

港 灣 技 研 資 料

TECHNICAL NOTE OF
PORT AND HARBOUR TECHNICAL RESEARCH INSTITUTE
MINISTRY OF TRANSPORTATION, JAPAN

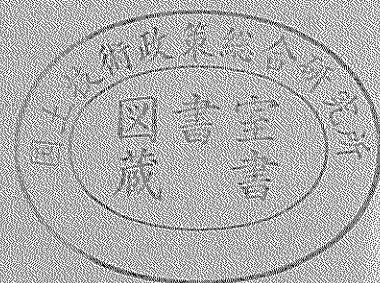
No. 6 March, 1964

プレバックド・コンクリート工法に関する

資料調査報告(第2報) 赤塚 雄三 佐藤 善一

昭和39年3月

運輸省港湾技術研究所



序

我が国の港湾構造物の施工にプレパックド・コンクリート工法が導入されたのは1954年秋着工の横浜港山下棧橋および門司港田ノ浦岸壁工事を以て嚆矢とし、爾来既に9年余の年月を重ねている。この間における本工法の研究成果は相当の水準に達し、また港湾工事における施工例は数百におよび、その水中コンクリート施工法としての絶対的な価値は関係技術者の間で広く認識されるに至っている。

プレパックド・コンクリート工法の応用面は広範囲に亘り、水中コンクリート工事に限らず、コンクリート構造物の補修や補強工事、トンネル覆工の裏込め注入工事、ダムや河川の止水工事などにも極めて有利に適用されるが、工法の長所を充分に發揮させて工事費の節減を期するためには、注入モルタルおよびプレパックド・コンクリートの諸特性を充分に考慮に入れた特別の設計および施工管理を行なう必要がある。本書はこの点で設計および施工担当技術者の要望に応え得る内容を盛つたものである。

著者の一人、赤塚君は港湾技術研究所において多年に亘つて、プレパックド・コンクリート工法に関する研究に専念し、注入モルタルならびにプレパックド・コンクリートの諸特性を明らかにし、その配合設計に合理的な一つの体系を与えて来た。また、佐藤君は、永年の間港湾工事の施工現場に臨み、コンクリート材料の試験や施工管理に多くの経験を積み、特にプレパックド・コンクリートの設計および施工についての造詣が深い。本書は研究所および施工現場を背景とした技術者が協力してプレパックド・コンクリート工法に関する膨大な文献、資料を整理し、これに最新の研究成果を加えて同工法を体系づけたもので、その内容は、工法の説明に始まって、使用材料選択の規準、諸材料試験方法、注入モルタルおよびプレパックド・コンクリートの諸性質、注入モルタルの配合設計法、プレパックド・コンクリートの施工方法および施工管理の各章を詳説し、工法全般に亘っている。

本書の特色とする所は、既往の文献、資料の調査を極めて細心に行ない、重要な問題点の叙述に当つては必ず原典の所在を明示して、読者の原典参照の便を計つた事にあると思われる。これが、単なる引用に終らず、各章節に亘つて詳細な説明が加えられているので、現場の設計および施工管理担当の技術者には良好な指針となるものと考えられる。本書の他の特長は、ある種の問題については断定的な叙述を避けている事であろう。これはその問題が未だ解決されるに至らず、あるいは多くの説に分かれている事を示すもので、今後の研究の発展と施工実績を積み重ねる事によつて解決されるべきもので、後進の指導書としても益する所が大きい事を示唆している。

本書が港湾建設工事、ひいては我が国の産業の発展に資する所が多ければ著者らと共にその喜びを頌ち度い。

1963年12月

岡 部 保
運輸省港湾局計画課長

著 者 序

本報告は既報の“プレパックド・コンクリート工法に関する資料調査報告（第一報・文献目録）”に引続いて、主として第一報に収録した150篇余の資料について調査を進め、工法上特に有意義と考えられるものを抽出し、その内容を組織的に整理して取纏めたものである。すなわち、これらの資料をその内容に応じて10章のグループに大別し、更に必要に応じて幾つかの項目に細分し、それぞれのグループに分類された諸資料について検討し、その最大公約数を取纏めたものである。

もとより、これらの限られた資料で取扱われている課題は必ずしも工法上重要と考えられる諸点のすべてを網羅しているとは限らず、また上述の収録文献（1963年6月以前に発表されたもの）以外にもその後の調査によつてその存在が明らかにされたもの、1963年7月以後に発表されたものもある。本報告ではこの点を考慮して、第一報に未収録の分についてはこれを追録すると共に、既報の諸文献によつて取扱われていない課題、たとえば、注入モルタルの配合設計法などについては、著者らの実験資料（未発表）を収録してこれを補った。

本報告の目的は港湾コンクリート構造物の施工方法として最も有用なプレパックド・コンクリート工法について、多くの研究者および技術者によつて明らかにされた諸点を利用し易い形に纏め、港湾構造物の設計、施工に本工法を適用せんとする技術者に参考資料を提出する事にある。

現在、港湾技術研究所ではプレパックド・コンクリート工法に関する調査研究の一環として、北海道開発局、伊勢湾港湾建設部および第1～第4港湾建設局の協力を得て、全国の諸港湾における本工法の施工例について実態調査を実施中である。その結果の発表形式については未定であるが、港湾プレパックド・コンクリート構造物集覧（仮題）の形で発表する事になるものと思われる。これを仮に資料調査報告・第三報とすれば、第一報より第三報までの3部を併せて見る事によつて、プレパックド・コンクリート工法はかなり明らかにされるものと思われる。

1963年12月

赤 塚 雄 三
佐 藤 善 一
港 湾 技 術 研 究 所
材 料 施 工 研 究 室

Prepacked Concrete

(Report of Investigation on Publications on Prepacked Concrete)

by Yuzo Akatsuka, B. Sc., M. Sc.⌘

Zenichi Sato⌘

This is the second report of investigation on publications on prepacked concrete. The first has appeared 1963 on Technical Note No. 3 of PHTRI, as a preliminary report, providing the list of one hundred and sixty-nine publications on prepacked concrete and the related subjects.

This report is designed as a guide to the practicing engineer in employing prepacked concrete for a given structure. This is a descriptive text in which sufficient information is provided so that he can intelligently understand the many factors on the proportioning, production, testing and control of prepacked concrete. Much of this information has appeared in the publications mentioned above but has been selected and condensed here to make it more useful to the practicing engineer. It covers various subjects on prepacked concrete in the following sequence :

1. Summarized Explanation of Prepacked Concrete
2. Prepacked Concrete Materials
3. Test Methods of Materials
4. Test Methods on Intrusion Mortar
5. Test Methods on Prepacked Concrete
6. Properties of Intrusion Mortar
7. Properties of Prepacked Concrete
8. Proportioning of Intrusion Mortar
9. Manufacturing and Grouting of Intrusion Mortar, Form Works, Typical Techniques for Mortar Leakage
10. Typical Applications for Various Structures, Inspection and Control of Prepacked Concrete Works, Inspection Records and Reports

A list of selected references is given in an appendix, classified by subject. Throughout the text, references to sources of data or suggestions as to materials for further study are made by use of numbers in brackets, which numbers refer to the corresponding bibliographical item in the appendix.

⌘ Research Engineer, Materials Laboratory, Soil and Structure Division

目 次

序	11
著 者 序	2
§ 1 プレパックド・コンクリート工法の概要	7
§ 2 プレパックド・コンクリート材料	7
2.1 セメント	8
2.2 フライアッシュ	8
2.3 細骨材	9
2.4 混和剤	9
2.5 水	10
2.6 粗骨材	10
§ 3 材料試験方法	10
3.1 セメント	11
3.2 フライアッシュ	11
3.3 細骨材	11
3.4 混和剤	11
3.5 水	11
3.6 粗骨材	11
§ 4 注入モルタルの試験方法	12
4.1 港湾技術研究所試案	12
(1) 試験用注入モルタルの練り混ぜ方法	12
(2) 流動性試験方法	13
(3) 保水性試験方法	14
(4) ブリージング率試験方法	15
(5) 単位容積重量および空気量試験方法	16
(6) 凝結試験方法	17
(7) 強度試験方法	17
4.2 土木学会第一次試案	18
(1) 注入モルタルのコンシステンシー試験方法	18
(2) 注入モルタルのブリージング率および膨脹率試験方法	19
4.3 プレパクト・コンクリート一般仕様書（抜萃）	19
(1) アルフェシルおよびイントルージョン・エイドの試験のための注入モルタルの練り混ぜ方法	19
(2) 注入モルタルのコンシステンシー試験方法	21
(3) 注入モルタルの保水性試験方法	22
(4) イントルージョン・エイドを含む注入モルタルの膨脹率試験方法	23
(5) 注入モルタルの凝結時間試験方法	23
(6) 注入モルタルの圧縮強度試験方法	23

§5	プレパックド・コンクリートの試験方法	24
5.1	港湾技術研究所試案	
	"プレパックド・コンクリートの圧縮強度試験方法"	24
5.2	土木学会第一次試案	
	"プレパックド・コンクリートの強度試験方法"	25
5.3	プレパクト・コンクリート一般仕様書(抜萃)	
	"プレパクト・コンクリート供試体製作方法"	25
§6	注入モルタルの諸性質	27
6.1	流動性について	27
6.1.1	練り混ぜ方法の影響	27
6.1.2	配合比の変化の影響	27
6.1.3	細骨材の粒度の影響	30
6.1.4	セメントの風化の影響	30
6.2	膨脹率について	30
6.2.1	アルミニウム粉末の形状と粉末度の影響	30
6.2.2	アルミニウム粉末酸化の影響	31
6.2.3	温度の影響	31
6.2.4	その他の諸要素の影響	32
6.3	ブリージング率について	34
6.3.1	配合比の変化の影響	34
6.3.2	セメントおよびフライアッシュの影響	34
6.4	保水性について	35
6.5	凝結時間について	37
6.6	強度について	38
6.6.1	使用材料の影響	38
6.6.2	配合比の変化の影響	40
§7	プレパックド・コンクリートの諸性質	42
7.1	圧縮強度	42
7.2	曲げ強度	43
7.3	旧コンクリートとの付着強度	44
7.4	乾燥収縮	45
7.5	耐久性	45
§8	注入モルタルの配合設計	47
	配合設計の一例	48
§9	プレパックド・コンクリートの施工	52
9.1	練り混ぜおよび注入について	52
9.1.1	施工順序	52
9.1.2	施工機械	53
9.1.3	粗骨材の投入	54

9.1.4	注入管の建込み	54
9.1.5	注入モルタルの練り混ぜ	55
9.1.6	注 入	56
	(1) 注 入 作 業	56
	(2) 打上り面の処理	57
9.2	型枠工について	57
9.2.1	型 枠	57
9.2.2	モルタルの注入圧力および型枠に作用する圧力	58
	(1) 堀松氏の提案する式	58
	(2) 杉木, 堀松両氏の提案する式	58
	(3) 粗骨材填充時およびモルタル注入時に受ける型枠の側圧	59
9.2.3	使用型枠例	59
	(1) 木 製 型 枠	59
	(2) 鋼 製 型 枠	60
	(3) その他の型枠例	60
9.3	漏洩防止について	62
	施 工 例	62
	(1) 高知港防波堤工事	62
	(2) 三重県東黒部海岸堤防工事	62
	(3) 小倉港高浜物揚場工事	64
	(4) 小倉港紫川物揚場工事	64
	(5) 由比漁港防波堤工事	65
	(6) 門司港田ノ浦第二岸壁工事	65
§10	施工例, 施工管理および工事報告	65
10.1	施 工 例	65
10.1.1	鉄筋コンクリートおよびマスコンクリートの水中施工	65
	(1) 岸壁, 物揚場, 防波堤などの場所打	65
	(2) 中詰, 基礎コンクリートの場所打	66
10.1.2	部材またはブロックの水中結合	66
	(1) 矢板柵と脚槽との結合	66
	(2) セルラー・ブロックの結合	67
	(3) 基礎杭と脚槽との結合	67
	(4) 橋脚部材の結合	69
	(5) 橋脚, 橋桁補修	69
10.1.3	杭または矢板の場所打	69
10.1.4	地盤への注入安定化	69
10.2	施工例と注入モルタルの配合	70
10.3	施 工 管 理	70
10.4	工事報告および調査	71

プレパックド・コンクリート工法

＝プレパックド・コンクリート工法に 関する資料調査報告（第二報）＝

赤 塚 雄 三*
佐 藤 善 一*

§ 1 プレパックド・コンクリート工法の概要

プレパックド・コンクリート工法は型枠もしくは施工個所に予め粗骨材を填充し、その間隙に特殊な性状のモルタルを注入してコンクリート体を形成する方法で、コンクリートの特殊施工方法の一つである。本工法に用いるモルタルは一般に注入モルタルとして知られ、セメント、フライアッシュ、砂、混和剤および水を適度な割合で混合したもので、流動性が大きく、適度な膨脹性を有し、材料分離が少く、かつ硬化後所要の強度を発揮するものでなければならない。混和剤としてはある種のセメント分散剤とアルミニウム粉末を用いる場合が多いが、特に特許混和剤であるイントルージョン・エイド (Intrusion Aid) を使用している例も少くない。イントルージョン・エイドを使用したプレパックド・コンクリートは一般にプレバクト・コンクリートと呼ばれている。

注入工法はダムやトンネル工事における止水工法として我が国でも古くから行なわれて来たものであるが、コンクリートの特殊施工法としての歴史は比較的浅い。本工法の我が国における最初の適用例は神奈川県道志ダム建設工事におけるコファードダム (Cofferdam) の建設で、1954年3月に着工し7月に完成した。港湾工事では横浜港高島棧橋および門司港の田ノ浦岸壁が本工法により1954年12月頃相前後して着工され、後者は翌年3月完成した。

プレパックド・コンクリートはこれらの構造物の他、既設コンクリート構造物の補修、復旧工事にも盛んに用いられていたが、特に水中コンクリート工法としての長所を発揮し、従来の工法では施工困難と考えられていた分野にも適用され、技術的にも経済的にも満足すべき成果を示している。

本工法が最も効果的に用いられる工事としては岸壁、護岸、棧橋、橋脚、ケーソン、ウエル、場所打杭、ケーソンの中詰などの水中コンクリート工事、コンクリートまたは石造構造物の復旧、補修工事、地盤安定、遮水壁、トンネルの裏込めなどの注入工事のように極めて広範囲に亘っている。

プレパックド・コンクリート工法では粗骨材と注入モルタルとを分離して用いる所から、粗骨材の最寸大法は普通コンクリートの場合ほど制約されず、粗骨材の単位使用量はコンクリート容積と等しく、また単位セメント量も比較的少い。混合、運搬設備としてはモルタル・ミキサ、ポンプおよび配管のみに限られ、比較的経済的に設置され得る。他方、型枠工やモルタル漏洩防止工などには普通コンクリートに対する以上の入念な施工が要求される。このように本工法はかなり広範囲に適用され、経済効果も満足すべきものではあるが、コンクリートの打上り高さに伴う品質の不均一性など、今後解決されるべき問題点も多い。

§ 2 プレパックド・コンクリート材料

プレパックド・コンクリートに用いられる材料は普通コンクリートに使用される諸材料と同じく、セメント、フライアッシュ、砂、混和剤、水および砂利などで、各材料はそれぞれの日本工業規格 (JIS) もしくはこれ

* 構造部，材料施工研究室

に相当する規準に合格する品質を備えたものでなければならない^(c-09)。

2.1 セメント

一般に普通ポルトランドセメント (JIS R 5210) を用いている例が多いが、早強ポルトランドセメント (JIS R 5210)、高炉セメント (JIS R 5211)、フライアッシュセメント (JIS R 5213) などを用いた例もあり、最近では混合セメント、特にフライアッシュセメント (BないしC種) を用いて良好な結果を得ると共に計量設備の簡易化、労力節減などの経済効果を挙げている例も少ない。^(c-11)

2.2 フライアッシュ

フライアッシュの規格 (JIS A 6201) に合格するものを使用する。フライアッシュ以外のボゾラン、例えば、高炉スラグや鉱石微粉末などを用いる場合には予め試験を行ない、少なくともフライアッシュの規格に合格する品質を備えたものである事を確認する必要がある。プレパクト・コンクリートでは混和材料としてアルフェシル (Alfesil) を用いている場合もあるが、これはフライアッシュに相当するもので両者の規格を比較すると表-2.1 に示す通りである。

表-2.1 フライアッシュとアルフェシルとの比較

項 目	フライアッシュ規格 (JIS A 6201)	アルフェシル規準 (ピ レパクト社) ⁽²⁰²⁾	我が国のフライアッシュ の品質大要 ⁽²⁰³⁾	
粉 末 度	ブレン値 cm ² /gr	2,700以上	2,800以上	2,920~3,910
比 重	1.2mm フルイに留 る量 (%)	—	0	—
	0.04+mm フルイに 留る量 (%)	25以下	12以下	1.7~20.7
含 水 量 (%)	1.95以上	2.3以上	2.00~2.40	
灼 熱 減 量 (%)	1以下	2以下	0.1~0.5	
SiO ₂ (%)	5以下	5以下	0.1~2.7	
Fe ₂ O ₃ (%)	45以上	45以上	48~63	
CaO (%)	—	—	3.8~9.0	
Al ₂ O ₃ (%)	—	—	1.6~9.8	
MgO (%)	—	15以上	24~29	
SO ₃ (%)	—	3以下	0.6~2.1	
安 定 性	—	(注-1)	—	
単 位 水 量 比	100以下	(注-2)	92~98	
圧縮強度比 (%)	σ_7	—	56kg/cm ² (注-3)	—
	σ_{28}	63以上	—	64~87
	σ_{91}	80以上	—	78~107
	σ_{180}	—	—	91~121

(注-1) ポルトランドセメント 2 : アルフェシル 1 (重量比) の割合で混合し、標準軟度のコンシステンシーが得られるように水セメント比を定めた配合のペーストを用いて製作した供試体のオートクレーブ膨張試験による膨張率はセメントだけのものよりも小さくなければならない。また供試体にはこの試験の過程でソリ、ヒビワレ、クボミなどが生じてはならない。

(注-2) ポルトランドセメント 2 : アルフェシル 1 : 標準砂 3 (重量比) の割合で混合し、流出時間が18±0.5秒となるように定めた場合の水セメント比は、ポルトランドセメント 3 : 標準砂 3 で混合し同じ流出時間となるように定めた場合の水セメント比より3%以上多くてはならない。

(注-3) 石灰反応試験による7日強度

2.3 細骨材

プレパクド・コンクリートに用いる細骨材は、粒度に関する規定を除いて、土木学会制定無筋コンクリート標準示方書3節細骨材の規定⁽²⁰⁵⁾に合致する品質を備えたものでなければならない。粒度は大小粒が適度に混合しているもので、一般に1.2mm篩をほとんど通り、0.074mm篩を少量通過する程度のものが用いられ、表-2.2の範囲を標準としている。

表-2.2 細骨材の粒度範囲

篩の呼び寸法 mm	篩を通過するものの重量百分率 (%)		
	土木学会案 ⁽²¹²⁾	運輸省案 ⁽²¹³⁾	プレパクト・コンクリート ⁽²⁰²⁾
2.5	100	100	100
1.2	90~100	90~100	95~100
0.6	60~85	60~85	55~80
0.3	20~50	20~50	30~50
0.15	5~30	5~30	10~30
0.074	0~15	0~10	0~10
F. M.	2.25~1.35	2.25~1.35	2.10~1.40

2.4 混和剤

セメント分散剤とアルミニウム粉末の混合物もしくはイントルージョン・エイド (Intrusion Aid; 特許混和剤) を用いる。セメント分散剤およびアルミニウム粉末はその種類によつて必ずしも効果があるもののみとは限らないので、使用に先立つて試験を行ない、その効果を確認する事が極めて大切である。⁽²⁰⁴⁾⁽²⁰⁵⁾

セメント分散剤についての規格は未だ制定されていないが、これに相当する規準として土木学会 AE 剤規格案⁽²⁰⁶⁾および米園材料試験協会規格 (ASTM)⁽²⁰⁷⁾があり両者に合格する品質のものである事が望ましい。

アルミニウム粉末はその品質が特に注入モルタルの膨脹率を左右するものであり、粒形が鱗片状で、その粉末度は0.074mm篩を100%通過するものでなければならない。

イントルージョン・エイドを使用する場合のプレパクド・コンクリートの施工は特許混和剤の施工権を有する特定の建設業者に委ねられる。我が国では清水および西松建設KKが施工権を所有している。イントルージョン・エイドの品質はプレパクト・コンクリート一般仕様書の規準に合格するものでなければならない。

表-2.3 にアルミニウム粉末の品質と注入モルタルの膨脹率との関係についての試験結果の一例を示す。

表-2.3 ガス発生剤としての各種アルミニウム粉末の比較⁽²⁰⁵⁾

形状	粉末度 mesh	油脂分 (%)	膨脹率 (%)		備考
			C×0.01%	C×0.02%	
鱗片状	100	1.5~1.8	0.7	4.0	材料 第1セメント社普通ポルトランドセメント 日本セメント社 フライアッシュ 豊浦標準砂 各社アルミニウム粉末 配合 C : F : S : W = 1 : 1 : 2 : 0.97 練り混ぜ : ASTM C 305 による
〃	150	0.6~0.7	0.3	2.3	
〃	150	2.5	1.0	4.5	
〃	200	1.8~2.0	2.0	5.1	
〃	200	3.0	0.9	5.6	
〃	280	4.0	2.0	5.0	

形 状	粉末度 mesh	油脂分 (%)	膨 張 率 (%)		備 考
			C×0.01%	C×0.02%	
鱗 片 状	300	1.5	1.2	5.6	膨張率：1φメスシリンダーによる測定 mesh：mm（フルイ寸法） 100=0.149 140=0.105 170=0.088 200=0.074 230=0.063 270=0.053 325=0.044 450=0.037
”	300	4.0	1.3	5.2	
”	325	4.5	1.1	5.6	
”	500	5.0	0.5	5.3	
針 状	90~150	0.5以下	膨張せず	膨張せず	
”	150	0.5 ”	”	”	
粒 状	20	0.2 ”	”	”	
”	200	0.2 ”	”	”	
アトマイズド	200	な し	”	”	
”	200	”	”	”	
”	325	”	”	”	

2.5 水

プレパックド・コンクリートに用いる水は原則として、土木学会制定無筋コンクリート標準示方書2節水⁽²⁰⁸⁾の規定に適合するものでなければならない。その性質について疑ひのある時はこの水を用いて注入モルタルの強度試験を行ない、これを清浄な水を用いた注入モルタルの強度と比較して使用の可否を定める。

海水については、海岸工事で淡水が得難く、責任技術者の承認を得て使用し、施工作业ならびに施工後のコンクリートに異常な点が認められなかつた例⁽²¹⁰⁾があり、また汚濁されていない海水が淡水と比較して特に悪いという条件もない事を示す実験結果⁽²¹¹⁾も報告されている。一般に海水を使用する場合には注入モルタルの凝結時間が多少短縮されるので、注入作業の施工管理上特にこの点に注意を払う必要がある。

2.6 粗 骨 材

プレパックド・コンクリートに用いる粗骨材は、粒度に関する規定を除いて、土木学会制定の無筋コンクリート標準示方書4節粗骨材⁽²⁰⁸⁾の規定に適合するものでなければならない。粒度は大小粒が適度に混合しているもので、最小寸法^(注)は、15mm、最大寸法は部材最小寸法の $\frac{1}{4}$ 以下（鉄筋使用の場合には鉄筋最小間隔の $\frac{2}{3}$ 以下）とする。

（注）粗骨材の最小寸法：重量で100%留る篩のうち最大寸法の篩目の開きで示される粗骨材の寸法をいう。従つて粗骨材の最小寸法を15mmとする場合には呼び寸法15mmの篩を通過するものが含まれてはならない。

§3 材料試験方法

プレパックド・コンクリートに用いる諸材料の品質について疑問のある場合には、その使用に先立つて試験を行ない、それぞれの規格または規準に適合するかどうかを確認しなければならない。また配合設計を適確に行ない、所要の品質を備えた注入モルタルを得るためにも、各材料の試験を行ない、その物理的性質を調べる必要がある。セメント、フライアッシュ、砂、砂利に関しては、日本工業規格にそれぞれの標準試験方法が定められて居り、これらの試験方法によるのが適当である。

しかし、セメント分散剤、発泡剤としてのアルミニウム粉末、および混合水としての水に関しては、相当する試験方法の規格が未だ確定されず、僅かにAE剤に関する土木学会の規格案（1958）がセメント分散剤の試験の

一部に適用し得るのみである。これらの材料に関しては、必ずしも完全な方法とは云い難いが、外国の試験方法規格を準用し、あるいは標準材料との比較試験を行なつて供試材料の性質を判定するののも一つの方法である。

以下に関連試験方法の規格、規格案、および一般に採用されている試験方法を列記する。

3.1 セメント

JIS R 5201 セメントの物理試験方法

3.2 フライアッシュ

JIS A 6201 フライアッシュ

3.3 細骨材

- | | |
|---------------|------------|
| 1. 比重および吸水量試験 | JIS A 1109 |
| 2. 表面水量試験 | JIS A 1111 |
| 3. フルイ分ケ試験 | JIS A 1102 |
| 4. 洗い試験 | JIS A 1103 |
| 5. 単位容積重量試験 | JIS A 1104 |
| 6. 有機不純物試験 | JIS A 1105 |
| 7. 安定性試験 | JIS A 1122 |
| 8. 吸水率試験 | (注一1) |

3.4 混和剤

1. セメント分散剤

土木学会A E 剤規格案 (土木学会規準27章)⁽²⁰⁶⁾

A S T M C 494—62 T⁽²⁰⁷⁾

2. アルミニウム粉末

注入モルタルの膨脹率試験を行なう。アルミニウム粉末の使用量がセメントとフライアッシュの使用量の0.01~0.02% (重量比) の場合の注入モルタル膨脹率が、常温のもとで5~10%程度となると、供試アルミニウム粉末の品質は適当なものと考えてよい。⁽²⁰⁸⁾

3.5 水

飲料に供し得る清浄な水との比較試験を行なう。清水と問題の水とのそれぞれを用いて練り混ぜた注入モルタル供試体について凝結試験および強度試験を行ない、両者がほぼ同等な結果を示す場合、問題の水はこれを使用して差支えないものとする。

3.6 粗骨材

- | | |
|-----------------|--------------------|
| 1. 比重および吸水量試験 | JIS A 1109 |
| 2. フルイ分ケ試験 | JIS A 1102 |
| 3. 安定性試験 | JIS A 1122 |
| 4. 単位容積重量試験 | JIS A 1104 |
| 5. スリヘリ試験 | JIS A 1120, A 1121 |
| 6. 吸水率および表面水量試験 | (注一1) |
| 7. 空隙率試験 | (注一2) |

(注一1) 吸水率および表面水量試験

標準方法は未定であり、一般に次のような方法が行なわれている。乾燥あるいは湿润状態の試料を採取し、これを正確に秤量する。試料の量および秤量方法は JIS A 1109 による。秤量を終えた試料を 110°C の温度で 24-

(時間乾燥して炉乾燥状態とし、これを常温まで冷した後再び秤量する。炉乾燥による重量減少と、JIS A 1109
 によって求めた吸水量とから吸水率もしくは表面水量を算出する。

$$\text{重量減少百分率 } q' = \frac{W_m - W_a}{W_a} \times 100 (\%)$$

吸水量: q (%)

炉乾燥前試料重量; W_m (gr)

炉乾燥後試料重量; W_a (gr)

試料が乾燥状態 ($q > q'$) の場合

吸水率 = $q - q'$ (%)

試料が湿润状態 ($q < q'$) の場合

表面水量 = $q' - q$ (%)

(注—2) 空隙率試験

標準方法は未定であり、一般に次のような方法が行なわれている。

① 単位容積重量と吸水率を用いる方法

$$\text{空隙率} = 100 - (100 + q - q') \cdot W / \rho (\%)$$

$q - q'$ = 吸水率 (%)

W = 単位容積重量 (kg/ℓ)

ρ = 比重

② 単位容積重量試験と類似した方法

表面乾燥飽和状態の試料を用いて、その試料を容器に満たした状態に保つたまま、これに静かに水を注ぎ、試料の間隙を水で置き換え、これによる重量増加を測定する。空隙率は次式で求められる。

$$\text{空隙率} = \frac{\Delta W}{V} \times 100 (\%)$$

ΔW = 間隙填充に要した水の容積 (ℓ)

V = 単位容積重量試験容器の容積 (ℓ)

§ 4 注入モルタルの試験方法

注入モルタルの試験方法に関しては未だ標準方法が確定されず、幾つかの方法が提案され、これらの案について土木学会コンクリート委員会において標準方法制定のため審議を重ねている段階である。提案されている主な方法は港湾技術研究所試案⁽⁴⁰⁶⁾ および土木学会第一次試案 (PCグラウト試験方法を修正した案)⁽²¹²⁾ などである。また、プレパクト・コンクリート一般仕様書に規定された注入モルタルの試験方法⁽²⁰²⁾ は、上述の審議の対象とはなっていないが、参考資料として重要な意味を有する。以下にこれらの諸方法を各試験項目別に紹介する。

4.1 港湾技術研究所試案

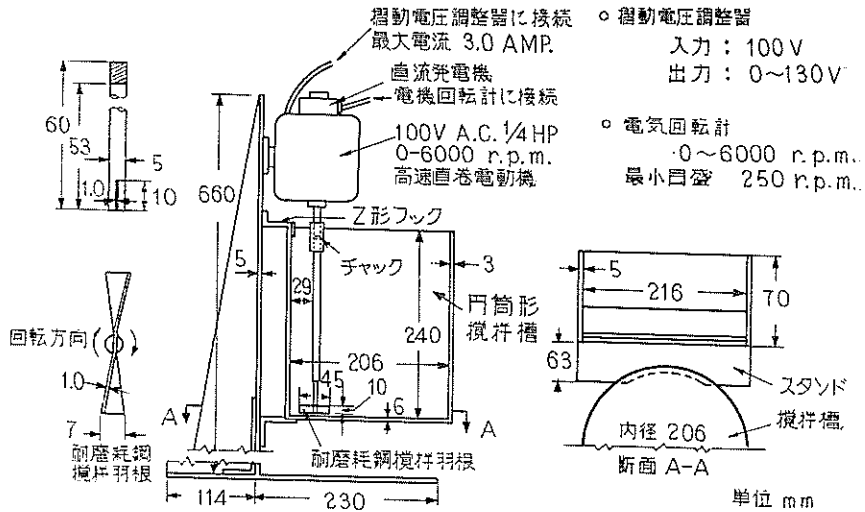
(1) 試験用注入モルタルの練り混ぜ方法

1.1 適用範囲

この練り混ぜ方法は試験用注入モルタル・ミキサを用いて行なう注入モルタルの練り混ぜ方法に適用する。

1.2 試験用注入モルタル・ミキサ

試験用注入モルタル・ミキサは図—4.1 に示したような形状および寸法を備えたミキサでなければならない。



試験用注入モルタル・ミキサ（遷研改良型）

図-4. 1

攪拌羽根は耐摩耗鋼製で、回転軸に確実にネジ止めでき、かつ容易に取外し得るものでなければならない。電動機は直流発電機を内蔵した1/4HPの高速直巻電動機で、負荷時の回転数は6,000 r.p.m.以上とする。直流発電機の回転数は電動機の回転数と一致し、直流発電機に接続された電気回転計に指示される機構を備える事を必要とする。電源は摺動電圧調整器を経由して電動機に接続され、攪拌羽根の回転数の調節は電気回転計に指示された値を直続しながら摺動電圧調整器により電圧を調整して行なうものとする。

試験用注入モルタル・ミキサによる練り混ぜ量は2.5~3.5ℓ程度を適量とする。

1.3 練り混ぜ

練り混ぜを始める前に攪拌槽の内壁および攪拌羽根を濡れた布片で拭いて適当に湿らす。計量した水を攪拌槽に入れ、これにセメント分散剤を溶解し、次いで発泡剤を投入する。次に1,000 r.p.m.で攪拌を始め、直ちにセメントもしくはセメントとフライアッシュの投入を始める。投入は1分30秒に亘って徐々に行なう。投入終了後回転数を3,000 r.p.m.に上げる。攪拌を始めてから2分後に細骨材の投入を始め、これを2分間に亘って行なう。全材料の投入終了後3,000 r.p.m.で更に6分間攪拌し、合計10分間で練り混ぜを終了する。

練り混ぜを終了したら直ちに攪拌を止めて攪拌槽をスタンドより取外し、これより注入モルタルの試料を採取する。

(2) 流動性試験方法

2.1 適用範囲

この試験方法は流動性試験装置を用いた注入モルタルの流動性試験に適用する。

2.2 試験器具

流動性試験装置は漏斗、スタンド、水準器より成り、漏斗はその断面が図-4.2に示したような形状および寸法を備えたもので、漏斗上部はアルミニウム鋳製、吐出管はステンレス鋼製とする。流動性試験装置の外にストップウォッチおよび試料容器などを準備する。

2.3 試験

3.2 試験器具

保水性試験装置、水準器、東洋汙紙（一般定性用 φ15.0cm）、ストップ・ウォッチ、セメント・ナイフ、試料容器などを準備する。保水性試験装置は図4.3に示したような形状および寸法を備えた真空ポンプ、トラップ、水銀柱圧力計、および水分吸出装置より構成される。水分吸出装置は有孔板容器（内径155mm、深さ25.5mm、容量500±1cc）、汙斗（口径155mm）、3方コック、メスシリンダー（容積200cc、最小目盛り1cc）およびスタンドの各部より成る。配管はガラス管と軟質ゴム管を用いて行ない、気密でなければならない。

3.3 試験

有孔板容器に汙紙を1枚敷いて約100ccの水を注ぎ真空ポンプを作動して水を吸出する。水の滴下が終了したら3方コックを閉じてメスシリンダーを元の位置に戻し、有孔板容器の頂面を水準器を用いて水平に保持し固定する。コックを閉じたまま、真空ポンプを作動し、水銀柱圧力計の読みが50mmHgになつた所で作動を停止する。

試料を有孔板容器に満たし、セメント・ナイフで容器頂面と一致させる。次いでコックを開いて吸出を開始する。吸出を始めてから25分間に吸出された水量を0.5ccまで正確に読み取る。吸出時間中は真空ポンプを静かに作動して水銀柱圧力計の読みを常に50mmに保持する。

3.4 表示

注入モルタルの保水性は次式により算出し、吸出終了後試料中に残っている水量の吸出開始前に試料に含まれていた水量に対する百分率で表示する。

$$\text{保水性} = \frac{V_w - V_e}{V_w} \times 100 (\%)$$

$$V_s = \frac{100}{100 - a} \times \left(\frac{W_c}{\rho_c} + \frac{W_f}{\rho_f} + \frac{W_s}{\rho_s} + W_w \right) (\text{cc})$$

$$V_w = \frac{W_w}{V_s} \times 500 (\text{cc})$$

ただし ρ_c , W_c ; セメントの比重と使用量 (gr)

ρ_f , W_f ; フライアッシュの比重と使用量 (gr)

ρ_s , W_s ; 細骨材の比重と使用量 (gr)

W_w ; 水の使用量 (gr)

a ; 供試注入モルタルの空気量 (%)

V_s ; 供試注入モルタル1バッチの容積 (cc)

V_w ; 試料に含まれていた水量 (cc)

V_e ; 試料から吸出された水量 (cc)

500; 有孔板容器の容積 (cc)

注入モルタルの単位容積重量 ρ_m が明らかな場合には、 V_s は次式によつて求める。

$$V_s = \frac{1}{\rho_m} (W_c + W_f + W_s + W_w)$$

(4) ブリージング率試験方法（メスシリンダー方法）

4.1 適用範囲

この試験方法はメスシリンダーを用いた注入モルタルのブリージング率試験に適用する。

4.2 試験器具

メスシリンダー（容量50cc，最小目盛1cc），ガラス製漏斗（口径60mm），時計，ゴム栓，試験容器などを用意する。

4.3 試 験

メスシリンダーの内外を乾燥した布片で拭き取り，周囲の振動が避けられる台上に据え，試料を漏斗を通して静かに注ぐ。試料を 45 ± 1 ccまで満たしゴム栓をする。次に一方の手でメスシリンダーの基部を抑え，他方の手の指先でメスシリンダーの頭部を数回軽く弾いて僅かな振動を与えて試料面を均す。この時の試料面の読みを取り，これを V_0 cc. とする。

供試注入モルタルの練り混ぜ終了の時刻をブリージング試験開始の時刻とし，試験開始後1時間以内は15分ごとに，以後は30分ごとに水面とモルタル面の読みを取り，その差をブリージング量 V cc とする。試験は3個の供試体について行ない，その平均値についてブリージング量～時間曲線を画いてブリージング量が最大値に達した時，もしくはある時刻のブリージング量の平均が前回の値と同じになった時を以てブリージングが終了したと認定する。

各面の読み取りは目分量で0.1ccまで行なう。

4.4 表 示

ブリージング量の試料に含まれていた水量 V_w cc に対する割合を百分率で表わしてこれをブリージング率とする。ブリージング率は次式によつて求める。

$$\text{ブリージング率} = \frac{V}{V_w} \times 100 (\%) , \quad V_w = \frac{V}{V_s} \times W_w (\text{cc})$$

$$V_s = \frac{100}{100 - a} \times \left(\frac{W_c}{\rho_c} + \frac{W_f}{\rho_f} + \frac{W_s}{\rho_s} + W_w \right) (\text{cc}) \quad \text{または} \quad V_s = \frac{1}{\rho_m} (W_c + W_f + W_s + W_w)$$

ここで ρ_c , W_c = セメントの比重と使用量 (gr)

ρ_f , W_f = フライアッシュの比重と使用量 (gr)

ρ_s , W_s = 細骨材の比重と使用量 (%)

W_w = 水の使用量 (gr)

a = 供試注入モルタルの空気量 (%)

V_s = 供試注入モルタル1バッチの容積 (cc)

ρ_m = 供試注入モルタルの単位容積重量 (gr/cc)

注) メスシリンダー方法によつて注入モルタルの膨脹率を求める事も可能であるが，壁面の影響が入るので，この試験方法は膨脹特試験には余り適当でない。膨脹率試験には土木学会 P. C グラウト試験方法の“ポリエチレン袋を用いる方法”が適当なようである。

(5) 単位容積重量および空気量試験方法

5.1 適用範囲

この試験方法は空気量測定容器を用いた注入モルタルの単位容積重量および空気量試験に適用する。

5.2 試験器具

空気量測定容器，磨板ガラス，セメント・ナイフ，天秤（秤量2kg，感量50mg）などを用意する。空気量測定容器はステンレス鋼製の直円筒型の容器で，その容積は20°Cで， 400 ± 1 cc，重量は900gr以下でなければならない。

5.3 試 験

容器を乾燥した布片でよく拭いた後試料を静かに注ぎ容器の約 $\frac{1}{2}$ の高さまで満たし、セメント・ナイフを用いて容器内壁に沿って20回のスページングを行なう。スページングはセメント・ナイフを試料の高さだけ容器内壁に沿って上下し、これを1往復する事でスページング1回とし、20回で容器内壁を1周するように行なう。スページングを終えたら容器を板ガラスで覆いその重量 S gr を測定する。

次いで板ガラスを取除き試料の上に静かに水を注ぎ容器上面まで満たし、気泡が中に残らぬように板ガラスを載せてその重量 W_1 gr を測定する。以上の操作で試料の上に水を注ぐ際には試料中の気泡を水の勢いで追い出さぬよう特に注意しなければならない。

板ガラスを容器に密着させたまま激しく振つて試料中の空気を完全に追い出した後、板ガラスを取り外し水を加えて気泡を除く。次いで、気泡が中に残らぬように板ガラスを載せて重量を測定し、これを W_2 gr とする。

容器と板ガラスの重量 T gr および水だけを満たした容器と板ガラスの重量 W_0 gr は予め測定して置く。以上の重量測定は 0.01 gr まで行なう。

5.4 表 示

単位容積重量および空気量は次式によつて計算する。

$$\text{空気量} = \frac{1}{\rho_m^0} (\rho_m^0 - \rho_m) \times 100 (\%)$$

$$\text{試料重量 } W = S - T (\text{gr})$$

$$\text{気泡を含んだ試料の容積 } V_1 = W_0 + W - W_1 (\text{cc})$$

$$\text{気泡を含んだ試料の単位容積重量 } \rho_m = \frac{W}{V_1} (\text{gr/cc})$$

$$\text{気泡を追い出した試料の容積 } V_2 = W_0 + W - W_2 (\text{cc})$$

$$\text{気泡を追い出した試料の単位容積重量 } \rho_m = \frac{W}{V_2} (\text{gr/cc})$$

(6) 凝結試験方法

6.1 適用範囲

この試験方法はピカー針装置を用いた注入モルタルの凝結試験に適用する。

6.2 試験器具

ピカー針装置、呼び寸法 0.6mm 網篩、セメントペースト容器底板、セメント・ナイフ、時計、試料容器などを準備する。

6.3 試験の準備

練り混ぜを終えた注入モルタルを呼び寸法 0.6mm の網篩で篩分け、篩を通過したモルタルを凝結試験の試料とし、底板の上に据えたセメント・ペースト容器に静かに注ぎ容器上面まで満たす。注入モルタルの練り混ぜ開始の時を以て凝結試験開始の時とし、試験を開始してから $2 \sim 3$ 時間後に試料の表面を均して容器上面と一致させる。

6.4 試験および表示

凝結の始発と終結の測り方およびその表示の仕方は夫々 JIS R 5201 (セメント物理試験方法) の 6.4 および 6.5 項の規定による。

(7) 強度試験方法

7.1 適用範囲

この試験方法は鋼製もしくは铸铁製の型枠を用い試料の膨脹を抑制した状態で硬化させた注入モルタルの圧縮強度ならびに引張強さ係数試験について適用する。

7.2 供試体の寸法および数

供試体は直径5cm高さ10cmの円柱形とし、その数は圧縮強度ならびに引張強さ係数試験の夫々について3個以上とする。

7.3 試験用器具

型枠ならびにキャッピングに用いる押板は JIS A 1108 (コンクリートの圧縮強度試験方法) の規定による。この他にセメント・ナイフなどを用意する。

7.4 注入モルタルの填充

試料を静かに注ぎ型枠上面まで満たした後、セメント・ナイフを用いて試料面を均して型枠上面と一致させる。次いで押板で試料を覆い、その上に3kg程度の重錘を載せて水分の蒸発を防ぐと共にモルタルの膨脹を抑制する。

7.5 供試体の上面仕上げおよび養生

圧縮強度試験の供試体のみについて JIS A 1108 によつて上面仕上げを行なう。型枠の取外しおよび供試体の養生は JIS A 1108 による。

7.6 試験

試験の準備、荷重を加える方法、および試験結果の表示に関しては、圧縮強度試験については、JIS A 1108、引張強さ係数については JIS A 1113 による。

4.2 土木学会第一次試案

(1) 注入モルタルのコンシステンシー試験方法

1.1 適用範囲

この試験方法は流下試験装置 (J ロートの有溝コーンを除去したもの) を用いたプレパックド・コンクリート用注入モルタルのコンシステンシー試験に適用する。

1.2 試験用器具

1.2.1 漏斗は土木学会プレストレスト・コンクリート設計施工指針のPCグラウト試験に用いられるものであつて、上端内径70mm、下端内径10mm、高さ420mmで、内径10mm、長さ30mmの流出管を有する黄銅製のものとする。(図-4.4 参照)

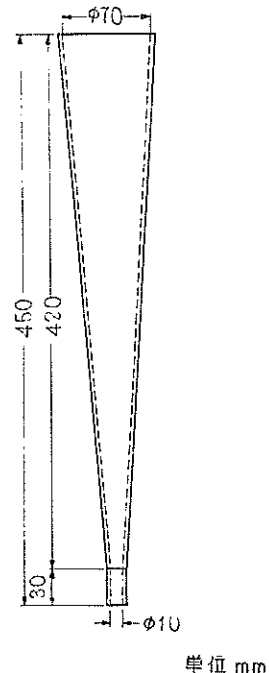
1.2.2 漏斗を支える台、注入モルタル上面を均すもの、ストップ・ウォッチなどを用意する。

1.3 試験

1.3.1 漏斗を台で鉛直に支持し、水を通して滞らす。

1.3.2 試料の注入モルタルを漏斗内に注ぐ。流出管から少量の注入モルタルを流出させた後、指で流出口を押え、注入モルタルを漏斗の上面まで注ぎ、上面を均す。

1.3.3 指を離して、注入モルタルを流出させ、連続して流出している注入モルタルが、初めて途切れるまでの時間をストップウォッチで測定する。



流下試験用漏斗
J 漏斗の有溝コーンを除去したもの

図-4.4

1.4 表 示

コンシステンシーは前条の流下時間を秒で測定して、これを流下時間何秒として表示する。

(2) 注入モルタルのブリージング率および膨脹率試験方法

2.1 適用 範 囲

この試験方法は、ポリエチレン袋とメスシリンダーを用いたブリージング率および膨脹率試験に適用する。

2.2 試 験 用 器 具

試験用器具は容量1,000cc、および20ccのガラス製メスシリンダー、注入モルタルを入れた時、径が約5cmとなる長さ50cm以上のポリエチレン製袋、ガラス製ピペット等を用意する。

2.3 試 験

2.3.1 袋の中に注入モルタルを約20cmの高さまで空気を混入しないように満たす。

2.3.2 水を約450cc入れたメスシリンダーの中に、静かに、また空気を混入しないように袋を挿入する。

2.3.3 メスシリンダー中の水面と注入モルタル面とが一致するまで袋を下げ、この時の水面の読みから400ccを差引く事によつて注入モルタルの体積 V cc を求める。

2.3.4 袋の上端を糸で結び、これを吊して静置する。

2.3.5 測定開始後3時間を経過したピペットを用いて注入モルタル上面のブリージングによる水を吸い、20ccメスシリンダーに入れて測定し、これを B cc とする。この水は静かに注入モルタル上面に返す。

2.3.6 測定開始後20時間以上を経過したら2.3.5と同様にしてブリージングによる水を測り、 B' cc とする。また2.3.2、2.3.3と同様にして注入モルタルの体積 V' cc を求める。

2.3.7 試験は3個以上の供試体について行なうものとする。

2.4 表 示

ブリージング率および膨脹率は次の式で求める。

3時間経過した時の

$$\text{ブリージング率} = \frac{B}{V} \times 100 (\%)$$

$$\text{最終ブリージング率} = \frac{B'}{V} \times 100 (\%)$$

$$\text{膨脹率} = \frac{V' - V}{V} \times 100 (\%)$$

4.3 プレバクト・コンクリート一般仕様書（抜萃）

以下に仕様書附録に規定された諸項目のうち、注入モルタルの試験方法に関連した項目のみを原文のまま引用する。

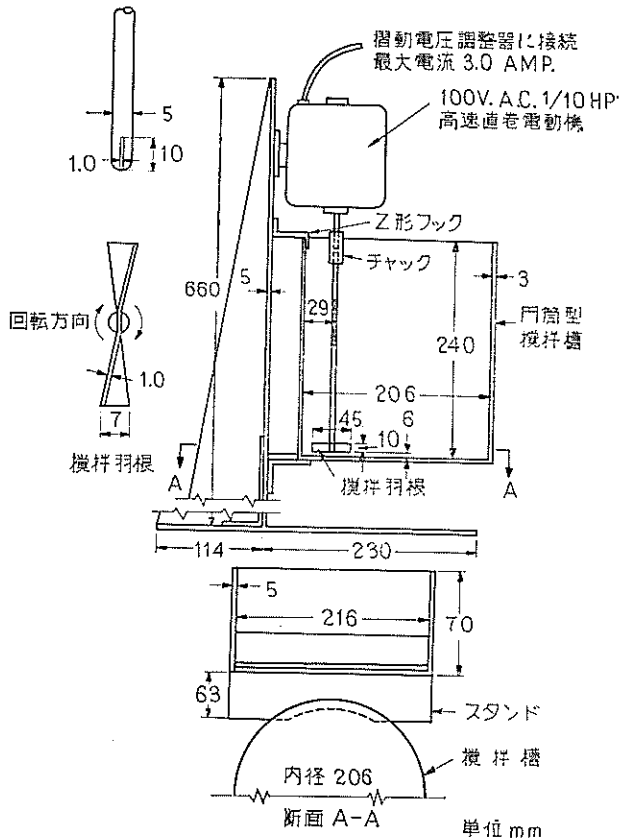
Methods of Test on Intrusion Mortar for Prepakt Concreted (extracted from General Specifications for Prepakt Concrete, 1955 Edition)

(1) Method of Laboratory Mixing of Intrusion Mortar for Tests on Alfesil and Intrusion Aid (Appendix C)

1.1 Apparatus:

The apparatus for mixing Intrusion mortar for specification tests on Alfesil and Intrusion Aid shall consist of a mixing vessel equipped with a motor-driven stirrer mounted on a stand and having a speed-control rheostat. The details of the assembly shall be as shown in Figure 4.5.

1.2 Sand:



プレパクト社 注入モルタル・ミキサ

図-4. 5

Sand shall be graded Ottawa Sand meeting the requirements of Section 4 of ASTM C 109.

1.3 Batch Weights :

The weights of solid materials entering each batch of Intrusion mortar shall be as follows :

a. For mixes from which samples are to be taken for the testing of Alfesil :

Portland cement	6 lb.
Alfesil	3 lb.
Sand	9 lb.
or Portland cement	9 lb.
Sand	9 lb., as required

d. For mixes from which samples are to be taken for the testing of Intrusion Aid :

Portland cement	6 lb.
Alfesil	3 lb.
Sand	9 lb.

No Intrusion Aid, or Intrusion Aid in the amount of 0.090 lb. (41 grams) as required.

1.4 Mixing :

Prior to mixing a batch of mortar, the mixing vessel shall be cleaned and wiped out with a damp cloth, and then placed in position on the stand as shown in Figure 4.5

The procedure of mixing shall be as follows :

- a. The quantity of water necessary to produce a mortar of the required consistency*, as measured by time of efflux from the flow cone, shall be placed in the mixing vessel, the mortar started, and the rheostat adjusted so that the speed of stirring is about 500 rpm.
- b. The 9 lbs. of cement or cement and Alfesil shall then be gradually introduced into the mixer during a period of one minute ; the time of beginning of this operation shall be considered as the start of mixing. As these materials are fed into the mixing vessel, the speed of stirring shall be gradually increased until the maximum speed is attained. Dry material adhering to the sides of the mixing vessels shall be removed by scraping with a spatula or small sharp pointed trowel, and lumps of dry material which may appear in the mixture shall likewise be broken up. To the end that there is obtained a thoroughly homogeneous mixture, the mixing vessel, during the mixing operation, shall be intermittently rotated by hand, about its vertical axis without removal from the stand.
- c. If the use of Intrusion Aid in the mortar is required, this material shall be added 2 1/2 minutes after the start of mixing. The spatula or trowel shall again be employed to incorporate into the mortar any of the Intrusion Aid which may stick to the sides of the mixing vessel.
- d. After 3 minutes of mixing, the sand shall be gradually introduced into the mixing vessel during a period of about 1/2 minute.

The mixing shall be continued at full speed until time for removal of the first sample, when the stirring mortar shall be stopped ; the mixing vessel removed from the stand and sample taken. If additional samples of the mortar are required, the mixing vessel shall be replaced on its stand immediately after the removal of any sample and mixing shall be resumed until such time as it is required to withdraw the next sample.

(2) Method of Test to Determine the Consistency of Freshly Mixed Intrusion Mortar (Appendix D)

2.1 Apparatus :

The apparatus for determining consistency shall consist of a flow cone having the shape and dimensions shown in Figure 4.2 and a stop watch having a least reading of not more than 0.2 second. The flow cone shall be provided with a point gage, so adjusted that when the discharge tube is stoppered by placing the finger over the end of the discharge tube, the total volume at the level of the point gage shall be 1725 ml.

2.2 Consistency :

The test for consistency shall be made as follows :

- a. The flow cone shall be firmly mounted in a manner such that the apparatus will be level and free from vibration.

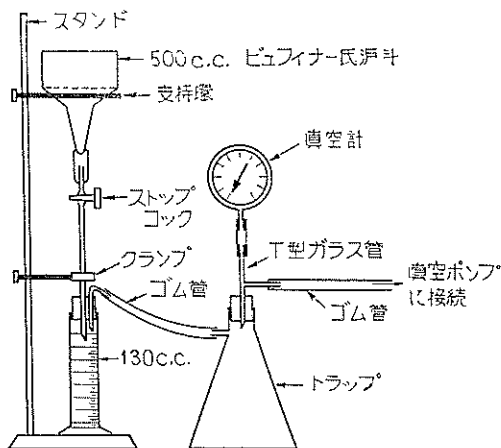
* The quantity of water necessary to produce a mortar of the required consistency will have to be determined by previous trials in which the quantity of water initially placed in the mixing vessel may be less than that necessary to produce a mortar of the required consistency, and to which quantities of water added after mixing until a mortar of the required consistency, as measured by time of efflux from the consistency flow cone, is obtained. However, for batches of mortar from which samples are to be taken for the testing of Alfesil and Intrusion Aid, all of the required water shall be placed in the mixing vessel before other materials are added.

- d. The discharge orifice of the flow cone shall be stoppered and the cone filled with water.
- c. One minute before the mortar for test is to be placed in the flow cone, the stopper shall be withdrawn and the water allowed to drain from the cone.
- d. The mortar sample for test shall be taken from the mixer after the specified period of continuous mixing as measured from the start of the mixing operation.
- e. After the operator seals the end of the discharge tube with a finger, the cone shall be filled with mortar to the level of the gage point.
- f. To determine the time of efflux, which shall be the measure of the consistency of the mortar, the mortar shall be allowed to discharge and the stop watch shall be started simultaneously. The stop watch shall be stopped at the first break in continuous flow of mortar from the tube.

(3) Method of Test to Determine Water Retentivity of Freshly Mixed Intrusion Mortar (Appendix B-3)

3.1 Apparatus :

The apparatus for determining water retentivity shall consist of : (1) a porcelain Buchner filtering funnel, size No. 3, 111mm. inside diameter at the perforated plate, 500 ml. volume ; (2) No. 42, 11 cm. Whatman filter paper ; (3) a 250 ml. graduated cylinder cut down to contain a volume of 130 ml. ; (4) a vacuum gage, calibrated in inches of mercury to 31 inches vacuume ; (5) a vacuum system capable of drawing a vacuum of 28 inches of mercury when evacuating a system having a volume of 1 liter ; (6) a stop watch having a least reading of 0.2 second ; and (7) the necessary stopcocks, tubing, fittings, supports, and stoppers to construct the apparatus shown in Figure 4.6



フレパクト社 保水性試験装置

図—4. 6

3.2 Water Retentivity

The test for water retentivity shall be made as follows :

- a. Prior to the time of test, a single sheet of No. 42, 11cm. Whatman filter paper shall be placed on the perforated bed of the Buchner filtering funnel, and the funnel shall be partly filled with water which shall then be drawn through filter paper by means of the vacuum system. When no more water can be drawn out, the stopcock between the filtering funnel and the graduated receiver

ver shall be closed. The vacuum system shall be shut off, the receiver removed, the water emptied, and the receiver then replaced. Care shall be taken that the top of the filtering funnel is kept level.

- b. The sample of mortar for test, prepared in accordance with the provision of Appendix C, shall be removed from the mixer after 16 minutes of mixing, and shall be used immediately to fill the funnel flush with its top. The vacuum system shall then be started.
- c. Within one minute after removal of the mortar sample from mixer, the stopcock between the filtering funnel and the graduated receiver shall be opened simultaneously with the starting of a stopwatch. A vacuum of 28 inches of mercury shall be maintained thereafter.
- d. The stopwatch shall be stopped when the specified volume of water has been extracted, and the time indicated on the stopwatch shall be employed as a measure of the water retentivity of the grout mixture.

(4) Method of Determining Expansion of Intrusion Mortar Containing Intrusion Aid (Appendix B-4)

Expansion: The test for expansion shall be made as follows:

- a. The test shall be carried out in a room temperature of $70 \pm 5^\circ \text{F}$. The sample of freshly mixed mortar for test of expansion prepared in accordance with the provisions of Appendix C shall be removed from the mixer after 6 minutes of mixing and approximately 900 ml. of mortar shall be immediately poured into a 1,000 ml. graduated cylinder and the volume read and recorded.
- b. The volume of the expanded grout sample shall be determined three hours after the start of the test.
- c. The percentage of expansion shall be calculated from the expression:

$$E = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \times 100$$

where V_1 = volume of mortar before expansion

and V_2 = expanded volume of mortar and bleeding water after three hours. The expanded volume shall be the reading at the upper part of the meniscus of the water layer.

(5) Method of Test to Determine of setting of Intrusion Mortar (Appendix B-5)

5.1 Apparatus and Method:

The apparatus and method of test used to determine the time of initial and final setting of mortar shall be in accordance with Paragraphs 2 (b), 3, 5 (c) of ASTM C191 Standard Methods of Test for Time of Setting of Hydraulic Cement by the Vicat Needle, with the following additional requirements.

5.2 Additional Requirements:

- a. The sample of freshly mixed mortar prepared in accordance with the requirements of Appendix C shall be removed from the mixer after 15 minutes of mixing and shall be poured into the Vicat cone to fill the cone flush with its top.
- b. The expanded mortar shall be struck off flush with the top of the cone two hours after the start of the test.

(6) Method of Test to Determine Compressive Strength of Intrusion Mortar (Appendix B-6)

Test specimens shall be cast in 3-inch diameter by 6-inch long steel cylinders closed at the ends

with steel plates fitted with pipe connections at their centers for the intrusion of the mortar. The cylinders shall first be filled with graded aggregate ranging in size from 3/8-inch minimum to 3/4-inch maximum and the steel plates secured. The cylinders shall then be stood on end and slowly filled with mortar pumped through the bottom plate. Mortar shall be permitted to escape from the upper opening until entrapped air and water have been expelled, at which time both openings shall be closed. The specimens shall be cured and tested in accordance with the applicable requirements of ASTM Designation C 39.

§ 5 プレパックド・コンクリートの試験方法

注入モルタルの試験方法と同様に、プレパックド・コンクリートの試験方法に関しても未だに標準的な方法が確定されていない。しかし、プレパックド・コンクリートが普通コンクリートと基本的に異なる点は粗骨材と注入モルタルとを分離して用いる事にあり、コンクリート体として形成された後には、粗骨材とモルタルとの容積比が相対的に異なるのみで、本質的な相異は認められない。従つて、プレパックド・コンクリートの試験方法に関する問題は、その供試体の製作方法のみに限られ、強度その他の一旦形成されたコンクリートを用いて行なわれる試験には普通コンクリートの試験に用いられる標準的な諸方法が適用されるべきものと考えられている。⁽⁵⁰¹⁾

従来、一般に行なわれている強度試験供試体の製作方法はプレパクト・コンクリート一般仕様書の規定による方法、あるいは、これに準じた方法である。これは特殊な注入用型枠に予め填充した粗骨材の間隙にモルタルをポンプ注入するもので、ポンプ注入に替る方法として注入モルタルに高さ水頭を与えて注入する方法が行なわれている場合もある。しかし、圧縮強度試験用 $\phi 15 \times 30$ cm 供試体の製作方法に関する基礎的な研究結果は、モルタルの注入に際して、粗骨材を水中に浸漬する必要の無い事、注入速度および注入終了直後の加圧は強度に影響をおよぼさぬ事などを明らかにし、圧縮強度試験供試体の製作には必要のない事を示唆している。⁽⁵⁰¹⁾ 上述の研究は $\phi 15 \times 30$ cm 円柱形供試体の製作方法について行なわれたものであるが、その結果は形状および寸法の異なる場合にも適用され得るものと考えられる。以下に圧縮強度試験方法として提案されている諸方法を紹介する。

5.1 港湾技術研究所試案⁽⁵⁰¹⁾

“プレパックド・コンクリートの圧縮強度試験方法”

(1) 適用範囲

この試験方法は鋼製もしくは鋳鉄製の型枠を用い、試料の膨脹を抑制した状態で硬化させたプレパックド・コンクリートの圧縮強度試験について適用する。以下に規定する以外の事項に関しては JIS A1108 (コンクリートの圧縮強度試験方法) を適用するものとする。

(2) 供試体の製作

粗骨材ならびに注入モルタルはほぼ等しい厚さの3層に分けて詰める。各層の詰め方は以下の方法によつて行なう。

粗骨材(注-1)を型枠に詰め、これを突き棒で25回突き固める。突き固めを終えた粗骨材の上に注入モルタルを型枠上面より注ぎ込み、モルタルが粗骨材の間隙を満たして層の上面に達したならば注ぎ込みを中止し、型枠側面を木槌で20回叩打してモルタルの行き直りを完全にすする。

以上の方法を3層について行ない、型枠上面より突き出た粗骨材を取り除きモルタル面を均して型枠上面と一致させ、押板で覆いその上に適当な重錘(注-1)を載せて、水分の蒸発を除くと共に試料の膨脹を抑制する。

(3) 型枠の取外し

型枠の取外しの時期は詰め終つてから後、1~2日を標準とする。

(注-1) 水中施工のプレパックド・コンクリートに関しては予め表面乾燥飽和状態とした粗骨材を用い、陸

上施工の場合には工事に用いられる粗骨材の状態もしくはそれに近い状態の粗骨材を用いる。

(注一 2) 直径15cm高さ30cmの円柱形供試体の場合には12kg程度の重錘もしくは同寸法の古いコンクリート供試体などで充分である。

5.2 土木学会第一次試案⁽²¹²⁾

(1) 適用範囲

この試験方法は型枠を用い、型枠の上面に有孔蓋を取り付けて、粗骨材の浮上りおよび注入モルタルの膨脹を抑制した状態で硬化させたプレパックド・コンクリートの圧縮強度試験について適用する。

(2) 供試体の寸法および数

2.1 供試体の寸法は直径15cm高さ30cmの円柱形とする。

2.2 供試体の数は3個以上とする。

(3) 供試体の製造用器具

3.1 型枠は JIS A 1108 の規定に合うもので、かつ、底板の中央に直径 25mm 程度のモルタル注入口を有するものとする。注入口はモルタルの注入が完了した後、完全に閉ざすことができないなければならない。

3.2 型枠の上面に取付ける上蓋は、鋼製で型枠と同程度の厚さのものとし、ボルトおよびナットによつて型枠に緊結できるものでなければならない。また、上蓋は径 1.5mm程度の小孔を数多く有し、空気および水は自由に通過するが、セメント粒子などは通過しないようにしたもので行なければならない。上蓋の中央には型枠の底板に設けた注入口と同様な注入モルタル溢流口を設ける。

3.3 型枠を組立てる際に、底板と側板との間および側板の継目から水漏れを生じないように特に注意しなければならない。

(4) 供試体の製造

4.1 型枠に粗骨材を填充し、上蓋を型枠の上面に緊結し、粗骨材の空隙に水を満たす。

4.2 重力またはモルタルポンプによつて注入口から徐々にモルタルを注入する。

4.3 水と混ざらない注入モルタルが上蓋の溢流口から出始めた時、溢流口を閉ざし、次いで注入口を閉ざす。

4.4 注入モルタルを詰め終った供試体は、1日ないし2日後に型枠を取り外し、できるだけ現場の状態の温度で所定の材令まで水中養生する。

(5) 試験

5.1 荷重を加える方法は JIS A 1108 に従つて行わなければならない。

5.2 供試体が破壊した時に、試験機が示す最大荷重を供試体の断面積で割つた値をその圧縮強度とする。

5.3 プレパクト・コンクリート一般仕様書 (抜萃)⁽²⁰²⁾

以下に仕様書附録に規定された諸項目のうち、プレパックド・コンクリートの試験方法に関連した項目のみを原文のまま引用する。

Method for Making Prepakt Concrete Test Cylinders (Appendix E)

(1) Molds :

Molds for casting Prepakt Concrete cylinders shall be six inches in diameter by twelve inches high, unless other sizes are specified or permitted. The molds shall be split cylinders of cast iron or steel and shall be of the expanding type so they can be removed without damage to the concrete. Edges and inside surfaces of the molds shall be machined smooth. The molds shall be fitted with top and base plates that can be bolted together to form tight molds. Both plates shall be drilled and tapped at the center for 3/4-inch standard pipe threads. The top plate shall be provided with numerous 1/4-inch diameter holes to per-

mit the escape of entrapped air.

(2) Materials :

Materials used for Prepakt Concrete cylinders shall be typical of those being used on the job or proposed for use if the cylinders are being made for preliminary investigations, except all particles over 1/2 inches in size shall be removed from the coarse aggregate. The aggregate shall be thoroughly washed to remove surface coatings prior to placement in molds and shall be graded such that ten percent of the aggregate shall pass a 5/8-inch sieve, 5 percent shall pass a 1/2-inch sieve and not more than 1 percent shall pass a 3/8-inch sieve.

(3) Placing Coarse Aggregate :

Before coarse aggregate is placed, the split cylinder shall be closed tight by bolts or clamps and the cylinder centered on the base plate. Coarse aggregate shall be hand-placed and rodded in layers three to four inches in depth until the mold is completely filled. A single layer of unbleached muslin, through which a hole has been cut to match the 3/4-inch hole in the top plate, shall be placed over the aggregate. The top plate shall then be placed and the top and base plates bolted tight against the cylinder.

(4) Pumping Intrusion Mortar :

The filled molds shall be placed on a bench or table with the base plates down. Each base plate shall be fitted with a 3/4-inch nipple and a plug valve. Before pumping a cylinder, the top plate shall be fitted with an assembly of nipples, plug valves, and a pressure gage as shown in Figure..... The pressure gage shall read in 1 psi increments in the range from 5 to 50 psi. Before being pumped, the Intrusion mortar shall be tested for consistency in accordance with Appendix D and the time of efflux recorded. For preliminary investigations, the time of efflux shall be 20 ± 2 seconds. Pumping of Intrusion mortar shall be through the pipe in the base plate and shall be continued with all valves open until the mold is filled and mortar of typical consistency flows freely from the upper plug valve in the top plate. This valve shall then be closed and pump pressure maintained at 10 to 15 psi for 30 seconds before closing the lower plug valve in the upper assembly and the plug valve below the cylinder. Time required to pump each cylinder shall be not less than one minute nor more than three minutes. The assembly above the lower plug valve on the top plate may be removed immediately after the lower valve is closed. In approximately 1/2 hour after a cylinder has been pumped, the upper nipple and valve shall be removed and the hole plugged immediately with a tight-fitting cork. The cylinder shall then be inverted and the other nipple and valve removed and this hole also immediately plugged with a tight-fitting cork. The cylinder shall then be inverted to its original position.

(5) Curing and Preparation of Cylinders :

Cylinders in molds shall neither be exposed to freezing temperatures nor to the direct rays of the sun and shall be maintained at as near 70°F, as is practicable. Cylinders shall not be removed from the molds sooner than 24 hours after being made. Immediately after the cylinders have been taken from the molds, excess mortar at the holes in the plates shall be removed with a carborundum stone or other effective means. Cylinders shall be cured and capped in accordance with ASTM Designation C31 for field-made cylinders and C192 for laboratory-made cylinders. Compressive strength tests shall be made in accordance with ASTM Designation C39. Cylinders shall be handled at all times with great care and shall be

kept moist during transporting.

§ 6 注入モルタルの諸性質

注入モルタルの品質はプレパックド・コンクリートの施工作業に大きな影響を与えるのみでなく、コンクリートの品質を左右するもので

- i) 施工に適した流動性を備える事
- ii) 材料分離の少い事
- iii) 適当な膨脹性を有し、粗骨材との付着性が良好である事
- iv) 凝結時間が施工上必要な範囲内にある事
- v) 硬化後所要の強度を発揮し、乾燥収縮が少くまた耐久性に富む事

などの諸条件を満たすようなものでなければならない。注入モルタルの品質を規定する諸性質としては、流動性、保水性、ブリージング率、膨脹率、空気量、凝結時間、圧縮および引張強度、乾燥収縮などの性質が挙げられ、§ 4で述べたような試験方法によつて求められる。これらの諸性質は単に材料の種類および品質や注入モルタルの配合によるだけでなく、温度や練り混ぜ方法などの施工条件によつてもかなり変化する。(405)

6.1 流動性について

注入モルタルの流動性はセメントおよびフライアッシュの品質、砂の粒度などによつてもかなり影響されるが、特に配合の変化に対して鋭敏である。(404) 一般に図—4.2 に示した流動性試験用漏斗による流出時間が 20 ± 2 秒となるような値を以つて標準としている。(406)

6.1.1 練り混ぜ方法の影響

施工用モルタル・ミキサはその形式、容量、回転数などの諸元が極めて多様であり、一定の練り混ぜ方法をすべてのミキサに適用する事が困難である。しかし、一般的な傾向としては回転数の大きいもの程、また攪拌羽根回転軸の混合槽中心からの偏心量が大きいもの程、練り混ぜ効果が大きく、同一配合に対する流動性も大きい。(406)(601)

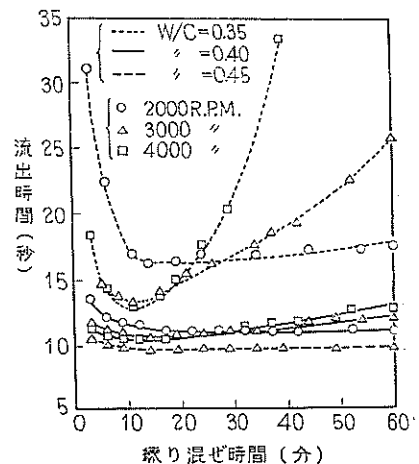
従つて、施工に先立つてモルタル・ミキサの性能試験を行い、最も効果的な混り混ぜ時間を調べる事は極めて大切である。図—6.1 図はモルタル・ミキサ性能試験結果の一例である。

6.1.2 配合比の変化の影響

水セメント比 ($W/C+F$) 以外の配合比を一定にした場合の注入モルタルの流動性は、水セメント比の変化に応じて著しく変化し、流出時間と水セメント比の間には図—6.2, 3

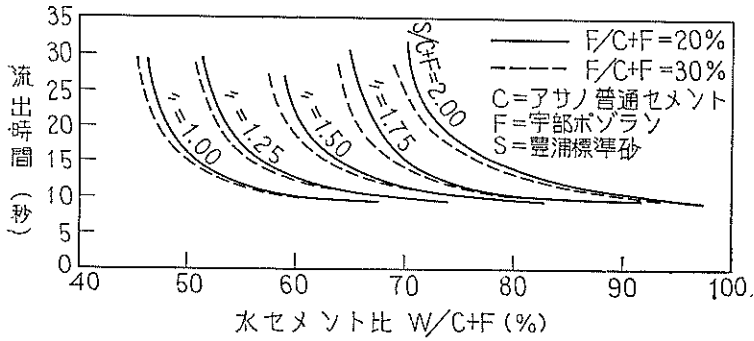
に示したような関係が成立つ事が確められている。配合の変化が流動性の変化として鋭敏に反映される実用的な範囲は、流出時間16~22秒程度であり、この範囲では、流出時間の変化 ± 1 秒は水セメント比の変化 $\mp 0.5\%$ に相当する。この関係はフライアッシュ混和率 ($F/C+F$) および砂セメント比 ($S/C+F$) の大小に関係なく成立つ。(602)

セメントの一部をフライアッシュで置き換えた注入モルタルの流動性はフライアッシュ混和率増加に伴つて増加し、流動性を一定に保つ場合には所要の水セメント比はフライアッシュ混和率の増加に伴つて減少する。しか



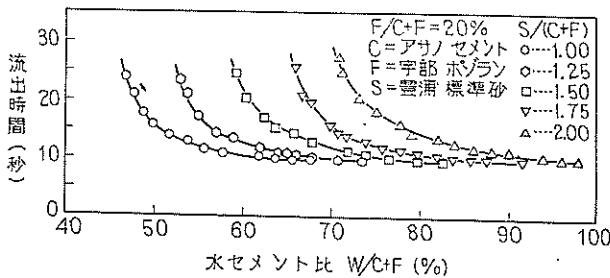
練り混ぜ時間と回転数がグラウトの流動性
に与へる効果 (406)
普通セメント; ホゾリス No. 8 (C×0.25%)
アルミニウム粉末 (C×0.03%)
港研改良型 試験用注入モルタル・ミキサ

図—6.1



配合比の変化が注入モルタルの流動性によぼす影響 (602)

図-6. 2

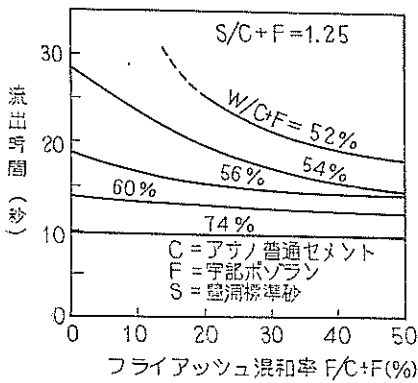


配合比の変化が注入モルタルの流動性によぼす影響 (602)

図-6. 3

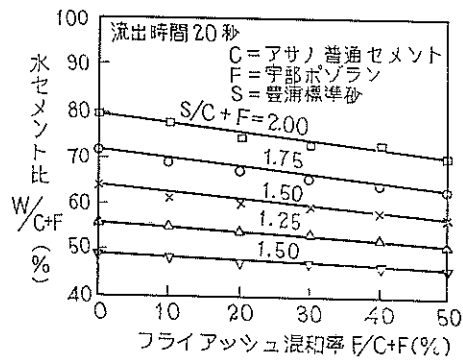
し、フライアッシュ混入による流動性の変化もしくは所要水セメント比減少は余り大きいものではなく、後者について云えば $F/C+F=10\%$ の増加について $W/C+F=1\sim 2\%$ 程度の減少にすぎない。(602)

上述の現象は基本的にはセメントおよびフライアッシュ粒子の保水係数の相対的な差によつて生ずるもので、フライアッシュの保水係数がセメントの保水係数と同等か、またはより大きい場合にはフライアッシュの混入によつて流動性の増加ないし所要水セメント比の減少を期待する事ができない。(603) 図-6. 4, 6. 5 は注入モルタルの流動性とフライアッシュ混和率との関係についての試験結果の一例である。



フライアッシュ混和率と流動性との関係 (602)

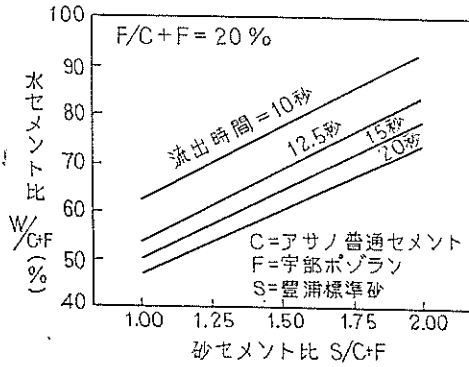
図-6. 4



流動性一定の注入モルタルの水セメント比とフライアッシュ混和率との関係 (602)

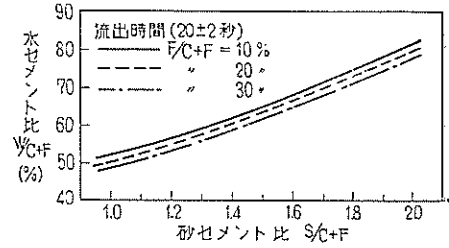
図-6. 5

注入モルタルの流動性を一定とする場合、所要の水セメント比は砂セメントに直線的に比例して増加し、この関係はセメントの種類、混和剤の有無、フライアッシュ混和率の大小などによって影響されぬ事が明らかにされている。(204)(602)(604)図—6.6, 6.7 はその試験結果の一例である。



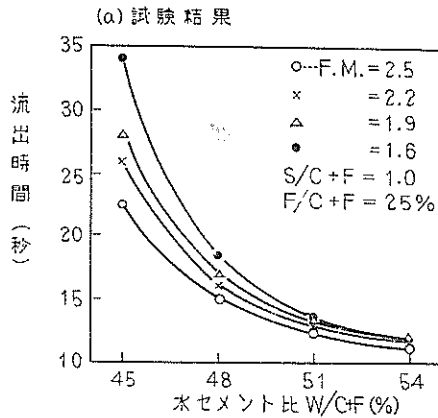
流動性一定の注入モルタルの水セメント比と砂セメント比との関係 (602)

図—6. 6

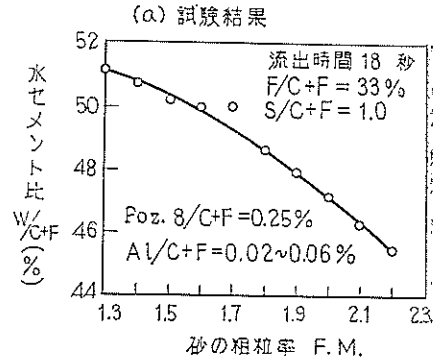


流動性一定の注入モルタルの水セメント比と砂セメント比との関係 (604)

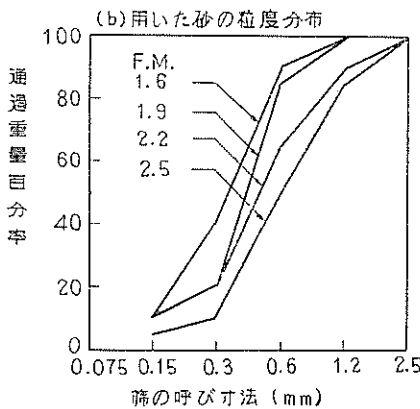
図—6. 7



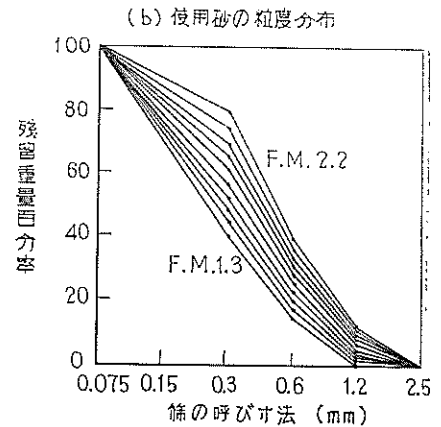
(a) 試験結果



(a) 試験結果



(b) 用いた砂の粒度分布



(b) 使用砂の粒度分布

砂の粗粒率と流動性との関係 (605)
C=小野田普通セメント; F=宇部ポゾラン,
S=阿賀野川砂; ポゾリス No. 8 (C+F) × 0.25%
1級試験アルミニウム粉末 (C+F) × 0.01%

流動性一定の注入モルタルの水セメント比と砂の粗粒率との関係 (606)

図—6. 8

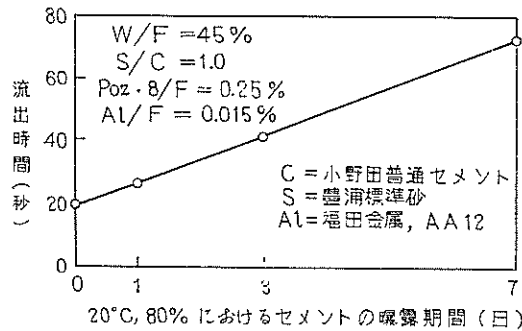
図—6. 9

6.1.3 細骨材の粒度の影響

コンクリートのコンシステンシーは粗骨材の粗粒率によつて影響され、粗粒率が大きい程、コンクリートのスランプも大きくなる事が明らかにされている。注入モルタルの砂の粗粒率と流動性との間にもほぼ同様な関係が成立つ。すなわち、砂の粗粒率が大きくなるに伴つて流動性は増加し、また流動性を一定に保つ場合には所要の水セメント比は粗粒率の増加に応じて減少し、図-6.8, 6.9 に示したような結果が報告されている。(605)(606)

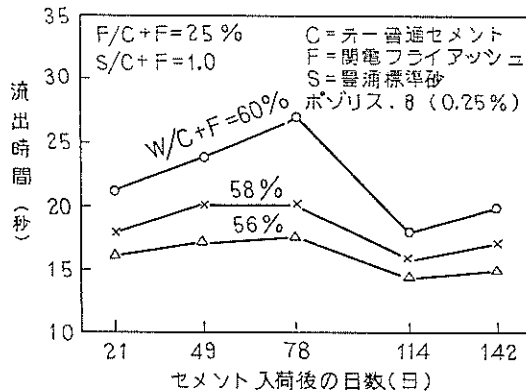
6.1.4 セメントの風化の影響

風化したセメントを用いた注入モルタルの流動性は風化の程度によつて著しく影響され、一般に風化が進行するに伴つて流動性は減少する。これは風化の程度の大きいもの程所定の流動性を得るに要する水セメント比が大きい事を意味し、強度その他におよぼす影響も無視できない。従つてセメントの貯蔵法について特に留意して風化を避けねばならぬ事は明らかである。(201)(403) 図-6.10, 6.11 は試験結果の一例である。



風化したセメントを用いた注入モルタルの流動性 (201)

図-6.10



軽微な風化を受けたセメントを用いた注入モルタルの流動性 (403)
(セメントを袋詰のまま室内に放置したため)

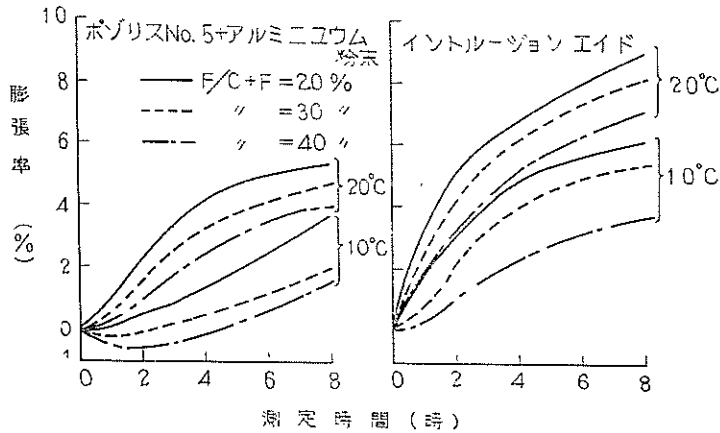
図-6.11

6.2 膨張率について

注入モルタルの膨張率はセメント、フライアッシュ、砂などの種類や品質、配合比などによつてもかなり影響されるが、アルミニウム粉末を用いる場合には、その粉末粒子の形状、使用量などによる影響も著しい。膨張率は過大であれば、注入モルタルの強度が激減し、過小であれば、膨張効果を期待する事が困難となり、その適当な範囲が問題となる。プレキャスト・コンクリート一般仕様書ではこれを8~12%としているが、5~10%が適当であるとする説もあり、(403)(601)必ずしも一定していない。

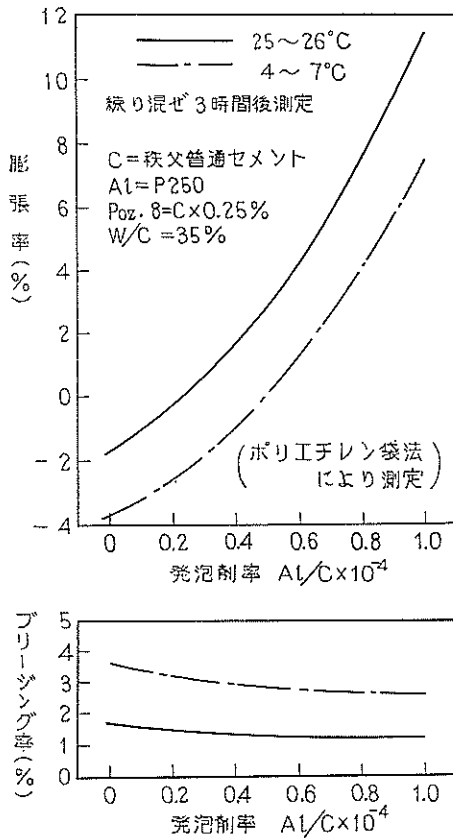
6.2.1 アルミニウム粉末の形状と粉末度の影響

注入モルタルに添加したアルミニウム粉末はセメントペーストのアルカリ成分と反応して水素ガスを発生する。注入モルタルの膨張効果はこの反応速度と密接な関係を有し、セメント分散剤の種類およびフライアッシュ混和率などによって影響されると云われている。⁽⁶⁰¹⁾しかし、膨張効果に影響をおよぼす最も大きな要素は粉



温度が注入モルタルの膨張率におよぼす影響 (608)
 秩父普通セメント; 宇都ポゾラン; 相模川砂 (S/C+F=1.0);
 Al/C+F=0.01%, P₀z. 5/C+F=0.5%, Aid/C+F=1%

図-6.12



温度および発泡剤率がPCグラウトの膨張率およびフリージング率におよぼす影響 (403)

図-6.13

末粒子の形状および粉末度であるとされている。市販されているアルミニウム粉末には鱗片状、針状、粒状、アトマイズド状など種々のものが挙げられているが、鱗片状以外のものは膨張効果を有せず、鱗片状粒子の中でその平均粒径が 0.074~0.044mm (通称 200~325mesh) で、油脂分が 2%程度のもので効果が大きい。⁽²⁰⁵⁾各種アルミニウム粉末の膨張効果の比較試験結果が表-2.3 に示されている。

6.2.2 アルミニウム粉末酸化の影響

アルミニウム粉末が酸化するとその膨張効果が失われる事は注入モルタル中における水素ガス発生反応過程からも明らかである。一般に酸化防止剤として粉末の製造過程において油脂分としてのステアリン酸を加え、その被膜で粉末を覆い酸化を防止している。従つて、ステアリン酸含有量の極端に少ないものは酸化の影響を受け易く、膨張効果も減少するものようである。⁽²⁰⁵⁾

6.2.3 温度の影響

アルミニウム粉末とセメントペーストのアルカリ成分との化学反応速度は当然の事ながら温度によつてもかなり影響される。⁽⁶⁰¹⁾温度と反応時間との関係について ACI Committee 212 は次のように報告している。「適量のアクリル粉末の反応は常温の場合練り混ぜと同時に

に開始し、1 $\frac{1}{2}$ ～4時間継続する。32°C以上の場合にはその反応は30分以内に完了する。4°Cでは数時間その反応は有効でないかも知れない。4°Cにおいて21°Cにおけると同じ膨張量を得るためには約2倍のアルミニウム粉末量を必要とする。】⁽⁶⁰²⁾ 表-6.1, 図-6.12, 6.13は温度が注入モルタルの膨張率およびブリージング率におよぼす影響についての試験結果である。

表-6.1 温度が注入モルタルの膨張率およびブリージング率におよぼす影響⁽⁴⁰³⁾

アルミ粉末 粉末度	流出時間 (sec)	練り上り温度 (°C)	モルタル保存 温度 (°C)	モルタル温度 (°C) (終了時)	膨張率 (%)	ブリージング率 (%)
200	15.0	24.5	24.0	25.0	1.3	3.2
			35.0	35.0	4.1	4.3
	15.2	31.5	24.0	25	1.3	3.6
			35.0	35.5	4.4	4.3
	14.8	24.0	24.0	25.5	2.2	2.9
			35.0	30.5	2.1	4.1
14.6	32.0	24.0	26.0	2.0	4.2	
		30.0	30.5	2.6	4.3	
16.4	16.0	15.5	—	-0.6	3.8	
		10.0	—	-1.9	4.2	
280	15.2	24.5	24.0	25.0	2.4	3.2
			35.0	35.0	5.8	3.2
	15.6	37.5	24.0	25.5	4.8	3.7
			35.0	35.5	7.6	3.7
	15.2	24.0	24.0	25.5	3.3	3.8
			30.0	30.5	4.5	4.2
15.4	31.0	24.0	26.0	3.3	4.6	
		30.0	30.5	4.8	4.2	
16.2	16.0	15.5	—	0.3	4.7	
		10.0	—	-2.2	6.1	
16.4	15.0	14.5	—	0.7	4.9	
		5.0	—	1.1	4.2	

第一普通セメント, 関西電力フライアッシュ, 豊浦標準砂, ポゾリス No.8

鱗片状アルミニウム粉末 200mesh および 280mesh

配合 F/C+F=25% S/C+F=1.00 W/C+F=58% Al/C+F=0.02%

6.2.4 その他の諸要素の影響

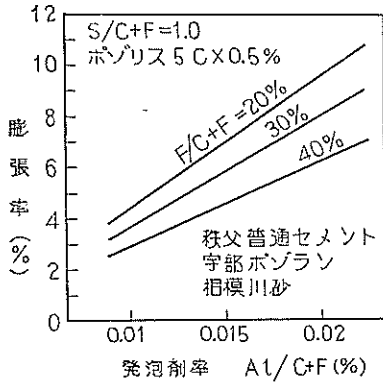
注入モルタルの膨張率に影響をおよぼす要素として更に, 発泡剤率 (Al/C+F), セメントおよびフライアッ

表-6.2 フライアッシュの種類が注入モルタルの所要水量,
膨張率およびブリージング率に及ぼす影響⁽⁶⁰³⁾

フライ アッシュ	F/C+F(%)	S/C+F	W/C+F(%)	流出時間 (sec)	膨張率(%)**	ブリージ ング率(%)**	測定温度 (°C)
F-1	28.6	1.0	48	18.4	6.56	0.95	18±2
F-2	28.6	1.0	50	18.8	8.83	1.44	18±2
F-3	28.6	1.0	51	18.8	7.86	2.08	18±2
F-4	28.6	1.5	58	19.8	6.28	4.05	25±2
F-5	28.6	1.5	54	19.7	5.89	2.82	25±2

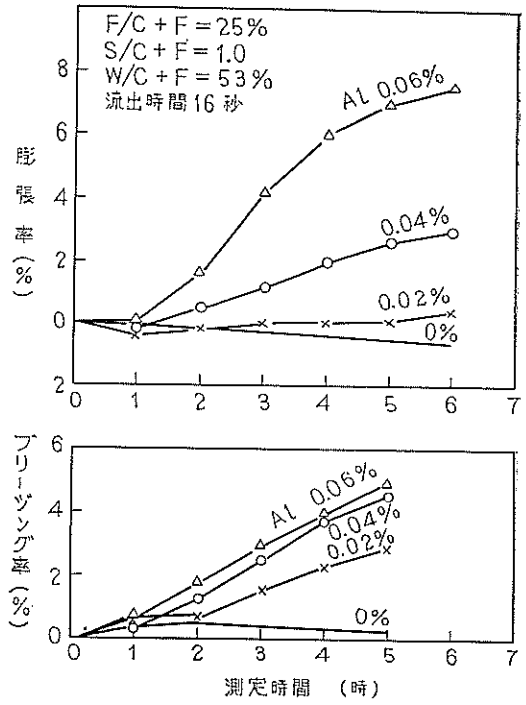
* イントルージョン・エイド使用 (C+F)×1.0%

** 練り混ぜ終了後4時間で測定, 宇部普通セメント, 多摩川砂を使用



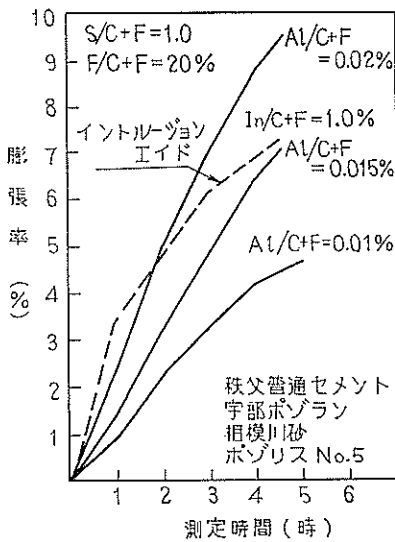
発泡剤率と注入モルタルの膨張率との関係(608)

図-6.14



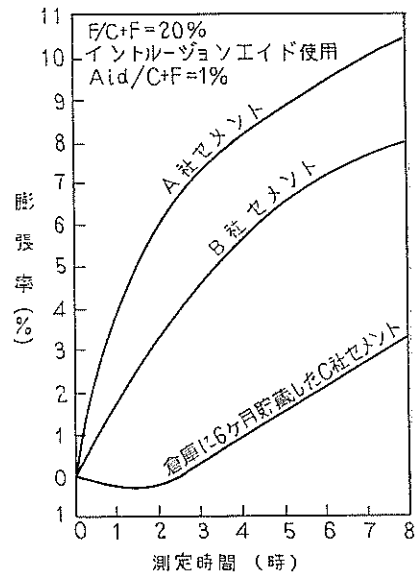
発泡剤率と注入モルタルの膨張率およびフリージング率との関係 (205)

図6.15



発泡剤率と注入モルタルの膨張率との関係(608)

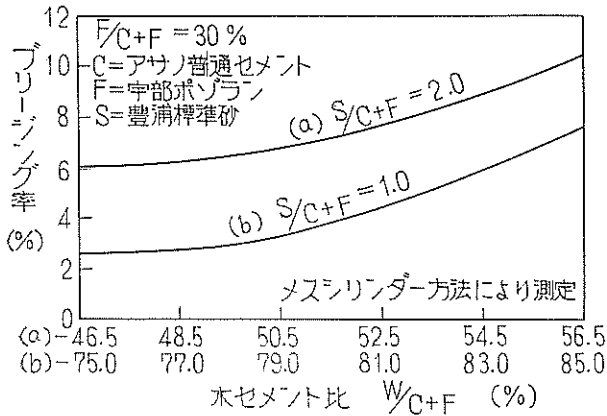
図-6.16



セメントの種類と注入モルタルの膨張率との関係 (608)

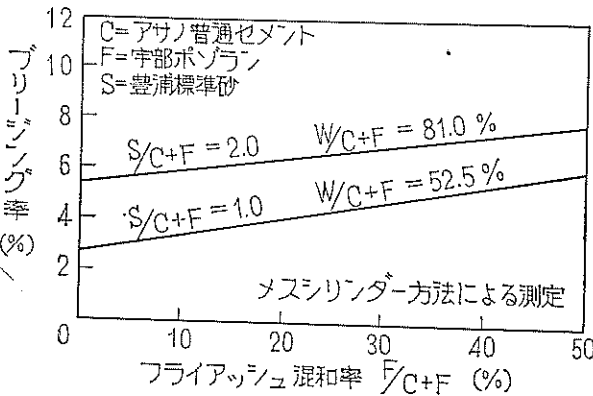
図-6.17

シュの種類, などが挙げられる。一般に膨張率は発泡剤率の増加に応じて増加するが, セメントおよびフライアッシュの種類による影響もかなり大きい。表-6.2, 図-6.14~6.17 はこれらの要素が注入モルタルの膨張率



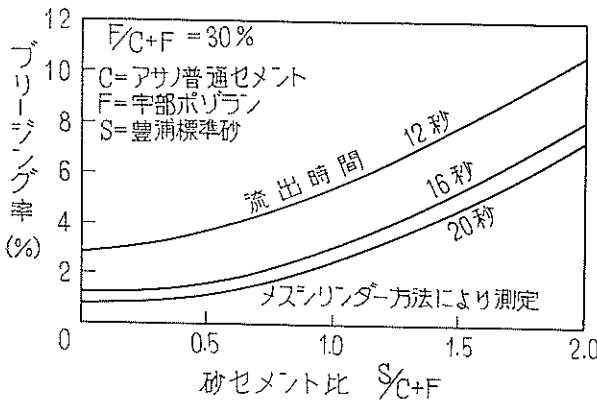
水セメント比とブリージング率との関係 (610)

図-6.18



フライアッシュ混和率とブリージング率との関係 (610)

図-6.19



砂セメント比とブリージング率との関係 (610)

図-6.20

におよぼす影響についての試験結果である。

6.3 ブリージング率について

注入モルタルのブリージング率は使用材料の種類や配合比によつてかなり影響される。ブリージングはプレパックド・コンクリートの打上り高さに伴う強度減少の主たる原因となるもので、⁽²⁰¹⁾⁽⁵⁰¹⁾ 打上り高さが大きい場合には特にブリージング率の少ない配合を選定すべきものと考えられる。

6.3.1 配合比の変化の影響

ブリージング率は水セメント比、砂セメント比、フライアッシュ混和率などの配合比の増加に応じて増加することが確められている。⁽⁶¹⁰⁾ 図-6.18~6.20はこれらの配合比とブリージング率との関係を示すものである。ブリージング率はまたアルミニウム粉末の使用量すなわち発泡剤率の増加に応じて変化する。

発泡剤率がセメントおよびフライアッシュの0.01%以下ではブリージング率は発泡剤率の増加に応じて多少減少する傾向を示しているが、⁽⁴⁰³⁾ 0.01%以上ではブリージング率は発泡剤率の増加に応じて増加する。⁽²⁰⁵⁾ 図-6.13および6.15参照。

6.3.2 セメントおよびフライアッシュの影響

使用材料のうち、特にセメントおよびフライアッシュの種類はブリージング率に大きな影響をおよぼすものようであるが⁽²⁰¹⁾⁽⁶⁰⁰⁾ この点についての資料は比較的少ない。表-6.2はフライアッシュの種類が注入モルタルの所要水量、膨張率およびブリージング率におよぼす影響についての実験結果である。表-6.3はセメントおよびフライアッシュの種類が注入モルタルの諸性質におよぼす影響について調べた結果の一例である。

表—6.3 セメントおよびフライアッシュの種類が注入モルタルの諸性質におよぼす影響 (201)

セメントとフライアッシュの種類	配 合			流出時間 (sec)	膨張率 (%)*	ブリージング率 (%)*	保水性 (%)	28日圧縮 強度**
	$F/C+F$ (%)	$S/C+F$	$W/C+F$ (%)					
C-1, F-1	15	1.00	39.0	20	5.3	2.7	76.8	262
C-1, F-1	15	1.25	41.6	18	4.6	3.2	73.6	265
C-1, F-1	15	1.50	43.2	18	3.1	3.3	71.4	275
C-2, F-2	20	1.00	38.5	19	10.1	1.2	81.3	322
C-2, F-2	20	1.25	40.6	18	6.8	1.3	80.9	355
C-2, F-2	20	1.50	42.7	18	5.5	1.4	80.2	381

C-1 : O社普通セメント, F-1 : U社フライアッシュ

C-2 : I社普通セメント, F-2 : J電力フライアッシュ

平市浜街海岸砂, 福田金属アルミ粉末, $AA_{12} = (C+F) \times 0.015\%$

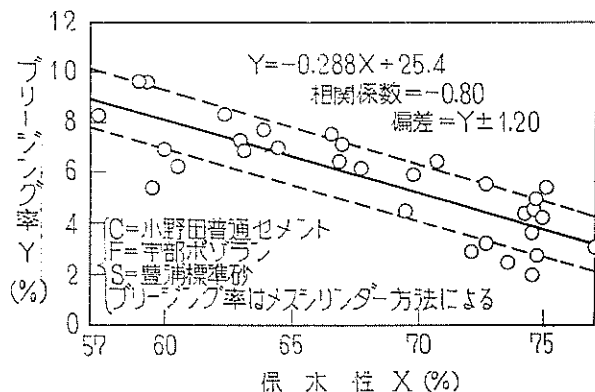
* ポリエチレン袋法による。 ** $\phi 5 \times 10\text{cm}$ 供試体による。

6.4 保水性について

注入モルタルの保水性は、その材料の分離に抵抗する程度を表わす未だ固らない状態における性質を指し、一定容積のモルタル試料から規定の真空度の下で水分を吸出し、吸出終了後に試料中に残っている水量の吸出前に含まれていた水量に対する百分率で定義される。⁽⁴⁰⁵⁾⁽⁴⁰⁶⁾ 注入モルタルのブリージング率と保水性との間には一次的逆相関関係が成立し、保水性の大きいもの程ブリージング率が小さい事が確かめられている。⁽²⁰¹⁾⁽⁴⁰⁶⁾ 図—6.21, 6.22 は実験の一例である。

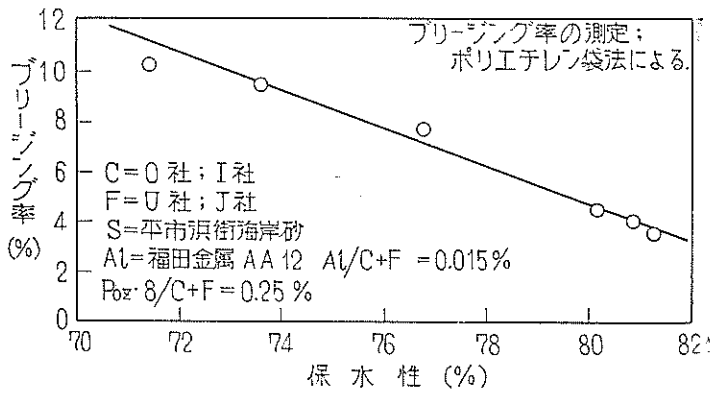
保水性と配合比との関係はかなり明らかにされ、図—6.23~6.26 に示したような関係が得られている。図—6.23, 24 は水セメント比と保水性との関係を示すもので、保水性は水セメント比の増加に応じて一次的に減少する。⁽⁴⁰⁵⁾⁽⁴⁰⁶⁾⁽⁶¹⁰⁾ 図—6.25は砂セメント比、水セメント比を一定としてフライアッシュ混和率を変えた場合の保水性の変化を調べたもので、保水性は混和率の増加に応じて一次的に減少する。⁽²⁰⁴⁾⁽⁶¹⁰⁾

注入モルタルの流動性を一定とする場合には保水性は一般に砂セメント比の増加に応じて減少するものであるが、⁽²⁰¹⁾⁽²⁰⁴⁾ 図—6.26に示したようにある値の砂セメント比に対しては一時的に増加した試験例もある。⁽⁶¹⁰⁾



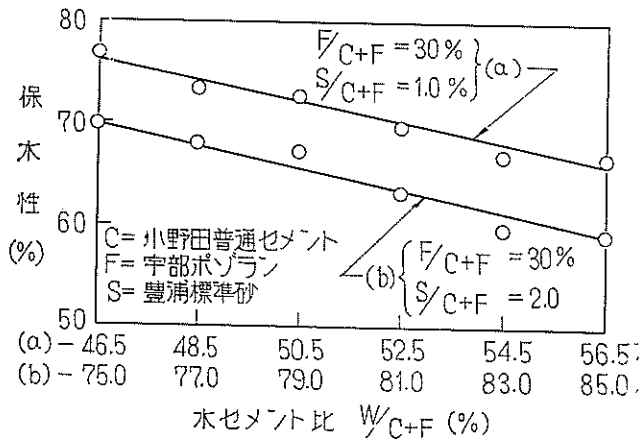
ブリージング率と保水性との関係 (406)

図—6.21



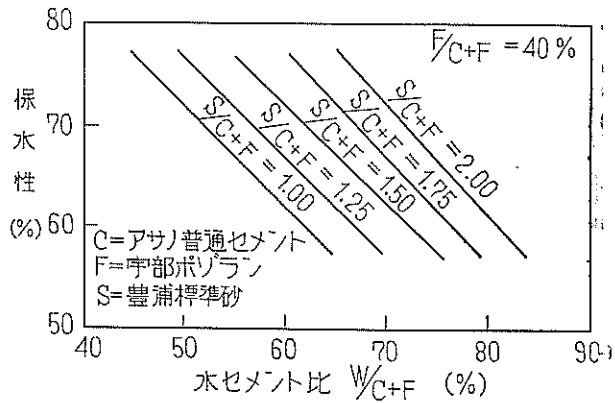
注入モルタルのフリージング率と保水性との関係 (201)

図-6.22



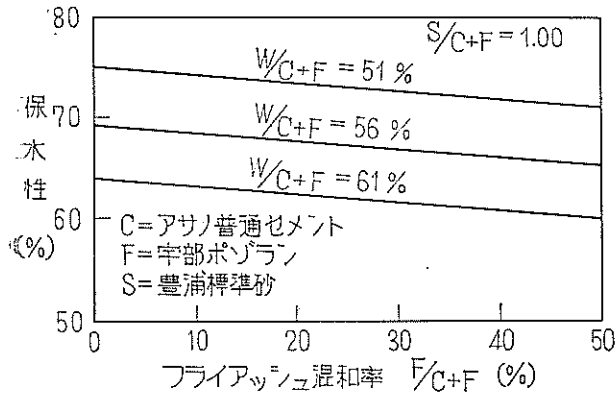
水セメント比と保水性との関係 (405)

図-6.23



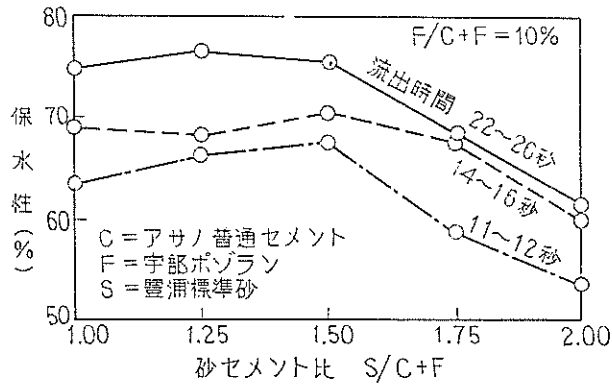
水セメント比と保水性との関係 (610)

図-6.24



フライアッシュ混和率と保水性との関係 (610).

図-6.25

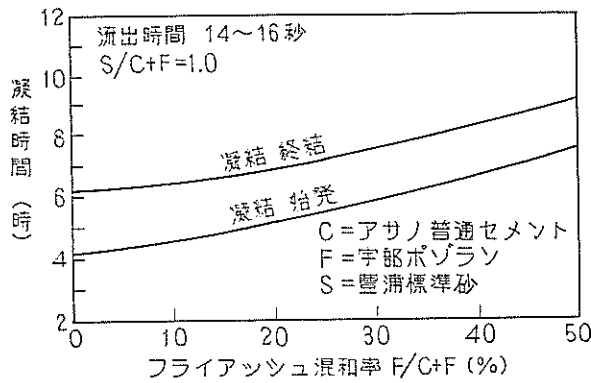


砂セメント比と保水性との関係 (610)

図-6.26

6.5 凝結時間について

注入モルタルには一般に凝結遅延効果を有する混和剤、例えば、イントルージョン・エイドあるいはポズリス JNo. 8]を混入する事が行われており、凝結時間が問題となる事は余りない。セメントの一部をフライアッシュ



フライアッシュ混和率と凝結時間の関係 (610)

図-6.27

で置き換える事は凝結時間を遅延せしめ、⁽⁶¹⁰⁾ また、混合水として海水を使用する場合凝結時間はかなり短縮されるものようであるが、施工に支障をもたらすほどではないとされている。⁽⁶¹¹⁾ 図—6.27および表—6.4参照。

表—6.4 グラウト凝結試験結果⁽⁶¹¹⁾

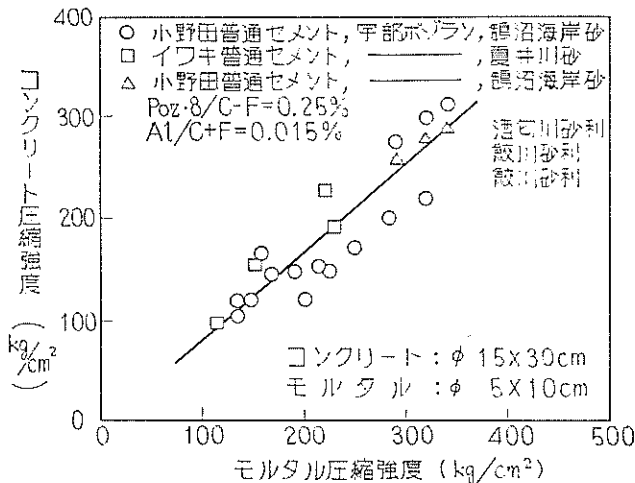
混合水	イントルージョンエイド	配合		流出時間 (秒)	凝結時間 (時, 分)	
		F/C+F	W/C+F		始 発	終 結
水道水	(C+F)×0.01	33.3	48.0 50.7	15.2 15.0	12—45 7—45	20—03 10—27
海水	0	33.3	51.0 52.3	14.6 14.2	6—12 5—30	10—12 8—12

オノダ普通セメント, 宇部ポゾラン, イントルージョンエイド使用

6.6 強度について

普通コンクリートの強度に影響をおよぼす要素は極めて多く、使用材料、配合、施工方法などがその主たるものである。プレパックド・コンクリートの場合も同様であるが、工法の性格上特に注入モルタルの配合によつて著しい影響を受ける。すなわち、ある特定の施工条件の下では、粗骨材の種類、粒度、填充方法が一定ならばプレパックド・コンクリートの強度は注入モルタルの強度によつて一義的に決まるものと考えられ、コンクリートとモルタルの圧縮強度に関しては両者の間には一次的相関関係が成立するものようである。⁽⁶⁰¹⁾⁽⁴⁰⁶⁾⁽⁵⁰¹⁾⁽⁶¹¹⁾ 図、6.28 は数種のセメント、砂、砂利を用いて注入モルタルの圧縮強度 ($\phi 5 \times 10\text{cm}$) とプレパックド・コンクリートの圧縮強度 ($\phi 15 \times 30\text{cm}$) との関係を調べた結果である。

このように注入モルタルの強度とプレパックド・コンクリートの強度との間には密接な関係があり、従つて、注入モルタルの強度はプレパックド・コンクリートの配合設計上極めて重要な意味を有する。



注入モルタルの圧縮強度とプレパックド・コンクリートの圧縮強度との相関性 (610)

図—6.28

6.6.1 使用材料の影響

注入モルタルの強度は、セメント・フライアッシュ、砂、などの諸材料の種類によつてかなり相違する。セメントの場合は単にそのタイプのみでなく製造会社や工場によつて異なる事は周知の事実であり、また風化などの影響もこれに加わる。表—6.5, 6.6はセメントの種類および風化の程度が注入モルタルの強度におよぼす影響を調

べた結果の一例である。表-6.7 は数種のフライアッシュを用いてプレパックド・コンクリートの圧縮強度を試験し、比較した結果である。

表-6.5 セメントの種類が強度と流動性におよぼす影響⁽²⁰¹⁾

セメントの種類	流出時間 (秒)	圧縮強度 (kg/cm ²)						曲げ強度 (kg/cm ²)		
		φ5×10cm 供試体			4×4×16cm 供試体			4×4×16cm 供試体		
		3日	7日	14日	3日	7日	14日	3日	7日	14日
小野田 (普通)	18	123	214	246	171	277	294	42.6	64.1	58.3
日立 (普通)	15	160	187	222	150	227	298	42.5	63.4	68.3
磐城 (普通)	19	129	230	252	239	357	359	52.4	69.3	64.1
浅野 (ペロ)	82	167	295	315	—	—	—	—	—	—

配合 $W/C=45\%$ $S/C=1.00$ ポゾリスNo. 8= $C \times 0.25\%$ $AI=C \times 0.015\%$

* 3個の供試体の平均値, 曲げの場合6個の平均値

表-6.6 風化セメントを用いたモルタルの配合と圧縮強度⁽²⁰¹⁾

20°C 80% に於ける曝 露期間(日)	吸湿度 gr/2000gr (%)	配 合 (重量比)				流出時間 (秒)	圧縮強度 (kg/cm ²)		
		W/C (%)	S/C	po/C (%)	AI/C (%)		3日	7日	14日
0	0 (0)	45 (45)**	1.00	0.25	0.015	20	169	259	280
1	5 (0.25)	45 (45.3)	1.00	0.25	0.015	26	130	193	228
3	13 (0.65)	45 (45.7)	1.00	0.25	0.015	41	121	184	263
7	26 (1.30)	45 (46.3)	1.00	0.25	0.015	72	154	188	181
14	51 (2.55)	45 (47.6)	1.00	0.25	0.015	***	—	—	—

小野田セメント, 豊浦標準砂, ポゾリス No. 8

* φ5×10cm 供試体3個の平均値

** () の数値は吸湿度も加算した値

*** 練り混ぜ不能

表-6.7 フライアッシュの種類がコンクリートの強度などにおよぼす影響⁽⁶⁰⁹⁾

フライアッシュ	水セメント比 (%)	流出時間 (sec)	膨張率 (%)**	ブリージング率 ^{**} (%)	圧縮強度 (φ15×30cm) (kg/cm ²)	
					7日	28日
F-6	50.0	20.0	8.78	2.10	115	198
F-7	55.0	20.6	8.89	3.78	91	181
F-8	50.0	21.0	9.11	1.83	107	200
F-9	50.0	20.9	8.83	2.22	105	195
F-7*	62.0	19.0	8.83	6.61	71	123
F-8*	58.0	19.5	10.44	3.36	97	160

宇部普通セメント, 多摩川砂

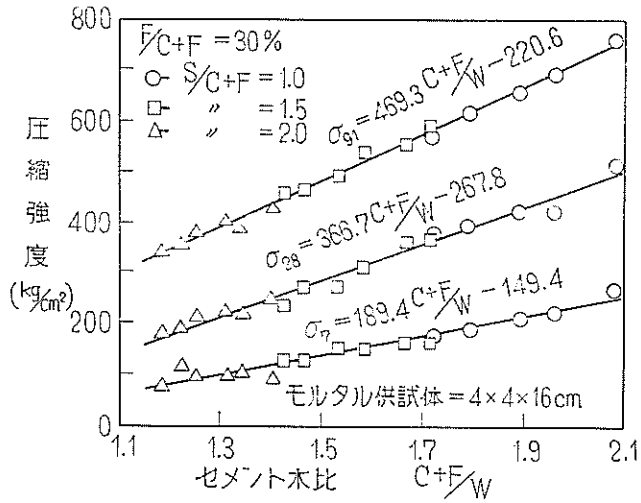
* 印は芦屋砂, イントルジョン・エイド= $(C+F) \times 1\%$, $F/C+F=28.6\%$, $S/C+F=1.286$

粗骨材は多摩川砂利 (最大寸法30mm)

** 1,000cc メスシリンダーで測定。ブリージング率はモルタル容積に対するブリージング水の百分率で表示。

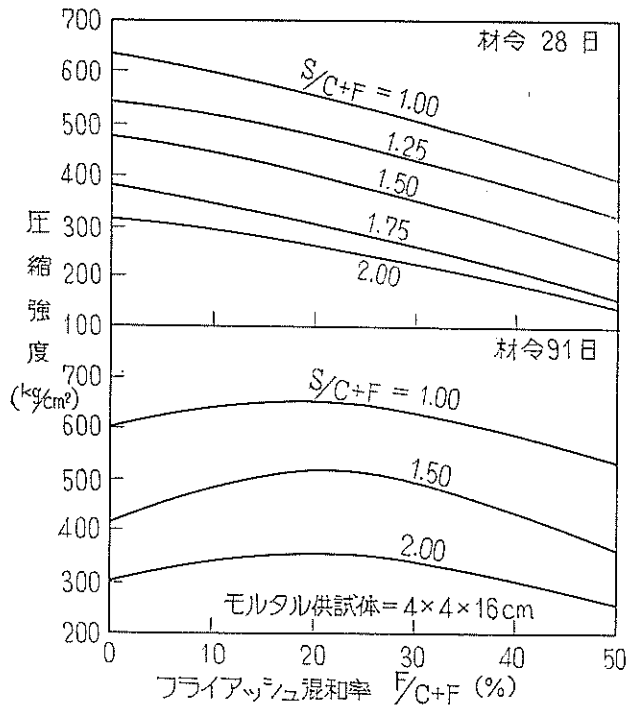
6.6.2 配合比の変化の影響

コンクリートの圧縮強度とセメント水比 ($C+F/W$) との間に一次的比例関係が成り立つ事は広く認められている所であるが、注入モルタルの圧縮強度とセメント水比との間にも同様な関係が成立する。すなわち、注入モルタルの圧縮強度はセメント水比に一次的に比例する。(601)(610)



セメント水比と注入モルタルの圧縮強度との関係 (610)
アサノ普通セメント, 宇部ポゾラン, 豊浦標準砂使用

図-6.29

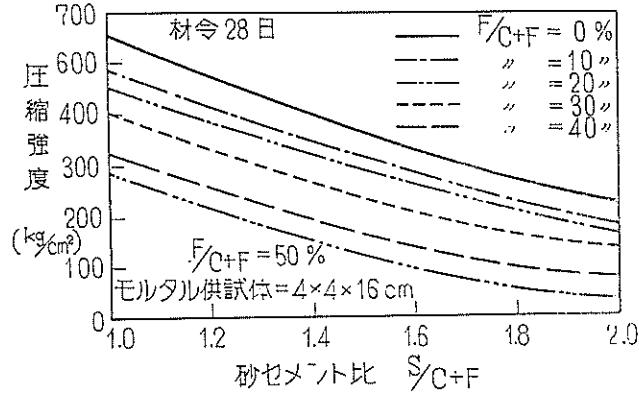


フライアッシュ混和率と注入モルタルの圧縮強度との関係 (610)
アサノ普通セメント, 宇部ポゾラン, 豊浦標準砂使用

図-6.30

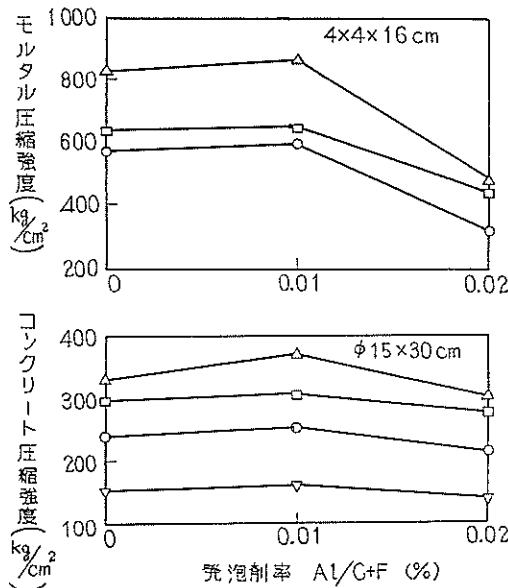
図-6.29 は上述の関係について実験的に確めた結果の一例で、この実験では注入モルタルの流動性は 10~30 秒の広範囲に亘って居り、この関係の成立には流動性が一定である事を必要としない。

フライアッシュはそれ自体では水硬性を持たないが、セメントの一部をフライアッシュで置き換える場合その可溶性珪酸およびアルミナ成分がセメントペーストの遊離水酸化石灰と化合して不溶性化合物を形成し、強度を発現すると云われている。しかしその最適混和率については未だ定説が無く、実際の施工では 0~50% の範囲で用いられ、10~30% 程度とした例が最も多いようである。⁽⁶⁰⁰⁾フライアッシュ混入による圧縮強度の発現は緩慢で、材令 4 週程度までは圧縮強度は混和率の増加に応じてほぼ一次的に減少する。材令 13 週ではフライアッシュ混入の効果が表われ、混和率 20~30% の範囲で最高強度が得られるものようである⁽⁶¹⁰⁾ 図-6.30 はフライアッシュ混和率と注入モルタルの圧縮強度との関係を示したものである。



砂セメント比と注入モルタルの圧縮強度との関係 (610)
アサノ普通セメント, 宇部ポゾラン, 豊浦標準砂使用

図-6.31



発泡剤率と注入モルタルおよびプレパクド・コンクリートの
圧縮強度との関係 (611)
小野田普通セメント, 宇部ポゾラン, 鶴沼海岸砂, 酒川利
ボゾリスNo.8, アルミニウム粉末 (福田金属 AA 12) 使用

図-6.32

流動性が一定となるように水セメント比を調整しながら砂セメント比を増加する場合、注入モルタルの圧縮強度は砂セメント比の増加に応じてほぼ直線的に減少する。これは 図-6.6, 6.7 に示したような、砂セメント比の増加に伴う水セメント比の増加によるもので、この関係は基準とする流動性の大小、あるいはフライアッシュ混和率の多少に関り無く成立つ、⁽⁶⁰⁴⁾⁽⁶¹⁰⁾ 図-6.31 は実験の一例である。

発泡剤率 $A/(C+F)$ もまた注入モルタルの圧縮強度に影響をおよぼす重要な要素である。発泡剤の混入によつて適当な膨張率が得られ、その膨張を抑制した状態で硬化された注入モルタルの圧縮強度は発泡剤を全く混入しないものの圧縮強度に比較して数%増加するものようである。⁽⁶⁰¹⁾⁽⁶¹¹⁾しかし、"適当な膨張率" の範囲については未だ充分には明らかにされず、5~10%程度と推定されているのみである。適量の発泡剤の混入は注入モルタルの圧縮強度を僅かながら増大させるのみでなく、粗骨材とモルタルとの付着状態を改善して、コンクリートの圧縮強度を増加させるが、過量の混入は注入モルタルの強度を著しく減少し、結果としてコンクリートの強度減少をもたらす。一般にコンクリート用発泡剤として市販されているアルミニウム粉末を用いる場合には $A/(C+F)$ の最適値は 0.01~0.02% の範囲にあると云われている。⁽⁶⁰⁹⁾⁽⁶¹¹⁾ 図-6.32 は発泡剤率と注入モルタルおよびプレパックド・コンクリートの圧縮強度との関係の一例である。

§ 7 プレパックド・コンクリートの諸性質

7.1 圧縮強度

6.6 節で述べたようなプレパックド・コンクリートの圧縮強度は、施工条件が一定の下では注入モルタルの圧縮強度によつて支配され、両者の間には一次的順相関関係の成立する事が確められている。プレパックド・コンクリートの圧縮強度は粗骨材の品質や粒度によつても異なるが、 $\phi 15 \times 30\text{cm}$ 供試体によるプレパックド・コンクリートの圧縮強度は $\phi 5 \times 10\text{cm}$ 供試体による注入モルタルの圧縮強度の 80~90%、 $4 \times 4 \times 16\text{cm}$ 供試体によるその 40~60% 程度であると云われている。⁽²⁰¹⁾⁽⁴⁰⁶⁾⁽⁶¹⁰⁾

注入モルタルには一般にフライアッシュを混入する事が行われて居り、このためプレパックド・コンクリートの短期材令強度はフライアッシュを混入しない配合と比較するとかなり小さい場合もある。その反面、強度の増

表-7.1 注入モルタルの配合とプレパックド・コンクリートの圧縮強度との関係⁽⁷⁰¹⁾

注 入 モ ル タ ル の 配 合				流 出 時 間 (sec)	プレパックド・コンクリートの圧縮強度*		
$\frac{F}{C+F}$ (%)	$\frac{S}{C+F}$	$\frac{P_o}{C+F}$ (%)	$\frac{W}{C+F}$ (%)		28日 (kg/cm ²)	91日 (kg/cm ²)	σ_{28}/σ_{91} (%)
25	0.75	0.25	47	19	199	280	71
"	1.25	"	54	18	175	228	74
"	1.75	"	64	19	83	140	59
40	0.60	"	48	18	155	253	61
"	1.00	"	51	18	107	208	51
"	1.40	"	59	21	83	119	70
50	0.50	"	48	22	103	201	51
"	0.83	"	54	"	70	130	54
"	1.11	"	60	20	61	99	62

P_o : ポゾリス No. 8

* $\phi 15 \times 30\text{cm}$ 供試体 3 個の平均値

進率は比較的大きく、材令91日ではフライアッシュを混入しない配合とほぼ同等か、もしくは同等以上の強度を得る事は困難でない。⁽⁶¹⁰⁾ 従つて、プレパックド・コンクリートの配合設計では材令91日強度を以て標準強度としている例もあり、このような場合材令28日の圧縮強度は91日強度の65±15%程度とされている。表—7.1~7.3は注入モルタルの配合とプレパックド・コンクリートの圧縮強度との関係を示す試験結果である。

表—7.2 注入モルタルの配合とプレパックド・コンクリートの圧縮強度との関係⁽⁷⁰²⁾

注 入 モ ル タ ル の 配 合				流 出 時 間 (sec)	プレパックド・コンクリート圧縮強度*		
$\frac{F}{C+F}(\%)$	$\frac{S}{C+F}$	$\frac{IA}{C+F}(\%)$	$\frac{W}{C+F}(\%)$		28日 (kg/cm ²)	91日 (kg/cm ²)	$\frac{\sigma_{28}}{\sigma_{91}}$ (%)
10	1.00	1.00	49.5	19.8	256	328	77
20	"	"	49.0	20.2	262	335	78
25	0.73	"	42.5	24.4	286	375	60
"	1.45	"	53.0	23.0	210	268	78
28.6	1.00	"	49.5	18.4	214	304	70
"	1.43	"	55.0	20.8	174	232	75
35	0.71	0.75	41.5	23.0	272	367	74
"	1.43	1.00	52.5	22.4	165	230	72
37.5	1.88	"	69.5	19.6	107	174	61
50	0.66	0.75	41.0	25.0	236	329	72
"	1.37	1.25	52.0	20.0	124	204	61
60	1.00	1.00	46.5	"	119	219	54
"	1.35	1.50	51.5	19.2	75	138	"

IA: イントルージョンエイド, 宇部普通セメント, 宇部ポゾラン, 多摩川砂, 多摩川砂利使用

* $\phi 15 \times 30\text{cm}$ 供試体3個の平均値

表—7.3 プレパックド・コンクリート, コア-の圧縮強度⁽⁷⁰²⁾

注 入 モ ル タ ル の 配 合				$\phi 15 \times 30\text{cm}$ 供試体の圧縮強度*		コンクリート・コア-の圧縮強度 91日** (kg/cm ²)		
$\frac{F}{C+F}(\%)$	$\frac{S}{C+F}$	$\frac{W}{C+F}(\%)$	$\frac{IA}{C+F}(\%)$	28日 (kg/cm ²)	91日 (kg/cm ²)	上	中	下
33	1.1	48.0	1.0	204	295	258	289	365
"	2.0	63.4	2.0	131	187	—	182	211
50	1.0	48.0	1.0	171	204	214	269	283

* $\phi 15 \times 30\text{cm}$ 型枠を用いて製作, 48 時間後脱型, 21°C 水中養生

** 室外に放置したコンクリート・ブロックより採取

7.2 曲 げ 強 度

表—7.4 は表—7.2 の圧縮強度試験と並行して曲げ試験を行つた結果で、⁽⁷⁰²⁾ 表—7.5 は各種寸法の供試体について強度試験を行つた結果である。これらの試験結果によると、曲げ強度は圧縮強度の略々14~22%の範囲にあり、強度の大きいもの程圧縮強度との比率は小さくなる傾向を示している。これは普通コンクリートの圧縮強度と曲げ強度との関係に極めて類似して居り、圧縮強度から曲げ強度の概略値推定が可能である事を示唆するものと思われる。

表一7.4 注入モルタルの配合とプレパックド・コンクリートの圧縮および曲げ強度⁽⁷⁰²⁾

注 入 モ ル タ ル の 配 合				流出時間 (秒)	材 令 (日)	圧縮強度	曲げ強度	曲げ強度 圧縮強度 (%)
$\frac{F}{C+F}$ (%)	$\frac{S}{C+F}$	$\frac{I A}{C+F}$ (%)	$\frac{W}{C+F}$ (%)			kg/cm ² *	kg/cm ² **	
35.0	0.71	0.75	41.5	23.6	28	272	45.1	16.6
					91	367	51.9	14.2
				23.6	180	376	51.8	13.8
365	415	56.6	13.6					
50.0	0.66	0.75	41.0	24.0	28	236	39.9	15.9
					91	329	51.3	15.6
				24.0	180	356	48.6	13.7
365	394	57.7	14.7					
35.0	0.98	0.75	47.5	22.0	28	230	36.8	16.0
					91	319	46.3	14.5
				21.8	180	223	48.5	15.0
365	358	50.6	14.1					
50.0	0.93	1.00	47.0	21.0	28	180	40.0	22.2
					91	268	46.2	17.2
				22.0	180	296	47.6	16.1
365	350	52.7	15.1					
35.0	1.43	1.25	52.5	20.6	28	165	37.0	22.4
					91	230	39.7	17.3
				20.2	180	288	45.6	15.8
365	309	52.1	16.8					
50.0	1.37	1.50	52.0	20.0	28	124	27.3	22.0
					91	204	37.2	18.2
				20.0	180	249	45.7	18.3
365	285	50.5	17.7					

宇部普通セメント，宇部ポゾラン，多摩川砂，多摩川砂利（最大寸法 30mm）

* $\phi 15 \times 30\text{cm}$ 供試体 3 個の平均値

** $15 \times 15 \times 53\text{cm}$ 供試体 3 個の平均値

表一7.5 注入モルタルおよびプレパックド・コンクリートの諸強度 (kg/cm²)⁽⁴⁰⁶⁾

材 令 (日)	注 入 モ ル タ ル		プ レ パ ッ ク ド ・ コ ン ク リ ー ト			
	$\phi 5 \times 10\text{cm}$		$\phi 15 \times 30\text{cm}$		$15 \times 15 \times 53\text{cm}$	
	圧 縮	引 張	圧 縮	引 張	圧 縮 *	曲 げ
7	169	21.8	146	15.0	168	22.2
14	251	24.2	172	17.0	191	25.8
28	318	28.1	204	19.3	270	31.1

* 印以外 3 個の平均値 * 印は 6 個の平均値

小野田普通セメント，宇部ポゾラン ($F/C+F=25\%$)，鵜沼海岸砂 ($S/C+F=1.00$)

ポゾリス No. 8 $Po/C+F=0.25\%$ ，アルミニウム粉末 ($AI/C+F=0.015\%$) 酒匂川砂利使用。

$W/C+F=44\%$ 流出時間 21秒

7.3 旧コンクリートとの付着強度

プレパックド・コンクリートの旧コンクリートとの付着強度は普通コンクリートのそれに比較してかなり大きい。これは注入モルタルの膨張性およびプレパックド・コンクリートの乾燥収縮が小さい事などによるものと考えられる。表一7.6 は付着強度についての試験結果の一例である。

表-7.6 新旧コンクリートの打継面の曲げ強度⁽⁷⁰³⁾

新の種 コン クリ ート	新コンクリ ートの配合	打継時の旧 コンクリ ートの材 令 (日) (普通コン クリート)	試験時の 材 令 (打継後) (日)	打 継 目 の 処 理 方 法 *						
				ワイヤーブラシで旧コンクリ ート面を削る			チップングして旧コンクリ ート面を粗にする			
				打継目を有 しないもの の強度 σ_a (kg/cm ²)	打継目の曲 げ強度 σ_b (kg/cm ²)	$\frac{\sigma_b}{\sigma_a}$ (%)	打継目を有 しないもの の強度 σ_c (kg/cm ²)	打継目の曲 げ強度 σ_d (kg/cm ²)	$\frac{\sigma_d}{\sigma_c}$ (%)	
普通 コン クリ ート	セメント使用量 300kg/m ³ W/C=51.5% スランプ=7.5cm	28	28	48.0	26.0	54	48.0	26.2	55	
			91	51.8	31.7	61	51.8	27.3	53	
		9	28	48.0	18.7	39	48.0	23.4	49	
			91	51.8	18.2	35	51.8	23.2	45	
プレ バ ッ ク ド ・ コ ン ク リ ート	配合比 (C:F:S) 1:0.43:1.43 エイド使用量 1% 流出時間 20±2秒	28	28	42.0	17.1	41	43.7	23.2	74	
			91	45.9	37.1	81	46.7	44.4	95	
			91	28	37.7	21.1	56	35.5	20.7	58
				91	53.8	37.3	69	50.3	38.4	76
	配合比 1:1:2 エイド使用量 1% 流出時間 20±2秒	28	28	30.5	21.1	69	29.2	29.4	101	
			91	43.4	33.4	77	41.2	41.7	101	
		91	28	38.5	18.6	48	27.8	24.8	91	
			91	49.6	29.9	60	41.6	33.9	81	

プレバクド・コンクリートの打継面を有しない供試体は新コンクリートの注入モルタルと同一バッチのモルタルで製作したもの。

* 各試験値は 15×15×53cm 供試体 3 個の平均値

7.4 乾 燥 収 縮

プレバクド・コンクリートの乾燥収縮は一般に $200\sim400\times 10^{-6}$ 程度と云われ、普通コンクリートの乾燥収縮の $400\sim600\times 10^{-6}$ と比較すると約 $\frac{1}{2}$ 程度である。これは粗骨材の各粒子が相互に接触している事、単位セメント量が一般に少ない事などによるものと思われる。表-7.7 はプレバクド・コンクリートの乾燥収縮試験結果の一例である。

表-7.7 プレバクド・コンクリートの乾燥収縮⁽⁷⁰²⁾

モ ル タ ル の 配 合				流 出 時 間 (sec)	乾 燥 収 縮 $\times 10^{-6}$ *		
$\frac{F}{C+F}$ (%)	$\frac{S}{C+F}$	$\frac{W}{C+F}$ (%)	$\frac{I A}{C+F}$ (%)		90日	180日	200日
35	0.98	47.5	0.75	23.0	203	310	316
60	0.90	46.5	1.00	24.3	252	—	356
35	1.43	52.5	1.25	23.0	258	335	338
60	1.35	51.5	1.50	19.8	294	—	370

* 28日間水中養生した後 21°Cの恒温室に放置したもの
76×76×279mm 角柱型、供試体 3 個の平均値

7.5 耐 久 性

プレバクド・コンクリートの凍結融解作用に対する耐久性に関する資料は比較的少く、特にこれを普通コンクリートと比較試験を行った例は極めて少い。既往の試験結果は、⁽⁷⁰²⁾⁽⁷⁰⁴⁾ フライアッシュ混和率の少い、富配合の注入モルタルを用いる場合には、ほぼ同等の配合を有するAEコンクリートの耐久性に近似した耐久性が得られ、良好な耐久性が得られるフライアッシュ混和率は20~30%程度までであつて、これより大きい値のフライアッシュ混和率を用いたプレバクド・コンクリートの耐久性は混和率の増加と共に急激に減少する事を示唆し、

ている。従つて凍害のおそれのある所にプレパックド・コンクリートを用いる場合には、フライアッシュ混和率を少くするか、もしくは充分に長い養生期間を経過した後に凍結作用を受けるようにすべきである。表-7.8 および7.9 はプレパックド・コンクリートの耐久性試験結果の少数例である。

表-7.8 プレパックド・コンクリートの凍結融解作用に対する耐久性⁽⁷⁰²⁾

注 入 モ ル タ ル の 配 合				流 出 時 間 (sec)	重 量 百 分 率 (300 サイクル後) *	耐 久 性 指 数 (%) *
$\frac{F}{C+F}$ (%)	$\frac{W}{C+F}$ (%)	$\frac{S}{C+F}$	$\frac{I A}{C+F}$ (%)			
35	47.5	0.98	0.75	23.0	99.3	74.6
60	46.5	0.90	1.00	24.3	97.2	20.2
35	52.5	0.43	1.25	23.0	99.2	72.5
60	51.5	1.35	1.50	19.8	93.6	17.9

普通コンクリートの場合

	W/C (%)	S/A (%)	単位セメント量 (kg/m ³)	空 気 量 (%)	ス ラ ン プ (%)	耐 久 性 指 数 **
AE Conc	50	33.5	276	5.9	7.7	82.0
非 AE Conc	50	33.5	300	—	7.5	2.6

* 7.6×9.0×38cm 供試体3個の平均値

材令91日で凍結融解作用を開始 -18°C~+5°Cサイクル, ASTM C290 に準じた方法

** 凍結融解作用開始材令28日

表-7.9 プレパックド・コンクリートの凍結融解作用に対する耐久性⁽⁷⁰⁴⁾

セメントおよび フライアッシュ の種類	注 入 モ ル タ ル の 配 合 *			300 サイクル 後 の 重 量 百 分 率 **	耐 久 性 指 数 **
	F/C+F (%)	W/C+F (%)	S/C+F		
F 社 高 炉 セ メ ン ト	—	41	0.5	98.2	73.4
	—	47	1.0	96.5	66.8
	—	47	1.5	95.0	64.4
A社普通セメント	50	49	0.5	—	24.6
A 社 ポ ゾ ラ ン	25	45	0.5	49.7	—
	12.5	45	0.5	94.4	57.5
A社普通セメント	33.3	48	1.0	—	24.6
A 社 ポ ゾ ラ ン	20	48	1.0	91.5	—
	14.3	48	1.0	—	45.0
A社普通セメント	25	51	1.5	73.5	29.0
A 社 ポ ゾ ラ ン	16.7	51	1.5	93.5	52.6
	12.5	52	1.5	91.8	56.3

* 苫小牧市錦岡海岸砂, 静内川砂利 (最大寸法30mm)

ポゾリス No. 8 (Po/C+F=0.25%), アルミ粉末 (Al/C+F=0.015%), 流出時間21秒

** ASTM C290 に準じた方法, -18°C~+4.5°C サイクル

10×10×42cm 供試体, 材令91日で試験を開始

また、プレパックド・コンクリートの酸や塩基に対する耐久性に関しては表—7.10に示したような試験結果があると云われている。(703)

表—7.10 硫酸ナトリウム10%溶液浸漬試験 (注)

種 別	セメント使用量 (kg/m ³)	水セメント比 $W/C+F$ (%)	圧 縮 強 度 (kg/cm ²)	
			6ヶ月標準養生	硫酸ナトリウム10% 溶液中で6ヶ月養生
普通コンクリート	360	42	442	389
プレパックド・コンクリート	セメント 270 フライアッシュ 90	40	486	498

注：文献 (703) に掲載されたもので、米国カリフォルニア大学、工学材料研究所 (Engineering Materials Laboratory, Univ. of Calif, U. S. A.) の Raymond E, Davis 博士の試験結果といわれるが、発表文献の詳細は不明。

§ 8 注入モルタルの配合設計

施工上の諸条件が一定の場合にはプレパックド・コンクリートの諸性質が注入モルタルの配合によつて決定される事は § 6~§ 7 に述べた事項より自ら明らかである。従つて注入モルタルの配合設計は工法上極めて重要な意味を有するが、その配合設計法は未だに確立されていない。注入モルタルの配合設計法としては、新見、武川両氏の試案、⁽⁸⁰¹⁾杉木、堀松両氏の方法、⁽⁸⁰⁵⁾および著者らの試案⁽²⁰¹⁾⁽⁶⁰⁴⁾が提案されているのみである。

新見、武川両氏の試案は実験結果と既往の資料に基いて所要のフライアッシュ混和率 ($F/C+F$)、水セメント比 ($W/C+F$)、砂セメント比 ($S/C+F$) を仮定し、この配合を用いて流動性試験を行つて、 $S/C+F$ を補正して配合決定を行うもので、強度から配合を決める場合には、以上の配合と同時に流動性を一定とした2種の配合 (水および砂を増やしたものや減らしたもの) の合計3種の配合によつて供試体を作り、これを試験して、 $C+F \sim \sigma_{91}$ または $C+F/W \sim \sigma_{28}$ 曲線を求め、これから配合を決定する方法である。この方法では、フライアッシュ混和率の決定は $F/C+F \sim$ (フライアッシュ混和セメントの強度) の関係から行い、水セメント比はコンクリートの91日強度 (σ_{91}) もしくは28日強度 (σ_{28}) との関係より決定する。また砂セメント比の決定は流動性を一定とする砂セメント比~水セメント比の関係を用いて行う。杉木、堀松両氏の方法は前述の方法とほぼ類似するもので、多くの係数を含む幾つかの経験式を提示し、実験によつてこれらの係数を定める点が前述の方法を異つている。

第3の方法は第1、第2の方法と同様に実験資料に基いて所要の水セメント比 ($W/C+F$)、フライアッシュ混和率 ($F/C+F$)、砂セメント比 ($S/C+F$) を決定する方法であるが、その決定には実験的に得られた、これらの配合比とプレパックド・コンクリートの圧縮強度との関係を利用している。すなわち、最初に水セメント比、フライアッシュ混和率、および砂セメント比のそれぞれとプレパックド・コンクリートの圧縮強度との関係を用いて、プレパックド・コンクリートの所要強度が得られるようにこれらの配合比の許容最大値を推定する。次いで、このようにして求められた配合比を用いて試験配合を行い、注入モルタルの諸性質が施工に適したものか否かを検討して必要に応じて補正を行う。この場合、セメント分散剤率 ($CDA/C+F$) は普通コンクリートに用いられる値を採用し、また発泡剤率 (通常の場合アルミニウム粉末を使用し、 $Al/C+F$) は膨張率が5~10%となるように試験によつて定める。注入モルタルの諸性質の許容範囲としては次のような値を挙げている。

流動性 (流出時間)	20 ± 2 秒
保水性	70%以上

膨張率

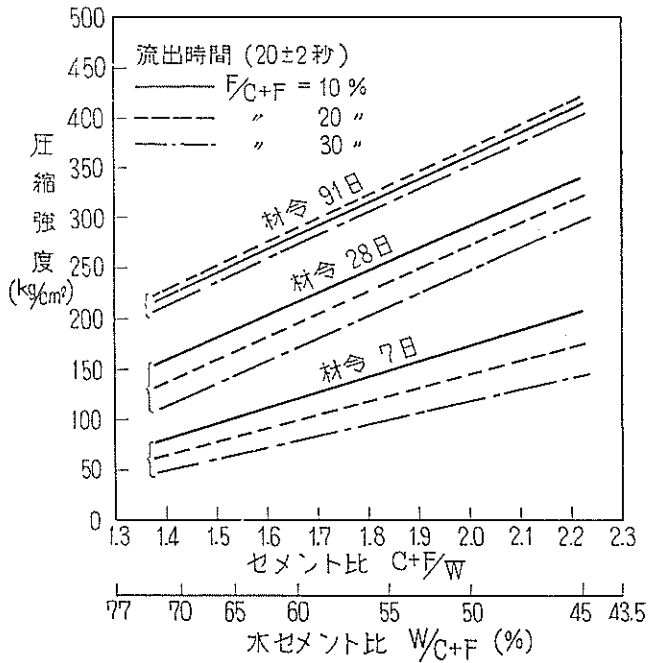
5~10%

以上によつて定めた配合の注入モルタルを用いて、プレパックド・コンクリートの強度試験を行い、これが所要強度を満足する事を確認する。図-8.1~8.7は第3の方法によつて注入モルタルの配合設計を行う場合の参考資料として提出されているものである。以下この方法による配合設計の一例を紹介する。

配合設計の一例

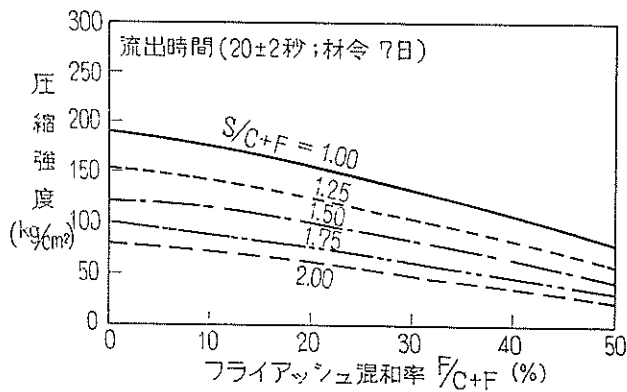
条件

① プレパックド・コンクリートの所要強度 $\sigma_{28}=200\text{kg/cm}^2$



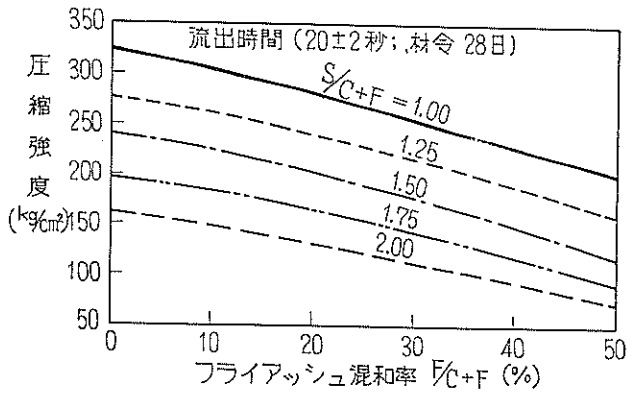
プレパックド・コンクリートの圧縮強度と注入モルタルの水セメント比との関係 (604)

図-8. 1



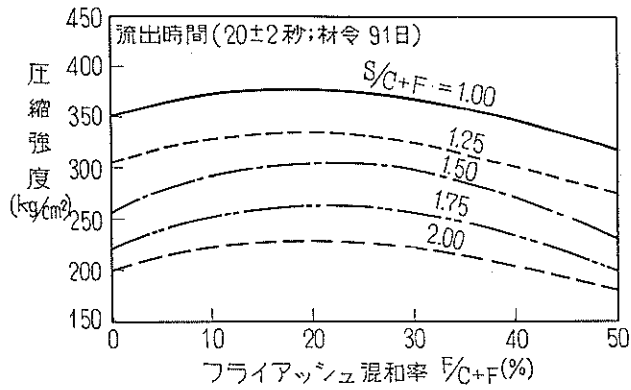
プレパックド・コンクリートの圧縮強度と注入モルタルのフライアッシュ混和率との関係 (604)

図-8. 2



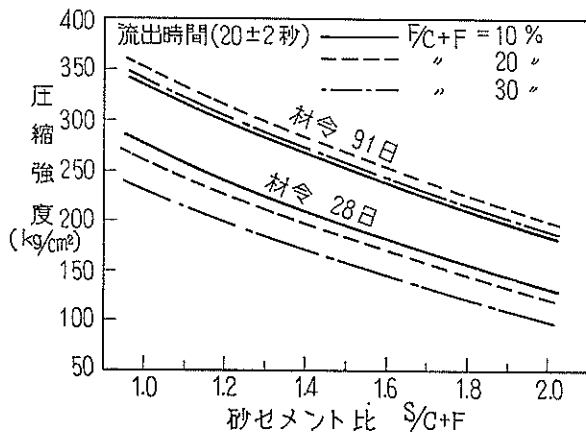
プレパックド・コンクリートの圧縮強度と注入モルタルのフライアッシュ混和率との関係 (604)

図-8. 3



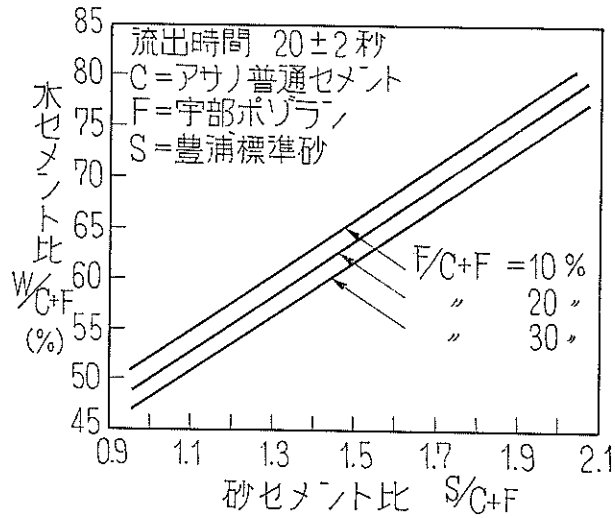
プレパックド・コンクリートの圧縮強度と注入モルタルのフライアッシュ混和率との関係 (604)

図-8. 4



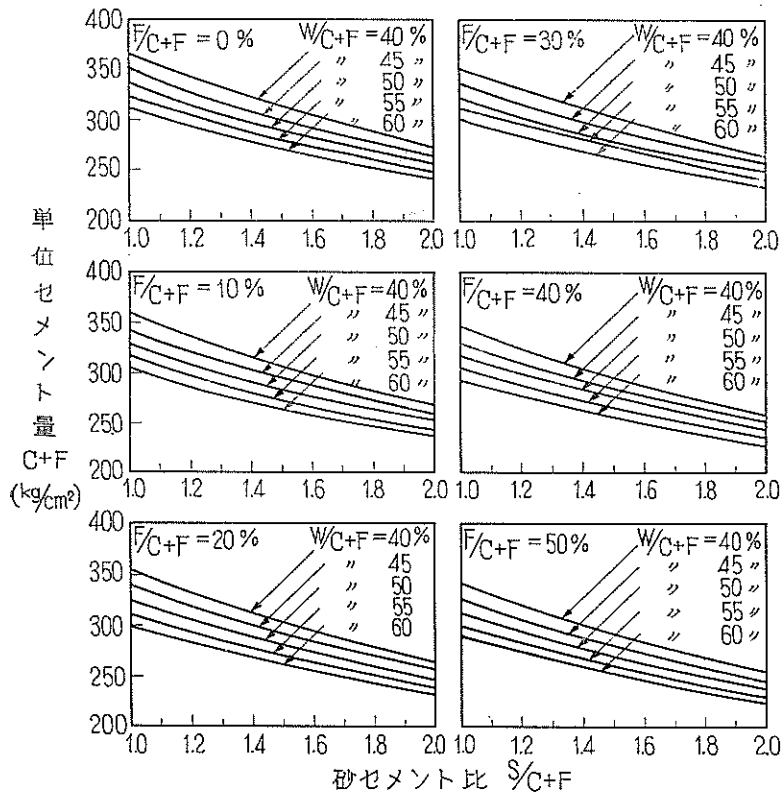
プレパックド・コンクリートの圧縮強度と注入モルタルの砂セメント比との関係 (604)

図-8. 5



流動性一定の注入モルタルの水セメント比と砂セメント比との関係 (604)

図-8. 6



プレパックド・コンクリート1m³当りのセメントおよびフライアッシュの使用量(604)
 ↓ (粗骨材の空隙率が40%の場合, $\rho_c = 3.15$, $\rho_f = 2.10$, $\rho_s = 2.65$)

図-8. 7

② プレパックド・コンクリートの耐久性より定まる最大水セメント比 $W/C+F=53\%$

(1) 図-8.1 より $\sigma_{28}>200\text{kg/cm}^2$ となる水セメント比を求めると、

$F/C+F$	$C+F/W$	$W/C+F$
10%	1.59以上	63%以下
20%	1.68 "	60% "
30%	1.79 "	56% "

本例では長期強度の増加，経済性などを考慮して $F/C+F=30\%$ を選んだ場合を想定する。

(2) 図-8.3 より $\sigma_{28}>200\text{kg/cm}^2$ となる砂セメント比を求めると， $F/C+F=30\%$ に対し， $S/C+F<1.33$

(3) 図-8.5 より $\sigma_{28}>200\text{kg/cm}^2$ となる砂セメント比を求めると， $F/C+F=30\%$ に対し， $S/C+F<1.17$

(4) (2)と(3)より $S/C+F=1.17$ を採用する。図-8.6 を用いて $F/C+F=30\%$ $S/C+F=1.17$ に対する水セメント比を求めると， $W/C+F=52.5\%$ ， $<53\%$ 。

(5) セメント分散剤として，例えばポゾリス No. 8 を用いるものとする，試験配合を行うための諸配合比は以下ようになる。アルミニウム粉末としてはコンクリート用発泡剤として市販されているものを用い，その使用量は 0.015%と仮定する。

$$\begin{aligned} W/C+F=52.5\% & \quad Al/C+F=0.015\% & \quad S/C+F=1.17\% \\ F/C+F=30\% & \quad CDA/C+F=0.25\% \end{aligned}$$

以上の配合に対する概算単位セメント量は図-8.7 を用いて， $C+F=300\text{kg/m}^3$ 従つて、

$$\begin{aligned} C &= 300 \times 0.7 = 210\text{kg/m}^3 \\ F &= 300 \times 0.3 = 90\text{kg/m}^3 \\ S &= 300 \times 1.17 = 351\text{kg/m}^3 \\ W &= 300 \times 0.525 = 157.5\text{kg/m}^3 \\ Poz \text{ No. 8} &= 300,000 \times 0.0025 = 750\text{gr/m}^3 \\ Al &= 300,000 \times 0.00015 = 45\text{gr/m}^3 \end{aligned}$$

(6) 試験配合における補正の指針

- ① 流動性が過大の場合（流出時間<18秒）， $W/C+F$ を減少する。 $W/C+F=1\%$ の減少は流出時間2秒の増加に相当する。
- ② 流動性が過少の場合（流出時間>22秒）， $S/C+F$ を減少する。 $S/C+F=0.1$ の減少は $W/C+F=3\%$ の増加に相当する。
- ③ 保水性が過少の場合（保水性<70%）， $W/C+F$ を減少する。 $W/C+F=1\%$ の減少は保水性1%の増加に相当する。
- ④ プレパックド・コンクリートの圧縮強度が過少の場合，
 $C+F/W$ を増加する。 $C+F/W=0.1$ の増加は $\sigma_{28}=20\text{kg/cm}^2$ の増加に相当する。

(7) フライアッシュセメント，高炉セメントあるいはシリカセメントのような混合セメントを用いる場合には，そのセメントのポゾラン物質の混和率を以つてフライアッシュ混和率と考えて図-8.1~8.7を用いる。

表-8.1 は既往の資料について，実際に得られた強度と 図-8.1~8.7 を用いる方法を適用して求めた強度と比較した結果で，両者の比は，95~165%，平均118%となつて，この方法による配合比の推定がかなり安全側にある事を示している。また，この方法では試験配合の段階における配合比の補正は強度が増加する方向のみ行う事を前提として居り，最終的に決定される配合は常に安全側にあると思われる。

しかし，配合設計は常に安全側にあるのが最良の方法とは云い難く，所要の性質を有するプレパックド・コン

クリートが得られ、かつ最も経済的な注入モルタルの配合が適確に定められるような方法である事が望ましい。このためには多くの試験結果と施工実績を集積し、図—8.1~8.7を修正し、あるいは追加してより完全なものにする事が必要である。

表—8.1 既往の資料との比較⁽⁶⁰⁴⁾

D研究所実験例およびN建設会社施工例					図—8.1~8.7を用いて求めた値				A/E (%)
$\frac{F}{C+F}$ (%)	$\frac{S}{C+F}$	$\frac{W}{C+F}$ (%)	流出時間 (sec)	(A) σ_{28} (kg/cm ²)	図—8.1 による (B) σ_{28} (kg/cm ²)	図—8.3 による (C) σ_{28} (kg/cm ²)	図—8.5 による (D) σ_{28} (kg/cm ²)	B, C, Dの 最小 (E) σ_{28} (kg/cm ²)	
25	1.00	45	20.4	256	275	265	245	245	104
25	1.00	45	20.4	242	305	265	245	245	99
26	1.17	55	23.2	210	220	240	215	215	98
26	1.74	60	22.0	180	185	140	140	140	129
29	1.34	51	24.2	225	225	200	175	175	129
29	1.28	51	—	216	235	210	185	185	117
30	1.13	50	20.4	245	245	230	202	205	120
30	1.00	48	20.2	265	265	250	230	230	115
33	1.17	54	24.0	181	205	220	190	190	95
33	1.50	51	24.0	198	230	165	140	140	141
35	0.99	47.5	23.0	230	260	240	215	215	107
35	1.43	52.5	22.4	165	215	175	150	150	110
35	2.06	62.5	20.2	134	145	95	80	80	168
平均	1.29	—	22.5	—	—	—	—	—	118

§ 9 プレパックド・コンクリートの施工

9.1 練り混ぜおよび注入について

9.1.1 施工順序

プレパックド・コンクリートの施工は一般に次のような順序で行われる。

(1) コンクリート材料の選択および試験

セメント、フライアッシュ、砂、砂利、混和剤（セメント分散剤とアルミニウム粉末、もしくはイントルージョン・エイド）および水の材料試験

(2) 注入モルタルの配合の決定

(1)における比較試験結果もしくはその他の条件によつて選択された諸材料を用いて試験配合を行い決定する。試験配合に先立つ諸配合比の選択は § 8 の方法で行う。試験配合では以下の試験を行う。

a : 流動性, b : 保水性もしくはブリージング率, c : 膨張率, d : 注入モルタルおよびプレパックド・コンクリートの諸強度

(3) 型枠の建込

(4) 型枠内への砂利の投入および注入管の建込み

(5) 注入モルタルの練り混ぜ

- (6) 注入モルタルのポンプによる圧送, 注入
- (7) 注入終了後 6~10時間に表面仕上げ
- (8) 脱型

9.1.2 施工機械

プレパックド・コンクリートの主たる施工機械はモルタル・ミキサおよびモルタル・ポンプより成る。

モルタル・ミキサは通常直列もしくは並列して取り付けられた2個の混合槽を有する型のものが用いられ、各槽には数個の攪拌羽根を有する主軸が取り付けられ、これを回転して練り混ぜを行う構造となつている。主軸の回転数は70~300r.p.m. 程度のものが広く用いられているようであるが、ミキサの構造が許容する範囲内で高速回転のものが注入モルタルの流動性の増加および練り混ぜ時間の短縮に有効である。⁽⁴⁰⁶⁾

注入に用いるモルタル・ポンプにはプランジャー・ポンプ (Plunger Pump) とロータリーポンプ (Rotary Pump) の2種の形式がある。前者はピストンの往復運動を利用するもので、施工用として最も広く用いられている。後者はネジ式ポンプとも云われ、固定子 (Stator) の内部でネジ型の回転子 (Rotor) が回転し、両者の間の空間がネジの進行方向に進む事を利用したものでモノポンプ (英国 Mono Pump 社) やスネーク・ポンプ (三菱造船KK) などはこの形式に属する。⁽⁹⁰¹⁾⁽⁹⁰⁶⁾

モルタル・ポンプ、モルタル・ミキサの他に、アジテーター、遠距離圧送の場合の中継ポンプ、粗骨材投入用機械、振動機、骨材篩分け機械、使用材料の計量装置などが挙げられるが、アジテーターおよび中継ポンプは本質的にモルタル・ミキサおよびモルタル・ポンプと異ならず、他の装置は一般コンクリート施工機械に属するもので、ここでは詳述を省く。表-9.1~9.4 はミキサおよびポンプの主要諸元仕様例である。

表-9.1 国産Y社製モルタル・ミキサ仕様例

型 式	上上 2 槽 式	上下 2 槽 式	並列 2 槽 式	並列 2 槽 式
容 量 (ℓ)	190×2	400×2	200×2	300×2
回 転 数 (r.p.m)	70	125	1,000	250
原 動 機 (P.S)	2	—	5	5
寸 法 (m)	高 1.13 長 1.20 巾 0.90	1.56×1.62×0.88	1.1×2.0×0.9	0.7×2.2×0.6
重 量 (kg)	240	410	450	400

表-9.2 国産Y社製モルタル・ポンプ仕様例

型 式	諸 元	圧 力 (kg/cm ²)	容 量 (ℓ/min)	ピストン 径 (mm)	回 転 数 (r.p.m)	ス ト ロ ー ク (mm)	原 動 機 (P.S)	寸 法 (m) 高×長×巾	重 量 (kg)
単筒複動横型ピストン式		35	25	42	300	42	3	0.84×1.45×0.4	215
		25	35	48					
		15	58	60					
"		50	30	53	120	76	5	0.81×1.35×0.45	317
		34	45	62					
		25	60	70					
複筒複動横型ピストン式		70	37	45	122	75	10	0.67×2.015×0.6	640
		40	65	56					
		25	105	68					

表—9. 3 米国製モルタル・ミキサ仕様例

諸元	型式	複槽式中型エヤーモーター付	複槽式中型ガソリンエンジン付
使用空気圧力又は馬力 (kg/cm ² or HP)		7	15 (1,600 r. p. m. の場合)
所要空気量 (C. F. M)		110	—
重量 (kg)		320	730
寸法(長×巾×高, フィート, インチ)		6' 8"×3' 5"×6' 3"	10' 6"×3' 5"×6' 3"
容量 (ft ³)		8	8

表—9. 4 米国製モルタル・ポンプ仕様例

諸元	型式	中型(複式)ポンプ	小型(単式)ポンプ
重量 (kg)		660	250
使用空気圧 (kg/cm ²)		7	7
所要空気量 (C. F. M)		140	50
モルタル排出量 (ft ³ /min)		2 (0.056m ³)	0.83(0.023m ³)
寸法 (長×巾×高, インチ)		69"×34"×36"	53"×14"×22"
ストローク		30"	30"

9.1.3 粗骨材の投入

粗骨材は投入に先立つて、これを入念に篩分けて細粒を完全に除去する事が必要である。一般には呼び寸法15mm篩を通過するものが細粒として取扱われている。細粒のものが混入すると、空隙率自体には余り相違はないが粒子間隙の間隔が狭くなつて粗骨材間の注入モルタルの流動に悪影響をおよぼし、その行き直りが不完全となる。⁽⁹⁰²⁾

粗骨材の投入に際しては粒度分布が均等化するように注意すると共に、振動機あるいは突き棒を使用して突き固めて間隙を最小にする事が重要である。これは粒子間隙を均等化して注入モルタルの滲透係数を大きくする事、粗骨材の噛み合いを充分にして注入モルタルの膨張効果を充分に利用する事、注入モルタルの流動による粗骨材の浮上りを防止する事などに有効であるとされている。

9.1.4 注入管の建込み

注入管の建込みには、所定の位置に予め管を設置した後に粗骨材を填充する方法と粗骨材を填充した後に所定の位置に管を打込む方法の2通りの方法が行われている。これは型枠の状態などの施工条件によつて決められるもので得失は余り無い。注入管は内径が19~51mmのガス管もしくは水道管を用い、その建込み先端は45°程度の角度で斜めに切断して、先端が型枠底板や粗骨材に密着して閉塞する事を防止する。

その建込み間隔は、鉛直方向に注入する場合には注入管の水平間隔を1~2m、水平方向に注入する場合千鳥状かつ階段状に配置してその水平間隔を2~4m、高さ1.5~3.0mとする事が一般に行われている。しかし、注入管の間隔は粗骨材中の注入モルタルの表面勾配を考慮して定めるべきもで、注入モルタルの上昇速度によつても異なる。表面勾配は陸上施工では $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{6}$ 、水中施工では $\frac{1}{10} \sim \frac{1}{20}$ 程度が良いと云われている。⁽⁹⁰⁷⁾ 水中施工の場合に表面勾配を大きくすると、注入モルタルと水との境界面に乱れが生じ、注入モルタルの表層の水による稀釈は避け難い。⁽⁹⁰²⁾ 表—9.5 は注入管建込みの施工例である。

表—9. 5 注入管建込み施工例

工 事 名	建込水平間隔	型枠底部 よりの高さ	注入管径, 形状	輸送管及輸 送 距 離	建込み方法
横浜港山下埠頭	1.0m	—	先端 45° 19mm	φ 25mm, 250m	粗骨材投入前, 後の2通
由比港防波堤	1.6~1.9m, 0.8m	—	19mm	φ 25mm, 150m	骨材投入前
和田島地先海岸堤防	1.5m	—	25mm		骨材投入中
神戸造船所	1.1m以内	—	25mm	—	—
門 司 港	1.9~2.2m	20~30cm	先端 45° 25mm	φ 38mm	—
小 倉 港	—	—	25mm	—	—
東黒部海岸堤防	2.0m	—	25mm	φ 38mm, 300m	骨材投入中
釧 路 港	1.0m	—	25mm	—	—
宮 中 ダ ム	4.5m	50cm	50mm	—	—
鳥嶽砂防ダム	千鳥状 0.75~1.5m	—	50mm	—	—

9.1.5 注入モルタルの練り混ぜ

注入モルタルの練り混ぜに先立つて、砂の篩分けを完全に行い、2.5mm 以上の粗粒子を除去しなければならない。練り混ぜに当つては、(1) 使用材料の計量は正確に行い、水以外の材料の計量は必ず重量で行う事、(2) ミキサの性能に応じて充分な時間を費して練り混ぜる事、(3) 注入モルタルをミキサよりポンプのホッパーに排出する前に、これを篩過する事、を厳守しなければならない。注入モルタルの篩過には通常 3 ~ 5 mm篩を用いて古いモルタル塊、セメントやフライアッシュ塊、その他の異物を除去する。

各材料のミキサへの投入は

水—混和剤—フライアッシュ—セメント—砂の順序で静かに行い、全材料の投入後均一な品質の注入モルタルが得られるまで攪拌して練り混ぜる。練り混ぜ時間はミキサの性能によつて異なるが、一般に全材料投入後 3 分以上を原則としている。⁽²⁰⁹⁾ 注入モルタルの流動性は全材料投入後、混り混ぜ時間の経過と共に増加し、ある点で最大となり、⁽⁴⁰⁶⁾⁽⁶⁰¹⁾ この点を経過すると流動性は減少する。流動性の減少は練り混ぜによるモルタル温度の上昇とセメントの凝結によるものである。流動性が最大となるに要する時間はミキサの性能により異なるが、高速回転のもの程短時間で充分な練り混ぜを行い得るものと思われる。⁽⁶⁰¹⁾ 表—9. 6 は練り混ぜ時間と注入モルタルの性質についての試験結果の一例で、図—9. 1, 9. 2 は練り混ぜ速度と注入モルタルの流動性との関係を示す例である。

表—9. 6 練り混ぜ時間と注入モルタルの性質について実験例⁽⁹⁰⁸⁾

フライ アッ シュ 銘柄	注入モルタルの配合			試料採取時期 試 験 種 別	注 入 開始前	注 入 途 中	注 入 終了後	モルタル温度 (°C)		気 温 (°C)
	$\frac{F}{C+F}(\%)$	$\frac{S}{C+F}$	$\frac{W}{C+F}(\%)$					前	後	
宇 部	28.6	0.99	48	混 合 時 間 (分)	5	65	115	28	35	31
				流 動 性 (秒)	20.2	15.0	17.8			
				膨 張 (%)	7.78	3.33	1.67			
				ブリージング (%)**	2.00	1.67	1.11			
"	28.6	1.13	50	"	5	7.0	130	28	37	36
					20.4	15.0	18.4			
					8.89	3.33	1.44			
					3.11	1.11	0.44			

フライ アッシュ 銘柄	注入モルタルの配合			試験種別	試料採取時期	注 入 開始前	注 入 途 中	注 入 終了後	モルタル温度 (°C)		気 温 (°C)
	$\frac{F}{C+F}$ (%)	$\frac{S}{C+F}$	$\frac{W}{C+F}$ (%)						前	後	
宇 部	28.6	1.34	51	混 合 時 間 (分) 流 動 性 (秒) 膨 張 (%) ブリージング (%)**	5	60	105	21	26	20	
					24.2	17.4	17.8				
					3.56	2.22	2.22				
					2.22	2.00	1.22				
"	37.5	1.66	54	"	5	65	115	27	36	30	
					23.0	19.8	35.0				
					38.9	3.33	0.89				
					—	—	—				
"	37.5	1.91	55	"	5	27	—	25	32	28	
					23.8	19.2	—				
					3.33	2.22	—				
					4.67	2.22	—				
戸 畑	25.9	1.17	55	"	5	54	94	24	31	25	
					23.2	15.8	15.0				
					4.44	4.00	3.33				
					3.33	3.33	2.20				
"	25.9	1.49	60	"	5	75	135	26	37	31	
					22.0	17.0	21.0				
					5.56	3.89	0.67				
					5.00	2.22	0.33				
"	34.4	1.15	56	"	5	65	105	28	35	33	
					22.0	16.0	18.0				
					6.25	5.00	2.20				
					3.75	2.78	1.11				

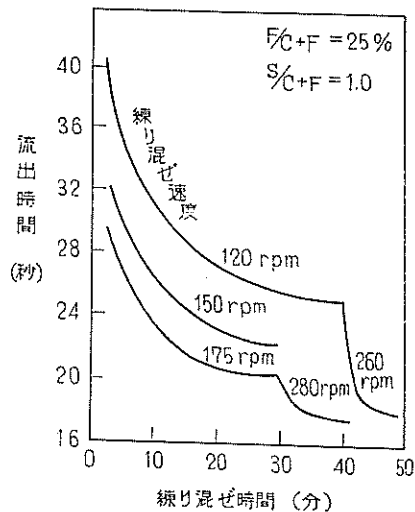
* インترلージョン・エイド (C+F) × 1.0%
使用 流出時間 20~23 秒

** 膨張率およびブリージング率は3時間後測定,
温度 20±1°C

9.1.6 注 入

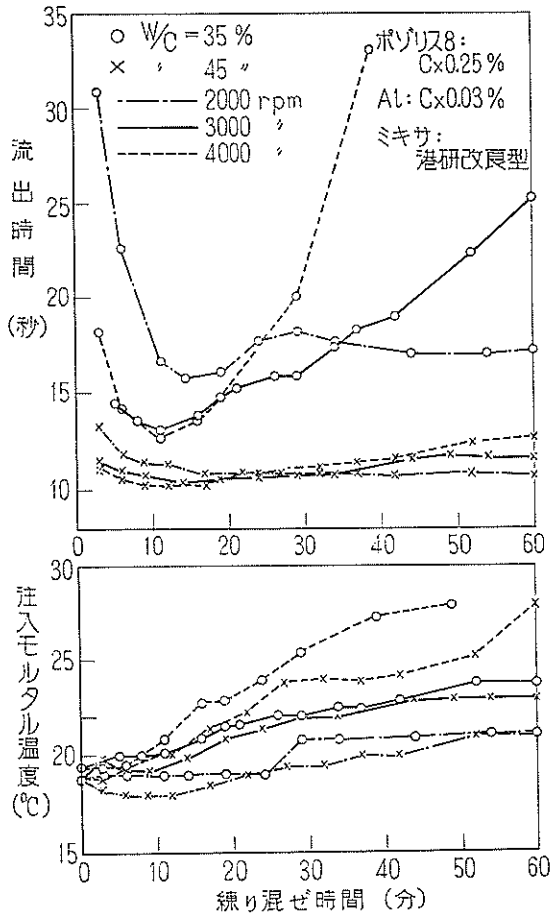
(1) 注入作業

モルタルの注入に先立ち、管内の異物の有無を確認、水またはセメント・ペーストを通す。モルタルの注入は型枠底面より上方へモルタルがほぼ水平に上昇するように注入個所を移動しながら行う。注入管を引き上げながら行う時は管の先端が常にモルタル中に挿入されている状態に保つ。注入速度はできるだけ緩慢に行い、モルタルを充分浸透させる必要がある。注入モルタルの打上り速度は一般に1m/時以内とされているが、ポンプの能力と注入モルタルの型枠におよぼす動圧力からも制限を受ける。既往



練り混ぜ速度と注入モルタルの流動性との関係 (601)

図-9.1



練り混ぜ速度と注入モルタルの流動性および温度との関係(406)

図-9.2

の工事資料によれば中型モルタル・ポンプを使用したプレパックド・コンクリートの施工量は 10~12.5m³/時、注入モルタル量 4~5 m³/時 程度である。

(2) 打上り面の処理

プレパックド・コンクリートの強度は同一構造物でもその位置すなわち打上り面からの深さによつて相違する事が明らかにされている。⁽⁵⁰¹⁾⁽⁹⁰³⁾ すなわち、上部コンクリートの強度は下部のそれよりもかなり小さい。これは下部コンクリート程大きな圧力を受けた状態で硬化することにもよるが、より大きな原因としてはブリージングの影響が考えられている。⁽⁵⁰¹⁾ 打上り面附近での強度低下の対策としては次のような方法が奨められる。

① 打上り面附近の施工に当つて、特に富配合のモルタルを注入する。

② 打上り面にヴェンチング型枠を置き、粗骨材の浮上り防止、モルタルの膨張抑制を行うと共に、モルタル注入終了後、2~3時間経過してから事後注入を行い、上部モルタルより余分な水分を絞り出す。

9.2 型枠工について

9.2.1 型 枠

プレパックド・コンクリートの施工において最も重要な問題の一つは型枠に関するもので、注入モルタルが流

動体である事に起因する。型枠の受ける圧力は普通コンクリートの場合よりも大きく、また注入モルタルは微細な間隙や小孔より容易に漏出する。従つて普通コンクリート用型枠よりも堅牢で水密性の大きい型枠が必要とされ、特に注意すべき点として以下のような事項が挙げられる。

- (1) 漏洩防止……注入モルタルは流動性に富み、またその凝結時間が長いので、漏洩の防止は入念に行う。型枠に板材を用いる場合には充分乾燥した良質の木材を使用し、その継目は必ず“合欠き”もしくは“実継ぎ”とし、内部に薄布を張る。接着部には布片、マキハダ、スポンジ、粘土などを用いて間隙を入念に充填する。
- (2) 水中施工の場合には特に陸上で組立た鋼製型枠を用いる。
- (3) 使用する板材の厚さは構造物の種類および注入モルタルの打上り高さによつて異なるが、板厚は少くとも1.8cm以上、棧木の間隔は45cm以下とする。
- (4) 型枠緊張材としては焼鈍した鉄線の使用を避け、鉄筋、ボルト、フォームタイなどを使用する。
- (5) 型枠の設計に際しては打上り速度、高さを考慮して、型枠にかかる圧力に充分に堪え得る構造とする。

9.2.2 モルタルの注入圧力および型枠に作用する圧力

モルタルの注入圧力および型枠に作用する圧力について、2、3の計算式が発表されて居る。

- (1) 堀松氏の提案する式⁽⁹⁰⁴⁾

注入圧力

$$P = 0.1 \left[r h + a \frac{u}{v d} + S \frac{u L^2}{D^2} \right] \dots \dots \dots (9 \cdot 1)$$

$$= 0.1 \left[r h + (14 \sim 16) \frac{u}{v d} + (0.00048 \sim 0.00096) \frac{u L^2}{D^2} \right]$$

- P = 注入ポンプの圧力 (kg/cm²)
- h = 1 注入孔よりの注入高さ (m)
- v = 1 注入孔より注入すべきコンクリート体積 (m³)
- a = 係数, 実測値 14~16
- r = モルタルの単位容積重量 (t/m³)
- u = 1 注入孔よりのモルタルの注入速度 (m³/min)
- d = 注入孔より最も近くの型枠面までの最短距離 (m)
- L = 注入ホースの長さ (m)
- D = 注入ホースの内径
- S = 係数, 実測値 0.00048~0.00096

型枠におよぼす動圧力

$$P_0 = 0.01 \left[\frac{r h}{d} + a \frac{u}{v d^2} \right] \dots \dots \dots (9 \cdot 2)$$

$$= 0.01 \left[\frac{r h}{d} + (14 \sim 16) \frac{u}{v d^2} \right]$$

P_0 = 型枠におよぼす最大注入動圧力 (kg/cm²)

他の記号は (9・1) 式と同じ。

- (2) 杉木、堀松両氏の提案する式⁽⁹⁰⁵⁾

注入圧力

$$P = 0.1 r h \dots \dots \dots (9 \cdot 3)$$

記号は (9・1) 式と同じ

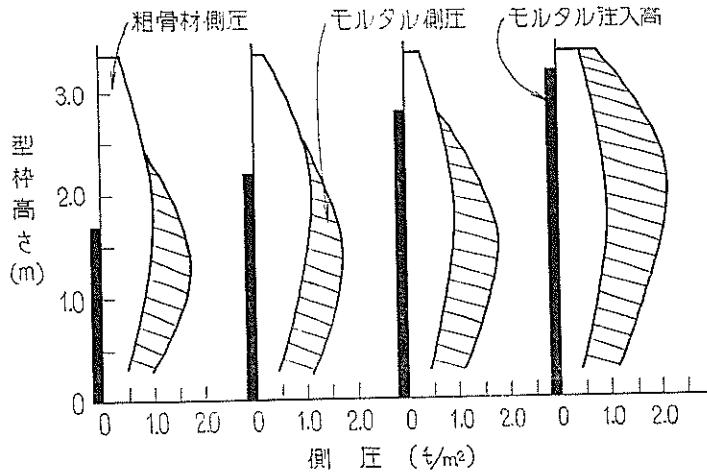
型枠におよぼす圧力

$$P_0 = 0.01 \frac{r h}{d} + 0.36 \frac{u}{v d^2} \dots \dots \dots (9 \cdot 4)$$

記号は (9・1) (9・2) 式と同じ

(3) 粗骨材填充時およびモルタル注入時に受ける型枠の側圧

図-9.3 は新見, 武川両氏の示唆するモルタル注入高さとして型枠の側圧の関係を示すものである。(801)



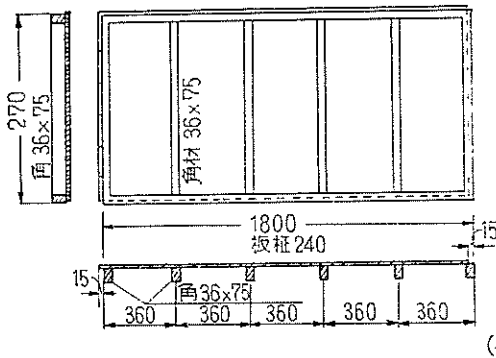
粗骨材填充時およびモルタル注入時に受ける型枠の側圧(301)

図-9, 3

9.2.3 使用型枠例

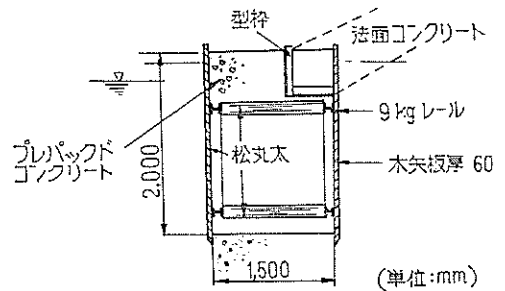
(1) 木製型枠

マスコンクリート, 既設構造物の補修, 補強工事などの陸上施工に主として用い, 一般にはパネルが多く用いられる。また, 海岸あるいは河川堤防の基礎などのように土砂の掘削を必要とする場合には土留めとして打込んだ木製矢板をそのまま型枠として用いた例もある。この場合, モルタルの注入後矢板とモルタルとの縁切りを行い, 所要の養生期間後に抜取る。図-9.4, 9.5 はそれぞれパネルおよび矢板の一例でれる。



木製パネルの一例

図-9. 4

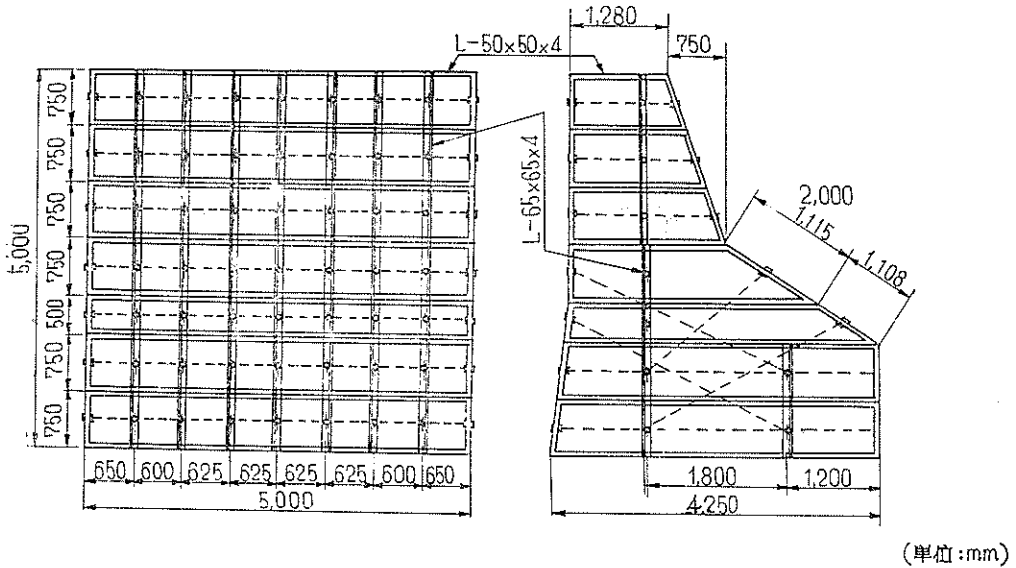


木製矢板を用いた例 .三重・愛知海岸堤防基礎工事

図-9. 5

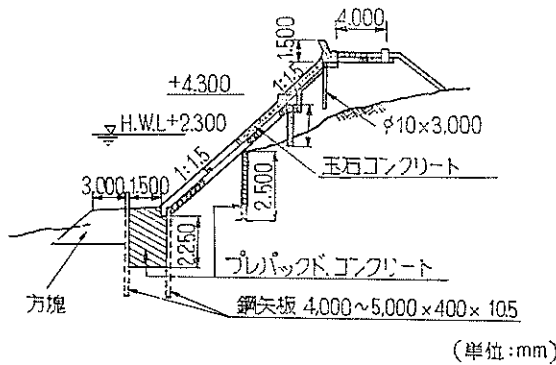
(2) 鋼製型枠

水中構造物、特に重要な構造物、および一回の打上り高さが高く型枠に大きな側圧がかかるような場合には鋼製型枠が用いられる。特に水中施工では波浪による変形、据付け時の破損、注入時の側圧などを考慮して鋼製型枠が主として用いられる。図-9.6 は鋼製型枠の一例である。



鋼製型枠の一例 小倉高浜港物揚場岸壁工事

図-9.6



鋼矢板を型枠とした例 徳島県和田島地先海岸堤防護岸基礎工事

図-9.7

(3) その他の型枠例

基礎工事などで打込んだ鋼矢板を、そのまま型枠として用いる場合があるが、この場合には矢板の締め付け方法を入念に施工し、モルタル注入後はコンクリートとの縁切りを行い、所要の養生期間後に引抜く。図-9.7 は鋼矢板を型枠とした例である。

三重県木之本港防波堤築造工事、北海道尻岸内地区日鉄工業鉾石積込用機橋築造工事などでは浮鉄製ケーソンが使用された。この方法は所定の位置までケーソンを曳航し、予め掘削した地点にケーソンを沈設してその底面および周囲にプレパックド・コンクリートを打ち、地盤に固く埋込み、中詰めもプレパックド・コンクリートで

施工したものである。

図-9.8 はコンクリート・セルラー・ブロックを型枠として使用した例で、図-9.9~9.10 は土砂嚢を型枠の一部として使用した例である。背後に剛体がある場合には剛体の前面に帆布を張って型枠とする場合もあり、図-9.11 はその一例である。

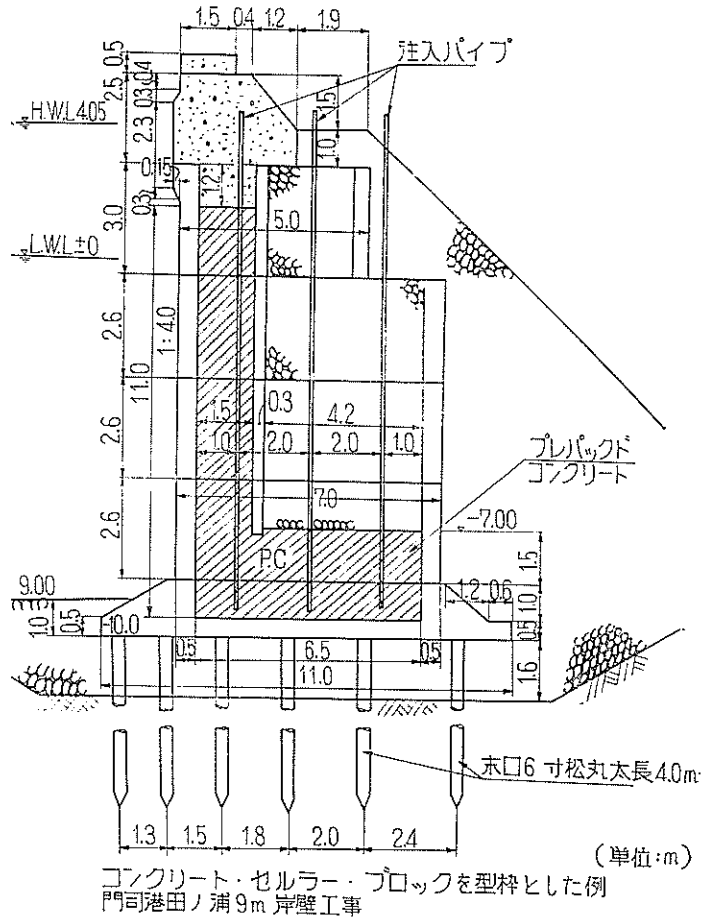
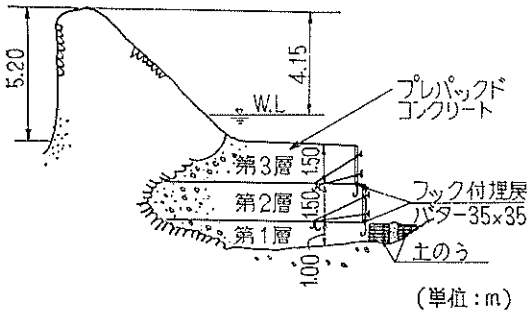
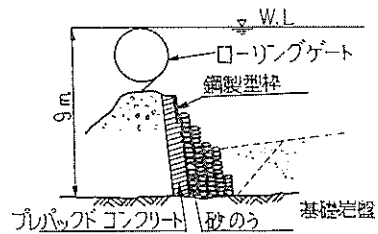


図-9.8



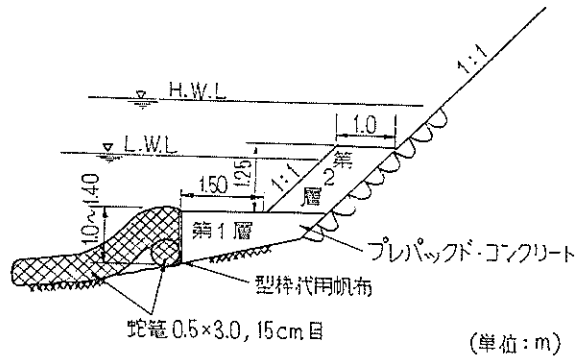
土砂のうを使用した例 四国電力KK轟堰堤補修工事

図-9.9



土砂のうを使用した例 中部電力KK七宗発電所堰堤補修工事

図-9.10



帆布を型枠として使用した例 香川県 香東川左岸堤防復旧工事

図-9.11

9.3 漏洩防止について

注入モルタルは流動性が大きく、また凝結時間が一般に長いのでかなり微細な間隙からでも流出する。従つて漏洩防止を完全に行う事は極めて大切である。漏洩防止の一般的な方法としては次のような事が行われている。

- (1) 型枠の板と板との接合部には幅10cm位のサラシ木綿を内張りし、釘で約10cm間隔で定着する。
- (2) 型枠と型枠との接合部にも(1)と同様の方法で内張りする。
- (3) 陸上での型枠の建込みでは、旧コンクリート面をハツツて溝を造り、サラシ木綿を溝に沿つて詰め、この上に型枠を建込み、型枠と底面との隙間を更にモルタルなどで密閉する。水中施工では現場の状況に応じて種々の方法が行われて居り、一般に袋詰めコンクリート、粘土セメント、砂嚢、布片、スポンジ板、帆布などを用いる。
- (4) 板の節目などには布片を詰めて閉塞する。
- (5) パネル使用の場合の接合部にはパッキング材として布、マキハダ、スポンジ板などを用いる。経験によると厚さ1cm程度のスポンジ板をパネルの接合部に挟み、ボルトまたはベルトゴムなどで締付けて密着させる事が最も効果的のようである。

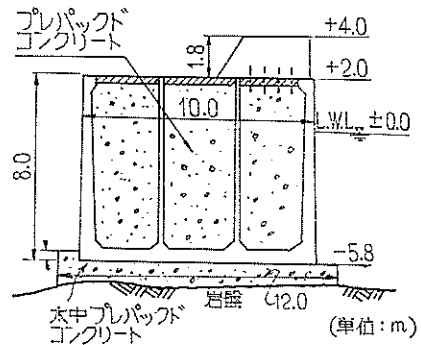
施工例

(1) 高知港防波堤工事

岩盤上にケーソン（長さ14m、巾10m、高さ8m）を置いて防波堤とする構造で次のように施工した。

岩盤に発破をかけて切均し、風化部分を除去し、袋詰めコンクリートを敷いて週辺の不陸を均し、次いで異形ブロックを四隅に置いて、これを支えとして鋼製枠型を潜水夫によつて密に建込み、岩盤との間は3枚合わせの麻袋で覆つてモルタルの漏洩を防止した。型枠と袋詰めコンクリート間の隙間は麻袋を内側に約150cm引込み、この上に砂利を敷均す事によつて防いだ。コンクリートの硬化後ケーソンを掘付け、コンクリートを打込んだ。図-9.12は防波堤標準断面である。

(2) 三重県東黒部海岸堤防工事



高知港防波堤工事

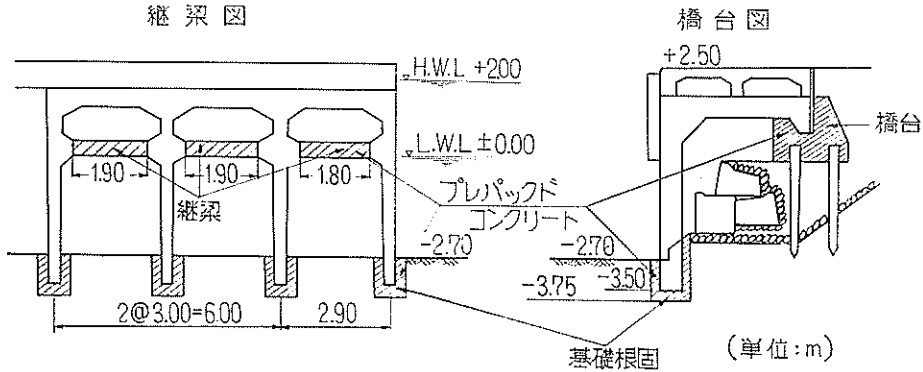
図-9.12

(3) 小倉港高浜物揚場工事

予め床掘した地盤に巾 4.25m × 長さ 5.0m × 高さ 5.0m × 板厚 2.3mm の鋼製型枠を据付けた。型枠には注入状況を調べるための小孔が多数適所に設けられている。モルタルの漏洩を防ぐため型枠下部の前面、後面には土嚢を置き、型枠との間に砂を詰め、地盤の起伏により漏出の甚だしい所には粘土モルタルを施工し、砂、土嚢を入念に積んだ。図-9.14は小倉港高浜物揚場の標準断面である。

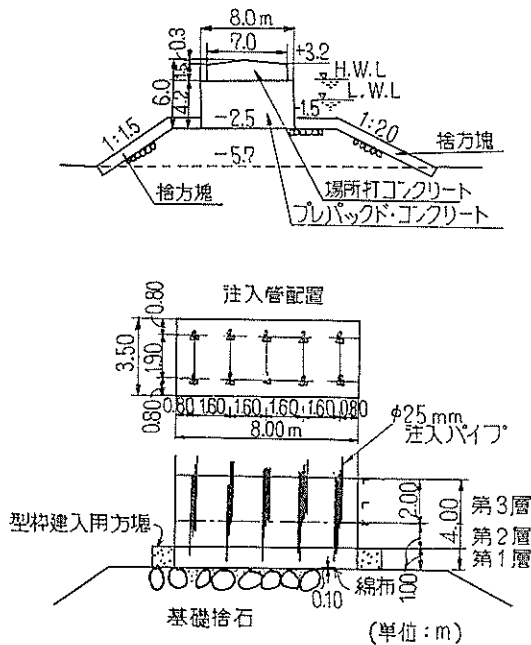
(4) 小倉港紫川物揚場工事

橋台の施工ではモルタルの漏出を防ぐため、礫上に約 10cm 厚さの粘土モルタルを敷き均し、型枠を固定したが、波浪などのために型枠と護岸捨石との間に隙間が生じたので、布片を用いて目地張を行い、漏洩防止に完全を期した。図-9.15 参照。



小倉港紫川物揚場工事

図-9.15



由比漁港防波堤工事

図-9.16

(5) 由比漁港防波堤工事

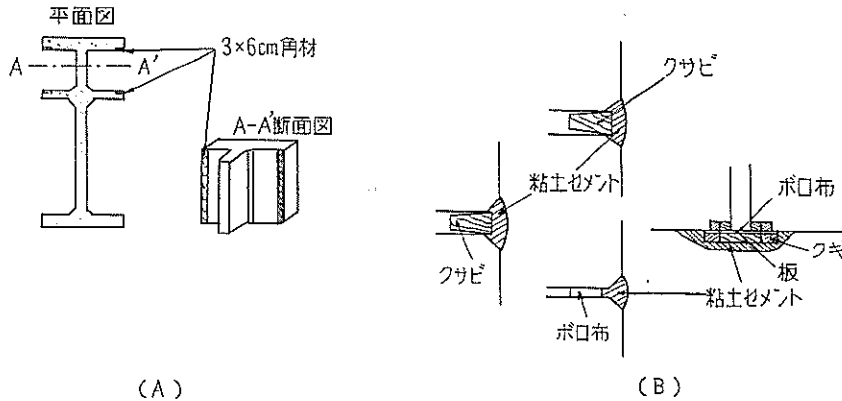
図-9.16に示したような防波堤の築造に当って巾8m×長さ4m×高さ4mの鋼製型枠を使用した。その据付けに際してモルタルの漏出を防ぐため、基礎の捨石と型枠下部との接触部分には捨石の中にコの字形コンクリート・ブロックを一行に水平に並べてその上に型枠を据えた。特に密着しない部分には袋詰めコンクリートを用いた。既設の防波堤と型枠のコの字形の両側は55cmの巾で重複するようにし、モルタルの漏出を防ぐために、これらの間隙には木綿およびゴムのパッキングを填充した。また、型枠の移動を防ぐため、既設の防波堤からφ20mmの鋼索で連結し、底部には型枠外側の捨石上に押えのコンクリート・ブロックを一行に並べた。

(6) 門司港田ノ浦第二岸壁工事

この工事は方塊をイモ積みとし、これを型枠として底部および前部に水中コンクリートをプレパッド・コンクリート工法で施工したものである。モルタルの漏洩防止は次のような方法で行った。

縦目地張りは、方塊の製作に当って予め方塊翼の耳に図-9.17(A)に示したように木材を取付けて置き、ボロ布張りを施した1.2~1.5cm厚の板を上から釘止めにして、その上に図-9.17(B)に示したような粘土セメント（配合1：3～1：4）で被覆した。

横目地張りはボロ布による閉塞を主とし、間隙の大きい所には小角材を直接もしくはボロ布張りを施した後に打込み、その上に粘土セメントで被覆した。



門司港田ノ浦第2岸壁工事におけるモルタル漏洩防止工

図-9.17

§ 10. 施工例、施工管理および工事報告

10.1 施工例

プレパッド・コンクリート工法の最も大きな特徴は水中コンクリートの施工が容易かつ確実にい行い得る事であり、鉄筋コンクリート、マスコンクリートの水中施工、ブロックまたは部材の水中結合、既設構造物の補修、コンクリート杭または矢板の場所打ちなどに応用されている。既往の港湾構造物の典型的な施工例を挙げれば以下の通りである。

10.1.1 鉄筋コンクリートおよびマスコンクリートの水中施工

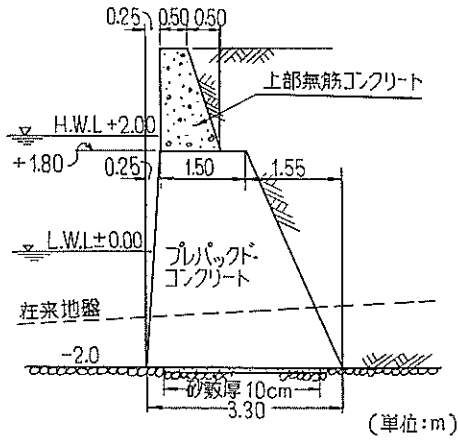
(1) 岸壁、物揚場、防波堤などの場所打

小倉港高浜物揚場 図- 9.14

横浜港山下埠頭物揚場 図-10. 1

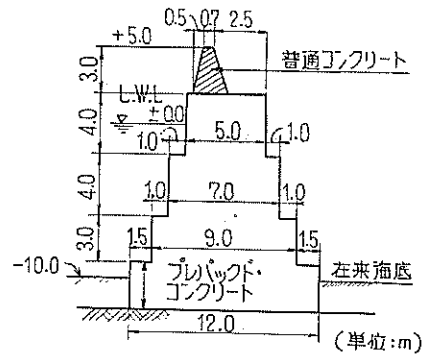
由比漁港防波堤 図-9.16

田後漁港防波堤 図-10.2



横浜港山下埠頭物揚場

図-10.1



田後漁港防波堤

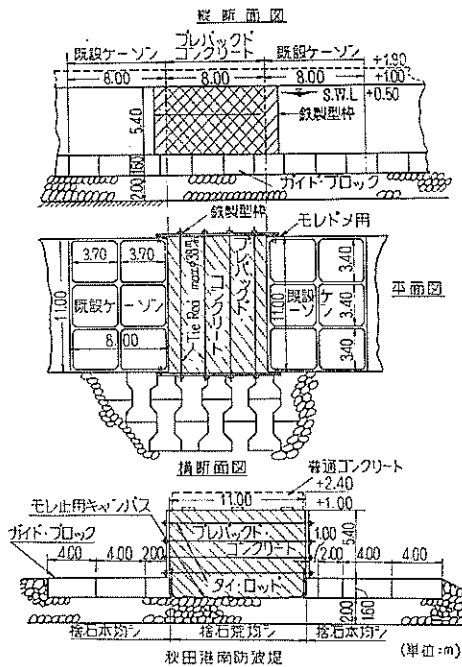
図-10.2

秋田港南防波堤 図-10.3

(2) 中詰, 基礎コンクリートの場所打

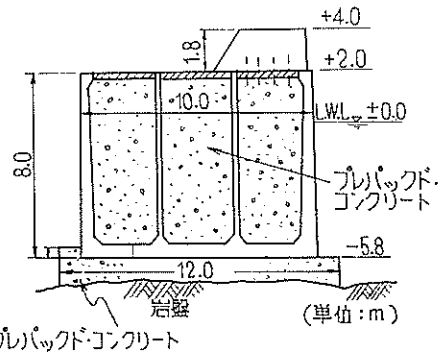
高知港防波堤 図-10.4

三重県東黒部海岸堤防 図-10.13



秋田港南防波堤

図-10.3



水中プレパッド・コンクリート

高知港防波堤

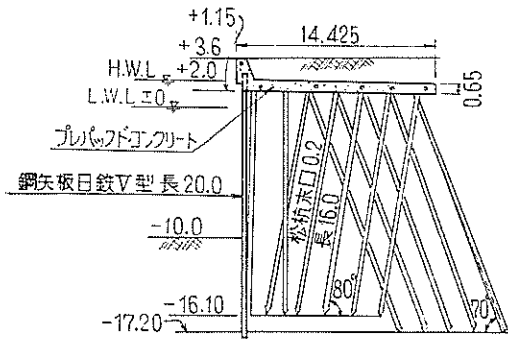
図-10.4

10.1.2 部材またはブロックの水中結合

(1) 矢板柵と脚構との結合

横浜港山下埠頭第一バース 図-10. 5

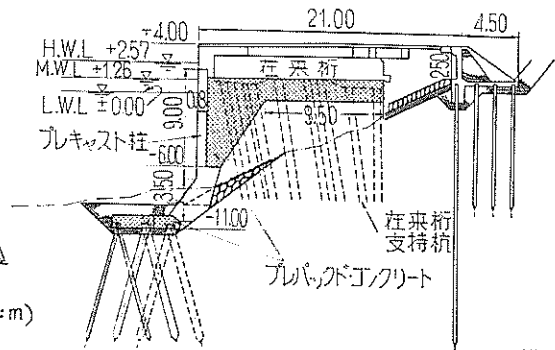
四日市港埠頭工事 図-10. 6



(単位:m)

横浜港山下埠頭第1バース

図-10. 5



(単位:m)

四日市港第一埠頭棧橋

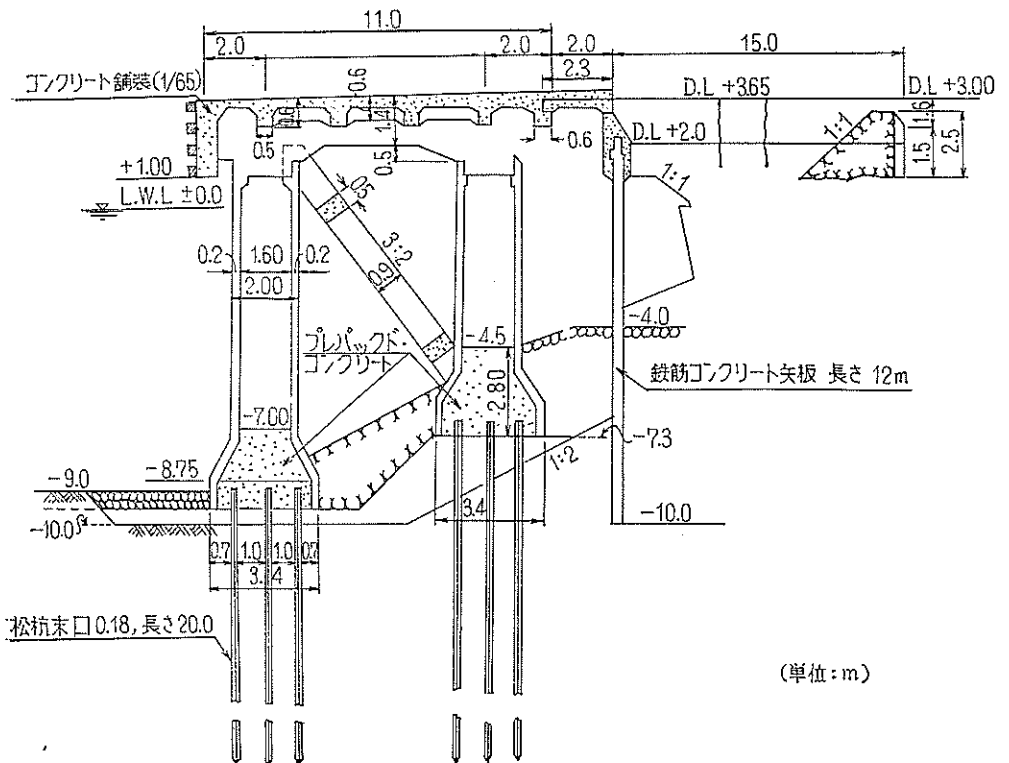
図-10. 6

(2) セルラーブロックの結合

門司港田ノ浦岸壁 図- 9. 8

(3) 基礎杭と脚構との結合

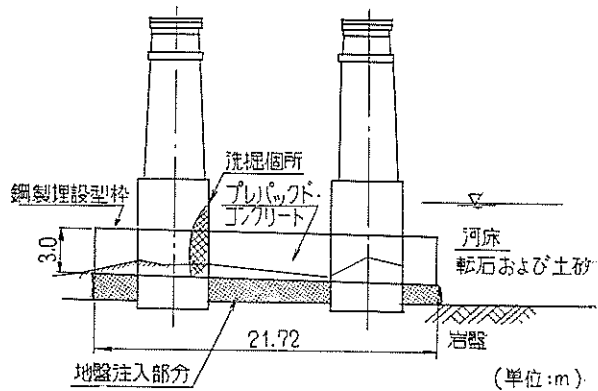
大阪港中央突堤南側 9 m 棧橋 図-10. 7



(単位:m)

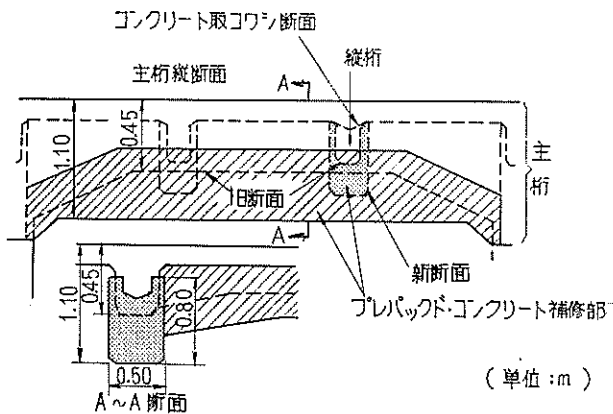
大阪港中央突堤南側 9m 棧橋

図-10. 7



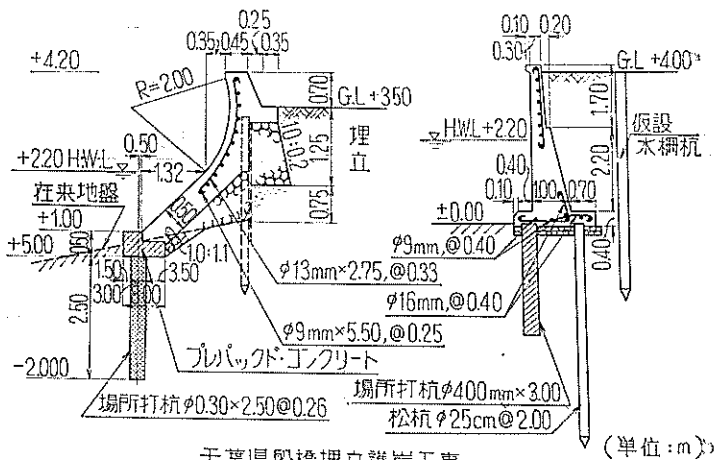
愛知県犬山橋橋脚補修工事

図-10.8



東京港 芝浦日出棧橋補修工事

図-10.9



千葉県船橋埋立護岸工事

図-10.10

④ 橋脚部材の結合

小倉港紫川物揚場 図— 9.15

⑤ 橋脚, 橋桁補修

愛知県犬山橋々脚補修工事 図—10. 8

東京港芝浦日之出棧橋補修工事 図—10. 9

10.1.3 杭または矢板の場所打

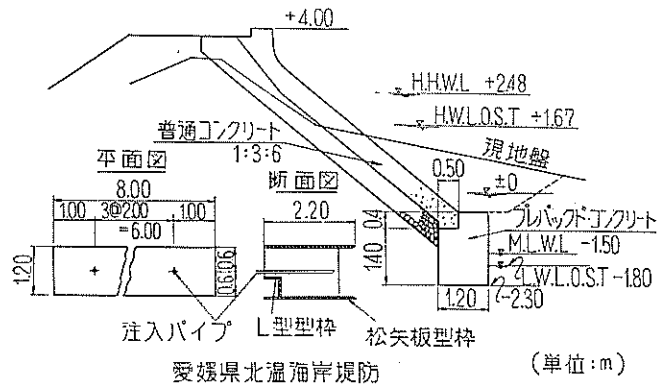
コンクリート杭などの場所打

千葉県船橋埋立護岸 図—10.10

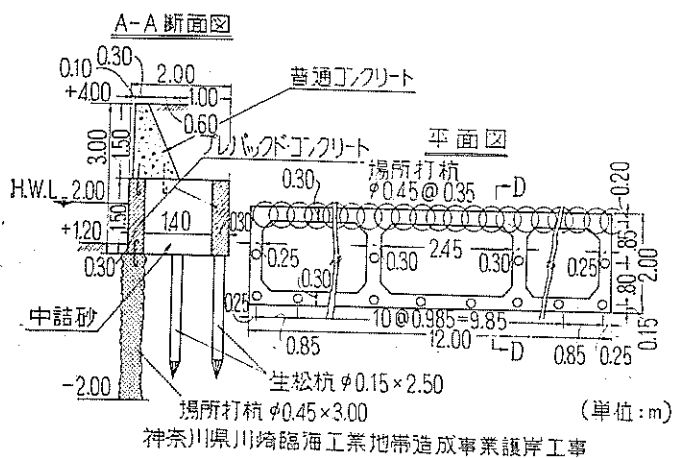
徳島県和田島地先海岸堤防護岸基礎 図— 9. 7

愛媛県北温海岸堤防 図—10.11

神奈川県川崎臨海工業地帯造成事業護岸 図—10.12



図—10.11



図—10.12

10.1.4 地盤への注入安定化

砂利層地盤へのモルタル注入

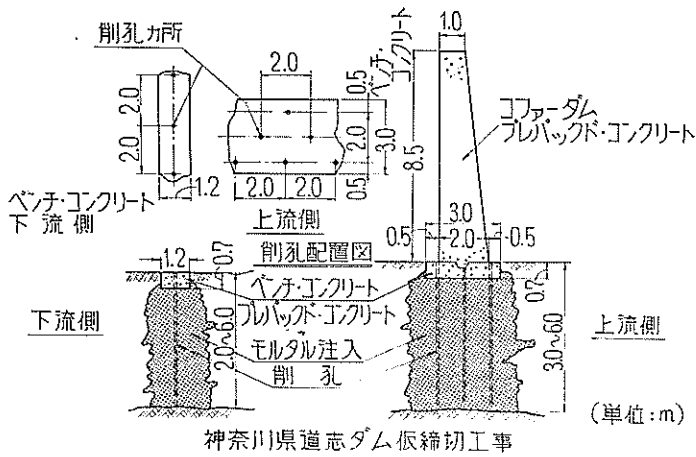


図-10.13

10.2 施工例と注入モルタルの配合

表-10.1は数多くの施工例の中から幾つかの代表的な施工例を選び、用いられた注入モルタルの配合比の中の水セメント比、フライアッシュ混和率、砂セメント比を表示したものである。混和剤としてはイントルージョン・エイドを用いたものとアルミニウム粉末とポゾリス No. 8 とを用いたものが含まれている。イントルージョン・エイドを使用した場合、その多くは $Aid/C+F$ を 1.0% の割合で用いているが、中には 0.86, 0.93% のように標準量以下の率を用いた例もある。また、アルミニウム粉末とポゾリス No. 8 を使用した場合には $Al/C+F$ は 0.01~0.015%, $Poz/C+F$ は 0.215~0.25% の範囲にあるが、 $Al/C+F$ は 0.01%, $Poz/C+F$ は 0.25% とした例が多い。注入モルタルの流出時間は 18~22 秒である。

注入モルタルの配合は一つの施工例に種類とは限らないが、関連した資料が明確に記録されているものを 1~2 種選んだ。⁽¹⁰⁰⁵⁾

10.3 施工管理

プレパックド・コンクリートの施工には、普通コンクリートの場合と同様にその品質に影響をおよぼす多くの要因が含まれて居る。従つて、これらの要因について適切な品質管理を行い、打込まれるコンクリートの品質の変動を予測して、一定の範囲内に生ずる変動とを識別し、必然的原因を除去して一定の規格内におさまるようなコンクリートを作らなければならない。

プレパックド・コンクリートの品質の変動をもたらす主な要因としては、使用材料の品質、配合比、注入モルタルの練り混ぜおよび注入方法、粗骨材の填充方法、養生条件、試験方法などが挙げられる。従つて、これらの材料や工程について標準を設けて、変動を管理限界に収める事が必要である。

品質管理についての一般的な考え方としては普通コンクリートの場合と特に相違はない。コンクリートの品質管理には幾つかの適切な指針が、⁽¹⁰⁰¹⁾⁽¹⁰⁰²⁾既に発表されているので、これらを参照する事が望ましい。また、横浜港および新潟港の工事に適用したプレパックド・コンクリートの品質管理の結果についても、^{2, 3}発表されている。⁽¹⁰⁰³⁾⁽¹⁰⁰⁴⁾⁽¹⁰⁰⁵⁾これらの結果によると、使用諸材料や、諸工程についての管理の中でも注入モルタルの品質についての管理が最も重要であり、注入モルタルの流動性の変動とコンクリートの強度の変動との間には相関性が認められ、流動性を管理する事によって施工中のコンクリートの強度管理も可能となる事を示唆している。⁽¹⁰⁰⁵⁾

表一10.1 施工例と注入モルタルの配合⁽¹⁰⁰⁶⁾

施 工 個 所	注 入 モ ル タ ル の 配 合		
	F/C+F (%)	S/C+F	W/C+F (%)
釧 路 港	0	1.50	63.5
〃	20.0	1.00	48.8
〃	25.0	1.00	46.5
小倉港紫川物揚場繫梁	27.5	1.09	42.5
横浜港山下埠頭	28.6	0.96	45.0
高知港防波堤	28.6	0.96	42.7
大阪港サイロ前ドルフィン	28.6	1.23	50.0
大阪港中央突堤橋脚基礎中詰	28.6	1.23	50.0
東京港芝浦日之出棧橋補修	28.6	1.34	51.0
神奈川県川崎埋立護岸躯体	28.6	1.34	52.0
門司港田之浦岸壁	28.6	1.43	48.5
小倉港紫川物揚場繫梁	28.6	1.57	50.0
四日市港第一埠頭補修	31.0	1.07	52.0
奄美大島名瀬港岸壁	31.0	1.31	54.0
富山新港防波堤	33.3	1.20	46.0
〃	33.3	1.33	48.0
〃	33.3	1.47	50.0
秋田港防波堤	37.5	0.94	53.0
塩釜漁港6m岸壁	37.5	1.56	52.0
小倉港高浜物揚場岸壁	28.6	1.57	51.5
愛媛県北温海岸堤防基礎	41.2	1.31	50.0
三重県東黒部海岸防潮堤基礎	44.5	1.25	50.0
鳴門撫養港防波堤	44.5	2.39	55.5
木之本港ケーソン中詰	53.9	1.89	58.0

10.4 工事報告および調査

運輸省・港湾技術研究所ではプレパックド・コンクリート工事についての資料調査表をも兼ねた工事報告書の様式を標準化して、既往の施工例について調査を行い、資料の収集整理を計ると共に、工事報告業務の能率向上を推奨している。⁽¹⁰⁰⁶⁾工事報告書の様式とその記入説明書を附録として収録した。

参 考 文 献

§1. プレパクトド・コンクリート工法の概要

- (101) 山田順治, "プレパクト・コンクリート", セメントコンクリート, No. 84, p. 12~14, 1954年2月
- (102) 三浦一郎, "プレパクト・コンクリート", 新材料と新工法, 土木学会編, p. 41~52, 1954年8月
- (103) 木内政鋭, "港湾構造物に対するプレパクト・コンクリートの応用", No. 110 p. 83~88, 1956年4月
- (104) 工藤 信, "注入コンクリートの要点について", 土木技術, 11巻10号, p. 5~14, 1956年10月
- (105) "Concrete Manual" Bureau of Reclamation, Department of Interior, U. S. A. 6th Edition, pp. 364~366, 487~489, 1956
- (106) Wakemann, C. E : Dockweler, E, V : Stover, H. E : Whiteneck, L. L., "Use of Concrete in marine Environments "Proceeding of American Concrete Institute, Vol 54, pp. 841~856, April 1958
- (107) 赤塚雄三, "プレパクトド・コンクリート工法に関する資料調査報告 (第一報)", 港湾技研資料, No. 3 p. 33~53, 1963年6月

§2. プレパクトド・コンクリート材料

- (201) 赤塚雄三, "小名浜・中之作両港建設工事に用いられるコンクリートおよび注入モルタルの配合設計について", "港湾技術研究所報告, 2巻2号, p. 1~26, 1963年9月
- (202) "General Specification for Prepakt Concrete", Intrusion-Prepakt, Inc., 1955 Edition
- (203) 土木学会フライアッシュ小委員会, "各種フライアッシュの共通試験報告", 土木学会論文集, 68号別冊1~1, p. 1~27, 1960年5月
- (204) 木庭宏美, 善 一章, 赤塚雄三, "プレパクトド・コンクリート用注入モルタルの性質に関する港湾建設局共同研究", 運輸省港湾局調査設計室報告, (港研参考資料 No. 12), p. 1~67, 1961年12月
- (205) 樋口芳朗 "セメント注入用混和材料としての各種アルミニウム粉末の比較試験", 鉄道技術研究所速報, No. 58~242, p. 1~30, 1958年10月
- (206) 土木学会規準27章, 土木学会A E 剤規格案, 土木学会制定コンクリート標準示方書, 1958年版, p. 227~279
- (207) ASTM Designation : C 494—62T, "Tentative Specifications for Chemical Admixtures for Concrete, 1962. 本規格の邦訳として次の資料がある。
土岐高史, "コンクリート用添加剤の新しい米国規格", (ASTM C 494—62T について), p. 1~10, 小野田セメント中央研究所資料, 1963年3月
- (208) 土木学会制定, "コンクリート標準示方書", 1958年版
- (209) 運輸省港湾局編, "港湾工事共通仕様書", 1963年版, 日本港湾協会, p. 37~40.
- (210) "秋田港南防波堤プレパクト・コンクリート工事施工報告 (第一報)", 運輸省第1港湾建設局・秋田港工事々務所, p. 1~35, 1960年3月
- (211) "プレパクト・コンクリートの混合水に関する実験", 運輸省第3港湾建設局・神戸材料検査場報告, 4号, p. 1~8, 1957年3月
- (212) 土木学会"プレパクトド・コンクリート施工指針 (第一次案)", 1962年12月提案, 1963年11月現在同学会コンクリート委員会分科会にて審議中

(213) 運輸省港湾局編, "港湾工事共通仕様書解説", 1963年版, 日本港湾協会

§3. 材料試験方法

(301) 日本材料試験協会編, "セメント・コンクリート工業材料規格便覧", 朝倉書店, 1961年版

(302) "1962 Supplement to Book of ASTM Standards" Part 4, (Cement, Lime, Gypsum, Mortar, Concrete, Mineral Aggregates, Bituminous Materials, Soils)

(303) 日本材料試験協会編, "材料試験便覧", 丸善K K, 1957年版, p. 602~802,

次の文献資料参照: (205) (206)

§4. 注入モルタルの試験方法

(401) 常山源太郎, "注入用セメントおよびグラウトの性質と試験方法, (1), (2)", セメント・コンクリート, No.155, p.3~10, 1960年1月, No.156, p.9~6, 1960年2月

(402) 樋口芳朗, "グラウトのコンシステンシー測定方法", 土木学会誌, 45巻6号, p.39~41, 1960年6月

(403) 樋口芳朗, "微細な空隙填充のためのセメント注入における混和材料に関する研究", 土木学会論文集, No. 81, p.27~50, 1962年5月

(404) 赤塚雄三, "注入モルタルの流動性測定について", 土木学会誌, 48巻5号, p.71~73, 1963年5月

(405) 赤塚雄三, "注入モルタルの保水性試験方法", セメント・コンクリート, No.196, p.21~26, 1963年6月

(406) 赤塚雄三, "注入モルタルの試験方法に関する研究", 港湾技術研究所報告, 2巻1号, p.21~65, 1963年6月

次の文献資料参照: (202) (212)

§5. プレパックド・コンクリートの試験方法

(501) 赤塚雄三, 有吉保憲, "プレパックド・コンクリートの圧縮強度試験用供試体製作方法に関する実験的研究", 港湾技術研究所報告, 2巻1号, p.1~19, 1963年6月

(502) 赤塚雄三, "プレパックド・コンクリートの圧縮強度試験供試体の新しい製作方法", セメント・コンクリート, No.199, p.18~21, 1963年9月

(503) Menzel, Carl A, "Some Factors Influencing the Strength of Concrete Containing Admixtures of Powdered Aluminum", Proceedings of AC I, Vol. 39, pp.165~184, January 1943

次の文献資料参照: (202) (212)

§6. 注入モルタルの諸性質

(601) 岩崎訓明, "プレパックド・コンクリートの施工方法に関する基礎的研究", 土木学会論文集, 98号, p.26~40, 1963年10月

(602) 岡部 保, 赤塚雄三, "注入モルタルの配合の変化が流動性におよぼす影響に関する研究", 運輸技術研究所報告, 9巻7号, p.9~25, 1958年8月

(603) 山崎寛司, "鉱物質微粉末がコンクリートのウォーカービリティにおよぼす効果に関する基礎研究", 土木学会論文集, 84号, p.98~120, 1962年8月

(604) 赤塚雄三, 佐藤善一, "注入モルタルの配合設計について", 港湾技術研究所, 第一回研究発表会概要,

p. 30~34, 1963年12月

- (605) 土橋宣夫, "プレバクド・コンクリートの品質管理とけい船岸の設計施工の合理化におよぼすその影響", セメント・コンクリート, No.189, p. 24~31, 1962年11月
- (606) 三浦一郎, "プレバクド・コンクリート施工上の問題点", 鉄道技術研究所資料, p. 1~28, 1959年 6 月
- (607) Report of ACI Committee 212, "Admixtures for Concrete", Proceedings of ACI, Vol 51, pp.113~146, Oct. 1954
- (608) 海保久雄, 小林一輔, "プレバクド・モルタルの膨張効果", セメント・コンクリート, No.110, p. 60~62, 1956年 4 月
- (609) 杉本三吉, 土田秀郎, "プレバクド・コンクリートの性質におよぼすフライアッシュの品質の影響について", 土木学会論文集, 71号, 別冊3~4, p. 26~28, 1960年12月
- (610) 赤塚雄三, "注入モルタルに関する研究", 港湾技術研究所報告に発表予定
- (611) 小宮山正文, 森口拓, "アルミニウム粉末の混入がモルタルおよびコンクリートの強度におよぼす影響", 港湾技術研究所報告, 1 卷 1 号, p. 35~45, 1963年 2 月

次の文献資料参照: (107), (201), (204), (205), (211), (403), (404), (405), (406), (410), (501)

§7 プレバクド・コンクリートの諸性質

- (701) 福田秀夫, 北川義男, 宮坂維新, 沖津明, "圧入コンクリート", 鹿島建設技術研究所年報, 5 巻, p. 24~27, 1955年 6 月; 6 巻, p. 19~22, 1956年 4 月
- (702) 永倉正, "プレバクド・コンクリートに関する実験報告第二報", 電力技術研究所報告, 土木56062, p. 1~63, 1956年12月
- (703) 西松醇厚, 岡本港, 高橋敦夫, "プレバクド・コンクリート及び其の応用", 理工図書K. K. 1959年版, p. 28~29
- (704) 鎌野輝雄, "注入コンクリートの実験的研究", 北海道開発局土木試験所月報, 80号, p. 2~11, 1960年 3 月

次の文献資料参照: (406) (801)

§8. 注入モルタルの配合設計

- (801) 新見芳男, 武川恵之助, "プレバクド・コンクリート工法", 山海堂K. K. 土木ライブラリー16, 1953年 2 月版, p. 28~34

次の文献資料参照: (201) (604)

§9. プレバクド・コンクリートの施工

- (901) 木庭宏美, 赤塚雄三, "ねじ式モルタル・ポンプの磨耗による性能の変化について", 運輸技研資料 No. 29, p. 1~12, 1960年 8 月
- (902) 木庭宏美, 有吉保憲, "プレバクド・コンクリート工法における粗骨材空隙中のモルタルの流動と粗骨材の粒径について", 運輸技術研究所報告, 11巻 5 号, p. 15~26, 1961年 5 月 (港研参考資料 No. 12)
- (903) 岩崎訓明, "プレバクド・コンクリートの強度について", セメント技術年報, 15巻, p. 332~336, 1961年
- (904) 工藤信, "注入コンクリートによるずい道覆工改築工事について", 日本国有鉄道盛岡工事局 (陸羽東線

鳴子ずい道覆工改築工事報告書の抜萃

- (905) 杉木六郎, 堀松和夫, "コンクリート施工法", 山海堂 K. K. 1959年版, p.183~185
- (906) 猪股俊司, "プレストレスト・コンクリート用グラウト・ミキサに関する研究", セメント技術年報, 12巻, p.338~342, 1958年
- (907) "プレパクト工法について", 運輸省第四港湾建設局, 門司港工事々務所, p.1~94, 1957年3月
- (908) 永倉正, "プレパクト・コンクリートに関する実験報告(第一報)", 電力技術研究所報告, 土木 55006, p.1~34, 1955年4月

次の文献資料参照: (209) (406) (501) (601) (801)

§10. 施工例、施工管理および工事報告

- (1001) 丸安隆和, "コンクリートの品質管理", 土木学会, 改訂コンクリート標準示方書講習会テキスト, p.1~31, 1956年11月
- (1002) 吉田徳次郎, "コンクリートおよび鉄筋コンクリート施工方法", 丸善 K. K. 1957年版, p.721~734
- (1003) 海保久雄, "プレパクト・コンクリートの施工および品質管理の一例", セメント・コンクリート, No.104, p.2~6, 1955年10月
- (1004) "プレパクト・コンクリートの品質の変動について", 運輸省第一港湾建設局, 新潟材料検査場, 調査報告1号, p.1~22, 1958年9月
- (1005) 土橋宣夫, "プレパッド・コンクリートの品質管理とけい船岸の設計・施工の合理化におよぼすその影響", セメント・コンクリート, No.189, p.24~31, 1962年11月
- (1006) 港湾技術研究所, "港湾工事におけるプレパッド・コンクリートの調査", 1963年度施行・調査結果は"港湾プレパッド・コンクリート構造物集覧"(仮題)として発表の予定。

..... 県..... 港（または海岸）

プレパックド・コンクリート
工 事 報 告 書

(工 事 名) _____

(施工年度) _____

(企業主体) _____

(施 工 者) _____

港湾工事における プレパッド・コンクリート調査及び報告

§1. 調査の目的と結果の処理

本調査は、港湾構造物（海岸構造物を含む）にプレパッド・コンクリート工法を採用した施工例をひろく集め、プレパッド・コンクリート工法の向上および同工法の設計施工指針作製のために行うものである。

調査データは、ことごとくマイクロフィルムに収めて、港湾技術研究所に保管する。

§2. 調査の対象

調査の対象としては、プレパッド・コンクリート工法により施工された港湾構造物（海岸構造物を含む）とする。

ここでいうプレパッド・コンクリート（以下コンクリートという）とは所要の品質のコンクリートがえられるように、まず特定の粒度をもつ粗骨材をつめ、その空隙に特殊なモルタルを注入してえられたものをいう。この注入モルタルはセメント、フライアッシュ、混和剤、砂および水を適当な割合に混合したものである。

尚、混和剤としてイントルージョンエイド（米国プレパクト社特許品）を使用したコンクリートの場合プレパクト・コンクリートと呼称しているがこれも本調査の対象とする。

§3. 調査の内容

a) 図 面

1. 位置図……………港湾および海岸に対する位置が明確にわかるもの
2. 構造図……………標準断面図・平面図・正面図
3. 施工に関する図面……………型枠図・施工諸機械器具配置図・注入パイプ建込み図・施工写真

b) 調査表

（§4. 調査表記入要領により記入する）

c) 施工記録

工事工程記録、施工中の事故（手戻り工事等）その他。

§4. 調査表記入要領

1. 調査したいと考えられる事項等については、一応調査表に列挙してあるが、追記したい事がありましたら適宜空白部に記載して下さい。
2. セメント等の材料の記号として下記のように表示して使用する。
セメント：C，フライアッシュ：F，粗骨材：G，細骨材：S，セメント分散剤：P，アルミニウム粉末：Al，イントルージョン・エイド：In，水：W
3. 所定の枠内に書ききれない場合は適宜余白又は別の紙に書き加える。

I. 全般調査（番号は記入欄番号に相当する）

- 1) 施設名：(例)南防波堤，○○○石炭岸壁等
- 2) 施工年度：(例)昭和32年，昭和32年より昭和34年まで

- 3) 経 営 者：(例)地方公共団体，民間会社等その施設の直接の管理者
- 4) 設 計 者：その施設の構造および本工法に関して詳しく尋ねることのできる場所。(例)清水港工事々務所〇〇課〇〇係
- 5) 施 工 者：直轄，直営の場合，実際に工事を行なった工事々務所請負の場合，建設業者名
- 6) 記 入 者：個人名ではなく官公庁名又は法人名
(例)〇〇〇〇K.K， 〇〇工場， 〇〇課〇〇係
- 7) 工 法 の 分 類：(例)ブロックの水中固結法，マス・コンクリートの水中施工
- 8) 本工法を採用し：1～6まで本工法を採用した主たる理由を列挙したが，之に該当する項に○をつけること
主たる理由 と。
これ以外の理由の場合には，7の余白に理由を明記。
- 9) 施 工 箇 所：1～3以外については余白に明記。
- 10) 設 計 条 件：プレパックド・コンクリートおよび注入モルタルの試験方法自体が確立されていない現状にあるので摘要欄に試験方法を明記。
- 11) 粗 骨 材：種類欄については，川砂利，川砂利+砕石等と記入。
- 12) 水：海水を使用したか否かを記入。
- 13) 配 合 表：示方配合を記入。
- 14) 配合別強度表：示方配合を決めるに際して行った予備実験のデータ等を記入。
- 15) 型 枠：種類欄については，木製，鋼製，鋼矢板等の区別を記入。
型枠図は別に添える。
- 16) 型枠の建込み工：漏洩防止に関連するもので接続部との処置等について記入。
- 17) 突 き 固 め：粗骨材の突き固めをしたか否か，その方法等を記入。
- 18) 材料の投入順序：(例)W—P—A—F—C—S等のように材料の投入順に記入。
- 19) 施 工 表：施工区間ごとに記入するもので，記入欄の不足の場合は別紙に記入追加する。
- 20) モルタル漏洩防：「木製の二重型枠を使用し，その間にビニールシートをはさむ，底面には帆布をしく，止工 予定の2倍のモルタルを注入しても天端に達達しないので潜水夫により調査の結果基礎および裏込栗石中に浸透している事が分り次回には水中コンクリートを打ってモルタルを注入」等と詳細に記入。
- 21) 工 費：なるべく本工事について材料費，労力費，船舶機器器具費その他について記載，分類法は特に指定しない。
- 22) 特 記 事 項：本工法施工上ならびにその他の気付いた事項を記述。

II. 品質管理試験

- 1) 試 験 方 法：J I S R 5201 等と記入。
- 2) 試 験 頻 度：入荷ごと，〇バッチ〇回，3ヶ月以上貯蔵したもの，1区間〇本〇回/日 等詳細に記入。
- 3) 供試体製作方法：型枠に粗骨材をつめ木槌で叩きながらモルタルを流し込み上蓋をして〇日後脱型，コア一採取， ϕ 〇×〇cm等と詳細に記入。
- 4) 養 生 方 法：水中，空中，湿砂中等と記入。

I 全般調査

港名		施設名 ¹⁾		施工年度 ²⁾		経営者 ³⁾	
設計者 ⁴⁾		施工者 ⁵⁾		記入者 ⁶⁾		工法の分類 ⁷⁾	

- 本工法を採用した主たる理由⁸⁾
1. 近くにケーソンヤード等の施設がないため
 2. 大型起重機船等の機械設備がないため
 3. 他の工法に比して工費が安い
 4. 新技術の研究開発
 5. 構造物の補強, 補修
 6. 普通コンクリート工法では施工困難のため
 - 7.

施工箇所⁹⁾ 1. 陸上部 2. 感潮部 3. 海中部 4.

設計条件 ¹⁰⁾		プレパックド コンクリート	注入モルタル	鉄筋	
	許容最小圧縮強度	kg/cm ²	kg/cm ²	—	
	許容最小曲げ強度	kg/cm ²	kg/cm ²	—	
	引張り強度			kg/cm ²	
	流出時間	—	sec	—	
	摘要				

1. 材 料

セメント(C)	製造会社	種 類	比 重	粉 末 度 cm ² /gr	そ の 他
		普通セメント 高炉セメント			
		フライアッシュ セメント シリカセメント			
		他			

フライアッシュ(P)	製造会社	種 類	比 重	粉 末 度 cm ² /gr	そ の 他

セメント分散材(P)	製造会社	呼 称			

アルミニウム粉 末(AI)	製造会社	呼 称	粒 形	粒 度	そ の 他

粗骨材(G) ¹⁾	産 地	種 類	比 重	単位容積重量 kg/m ³	空隙率 %	粗粒率	最大寸法 mm	最小寸法 mm	その他

細骨材 (S)	産地	種類	比重	単位容積重量 kg/m ³	粒 度							その他	
					フルイの呼び 寸法(mm)	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15	0.075		F.M.

水 (W)²⁾

鉄 筋	普通棒鋼	SS 34. 41. 50. 39. 49.	(該当番号を○で囲む)	径 mm
	異形丸鋼	SSD 39. 49. SRD. 39. 49.	(")	径 mm

2. 配 合

1) 配合表¹³⁾

配合番号	配合(重量比) C: F: S	配 合 比 (%)			注入モルタル1m ³ 当り所要量 (kg)							流出時間 (sec)	Gの空隙率 (%)	
		P/C+F	Al/C+F	W/C+F	C	F	C+F	S	W	P	Al			

(注) イントルージョン・エイド 使用の場合PI欄に記入

2) 配合別強度表¹⁴⁾

配合番号	配合(重量比) C: F: S	注入モルタル1m ³ 当り所要量(kg)						W/C+F (%)	P/C+F (%)	Al/C+F (%)	In/C+F (%)	Gの空隙率 (%)	流出時間 (sec)
		C	F	S	W	P	Al						

膨張率 (%)	ブリージング率 (%)	コンクリート圧縮強度 (kg/cm ²)						コンクリート曲げ強度 (kg/cm ²)						備考		
		7日	28日	91日	28日/91日	σ	Cv	7日	28日	91日	28日/91日	σ	Cv			

(注) σ : 標準偏差 (kg/cm²)

Cv: 変動係数 (%)

3) 型 枠¹⁵⁾

形状寸法	種 類	型 枠 図	板 厚 cm	さん木間隔 cm	さん木寸法 cm	使用回数 回	特に注意した点

4. 施工機械

モルタル・ミキサ	製造会社	型式	台数	容量 m ³	回転数 rpm	能力 バツチ/時	動力 IP	その他

モルタル・ポンプ	製造会社	型式	台数	吐出量 l/min	吐出圧力 kg/cm ²	動力 IP	その他

アジテーター	製造会社	型式	台数	回転数 rpm	その他

輸送管	材質	管径 mm	管長 m	その他

注入管	形状	管径 mm	管長 m	建込み 間隔 m	建込み 方法	底部よ りの高 さ cm	その他

起重機	能力 屯吊	台数	その他

運搬船	能力 m ³ 積	隻数	その他

その他 |

5. 施 工

型枠の建込み工¹⁶⁾

粗骨の投入	使用機械	突固め ¹⁷⁾	その他

施 工	材料の計 量法	材料の投 入順序 ¹⁸⁾	練り混ぜ 時間	アジテ ー	注入時粗骨 材の浮上に 対する処置	モルタル上 昇検査法	型枠取外し 日数(日後)
			最大 min 最小 min 平均 min	最大 min			

施 工 表 ¹⁹⁾	項目	区間番号					
	注 入 面 積 (m ²)						
	注 入 モ ル タ ル 量 (m ³)						
	でき上りコンクリート量(m ³)						
	設計量と施工量との比(%)						
	注 入 パ イ プ 数 (本)						
	輸 送 距 離 (m)						
	中 継 ポ ン プ (台)						
	ポ ン プ 圧 力 (kg/cm ²)						
	注 入 箇 所 推 定 圧 力 (kg/cm ²)						
	注 入 時 間 (h)						
	平均注入速度 (m ³ /h)						
	1 回 打 上 り 高 さ (m)						
	モルタルの流出時間 (sec)						
	水平打継目の箇所数						
	打 継 目 表 面 処 理						
	打 上 り 後 表 面 処 理						
	粗 骨 空 隙 率 (%)						

全 施 工 量

	単 位	モルタル量(m³)	でき上りコンクリート量 (m³)	備 考
施 工 量	m³			
稼 動 日 数	日			
平 均 実 績	m³/日			
最 大 実 績	m³/日			
注 入 稼 動 時 間	時			
平 均 能 力	m³/時			
施 工 期 間	年 月 日 ~ 年 月 日			

注) (1) 稼働日数とは型枠組立てより取外しまでの日数をいう
 (2) 施工期間とは工事期間をいう

モルタル漏洩箇所

モルタル漏洩防止工²⁰⁾

6. 工 費²¹⁾

(例)

コンクリート1m³ 当り単価表

_____ 年度

名 称	仕 様	金 額	備 考
コンクリート			
材 料			
セメント			
フライアッシュ			
混 和 剤			
砂			
砂 利			
型 枠			
施 工			
人 件 費			
機 械 費			
特 許 料			
雑 費			

7. 特 記 事 項²²⁾

8. 本工事に 関して 発表された文献

題 名	
発 表 者	
発 行 所	
発 表 年 月	
掲 載 頁	p ~

II 品質管理試験調査

1. セメント

試験項目	標本数	平均値	標準偏差	変動係数 (%)	試験方法 ¹⁾	試験頻度 ²⁾	備考
比重							
粉末度 (cm ² /gr)							
凝結始発 (h-m) 終結							
圧縮強度 (kg/cm ²)	3 日						
	7 日						
	28 日						
曲げ強度 (kg/cm ²)	3 日						
	7 日						
	7 日						

2. 細骨材

試験項目	標本数	平均値	標準偏差	変動係数 (%)	試験方法 ¹⁾	試験頻度 ²⁾	備考
比重							
粗粒率							
単位容積重量 (kg/cm ³)							
表面水 (%)							

3. 粗骨材

試験項目	標本数	平均値	標準偏差	変動係数 (%)	試験方法 ¹⁾	試験頻度 ²⁾	備考
比重							
粗粒率							
単位容積重量 (kg/cm ³)							
最大寸法(mm)							
最小寸法(mm)							

港湾技研資料 No.6

1964年3月

編集兼発行人 運輸省港湾技術研究所

発行所 運輸省港湾技術研究所
横須賀市川間 162

印刷所 株式会社 白泉社
東京都港区麻布霞町7