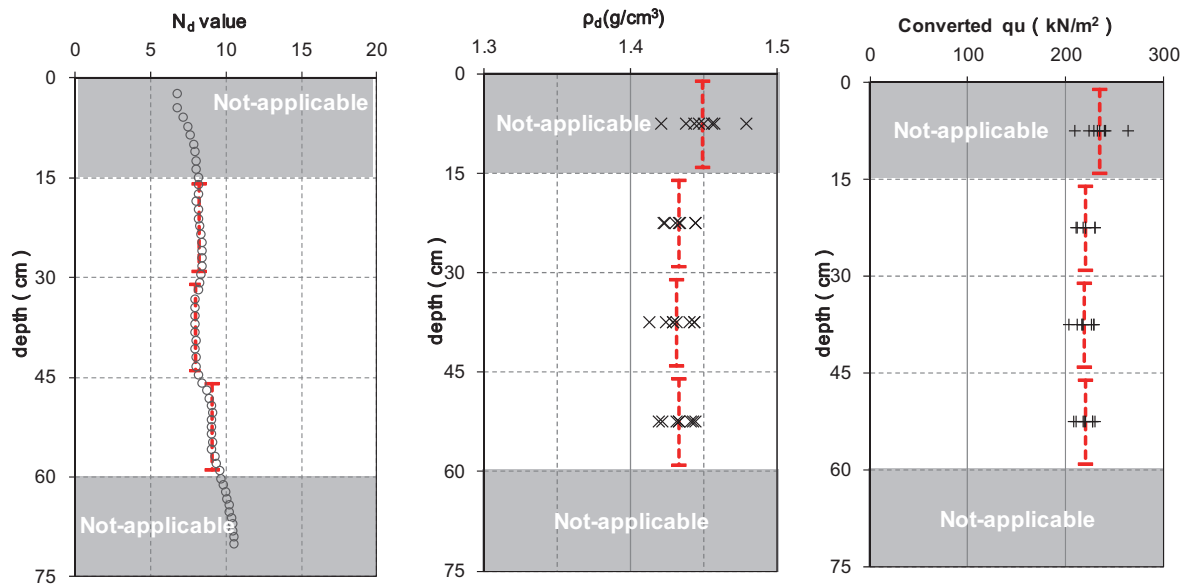


[珪砂7号]Case1-3	
緩詰め	$D_r=50\%$ $\rho_d=1.43$
シ力濃度	6%
上載荷重	0kPa
使用機械	MRS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	10.3	1.464	248.3	
3層目	9.8	1.456	240.2	
4層目	10.2	1.439	225.2	
5層目	—	—	—	棄却

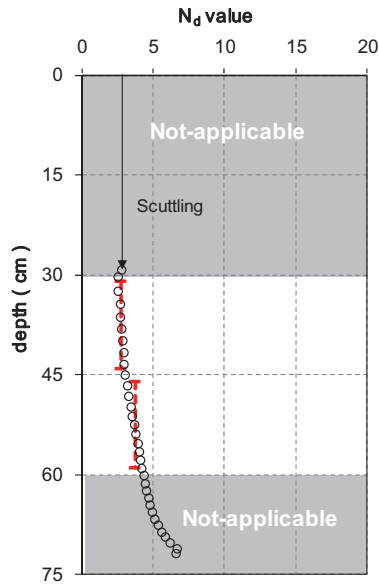


層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	8.2	1.433	219.8	
3層目	8.0	1.432	218.7	
4層目	9.1	1.434	220.1	
5層目	—	—	—	棄却



[珪砂7号]Case1-4	
密詰め	$D_r=80\%$ $\rho_d=1.54$
シ力濃度	0%
上載荷重	0kPa
使用機械	MRS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	—	—	—	棄却
3層目	2.8	—	0	
4層目	3.7	—	0	
5層目	—	—	—	棄却

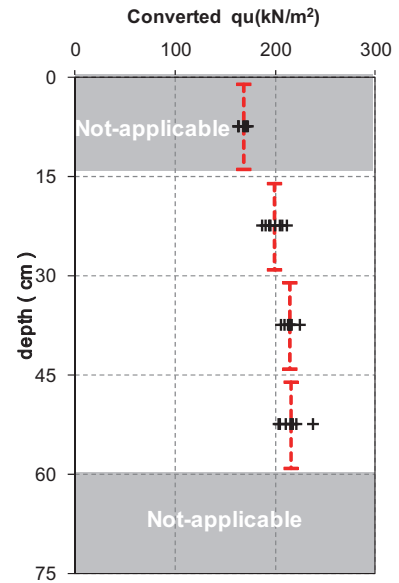
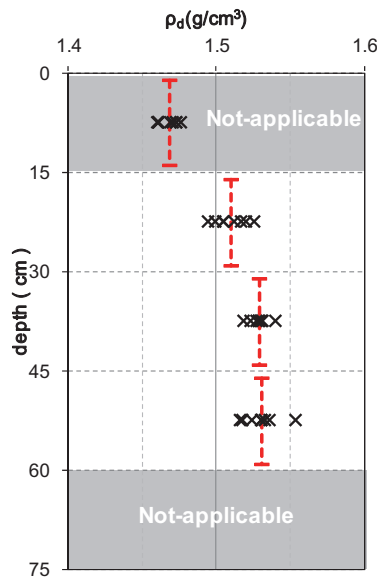
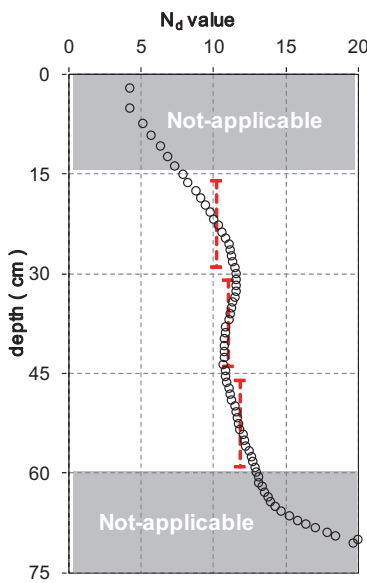


$\rho_d$  : No Data

Converted  $q_u$  : No Data

[珪砂7号]Case1-5	
密詰め	$D_r=80\%$ $\rho_d=1.54$
シ力濃度	4%
上載荷重	0kPa
使用機械	MRS

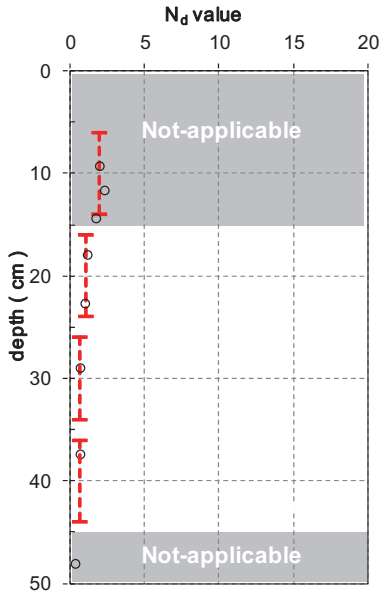
層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	10.2	1.510	199.1	
3層目	11.0	1.529	214.6	
4層目	11.8	1.531	216.3	
5層目	—	—	—	棄却





[珪砂7号]Case1-6	
緩詰め	$D_r=50\%$ $\rho_d=1.43$
シリカ濃度	0%
上載荷重	45kPa
使用機械	$\mu$ RS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	1.1	—	0	
3層目	0.7	—	0	
4層目	0.7	—	0	
5層目	—	—	—	棄却

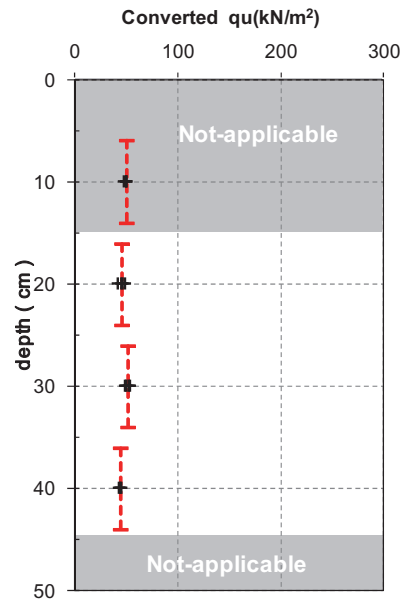
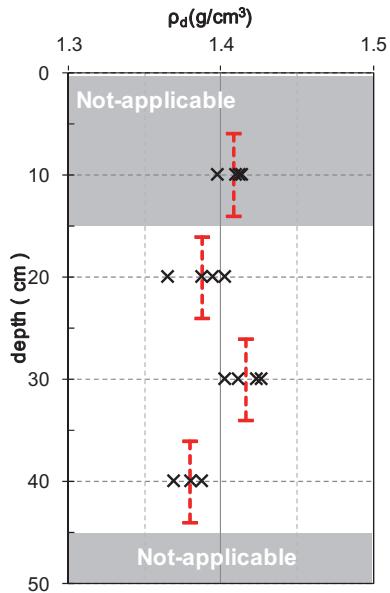
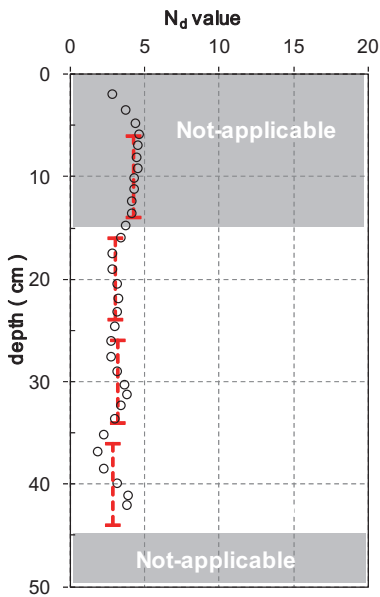


$\rho_d$  : No Data

Converted  $q_u$  : No Data

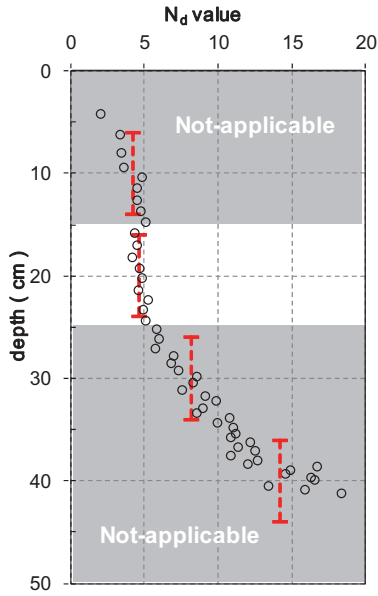
[珪砂7号]Case1-7	
緩詰め	$D_r=50\%$ $\rho_d=1.43$
シリカ濃度	2%
上載荷重	45kPa
使用機械	$\mu$ RS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	3.0	1.388	46.2	
3層目	3.2	1.416	51.5	
4層目	2.8	1.379	44.7	
5層目	—	—	—	棄却



[珪砂7号]Case1-8	
密詰め	$D_r=80\%$ $\rho_d=1.54$
シリカ濃度	0%
上載荷重	45kPa
使用機械	$\mu$ RS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	4.7	—	0	
3層目	—	—	—	棄却
4層目	—	—	—	棄却
5層目	—	—	—	棄却

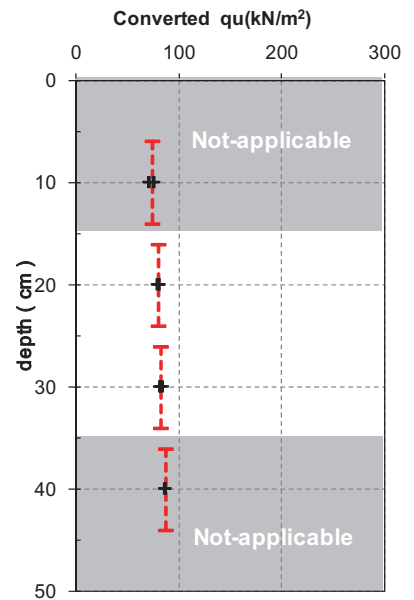
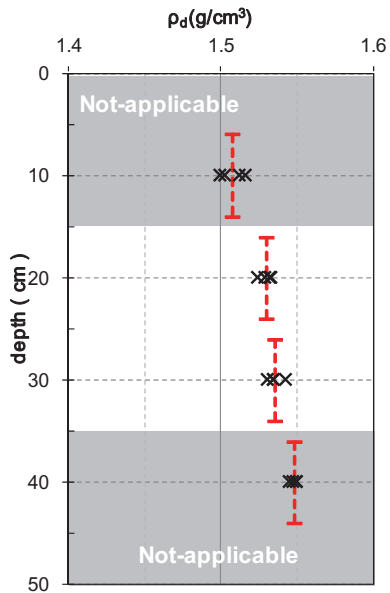
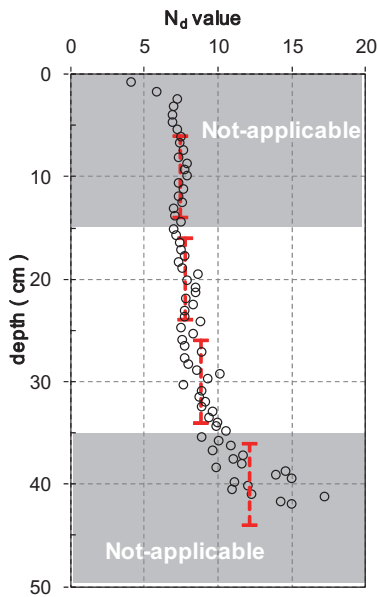


$\rho_d$  : No Data

Converted  $q_u$  : No Data

[珪砂7号]Case1-9	
密詰め	$D_r=80\%$ $\rho_d=1.54$
シリカ濃度	2%
上載荷重	45kPa
使用機械	$\mu$ RS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	7.8	1.530	80.8	
3層目	8.8	1.536	82.7	
4層目	—	—	—	棄却
5層目	—	—	—	棄却



A.7 ピエゾドライブコーン試験による室内模型実験データ（山砂）

ピエゾドライブコーン試験の室内模型実験のうち、山砂を用いた試験ケースは、以下に示す 12 ケースである。なお、緩詰め、上載荷重 0kPa、シリカ濃度 0%（未改良）のケースと緩詰め、上載荷重 45kPa、シリカ濃度 0%（未改良）のケースは、ロッド自沈のためデータがない。

試料: 山砂 (Fc=25%)

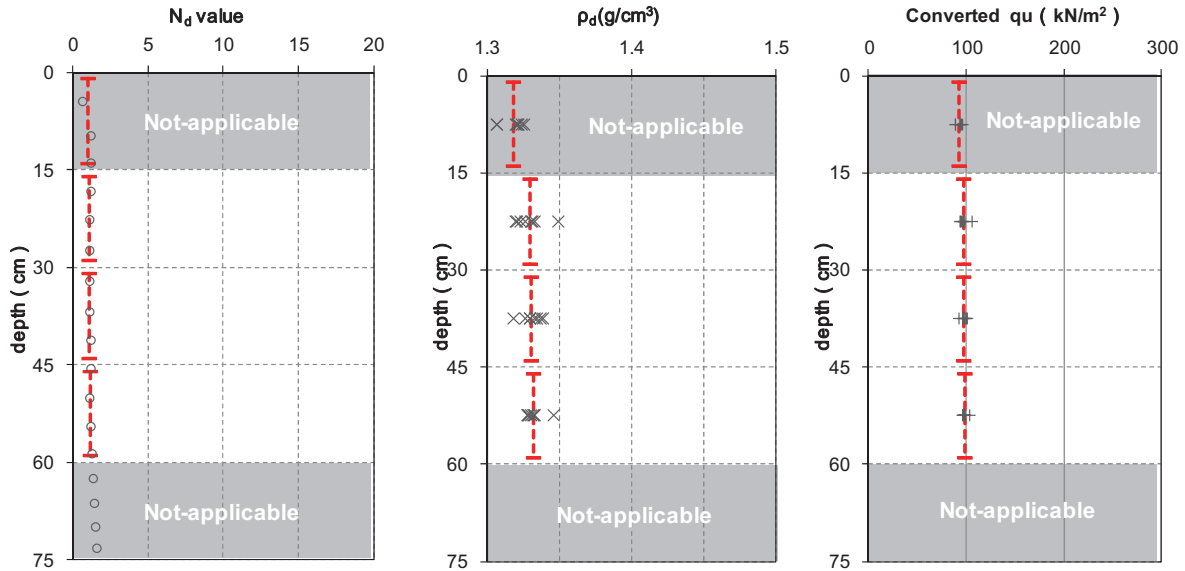
Case	目標密度		シリカ濃度 (%)	上載荷重 (kPa)	使用機械	
	状態	相対密度 Dr(%)				乾燥密度 $\rho_d(\text{g}/\text{cm}^3)$
2-1	緩詰め	100	1.36	5	0	MRS
2-2				6.5		
2-3				8		
2-4				5		$\mu$ RS
2-5				6.5		
2-6				8		
2-7	緩詰め	100	1.36	5	45	$\mu$ RS
2-8				6.5		
2-9				8		
2-10	密詰め	130	1.49	0	45	$\mu$ RS
2-11				5		
2-12				6.5		

※緩詰め、上載荷重0kPa、シリカ濃度0%:ロッド自沈のためデータなし

※緩詰め、上載荷重45kPa、シリカ濃度0%:ロッド自沈のためデータなし

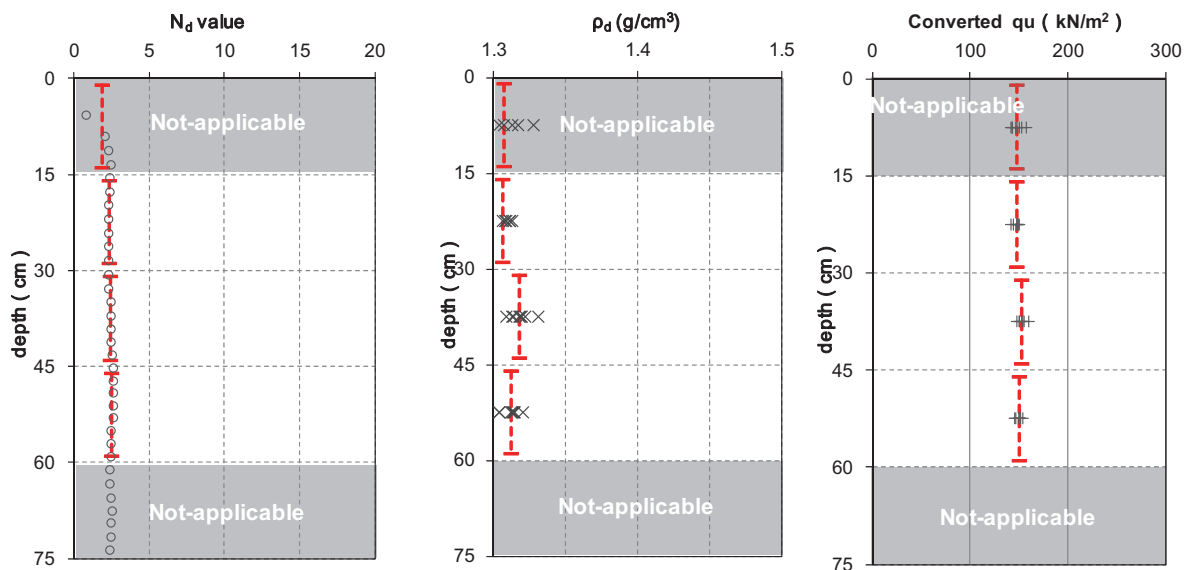
[山砂]Case2-1	
緩詰め	$D_r=100\%$ $\rho_d=1.36$
シ力濃度	5%
上載荷重	0kPa
使用機械	MRS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	1.1	1.329	97.2	
3層目	1.1	1.331	97.8	
4層目	1.2	1.332	98.4	
5層目	—	—	—	棄却



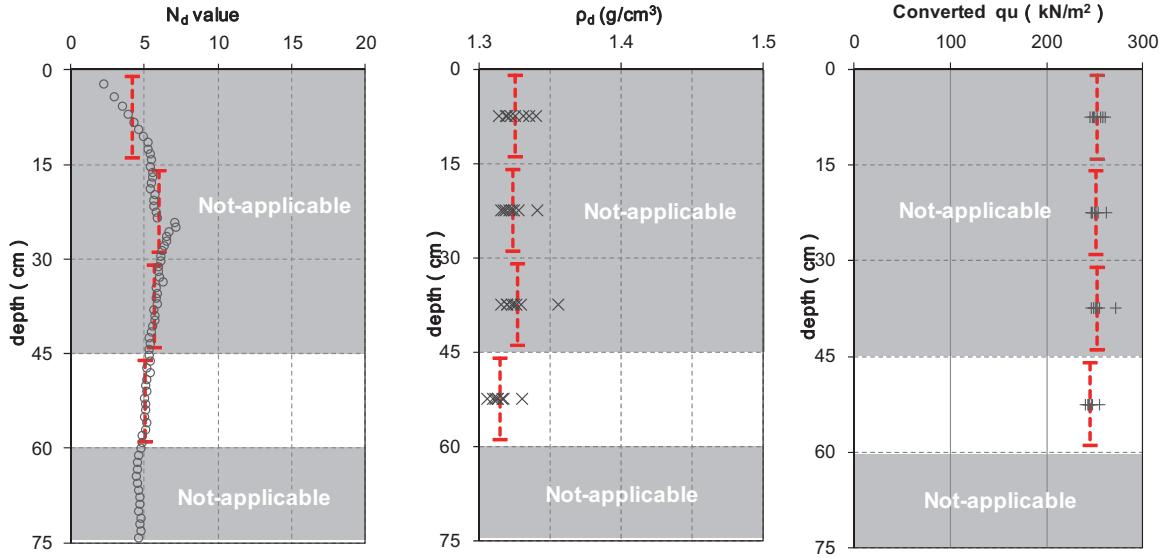
[山砂]Case2-2	
緩詰め	$D_r=100\%$ $\rho_d=1.36$
シ力濃度	6.5%
上載荷重	0kPa
使用機械	MRS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	2.3	1.307	147.4	
3層目	2.4	1.318	152.8	
4層目	2.5	1.312	149.8	
5層目	—	—	—	棄却



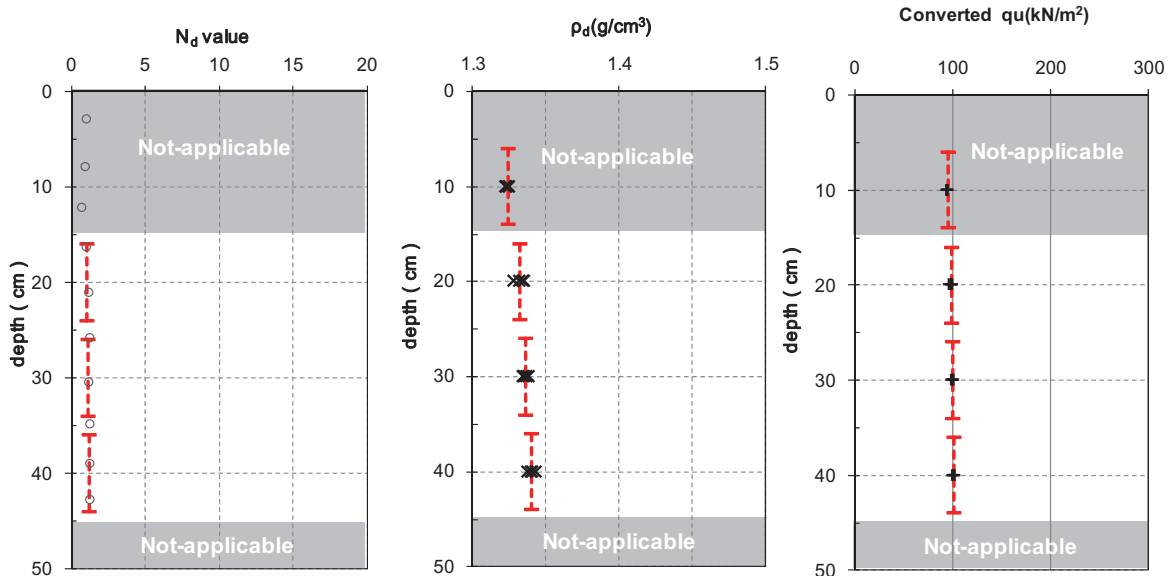
[山砂]Case2-3	
緩詰め	$D_r=100\%$ $\rho_d=1.36$
シリカ濃度	8%
上載荷重	0kPa
使用機械	MRS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	—	—	—	棄却
3層目	—	—	—	棄却
4層目	5.1	1.314	245.5	
5層目	—	—	—	棄却



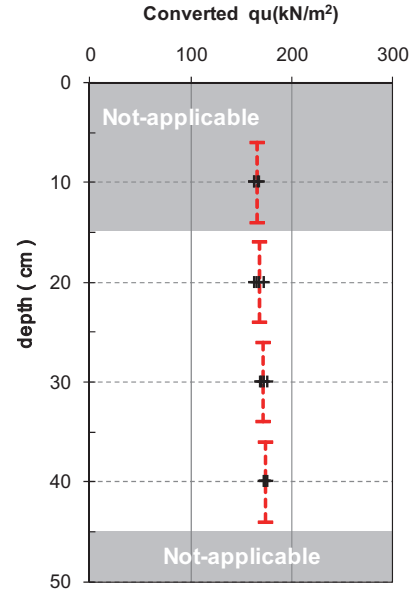
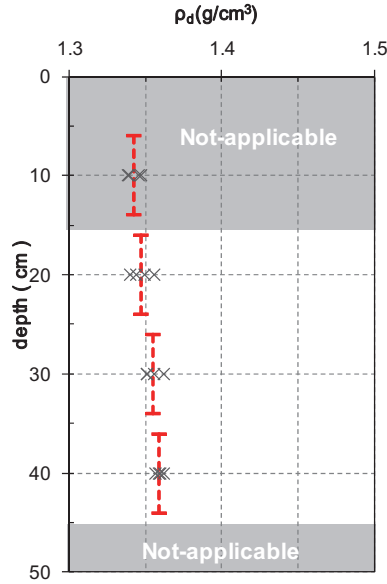
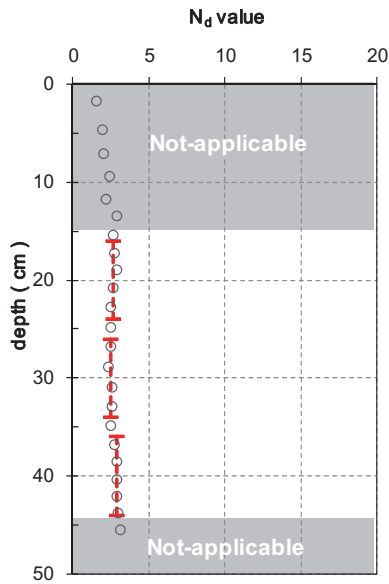
[山砂]Case2-4	
緩詰め	$D_r=100\%$ $\rho_d=1.36$
シリカ濃度	5%
上載荷重	0kPa
使用機械	$\mu$ RS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	1.1	1.333	98.5	
3層目	1.2	1.337	100.1	
4層目	1.2	1.341	101.7	
5層目	—	—	—	棄却



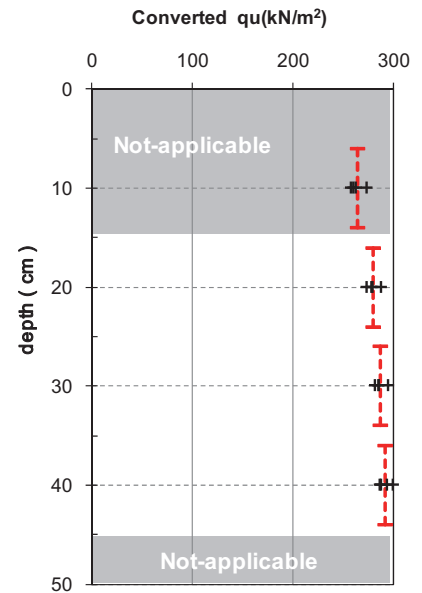
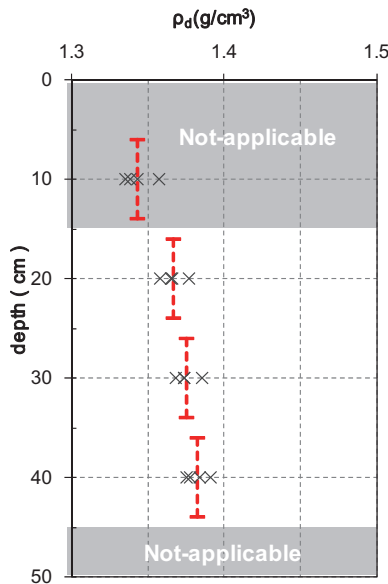
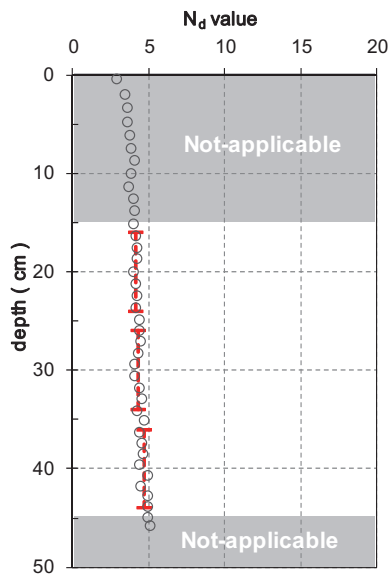
[山砂]Case2-5	
緩詰め	$D_r=100\%$ $\rho_d=1.36$
シラ力濃度	6.5%
上載荷重	0kPa
使用機械	$\mu$ RS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	2.6	1.347	167.8	
3層目	2.5	1.355	172.3	
4層目	2.9	1.359	174.6	
5層目	—	—	—	棄却



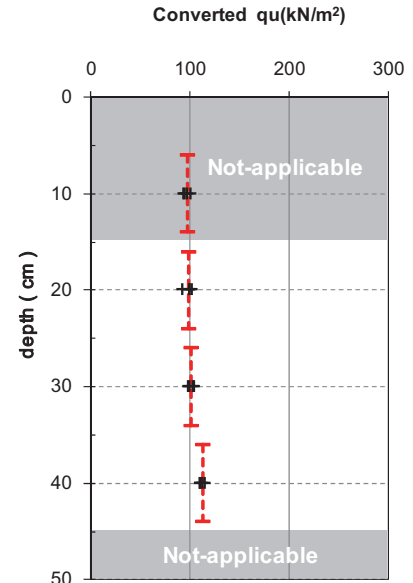
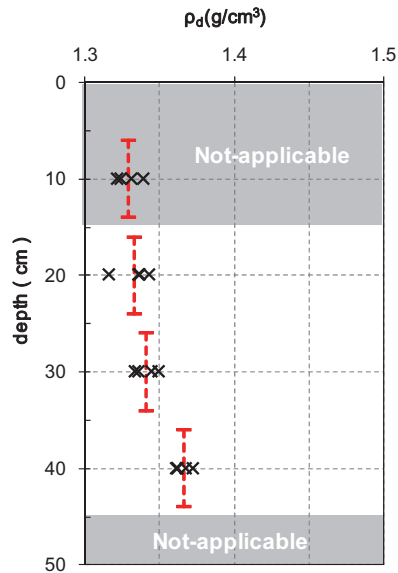
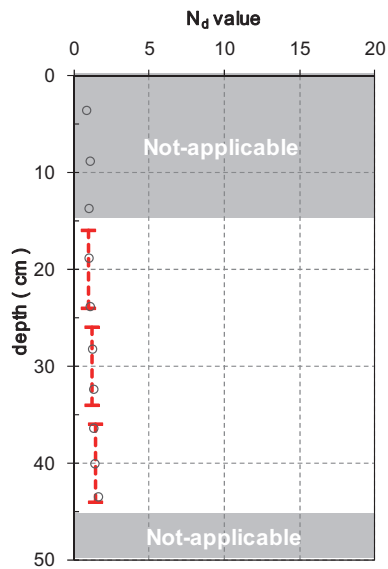
[山砂]Case2-6	
緩詰め	$D_r=100\%$ $\rho_d=1.36$
シラ力濃度	8%
上載荷重	0kPa
使用機械	$\mu$ RS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	4.2	1.366	279.8	
3層目	4.3	1.375	286.6	
4層目	4.7	1.382	292.0	
5層目	—	—	—	棄却



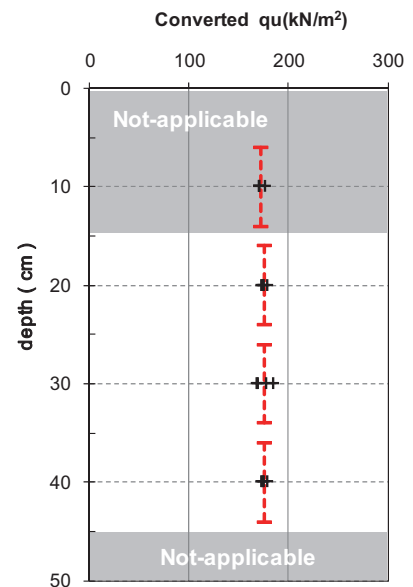
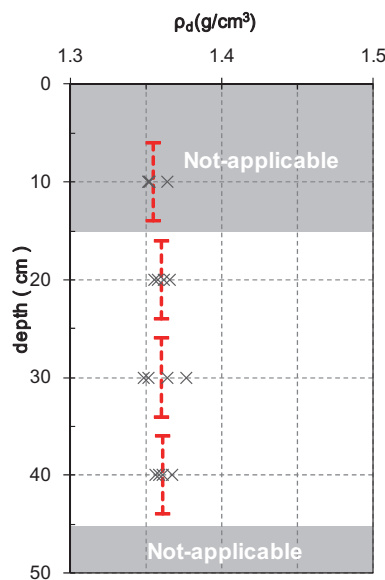
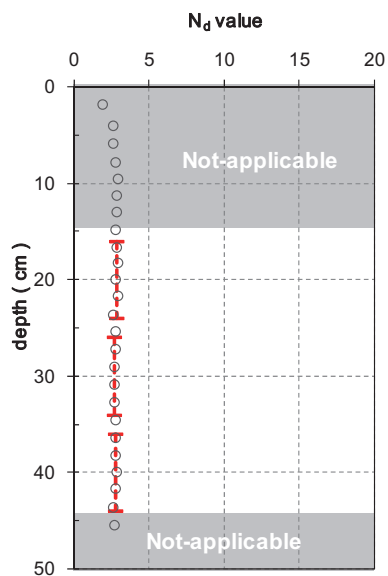
[山砂]Case2-7	
緩詰め	$D_r=100\%$ $\rho_d=1.36$
シ力濃度	5%
上載荷重	45kPa
使用機械	$\mu$ RS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	1.0	1.333	98.8	
3層目	1.2	1.341	101.8	
4層目	1.4	1.366	112.9	
5層目	—	—	—	棄却



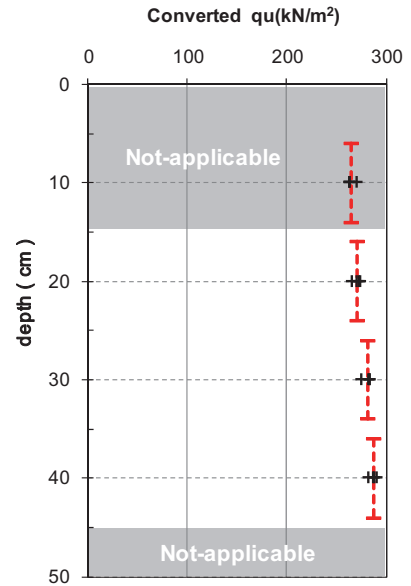
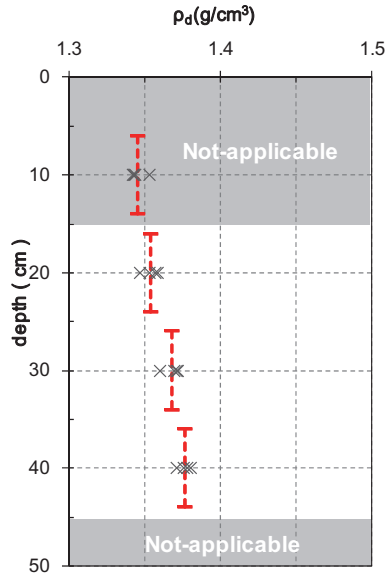
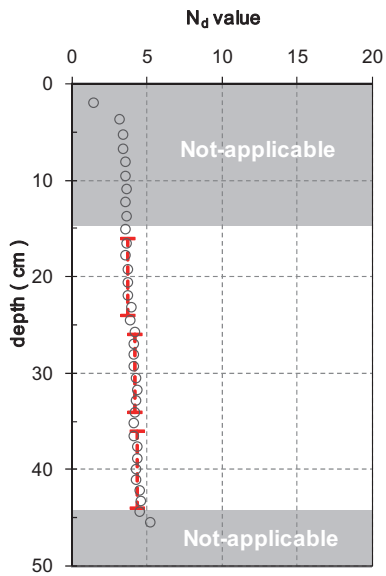
[山砂]Case2-8	
緩詰め	$D_r=100\%$ $\rho_d=1.36$
シ力濃度	6.5%
上載荷重	45kPa
使用機械	$\mu$ RS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	2.8	1.361	175.4	
3層目	2.7	1.360	175.4	
4層目	2.8	1.361	175.7	
5層目	—	—	—	棄却



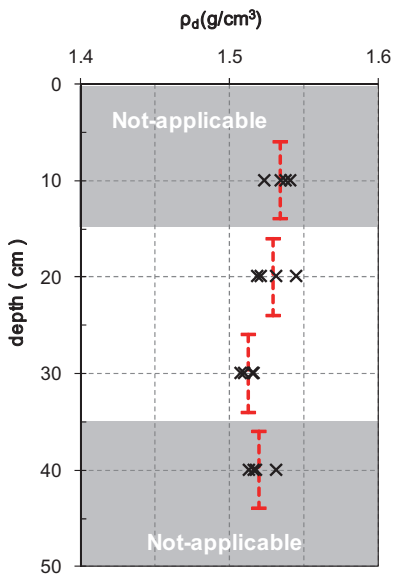
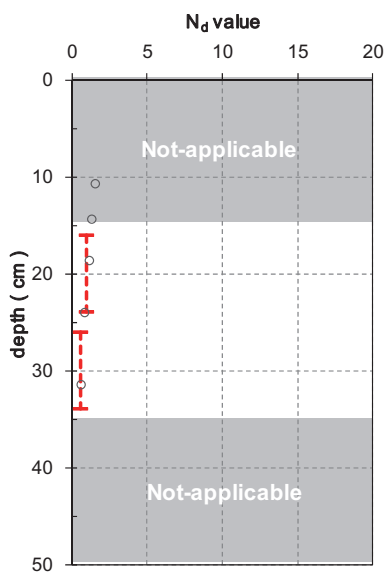
[山砂]Case2-9	
緩詰め	$D_r=100\%$ $\rho_d=1.36$
シ力濃度	8%
上載荷重	45kPa
使用機械	$\mu$ RS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	3.7	1.354	271.1	
3層目	4.2	1.368	281.3	
4層目	4.4	1.377	287.5	
5層目	—	—	—	棄却



[山砂]Case2-10	
密詰め	$D_r=130\%$ $\rho_d=1.49$
シ力濃度	0%
上載荷重	45kPa
使用機械	$\mu$ RS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	1.0	1.529	0	
3層目	0.6	1.512	0	
4層目	—	—	—	棄却
5層目	—	—	—	棄却

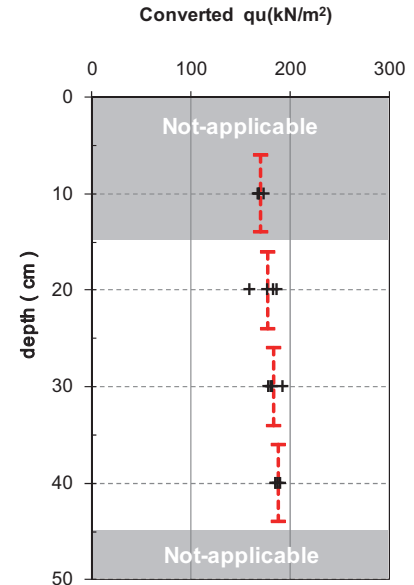
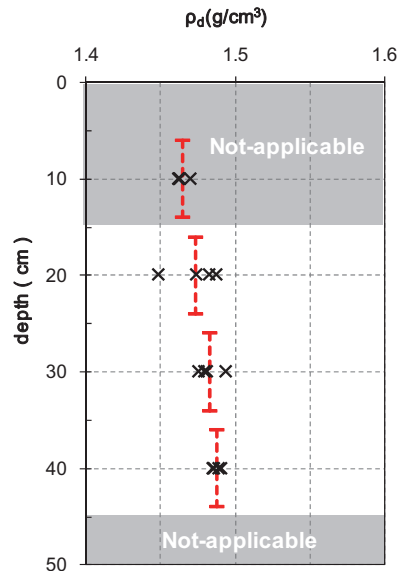
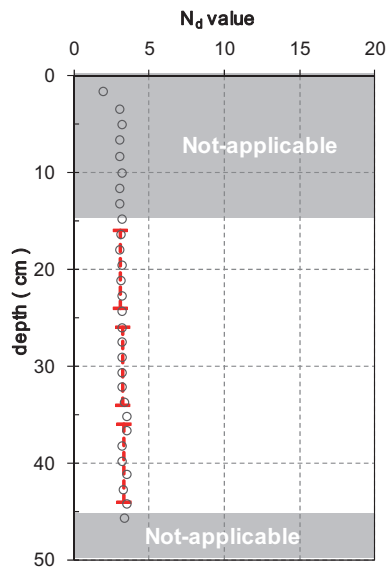


Converted  $q_u$  : No Data



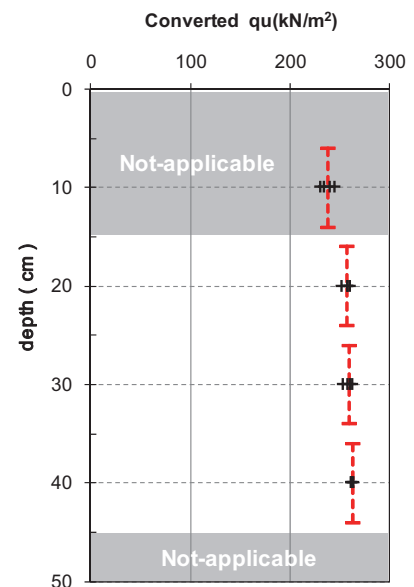
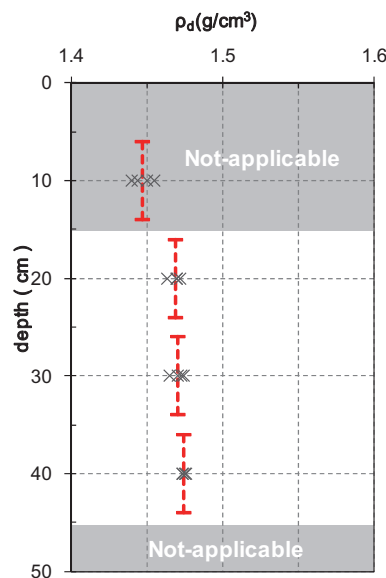
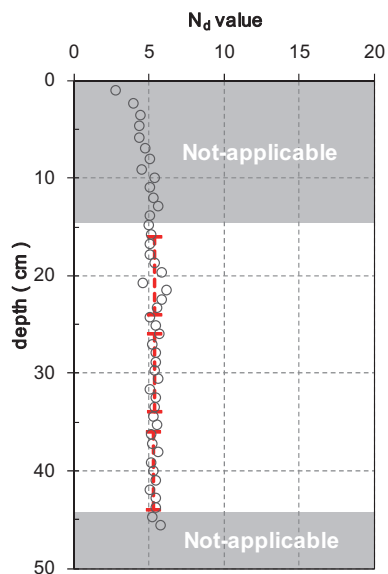
[山砂]Case2-11	
密詰め	$D_r=130\%$ $\rho_d=1.49$
シ力濃度	5%
上載荷重	45kPa
使用機械	$\mu$ RS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	3.1	1.473	177.1	
3層目	3.2	1.482	183.7	
4層目	3.4	1.488	188.0	
5層目	—	—	—	棄却



[山砂]Case2-12	
密詰め	$D_r=130\%$ $\rho_d=1.49$
シ力濃度	6.5%
上載荷重	45kPa
使用機械	$\mu$ RS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	5.4	1.469	257.4	
3層目	5.4	1.471	259.1	
4層目	5.3	1.474	262.8	
5層目	—	—	—	棄却

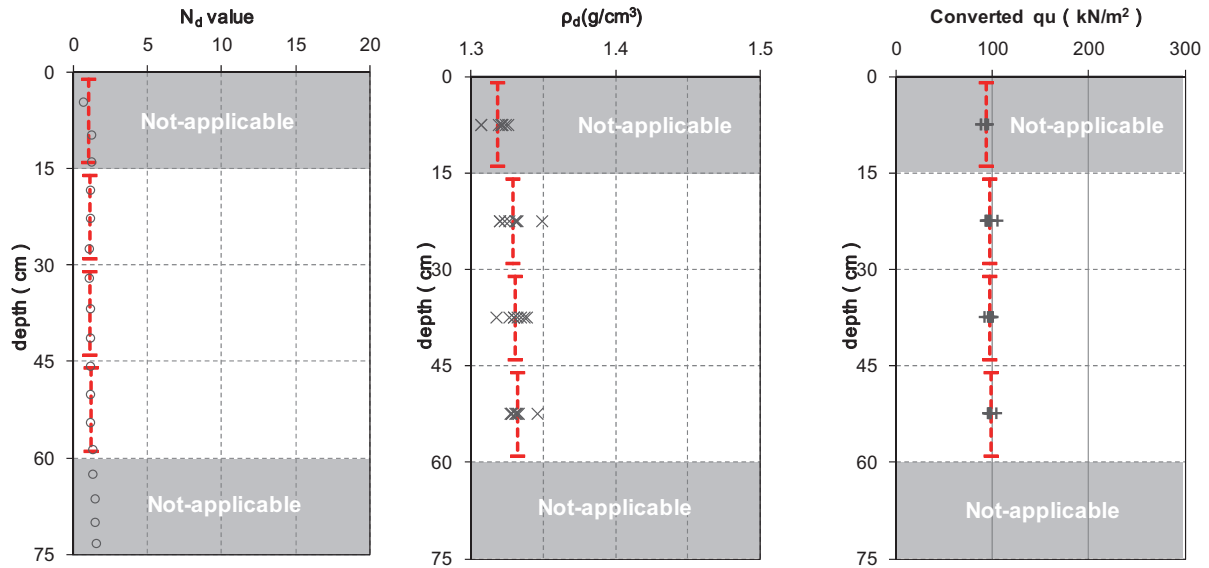


A.8 室内模型実験データ (使用機械による試験結果比較)

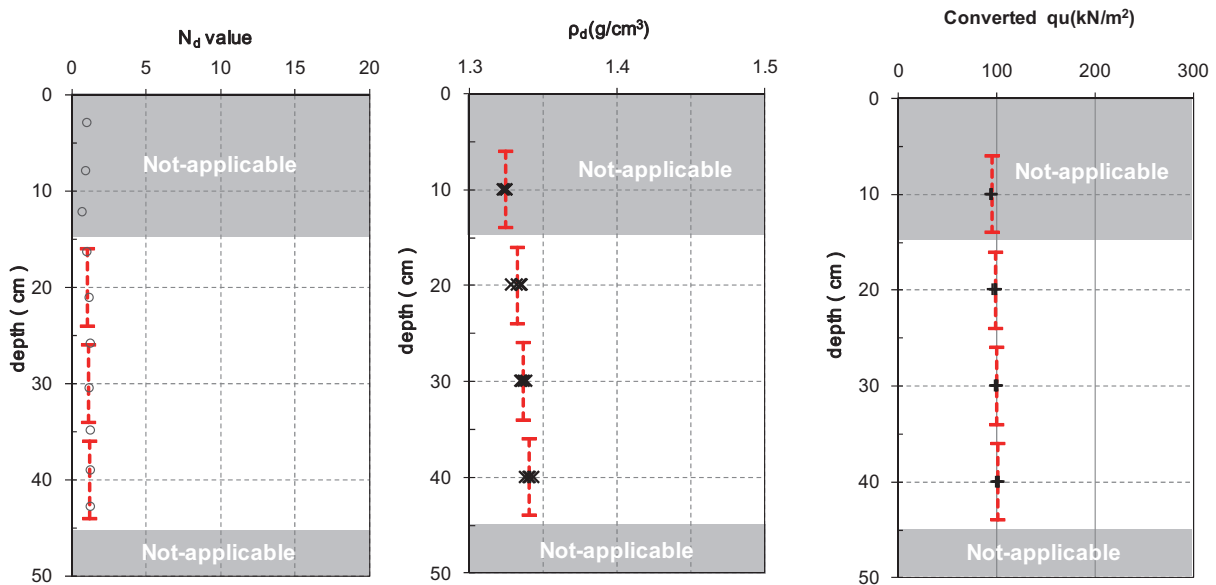
[山砂]Case2-1	
緩詰め	$D_r=100\%$ $\rho_d=1.36$
シリカ濃度	5%
上載荷重	0kPa
使用機械	MRS

シリカ濃度 5%

層	N <sub>d</sub> 値	
	MRS	μRS
4	1.1	1.1
3	1.1	1.2
2	1.2	1.2
平均値	1.1	1.2



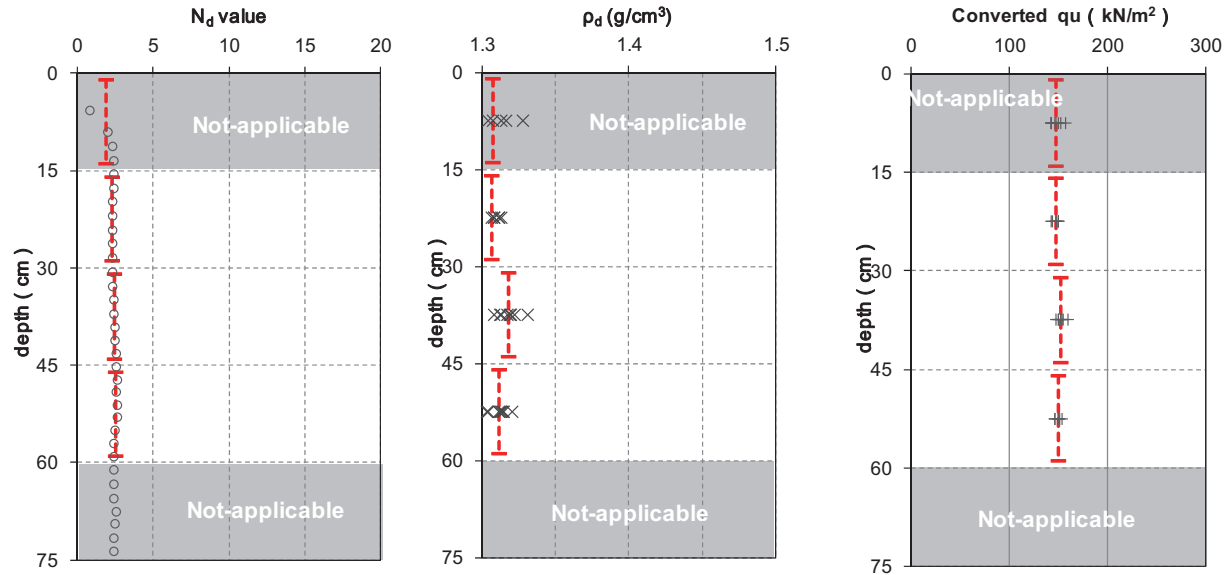
[山砂]Case2-4	
緩詰め	$D_r=100\%$ $\rho_d=1.36$
シリカ濃度	5%
上載荷重	0kPa
使用機械	μRS



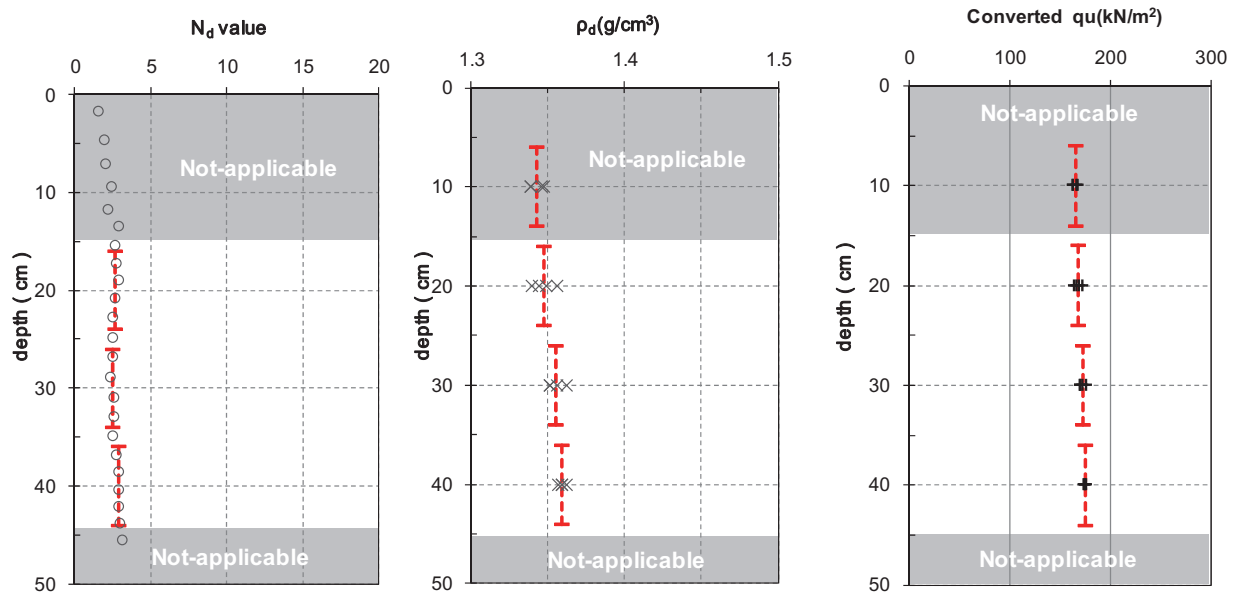
[山砂]Case2-2	
緩詰め	$D_r=100\%$ $\rho_d=1.36$
シリカ濃度	6.5%
上載荷重	0kPa
使用機械	MRS

シリカ濃度 6.5%

層	N <sub>60</sub> 値	
	MRS	μRS
4	2.3	2.6
3	2.4	2.5
2	2.5	2.9
平均値	2.4	2.7



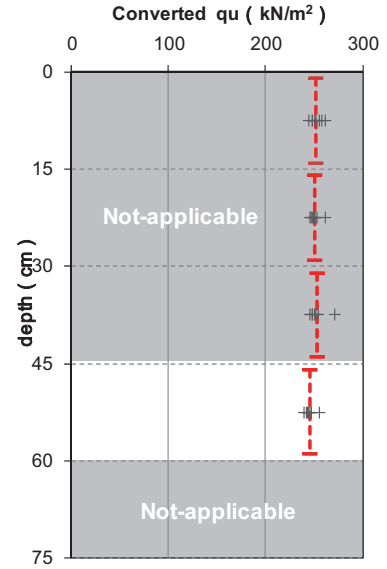
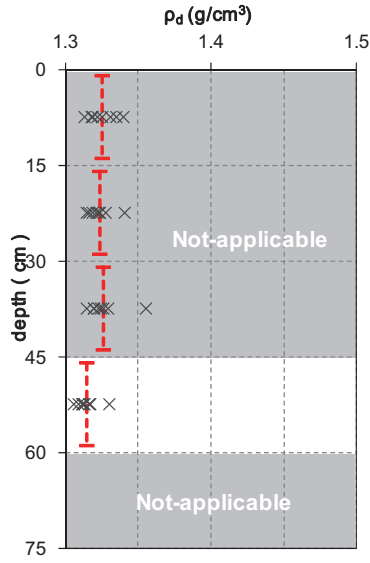
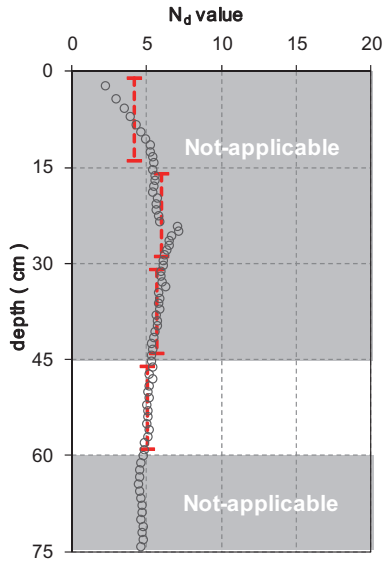
[山砂]Case2-5	
緩詰め	$D_r=100\%$ $\rho_d=1.36$
シリカ濃度	6.5%
上載荷重	0kPa
使用機械	μRS



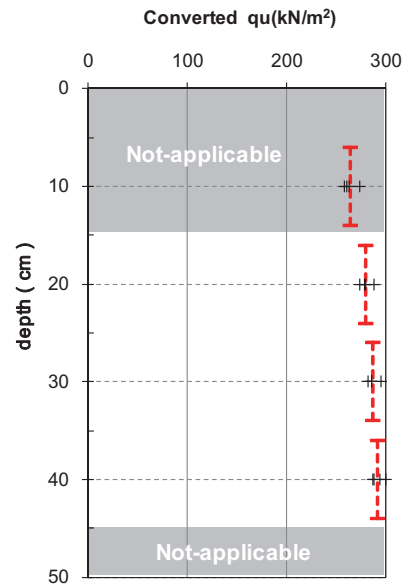
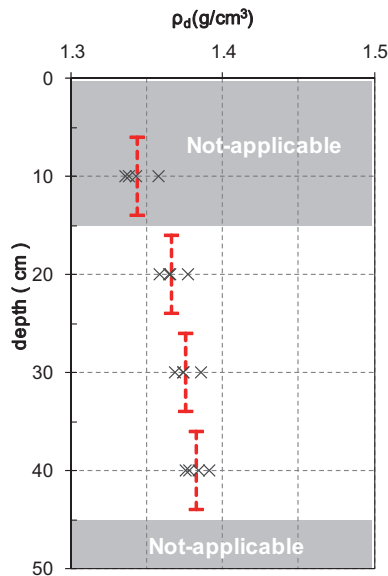
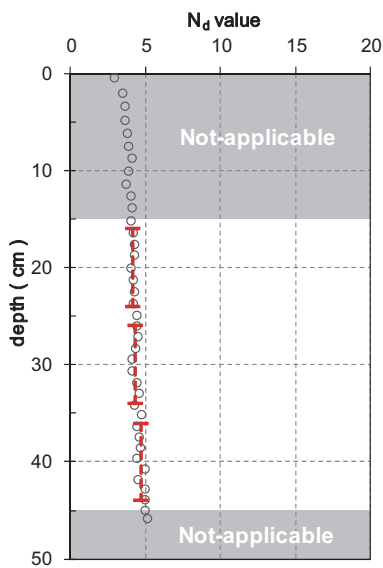
[山砂]Case2-3	
緩詰め	$D_r=100\%$ $\rho_d=1.36$
シリカ濃度	8%
上載荷重	0kPa
使用機械	MRS

シリカ濃度 8%

層	$N_d$ 値	
	MRS	$\mu$ RS
4	-	4.2
3	-	4.3
2	5.1	4.7
平均値	5.1	4.4



[山砂]Case2-6	
緩詰め	$D_r=100\%$ $\rho_d=1.36$
シリカ濃度	8%
上載荷重	0kPa
使用機械	$\mu$ RS

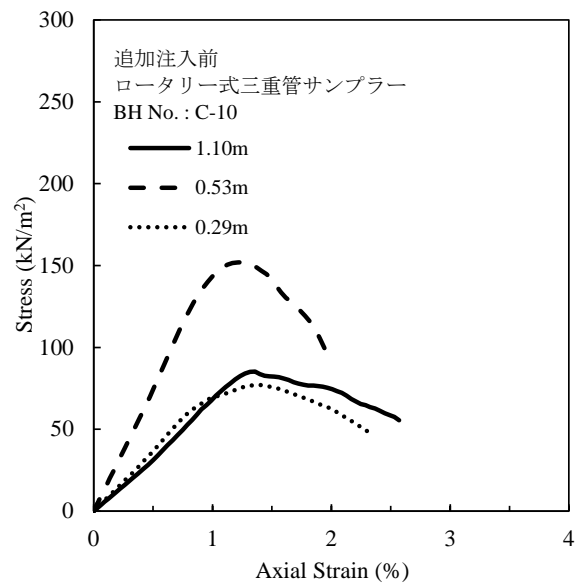
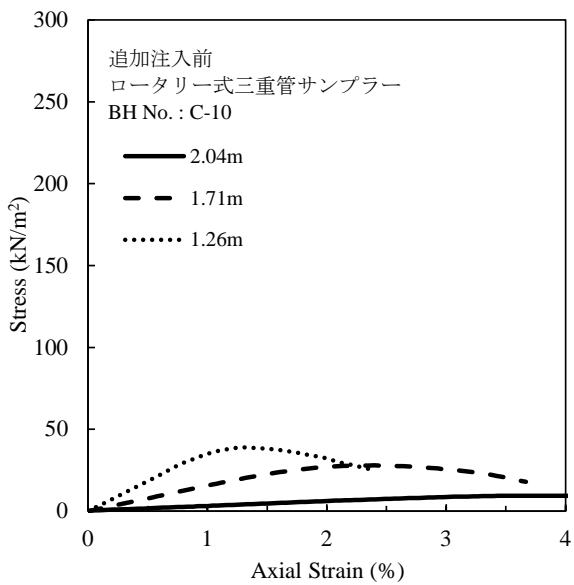
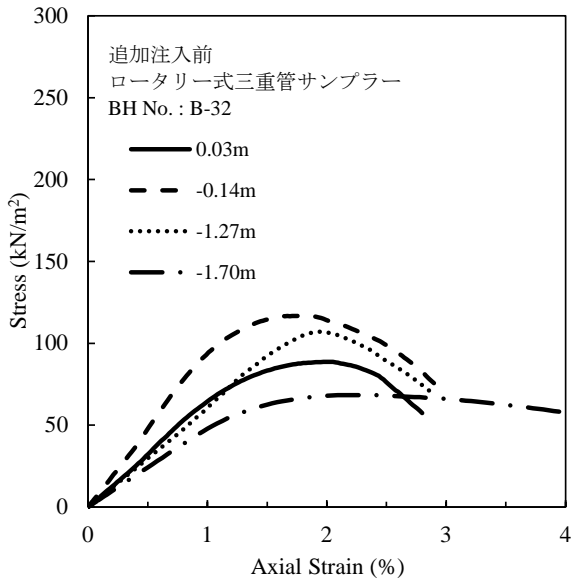
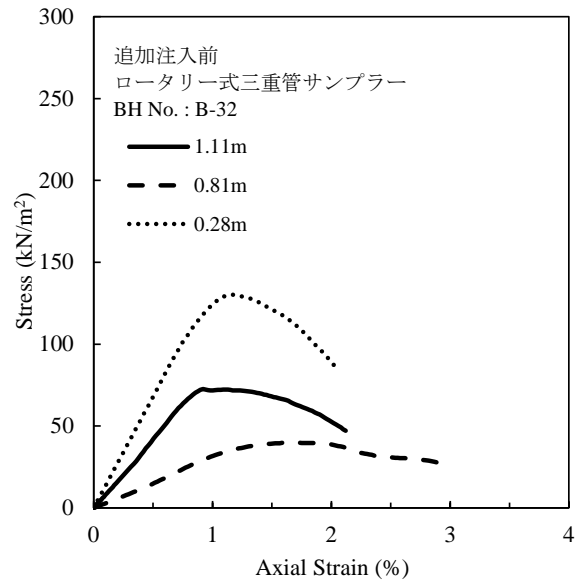
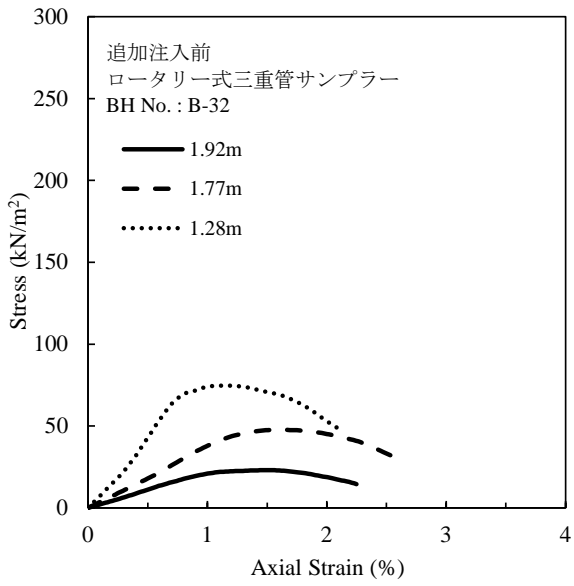


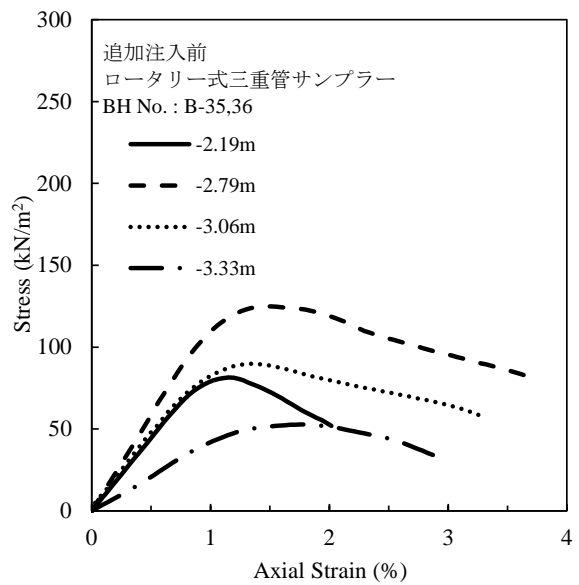
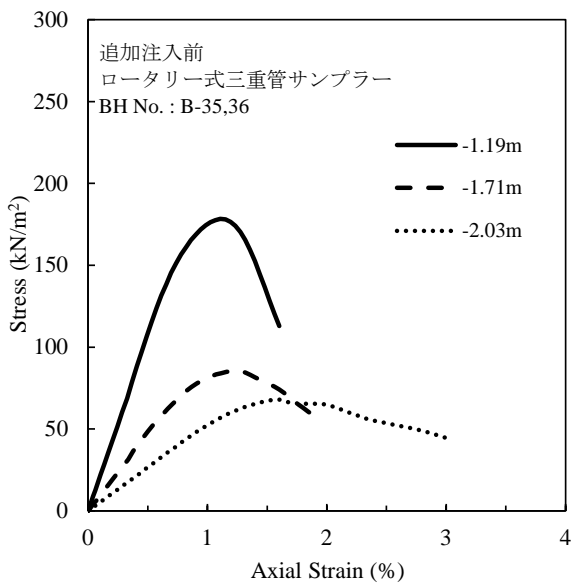
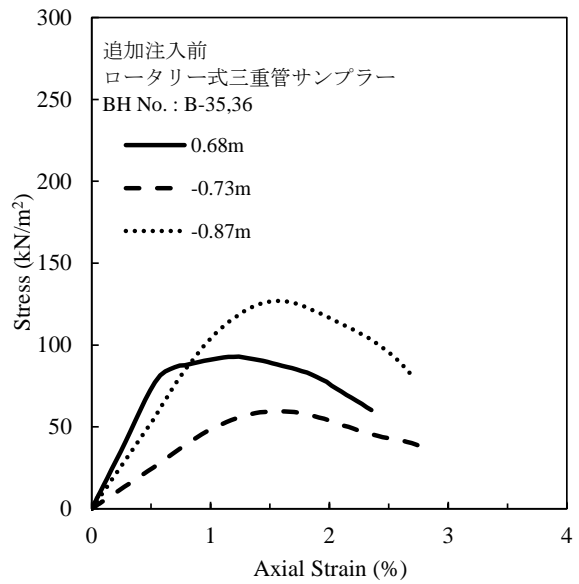
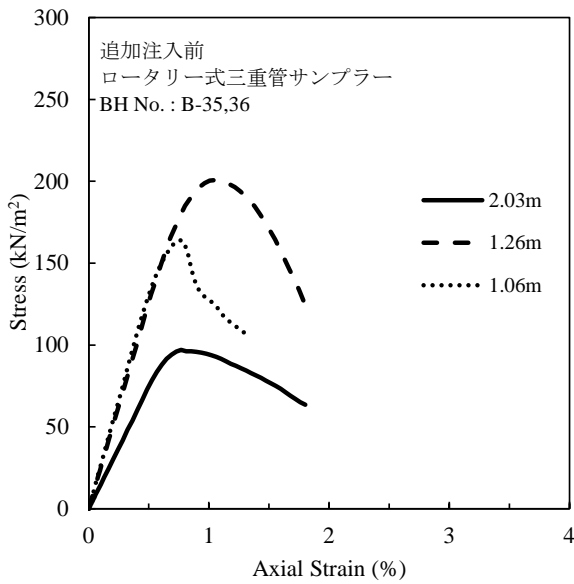
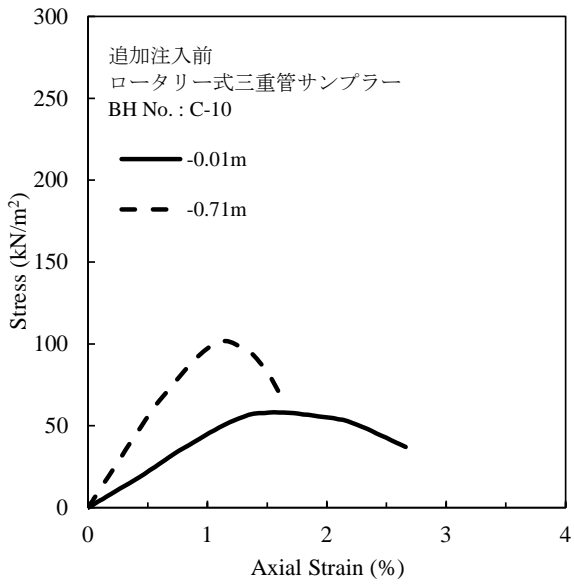
付録A 検証に用いた試験結果

A.1 一軸圧縮試験結果（追加注入前，ロータリー式三重管サンプラー試料）（第3章第5節）

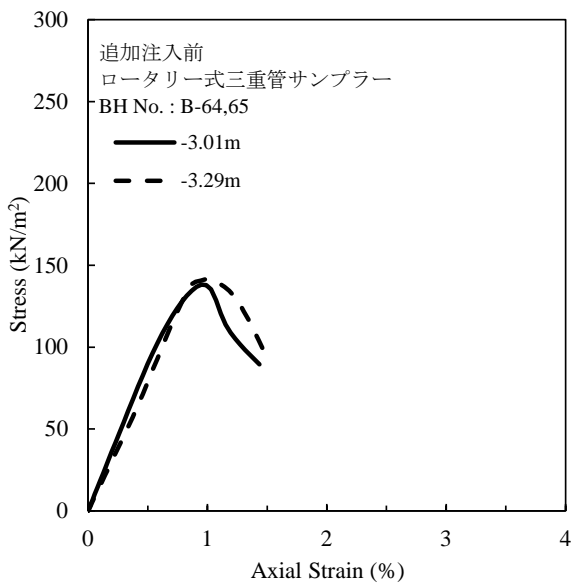
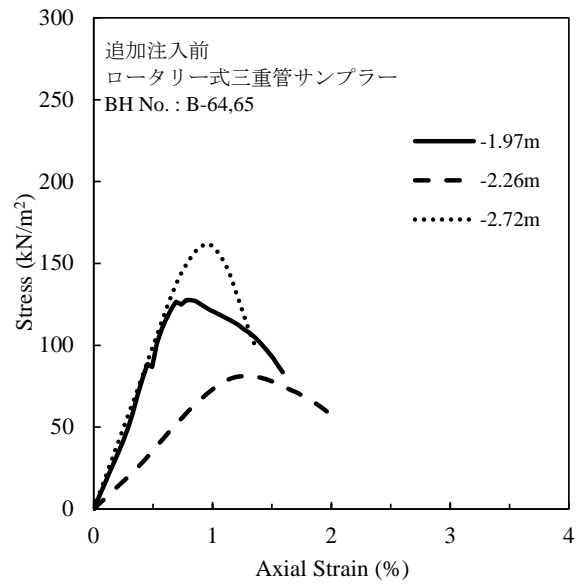
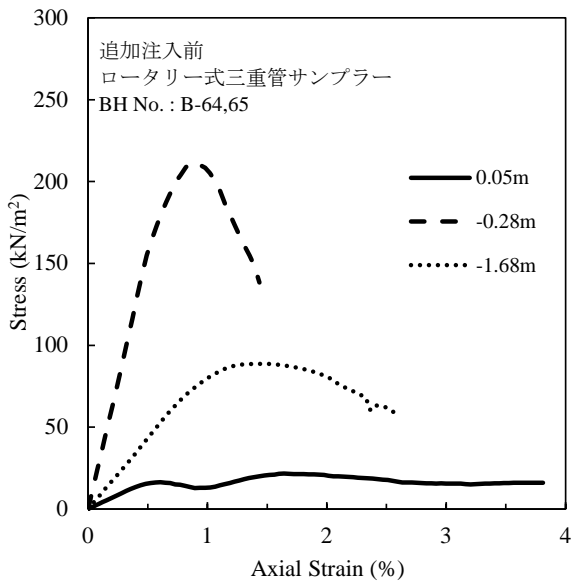
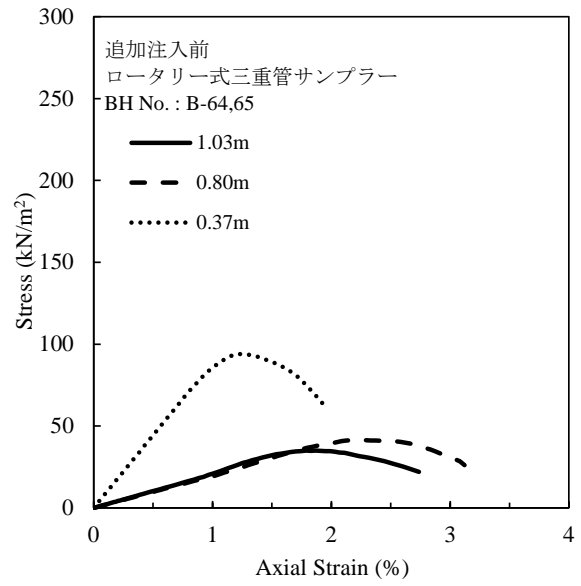
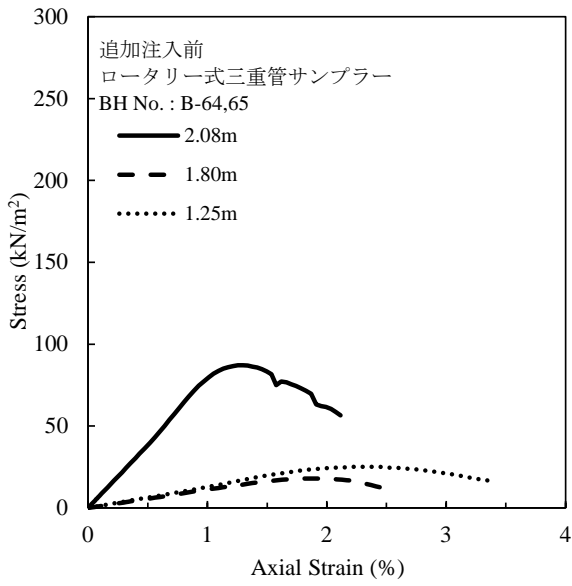
採取層	ボーリング No.	採取深度 (A.P.m)	供試体 サイズ (φ*h、cm)	湿潤密度 $\rho_t(g/cm^3)$	一軸圧縮 強さ, $q_u$ ( $kN/m^2$ )	破壊ひずみ (%)	変形係数, $E_{50}$ ( $MN/m^2$ )	$E_{50}/q_u$	備考
Bs層	B-32	1.92	5*10	1.762	23.0	1.46	2.24	97.4	
		1.77	5*10	1.790	47.8	1.59	3.66	76.6	
		1.28	5*10	1.867	74.7	1.09	8.33	111.5	
		1.11	5*10	1.859	72.5	0.92	8.28	114.2	
		0.81	5*10	1.839	40.0	1.67	3.09	77.3	
		0.28	5*10	1.822	130.2	1.17	13.59	104.4	
		0.03	5*10	1.729	88.7	2.03	6.63	74.7	
		-0.14	5*10	1.766	117.0	1.81	9.70	82.9	
		-1.27	5*10	1.847	107.1	1.93	6.03	56.3	
-1.70	5*10	1.773	68.4	2.31	4.84	70.8			
Bs層	C-10	2.04	5*10	1.840	9.4	3.68	0.31	33.0	
		1.71	5*10	2.022	27.9	2.40	1.55	55.6	
		1.26	5*10	1.909	38.9	1.31	3.67	94.3	
		1.10	5*10	1.888	85.2	1.36	6.51	76.4	
		0.53	5*10	1.842	152.0	1.25	14.89	98.0	
		0.29	5*10	1.830	77.1	1.40	7.39	95.8	
		-0.01	5*10	1.836	58.1	1.56	4.52	77.8	
		-0.71	5*10	1.762	101.8	1.13	11.14	109.4	
Bs層	B-35,36	2.03	5*10	1.852	97.1	0.77	14.76	152.0	
		1.26	5*10	1.887	200.7	1.05	25.11	125.1	
		1.06	5*10	1.868	164.1	0.78	26.69	162.6	
		0.68	5*10	1.866	92.9	1.24	14.44	155.4	
		-0.73	5*10	1.808	59.5	1.50	4.91	82.5	
		-0.87	5*10	1.813	126.9	1.55	10.71	84.4	
		-1.19	5*10	1.813	178.3	1.11	21.64	121.4	
		-1.71	5*10	1.739	85.5	1.24	9.69	113.3	
		-2.03	5*10	1.762	68.2	1.59	5.35	78.4	
		-2.19	5*10	1.741	81.5	1.15	8.89	109.1	
		-2.79	5*10	1.870	124.9	1.47	11.80	94.5	
-3.06	5*10	1.868	89.9	1.36	9.66	107.5			
-3.33	5*10	1.801	52.7	1.75	4.29	81.4			
Bs層	B-64,65	2.08	5*10	1.947	87.2	1.30	7.75	88.9	
		1.80	5*10	1.973	18.0	1.83	1.12	62.2	
		1.25	5*10	1.971	25.1	2.36	1.28	51.0	
		1.03	5*10	1.968	35.0	1.79	2.05	58.6	
		0.80	5*10	1.948	41.3	2.17	1.96	47.5	
		0.37	5*10	1.879	94.0	1.27	8.88	94.5	
		0.05	5*10	1.884	21.7	1.64	3.45	159.0	
		-0.28	5*10	1.877	211.5	0.90	31.39	148.4	
		-1.68	5*10	1.804	88.7	1.43	8.69	98.0	
		-1.97	5*10	1.809	127.6	0.82	18.83	147.6	
		-2.26	5*10	1.815	81.2	1.33	7.35	90.5	
		-2.72	5*10	1.820	161.9	0.95	19.78	122.2	
-3.01	5*10	1.823	138.2	0.95	18.16	131.4			
-3.29	5*10	1.817	141.5	0.98	15.55	109.9			
Bs層	A-16,17	-1.45	5*10	1.875	39.7	1.88	2.48	62.5	貝殻片
		-2.29	5*10	1.889	10.5	1.52	1.16	110.5	
		-2.57	5*10	1.818	29.7	1.51	2.57	86.5	
		-4.29	5*10	1.741	28.1	1.43	2.40	85.4	粘土塊
		-4.57	5*10	1.747	38.8	1.69	2.57	66.2	粘土塊
		-4.85	5*10	1.805	25.3	2.15	1.55	61.3	粘土塊

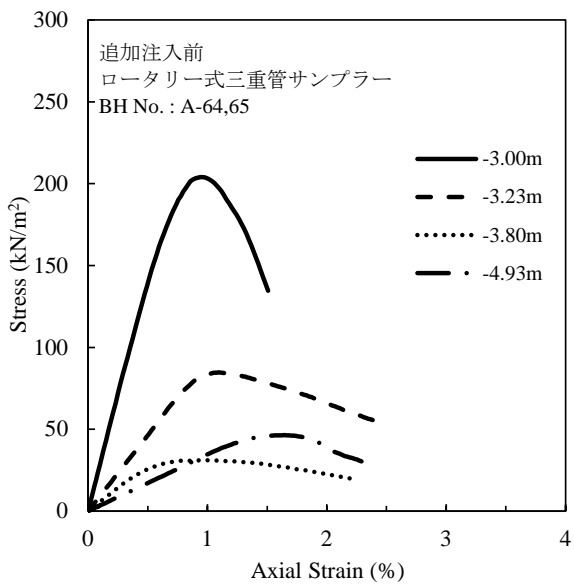
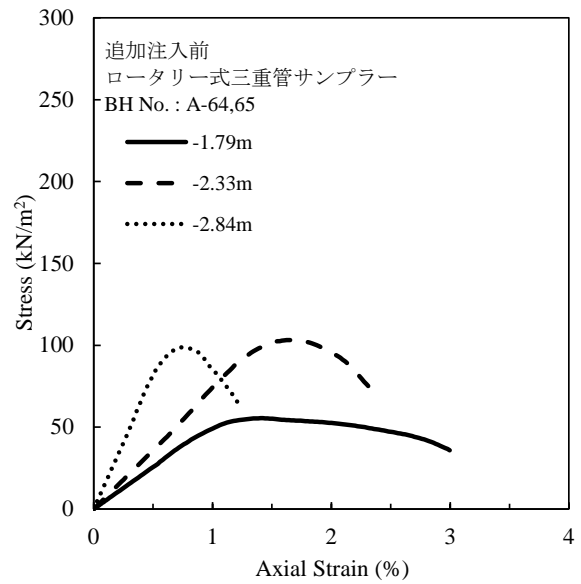
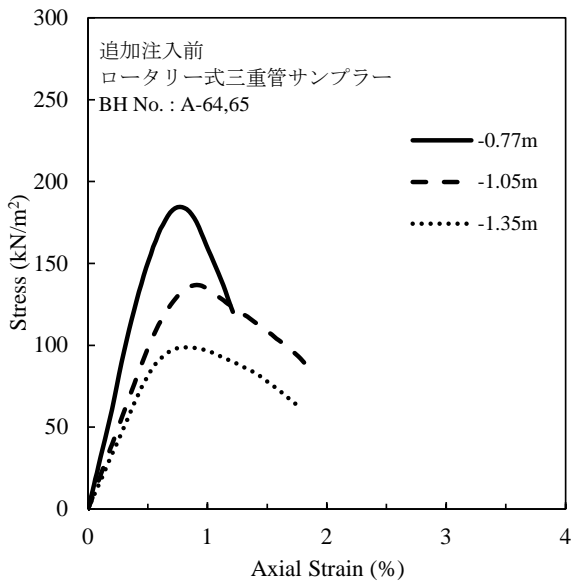
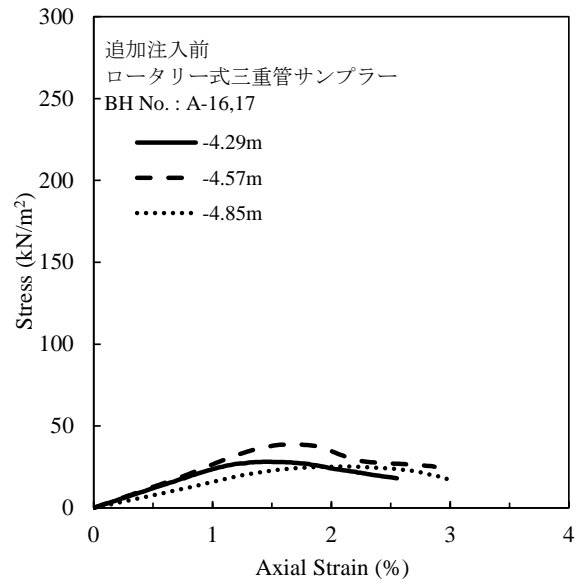
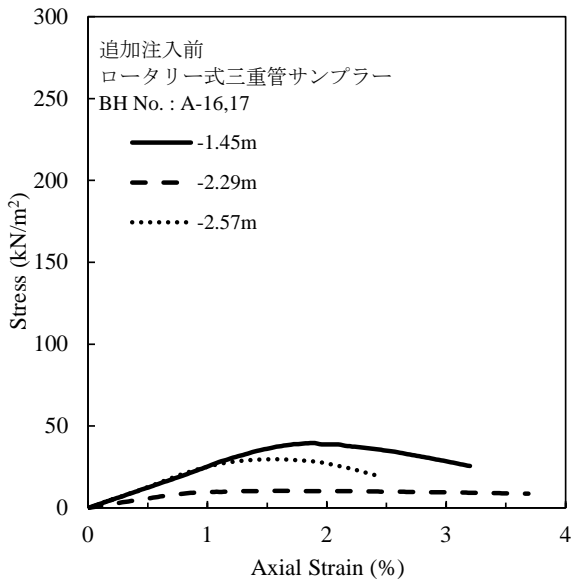
Bs層	A-64,65	-0.77	5*10	1.884	184.6	0.77	31.95	173.1	
		-1.05	5*10	1.891	136.8	0.91	19.78	144.6	
		-1.35	5*10	1.898	98.8	0.79	16.66	168.6	
		-1.79	5*10	1.909	55.5	1.40	5.16	93.0	
		-2.33	5*10	1.821	103.1	1.64	7.24	70.2	
		-2.84	5*10	1.877	98.8	0.74	16.28	164.8	
		-3.00	5*10	1.827	204.0	0.96	28.33	138.9	
		-3.23	5*10	1.918	84.7	1.10	9.25	109.2	
		-3.80	5*10	1.853	31.1	0.96	5.67	182.3	貝殼片
		-4.93	5*10	1.708	46.4	1.65	3.42	73.7	粘土塊
Bs層	A-50,51	-1.87	5*10	1.859	8.2	3.23	0.34	41.5	貝殼
		-2.95	5*10	1.869	7.7	1.95	1.01	131.2	互層
		-3.70	5*10	1.871	114.7	0.89	13.03	113.6	
		-4.53	5*10	1.836	66.3	1.87	4.45	67.1	龜裂?
		-4.65	5*10	1.810	98.4	2.00	6.25	63.5	
Bs層	B-13,14	-1.71	5*10	1.816	142.5	1.55	13.16	92.4	
		-1.96	5*10	1.775	42.8	1.86	3.66	85.5	割裂注入
		-2.21	5*10	1.738	59.6	2.58	2.81	47.1	割裂注入
		-2.58	5*10	1.810	89.9	2.06	5.88	65.4	割裂注入
Bs層	C-13,14	1.41	5*10	1.826	43.1	1.11	5.04	116.9	
		1.12	5*10	1.756	48.7	1.54	4.63	95.1	
		0.70	5*10	1.860	115.6	1.07	15.10	130.6	貝殼片

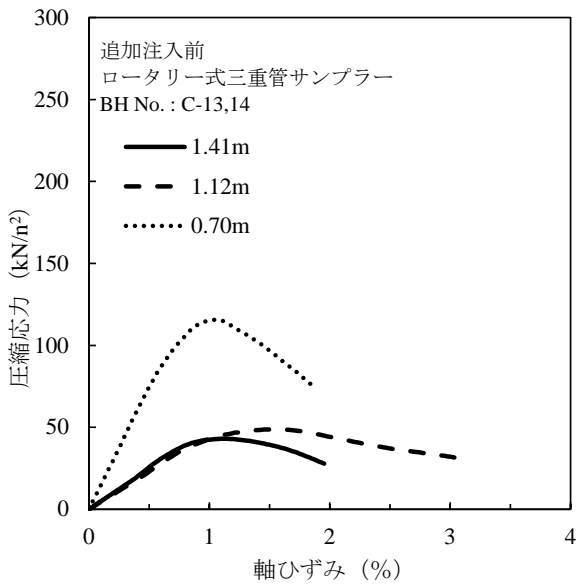
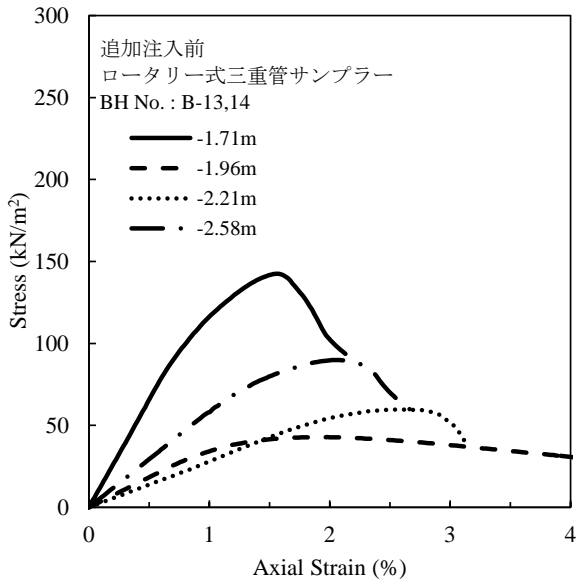
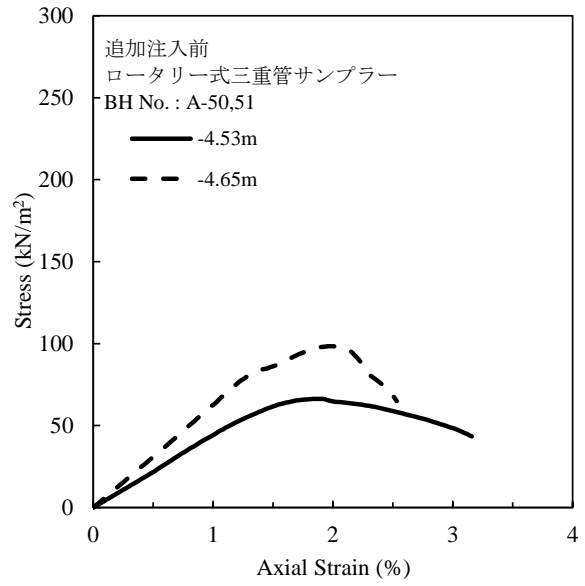
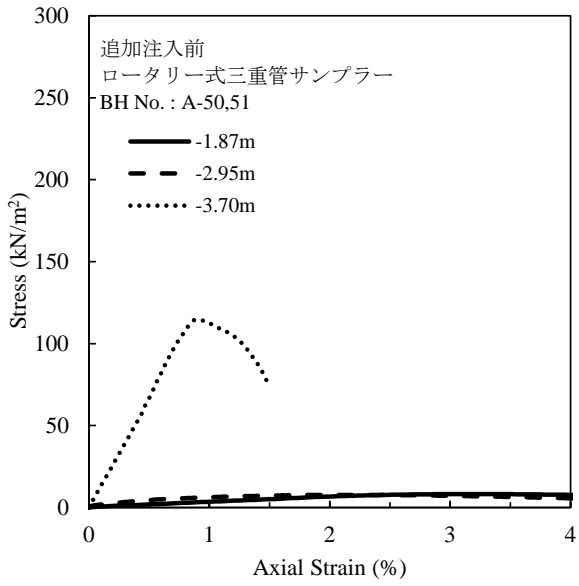








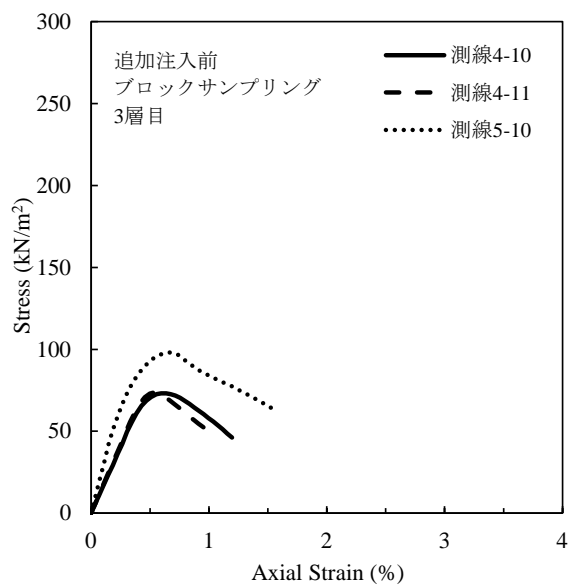
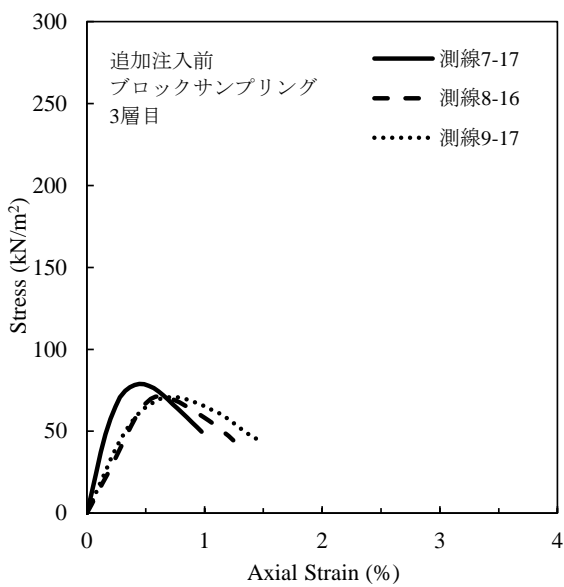
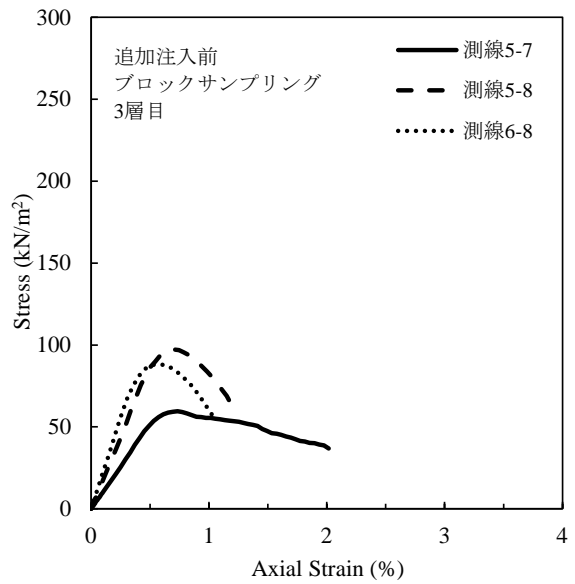
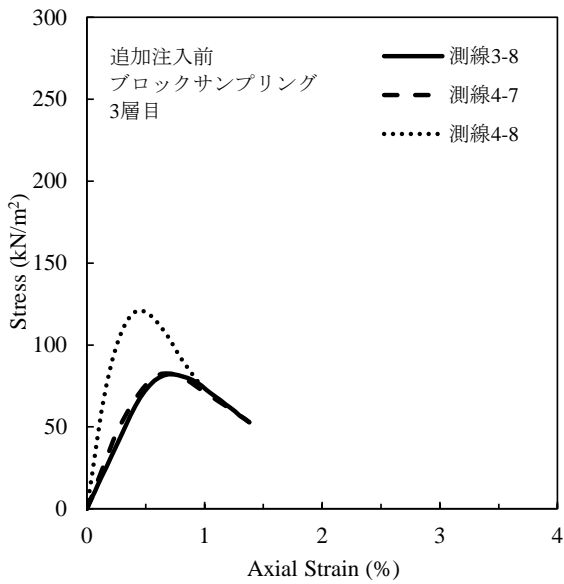
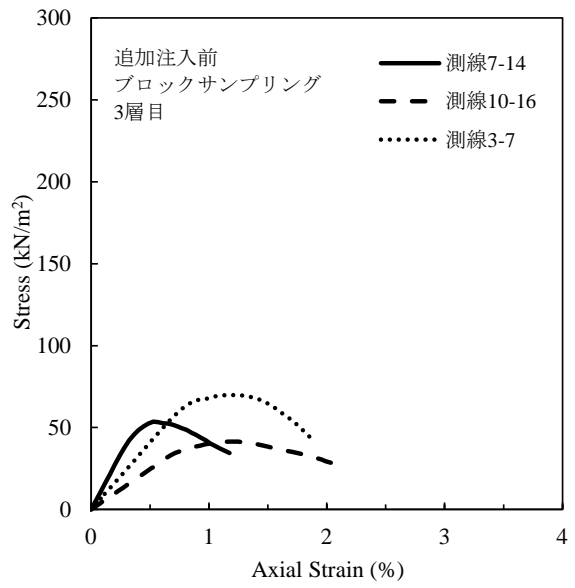
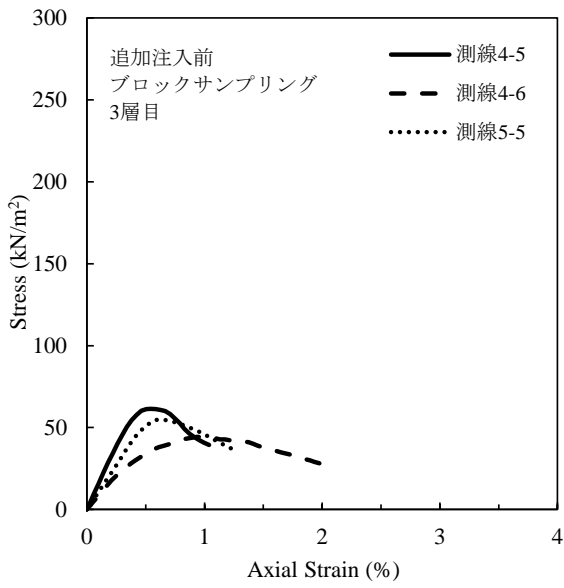


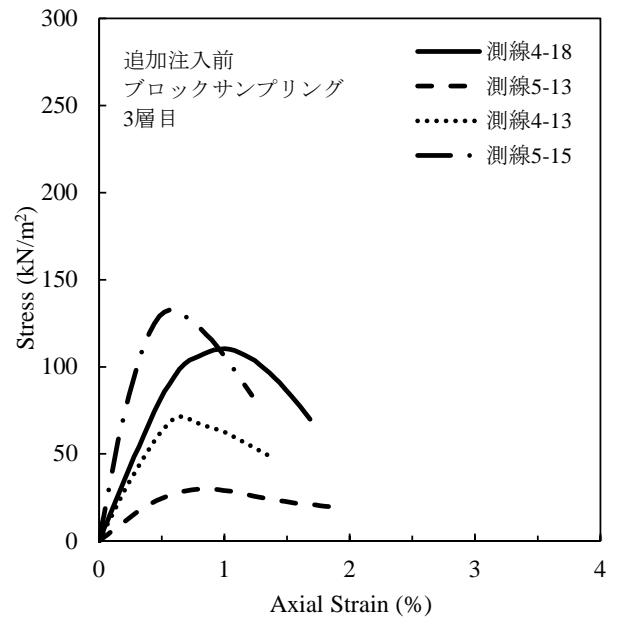
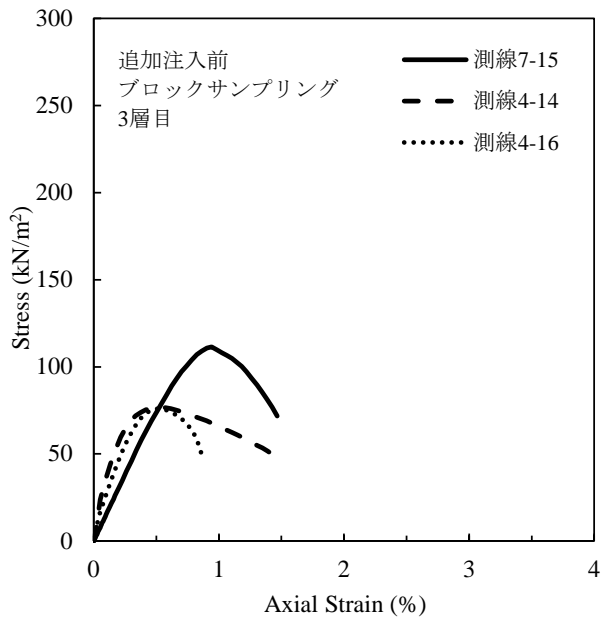
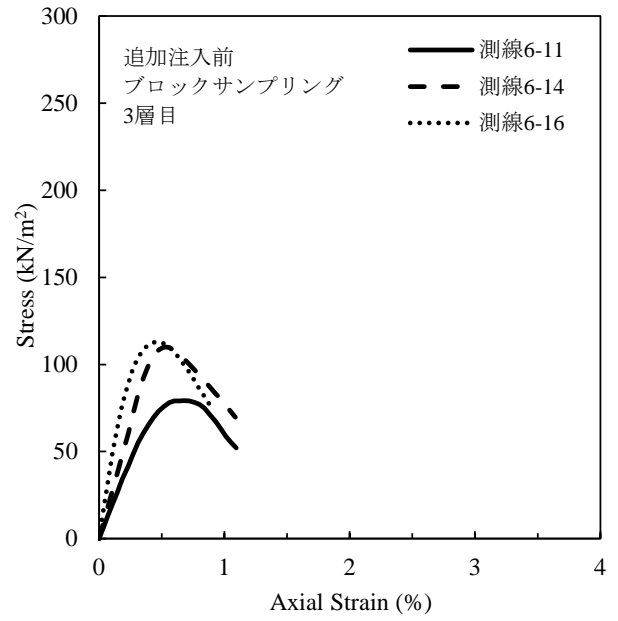
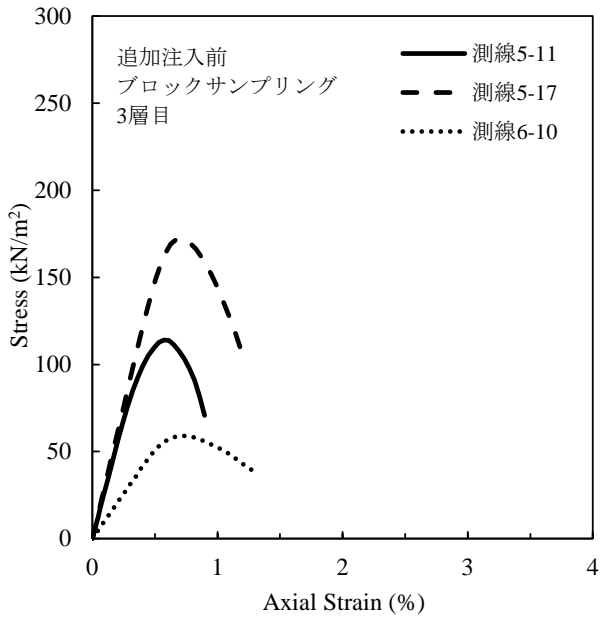


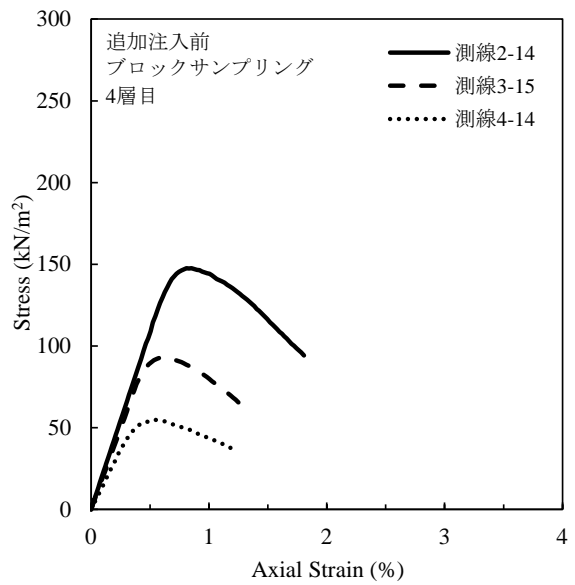
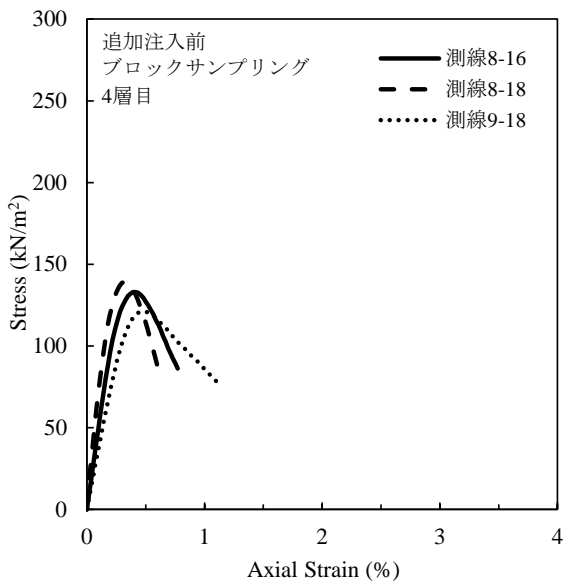
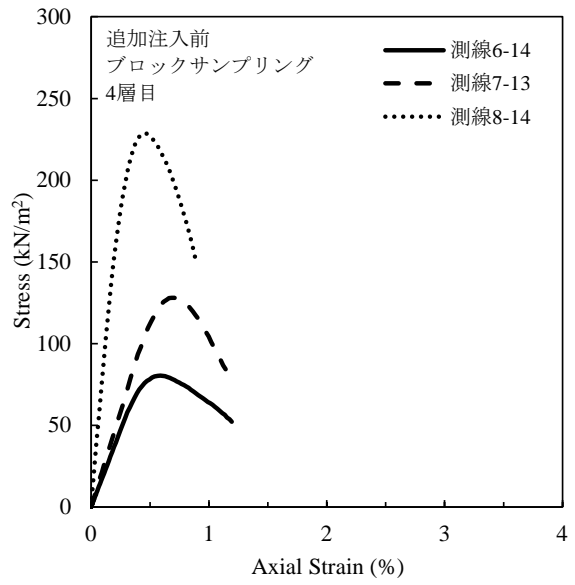
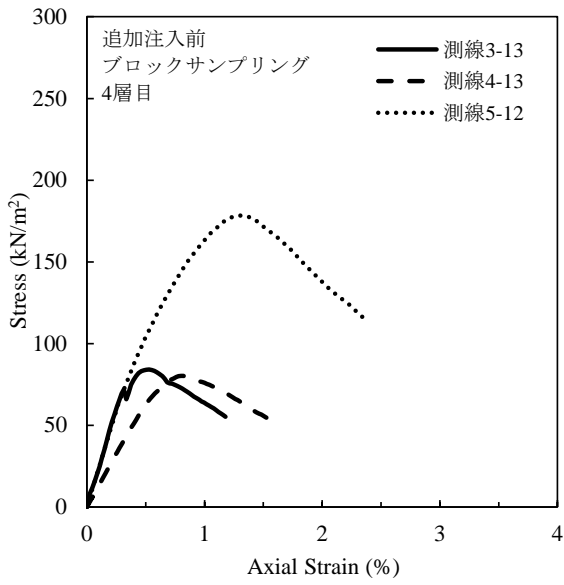
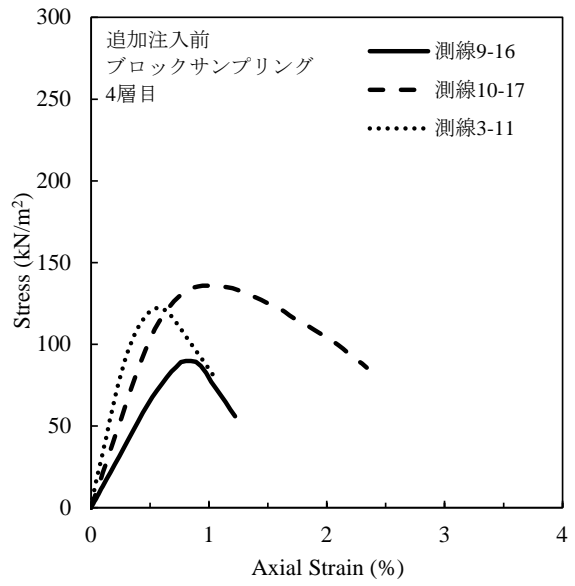
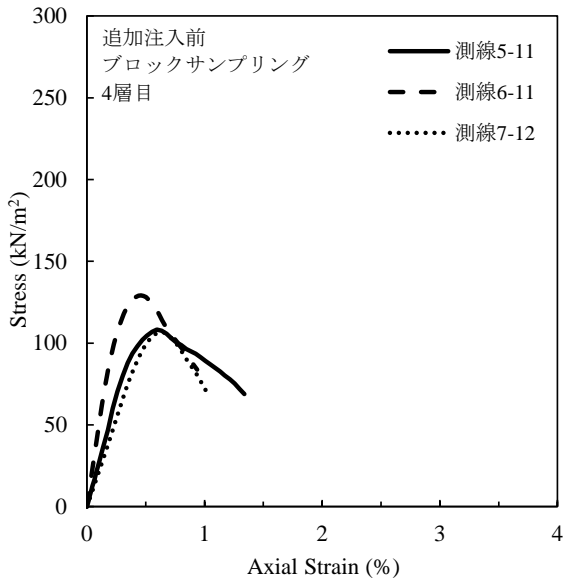
A.2 一軸圧縮試験結果（追加注入前，ブロックサンプリング試料）（第3章第5節）

採取層 (層目)	調査位置	採取深度 (A.P.m)	供試体 サイズ ( $\phi$ *h, cm)	湿潤密度 $\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> )	一軸圧縮 強さ, $q_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	破壊ひずみ (%)	変形係数, $E_{50}$ (MN/m <sup>2</sup> )	$E_{50}/q_u$	備考 (貝殻混入 判定)
3	測線4-5	2.0	10*20	1.780	62	0.54	15.53	253	影響大
3	測線4-6	2.0	5*10	1.899	45	1.01	8.00	179	影響大
3	測線5-5	2.0	5*10	1.890	55	0.62	10.76	196	影響大
3	測線7-14	2.0	9*15	1.827	54	0.53	13.48	251	影響大
3	測線10-16	2.0	5*10	1.896	42	1.25	4.89	118	影響大
3	測線3-7	2.0	5*10	1.886	70	1.17	8.16	117	影響大
3	測線3-8	2.0	5*10	1.915	82	0.74	15.40	187	影響大
3	測線4-7	2.0	10*20	1.814	83	0.68	18.66	226	影響大
3	測線4-8	2.0	10*20	1.897	121	0.46	45.69	377	影響大
3	測線5-7	2.0	5*10	1.944	60	0.73	10.29	173	影響大
3	測線5-8	2.0	5*10	1.938	97	0.71	17.45	179	影響大
3	測線6-8	2.0	10*20	1.889	88	0.55	22.47	254	影響大
3	測線7-17	2.0	10*20	1.811	79	0.45	30.36	385	影響大
3	測線8-16	2.0	10*20	1.710	72	0.62	13.99	196	影響大
3	測線9-17	2.0	5*10	1.944	71	0.72	16.12	227	影響小
3	測線4-10	2.0	5*10	1.849	73	0.60	15.94	218	影響小
3	測線4-11	2.0	10*20	1.920	74	0.54	16.74	227	影響大
3	測線5-10	2.0	5*10	1.953	98	0.68	27.08	276	影響小
3	測線5-11	2.0	5*10	1.871	114	0.57	27.38	240	影響小
3	測線5-17	2.0	5*10	1.858	172	0.71	30.36	176	影響小
3	測線6-10	2.0	10*20	1.876	59	0.72	10.34	175	影響大
3	測線6-11	2.0	10*20	1.880	79	0.68	17.93	226	影響大
3	測線6-14	2.0	5*10	1.890	110	0.52	25.82	235	影響小
3	測線6-16	2.0	5*10	1.858	113	0.46	43.59	386	影響小
3	測線7-15	2.0	5*10	1.870	112	0.94	15.29	137	影響小
3	測線4-14	2.0	8*15	1.975	77	0.54	33.09	430	影響大
3	測線4-16	2.0	10*20	1.89	76	0.53	24.36	320	影響大
3	測線4-18	2.0	5*10	1.844	110	1.00	16.93	153	影響小
3	測線5-13	2.0	5*10	1.874	30	0.82	5.47	184	影響大
3	測線4-13	2.0	11*23	1.883	72	0.67	13.91	195	影響大
3	測線5-15	2.0	5*10	1.889	133	0.56	36.20	273	影響小
4	測線5-11	1.5	5*10	1.818	108	0.59	27.35	253	影響大
4	測線6-11	1.5	10*20	1.922	129	0.46	48.32	374	影響大
4	測線7-12	1.5	10*20	1.917	107	0.62	21.64	203	影響大
4	測線9-16	1.5	5*10	1.970	90	0.85	13.19	147	影響大
4	測線10-17	1.5	5*10	1.897	136	0.95	21.40	158	影響大
4	測線3-11	1.5	10*20	1.941	122	0.58	33.10	271	影響大
4	測線3-13	1.5	10*20	1.956	84	0.53	24.35	290	影響大
4	測線4-13	1.5	5*10	1.941	80	0.82	12.98	162	影響大
4	測線5-12	1.5	5*10	1.887	179	1.33	21.64	121	影響小
4	測線6-14	1.5	5*10	1.962	81	0.59	18.84	234	影響小
4	測線7-13	1.5	10*20	1.974	128	0.68	23.29	182	影響大
4	測線8-14	1.5	10*20	1.985	229	0.45	81.38	356	影響小
4	測線8-16	1.5	10*20	1.938	133	0.41	50.30	378	影響小
4	測線8-18	1.5	10*20	1.980	140	0.32	72.34	519	影響小
4	測線9-18	1.5	5*10	1.943	121	0.47	36.74	303	影響大
4	測線2-14	1.5	5*10	1.849	148	0.85	21.73	147	影響大
4	測線3-15	1.5	10*20	1.966	93	0.62	19.46	209	影響大
4	測線4-14	1.5	5*10	1.928	55	0.52	14.63	266	影響大
4	測線4-16	1.5	10*20	1.959	123	0.49	34.89	284	影響大
4	測線5-15	1.5	5*10	1.958	56	0.75	9.00	162	影響大
4	測線5-17	1.5	5*10	1.886	195	0.54	47.39	243	影響小
4	測線6-16	1.5	5*10	1.976	195	0.66	37.59	193	影響小

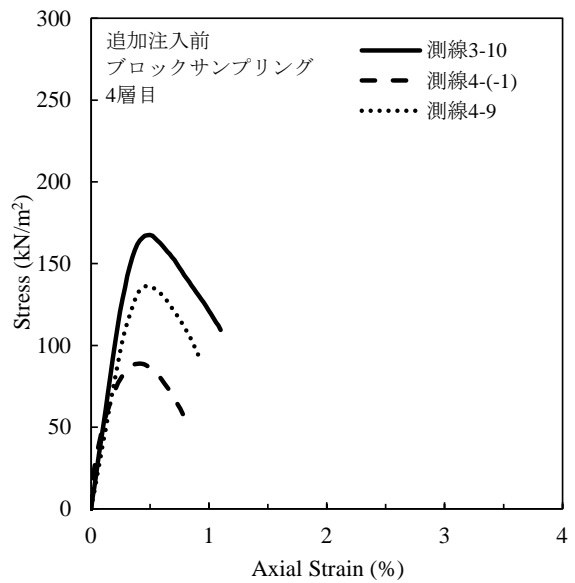
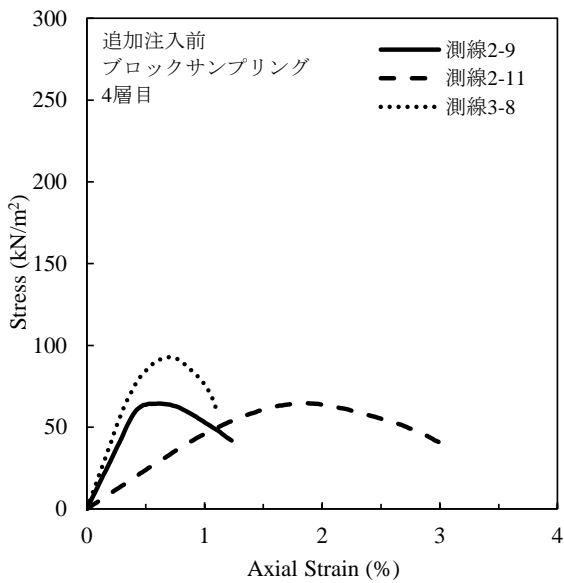
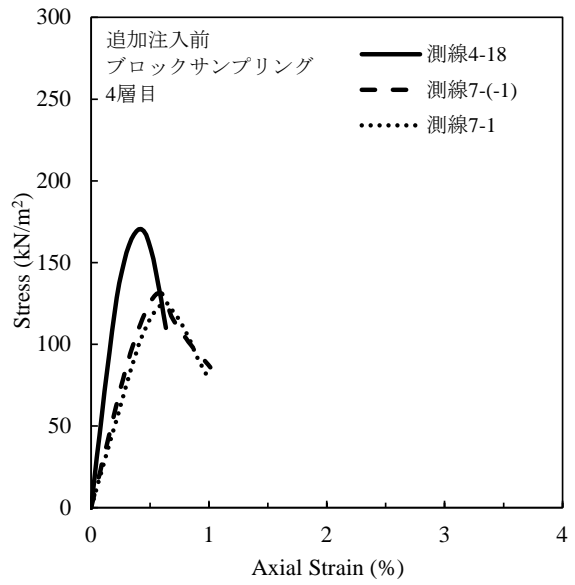
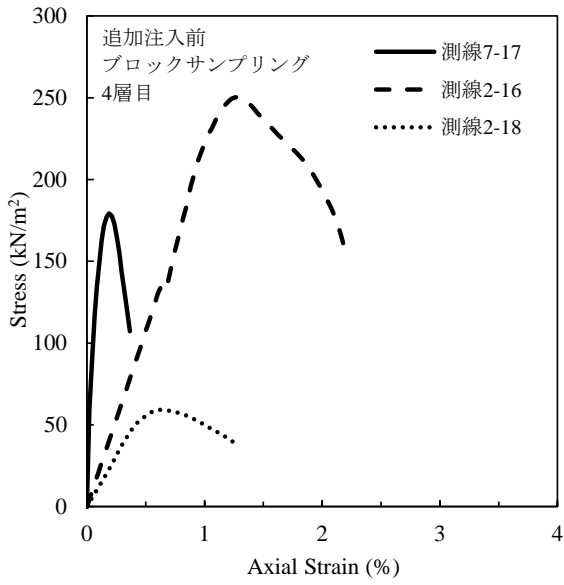
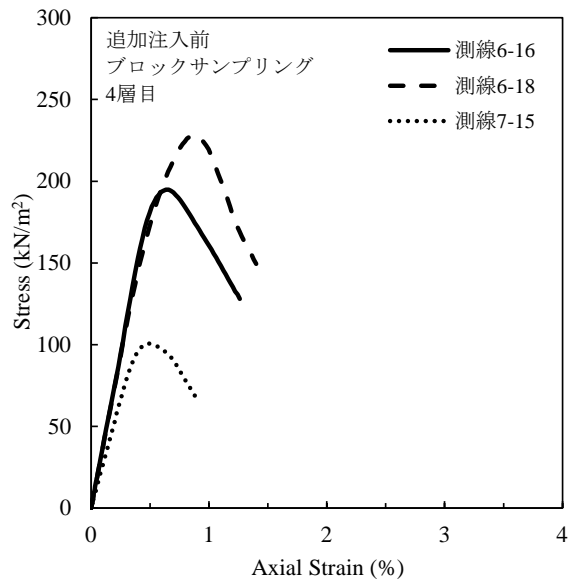
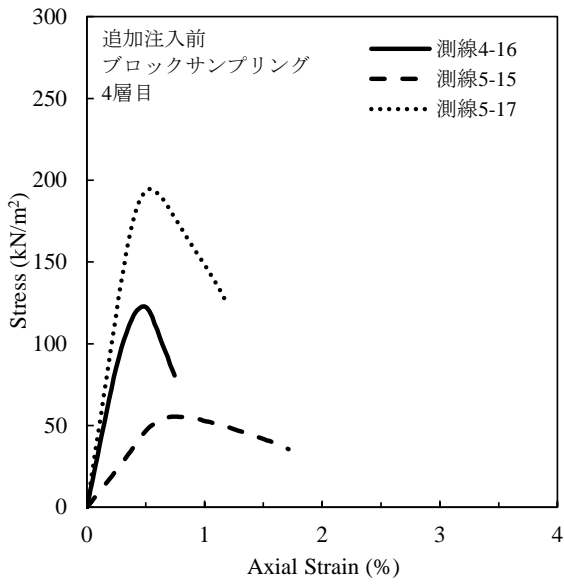
4	測線6-18	1.5	5*10	1.966	228	0.88	37.28	163	影響小
4	測線7-15	1.5	10*20	1.971	101	0.48	26.52	263	影響大
4	測線7-17	1.5	10*20	1.989	179	0.19	205.20	1145	影響小
4	測線2-16	1.5	5*10	1.904	251	1.30	21.54	86	影響小
4	測線2-18	1.5	5*10	1.896	59	0.62	12.47	211	影響小
4	測線4-18	1.5	10*20	1.968	171	0.42	61.25	359	影響小
4	測線7-(-1)	1.5	10*20	1.951	132	0.58	29.06	221	影響大
4	測線7-1	1.5	10*20	1.984	126	0.63	24.95	199	影響大
4	測線2-9	1.5	5*10	1.918	65	0.61	14.65	227	影響小
4	測線2-11	1.5	5*10	1.761	65	1.86	4.71	73	影響小
4	測線3-8	1.5	10*20	1.973	93	0.70	20.05	216	影響大
4	測線3-10	1.5	10*20	1.977	168	0.50	50.06	299	影響小
4	測線4-(-1)	1.5	10*20	1.983	89	0.41	53.02	596	影響大
4	測線4-9	1.5	10*20	1.98	136	0.47	39.49	290	影響小
4	測線5-1	1.5	5*10	1.893	59	0.88	8.27	139	影響大
4	測線5-6	1.5	5*10	1.924	87	0.98	12.96	149	影響小
4	測線5-8	1.5	5*10	1.905	98	0.83	19.49	200	影響小
4	測線5-10	1.5	5*10	1.902	83	0.50	22.25	267	影響大
4	測線6-(-1)	1.5	5*10	1.892	93	0.89	12.47	134	影響大
4	測線6-2	1.5	5*10	1.932	93	0.98	12.73	137	影響小
4	測線6-3	1.5	5*10	1.962	102	0.67	16.44	161	影響小
4	測線6-5	1.5	5*10	1.954	118	0.53	32.03	271	影響小
4	測線6-7	1.5	5*10	1.952	66	1.59	4.85	74	影響小
4	測線6-9	1.5	5*10	1.941	70	0.74	11.81	170	影響小
4	測線7-3	1.5	10*20	1.942	130	0.63	30.60	236	影響大
4	測線7-4	1.5	10*20	1.975	88	0.48	20.93	238	影響大
4	測線2-1	1.5	10*20	1.929	76	0.55	22.18	291	影響大
4	測線2-3	1.5	5*10	1.88	123	0.68	26.65	216	影響小
4	測線2-5	1.5	5*10	1.896	62	0.89	10.42	168	影響大
4	測線2-7	1.5	5*10	1.923	95	0.82	18.14	191	影響小
4	測線3-2	1.5	10*20	1.938	74	0.51	22.36	301	影響大
4	測線3-4	1.5	10*20	1.939	102	0.58	35.54	349	影響小
4	測線3-6	1.5	10*20	1.967	80	0.86	15.78	197	影響小
4	測線4-3	1.5	10*20	1.984	99	0.51	34.69	349	影響小
4	測線4-5	1.5	10*20	1.995	112	0.53	28.57	256	影響小
4	測線4-7	1.5	10*20	1.956	79	0.5	37.15	473	影響大
4	測線5-4	1.5	5*10	1.906	129	0.56	40.76	316	影響小

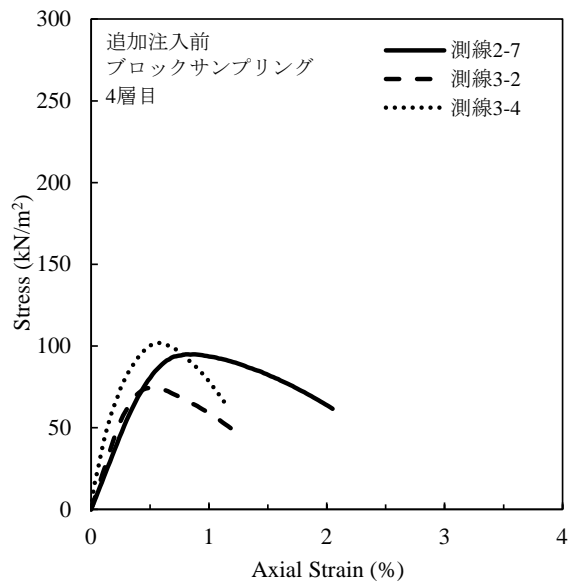
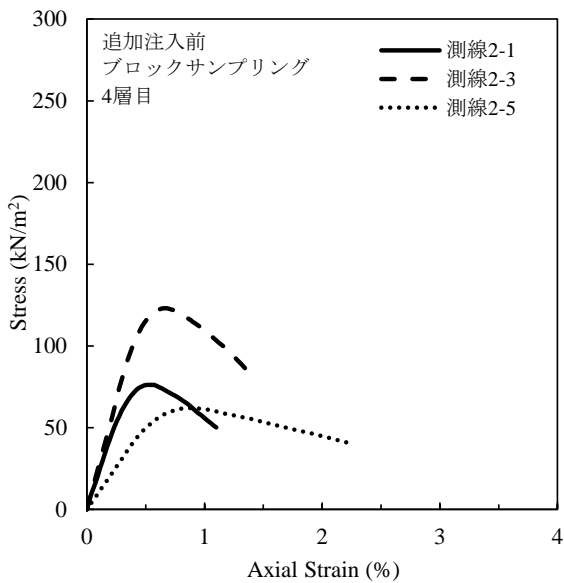
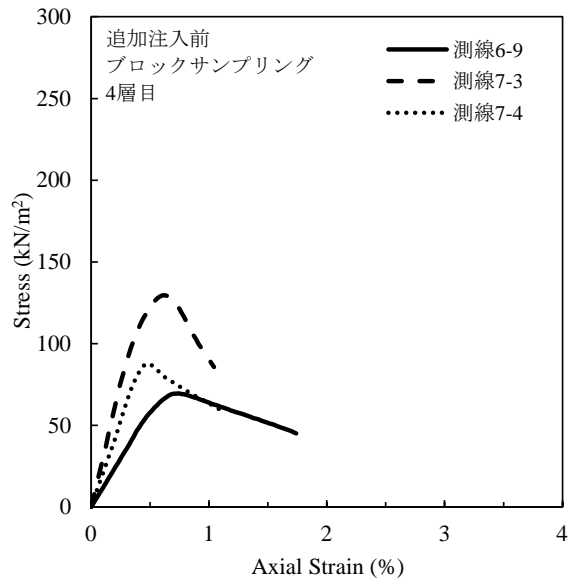
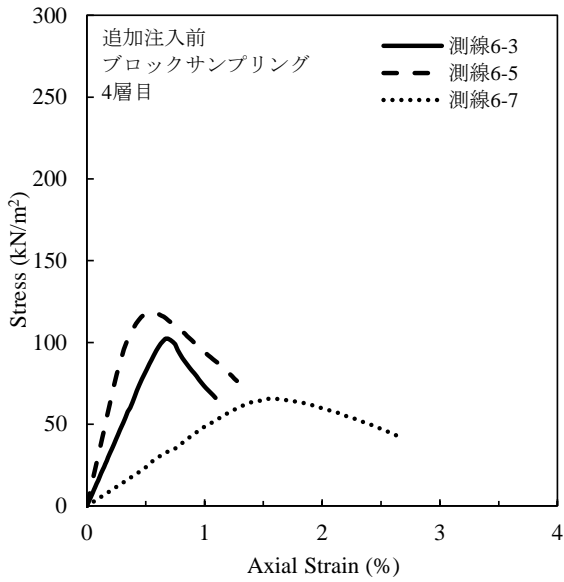
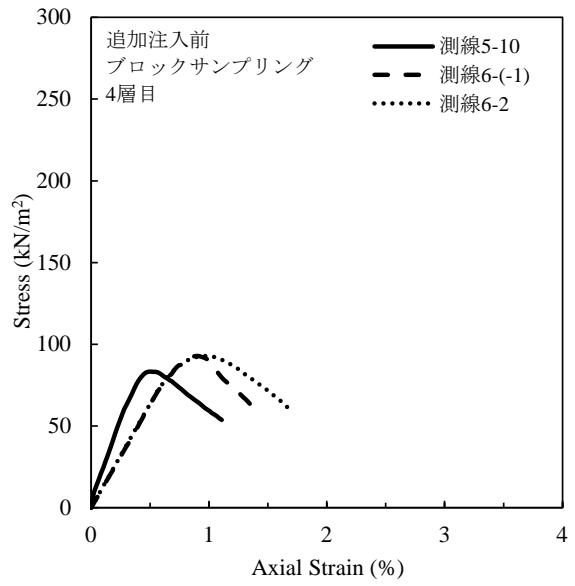
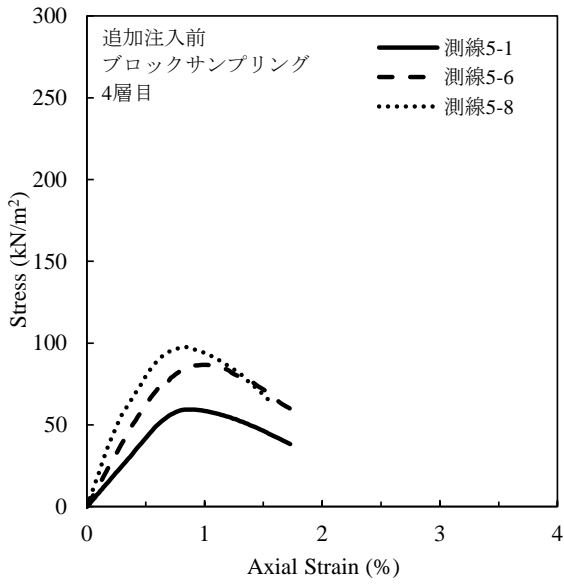


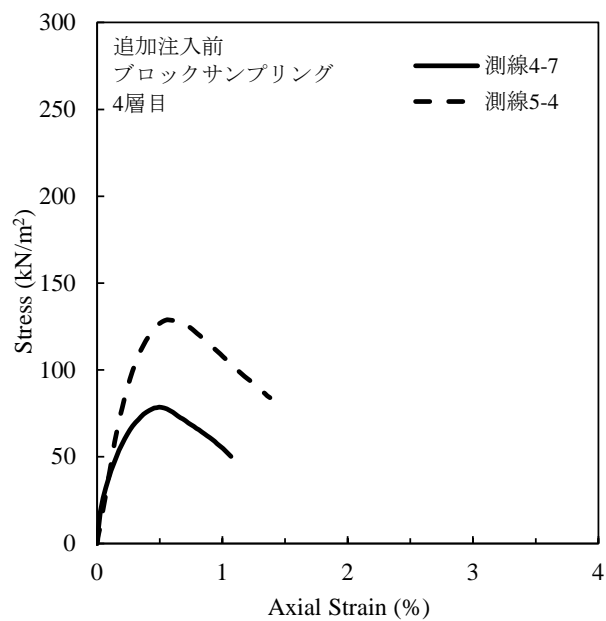
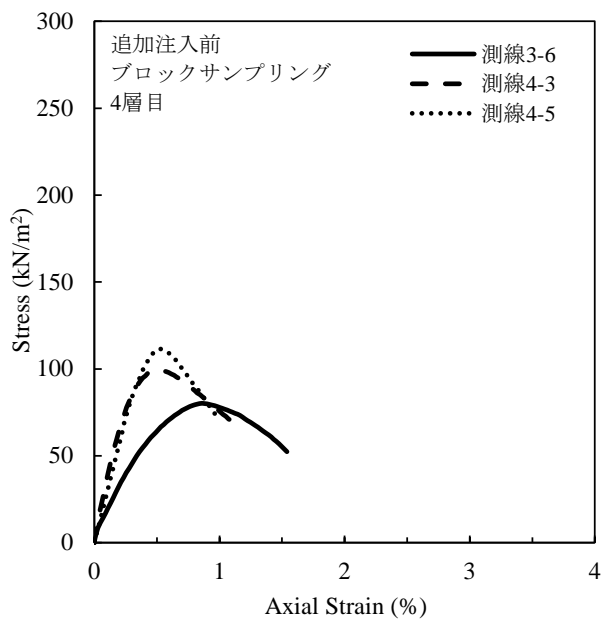








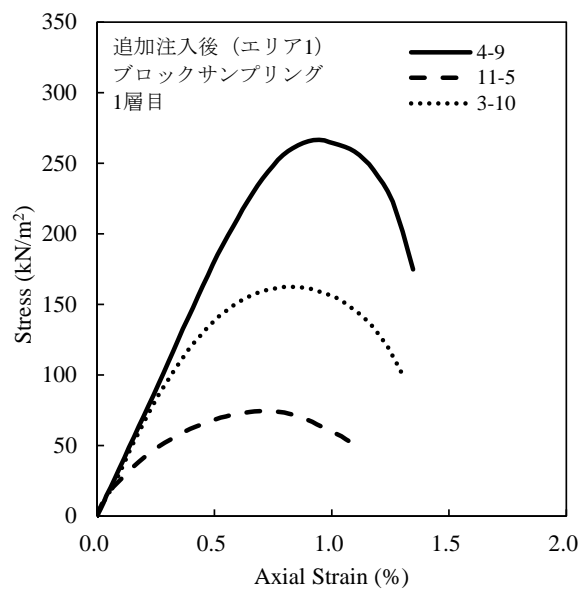
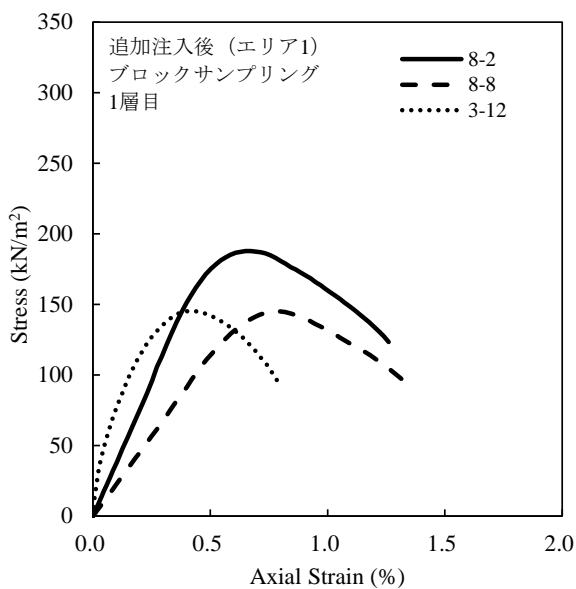
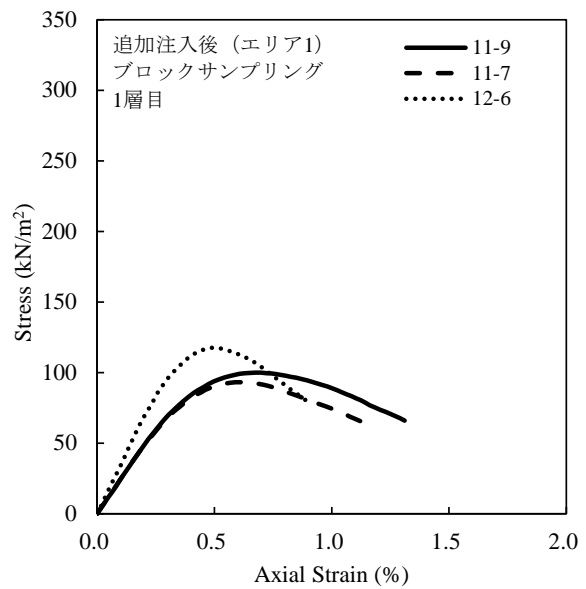
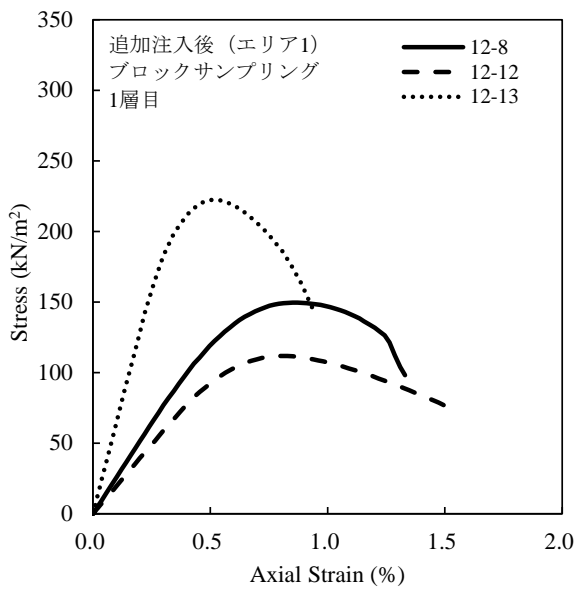
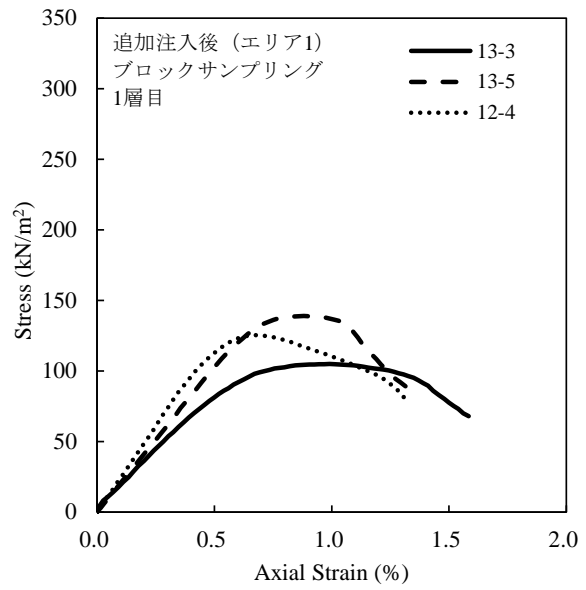
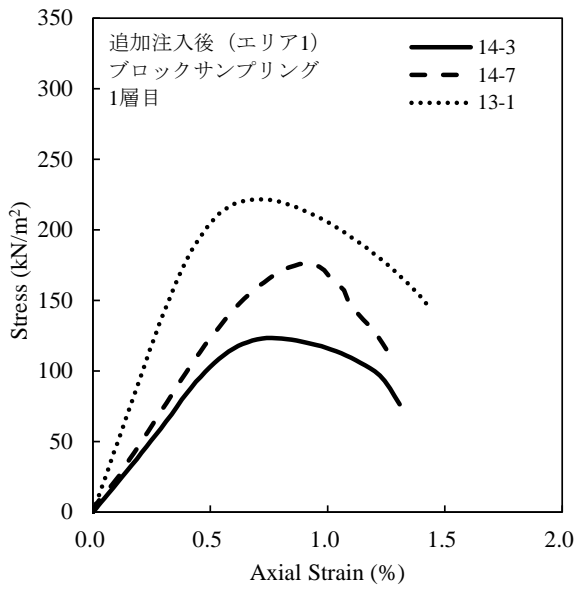


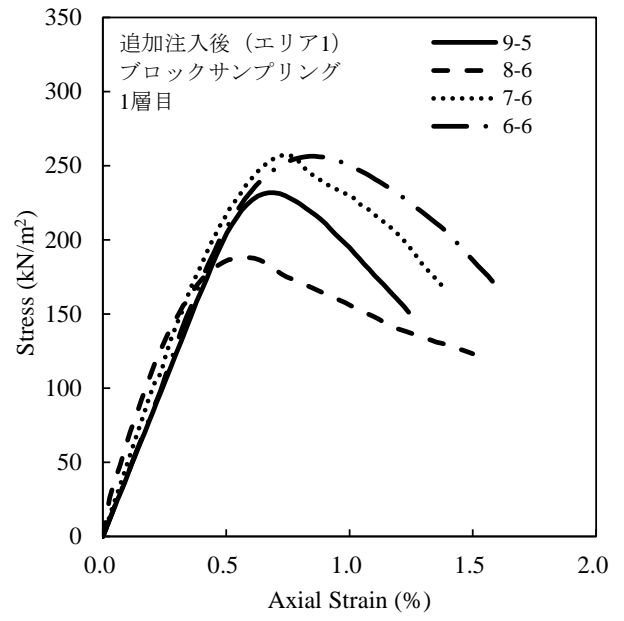
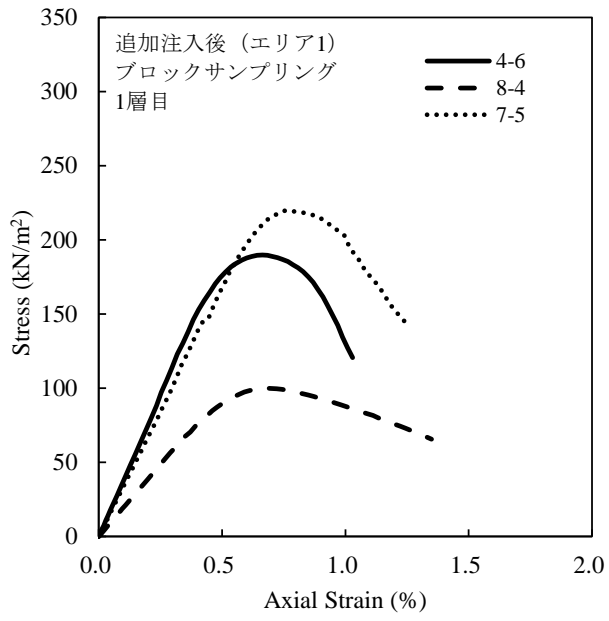


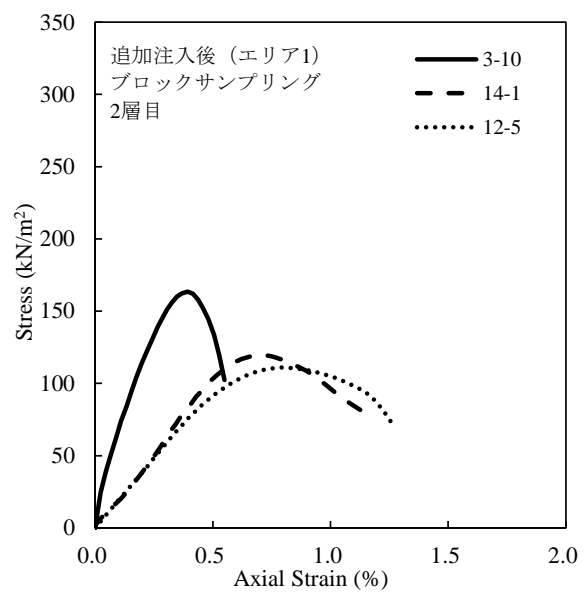
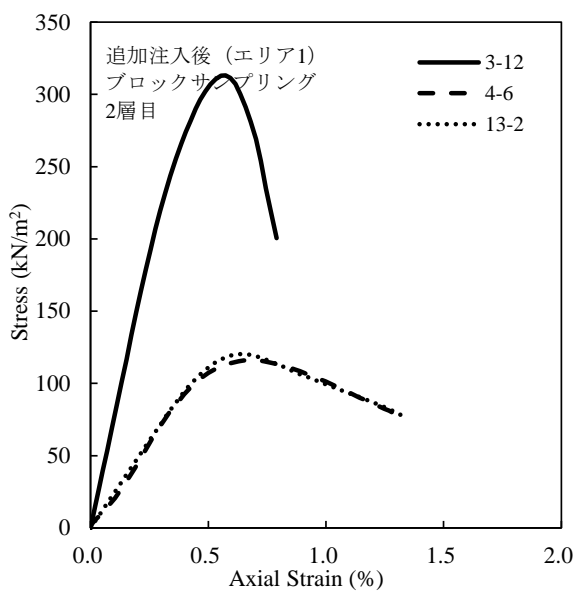
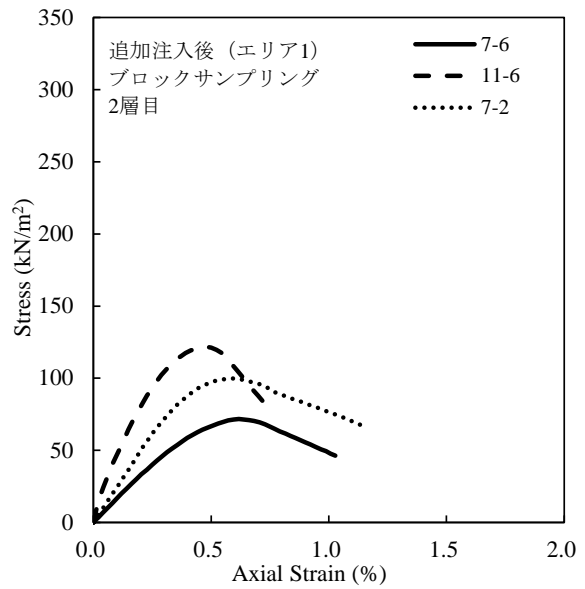
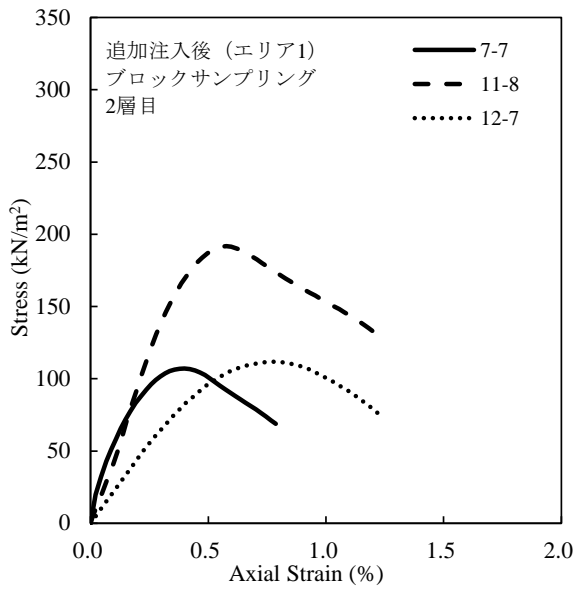
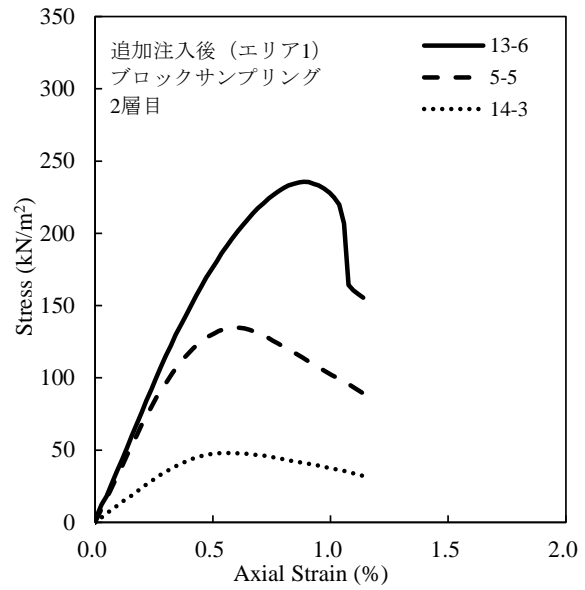
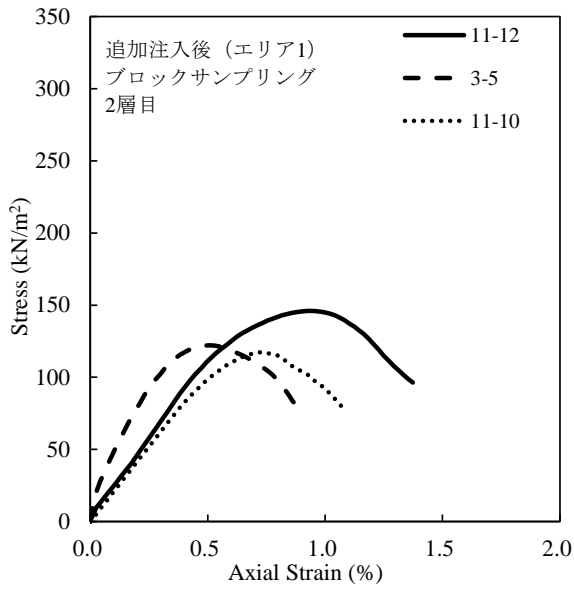
A.3 一軸圧縮試験結果（追加注入後，ブロックサンプリング試料，エリア1）（第4章第4節）

採取層 (層目)	試料番号	採取深度 (A.P.m)	供試体 サイズ ( $\phi$ *h、cm)	湿潤密度 $\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> )	一軸圧縮 強さ、 $q_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	破壊ひずみ (%)	変形係数、 $E_{50}$ (MN/m <sup>2</sup> )	$E_{50}/q_u$	備考 (貝殻混入 判定)
1	14-3	1.834	10*20	1.903	123.4	0.76	20.69	168	棄却
1	14-7	1.834	10*20	1.907	176.1	0.90	24.92	142	
1	13-1	1.834	10*20	1.915	221.6	0.71	47.54	215	棄却
1	13-3	1.834	10*20	1.942	105.0	0.99	17.70	169	棄却
1	13-5	1.834	10*20	1.932	139.0	0.88	20.74	149	棄却
1	12-4	1.834	10*20	1.942	125.4	0.68	24.64	196	棄却
1	12-8	1.834	10*20	1.842	149.6	0.85	25.65	171	
1	12-12	1.834	10*20	1.887	111.9	0.81	19.72	176	
1	12-13	1.834	10*20	1.912	222.6	0.52	64.59	290	棄却
1	11-9	1.834	10*20	1.993	100.0	0.68	24.22	242	
1	11-7	1.834	10*20	1.977	93.3	0.61	24.32	261	棄却
1	12-6	1.834	10*20	1.965	117.6	0.49	34.71	295	棄却
1	8-2	1.834	10*20	1.955	187.9	0.65	38.14	203	棄却
1	8-8	1.834	10*20	1.981	145.1	0.78	22.85	157	
1	3-12	1.834	10*20	1.979	145.3	0.43	74.27	511	棄却
1	4-9	1.834	10*20	1.920	266.6	0.95	36.17	136	棄却
1	11-5	1.834	10*20	1.924	74.6	0.72	21.58	289	棄却
1	3-10	1.834	10*20	1.935	162.5	0.82	32.86	202	
1	4-6	1.834	10*20	1.977	189.8	0.66	38.21	201	棄却
1	8-4	1.834	10*20	1.960	100.1	0.68	19.48	195	棄却
1	7-5	1.834	10*20	1.975	219.8	0.77	34.44	157	棄却
1	9-5	1.834	10*20	1.956	231.9	0.69	41.48	179	棄却
1	8-6	1.834	10*20	1.967	188.1	0.59	57.33	305	棄却
1	7-6	1.834	10*20	1.971	257.1	0.74	48.25	188	棄却
1	6-6	1.834	10*20	1.946	256.4	0.86	43.16	168	棄却
2	11-12	1.350	10*20	1.952	146.0	0.94	23.14	158	棄却
2	3-5	1.350	10*20	1.861	122.2	0.51	87.46	716	
2	11-10	1.350	10*20	1.945	117.3	0.72	20.77	177	
2	13-6	1.350	10*20	1.915	235.6	0.89	38.03	161	
2	5-5	1.350	10*20	1.952	134.8	0.59	34.01	252	
2	14-3	1.350	10*20	1.955	48.0	0.56	11.99	250	棄却
2	7-7	1.350	10*20	1.916	107.1	0.40	53.92	503	
2	11-8	1.350	10*20	1.966	191.8	0.58	47.30	247	棄却
2	12-7	1.350	10*20	1.943	111.7	0.77	22.15	198	
2	7-6	1.350	10*20	1.974	71.7	0.62	16.08	224	
2	11-6	1.350	10*20	1.968	121.7	0.48	43.15	355	棄却
2	7-2	1.350	10*20	1.962	99.9	0.60	24.88	249	棄却
2	3-12	1.350	10*20	1.984	313.2	0.57	62.93	201	
2	4-6	1.350	10*20	1.948	116.0	0.67	23.45	202	棄却
2	13-2	1.350	10*20	1.954	120.3	0.64	24.16	201	棄却
2	3-10	1.350	10*20	1.991	163.4	0.39	43.00	263	
2	14-1	1.350	10*20	1.961	119.6	0.71	20.63	172	
2	12-5	1.350	10*20	1.962	111.0	0.81	19.36	174	
2	13-4	1.350	10*20	1.935	62.6	0.90	7.87	126	棄却
2	7-5	1.350	10*20	1.970	172.2	0.88	34.05	198	
2	7-3	1.350	10*20	1.965	319.3	0.79	66.93	210	
2	12-3	1.350	10*20	1.983	41.1	0.45	16.81	409	棄却
2	7-4	1.350	10*20	1.945	146.4	0.72	35.61	243	
2	2-6	1.350	10*20	1.885	216.9	0.47	76.77	354	
2	12-1	1.350	10*20	1.996	86.2	0.53	24.71	287	
2	2-8	1.350							予備
2	4-8	1.350							予備
2	3-7	1.350							予備

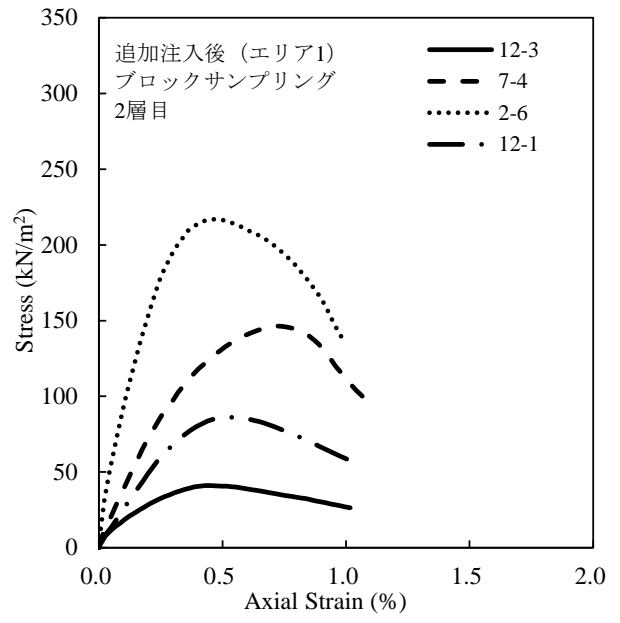
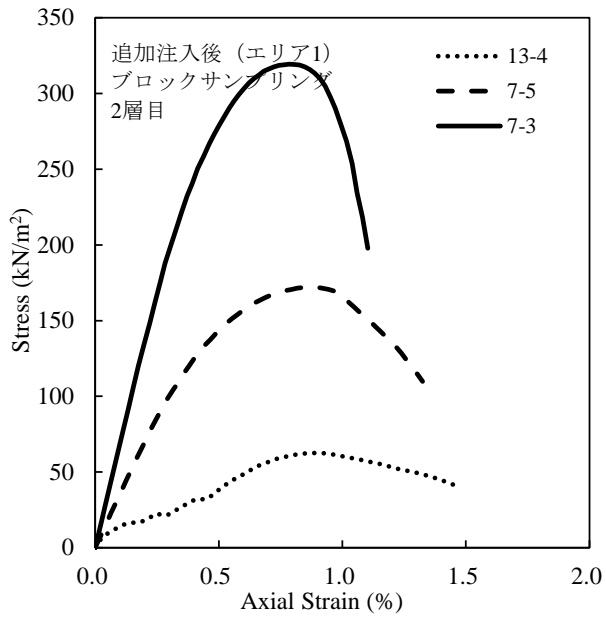
2	3-8	1.350							予備
3	4-5	0.900	10*20	1.961	193.4	0.57	49.46	256	
3	3-5	0.900	10*20	1.976	214.1	0.61	51.97	243	
3	4-6	0.900	10*20	1.964	171.2	0.54	58.26	340	
3	11-12	0.900	10*20	1.982	237.0	0.58	59.09	249	
3	3-7	0.900	10*20	1.959	203.3	0.55	45.94	226	
3	8-7	0.900	10*20	1.984	149.2	0.67	30.90	207	棄却
3	4-8	0.900	10*20	1.958	209.5	0.75	42.35	202	
3	11-10	0.900	10*20	1.972	214.1	0.48	72.80	340	
3	8-6	0.900	10*20	1.958	199.5	0.62	42.44	213	
3	11-9	0.900	10*20	1.941	134.9	0.52	43.50	322	棄却
3	8-5	0.900	10*20	1.952	138.7	0.88	20.29	146	
3	3-11	0.900	10*20	1.923	56.2	0.60	12.19	217	棄却
3	3-10	0.900	10*20	1.974	232.2	0.46	89.54	386	
3	11-8	0.900	10*20	1.982	155.6	0.63	39.12	251	棄却
3	11-1	0.900	10*20	1.905	186.1	0.96	22.76	122	
3	12-7	0.900	10*20	1.971	116.8	0.64	22.34	191	
3	12-3	0.900	10*20	1.927	171.3	0.75	33.16	194	棄却
3	13-1	0.900	10*20	1.914	147.3	0.65	36.33	247	棄却
3	11-7	0.900	10*20	1.971	153.8	0.63	35.63	232	
3	11-6	0.900	10*20	1.944	63.8	0.57	20.11	315	棄却
3	12-2	0.900	10*20	1.923	196.9	0.78	39.17	199	棄却
3	13-6	0.900	10*20	1.930	201.2	0.75	38.75	193	
3	13-2	0.900	10*20	1.928	186.6	0.82	33.87	182	棄却
3	12-5	0.900	10*20	1.922	187.1	0.75	37.11	198	
3	12-4	0.900	10*20	1.883	117.0	0.50	36.34	311	
4	6-8	0.450	10*20	1.861	127.9	0.73	25.27	198	
4	9-8	0.450	10*20	1.904	165.6	0.49	48.75	294	
4	7-7	0.450	10*20	1.931	145.8	0.65	29.25	201	
4	9-7	0.450	10*20	1.911	166.1	0.57	42.02	253	
4	9-6	0.450	10*20	1.903	141.2	0.74	28.25	200	
4	7-6	0.450	10*20	1.911	146.9	0.79	28.07	191	
4	8-6	0.450	10*20	1.945	171.8	0.73	32.93	192	棄却
4	9-5	0.450	10*20	1.977	186.4	0.70	37.27	200	
4	9-4	0.450	10*20	1.899	180.1	0.68	38.26	212	
4	8-5	0.450	10*20	1.970	207.5	0.80	34.20	165	
4	7-5	0.450	10*20	1.923	159.2	0.74	31.77	200	
4	6-5	0.450	10*20	1.882	129.0	0.73	26.40	205	棄却
4	11-10	0.450	10*20	1.893	131.4	0.65	30.34	231	棄却
4	11-5	0.450	10*20	1.895	167.0	0.88	29.55	177	
4	8-3	0.450	10*20	1.946	196.4	0.67	45.12	230	棄却
4	8-4	0.450	10*20	1.988	187.1	0.61	47.85	256	棄却
4	11-9	0.450	10*20	1.953	204.8	0.55	54.31	265	
4	11-6	0.450	10*20	1.867	154.4	0.83	28.58	185	棄却
4	12-3	0.450	10*20	1.922	215.1	0.68	50.02	233	棄却
4	11-8	0.450	10*20	1.868	169.6	0.66	40.19	237	
4	11-7	0.450							予備
4	7-4	0.450	10*20	1.950	150.8	0.54	46.04	305	棄却
4	7-3	0.450	10*20	1.954	170.6	0.60	41.12	241	棄却
4	12-7	0.450							予備
4	12-6	0.450							予備
4	12-2	0.450	10*20	1.897	267.2	0.68	69.09	259	
4	12-4	0.450	10*20	1.890	146.9	0.78	28.23	192	
4	11-11	0.450	10*20	1.894	211.1	0.70	44.38	210	棄却
4	12-5	0.450							予備

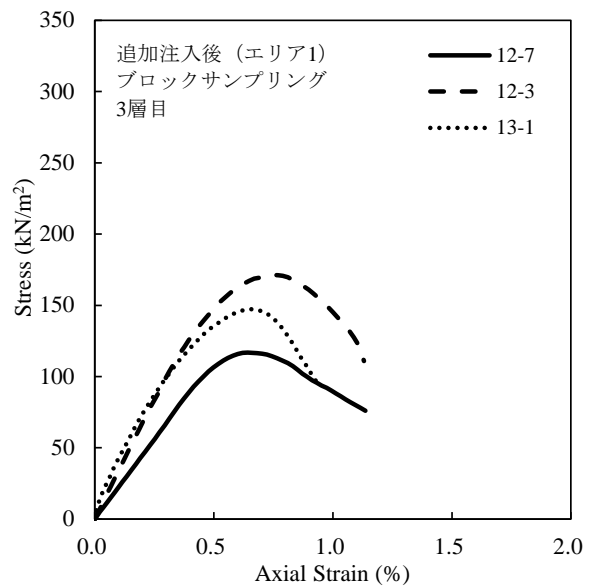
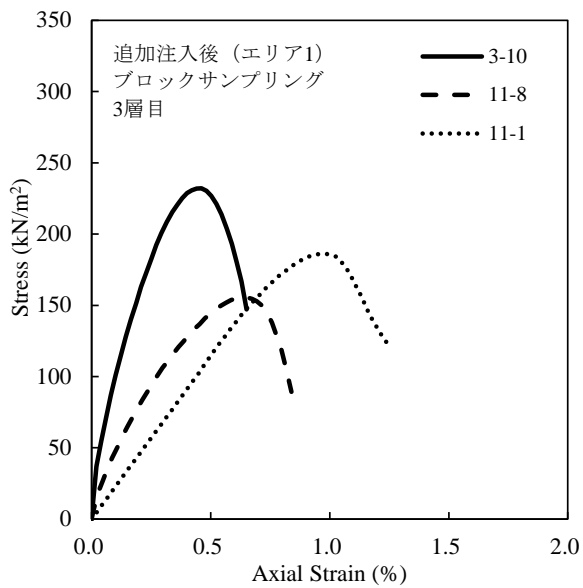
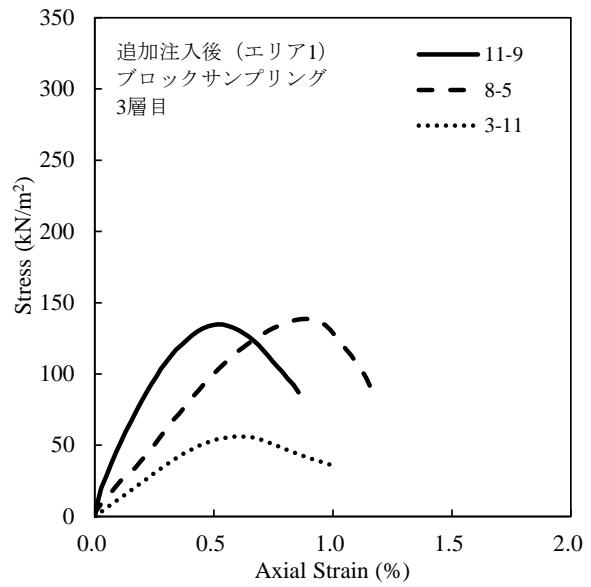
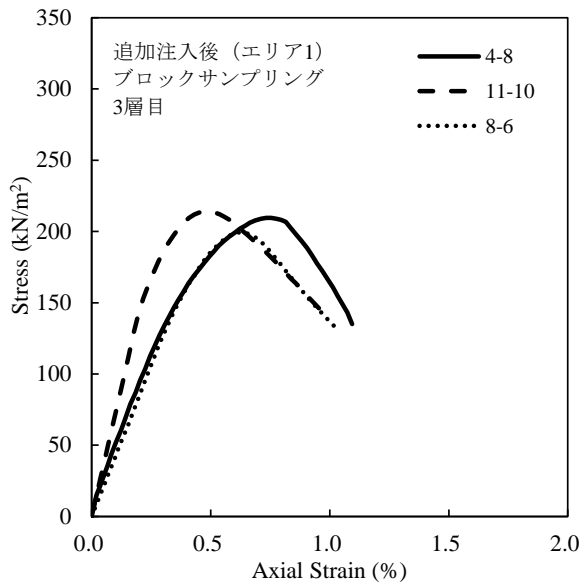
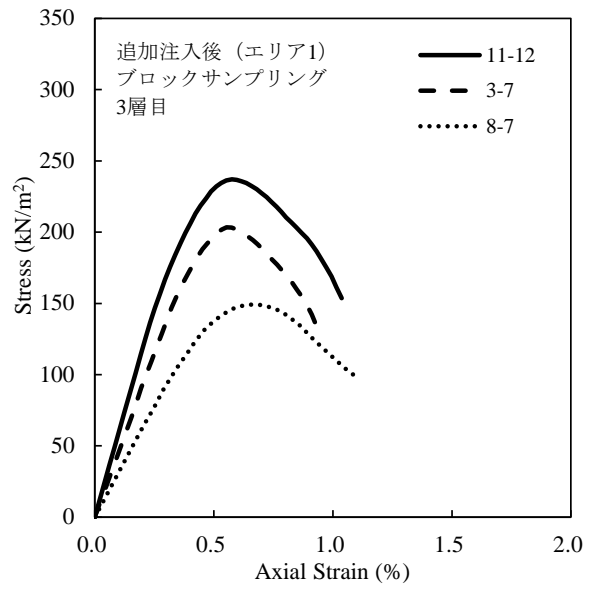
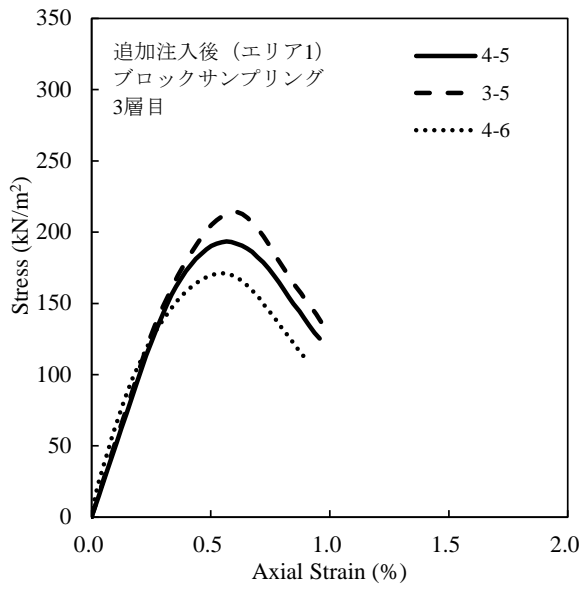


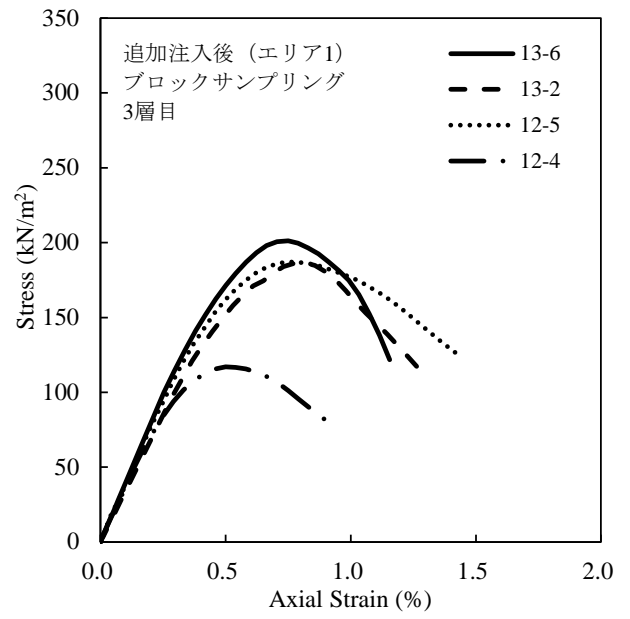
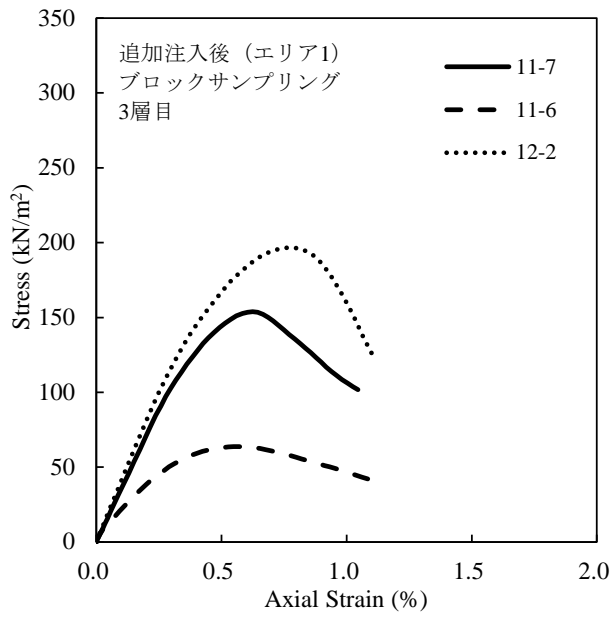


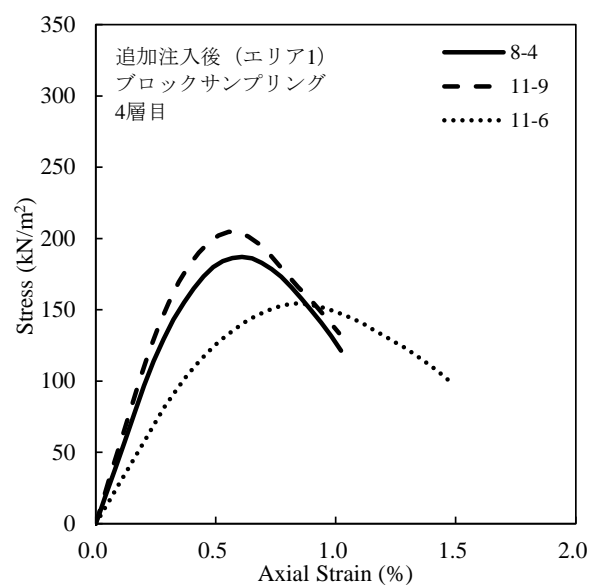
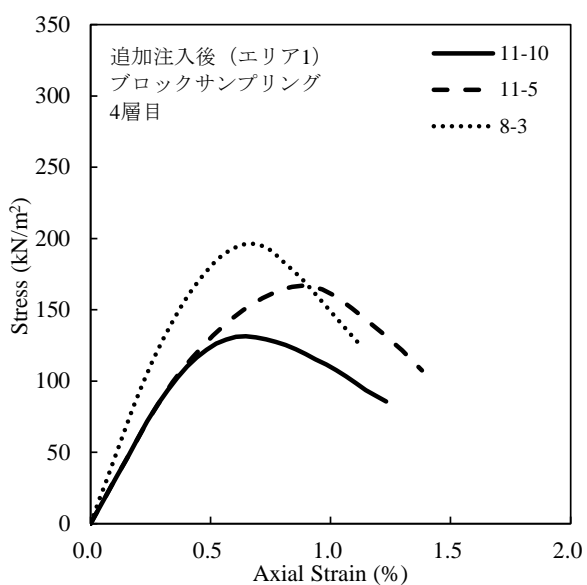
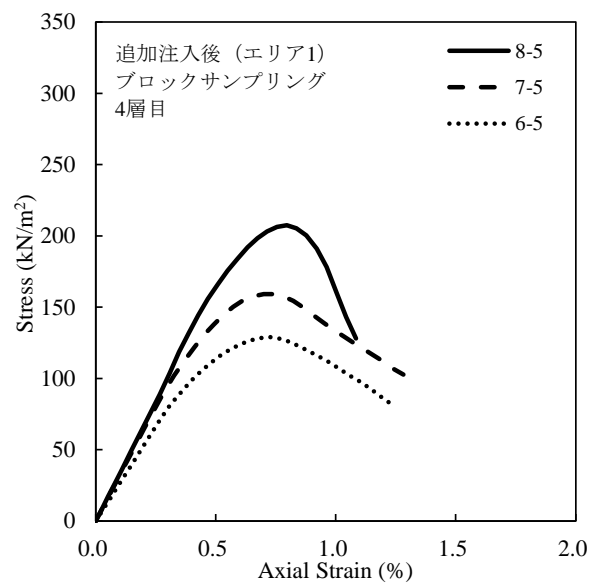
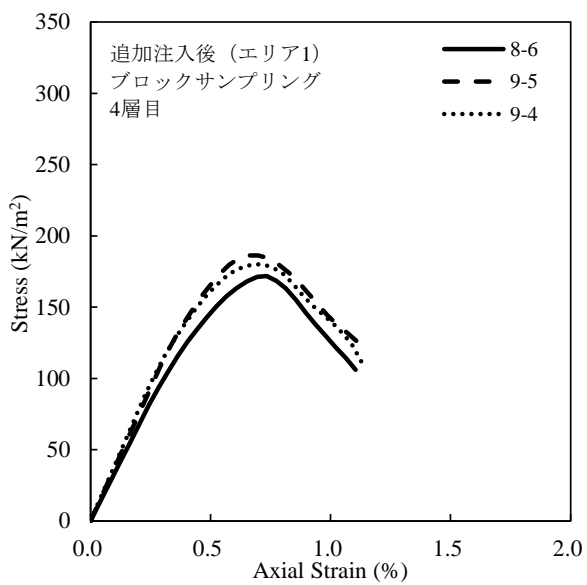
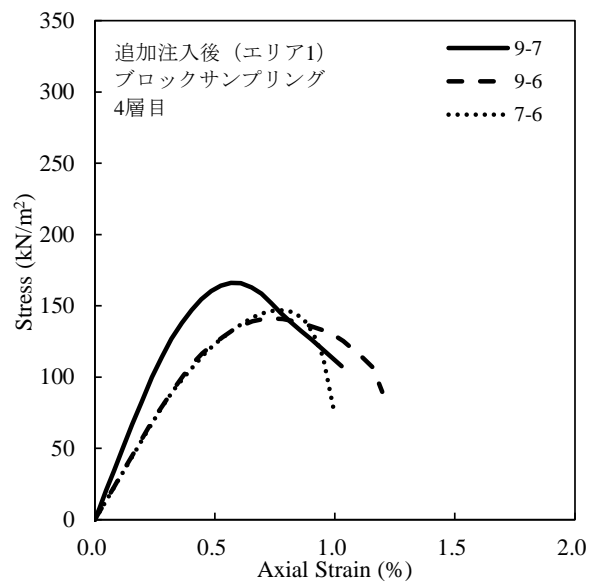
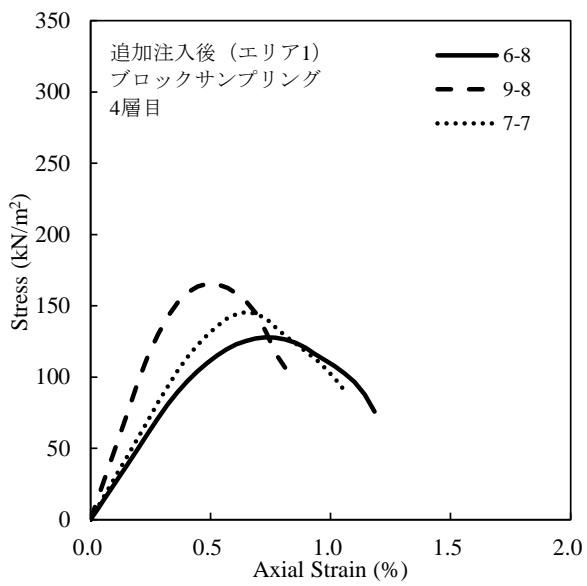


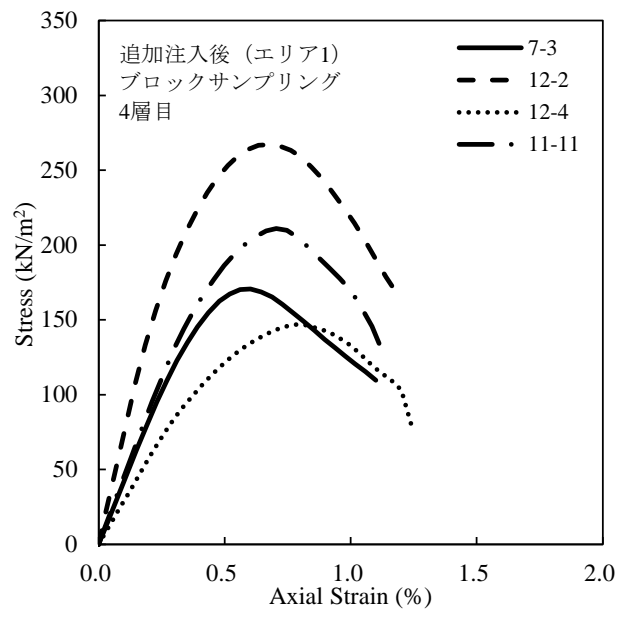
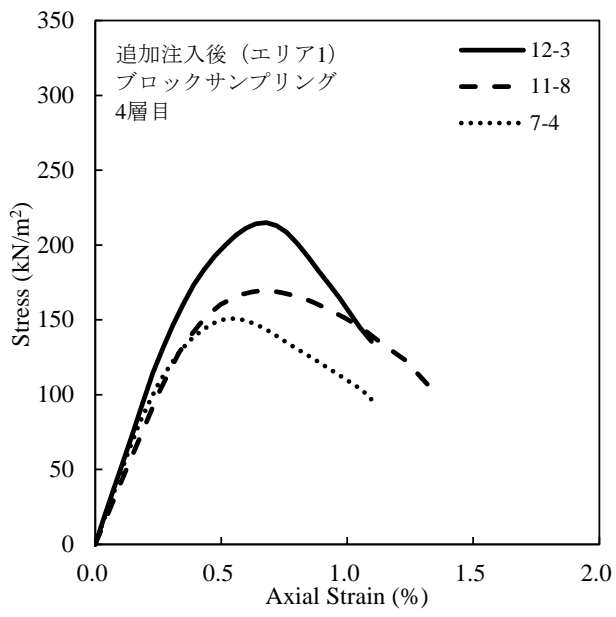








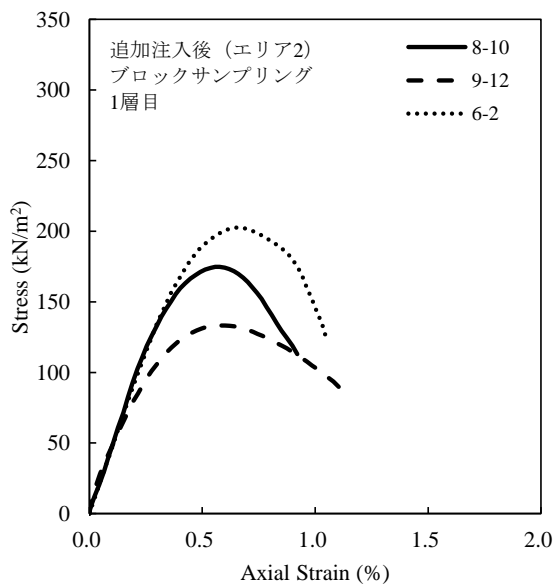
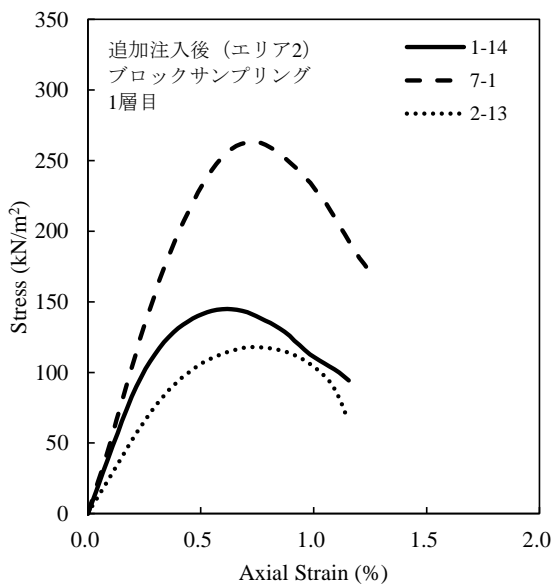
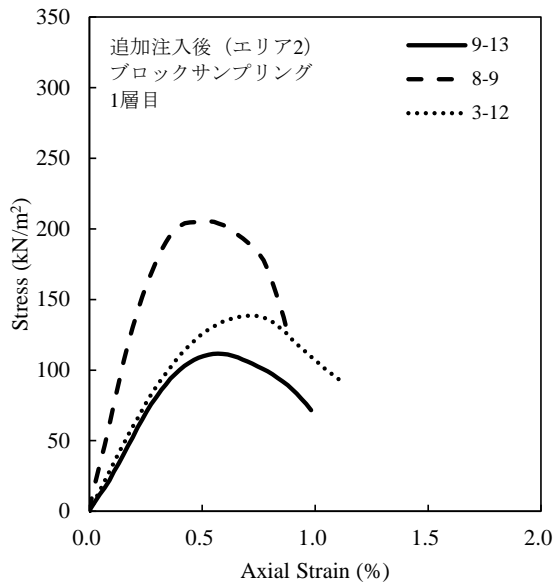
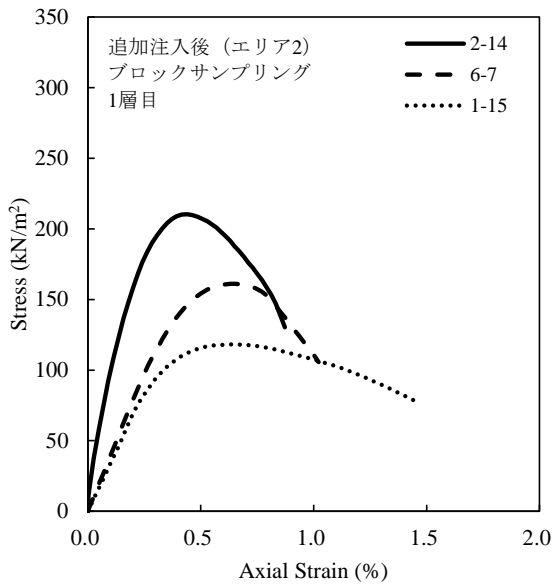
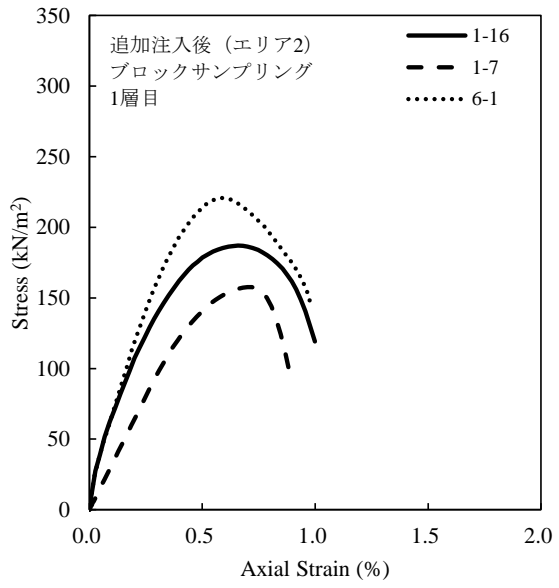
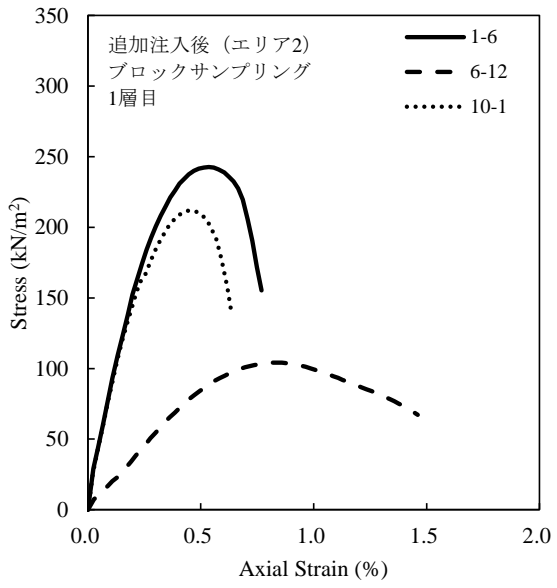




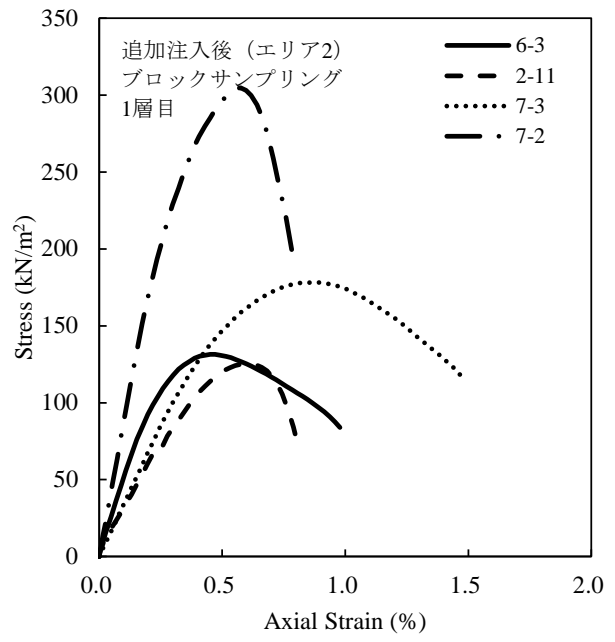
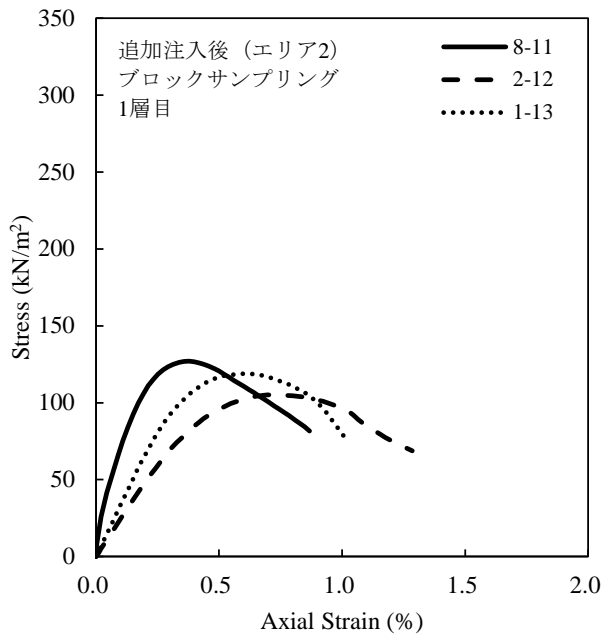
A.4 一軸圧縮試験結果（追加注入後，ブロックサンプリング試料，エリア2）（第4章第4節）

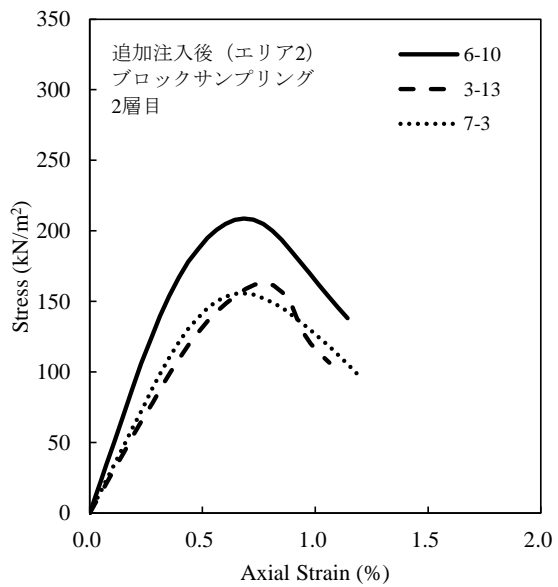
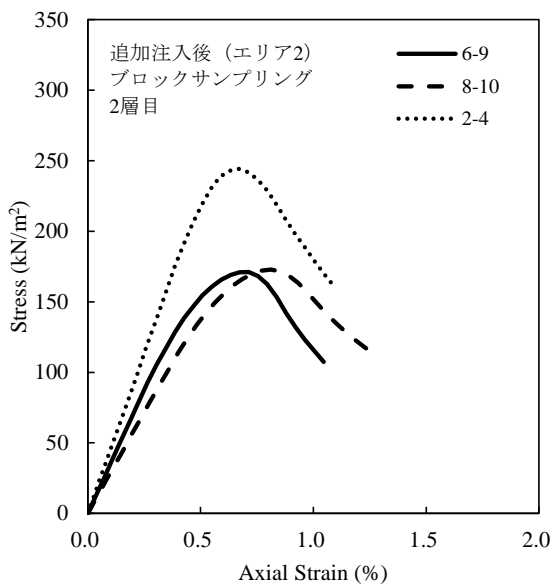
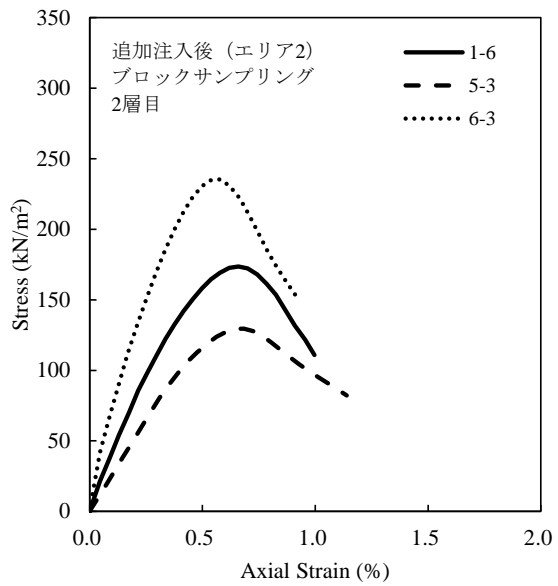
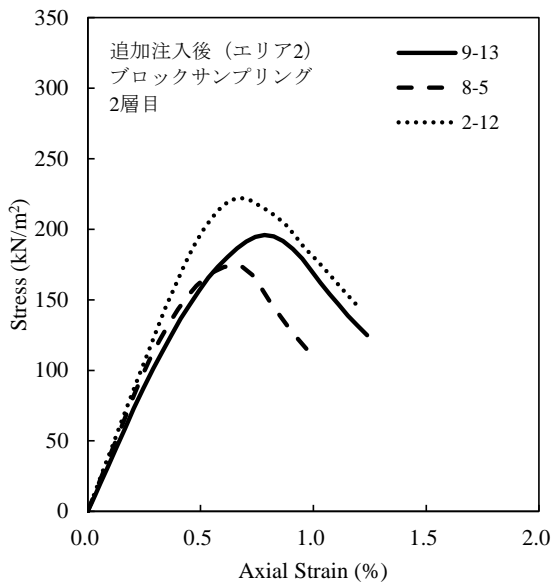
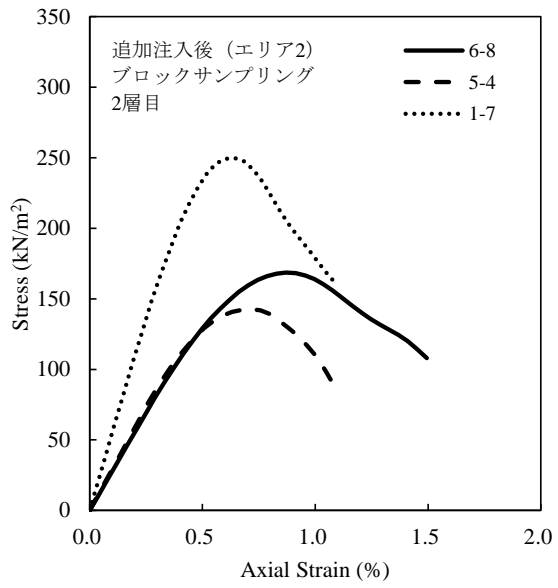
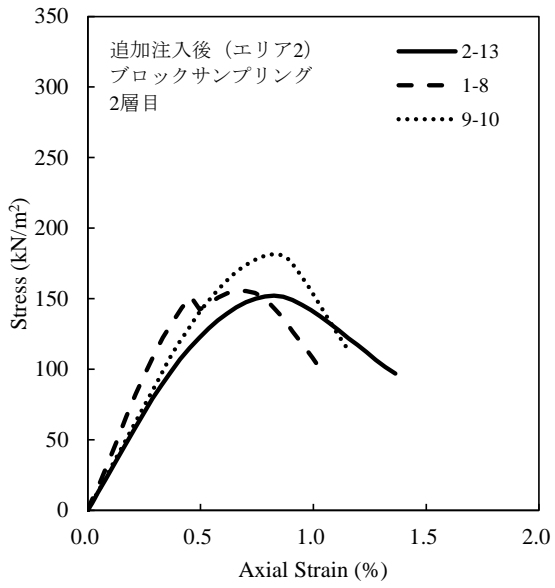
採取層 (層目)	試料番号	採取深度 (A.P.m)	供試体 サイズ ( $\phi$ *h, cm)	湿潤密度 $\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> )	一軸圧縮 強さ, $q_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	破壊ひずみ (%)	変形係数, $E_{50}$ (MN/m <sup>2</sup> )	$E_{50}/q_u$	備考 (貝殻混入 判定)
1	1-6	1.834	10*20	1.882	242.7	0.54	80.06	330	
1	6-12	1.834	10*20	1.942	104.2	0.84	18.21	175	棄却
1	10-1	1.834	10*20	1.918	211.9	0.47	79.24	374	
1	1-16	1.834	10*20	1.819	187.1	0.66	55.28	295	
1	1-7	1.834	10*20	1.889	157.7	0.7	32.13	204	
1	6-1	1.834	10*20	1.933	220.8	0.6	60.24	273	
1	2-14	1.834	10*20	1.972	210.3	0.44	96.05	457	
1	6-7	1.834	10*20	1.940	161.1	0.65	39.32	244	
1	1-15	1.834	10*20	1.822	118.3	0.63	34.47	291	
1	9-13	1.834	10*20	1.945	111.7	0.57	27.86	249	棄却
1	8-9	1.834	10*20	1.934	205.6	0.51	69.87	340	
1	3-12	1.834	10*20	1.909	138.6	0.71	30.71	222	
1	1-14	1.834	10*20	1.837	145.0	0.6	43.1	297	
1	7-1	1.834	10*20	1.917	263.3	0.72	53.27	202	
1	2-13	1.834	10*20	1.914	118.1	0.73	26.28	223	
1	8-10	1.834	10*20	1.954	174.8	0.58	48.38	277	
1	9-12	1.834	10*20	1.913	133.3	0.58	41.89	314	
1	6-2	1.834	10*20	1.924	202.6	0.65	46.08	227	
1	8-11	1.834	10*20	1.924	127.0	0.4	73.6	580	
1	2-12	1.834	10*20	1.880	105.2	0.74	24.11	229	
1	1-13	1.834	10*20	1.862	118.9	0.61	33.15	279	
1	6-3	1.834	10*20	1.973	131.5	0.45	50.69	385	
1	2-11	1.834	10*20	1.894	125.5	0.59	30.62	244	
1	7-3	1.834	10*20	1.930	178.3	0.87	33.71	189	
1	7-2	1.834	10*20	1.900	304.8	0.57	85.52	281	
2	2-13	1.350	10*20	1.950	152.2	0.83	27.66	182	
2	1-8	1.350	10*20	1.913	155.7	0.66	38.85	250	
2	9-10	1.350	10*20	1.956	181.4	0.81	29.53	163	
2	6-8	1.350	10*20	1.990	168.7	0.87	27.41	162	棄却
2	5-4	1.350	10*20	1.978	142.6	0.72	29.38	206	
2	1-7	1.350	10*20	1.949	249.8	0.64	54.61	219	
2	9-13	1.350	10*20	2.012	196.0	0.8	34.8	178	
2	8-5	1.350	10*20	1.999	174.6	0.65	39.91	229	
2	2-12	1.350	10*20	1.924	222.4	0.67	42.24	190	
2	1-6	1.350	10*20	1.945	173.7	0.66	38.5	222	
2	5-3	1.350	10*20	1.984	129.6	0.68	26.06	201	棄却
2	6-3	1.350	10*20	1.940	235.5	0.58	62.97	267	
2	6-9	1.350	10*20	1.979	171.1	0.71	35.1	205	
2	8-10	1.350	10*20	1.970	172.8	0.81	28.66	166	
2	2-4	1.350	10*20	1.991	244.3	0.67	45.36	186	
2	8-13	1.350							予備
2	6-10	1.350	10*20	1.975	208.8	0.68	46.45	222	
2	3-13	1.350	10*20	1.984	163.0	0.8	28.1	173	棄却
2	7-3	1.350	10*20	1.967	155.7	0.69	31.94	205	
2	7-13	1.350	10*20	1.996	201.0	0.7	45.6	227	
2	1-3	1.350	10*20	1.998	126.3	0.69	24.74	196	棄却
2	1-5	1.350	10*20	1.971	158.9	0.74	32.15	202	
2	5-12	1.350	10*20	1.973	177.5	0.85	29.06	164	
2	8-11	1.350							予備
2	8-12	1.350							予備
2	9-12	1.350							予備
2	7-12	1.350	10*20	1.984	171.2	0.62	42.63	249	棄却
2	7-2	1.350	10*20	1.986	223.6	0.53	61.63	276	

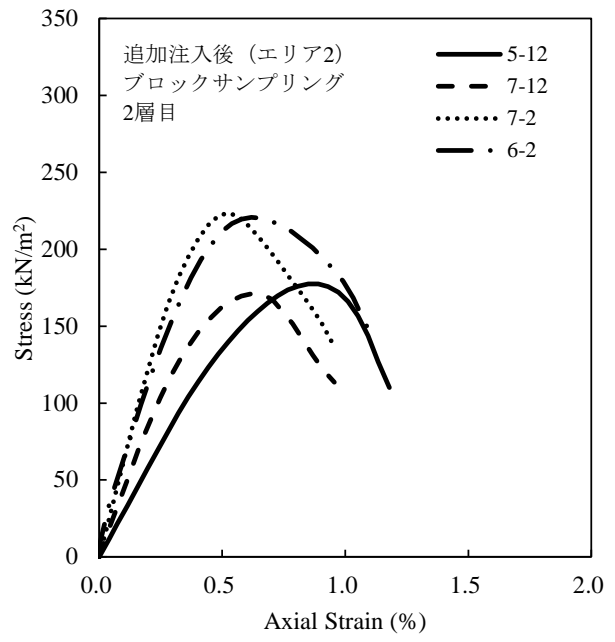
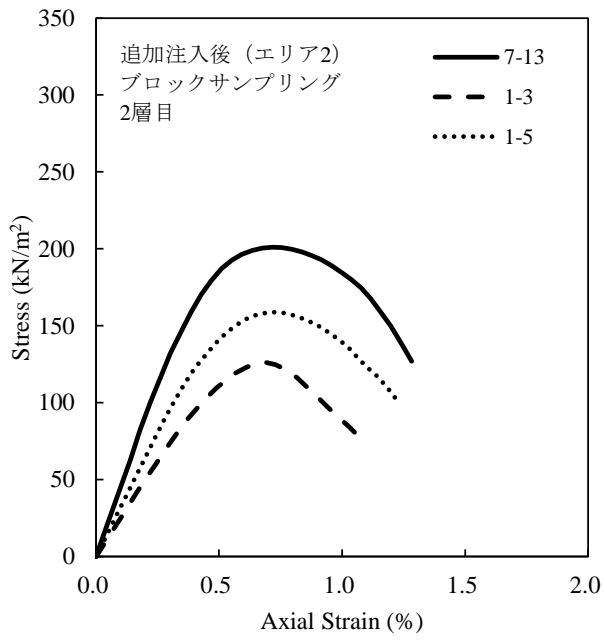
2	6-2	1.350	10*20	1.991	220.7	0.62	55.98	254	
3	2-13	0.900	10*20	1.971	176.4	0.6	37.83	214	棄却
3	9-12	0.900	10*20	1.955	191.0	0.6	41.6	218	棄却
3	8-13	0.900	10*20	1.966	164.4	0.77	28.38	173	棄却
3	6-7	0.900	10*20	1.966	156.4	0.7	31.88	204	棄却
3	3-12	0.900	10*20	1.968	190.9	0.73	36.86	193	棄却
3	7-5	0.900	10*20	1.983	141.4	0.56	37.1	262	
3	7-12	0.900	10*20	1.971	182.2	0.58	43.65	240	
3	6-6	0.900	10*20	1.982	108.3	0.58	23.63	218	棄却
3	8-12	0.900	10*20	1.983	179.4	0.49	52.7	294	
3	2-12	0.900	10*20	1.952	128.4	0.88	22.54	176	棄却
3	5-12	0.900	10*20	1.980	161.9	0.57	42.5	263	棄却
3	3-3	0.900	10*20	1.995	117.0	0.8	20.9	179	棄却
3	8-8	0.900	10*20	1.997	184.0	0.6	41.8	227	
3	5-3	0.900	10*20	1.963	134.9	0.66	25.77	191	棄却
3	2-11	0.900	10*20	1.928	138.3	0.67	28.35	205	棄却
3	8-9	0.900	10*20	1.991	198.2	0.69	43.33	219	
3	8-10	0.900	10*20	1.989	162.3	0.56	37.79	233	棄却
3	8-11	0.900	10*20	1.996	192.5	0.58	48.75	253	棄却
3	5-2	0.900	10*20	1.964	140.0	0.7	28.8	206	棄却
3	9-3	0.900	10*20	1.949	137.1	0.7	25.23	184	棄却
3	6-3	0.900	10*20	1.966	264.1	0.5	75.71	287	棄却
3	9-2	0.900	10*20	1.976	186.7	0.49	58.08	311	棄却
3	6-2	0.900	10*20	1.951	166.6	0.58	41.82	251	棄却
3	7-3	0.900	10*20	1.991	155.4	0.68	36.59	235	棄却
3	7-2	0.900	10*20	1.992	139.8	0.65	26.31	188	棄却
4	3-12	0.450	10*20	1.841	161.4	0.77	29.87	185	
4	7-13	0.450	10*20	1.848	260.2	0.87	51.26	197	
4	5-11	0.450	10*20	1.893	150.6	0.97	26	173	棄却
4	6-5	0.450	10*20	1.825	208.7	0.85	34.8	167	
4	3-11	0.450	10*20	1.845	167.7	1.08	27.07	161	
4	6-6	0.450	10*20	1.872	122.6	0.82	21.25	173	
4	6-10	0.450	10*20	1.889	141.8	1.1	19.87	140	
4	10-3	0.450	10*20	1.902	286.5	0.56	66.89	233	
4	9-3	0.450	10*20	1.876	291.0	0.6	85.9	295	
4	7-6	0.450	10*20	1.906	150.9	0.79	26.92	178	
4	10-11	0.450	10*20	1.889	176.5	0.76	32.53	184	棄却
4	8-13	0.450	10*20	1.891	196.3	0.81	42	214	
4	9-13	0.450	10*20	1.881	233.6	0.77	54.91	235	
4	6-3	0.450	10*20	1.841	144.9	0.54	34.61	239	棄却
4	6-7	0.450	10*20	1.856	158	0.73	29.33	186	
4	6-8	0.450	10*20	1.889	157.3	0.87	29.91	190	
4	6-9	0.450	10*20	1.892	138.5	0.75	28.88	209	
4	6-2	0.450	10*20	1.897	127.9	0.48	35.5	278	棄却
4	7-7	0.450	10*20	1.892	152.4	0.74	29.81	196	
4	7-8	0.450	10*20	1.843	119.1	0.75	28.1	236	
4	9-9	0.450							予備
4	9-10	0.450							予備
4	7-3	0.450	10*20	1.865	288.9	0.47	82.14	284	
4	7-2	0.450	10*20	1.876	245	0.52	63.17	258	
4	8-9	0.450	10*20	1.910	165.9	0.54	51.37	310	
4	8-10	0.450	10*20	1.943	302	0.5	78.34	259	
4	8-11	0.450	10*20	1.898	313.6	0.55	77.84	248	
4	8-12	0.450							予備
4	9-11	0.450							予備

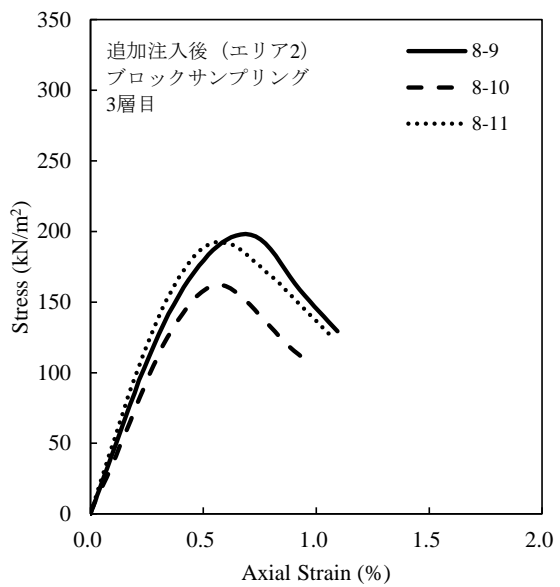
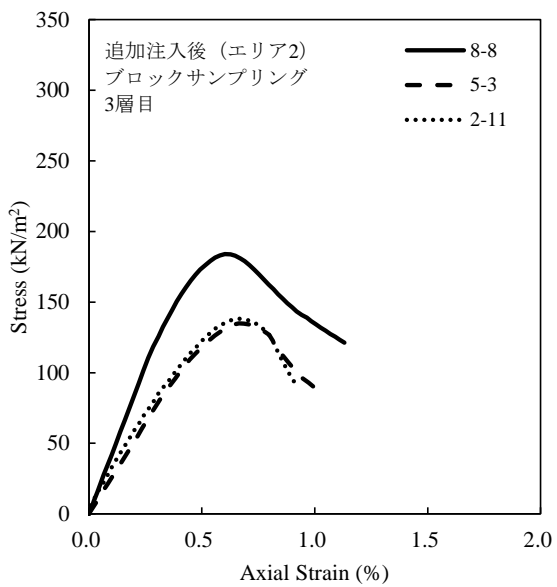
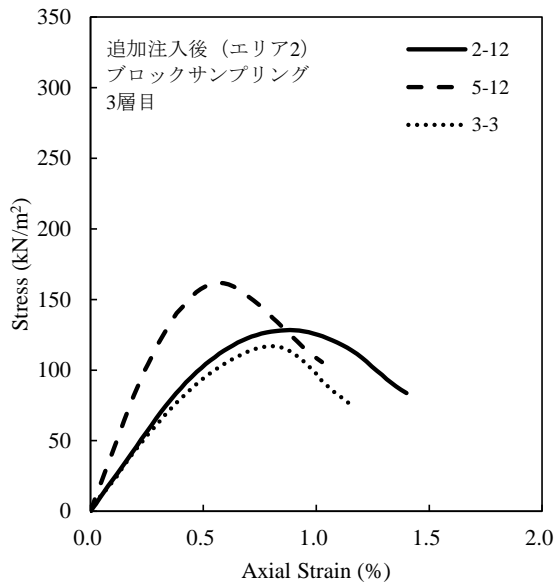
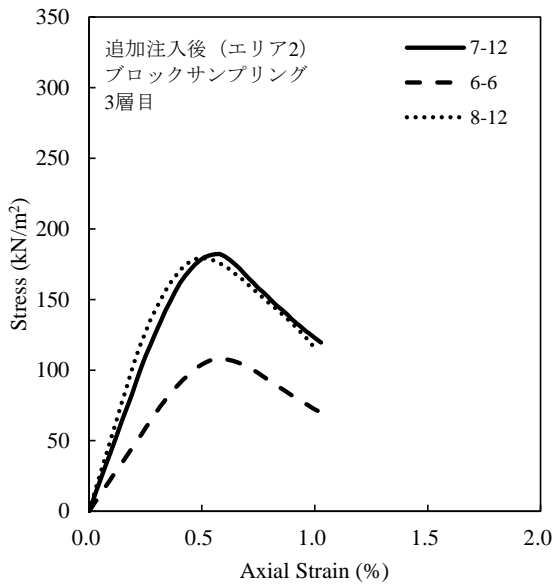
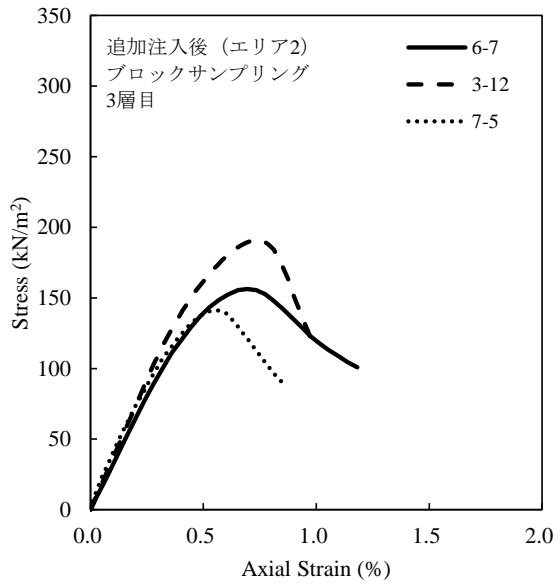
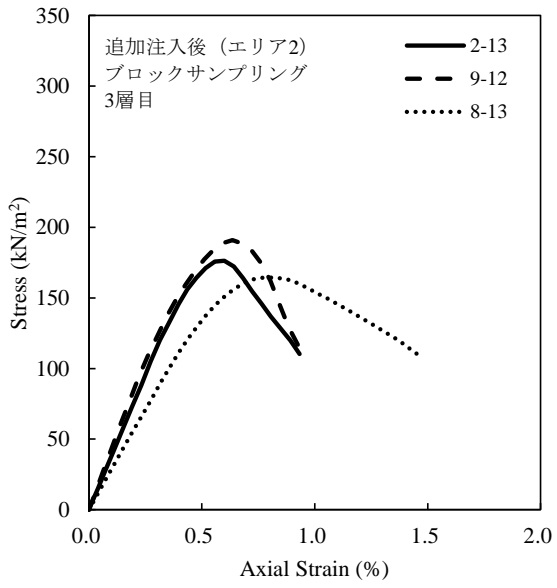


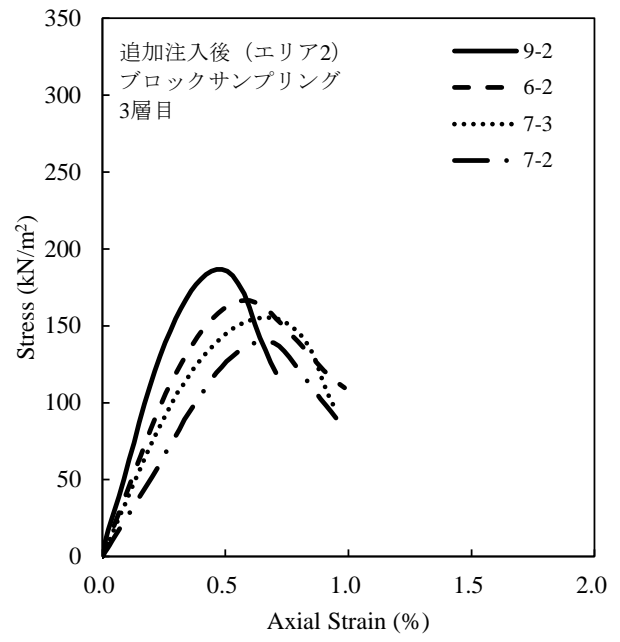
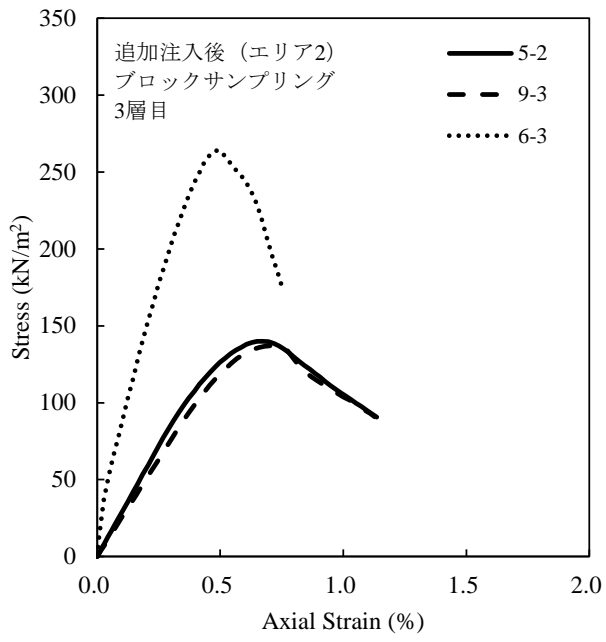


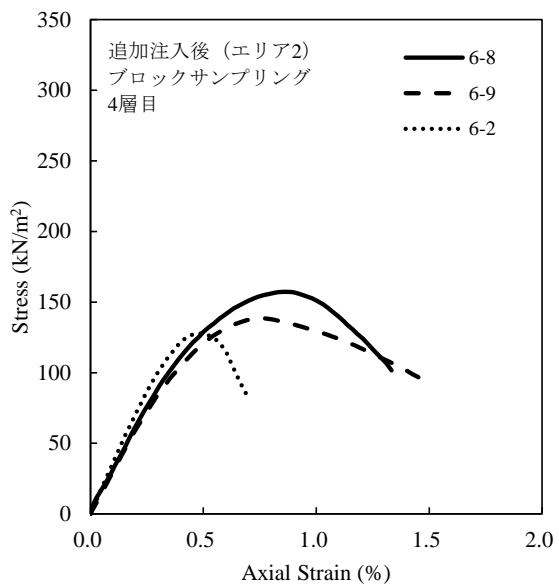
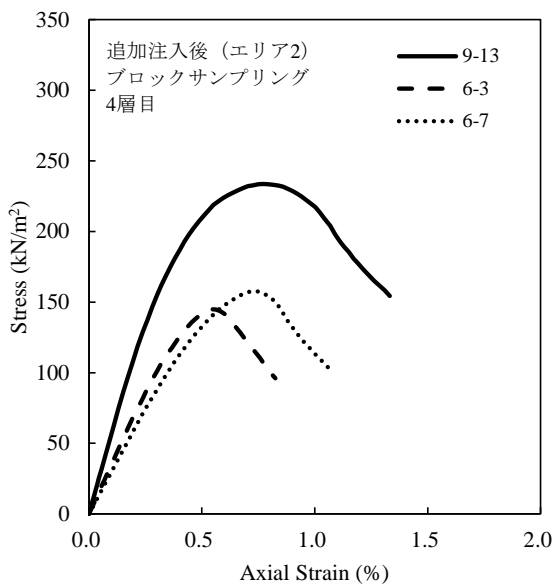
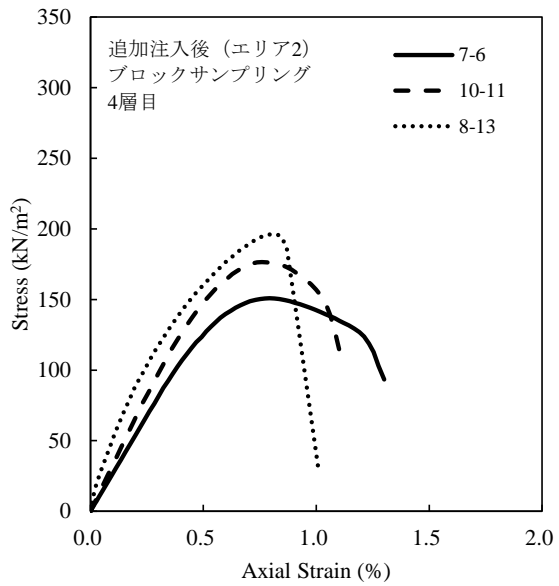
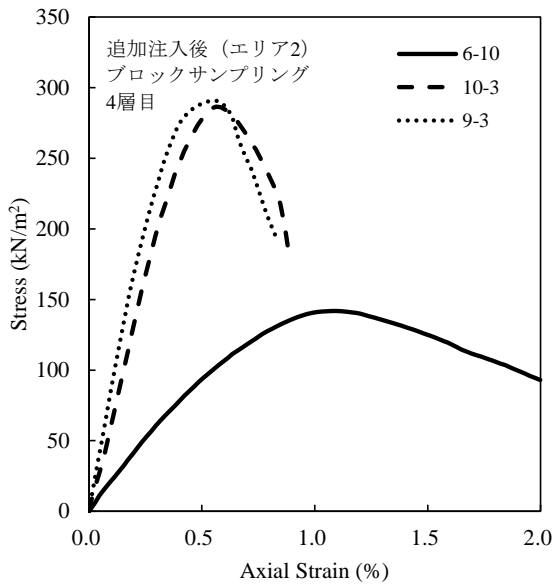
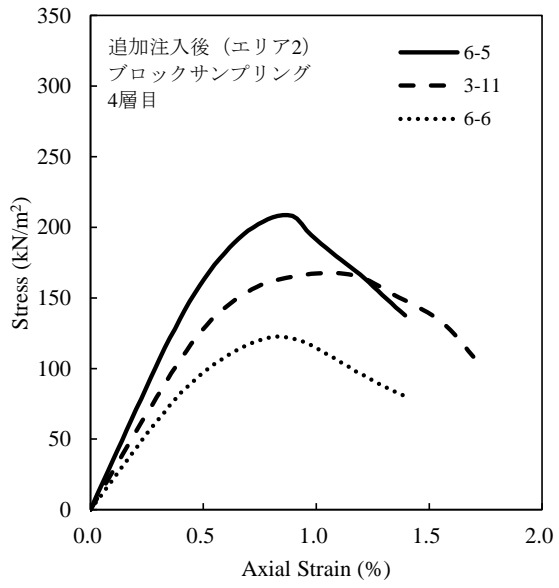
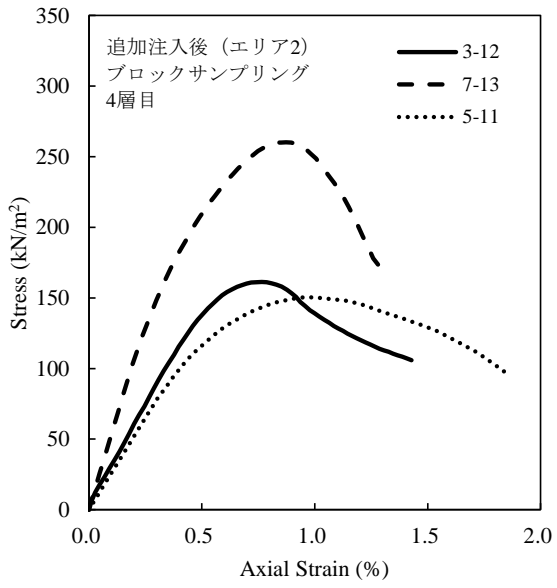


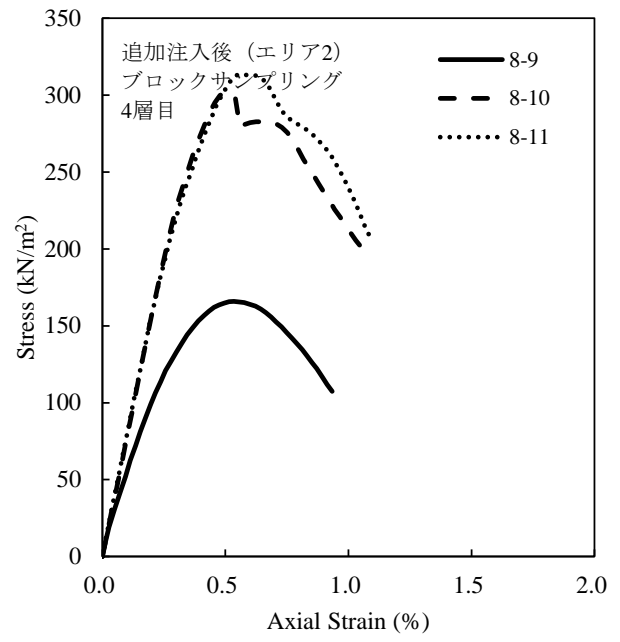
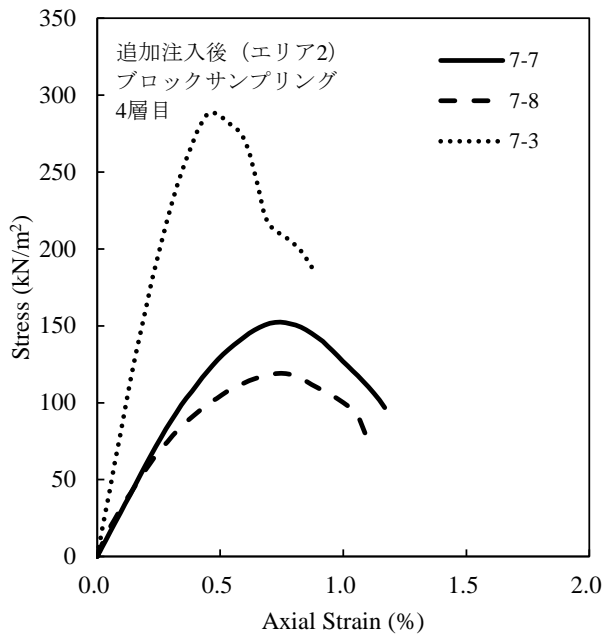












A.5 室内配合試験結果一覧（第5章第4節）

\*1ES: エコシリカ、QS: クオリティシリカ

呼称	供試体 No.	原料土の物理特性					葉液諸元			供試体の状態				一軸圧縮試験結果			
		土粒子密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	細粒分含有率 $F_c$ %	均等係数 $U_c$	平均粒径 $D_{50}$ mm	最大乾燥密度 $\rho_{dmax}$ g/cm <sup>3</sup>	最小乾燥密度 $\rho_{dmin}$ g/cm <sup>3</sup>	葉液種別*1	シリカ濃度 %	湿潤密度 $\rho_t$ g/cm <sup>3</sup>	含水比 $w$ %	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>	破壊ひずみ $\epsilon_f$ %	変形係数 $E_{50}$ MN/m <sup>2</sup>	$E_{50}/q_u$	材齢 日	
珪砂7号	4-1	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.922	31.8	123	2.2	9.5	77	21	
珪砂7号	4-2	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.862	34.5	133	2.2	7.9	59	21	
珪砂7号	4-3	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.897	31.3	151	2.1	9.8	65	21	
珪砂7号	4-4	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.883	32.7	112	2.5	6.6	59	21	
珪砂7号	4-5	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.876	33.6	105	2.7	5.3	51	21	
珪砂7号	4-6	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.882	32.4	108	2.4	6.4	59	21	
珪砂7号	4-7	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.902	31.6	139	2.3	8.8	63	21	
珪砂7号	4-8	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.888	32.9	120	2.4	7.6	63	21	
珪砂7号	4-9	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.919	30.5	216	1.8	13.3	61	21	
珪砂7号	4-10	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.929	29.9	217	1.8	14.9	69	21	
珪砂7号	4-11	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.919	30.3	197	1.9	12.7	64	21	
珪砂7号	4-12	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.906	30.8	167	2.2	10.0	60	21	
珪砂7号	4-13	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.924	30.2	144	2.1	8.9	62	21	
珪砂7号	4-14	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.895	29.4	189	1.8	13.2	70	21	
珪砂7号	4-15	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.888	30.6	159	1.8	12.8	80	21	
珪砂7号	4-16	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.918	29.7	184	1.9	13.1	71	21	
珪砂7号	4-17	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.969	25.7	265	1.6	19.4	73	21	
珪砂7号	4-18	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.994	25.4	298	1.6	23.3	78	21	
珪砂7号	4-19	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.977	25.6	288	1.6	21.1	73	21	
珪砂7号	4-20	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.974	25.6	294	1.5	23.7	81	21	
珪砂7号	4-21	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.995	25.6	244	1.7	14.3	59	21	
珪砂7号	4-22	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.987	24.9	337	1.6	22.4	67	21	
珪砂7号	4-23	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	2.002	25.0	309	1.3	29.8	96	21	
珪砂7号	4-24	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	4.0	1.990	26.0	267	1.4	22.5	84	21	
珪砂7号	6-1	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.896	31.0	233	1.7	20.9	90	21	
珪砂7号	6-2	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.892	31.0	209	1.6	19.6	94	21	
珪砂7号	6-3	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.873	29.5	223	1.6	18.9	85	21	
珪砂7号	6-4	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.850	30.4	214	1.4	26.6	124	21	
珪砂7号	6-5	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.863	30.0	194	1.5	19.3	99	21	
珪砂7号	6-6	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.871	31.8	207	1.9	18.3	88	21	
珪砂7号	6-7	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.797	28.6	176	1.2	23.2	132	21	
珪砂7号	6-8	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.845	29.7	188	1.5	20.6	110	21	
珪砂7号	6-9	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.842	31.0	181	1.7	17.7	98	21	
珪砂7号	6-10	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.957	27.4	255	1.5	24.0	94	21	
珪砂7号	6-11	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.970	29.1	265	1.4	25.1	95	21	



\*1ES:エコンシリカ、QS:クオリティシリカ

呼称	供試体 No.	原料土の物理特性					葉液諸元		供試体の状態			一軸圧縮試験結果				
		土粒子密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	細粒分含有率 $F_c$ %	均等係数 $U_c$	平均粒径 $D_{50}$ mm	最大乾燥密度 $\rho_{dmax}$ g/cm <sup>3</sup>	最小乾燥密度 $\rho_{dmin}$ g/cm <sup>3</sup>	葉液種別*1	シリカ濃度 %	湿潤密度 $\rho_t$ g/cm <sup>3</sup>	含水比 $w$ %	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>	破壊ひずみ $\epsilon_f$ %	変形係数 $E_{50}$ MN/m <sup>2</sup>	$E_{50}/q_u$	材齢 日
珪砂7号	6-12	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.941	28.4	248	1.3	29.0	117	21
珪砂7号	6-13	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.932	28.0	265	1.3	27.3	103	21
珪砂7号	6-14	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.937	27.1	270	1.4	28.7	106	21
珪砂7号	6-15	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.912	27.8	215	1.3	22.6	105	21
珪砂7号	6-16	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.880	26.7	232	1.5	21.1	91	21
珪砂7号	6-17	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.892	26.1	216	1.2	26.0	120	21
珪砂7号	6-18	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.994	24.0	356	1.2	40.2	113	21
珪砂7号	6-19	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.967	23.7	343	1.3	34.8	101	21
珪砂7号	6-20	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.995	26.4	363	1.3	43.3	119	21
珪砂7号	6-21	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.953	23.0	315	1.2	37.0	117	21
珪砂7号	6-22	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.973	24.5	330	1.3	32.2	98	21
珪砂7号	6-23	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.975	24.7	365	1.4	36.1	99	21
珪砂7号	6-24	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.952	24.1	330	1.3	31.3	95	21
珪砂7号	6-25	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	QS	6.0	1.971	23.6	334	1.1	47.0	141	21
珪砂7号	6-26	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.906	30.5	204	1.8	14.3	70	22
珪砂7号	6-27	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.903	31.3	192	1.5	18.0	94	22
珪砂7号	6-28	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.914	30.7	180	1.5	26.7	148	22
珪砂7号	6-29	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.864	33.5	193	1.8	14.3	74	22
珪砂7号	6-30	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.875	33.8	166	1.7	13.3	80	22
珪砂7号	6-31	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.913	29.6	196	1.5	24.5	125	22
珪砂7号	6-32	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.872	32.0	221	1.7	17.1	78	22
珪砂7号	6-33	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.879	31.7	208	1.3	20.0	96	22
珪砂7号	6-34	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.887	32.2	181	1.5	16.5	91	22
珪砂7号	6-35	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.896	30.2	192	1.7	15.4	80	22
珪砂7号	6-36	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.961	27.8	257	1.5	19.7	77	22
珪砂7号	6-37	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.935	28.5	236	1.5	19.9	84	22
珪砂7号	6-38	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.911	29.4	245	1.5	21.2	87	22
珪砂7号	6-39	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.921	28.6	245	1.5	19.5	80	22
珪砂7号	6-40	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.928	28.9	261	1.7	17.6	67	22
珪砂7号	6-41	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.917	29.5	248	1.6	19.7	80	22
珪砂7号	6-42	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.949	27.5	239	1.4	22.2	93	22
珪砂7号	6-43	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.915	28.1	222	1.6	18.6	84	22
珪砂7号	6-44	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.977	25.0	329	1.2	36.2	110	22
珪砂7号	6-45	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.976	25.0	332	1.2	33.6	101	22
珪砂7号	6-46	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.990	24.6	328	1.1	34.2	104	22

\*1ES:エコンシリカ、QS:クオリティシリカ

呼称	供試体 No.	原料土の物理特性					乗液諸元		供試体の状態		一軸圧縮試験結果					
		土粒子密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	細粒分含有率 $F_c$ %	均等係数 $U_c$	平均粒径 $D_{50}$ mm	最大乾燥密度 $\rho_{dmax}$ g/cm <sup>3</sup>	最小乾燥密度 $\rho_{dmin}$ g/cm <sup>3</sup>	乗液種別*1	シリカ濃度 %	湿潤密度 $\rho_t$ g/cm <sup>3</sup>	含水比 $w$ %	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>	破壊ひずみ $\epsilon_f$ %	変形係数 $E_{50}$ MN/m <sup>2</sup>	$E_{50}/q_u$	材齢 日
珪砂7号	6-47	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.971	25.5	339	1.3	30.8	91	22
珪砂7号	6-48	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.970	24.9	359	1.2	34.0	95	22
珪砂7号	6-49	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.970	25.1	344	1.2	33.6	98	22
珪砂7号	6-50	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.967	25.1	356	1.2	37.5	105	22
珪砂7号	6-51	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.971	25.1	345	1.3	31.9	92	22
珪砂7号	6-52	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	6.0	1.939	27.2	275	1.3	29.2	106	22
珪砂7号	9-1	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.892	29.0	297	2.5	15.6	53	14
珪砂7号	9-2	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.895	30.3	276	2.2	17.3	63	14
珪砂7号	9-3	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.910	30.6	268	2.3	16.1	60	14
珪砂7号	9-4	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.896	31.3	319	2.2	20.3	64	14
珪砂7号	9-5	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.914	28.6	340	2.2	20.5	60	14
珪砂7号	9-6	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.893	29.1	339	1.9	22.2	65	14
珪砂7号	9-7	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.860	29.6	364	2.2	24.9	68	14
珪砂7号	9-8	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.872	30.9	322	2.1	20.7	64	14
珪砂7号	9-9	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.920	30.4	343	2.3	20.6	60	14
珪砂7号	9-10	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.978	27.0	389	1.6	30.4	78	14
珪砂7号	9-11	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.972	26.7	355	1.6	26.4	74	14
珪砂7号	9-12	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.952	27.1	392	1.7	30.2	77	14
珪砂7号	9-13	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.948	26.9	388	1.9	24.3	63	14
珪砂7号	9-14	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.947	26.7	359	2.0	21.8	61	14
珪砂7号	9-15	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.946	27.1	429	1.7	31.1	73	14
珪砂7号	9-16	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.948	27.3	421	1.7	30.3	72	14
珪砂7号	9-17	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.955	26.8	383	1.9	23.6	62	14
珪砂7号	9-18	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.966	25.8	453	1.7	30.0	66	14
珪砂7号	9-19	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.966	24.4	478	1.3	40.1	84	14
珪砂7号	9-20	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.973	23.9	568	1.6	42.2	74	14
珪砂7号	9-21	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.987	24.1	516	1.4	39.2	76	14
珪砂7号	9-22	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.999	23.6	534	1.5	37.1	69	14
珪砂7号	9-23	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.984	23.5	509	1.6	38.4	75	14
珪砂7号	9-24	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	2.002	23.0	582	1.7	38.7	67	14
珪砂7号	9-25	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.989	24.0	590	1.2	51.9	88	14
珪砂7号	9-26	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	1.995	24.5	608	1.6	45.5	75	14
珪砂7号	9-27	2.642	2	1.50	0.165	1.629	1.272	ES	9.0	2.005	23.4	535	1.2	47.8	89	14
山砂	5-1	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.887	32.3	111	5.1	3.8	34	14

呼称	供試体 No.	原料土の物理特性					乗液諸元			供試体の状態		一軸圧縮試験結果			
		土粒子密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	細粒分含有率 $F_c$ %	均等係数 $U_c$	平均粒径 $D_{50}$ mm	最大乾燥密度 $\rho_{dmax}$ g/cm <sup>3</sup>	最小乾燥密度 $\rho_{dmin}$ g/cm <sup>3</sup>	乗液種別*1	シリカ濃度 %	湿潤密度 $\rho_t$ g/cm <sup>3</sup>	含水比 $w$ %	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>	破壊ひずみ $\epsilon_t$ %	変形係数 $E_{50}$ MN/m <sup>2</sup>	$E_{50}/q_u$
山砂	5-2	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	33.5	100	4.6	4.1	41	14
山砂	5-3	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	32.0	103	5.0	3.8	37	14
山砂	5-4	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	32.2	109	5.1	4.1	38	14
山砂	5-5	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	31.9	110	4.8	4.4	40	14
山砂	5-6	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	31.8	120	5.1	4.3	36	14
山砂	5-7	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	32.4	107	4.0	4.1	38	14
山砂	5-8	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	31.8	116	4.1	6.5	56	14
山砂	5-9	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	27.2	220	4.5	8.1	37	14
山砂	5-10	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	27.6	206	4.9	6.1	30	14
山砂	5-11	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	27.8	176	4.2	7.4	42	14
山砂	5-12	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	26.4	184	4.0	7.0	38	14
山砂	5-13	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	26.9	164	4.0	7.7	47	14
山砂	5-14	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	26.9	176	4.5	6.0	34	14
山砂	5-15	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	26.2	195	4.4	6.7	34	14
山砂	5-16	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	26.6	182	4.3	7.6	42	14
山砂	5-17	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	26.0	176	3.8	6.7	38	14
山砂	5-18	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	21.2	309	3.1	16.1	52	14
山砂	5-19	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	21.1	340	3.2	17.1	50	14
山砂	5-20	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	21.0	338	3.6	14.2	42	14
山砂	5-21	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	20.6	331	3.8	13.1	40	14
山砂	5-22	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	20.5	366	3.6	12.9	35	14
山砂	5-23	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	22.5	363	3.6	11.7	32	14
山砂	6.5-1	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	31.9	203	3.6	9.7	48	16
山砂	6.5-2	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	31.6	200	3.3	11.7	59	16
山砂	6.5-3	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	31.5	182	3.4	9.7	53	16
山砂	6.5-4	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	31.5	211	4.1	9.3	44	16
山砂	6.5-5	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	32.3	202	4.1	9.3	46	16
山砂	6.5-6	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	31.0	182	2.8	11.1	61	16
山砂	6.5-7	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	30.9	220	3.3	11.7	53	16
山砂	6.5-8	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	30.9	222	3.3	14.4	65	16
山砂	6.5-9	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	26.4	322	3.5	15.0	47	16
山砂	6.5-10	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	26.3	322	3.1	18.3	57	16
山砂	6.5-11	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	26.3	319	3.2	18.5	58	16
山砂	6.5-12	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	27.3	251	3.3	9.9	39	16
山砂	6.5-13	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	27.5	260	3.4	12.9	50	16

呼称	供試体 No.	原料土の物理特性					葉液諸元		供試体の状態			一軸圧縮試験結果				
		土粒子密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	細粒分含有率 $F_c$ %	均等係数 $U_c$	平均粒径 $D_{50}$ mm	最大乾燥密度 $\rho_{dmax}$ g/cm <sup>3</sup>	最小乾燥密度 $\rho_{dmin}$ g/cm <sup>3</sup>	葉液種別*1	シリカ濃度 %	湿潤密度 $\rho_t$ g/cm <sup>3</sup>	含水比 $w$ %	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>	破壊ひずみ $\epsilon_f$ %	変形係数 $E_{50}$ MN/m <sup>2</sup>	$E_{50}/q_u$	材齢 日
山砂	6.5-14	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.950	27.1	292	3.3	14.6	50	16
山砂	6.5-15	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.944	27.1	322	3.1	20.0	62	16
山砂	6.5-16	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.924	27.6	276	3.4	14.4	52	16
山砂	6.5-17	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.923	27.2	270	3.0	18.2	67	16
山砂	6.5-18	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.981	21.2	462	2.9	39.2	85	16
山砂	6.5-19	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.982	20.9	447	3.3	25.8	58	16
山砂	6.5-20	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.949	20.9	434	2.0	34.4	79	16
山砂	6.5-21	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.994	20.7	436	3.3	27.1	62	16
山砂	6.5-22	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.990	23.0	439	3.5	28.1	64	16
山砂	6.5-23	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.988	21.3	403	3.4	21.3	53	16
山砂	8-1	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.868	30.9	270	2.5	14.2	53	17
山砂	8-2	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.892	30.1	311	2.7	17.8	57	17
山砂	8-3	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.870	30.3	303	3.0	14.5	48	17
山砂	8-4	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.859	31.3	287	2.9	14.0	49	17
山砂	8-5	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.871	31.2	296	2.9	16.6	56	17
山砂	8-6	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.881	30.6	314	3.2	17.7	56	17
山砂	8-7	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.847	31.1	299	2.8	13.7	46	17
山砂	8-8	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.882	30.9	288	2.8	14.0	49	17
山砂	8-9	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.870	30.7	280	2.4	18.5	66	17
山砂	8-10	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.898	26.4	431	2.7	26.7	62	17
山砂	8-11	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.869	25.9	388	2.3	27.8	72	17
山砂	8-12	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.881	26.0	412	2.3	40.9	99	17
山砂	8-13	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.930	25.8	431	2.2	26.6	62	17
山砂	8-14	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.927	25.0	432	2.8	23.9	55	17
山砂	8-15	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.858	25.6	399	2.7	21.2	53	17
山砂	8-16	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.901	27.2	374	2.3	23.0	62	17
山砂	8-17	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.940	27.3	434	2.7	28.7	66	17
山砂	8-18	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.914	26.6	370	2.3	24.5	66	17
山砂	8-19	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	2.005	18.9	731	2.5	65.8	90	17
山砂	8-20	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	2.022	19.9	733	2.4	78.3	107	17
山砂	8-21	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	2.022	18.6	780	2.3	85.6	110	17
山砂	8-22	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.987	20.0	667	2.3	54.3	81	17
山砂	8-23	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	2.002	20.0	693	2.5	58.3	84	17
山砂	8-24	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.988	20.1	695	2.2	56.4	81	17
山砂	5-24	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.891	31.3	121	5.1	4.9	41	18

\*1ES:エロソリカ、QS:クオリアインリカ

呼称	供試体 No.	原料土の物理特性					葉液諸元			供試体の状態			一軸圧縮試験結果				
		土粒子密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	細粒分含有率 $F_c$ %	均等係数 $U_c$	平均粒径 $D_{50}$ mm	最大乾燥密度 $\rho_{dmax}$ g/cm <sup>3</sup>	最小乾燥密度 $\rho_{dmin}$ g/cm <sup>3</sup>	葉液種別*1	シリカ濃度 %	湿潤密度 $\rho_t$ g/cm <sup>3</sup>	含水比 $w$ %	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>	破壊ひずみ $\epsilon_f$ %	変形係数 $E_{50}$ MN/m <sup>2</sup>	$E_{50}/q_u$	材齢 日	
山砂	5-25	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.893	31.5	119	5.0	5.1	43	18	
山砂	5-26	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.869	31.9	116	5.2	4.8	41	18	
山砂	6.5-24	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.900	29.9	251	3.6	16.5	66	18	
山砂	6.5-25	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.877	30.5	190	2.0	16.0	84	18	
山砂	6.5-26	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.897	30.3	239	3.6	13.8	58	18	
山砂	8-25	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.879	29.2	352	2.3	24.0	68	17	
山砂	8-26	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.899	29.1	356	2.6	21.2	60	17	
山砂	8-27	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.901	29.0	349	2.2	25.6	73	17	
山砂	5-27	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.903	31.4	124	4.7	5.3	43	18	
山砂	5-28	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.894	31.2	134	4.6	5.9	44	18	
山砂	5-29	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.915	30.7	138	4.4	6.8	49	18	
山砂	6.5-27	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.906	29.7	256	3.6	13.5	53	18	
山砂	6.5-28	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.902	30.4	206	3.2	13.1	64	18	
山砂	6.5-29	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.914	29.8	250	3.7	14.9	60	18	
山砂	8-28	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.901	29.3	331	2.3	20.2	61	17	
山砂	8-29	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.917	28.8	380	2.8	22.4	59	17	
山砂	8-30	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	8.0	1.874	29.1	381	2.5	27.9	73	17	
山砂	5-30	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.935	29.0	180	4.6	8.4	47	17	
山砂	5-31	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.930	28.4	195	5.0	8.1	41	17	
山砂	5-32	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	5.0	1.920	28.8	198	5.1	8.6	43	17	
山砂	6.5-30	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.988	32.0	271	3.0	21.1	78	17	
山砂	6.5-31	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.928	28.2	276	3.1	16.2	59	17	
山砂	6.5-32	2.685	25	14.59	0.184	1.404	1.066	QS	6.5	1.914	28.0	289	2.6	22.2	77	17	
C	6-1	2.659	21	61.00	0.192			ES	6.0	1.987		202	3.3	10.6	53	14	
C	6-2	2.659	21	61.00	0.192			ES	6.0	1.994		182	3.2	9.0	50	14	
C	6-3	2.659	21	61.00	0.192			ES	6.0	2.009		198	2.8	10.7	54	14	
C	6-4	2.659	21	61.00	0.192			ES	6.0	2.010		198	2.9	11.0	55	28	
C	6-5	2.659	21	61.00	0.192			ES	6.0	2.011		195	3.0	11.4	58	28	
C	6-6	2.659	21	61.00	0.192			ES	6.0	2.016		195	3.7	8.0	41	28	
C	7-1	2.659	21	61.00	0.192			ES	7.0	2.014		247	2.6	16.9	68	14	
C	7-2	2.659	21	61.00	0.192			ES	7.0	2.001		244	3.1	12.0	49	14	
C	7-3	2.659	21	61.00	0.192			ES	7.0	2.027		252	2.7	15.0	59	14	
C	7-4	2.659	21	61.00	0.192			ES	7.0	2.020		242	2.5	15.8	65	28	
C	7-5	2.659	21	61.00	0.192			ES	7.0	2.017		260	2.9	14.2	55	28	

\*1ES:エロソリカ、QS:クオリアインシカ

呼称	供試体 No.	原料土の物理特性					葉液諸元		供試体の状態			一軸圧縮試験結果			
		土粒子密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	細粒分含有率 $F_c$ %	均等係数 $U_c$	平均粒径 $D_{50}$ mm	最大乾燥密度 $\rho_{dmax}$ g/cm <sup>3</sup>	最小乾燥密度 $\rho_{dmin}$ g/cm <sup>3</sup>	葉液種別*1	シリカ濃度 %	湿潤密度 $\rho_t$ g/cm <sup>3</sup>	含水比 $w$ %	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>	破壊ひずみ $\epsilon_f$ %	変形係数 $E_{50}$ MN/m <sup>2</sup>	$E_{50}/q_u$
C	7-6	2.659	21	61.00	0.192		ES	7.0	1.992		231	2.4	16.9	73	28
C	9-1	2.659	21	61.00	0.192		ES	9.0	2.008		362	2.3	24.5	68	14
C	9-2	2.659	21	61.00	0.192		ES	9.0	2.018		358	2.3	24.4	68	14
C	9-3	2.659	21	61.00	0.192		ES	9.0	2.006		330	2.0	23.5	71	14
C	9-4	2.659	21	61.00	0.192		ES	9.0	2.033		373	2.3	22.1	59	28
C	9-5	2.659	21	61.00	0.192		ES	9.0	2.019		371	2.2	23.3	63	28
C	9-6	2.659	21	61.00	0.192		ES	9.0	2.022		347	1.8	25.2	73	28
D	6-1	2.662	20	127.67	0.298		ES	6.0	2.044		183	2.4	11.1	61	14
D	6-2	2.662	20	127.67	0.298		ES	6.0	2.074		188	2.2	13.5	72	14
D	6-3	2.662	20	127.67	0.298		ES	6.0	2.019		167	2.2	11.5	69	14
D	6-4	2.662	20	127.67	0.298		ES	6.0	2.020		186	2.2	12.5	67	28
D	6-5	2.662	20	127.67	0.298		ES	6.0	2.033		181	2.2	11.7	64	28
D	6-6	2.662	20	127.67	0.298		ES	6.0	2.037		182	2.1	15.2	83	28
D	7-1	2.662	20	127.67	0.298		ES	7.0	2.040		223	2.3	14.7	66	14
D	7-2	2.662	20	127.67	0.298		ES	7.0	2.050		221	2.3	12.7	57	14
D	7-3	2.662	20	127.67	0.298		ES	7.0	2.028		227	2.3	13.9	61	14
D	7-4	2.662	20	127.67	0.298		ES	7.0	2.057		229	2.3	12.7	56	28
D	7-5	2.662	20	127.67	0.298		ES	7.0	2.058		220	2.2	13.0	59	28
D	7-6	2.662	20	127.67	0.298		ES	7.0	2.045		231	2.3	12.9	56	28
D	9-1	2.662	20	127.67	0.298		ES	9.0	2.044		312	1.8	23.9	77	14
D	9-2	2.662	20	127.67	0.298		ES	9.0	2.032		329	2.2	21.5	65	14
D	9-3	2.662	20	127.67	0.298		ES	9.0	2.043		339	1.9	25.3	75	14
D	9-4	2.662	20	127.67	0.298		ES	9.0	2.040		339	1.7	29.5	87	28
D	9-5	2.662	20	127.67	0.298		ES	9.0	2.058		340	1.8	25.9	76	28
D	9-6	2.662	20	127.67	0.298		ES	9.0	2.023		357	2.0	22.8	64	28
E	6-1	2.720	6	2.29	0.200	1.692	QS	6.0	1.966	27.8	164	1.9	15.0	92	14
E	6-2	2.720	6	2.29	0.200	1.692	QS	6.0	1.982	26.9	190	1.6	21.2	111	14
E	6-3	2.720	6	2.29	0.200	1.692	QS	6.0	1.970	27.4	184	1.9	17.9	97	14
E	6-4	2.720	6	2.29	0.200	1.692	QS	6.0	1.987	26.0	171	1.8	22.7	132	28
E	6-5	2.720	6	2.29	0.200	1.692	QS	6.0	1.981	26.8	168	1.9	14.6	87	28
E	6-6	2.720	6	2.29	0.200	1.692	QS	6.0	1.979	26.7	177	2.0	15.3	87	28
E	8-1	2.720	6	2.29	0.200	1.692	QS	8.0	1.983	26.8	296	1.7	29.5	99	14
E	8-2	2.720	6	2.29	0.200	1.692	QS	8.0	1.997	26.8	308	1.9	26.5	86	14

\*1ES: エコシリカ、QS: クオリアテインシリカ

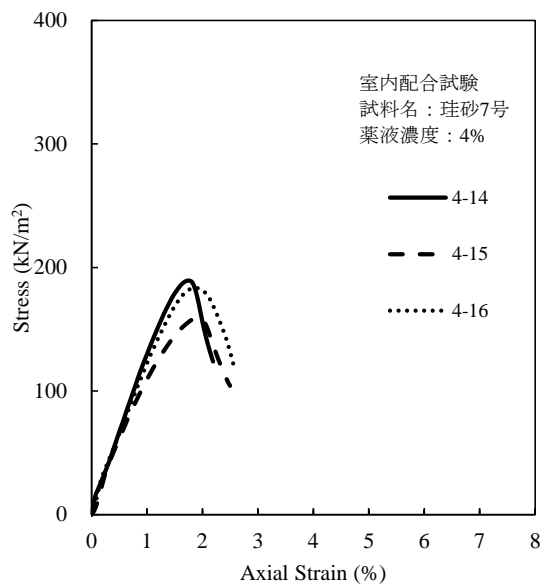
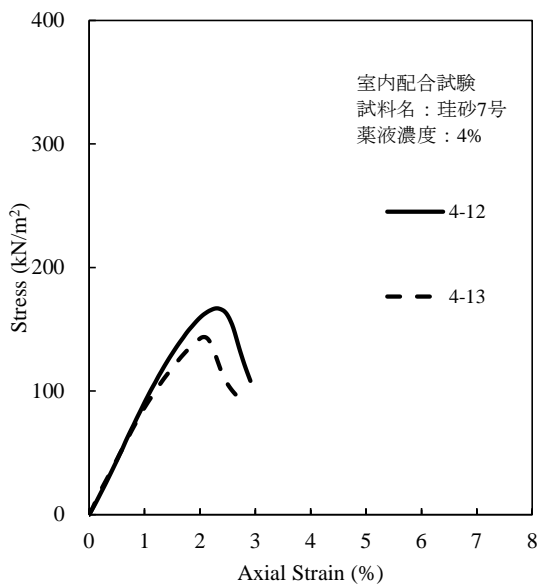
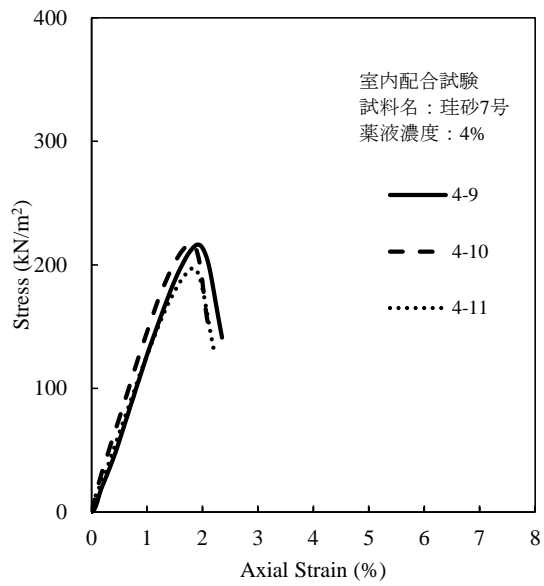
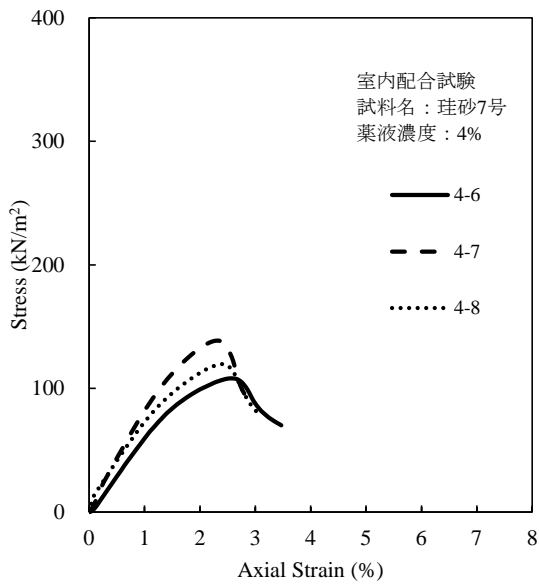
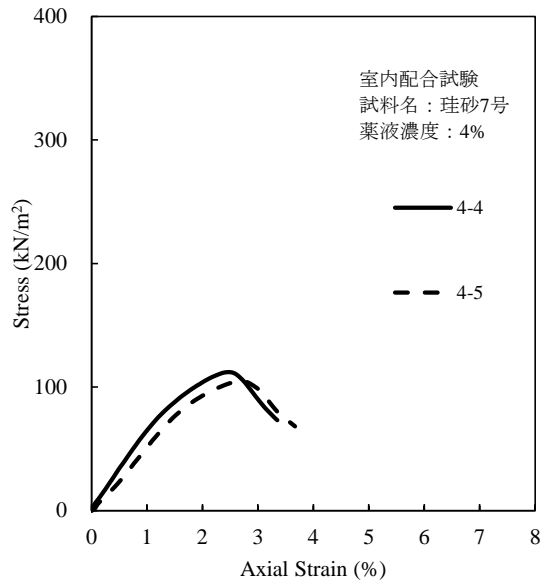
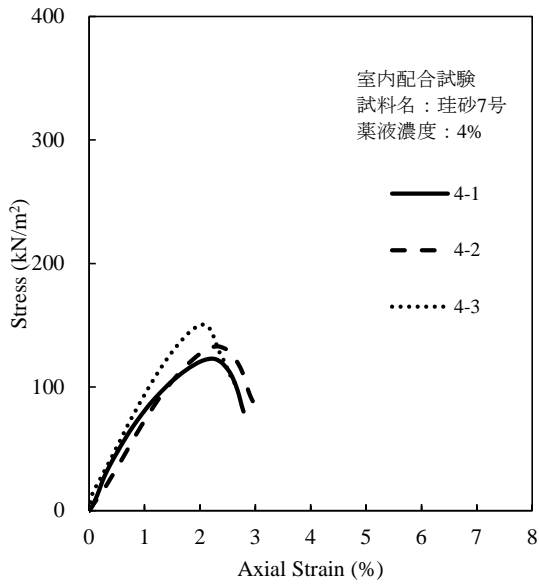
呼称	供試体 No.	原料土の物理特性					葉液諸元		供試体の状態		一軸圧縮試験結果					
		土粒子密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	細粒分含有率 $F_c$ %	均等係数 $U_c$	平均粒径 $D_{50}$ mm	最大乾燥密度 $\rho_{dmax}$ g/cm <sup>3</sup>	最小乾燥密度 $\rho_{dmin}$ g/cm <sup>3</sup>	葉液種別*1	シリカ濃度 %	湿潤密度 $\rho_t$ g/cm <sup>3</sup>	含水比 $w$ %	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>	破壊ひずみ $\epsilon_f$ %	変形係数 $E_{50}$ MN/m <sup>2</sup>	$E_{50}/q_u$	材齢 日
E	8-3		6	2.29	0.200	1.692	1.317	QS	8.0	1.973	27.2	292	1.8	27.7	95	14
E	8-4	2.720	6	2.29	0.200	1.692	1.317	QS	8.0	1.991	26.0	273	1.8	24.7	90	28
E	8-5	2.720	6	2.29	0.200	1.692	1.317	QS	8.0	1.990	26.4	273	1.9	23.7	87	28
E	8-6	2.720	6	2.29	0.200	1.692	1.317	QS	8.0	1.983	26.3	265	1.8	22.7	85	28
E	10-1	2.720	6	2.29	0.200	1.692	1.317	QS	10.0	1.999	25.8	452	1.6	43.7	97	14
E	10-2	2.720	6	2.29	0.200	1.692	1.317	QS	10.0	1.999	26.3	408	1.5	41.2	101	14
E	10-3	2.720	6	2.29	0.200	1.692	1.317	QS	10.0	2.001	26.2	513	1.7	50.4	98	14
E	10-4	2.720	6	2.29	0.200	1.692	1.317	QS	10.0	1.986	24.8	421	1.6	40.0	95	28
E	10-5	2.720	6	2.29	0.200	1.692	1.317	QS	10.0	2.001	25.6	421	1.9	33.8	80	28
E	10-6	2.720	6	2.29	0.200	1.692	1.317	QS	10.0	1.994	25.6	429	1.7	39.8	93	28
F	6-1	2.705	6	1.79	0.201	1.103	0.668	QS	6.0	1.912	27.1	121	1.6	15.1	125	28
F	6-2	2.705	6	1.79	0.201	1.103	0.668	QS	6.0	1.908	26.8	126	1.7	12.4	98	28
F	6-3	2.705	6	1.79	0.201	1.103	0.668	QS	6.0	1.906	26.6	122	1.7	13.5	111	28
F	8-1	2.705	6	1.79	0.201	1.103	0.668	QS	8.0	1.916	26.1	224	1.5	26.6	119	28
F	8-2	2.705	6	1.79	0.201	1.103	0.668	QS	8.0	1.915	26.4	233	1.7	24.7	106	28
F	8-3	2.705	6	1.79	0.201	1.103	0.668	QS	8.0	1.907	26.3	218	1.7	20.3	93	28
F	10-1	2.705	6	1.79	0.201	1.103	0.668	QS	10.0	1.908	25.4	347	1.6	35.0	101	28
F	10-2	2.705	6	1.79	0.201	1.103	0.668	QS	10.0	1.905	25.3	361	1.5	38.8	108	28
F	10-3	2.705	6	1.79	0.201	1.103	0.668	QS	10.0	1.902	25.1	336	1.4	37.6	112	28
F	6-4	2.697	6	1.68	0.177	1.242	0.754	QS	6.0	1.891	32.7	139	2.2	13.7	99	28
F	6-5	2.697	6	1.68	0.177	1.242	0.754	QS	6.0	1.885	32.4	132	2.3	13.6	102	28
F	6-6	2.697	6	1.68	0.177	1.242	0.754	QS	6.0	1.880	32.3	124	2.1	13.4	108	28
F	8-4	2.697	6	1.68	0.177	1.242	0.754	QS	8.0	1.881	31.6	257	1.9	29.6	115	28
F	8-5	2.697	6	1.68	0.177	1.242	0.754	QS	8.0	1.882	31.9	244	2.1	21.8	89	28
F	8-6	2.697	6	1.68	0.177	1.242	0.754	QS	8.0	1.885	31.0	251	2.1	26.8	107	28
F	10-4	2.697	6	1.68	0.177	1.242	0.754	QS	10.0	1.904	29.5	374	1.7	44.8	120	28
F	10-5	2.697	6	1.68	0.177	1.242	0.754	QS	10.0	1.903	30.7	385	2.2	41.0	106	28
F	10-6	2.697	6	1.68	0.177	1.242	0.754	QS	10.0	1.898	31.2	358	2.1	38.2	107	28
F	9-1	2.709	6					ES	9.0	1.941	22.8	308	2.4	28.8	93	28
F	9-2	2.709	6					ES	9.0	1.947	22.6	328	2.4	26.1	80	28
F	9-3	2.709	6					ES	9.0	1.947	22.9	333	2.1	32.4	97	28
G	6-1	2.697	15	3.85	0.143	1.447	0.877	QS	6.0	1.847	37.1	111	2.4	12.2	110	28
G	6-2	2.697	15	3.85	0.143	1.447	0.877	QS	6.0	1.842	36.8	110	2.6	12.0	109	28

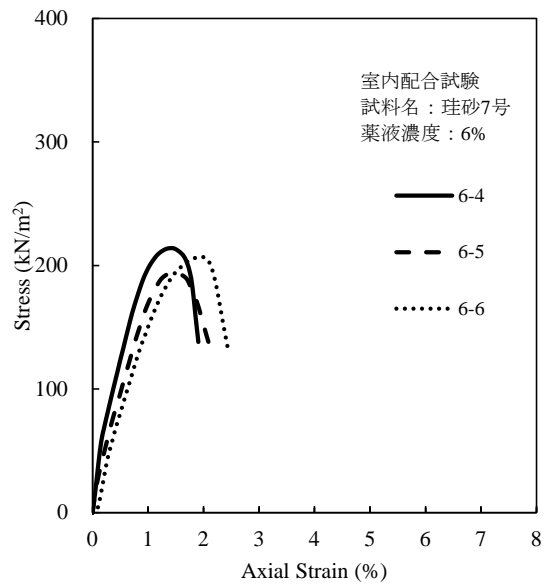
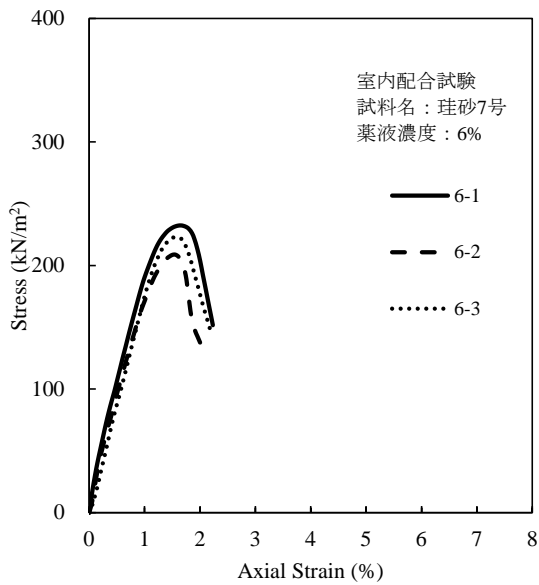
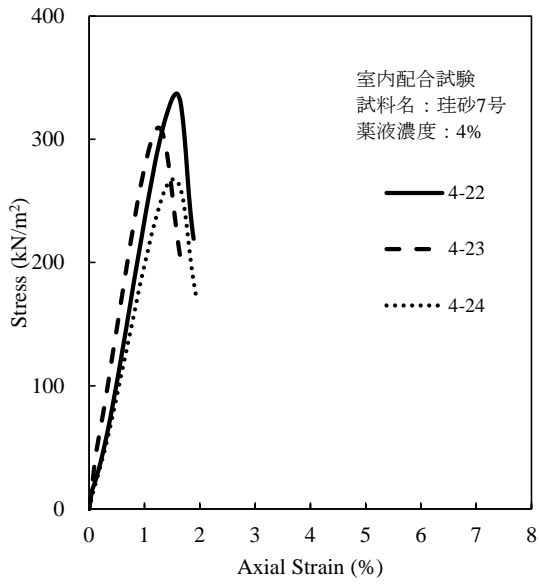
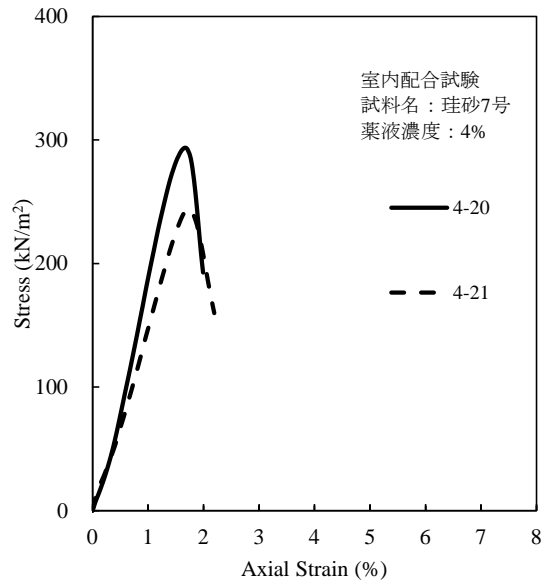
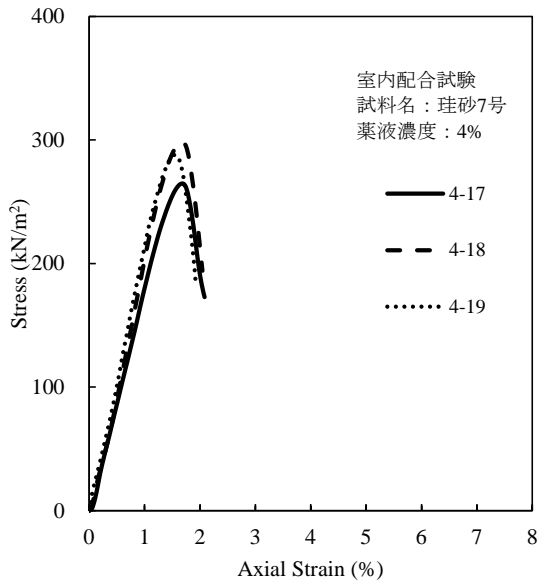


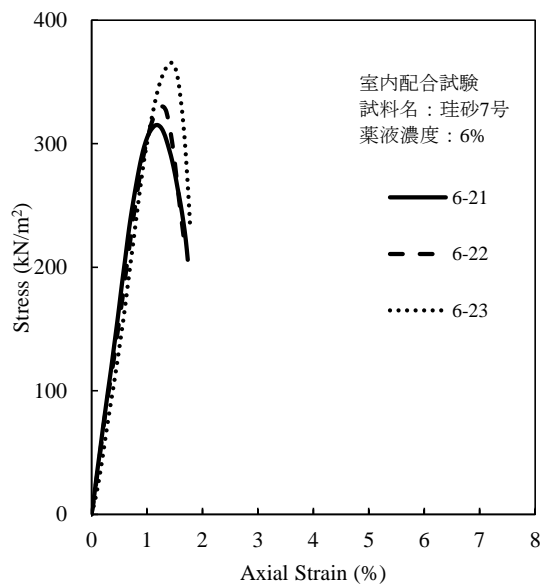
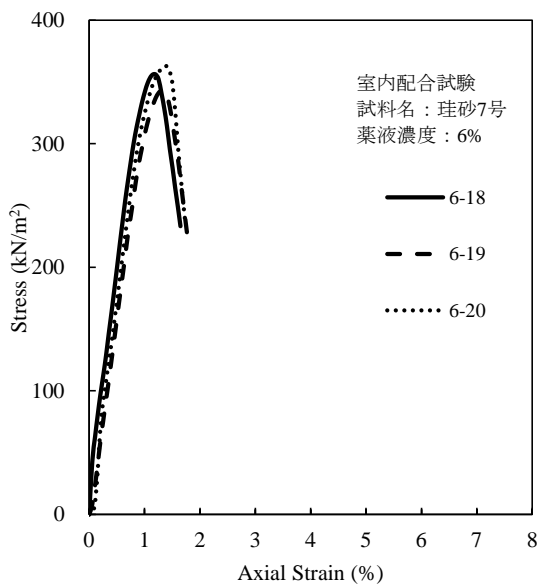
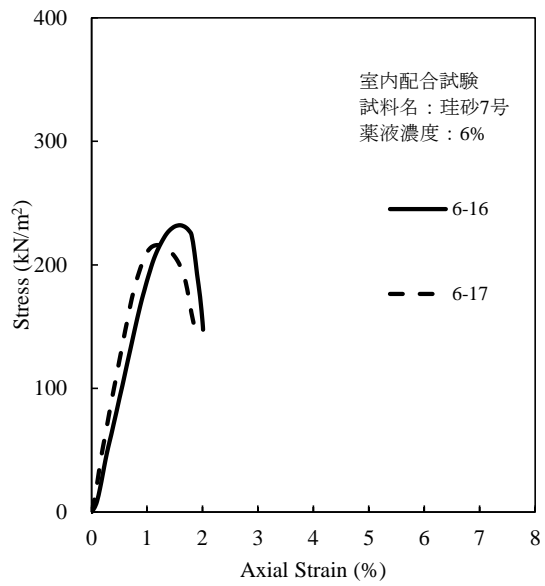
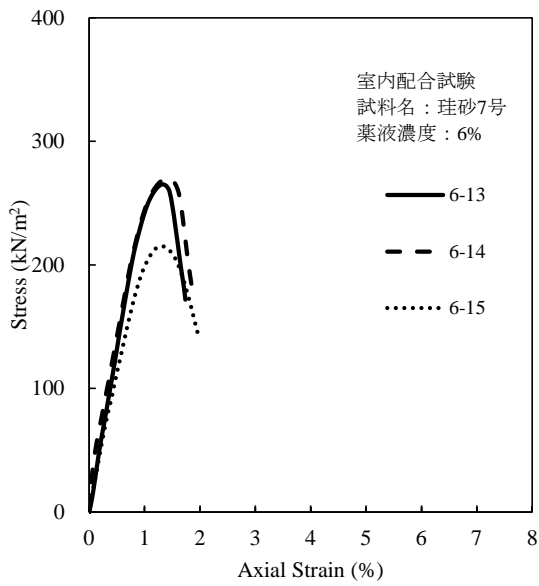
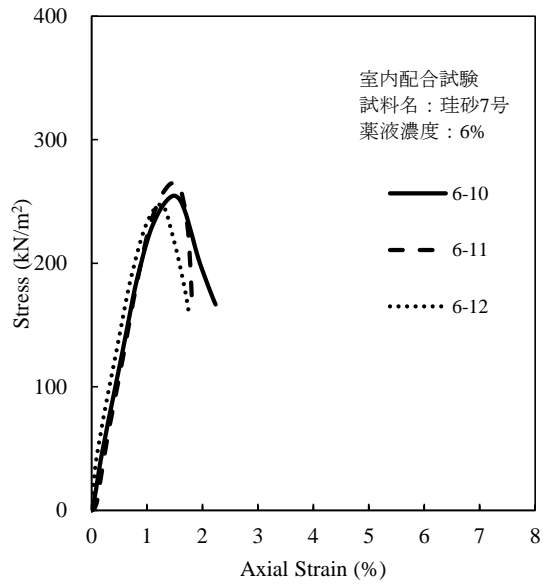
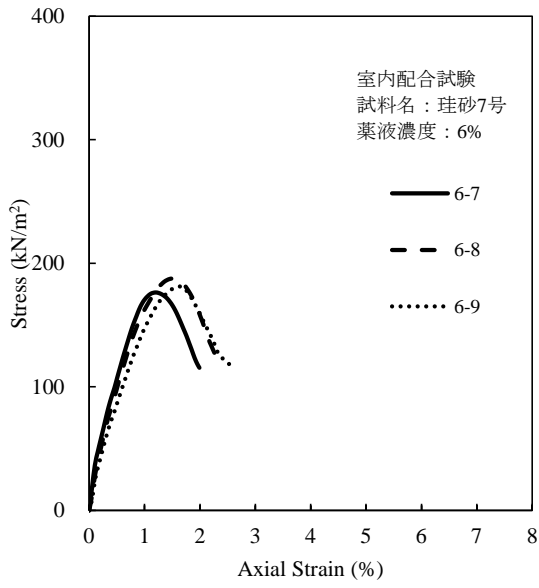
\*1ES:エコンシリカ、QS:クオリアテインシリカ

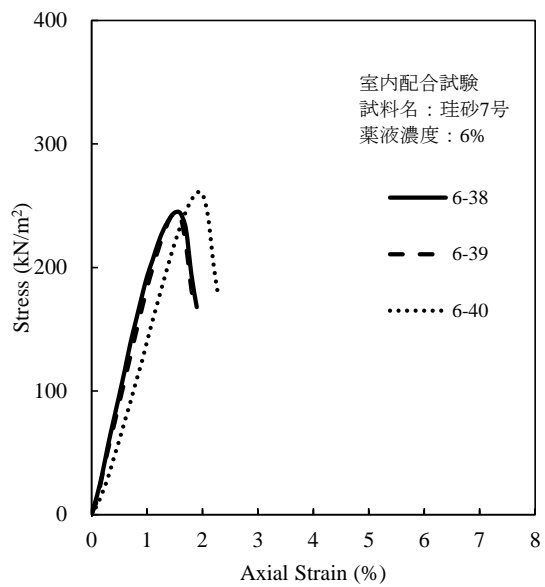
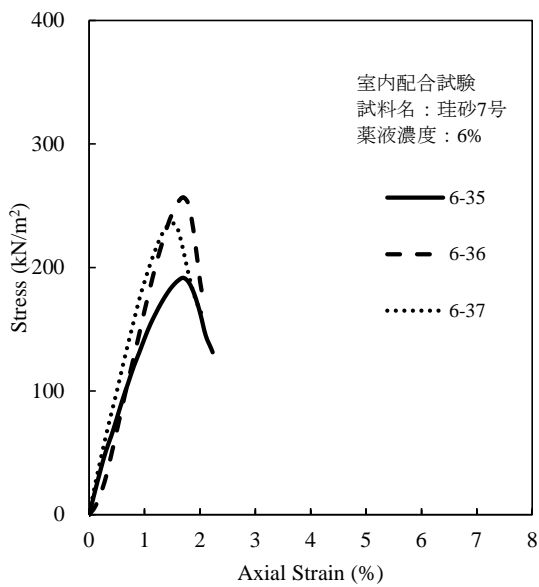
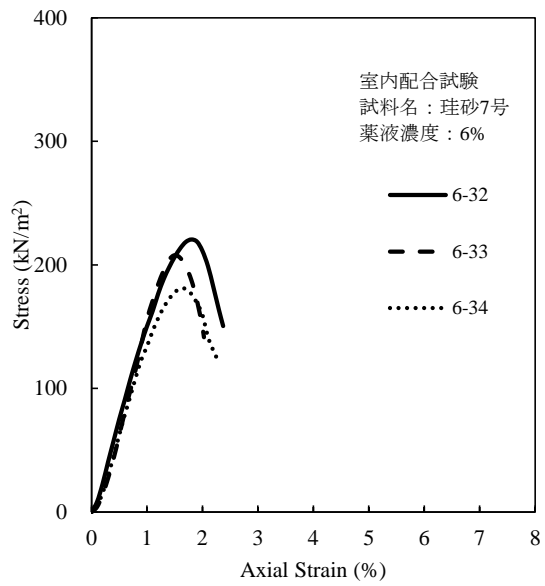
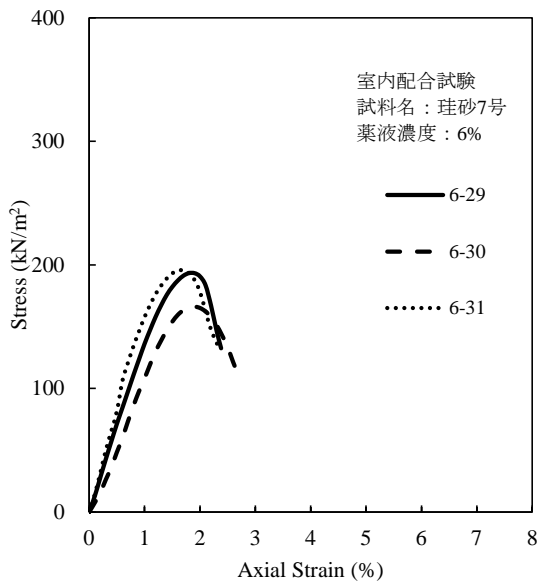
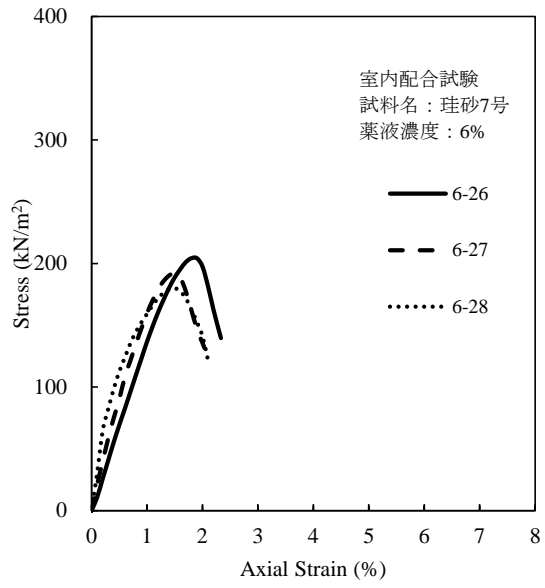
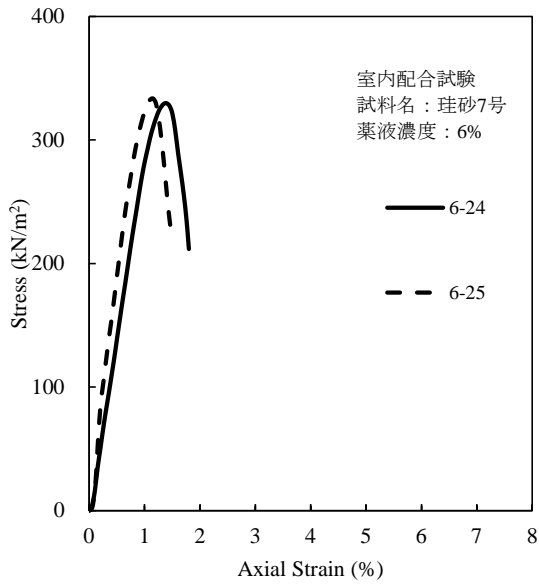
呼称	供試体 No.	原料土の物理特性						葉液諸元		供試体の状態			一軸圧縮試験結果				
		土粒子密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	細粒分含有率 $F_c$ %	均等係数 $U_c$	平均粒径 $D_{50}$ mm	最大乾燥密度 $\rho_{dmax}$ g/cm <sup>3</sup>	最小乾燥密度 $\rho_{dmin}$ g/cm <sup>3</sup>	葉液種別*1	シリカ濃度 %	湿潤密度 $\rho_t$ g/cm <sup>3</sup>	含水比 $w$ %	一軸圧縮強さ $q_u$ kN/m <sup>2</sup>	破壊ひずみ $\epsilon_f$ %	変形係数 $E_{50}$ MN/m <sup>2</sup>	$E_{50}/q_u$	材齢 日	
G	6-3	2.697	15	3.85	0.143	1.447	0.877	QS	6.0	1.856	36.1	110	2.7	12.2	111	28	
G	8-1	2.697	15	3.85	0.143	1.447	0.877	QS	8.0	1.858	34.9	311	2.5	31.7	102	28	
G	8-2	2.697	15	3.85	0.143	1.447	0.877	QS	8.0	1.867	35.4	320	2.6	27.4	86	28	
G	8-3	2.697	15	3.85	0.143	1.447	0.877	QS	8.0	1.852	36.2	296	2.7	25.7	87	28	
G	10-1	2.697	15	3.85	0.143	1.447	0.877	QS	10.0	1.868	35.0	521	2.5	48.1	92	28	
G	10-2	2.697	15	3.85	0.143	1.447	0.877	QS	10.0	1.867	34.0	504	2.4	54.4	108	28	
G	10-3	2.697	15	3.85	0.143	1.447	0.877	QS	10.0	1.870	34.8	495	2.4	51.5	104	28	
G	9-1	2.708	15					ES	9.0	1.710	31.0	317	1.8	39.6	125	28	
G	9-2	2.708	15					ES	9.0	1.724	31.5	338	1.9	37.8	112	28	
G	9-3	2.708	15					ES	9.0	1.741	31.5	299	1.8	29.8	100	28	
H	6-1	2.687	13	2.93	0.154	1.486	0.906	QS	6.0	1.806	39.8	104	2.7	12.0	115	28	
H	6-2	2.687	13	2.93	0.154	1.486	0.906	QS	6.0	1.807	40.4	106	2.9	9.8	92	28	
H	6-3	2.687	13	2.93	0.154	1.486	0.906	QS	6.0	1.799	40.5	101	2.7	10.8	107	28	
H	8-1	2.687	13	2.93	0.154	1.486	0.906	QS	8.0	1.816	37.2	274	2.7	28.3	103	28	
H	8-2	2.687	13	2.93	0.154	1.486	0.906	QS	8.0	1.806	39.2	264	2.8	27.0	102	28	
H	8-3	2.687	13	2.93	0.154	1.486	0.906	QS	8.0	1.820	38.7	269	2.7	26.8	100	28	
H	10-1	2.687	13	2.93	0.154	1.486	0.906	QS	10.0	1.818	38.0	448	2.7	46.1	103	28	
H	10-2	2.687	13	2.93	0.154	1.486	0.906	QS	10.0	1.827	37.9	434	2.6	44.0	101	28	
H	10-3	2.687	13	2.93	0.154	1.486	0.906	QS	10.0	1.822	37.3	445	2.7	44.4	100	28	
H	9-1	2.692	13					ES	9.0	1.897	29.2	391	2.3	30.2	77	28	
H	9-2	2.692	13					ES	9.0	1.890	29.2	441	3.0	35.4	80	28	
H	9-3	2.692	13					ES	9.0	1.883	29.5	432	3.2	32.2	75	28	

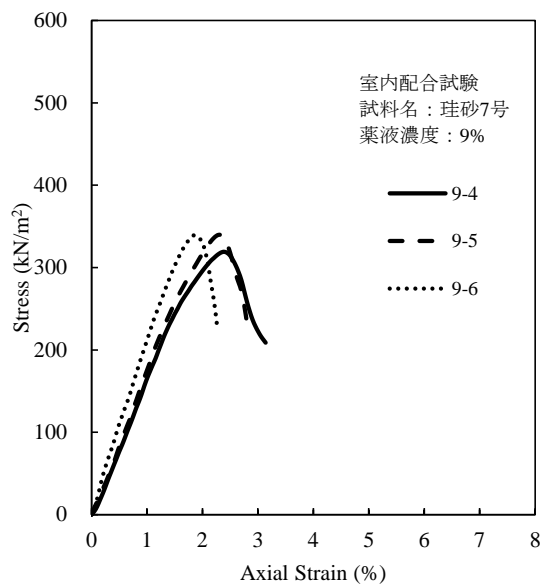
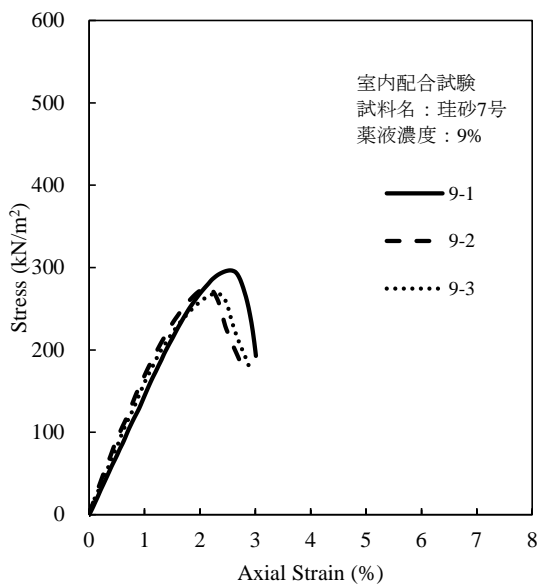
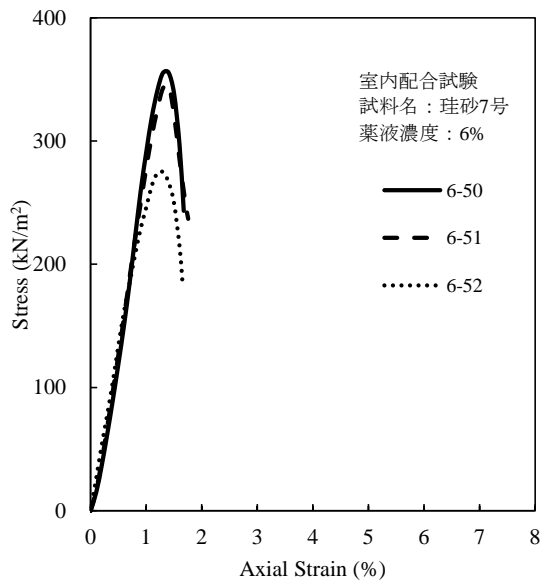
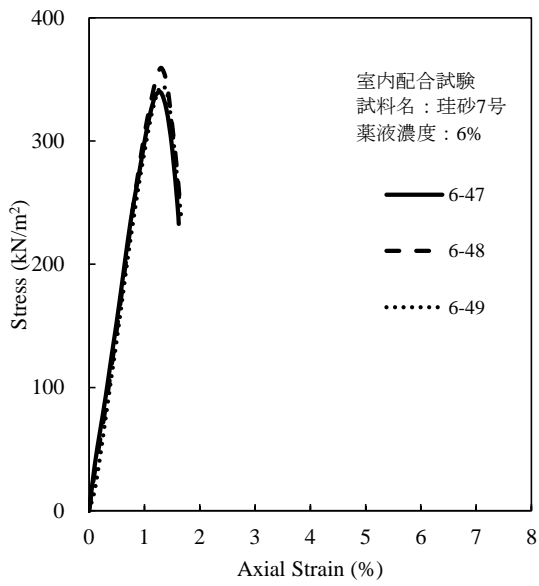
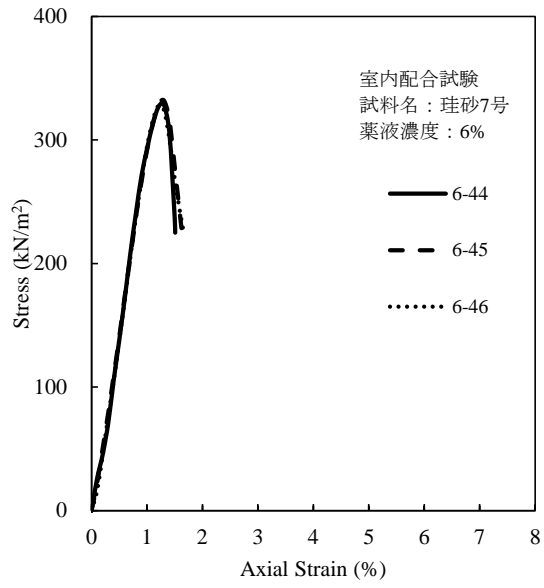
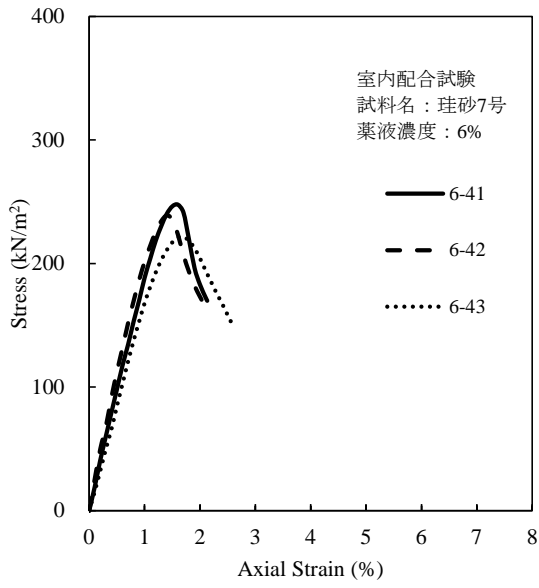


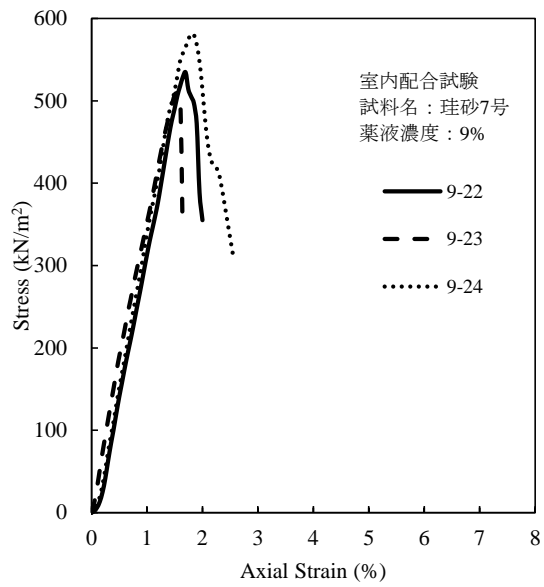
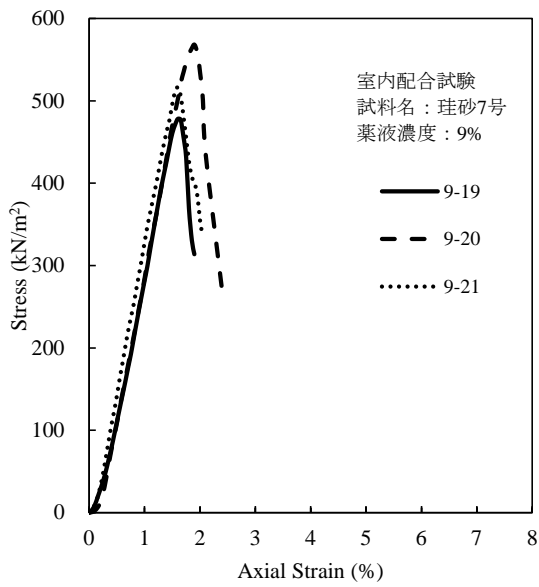
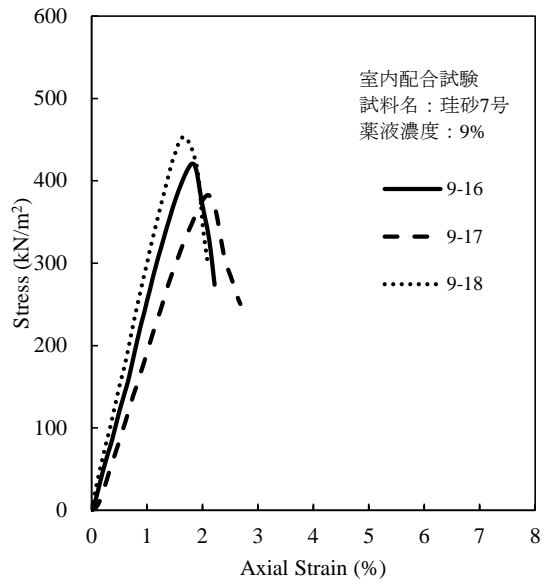
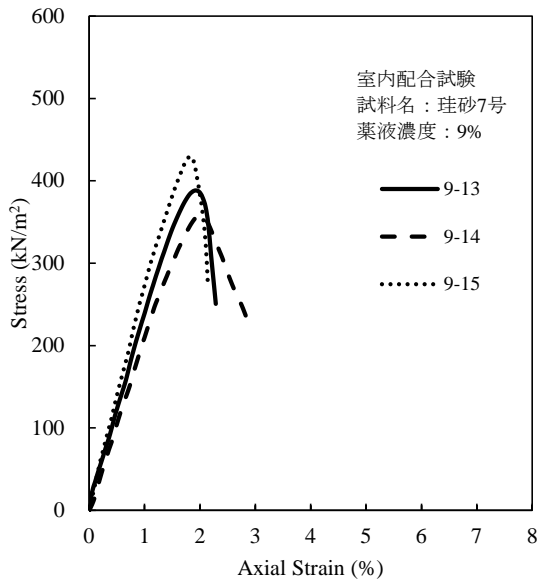
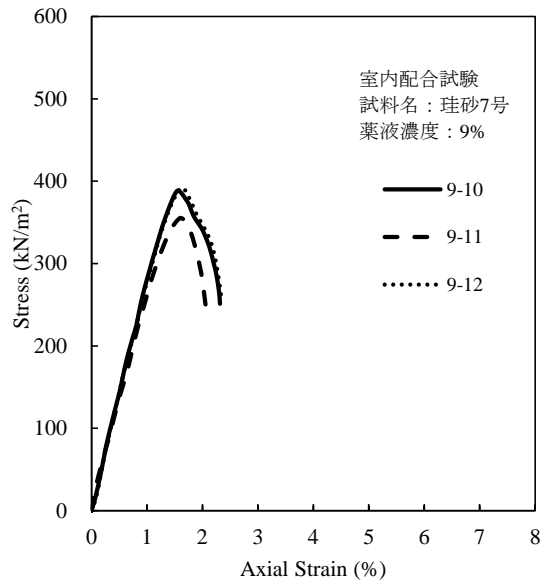
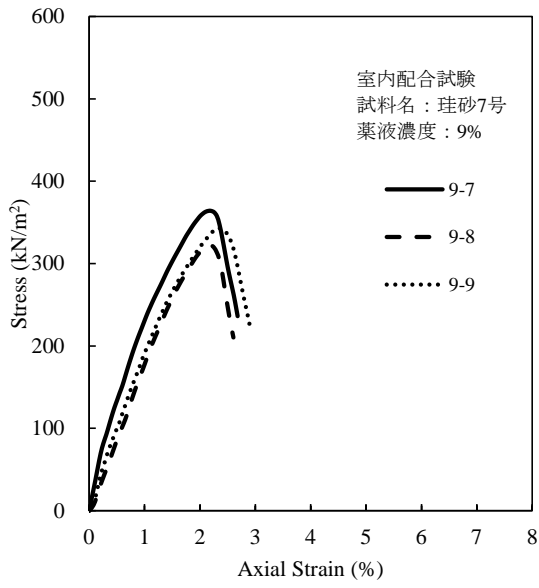


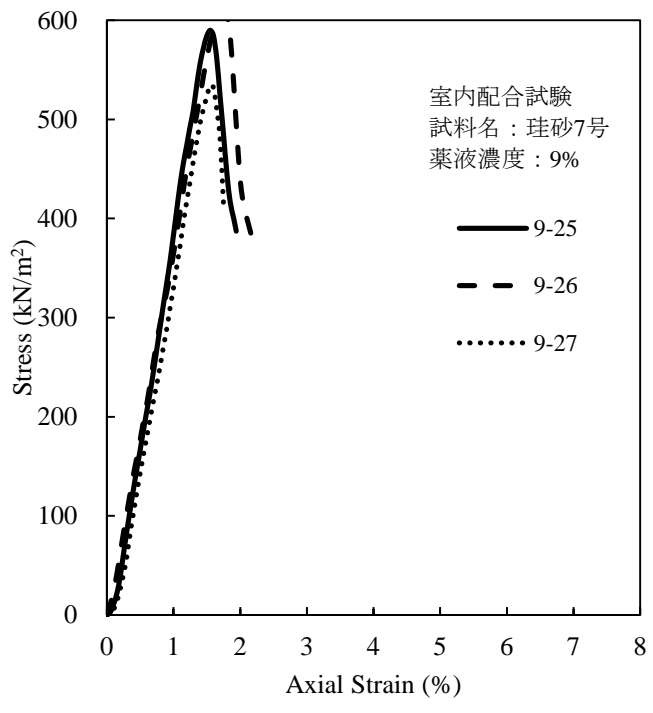












A.6 ピエゾドライブコーン試験による室内模型実験データ（珪砂7号）

ピエゾドライブコーン試験の室内模型実験のうち、珪砂7号を用いた試験ケースは、以下に示す9ケースである。なお、緩詰め、上載荷重 0kPa、シリカ濃度 0%（未改良）のケースは、ロッド自沈のためデータがない。

試料:珪砂7号(Fc=2%)

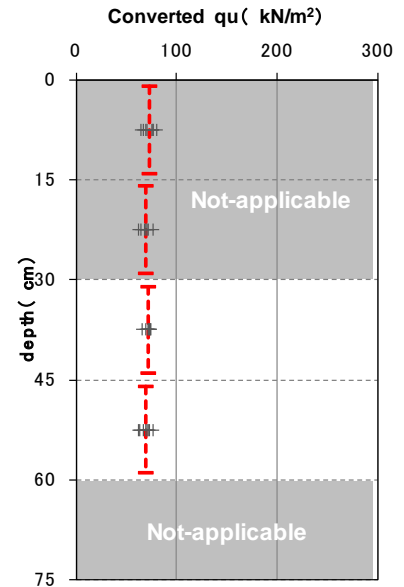
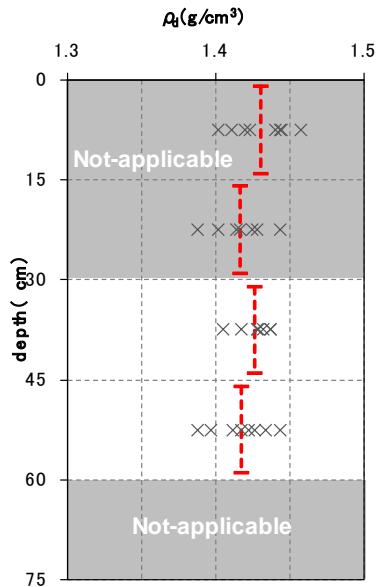
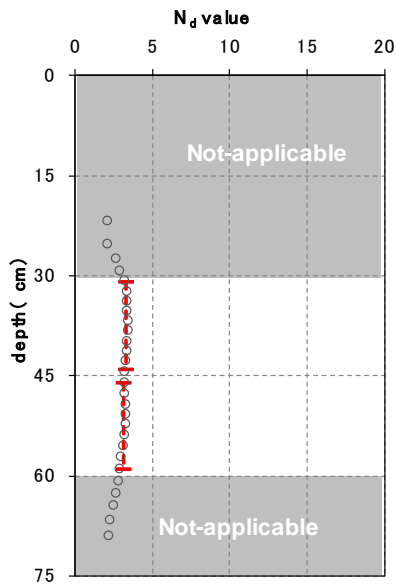
Case	目標密度		シリカ濃度 (%)	上載荷重 (kPa)	使用機械	
	状態	相対密度 Dr(%)				乾燥密度 $\rho_d$ (g/cm <sup>3</sup> )
1-1	緩詰め	50	1.43	2	0	MRS
1-2				4		
1-3				6		
1-4	密詰め	80	1.54	0	0	MRS
1-5				4		
1-6	緩詰め	50	1.43	0	45	$\mu$ RS
1-7				2		
1-8	密詰め	80	1.54	0	45	$\mu$ RS
1-9				2		

※緩詰め、上載荷重0kPa、シリカ濃度0%:ロッド自沈のためデータなし



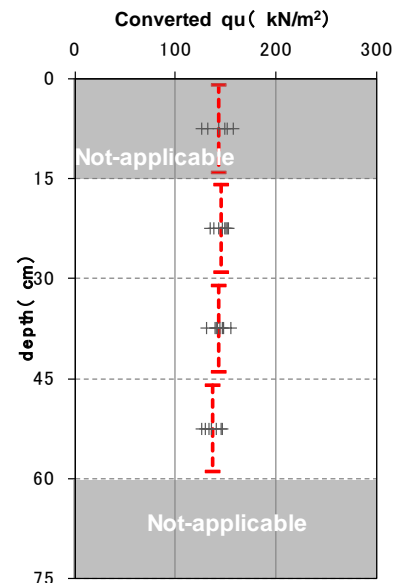
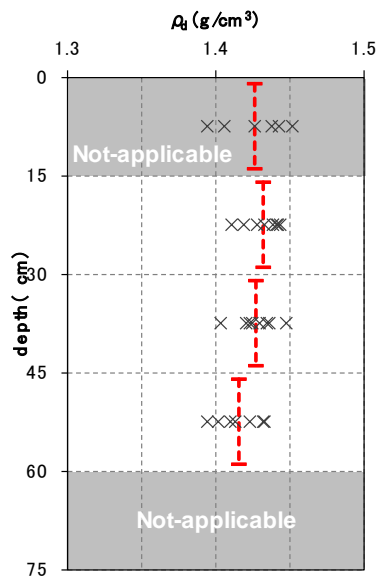
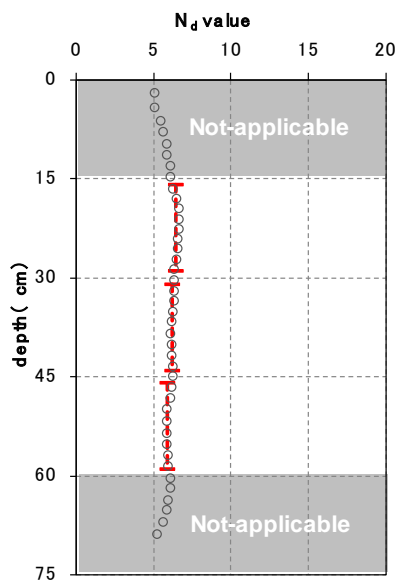
[珪砂7号]Case1-1	
緩詰め	$D_r=50\%$ $\rho_d=1.43$
シリカ濃度	2%
上載荷重	0kPa
使用機械	MRS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	—	—	—	棄却
3層目	3.3	1.427	71.5	
4層目	3.1	1.417	69.1	
5層目	—	—	—	棄却



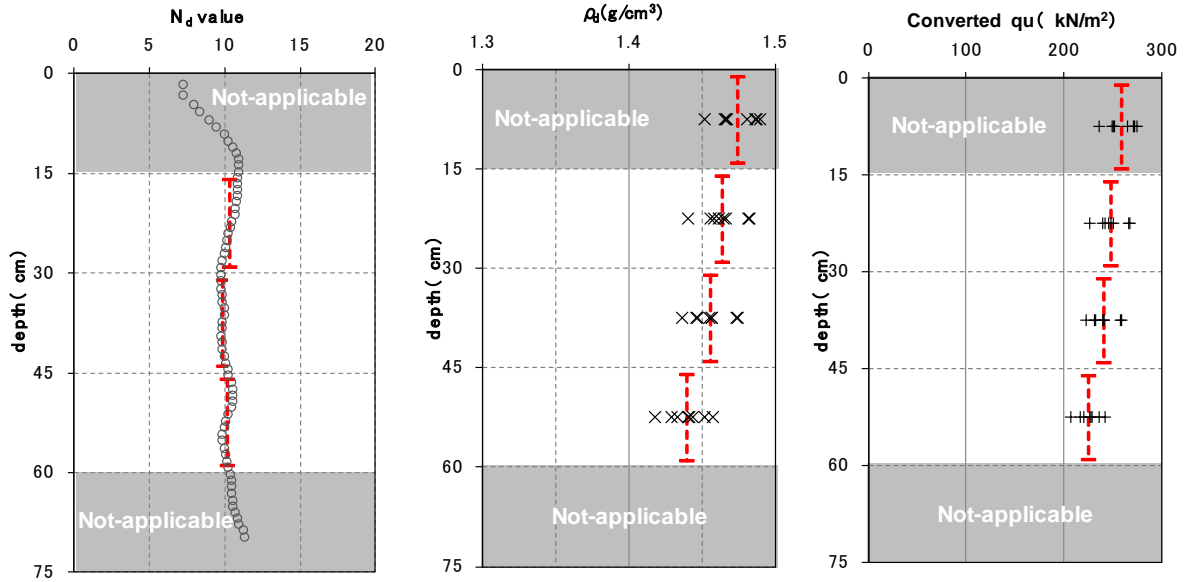
[珪砂7号]Case1-2	
緩詰め	$D_r=50\%$ $\rho_d=1.43$
シリカ濃度	4%
上載荷重	0kPa
使用機械	MRS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	6.5	1.432	145.7	
3層目	6.2	1.427	143.2	
4層目	5.9	1.415	136.7	
5層目	—	—	—	棄却

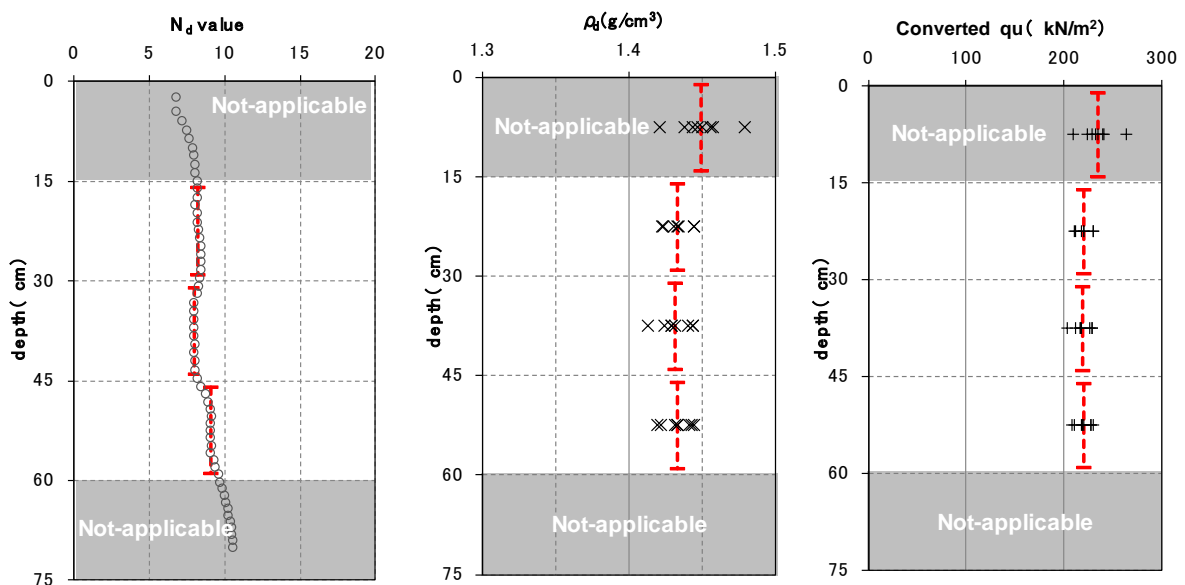


[珪砂7号]Case1-3	
緩詰め	$D_r=50\%$ $\rho_d=1.43$
シリカ濃度	6%
上載荷重	0kPa
使用機械	MRS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	10.3	1.464	248.3	
3層目	9.8	1.456	240.2	
4層目	10.2	1.439	225.2	
5層目	—	—	—	棄却

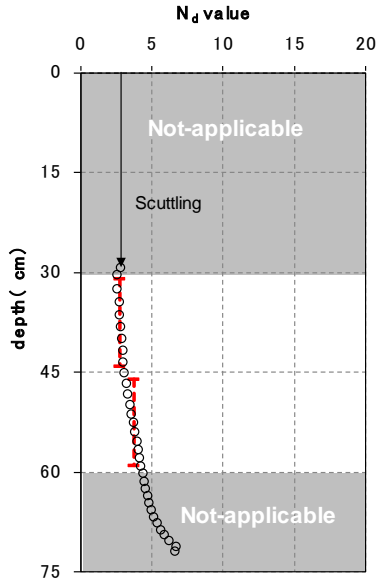


層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	8.2	1.433	219.8	
3層目	8.0	1.432	218.7	
4層目	9.1	1.434	220.1	
5層目	—	—	—	棄却



[珪砂7号]Case1-4	
密詰め	$D_r=80\%$ $\rho_d=1.54$
シリカ濃度	0%
上載荷重	0kPa
使用機械	MRS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	—	—	—	棄却
3層目	2.8	—	0	
4層目	3.7	—	0	
5層目	—	—	—	棄却

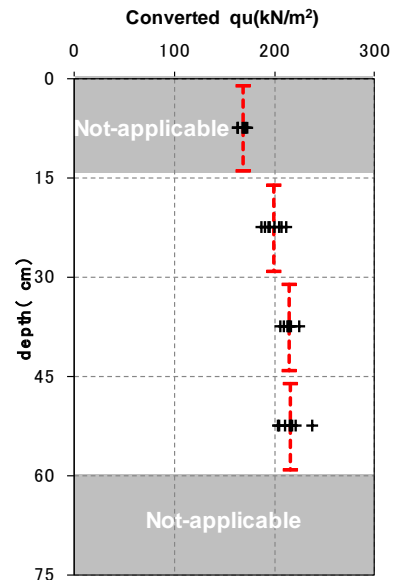
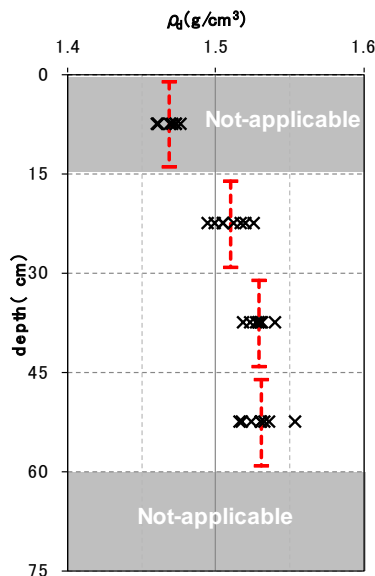
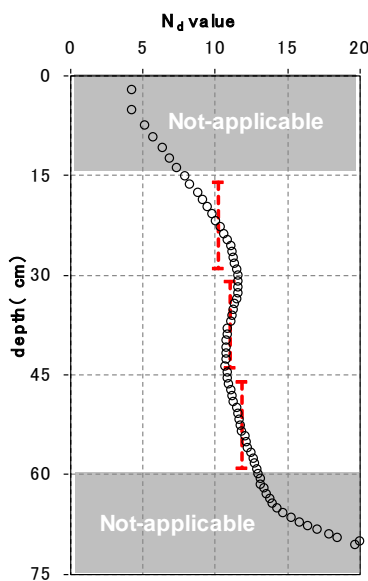


$\rho_d$  : No Data

Converted  $q_u$  : No Data

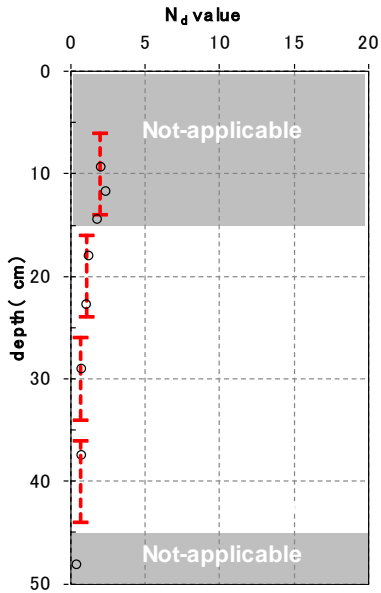
[珪砂7号]Case1-5	
密詰め	$D_r=80\%$ $\rho_d=1.54$
シリカ濃度	4%
上載荷重	0kPa
使用機械	MRS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	10.2	1.510	199.1	
3層目	11.0	1.529	214.6	
4層目	11.8	1.531	216.3	
5層目	—	—	—	棄却



[珪砂7号]Case1-6	
緩詰め	$D_r=50\%$ $\rho_d=1.43$
シリカ濃度	0%
上載荷重	45kPa
使用機械	$\mu$ RS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	1.1	—	0	
3層目	0.7	—	0	
4層目	0.7	—	0	
5層目	—	—	—	棄却

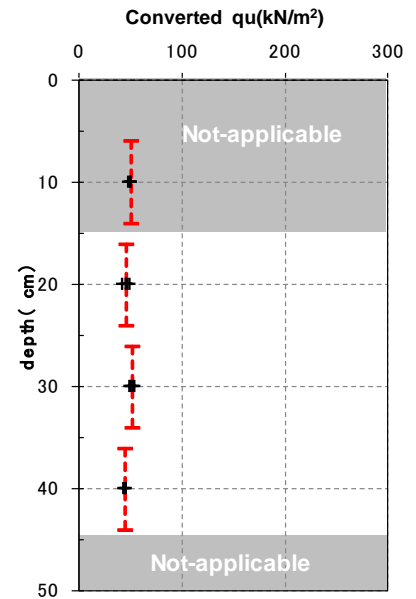
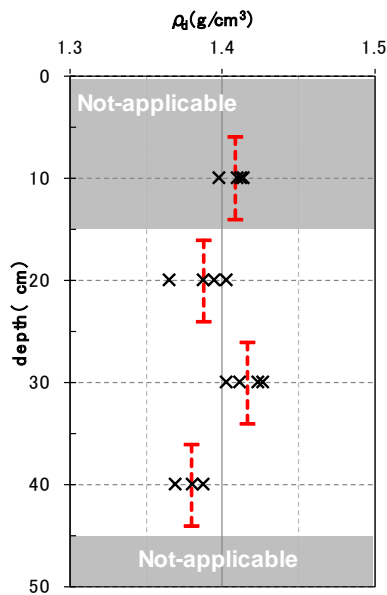
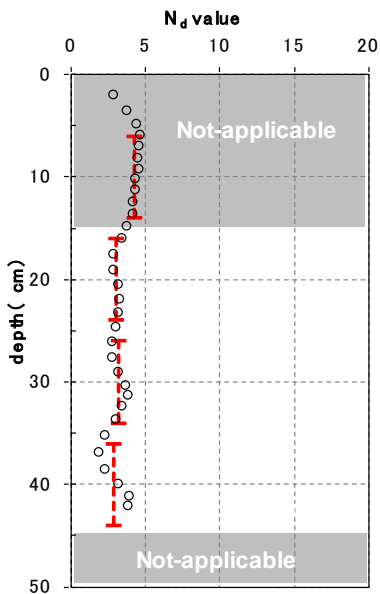


$\rho_d$  : No Data

Converted  $q_u$  : No Data

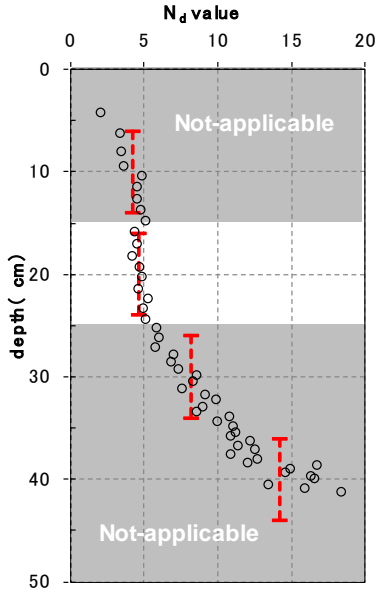
[珪砂7号]Case1-7	
緩詰め	$D_r=50\%$ $\rho_d=1.43$
シリカ濃度	2%
上載荷重	45kPa
使用機械	$\mu$ RS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	3.0	1.388	46.2	
3層目	3.2	1.416	51.5	
4層目	2.8	1.379	44.7	
5層目	—	—	—	棄却



[珪砂7号]Case1-8	
密詰め	$D_r=80\%$ $\rho_d=1.54$
シリカ濃度	0%
上載荷重	45kPa
使用機械	$\mu$ RS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	4.7	—	0	
3層目	—	—	—	棄却
4層目	—	—	—	棄却
5層目	—	—	—	棄却

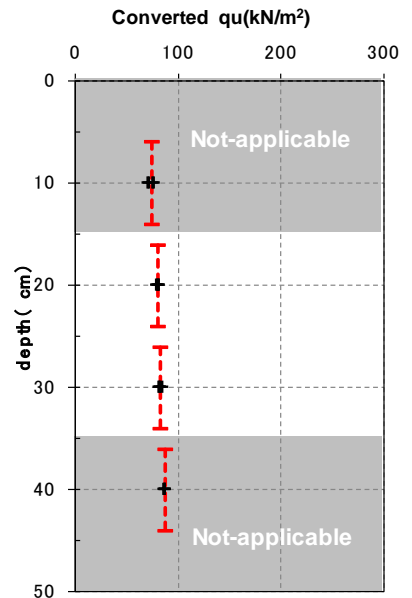
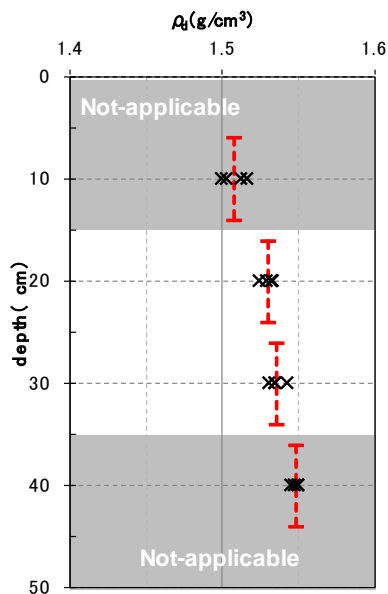
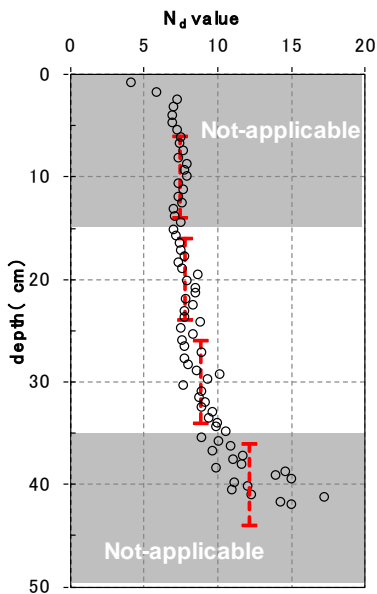


$\rho_d$  : No Data

Converted  $q_u$  : No Data

[珪砂7号]Case1-9	
密詰め	$D_r=80\%$ $\rho_d=1.54$
シリカ濃度	2%
上載荷重	45kPa
使用機械	$\mu$ RS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	7.8	1.530	80.8	
3層目	8.8	1.536	82.7	
4層目	—	—	—	棄却
5層目	—	—	—	棄却



A.7 ピエゾドライブコーン試験による室内模型実験データ（山砂）

ピエゾドライブコーン試験の室内模型実験のうち、山砂を用いた試験ケースは、以下に示す12ケースである。なお、緩詰め、上載荷重0kPa、シリカ濃度0%（未改良）のケースと緩詰め、上載荷重45kPa、シリカ濃度0%（未改良）のケースは、ロッド自沈のためデータがない。

試料：山砂(Fc=25%)

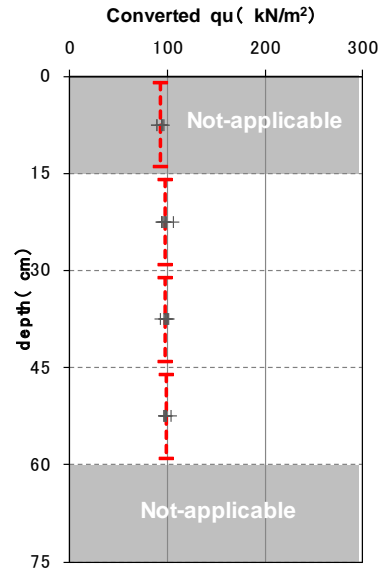
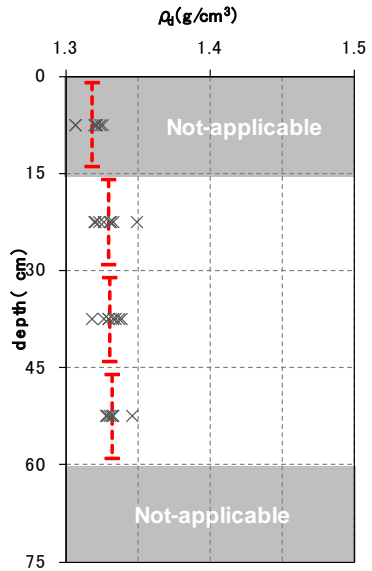
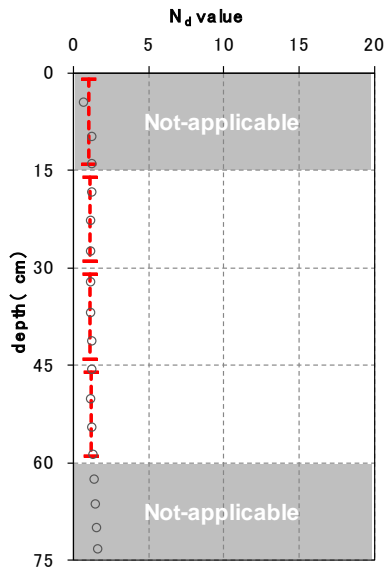
Case	目標密度		シリカ濃度 (%)	上載荷重 (kPa)	使用機械	
	状態	相対密度 Dr(%)				乾燥密度 $\rho_d(\text{g}/\text{cm}^3)$
2-1	緩詰め	100	1.36	5	0	MRS
2-2				6.5		
2-3				8		
2-4				5		μRS
2-5				6.5		
2-6				8		
2-7	緩詰め	100	1.36	5	45	μRS
2-8				6.5		
2-9				8		
2-10	密詰め	130	1.49	0	45	μRS
2-11				5		
2-12				6.5		

※緩詰め、上載荷重0kPa、シリカ濃度0%:ロッド自沈のためデータなし

※緩詰め、上載荷重45kPa、シリカ濃度0%:ロッド自沈のためデータなし

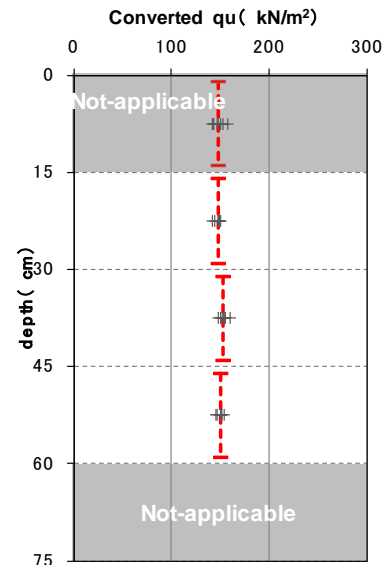
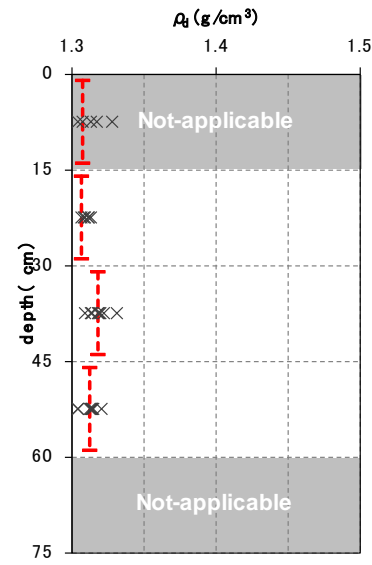
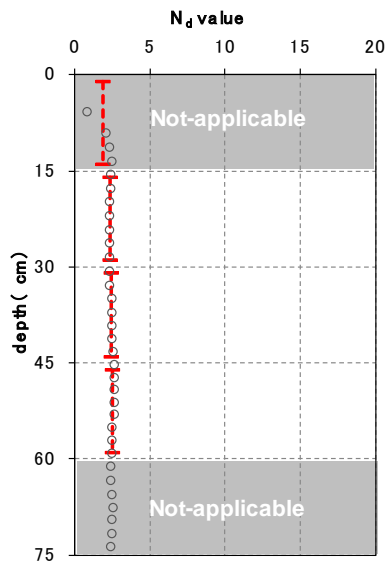
[山砂]Case2-1	
緩詰め	$D_r=100\%$ $\rho_d=1.36$
シリカ濃度	5%
上載荷重	0kPa
使用機械	MRS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	1.1	1.329	97.2	
3層目	1.1	1.331	97.8	
4層目	1.2	1.332	98.4	
5層目	—	—	—	棄却



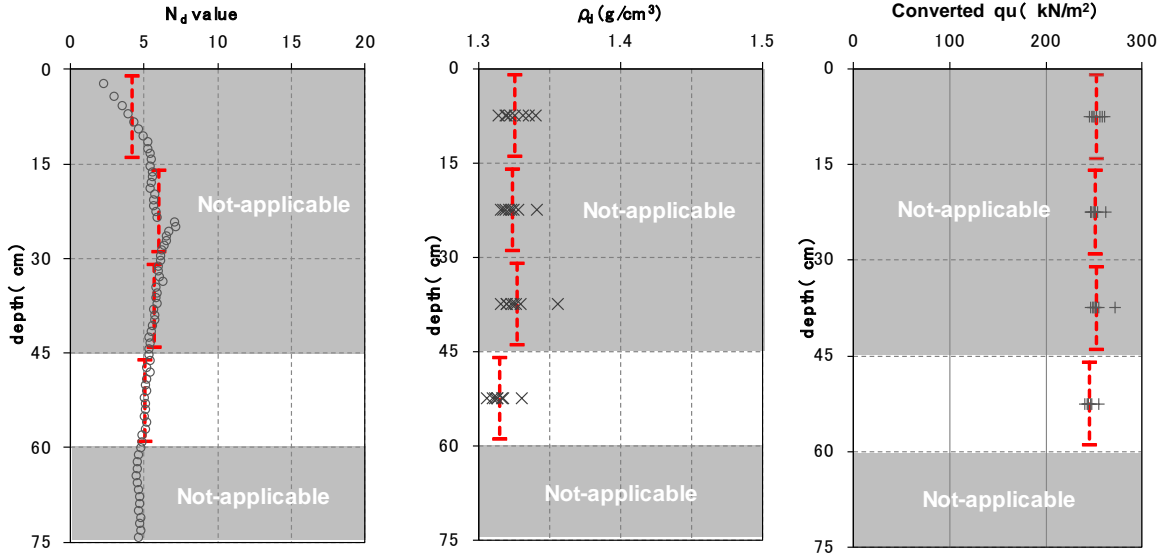
[山砂]Case2-2	
緩詰め	$D_r=100\%$ $\rho_d=1.36$
シリカ濃度	6.5%
上載荷重	0kPa
使用機械	MRS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	2.3	1.307	147.4	
3層目	2.4	1.318	152.8	
4層目	2.5	1.312	149.8	
5層目	—	—	—	棄却



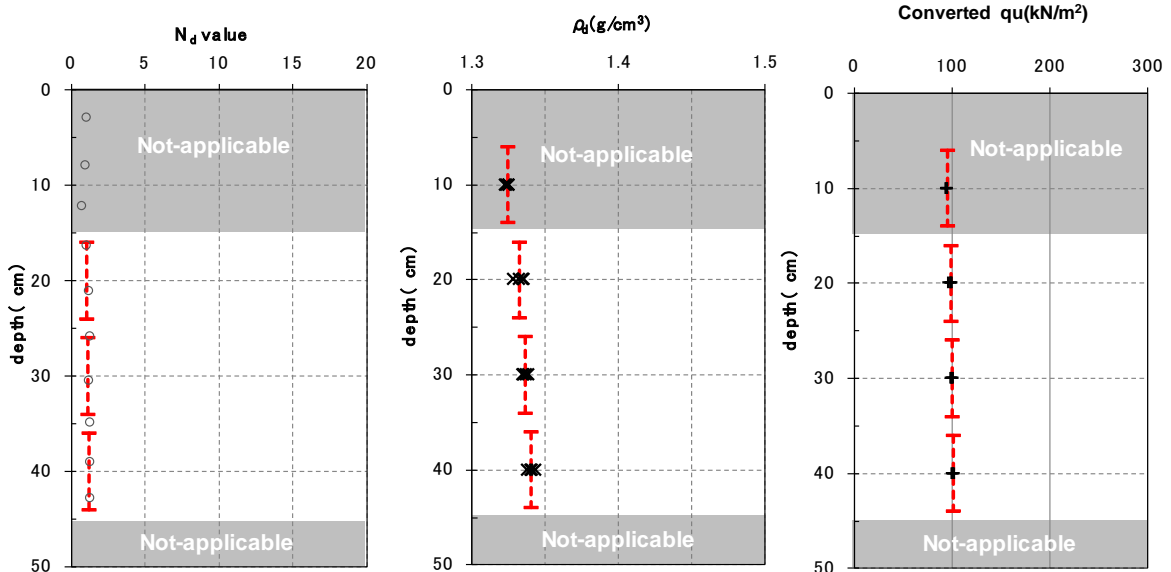
[山砂]Case2-3	
緩詰め	$D_r=100\%$ $\rho_d=1.36$
シリカ濃度	8%
上載荷重	0kPa
使用機械	MRS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	—	—	—	棄却
3層目	—	—	—	棄却
4層目	5.1	1.314	245.5	
5層目	—	—	—	棄却



[山砂]Case2-4	
緩詰め	$D_r=100\%$ $\rho_d=1.36$
シリカ濃度	5%
上載荷重	0kPa
使用機械	$\mu$ RS

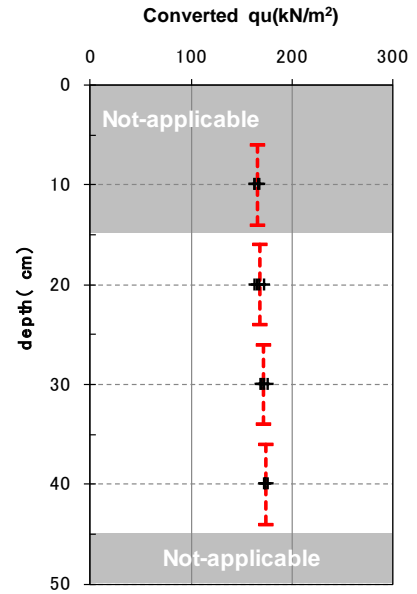
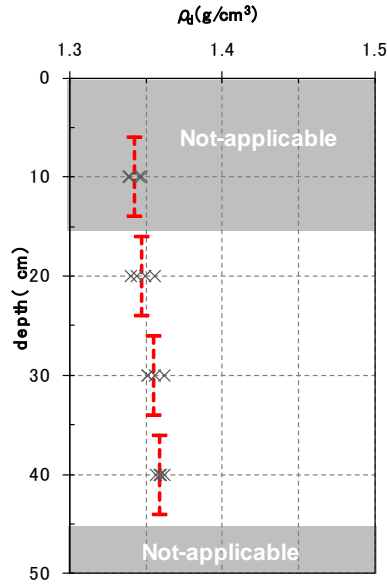
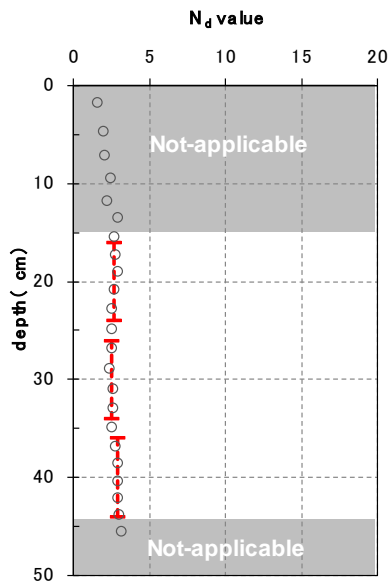
層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	1.1	1.333	98.5	
3層目	1.2	1.337	100.1	
4層目	1.2	1.341	101.7	
5層目	—	—	—	棄却





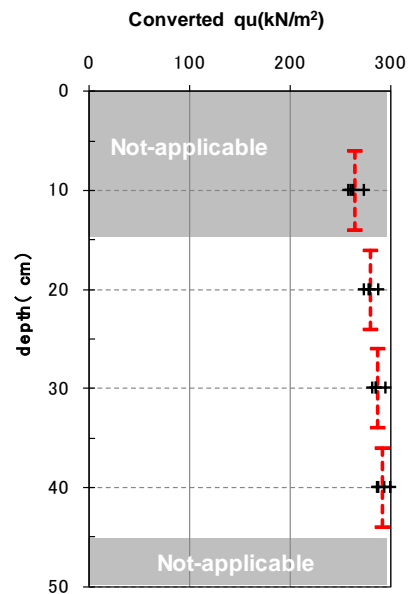
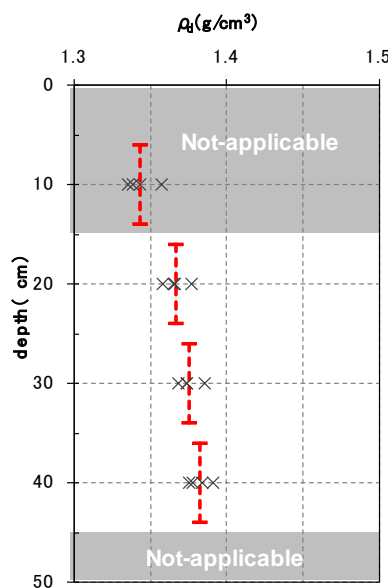
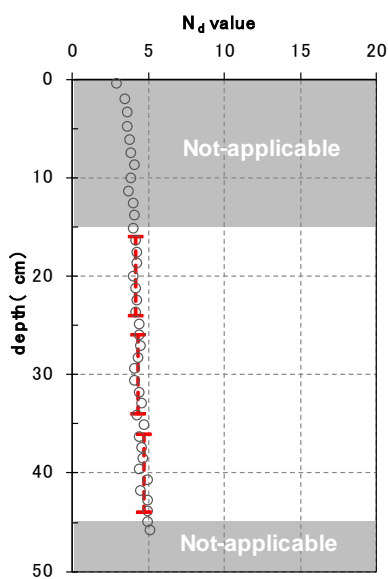
[山砂]Case2-5	
緩詰め	$D_r=100\%$ $\rho_d=1.36$
シリカ濃度	6.5%
上載荷重	0kPa
使用機械	$\mu$ RS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	2.6	1.347	167.8	
3層目	2.5	1.355	172.3	
4層目	2.9	1.359	174.6	
5層目	—	—	—	棄却



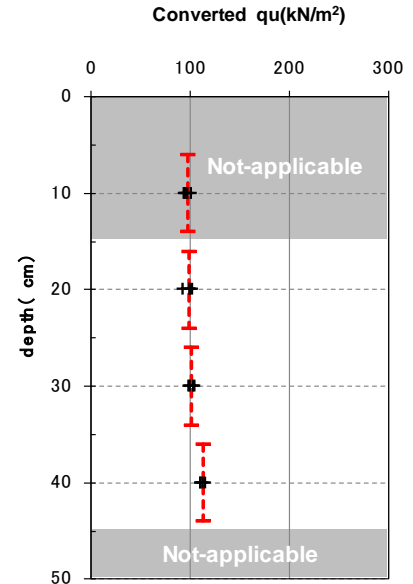
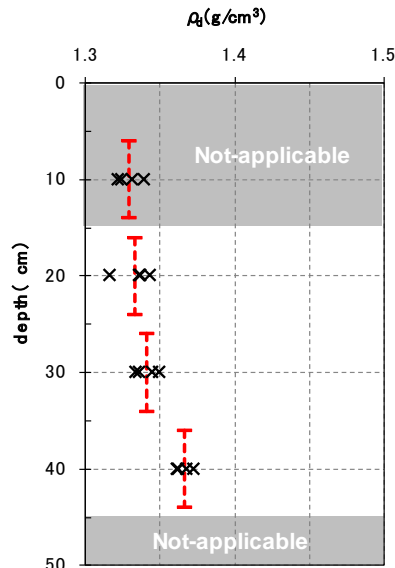
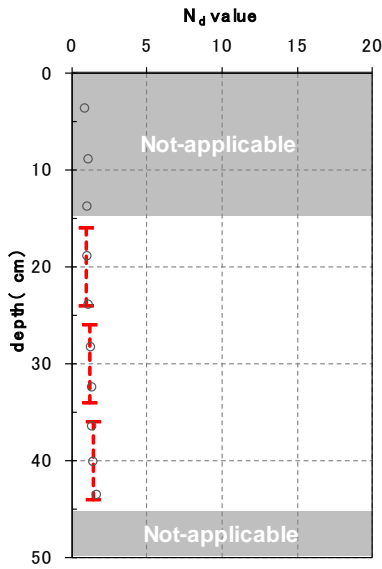
[山砂]Case2-6	
緩詰め	$D_r=100\%$ $\rho_d=1.36$
シリカ濃度	8%
上載荷重	0kPa
使用機械	$\mu$ RS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	4.2	1.366	279.8	
3層目	4.3	1.375	286.6	
4層目	4.7	1.382	292.0	
5層目	—	—	—	棄却



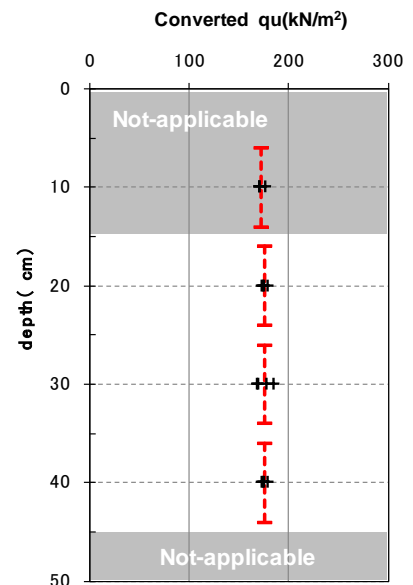
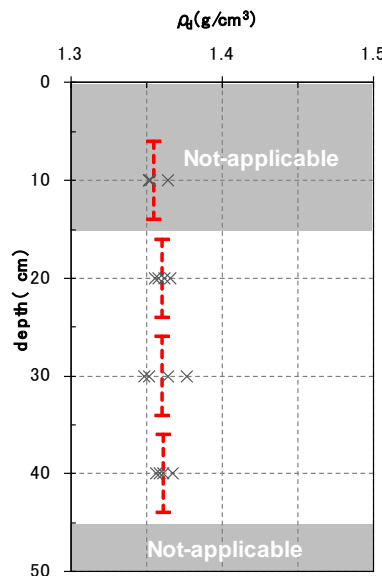
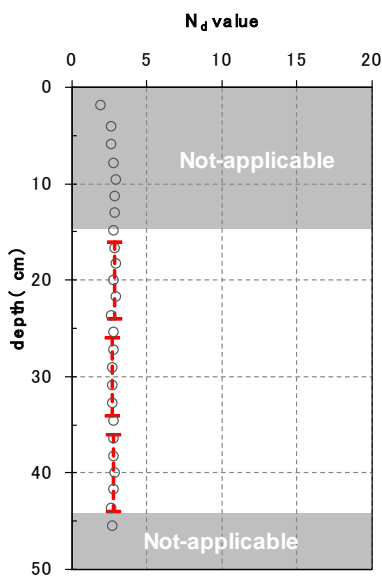
[山砂]Case2-7	
緩詰め	$D_r=100\%$ $\rho_d=1.36$
シリカ濃度	5%
上載荷重	45kPa
使用機械	$\mu$ RS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	1.0	1.333	98.8	
3層目	1.2	1.341	101.8	
4層目	1.4	1.366	112.9	
5層目	—	—	—	棄却



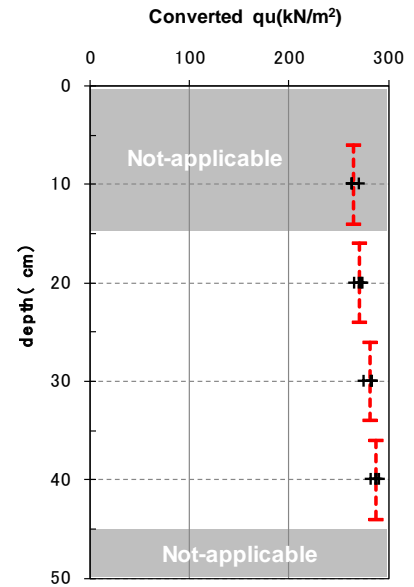
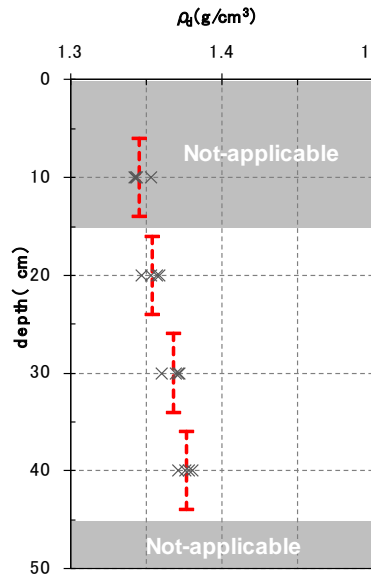
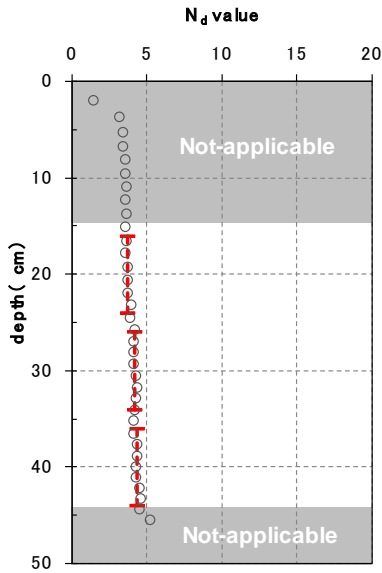
[山砂]Case2-8	
緩詰め	$D_r=100\%$ $\rho_d=1.36$
シリカ濃度	6.5%
上載荷重	45kPa
使用機械	$\mu$ RS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	2.8	1.361	175.4	
3層目	2.7	1.360	175.4	
4層目	2.8	1.361	175.7	
5層目	—	—	—	棄却



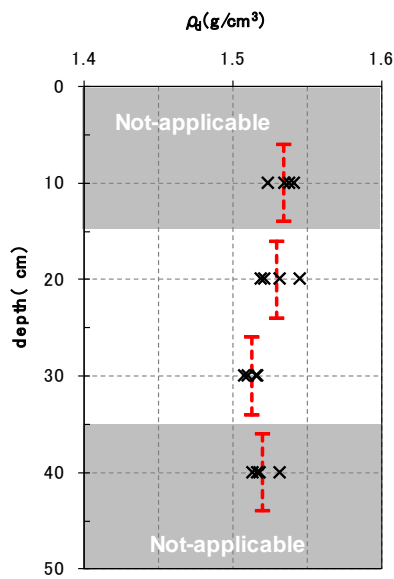
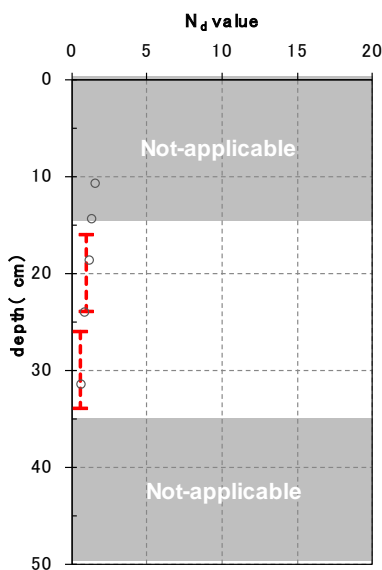
[山砂]Case2-9	
緩詰め	$D_r=100\%$ $\rho_d=1.36$
シリカ濃度	8%
上載荷重	45kPa
使用機械	$\mu$ RS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	3.7	1.354	271.1	
3層目	4.2	1.368	281.3	
4層目	4.4	1.377	287.5	
5層目	—	—	—	棄却



[山砂]Case2-10	
密詰め	$D_r=130\%$ $\rho_d=1.49$
シリカ濃度	0%
上載荷重	45kPa
使用機械	$\mu$ RS

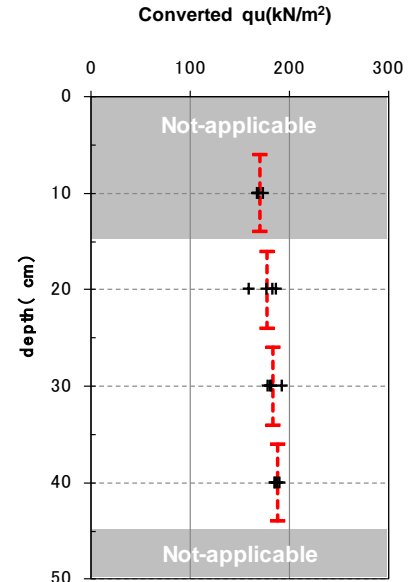
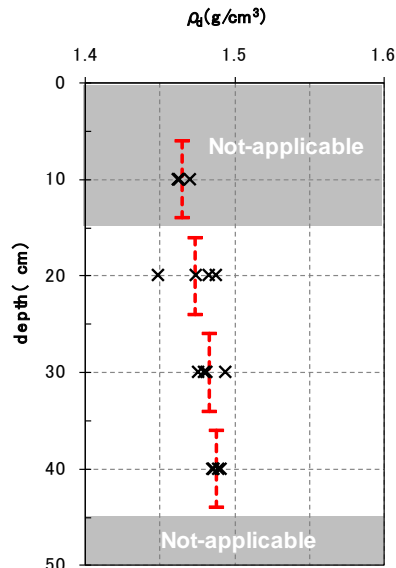
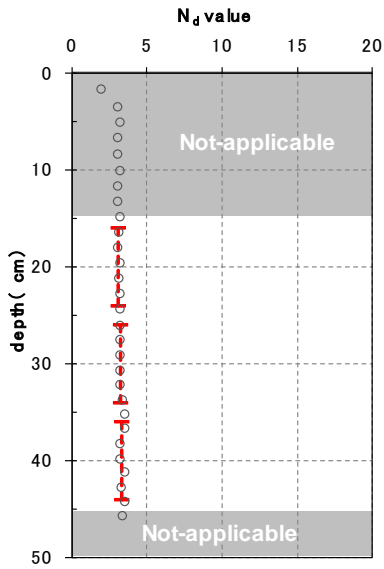
層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	1.0	1.529	0	
3層目	0.6	1.512	0	
4層目	—	—	—	棄却
5層目	—	—	—	棄却



Converted  $q_u$  : No Data

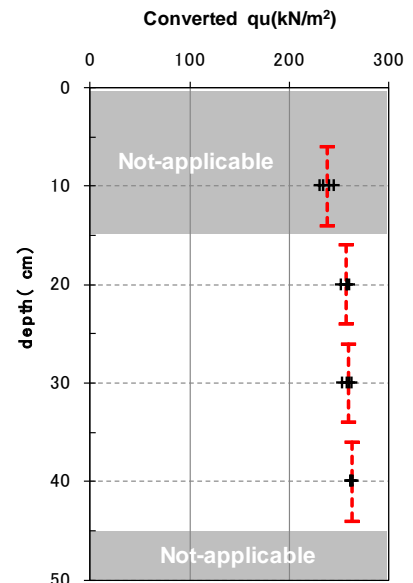
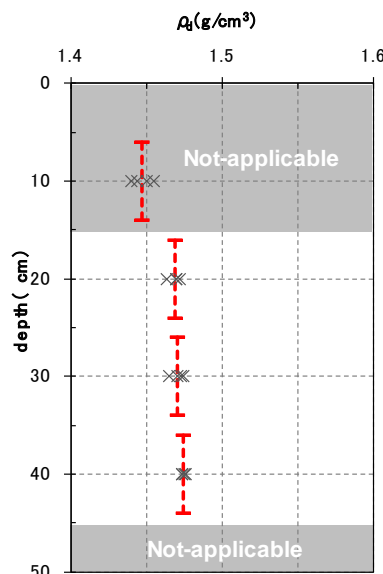
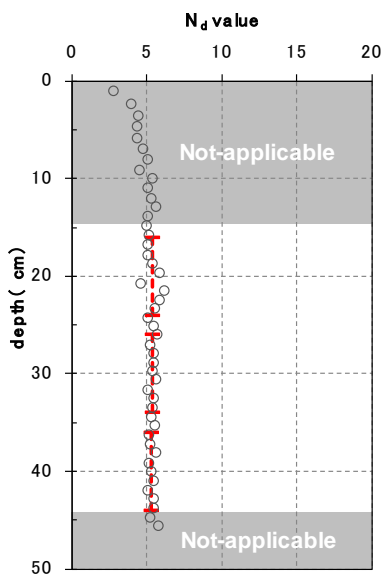
[山砂]Case2-11	
密詰め	$D_r=130\%$ $\rho_d=1.49$
シリカ濃度	5%
上載荷重	45kPa
使用機械	$\mu$ RS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	3.1	1.473	177.1	
3層目	3.2	1.482	183.7	
4層目	3.4	1.488	188.0	
5層目	—	—	—	棄却



[山砂]Case2-12	
密詰め	$D_r=130\%$ $\rho_d=1.49$
シリカ濃度	6.5%
上載荷重	45kPa
使用機械	$\mu$ RS

層	$N_d$ 値	実測 $\rho_d$ ( $g/cm^3$ )	換算 $q_u$ ( $kN/m^2$ )	備考
1層目	—	—	—	棄却
2層目	5.4	1.469	257.4	
3層目	5.4	1.471	259.1	
4層目	5.3	1.474	262.8	
5層目	—	—	—	棄却

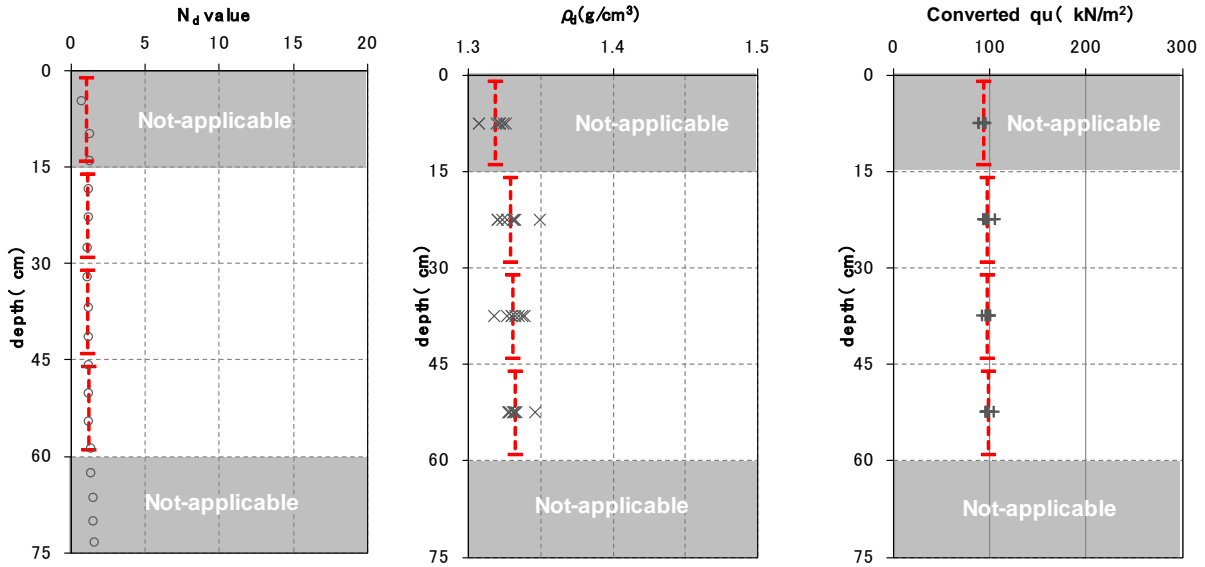


A.8 室内模型実験データ（使用機械による試験結果比較）

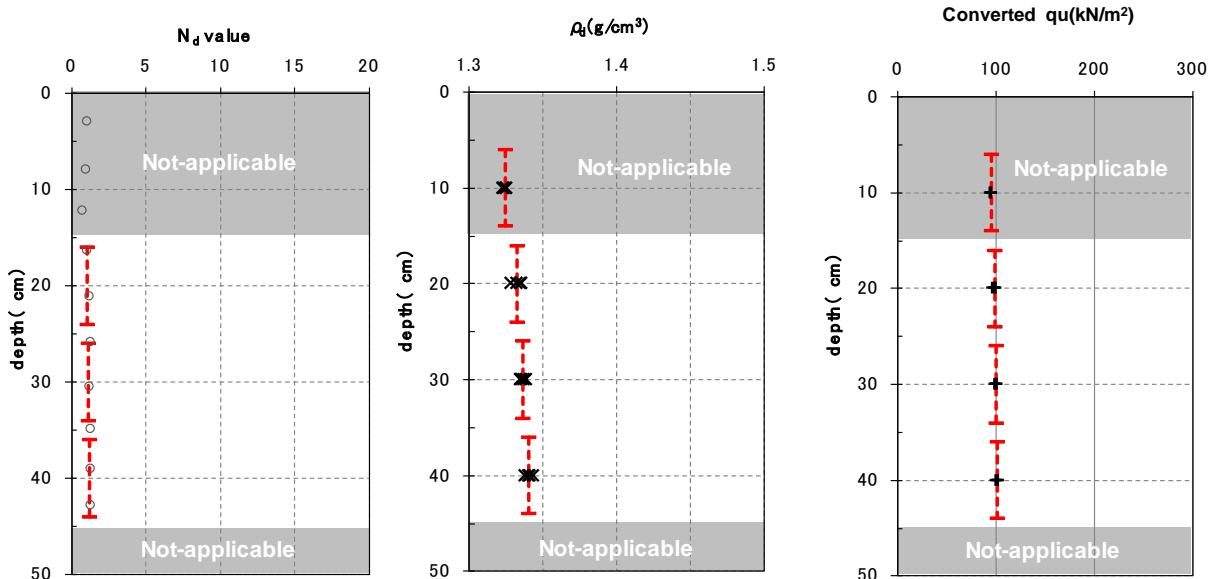
[山砂]Case2-1	
緩詰め	$D_r=100\%$ $\rho_d=1.36$
シリカ濃度	5%
上載荷重	0kPa
使用機械	MRS

シリカ濃度 5%

層	$N_d$ 値	
	MRS	$\mu$ RS
4	1.1	1.1
3	1.1	1.2
2	1.2	1.2
平均値	1.1	1.2



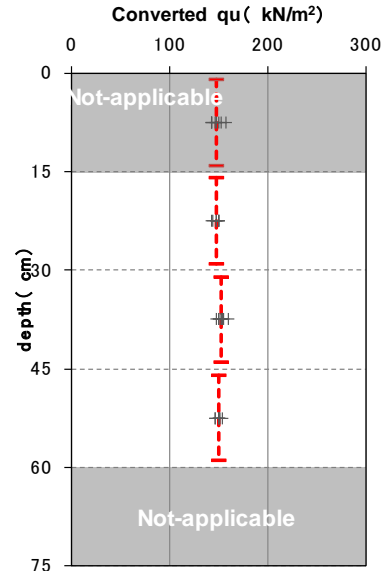
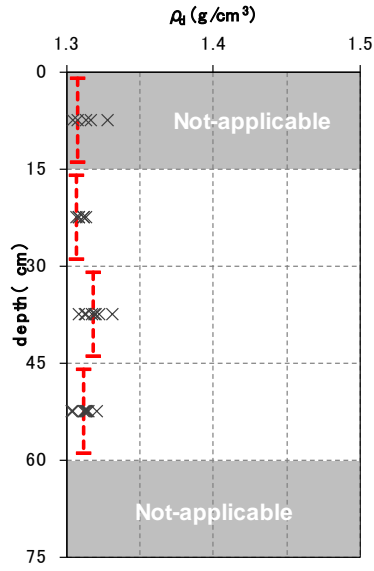
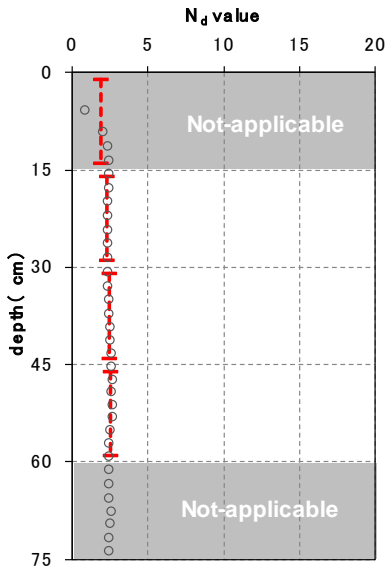
[山砂]Case2-4	
緩詰め	$D_r=100\%$ $\rho_d=1.36$
シリカ濃度	5%
上載荷重	0kPa
使用機械	$\mu$ RS



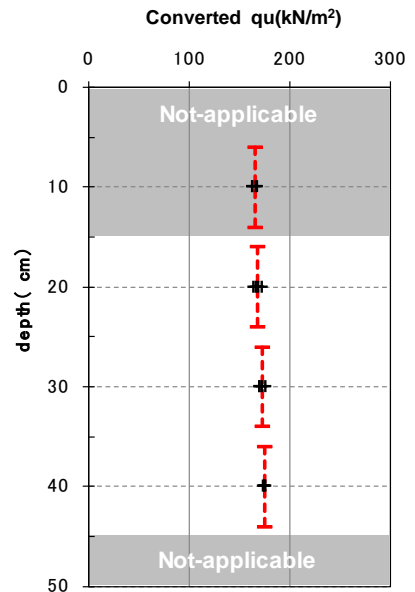
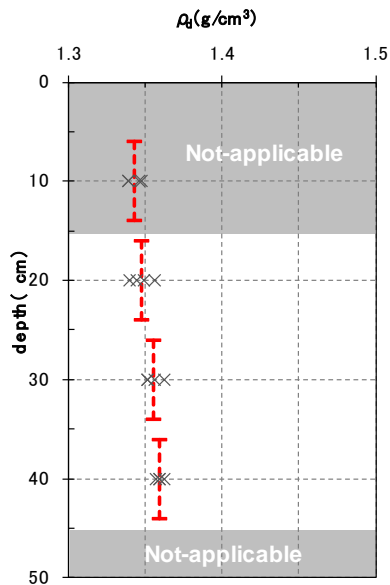
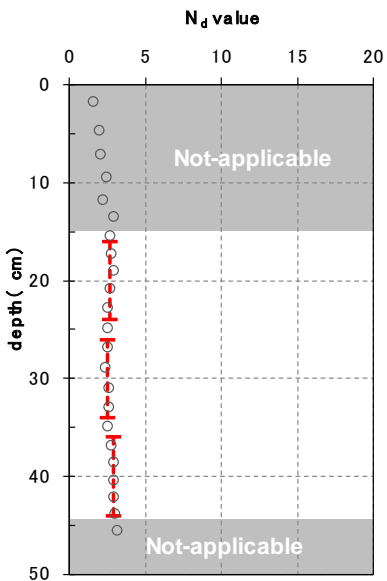
[山砂]Case2-2	
緩詰め	$D_r=100\%$ $\rho_d=1.36$
シリカ濃度	6.5%
上載荷重	0kPa
使用機械	MRS

シリカ濃度 6.5%

層	N <sub>d</sub> 値	
	MRS	μRS
4	2.3	2.6
3	2.4	2.5
2	2.5	2.9
平均値	2.4	2.7



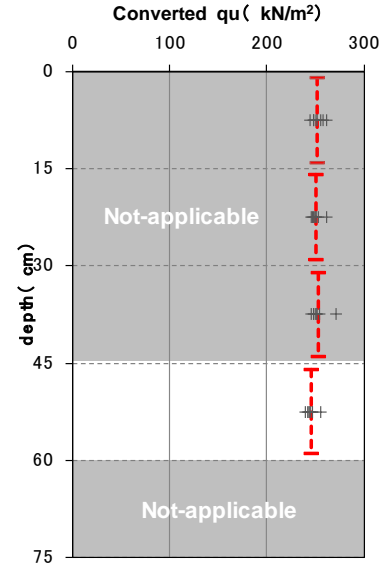
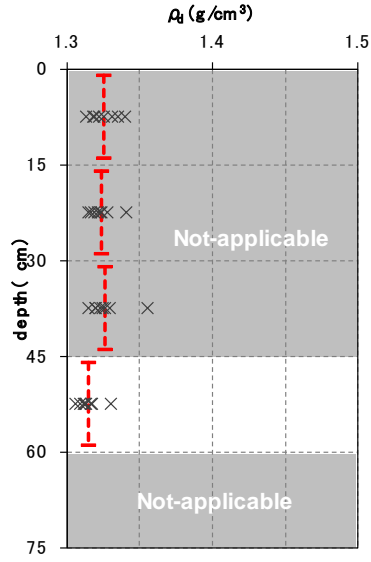
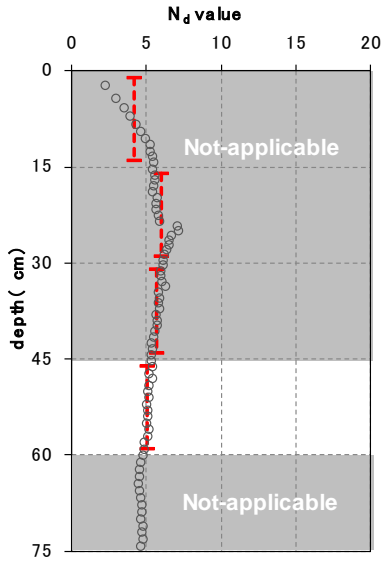
[山砂]Case2-5	
緩詰め	$D_r=100\%$ $\rho_d=1.36$
シリカ濃度	6.5%
上載荷重	0kPa
使用機械	μRS



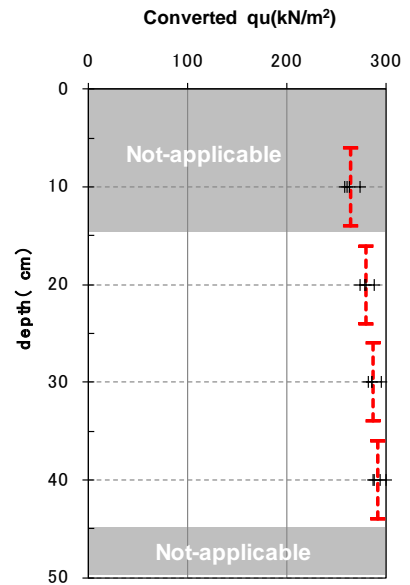
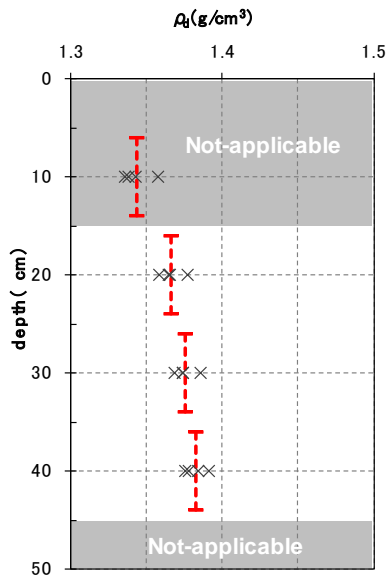
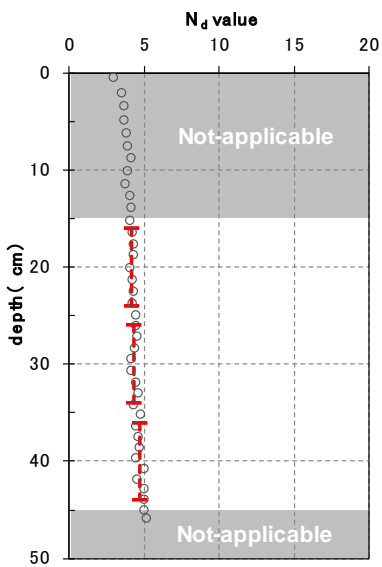
[山砂]Case2-3	
緩詰め	$D_r=100\%$ $\rho_d=1.36$
シリカ濃度	8%
上載荷重	0kPa
使用機械	MRS

シリカ濃度 8%

層	N <sub>d</sub> 値	
	MRS	μRS
4	-	4.2
3	-	4.3
2	5.1	4.7
平均値	5.1	4.4



[山砂]Case2-6	
緩詰め	$D_r=100\%$ $\rho_d=1.36$
シリカ濃度	8%
上載荷重	0kPa
使用機械	μRS



港湾空港技術研究所資料 No.1366

2020.2

編集兼発行人 国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所

発行所 港湾空港技術研究所  
横須賀市長瀬3丁目1番1号  
TEL. 046(844)5040 URL. <http://www.pari.go.jp/>

印刷所 株式会社シーケン

Copyright © (2019) by MPAT

All rights reserved. No part of this book must be reproduced by any means without the written permission of the President of MPAT

この資料は、海上・港湾・航空技術研究所理事長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部または一部の転載、複写は海上・港湾・航空技術研究所理事長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。





古紙配合率70%再生紙を使用しています