

# 港 湾 技 研 資 料

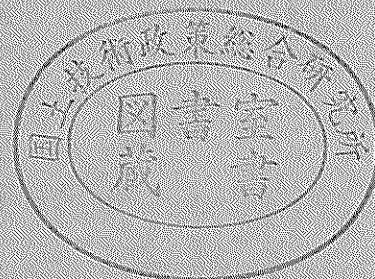
TECHNICAL NOTE OF  
THE PORT AND HARBOUR RESEARCH INSTITUTE  
MINISTRY OF TRANSPORT, JAPAN

No. 552      June 1986

一般廃棄物の圧縮特性について  
—富山県，東京都の一般廃棄物調査例—

寺 師 昌 明  
北 誥 昌 樹

運輸省港湾技術研究所



## 目 次

要 旨 .....	3
1. ま え が き .....	3
2. 一般廃棄物の特徴に関する既往の知見 .....	3
3. 富山市一般廃棄物の圧縮特性 .....	4
3.1 概 要 .....	4
3.2 富山市不燃性廃棄物の特徴 .....	5
3.3 圧密試験の方法と実験ケース .....	6
3.4 圧密試験結果と考察 .....	7
3.5 富山市一般廃棄物の圧縮性に関するまとめ .....	12
4. 東京港15号地の一般廃棄物の圧縮特性 .....	12
4.1 概 要 .....	12
4.2 東京港15号地廃棄物の特徴 .....	12
4.3 圧密試験の方法 .....	13
4.4 58年度調査の結果 .....	14
4.5 59年度調査の結果 .....	19
4.6 東京港15号地の廃棄物の試験結果のまとめ .....	22
5. 調査結果の取りまとめ .....	22
5.1 一般廃棄物の試験方法 .....	22
5.2 富山市廃棄物と15号地廃棄物の圧密特性 .....	23
5.3 一般廃棄物の改良方法について .....	24
5.4 室内試験結果の現場への適用性 .....	24
参 考 文 献 .....	24

**Compression Characteristics of General Wastes**  
**– General Wastes of Toyama and Tokyo –**

**Masaaki TERASHI\***  
**Masaki KITAZUME\*\***

**Synopsis**

Enormous amount of urban wastes continuously produced by the human activities in the big cities are collected and contained in the waste disposal area surrounded by the dikes. These wastes consist of various constituent from the highly compressible organic materials to the incompressible metal fragments. In order to utilize the space thus created, the engineering properties of this complicated material must be studied. The authors are requested to test the compression characteristics of urban wastes by Toyama prefectural government and by Tokyo metropolitan government.

Percentage of compressible organic component by dry weight is 12% in the case of Toyama wastes and 70% in the case of Tokyo wastes. In this article, coefficients of consolidation, volume compressibility, and secondary consolidation of two wastes are presented together with some considerations on the testing procedures for classification and consolidation of urban wastes.

---

\* Chief of Soil Stabilization Laboratory, Soils Division

\*\* Member of Soil Stabilization Laboratory, Soils Division

# 一般廃棄物の圧縮特性について

## —富山県，東京都の一般廃棄物調査例—

寺 師 昌 明\*

北 詰 昌 樹\*\*

### 要 旨

都市域より大量に発生する一般廃棄物（都市ごみ）は，山間や海面に埋立処分され，広大な空間を生み出し続けている。この有効利用を計るためには，一般廃棄物の調査法の確立，特性に関わるデータの蓄積が必要である。

本資料では，富山市不燃性廃棄物と東京都の腐食しやすい有機物を大量に含んだ一般廃棄物の2種類を調査の対象とする。

粗大きょう（夾）雑物を含み，不攪乱試料の採取も試験のための成形も困難な廃棄物の圧密試験を実施するに当たっては，従来の試験方法をそのまま適用することはできない。直径30 cm×高さ10 cm～直径50 cm×高さ30 cmの供試体を用いて一連の実験を実施し，富山，東京港15号地の廃棄物の圧縮性を調べると共に，試験結果に与える粗大きょう雑物除去の影響，供試体寸法の影響，締め固めによる初期充てん密度の影響，荷重増加率の影響を検討し報告する。

### 1. まえがき

都市域で大量に発生する廃棄物は関係法規の定める所にしたがって処理処分されているが，その多くが最終的には山間，河川敷，あるいは海域に埋立という形で新たな土地を作りだしている。本資料で述べる廃棄物の範囲は，自治体が収集して処分する一般廃棄物（いわゆる都市ごみ）である。一般廃棄物は，厨芥（ちゅうかい），雑芥，家具，電化製品，等の種々雑多なものから構成されており，さらに埋立に際してある間隔で覆土され土砂と混入されることが多いため，その組成は複雑である。都市ごみの実態，概略の材料特性，処分方法の変遷，ごみ地盤の問題点等の全般については，前田<sup>1),2)</sup>，清水，他<sup>3)</sup>が詳しく紹介している。このようにして造成される廃棄物地盤は，その材料特性のゆえに多くの土木工学的，社会環境的問題を生じる可能性があり，効率的に利用されているとは言いがたかった。

しかし，近年ではこれを有効に利用するための研究が各方面で精力的に進められるようになってきた。筆者らは，富山空港改修工事と東京都の廃棄物地盤の総合的調査の一部に関与する機会を得，廃棄物の圧縮性に関わる

室内試験を実施したのでその結果をここに紹介する。

### 2. 一般廃棄物の特徴に関する既往の知見

#### (1) 廃棄物地盤の組成

通常の地盤材料は，その粒度分布，粒子形状，ならびに細粒分のコンシステンシーを調査し分類することによって，その工学的特性を大まかに推定することができる。しかし，都市ごみの組成は極めて複雑であり，その試験法も確立されているとは言いがたい。表-1<sup>4)</sup>に幾つかの都市ごみの組成の例を示す。この分類は悪臭の強い廃棄物を人間が目視観察しながら仕分ける作業によっている。分類名は自明であろうが，不燃物は石，土砂に属する物，ガラス，陶磁器，金属などであり，その他は細粒で分類が不可能な物である。分類法としては厳密な方法ではないが，①腐食しやすい有機物，②腐食しない合成樹脂，ゴム類，③一般的な土質材料に準ずるもの，に大別ができごみの特徴を知る上で便利である。腐食しやすい有機物（とくにちゅうかい類）は，長期的な沈下の原因となり，分解時にガスを発生して環境への影響もあり，地盤材料として見る時には最も好ましくない物である。

\* 土質部 地盤改良研究室長

\*\* 土質部 地盤改良研究室

表-1 各地域の一般廃棄物の組成(乾燥重量百分率)<sup>1)</sup>

地域名	可燃性物(%)				不燃性物 その他 (%)
	紙・布類	合成樹脂 ゴム皮革類	木・竹・ ワラ	厨芥類	
富山空港	5.4	2.6	4.8	0	88.9
名古屋市藤前	2.3	5.7	10.6	0.1	81.3
東京都14号地	39.7	3.8	—	27.0	29.5
東京都15号地	35.9	11.8	7.0	31.5	13.8
福岡市八田	28.5	9.3	3.8	37.3	21.1
S 43-44					
札幌市	20.8	5.7	3.0	26.3	44.2
S 41-46					
札幌市	27.7	10.3	5.5	27.0	29.5
S 35-46					

## (2) 廃棄物地盤の物理的・力学的特性

すでに埋立地盤を形成した廃棄物の湿潤単位体積重量  $r$ , 自然含水比  $w$  については, 東京都14号地, 15号地で  $r = 0.5 \sim 1 \text{ tf/m}^3$ ,  $w = 30 \sim 130\%$ 程度とするデータがあるが, 通常的地盤と比べてデータのばらつきが極端に大きい<sup>3)</sup>。

廃棄物埋立地盤の標準貫入試験結果の  $N$  値は, 大略 3 ~ 10 の範囲<sup>2), 4)</sup>, あるいは 5 ~ 15 の範囲<sup>3)</sup> にあり, 物理的性質と同様にばらつきが大きい。圧密特性に関しては, 体積圧縮係数  $m_v = 0.05 \sim 1.4 \text{ cm}^2/\text{kgf}$ , 圧縮指数  $c_c = 0.4 \sim 1.4$ , 圧密係数  $c_v = 0.9 \times 10^{-5} \sim 4 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{d}$  が報告されている<sup>2), 3)</sup>。

## (3) 廃棄物地盤の沈下特性

粘土地盤に経時的に生ずる一次元的な沈下現象を考える場合には, Terzaghi の圧密理論でほぼ説明のできる一次圧密現象と, 一次圧密の終了後も時間の対数に比例してひずみの増加する二次圧密現象の存在することは良く知られている。この二次圧密に関する研究は多方面で実施されているが, 通常の粘土を対象としても不明確な点が多く, 現状の知識に対して現場実測の側から疑問が投げかけられている<sup>5), 6)</sup>。廃棄物地盤であっても, 上述のような一次圧密と二次圧密の存在は当然考えられる。しかし, 廃棄物地盤の一次圧密終了後の長期的沈下現象は更に複雑となる。これは, 一般廃棄物を受入れて造成される廃棄物地盤には, 未分解あるいは分解途上の不安定な有機物(紙・布・木・竹・ワラ・皮革・ちゅうかいなど)が含まれていることによる。通常的地盤材料では, 実質部分の占める体積や特性の変化までを考慮する必要がないのに対して, 上記の分解過程の有機物は分解の進行によって特性が変化し, また固相から液相や気相に変化

し体積を著しく変化させると考えられるからである。すなわち, 廃棄物地盤の長期的沈下を考える場合には, 力学的試験で説明しうる一次圧密, 二次圧密現象に加えて, 化学的あるいは微生物学的な環境によって変化する腐食による沈下を検討しなければならない。したがって, 力学的試験や短期間の現場載荷試験で得られる圧密特性はある時間断面での特性であって, その適用は建設中並びに建設後の数年間といった範囲内の予測にしか用いられないものであることに留意しなければならない。前項で紹介した圧密特性は力学試験や現場載荷試験の結果から求められたものであり, 筆者らが本調査で実施した試験も同様である。また, 廃棄物の組成と圧密諸特性の相関についても, まだ十分なデータは集積されていないのが実情であるから, 廃棄物地盤の特性には必ずその組成, 粒度分布, 埋立年代, 埋立方法, 埋立地の環境などの情報を併せて示す必要がある。

## 3. 富山市一般廃棄物の圧縮特性

### 3.1 概要

富山空港は神通川の右岸河川敷に立地している。旧空港は滑走路延長 1200 m でプロペラ機 (YS-11) を対象とするものであったが, 中型ジェット機 (B-737, B-727) の就航を可能とするように改修され, 昭和59年3月に再開港した。この改修工事に際して技術的課題として廃棄物地盤の問題が生じた。神通川右岸には富山市不燃性廃棄物の埋立処分が行われており, 諸般の事情で着陸帯と滑走路の一部がこの廃棄物地盤の上に立地せざるを得なかったためである。このため, 富山県では松野三朗氏(当時金沢大学教授)を委員長とする技術委員会を発足させ対策工法の選定作業を委託した。委員会は

約一年間の検討で、滑走路部分についてはサンドコンパクションパイル工法の適用を、着陸帯については動圧密工法の適用を提言している<sup>4)</sup>。

なお、開港後2年になる現時点でも同空港滑走路は問題なく供用されており、その間の沈下観測でも測量誤差程度の変形しか示していない。

廃棄物による埋立地盤の跡地利用の前例自体が少なかった事と、技術的にはそれほど難しい構造物ではないが、社会的に注目を集める空港施設の建設という事で、本事例では検討のために現地施工実験、現場載荷試験が実施された。しかし、将来の廃棄物地盤の有効利用を促進するためには、室内規模で廃棄物の特性を調査する手法の開発と、その結果の適用性の検討が重要である。筆者らは富山県の委託により、大型の圧密試験を実施する機会を得た。

### 3.2 富山市不燃性廃棄物の特徴

#### (1) 廃棄物の組成(重量比)

神通川右岸の不燃性廃棄物の埋立は昭和45年から昭和54年の10年間にわたっており、その組成は表-2に示すとおりである。同表中のその他に分類されているものは粒径5mm以下の土ないし廃棄物である。表に示すようにサンプル間、採取年度間で余り大きな組成の変化はない。当廃棄物の特徴は、不燃物が約70%で最も多く、有機物類は12%程度含まれているものの最も腐食しやすいちゅうかい類を含んでいない事である。

富山県より今回の調査のために提供された廃棄物地盤のサンプルの組成を、前例に倣って紙・布類、合成樹脂・ゴム類、木・竹・ワラ類、金属・ガラス類、玉石、その他と分類した。廃棄物には粗大な物も含まれているため、分類の対象とする試料の量が多ければ多いほど、得られる結果の精度は高まると考えられる。

ここでは、まず約280kgの試料を40mm径でふるい

分けて、40mm以上についてはすべてを目視によって分類する。次に、40mm以下の試料は縮分して約40kgの試料を得て、これを更に10mm径でふるい分ける。粒径40~10mmの試料は目視により分類し、10mm以下の試料はすべてその他と分類する。この結果を合成して、本来の廃棄物地盤の組成を推定した結果が表-3のNo.0である。

同様の操作を約60kgの試料を対象に実施した結果が表-3のNo.3,4である。この様な分類で問題となるのは、①目視による分類であるため、試験者の主観熟練度によって結果が左右されること、②その他と分類せざるを得ないある粒径以下の材料にも、土砂以外の紙や木など他の分類に属すべき物が含まれてしまうこと、③逆に個々の分類で仕分けられた材料にも土砂が付着しており分離が困難なこと、などである。現段階では、①はこの分類法の限界であり、②、③は相殺されるものと割切るしかあるまい。

表に示すように、サンプルの採取量によって、組成の若干の変動が見られるが、その変動はそれほど大きな物ではない。定性的な利用価値を考えれば、60kg程度の試料量を用いても十分であろう。また、表-2と対比してみると、今回提供を受けた試料の組成は空港の廃棄物の組成を代表するものと考えてよさそうである。

後述のように、大部分の実験は粒径40mm未満の分級された試料を対象にしている。すべての圧密供試体の40mm未満の試料の組成を乾燥状態で調査した結果が表-4である。

#### (2) 廃棄物の組成(体積比)

都市ごみに含まれる有機物の比重は小さいため、表-1~4のような重量組成だけでは、廃棄物のイメージがわきにくく、体積比による組成も興味のある所である。個々の分類別の比重が知られていない事もあって厳密な

表-2 富山市廃棄物の組成<sup>4)</sup>

埋立年度(昭和)		46年	48年	49年	49年	50年	50年	52年	平均
乾物 当 た り 重 量 %	紙・布類	0.4	1.2	15.4	0.6	5.4	0.3	2.1	3.5
	合成樹脂・ゴム 皮・革類	4.0	8.6	4.7	5.2	2.6	3.2	5.4	4.8
	木・竹・ワラ類	2.8	3.5	3.2	0.8	4.0	1.2	3.1	2.8
	ちゅうかい類	0	0	0	0	0	0	0	0
	不燃物類 (玉石)	70.2 (32.3)	67.8 (16.0)	63.1 (4.1)	66.0 (7.4)	63.1 (15.6)	75.9 (54.4)	74.1 (20.0)	68.6 (21.4)
その他 (5mmふるい)	22.6	18.9	13.6	27.4	24.1	19.4	15.2	20.3	
含水比(%)		26.3	30.5	33.2	31.9	33.5	29.0	30.8	30.7

表-3 実験に用いた富山市廃棄物の組成(オリジナル試料)

試料の状態 件体番号	湿潤状態重量百分率				乾燥状態重量百分率			
	No. 0 (280 kg)	No. 3 (60 kg)	No. 4 (60 kg)	平均	No. 0 (280 kg)	No. 3 (60 kg)	No. 4 (60 kg)	平均
紙・布類	1.8	0.5	1.5	1.3	1.4	0.4	1.1	1.0
合成樹脂・ゴム 皮・革類	9.7	12.3	9.8	10.6	8.9	11.3	8.4	9.5
木・竹・ワラ類	2.4	5.7	2.6	3.6	1.8	4.4	1.8	2.7
ちゅうかい類	0	0	0	0	0	0	0	0
金属・ガラス類	7.7	5.8	7.0	6.8	9.0	6.8	7.7	7.8
玉石	31.4	33.5	39.5	34.8	34.7	37.3	46.5	39.5
その他 (1cmふるい)	47.0	42.2	39.6	42.9	44.2	39.8	34.5	39.5

表-4 実験に用いた富山市廃棄物の組成(4cm未満分の乾燥重量百分率)

件体番号	No.0	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	平均
紙・布類	1.1	0.5	0.7	0.5	0.2	2.2	0.8	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.6
合成樹脂・ゴム 皮・革類	2.6	3.2	4.5	1.6	1.3	5.6	4.1	3.3	1.5	1.8	2.2	1.3	2.8
木・竹・ワラ類	1.2	0.8	0.9	0.7	0.4	0.8	0.8	0.6	0.3	0.5	0.6	0.4	0.7
ちゅうかい類	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
金属・ガラス類	7.9	4.8	4.2	4.8	4.2	5.6	4.5	7.6	6.7	6.0	4.9	5.5	5.6
玉石	13.1	11.9	14.6	7.1	7.7	17.4	14.4	24.2	14.7	13.2	15.0	16.9	14.2
その他 (1cmふるい)	74.1	78.8	75.1	85.3	86.2	68.4	75.4	63.9	76.4	78.3	77.1	75.8	76.2

表-5 組成ごとの比重設定値

紙・布類	合成樹脂類	木・竹・ ワラ類	金属・ ガラス類	玉石	土砂その他
0.9	1.03	0.44	5.2	2.55	2.65

議論はできないが、理科年表等を参考に各組成の比重を表-5のように仮定して体積比を想定して見た。ただし、紙・布、木などについて理科年表で得られる値は比重ではなく密度である。したがって、内部の空隙も実質部とみなして比重を過少に評価している。金属とガラスでは大きく比重が相違するが平均的な値を用いた。玉石については表面乾燥状態の密度を用いている。実験で求められた比重は土砂、その他の数値のみである。通常の圧密荷重の範囲では、例えば木の内部の空隙は維持されるであろうし、玉石の内部の空隙は相当大きな圧力を加えても変化しないことを考えれば、この様な比重を用いて推定した体積比も、廃棄物の構造を定性的に評価する上での参考としては意味があろう。なお、富山空港の廃棄物地盤の現場単位体積重量は未改良で約1 tf/m<sup>3</sup>、含水比は変動しているが平均的に30%である。表-3に示

した実質部分の乾燥重量比平均値のデータと併せて、各組成ごとの重量を求め、組成ごとの推定比重(表-5)を利用して体積比を想定した結果が表-6である。

### (3) 廃棄物の粒度分布

粒度分布決定の手順は、まず試料を40mm、10mm、3.36mm、2mmのふるいで分級し、2mm以下の試料については土質試験法にしたがって粒度試験を行った。なお、後述のように圧密試験は、搬入されたそのままの状態(オリジナル試料)と40mmふるいで分級された試料について実施しているため、参考のために、オリジナル試料の粒度と40mm未満の試料の粒度を図-1に示した。

### 3.3 圧密試験の方法と実験ケース

#### (1) 試料採取

一般の土質材料を対象とすると、圧密試験用の試料は現地より不攪乱の状態では採取するのが原則である。しか

表-6 実験に用いた富山市廃棄物の組成別体積比想定値

試料の状態	$\gamma_t = 1.0 \text{ tf/m}^3$	$\gamma_t = 1.5 \text{ tf/m}^3$
	$w = 30\%$ と想定	$w = 30\%$ と想定
紙・布類	0.9	1.3
合成樹脂・ゴム 皮・革類	7.1	10.6
木・竹・ワラ類	4.7	7.1
ちゅうかい類	0	0
金属・ガラス類	1.2	1.7
玉石	11.9	17.9
土砂, その他	11.5	17.2
空隙	62.7	44.2

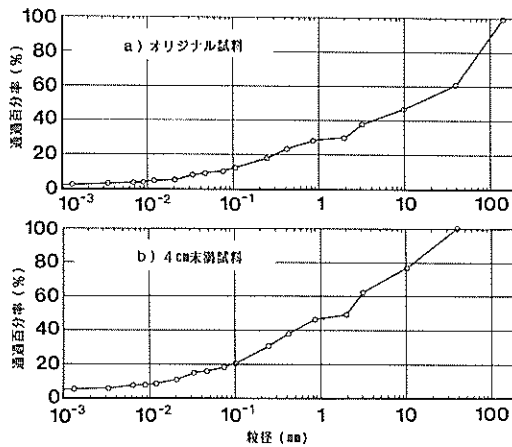


図-1 富山市廃棄物の粒度分布

し、廃棄物地盤は極端な粗大粒径の玉石、あるいはタイヤ、ワイヤー等を含むこともあり、不攪乱での試料採取もその成形も著しく困難である。このため、今回の実験に用いた試料は廃棄物地盤を掘削してドラム缶に充てんし、実験室へ搬入している。

#### (2) 圧密試験

前述のように、廃棄物地盤には粗大粒子が含まれているため、主要な実験にあたっては粒径40mm以上の物を除去した試料(以下、4cm未満試料と呼ぶ)を用いることとした。圧密容器は試料粒径に対して大きくとるために $\phi 300$ mmとし、荷重増加率 $d p/p$ は1に近い値とした。現場減荷試験の結果からも、一次圧密は急速に終了することが知られているため、二次圧密を長期に観察する目的以外では一段階の減荷期間は試料高さによらず1日とした。

なお、オリジナル試料の圧密試験は $\phi 500$ mmの圧密

容器で実施し、4cm未満試料の特性と比較することとした。

実験条件の一覧表を表-7に示し、以下に若干の補足説明を加える。

実験ケースのNo.1とNo.3, 4はオリジナル試料と4cm未満試料の特性の差を検討するために実施したもので標準圧密試験に準じている。No.7は層厚を大きくし、更に片面排水とすることで一次圧密の初期データを丁寧に取得した。

No.2とNo.5~9は、二次圧密に対する圧密圧力の及ぼす影響を、No.1~9で二次圧密に及ぼす層厚の影響を、更にNo.10, 11では二次圧密に対するプレロードの及ぼす影響を調査するために実験条件を変化させている。

#### 3.4 圧密試験結果と考察

##### (1) 一次圧密に関する試験結果

圧密係数 $c_v$ と体積圧縮係数 $m_v$ の試験結果を、それぞれ図-2, 図-3に示す。実験ケースと記号の対応は図-2に示してある。以下の一連の図においても特記しない限り記号の意味は同様である。なお、 $c_v$ の決定は $\sqrt{t}$ 法と曲線定規法によったが有意差は認められなかったので $\sqrt{t}$ 法の結果を示している。ただし、参考のためにNo.7のみ $\sqrt{t}$ 法による値を□で、曲線定規法による値を■で併示した。

廃棄物地盤の $c_v$ は極めて大きく $10^4 \sim 10^5 \text{ cm}^2/\text{d}$ のオーダーにあり、一般の沖積粘土の圧密係数( $10 \sim 10^2 \text{ cm}^2/\text{d}$ )に比べて約1000倍近く大きい。したがって、ケースNo.7以外では圧密初期の $\sqrt{t}$ で整理して直線となる部分のデータが十分な個数とれないため圧密係数を過少評価している恐れは残る。

今回の一連の実験は主として後述する二次圧密部分に



表-7 実験ケース一覧表

ケース 試料寸法 (mm)	No. 1 4 cm 未満 φ 300 × 200			No. 2 4 cm 未満 φ 300 × 200			No. 3 オリジナル φ 500 × 300			No. 4 オリジナル φ 500 × 300		
	期間 day	荷重 段階	圧力 kgf/cm <sup>2</sup>	期間 day	荷重 段階	圧力 kgf/cm <sup>2</sup>	期間 day	荷重 段階	圧力 kgf/cm <sup>2</sup>	期間 day	荷重 段階	圧力 kgf/cm <sup>2</sup>
載 荷 段 階 一 覧	1	1	0.073	1	1	0.075	1	1	0.030	1	1	0.030
	2	2	0.120	2	2	0.130	2	2	0.060	2	2	0.055
	3	3	0.230	3	3	0.230	3	3	0.145	3	3	0.162
	4	4	0.420	4	4	0.430	4		0.145	4		0.162
	5		0.420	5		0.430	5	4	0.351	5	4	0.330
	6	5	0.840	6	5	0.840	6	5	0.804	6	5	0.728
	7		0.840	↓		↓	7	6	1.243	7	6	1.521
	8	6	1.440	11		0.840	↓		↓	8	7	2.991
	9	7	3.060	12		(0.075)	9		1.243	9		(1.345)
	10	8	5.960	13		(0.075)	10		(0.351)	10		(0.330)
	11	9	12.49				11		(0.351)	11		(0.330)
	12		(2.89)				12		(0.086)	12		(0.094)
	13		(0.84)				13		(0.086)	13		(0.094)
	14		(0.84)									
	15		(0.73)									
	16		(0.73)									

ケース 試料寸法 (mm)	No. 5 4 cm 未満 φ 300 × 200			No. 6 4 cm 未満 φ 300 × 200			No. 7 4 cm 未満 φ 300 × 400			No. 8 & 9 4 cm 未満 φ 300 × 200		
	期間 day	荷重 段階	圧力 kgf/cm <sup>2</sup>	期間 day	荷重 段階	圧力 kgf/cm <sup>2</sup>	期間 day	荷重 段階	圧力 kgf/cm <sup>2</sup>	期間 day	荷重 段階	圧力 kgf/cm <sup>2</sup>
載 荷 段 階 一 覧	1	1	0.09	1	1	0.09	1	1	0.39	1	1	0.14
	2	2	0.68	2	2	0.69	2	2	0.59	2	2	0.66
	3	3	0.92	3	3	0.93	3	3	1.14	↓		↓
	4	4	1.75	4	4	1.77	↓		↓	16		0.66
	5		1.75	5		1.77	36		1.14			
	6	5	3.40	6	5	3.45						
	↓		↓	↓		↓						
19		3.40	19		3.45							

注：( )は除荷過程の圧密圧力

ケース 試料寸法 (mm)	No. 10 & 11 4 cm 未満 φ 300 × 200			No. 12 - 15 3.36 mm 未満 φ 60 × 20		
	期間 day	荷重 段階	圧力 kgf/cm <sup>2</sup>	期間 day	荷重 段階	圧力 kgf/cm <sup>2</sup>
載 荷 段 階 一 覧	1	1	0.11	1	1	0.10
	2	2	0.60	2	2	0.20
	3	3	1.18	3	3	0.40
	4	4	1.18	4	4	0.80
	5		(0.60)	5	5	1.60
	↓		↓	6	6	3.20
	19		(0.60)	7		3.20
				8	7	6.40
				9	8	12.60
				10		(3.20)
				11		(0.80)
				12		(0.20)

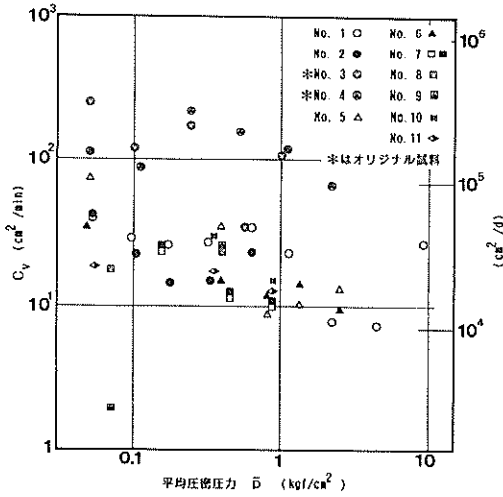


図-2 富山市廃棄物地盤の圧密係数

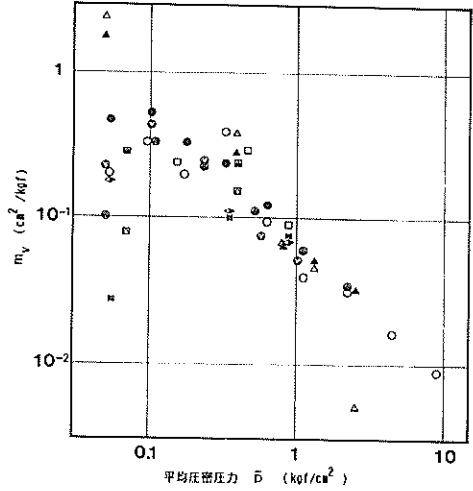


図-3 富山市廃棄物地盤の体積圧縮係数

注目しているため、各载荷段階の载荷時間は一定ではない(表-7)。図-3に示す $m_v$ は各载荷段階の全沈下量で計算した値である。 $m_v$ の対数と平均圧密圧力(相加平均) $\bar{p}$ の対数の間には比例関係があり、 $\bar{p}$ の増加に連れて $m_v$ は減少する。 $m_v$ の大きさは通常の粘土に比べて顕著な差があるとは認められない。したがって、富山県の廃棄物の圧密係数が著しく大きいのは、透水係数が大きい( $k = 10^{-2} \sim 10^{-4}$  cm/min)ことによる。一次圧密終了時に相当する体積圧縮係数を $m_v' (= r m_v)$ として示すと図-4が得られる。

オリジナル試料と4 cm未満試料の圧密定数を比較すると、圧密係数 $c_v$ はオリジナル試料の方が1オーダー大きい(図-2)、体積圧縮係数 $m_v$ については有意な差は認められない。

(2)  $e \sim \log p$  曲線

圧密試験結果の整理には間隙比 $e$ と圧密圧力 $p$ を用いて、 $e \sim \log p$ 曲線を示すことが多い。間隙比、または体積比 $f$ の計算は、圧密供試体の乾燥重量 $W_d$ 、比重 $G_s$ 、水の単位体積重量 $\gamma_w$ 、供試体の断面積 $A$ を求め、各段階载荷終了時の供試体高さ $h$ を用いて次式で行う。

$$f = h G_s \gamma_w A / W_d, \quad e = f - 1 \quad \dots\dots (1)$$

上式に示すように、間隙比を求めるためには材料の真比重 $G_s$ が必要となる。しかし、前述のように、粒度範囲が広く、かつ複雑な組成からなる廃棄物の比重を求めることは困難である。このため、3.2(2)にも示したように、各成分の乾燥密度、表乾密度、比重等を利用して粗い推定値を得ることしかできない。したがって、本章では無用の混乱

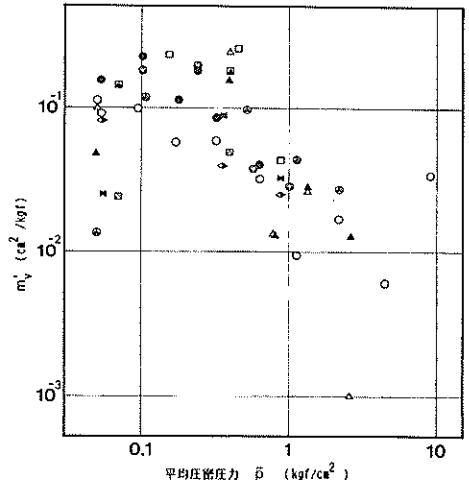


図-4 一次圧密分の体積圧縮係数(富山)

を避けるため、間隙比は用いず、すべての議論は体積ひずみによっている。しかし、 $e \sim \log p$ 曲線の概略の形状を示すことは必ずしも無意味ではない。圧密容器に充てんした試料の初期高さ $h_0$ 、湿潤単位体積重量 $\gamma_t$ 、初期含水比を $w$ として、(1)式を改めると、

$$f = h (1+w) G_s \gamma_w / h_0 \gamma_t \\ = f^* (1+w) G_s \quad \dots\dots (2)$$

ここで、初期含水比に余り差がなかったと仮定して、間隙比に代るものとして $f^*$ を求め $f^* \sim \log p$ 曲線を図-5に示した。 $f^*$ の値に余り意味はないため、あえて

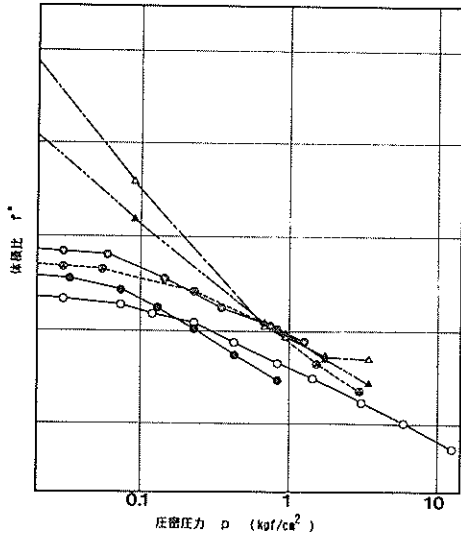


図-5 廃棄物地盤の  $f^* \sim \log p$  曲線 (富山, ケース No. 1~6)

縦軸に数値は入れていない。

廃棄物は組成が複雑で供試体ごとによらつきが大きくなることを恐れていたが、図-5に示すように初期の充てん密度が若干相違しても、圧密圧力が  $0.1 \text{ kgf/cm}^2$  程度を越えると傾向の一致して来ることが認められる。また、実験ケース No.5 (△印)については高い圧密圧力の下で  $f^* \sim \log p$  曲線に異常が認められ、粗大な粒子によって圧密が阻害されたことを想像させる。

### (3) 二次圧密に関する試験結果

一次圧密が終了して過剰間隙水圧のほとんどが消散した状態で、長期にわたって時間の対数に比例して増加する沈下(二次圧密沈下)を表現するためには二次圧密係数が用いられる。これは試験結果を片対数で整理した場合に一次圧密終了後に現れる直線部分の勾配である。圧密による体積ひずみ  $\epsilon_v$  と対数時間の関係から勾配を求める場合には  $\epsilon_\alpha$  を、間隙比と対数時間の関係から求める場合には  $c_\alpha$  を用いて表すのが一般的<sup>6),7)</sup>であるが、ひずみによる二次圧密係数を  $c_\alpha$  と表すこともあり<sup>8)</sup>、表記法が必ずしも統一されているとは言いがたい。本報告書では、ひずみによる二次圧密係数を  $\epsilon_\alpha$  として示す。

$$\epsilon_\alpha = \Delta \epsilon_v / \Delta \log_{10} t \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$c_\alpha = \Delta e / \Delta \log_{10} t \quad \dots\dots\dots (4)$$

この二つの表示は、初期間隙比  $e_0$  を媒介として、 $c_\alpha = (1 + e_0) \epsilon_\alpha$  の関係にある。廃棄物の場合には前述の

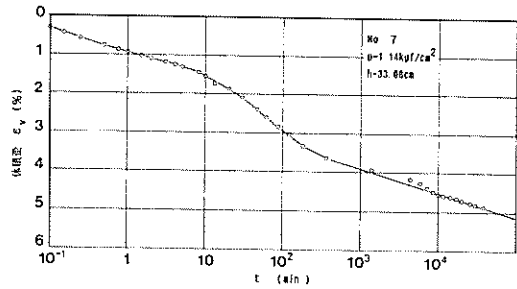


図-6 代表的な  $\epsilon_v - \log t$  曲線 (富山)

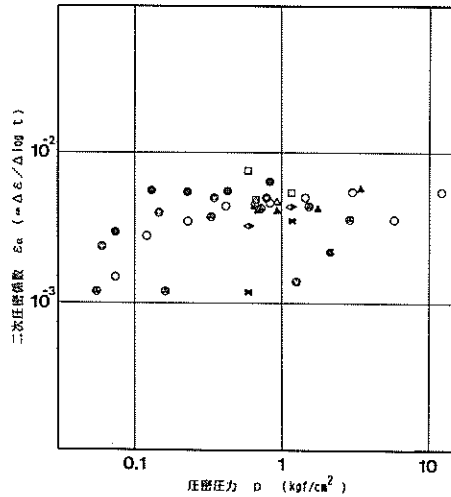


図-7 圧密圧力と二次圧密係数  $\epsilon_\alpha$  (富山)

ように間隙比の決定が困難であるため、本報告書では  $\epsilon_\alpha$  による整理のみを行っている。

試験結果を表-8に一括して示す。ここで、 $p_{n-1}$  は前段階の圧密圧力、 $\Delta p$  は圧密圧力の増分、 $p$  は平均圧密圧力、 $h$  は平均試料高さ、 $\epsilon_\alpha$  は二次圧密係数である。代表的な  $\epsilon_v \sim \log t$  関係を図-6に示す。この最後の直線部分の勾配により  $\epsilon_\alpha$  が決定される。 $\epsilon_v$  は各荷重段階の初期試料高さに対するひずみとして求めてある。

図-5で指摘したように、実験No.5の最終2段階の荷重に対する沈下性状は異常であるため、表-7でもそのデータは括弧書きしてある。この異常値を除くすべての条件下の二次圧密係数  $\epsilon_\alpha$  を圧密圧力 ( $p_n = p_{n-1} + \Delta p$ ) に対して整理すると図-7が得られる。一次圧密部分の体積圧縮係数(図-3)の場合と同様に、二次圧密係数についても、オリジナル試料と4cm未満試料の間に実験上のばらつきを越える有意な差は認められない。

現場の長期にわたる沈下観測の結果から粘性土の二次圧密

表-8 二次圧密係数試験結果一覧表

No. 1					No. 2				
$p_{n-1}$	$\Delta p$	$\bar{p}$	$\bar{h}$	$\epsilon_\alpha$	$p_{n-1}$	$\Delta p$	$\bar{p}$	$\bar{h}$	$\epsilon_\alpha$
kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	cm	(10 <sup>-3</sup> )	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	cm	(10 <sup>-3</sup> )
0.03	0.043	0.05	8.925	1.5	0.033	0.042	0.05	9.207	3.0
0.073	0.047	0.10	8.816	2.8	0.075	0.055	0.10	8.984	5.7
0.120	0.110	0.18	8.676	3.5	0.13	0.10	0.18	8.707	5.5
0.230	0.190	0.33	8.458	4.4	0.23	0.20	0.33	8.364	5.6
0.420	0.420	0.63	8.149	4.7	0.43	0.41	0.64	7.962	6.5
0.840	0.600	1.14	7.983	5.0	0.84				
1.440	1.620	2.25	7.630	5.5					
3.060	2.900	4.51	7.252	3.6					
5.960	6.44	9.18	6.898	5.5					
12.40									
No. 3					No. 4				
$p_{n-1}$	$\Delta p$	$\bar{p}$	$\bar{h}$	$\epsilon_\alpha$	$p_{n-1}$	$\Delta p$	$\bar{p}$	$\bar{h}$	$\epsilon_\alpha$
kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	cm	(10 <sup>-3</sup> )	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	cm	(10 <sup>-3</sup> )
0.03	0.03	0.045	24.32	2.4	0.03	0.025	0.043	23.74	0.78
0.06	0.085	0.103	23.80	4.0	0.055	0.107	0.109	23.30	1.2
0.145	0.206	0.25	22.80	4.2	0.162	0.168	0.246	22.45	3.8
0.351	0.453	0.402	21.87	5.0	0.330	0.398	0.53	21.54	3.7
0.804	0.439	0.622	21.25	1.4	0.728	0.793	1.12	20.57	4.4
1.243					1.521	1.470	2.26	19.59	3.6
					2.991				
No. 5					No. 6				
$p_{n-1}$	$\Delta p$	$\bar{p}$	$\bar{h}$	$\epsilon_\alpha$	$p_{n-1}$	$\Delta p$	$\bar{p}$	$\bar{h}$	$\epsilon_\alpha$
kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	cm	(10 <sup>-3</sup> )	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	cm	(10 <sup>-3</sup> )
0	0.09	0.045	8.45	0.095	0	0.09	0.045	7.76	2.0
0.09	0.59	0.39	6.75	4.4	0.09	0.60	0.39	6.57	4.2
0.68	0.24	0.8	5.94	4.7	0.69	0.24	0.81	5.98	4.1
0.92	0.83	1.34	5.78	(0.7)	0.93	0.84	1.35	5.81	4.3
1.75	1.65	2.6	5.65	(1.5)	1.77	1.68	2.61	5.53	5.8
3.40					3.45				
No. 7					No. 9				
$p_{n-1}$	$\Delta p$	$\bar{p}$	$\bar{h}$	$\epsilon_\alpha$	$p_{n-1}$	$\Delta p$	$\bar{p}$	$\bar{h}$	$\epsilon_\alpha$
kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	cm	(10 <sup>-3</sup> )	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	cm	(10 <sup>-3</sup> )
0	0.31	0.16	38.25	5.2	0	0.14	0.07	9.70	6.2
0.31	0.28	0.45	35.37	7.7	0.14	0.52	0.40	8.95	4.5
0.59	0.55	0.87	33.08	5.4	0.66				
1.14									
No. 10					No. 11				
$p_{n-1}$	$\Delta p$	$\bar{p}$	$\bar{h}$	$\epsilon_\alpha$	$p_{n-1}$	$\Delta p$	$\bar{p}$	$\bar{h}$	$\epsilon_\alpha$
kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	cm	(10 <sup>-3</sup> )	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	cm	(10 <sup>-3</sup> )
0	0.11	0.05	6.05	0.83	0	0.11	0.05	5.98	1.34
0.11	0.49	0.36	5.89	1.19	0.11	0.49	0.36	5.77	3.29
0.60	0.58	0.89	5.62	3.56	0.60	0.58	0.89	5.50	4.36
1.18	-0.58	0.89	5.51	(0.17)	1.18	-0.58	0.89	5.40	(0.18)
0.60					0.60				

注) No. 8 のケースは,  $\epsilon_\alpha = 4.9 \times 10^{-3}$  ( $\bar{p} = 0.4$  kgf/cm<sup>2</sup>)

は種々の要因に左右されるとの指摘がある<sup>6)</sup>。このため、今回の一連の実験結果についても、圧密荷重、荷重増加率、層厚などについて、 $\epsilon_\alpha$  を整理検討してみたが、何等有意な関係は見出せなかった。

網干<sup>6)</sup>は Mesri<sup>7)</sup> の実験結果を引用して、粘性土の正規圧密領域における二次圧密係数は、圧密荷重や層厚に

よらずほぼ一定であるとしている。今回の実験では、図-5 に示した  $f^* \sim \log p$  曲線群によると、試料の充てんによって生じた見掛けの先行荷重は約 0.1 kgf/cm<sup>2</sup> とみることができる。図-7 で約 0.1 kgf/cm<sup>2</sup> を超える圧力レベルでの  $\epsilon_\alpha$  は、ほぼ  $(3 \sim 6) \times 10^{-3}$  と一定である。

一般の土の二次圧密係数は正規圧密粘土で $5 \times 10^{-3} \sim 2 \times 10^{-2}$ 、高塑性の土や有機質土で $3 \times 10^{-2}$ 以上、過圧密粘土（過圧密比 $\geq 2$ ）で $1 \times 10^{-3}$ 以下と言われており<sup>9)</sup>、富山県の廃棄物の二次圧密係数はむしろ小さな値である。プレロードが二次圧密係数に及ぼす影響をNo.10、11で検討したが、いずれも、 $1.18 \text{ kgf/cm}^2$ まで圧密した後に圧密圧力を $0.6 \text{ kgf/cm}^2$ まで減じて2週間放置測定したものである。しかし、この放置期間では、供試体は除荷後の膨脹が着着き、ようやく沈下傾向に転ずる所で実験を終了している。これを無理に外挿してみると $\epsilon_a$ は $10^{-4}$ のオーダーになり、二次圧密対策としてのプレロードの可能性がうかがえる。

### 3.5 富山市一般廃棄物の圧縮性に関するまとめ

富山空港敷地内の一般廃棄物について、圧密試験を中心とする一連の調査を行った。廃棄物地盤はその組成が複雑であり、地域によっても変化に富むため、その力学特性も地域差があるものと考えられる。また、有機物を多量に含む廃棄物の場合には、分解によって、経年的に特性が変化していくことも考えられる。廃棄物地盤を有効に利用するためには、当然その力学的特性を把握する必要があるが、いまだデータの集積も乏しく、一般性のある議論は困難である。したがって、以下の試験結果も富山の廃棄物地盤に限って適用できるものである。しかし、その組成や粒度分布も併せて調査してあるため、今後のデータ集積の手掛かりとはなる。

- 1) 対象とした廃棄物の重量比による組成を表-3に示した。また、その粒度分布を図-1a)に示した。
- 2) 圧密試験は表-7に示す11ケースについて実施した。廃棄物地盤には粗大粒子が含まれているため、廃棄物をそのまま対象とした実験はNo.3とNo.4であり、その他は4 cm未満を対象に実施した。それぞれの組成は表-3、4に、粒度分布は図-1に示した。
- 3) 一次圧密に関する特性は図-2～5に示した。圧密係数は極めて大きく過少評価している恐れは残るが参考値として示せば、4 cm未満試料で $10^4$  ( $\text{cm}^2/\text{d}$ )のオーダーであり、オリジナル試料では $10^5$  ( $\text{cm}^2/\text{d}$ )のオーダーである。体積圧縮係数については分級の影響はない。
- 4) 二次圧密係数は、荷重、荷重増加率、層厚によらずば一定の値をとり、 $10^{-3}$ のオーダーにある。また分級の影響はみえない。
- 5) プレロードの効果は二次圧密に対しても大きそうである。

## 4. 東京港15号地の一般廃棄物の圧縮特性

### 4.1 概要

東京都は、古くは元禄9年(1696年)に遡る多年にわたる廃棄物の海面埋立処分の結果、東京港内に広範に広がる廃棄物地盤を有しており、江戸時代から昭和10年代にかけて形成された土地はすでに市街地化している<sup>9)</sup>。しかし、昭和20年代以降に埋立てられた廃棄物地盤には未利用の部分が多く、この有効利用をはかるため東京都は総合的な廃棄物地盤の調査を実施している。前章で述べた富山空港改修工事に関連して一般廃棄物の圧密特性の調査を開始した港湾技術研究所と東京都の興味が合致したため、昭和58年度、昭和59年度の二か年にわたって、東京港15号埋立地の廃棄物地盤の圧密特性を検討するための一連の圧密試験を受託した。調査対象の廃棄物は、東京都清掃局が昭和40年代に収集して48年頃に埋立を完了した15号地の都市ごみである。したがって、以下に述べる圧密特性は東京港の廃棄物一般の普遍的な特性ではなく、15号地より東京都港湾局によって採取され港湾技術研究所に提供された特定の廃棄物の特性である。

58年度調査の目的は、15号地の廃棄物の圧密特性の概要の把握であり、あわせて、圧密容器への廃棄物の初期充てん密度の影響、層厚の影響を検討した。

59年度調査の目的は、15号地で予定されている試験盛土地点の廃棄物を用いて、試験盛土で予定されている載荷ステップに合せた荷重増加率の実験を実施することであった。58年度調査と59年度調査での、このような目的意識の相違と、ごみの採取位置の相違があるため、東京港15号地の廃棄物特性については試験結果を調査年度ごとに対比して紹介する。

### 4.2 東京港15号地廃棄物の特徴

東京港15号地廃棄物地盤の分類(組成調査)、粒度分布の調査データは、東京都より提供されたもので、当研究所で直接に実施したものではない。このため、富山市の廃棄物の組成調査、15号地廃棄物の58年度調査、59年度調査とで評価の方法がそれぞれ若干異なっているため、同列で比較はできないが、その特徴を対比してみる。

#### (1) 廃棄物の組成(重量比)

58年度、59年度調査に用いた15号地廃棄物の組成をそれぞれ表-9、表-10に示す。後述する圧密試験の各実験ケースごとに調査が行われている。同じ15号地の廃棄物の調査結果であるが、調査年度、対象試料の採取位置、分類担当の異なる表-1、表-9、表-10の組成を比較してみると数値の上では大きな相違が認められる。表-1は昭和50年以前の調査結果で埋立時の組成に近いも

表-9 15号地廃棄物地盤の組成(58年度調査)

試験ケース		I	II	III	IV	平均値
乾物 当 た り 重 量 %	紙・布類	17.7%	10.6%	0%	-%	9.4%
	合成樹脂・ゴム 皮・革類	34.6	62.3	14.0	-	37.0
	木・竹・ワラ類	9.8	1.8	9.1	-	6.9
	ちゅうかい類	0.5	0	0	-	0.2
	不燃物類	10.1	7.3	7.0	-	8.1
	その他	26.3	18.5	70.0	-	38.3
含水比(%)		59.7	50.9	51.4	-	54.0

※ 試験ケースIVは3.36mm以下の土砂についての試験である。

表-10 15号地廃棄物地盤の組成(59年度調査)

試験ケース		1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	3-A	3-B	3-C	4	平均値
乾物 当 た り 重 量 %	紙・布類	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	合成樹脂・ゴム 皮・革類	18.6	9.9	52.9	31.4	36.0	18.9	60.3	26.6	45.0	33.3
	木・竹・ワラ類	1.3	4.3	7.1	0.9	0.6	0	0	1.3	1.5	1.9
	ちゅうかい類	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	不燃物類	2.5	6.7	0	5.5	2.2	5.7	2.8	0	1.1	2.9
	その他	77.6	79.1	40.0	62.2	61.2	75.5	36.9	72.1	52.6	61.9
含水比(%)		44.1	44.5	42.0	47.1	46.6	45.4	46.4	45.2	45.6	45.2

のと考えてよい。一方、表-9, 10はその10年後のデータであるから、数値の上でのちゅうかい類の著しい減少は腐食のため目視による選別が困難になったものと思われる。表-10の調査結果には、微細な紙・布類が相当多く、仕分けが困難なため紙・布類もその他として一括整理したというコメントがつけられている。表-10のその他と分類された組成分の半数が紙・布類であったと仮定すると、埋立当初の紙・布類の割合と符合してくる。いづれにせよ、現在の目視による分類方法の限界を感じる。本文では紹介していないが、ごみの三成分分類法として、水分、灰分、可燃分に区分する手法もあるため、細粒分についてこの様な区分結果を併示し組成を考える必要がある。

この様な考察を踏まえて富山市の一般廃棄物と比較すると、表-9, 10から示される15号地の廃棄物の特徴は合成樹脂・ゴム・皮革類、並びに紙・布類が圧倒的に多く、土砂に相当する不燃物その他が少ないことである。

#### (2) 粒度分布

15号地の廃棄物については、粗大粒子を除去してから港研に搬入しているため、現地における粒径分布のデー

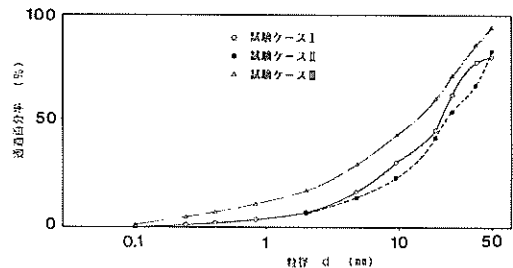


図-8 15号地廃棄物の粒度分布(58年度)

タはない。58年度調査に用いた廃棄物の粒度分布を図-8に参考のために示す。

#### 4.3 圧密試験の方法

##### (1) 試料採取

3.3に述べたように、廃棄物の不攪乱試料の採取は困難であるため、試料は攪乱状態で採取した。また、富山市廃棄物の調査で、粗大きょう雑物の存在は廃棄物の特性として工学的な興味のある体積圧縮係数や二次圧密係数には影響しないと考えられた。このため、15号地の廃棄物の実験では、現地で掘削して得た試料のうち約4

cmの粒径以下の試料のみを圧密試験に使用した。なお、ビニール等は軽く丸めた際に4 cm程度になるものとした。その上で、全試料をシート上に広げ不適用を再度除外した後、よく混ぜ合わせ均一にした。また、試料の乾燥を防ぐために約7 kgごとにビニール袋に充てんし、試験実施まで保管した。

(2) 充てん密度の調整

前述のように不攪乱試料を用いることも、成形することもできないため、廃棄物の試料はなんらかの方法で試料容器に充てんする必要がある。富山市の廃棄物の試験で初期状態(充てん密度)の差は低応力レベル以外では圧密特性に影響しないことが分かっていたが、15号地の廃棄物については改めて検討することとした。土の締め固め試験用の15 cm モールドに廃棄物を三層に分けて充てんし、各層ごとにランマーで締め固めて得られる供試体の密度を事前に調査した。この結果を参考にして、一連の実験でほとんどの供試体は初期単位体積重量  $r = 1.0 \text{ gf/cm}^3$  を目標に作成した。ただし、初期状態の相違を検討する実験シリーズでは、0.7, 1.2  $\text{gf/cm}^3$  の供試体も作成した。

(3) 圧密試験

15号地廃棄物の圧密試験では、 $\phi 300 \text{ mm} \times h 100 \text{ mm}$  と  $\phi 300 \text{ mm} \times h 300 \text{ mm}$  の容器を使用した。さらに、原地盤の土砂を主体とする細粒分(3.36 mm 未満)の場合の圧密特性を参考値として調べるために、 $\phi 60 \text{ mm} \times h 20 \text{ mm}$  の標準圧密容器も使用した。

圧密容器への試料の充てんは、前述のとおり、目標密度を設定して締め固めた。

作成した供試体は、その底面より徐々に水を供給して

飽和状態に近付けるようにし、載荷板をセットした状態で試料の初期高さを決定した。

載荷は、富山県の廃棄物地盤の圧密試験結果でも一次圧密が急速に終了することが知られているので、二次圧密を長期に観察する目的以外は一段階の載荷期間は試料高さによらず一日とした。又荷重増加率  $\Delta p/p$  は標準圧密試験を参考に1に近い値とした。載荷重は、シリンダーの圧力、圧密容器のふた、載荷ロッド及びスペーサー等の重量も考慮して求めている。圧密試験終了後、含水比を測定した。

4.4 58年度調査の結果

(1) 試験ケース

表-11に試験ケース一覧及び供試体番号を、表-12に各実験の荷重条件を示す。

試験ケース I は、載荷初期の単位体積重量の違いによる圧密特性への影響を調べるためのもので、同時に他のケースの基準のデータとなるものである。試験ケース II は、供試体の厚さの影響を、試験ケース III は主として二次圧密の特性を調べるためのものである。さらに試験ケース IV は、廃棄物地盤中に含まれる3.36 mm 未満の土についての標準圧密試験である。

各供試体の目標とした単位体積重量と、実測値並びに想定される比重を表-13に一覧として示す。なお、比重は前章に述べたように決定困難であるが、表-5の組成ごとの比重推定値から計算したものである。

(2) 一次圧密に関する試験結果

(圧密係数  $c_v$ )

15号地の廃棄物の  $c_v$  値も  $10^4 \text{ cm}^2/\text{d}$  のオーダーで、前章で述べたように過少評価している恐れがあるが、図

表-11 試験ケース一覧及び供試体番号(15号地, 58年度実験)

試験名	試験ケース	供試体番号
I 標準大型圧密 $\phi 300 \times h 100$	I-A $r = 0.7 \text{ gf/cm}^3$ I-B $r = 1.0$ I-C $r = 1.2$	I-A-1, I-A-2, I-B-1, I-B-2, I-B-3 I-B-4, I-B-5, I-C-1, I-C-2,
II 大型圧密 $\phi 300 \times h 300$	II-B $r = 1.0$	II-B-1, II-B-2, II-B-3
III 長期大型圧密 $\phi 300 \times h 100$	III-B $r = 1.0$	III-B-1, III-B-2, III-B-3
IV 標準圧密 $\phi 60 \times h 20$	IV $r = 1.0$ (3.36 mm未満の土)	IV-1, IV-2, IV-3, IV-4

表-12 荷重条件一覧表(15号地, 58年度実験)

試験 ケース	I 標準大型 圧密試験			II 大型 圧密試験			III 長期大型 圧密試験			IV 標準 圧密試験		
	φ = 300 h = 100			φ = 300 h = 300			φ = 300 h = 100			φ = 60 h = 20		
試験器	期間	荷重 段階	圧力 kgf/cm <sup>2</sup>	期間	荷重 段階	圧力 kgf/cm <sup>2</sup>	期間	荷重 段階	圧力 kgf/cm <sup>2</sup>	期間	荷重 段階	圧力 kgf/cm <sup>2</sup>
	1	1	0.1	1	1	0.1	1	1	0.1	1	1	0.1
	2	2	0.2	2	2	0.2	2	2	0.2	2	2	0.2
	3	3	0.4	3	3	0.4	3	3	0.4	3	3	0.4
	4	4	0.8	4	4	0.8	4	4	0.8	4	4	0.8
	5	5	1.6	5	5	1.6	↓	↓		5	5	1.6
	6	6	3.2	6	6	3.2	10	4	0.8	6	6	3.2
	7	7	6.4	7	7	6.4	11	5	1.6	7	7	6.4
	8	8	12.8	8	8	12.8	12	6	3.2	8	8	12.8
	9	9	0	9	9	0	13	7	6.4	9	9	0
							↓	↓				
							19	7	6.4			
							20	8	12.8			
							21	9	0			

表-13 供試体初期密度実測値(15号地, 58年度実験)

試験名	試験ケース	γ (gf/cm <sup>3</sup> )	供試体番号	実測初期密度	比重*
標準大型圧密 (φ 300 × h 100)	I-A	0.7	I-A-1	0.705	1.155
			I-A-2	0.702	
	I-B	1.0	I-B-1	0.966	1.266
			I-B-2	0.987	
			I-B-3	1.039	
			I-B-4	0.971	
			I-B-5	1.008	
	I-C	1.2	I-C-1	1.106	1.135
			I-C-2	1.110	
大型圧密 (φ 300 × h 300)	II-B	1.0	II-B-1	1.021	1.346
			II-B-2	1.000	
			II-B-3	0.997	
長期大型圧密 (φ 300 × h 100)	III-B	1.0	III-B-1	0.914	1.611
			III-B-2	0.906	
			III-B-3	0.990	

\* 6組成よりの合成



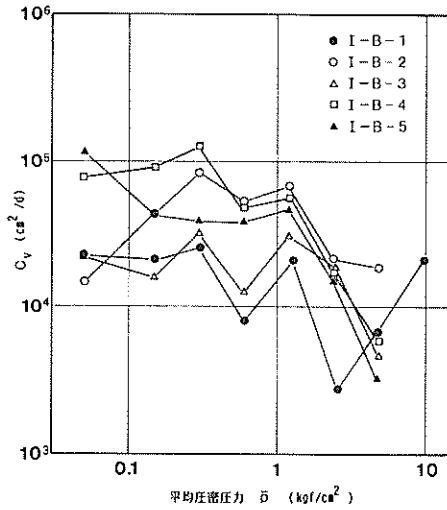


図-9 15号地廃棄物の圧密係数  
(標準試験, 58年度実験)

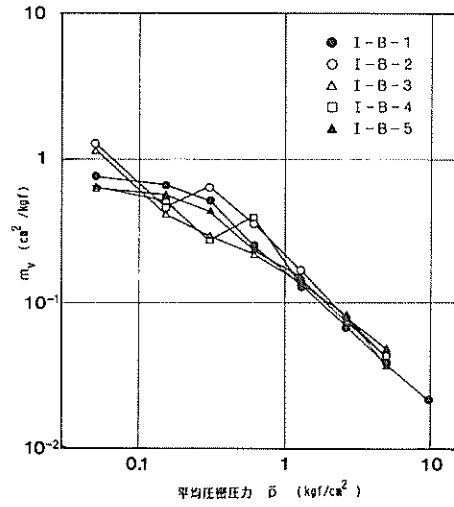


図-11 15号地廃棄物の体積圧縮係数  
(標準試験, 58年度実験)

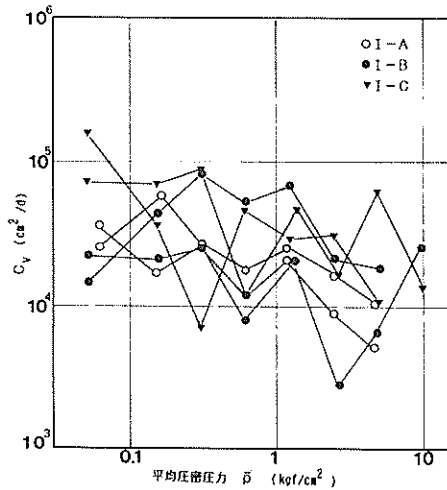


図-10 圧密係数に及ぼす初期密度の影響

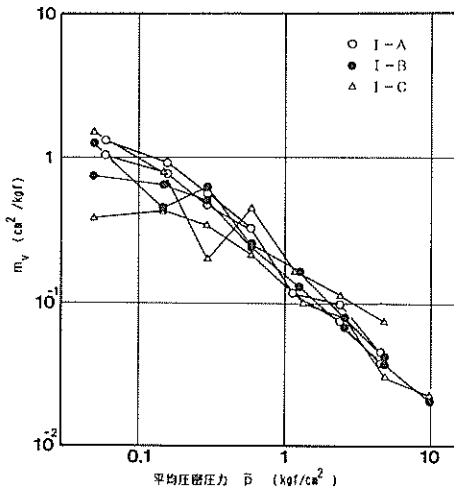


図-12 体積圧縮係数に及ぼす初期密度の影響

図-9に標準となる試験ケースI-Bの結果を参考値として示す。圧密圧力が増加すると若干減少する傾向が見られる。また、初期の密度の影響(図-10)は、それぞれのケースの実験のばらつき内で顕著な傾向は見られなかった。しかし、沖積粘土等の試験での結果のばらつきと比べ、本試験の結果のばらつきは小さく、むしろ初期の密度の影響はないと言ってよい。

(体積圧縮係数 $m_v$ )

図-11に標準となる試験ケースI-Bを、図-12に初

期密度の異なる試験ケースI-A, B, Cの結果を示す。I-Bの試験結果は非常に再現性が高く、本試験の精度が高いことを示している。 $m_v$ は圧密圧力が大きくなると減少し、低い圧力の下での値の1/10にもなっている。 $m_v$ の大きさは、通常の沖積粘土の値( $10^{-2} \sim 10^{-1} \text{ cm}^2 / \text{kgf}$ )と比べ、低い圧力の下で少し大きいものの、オーダー的にはほぼ同じである。また、初期の密度にも影響を受けていない。

(3)  $c_v$ ,  $m_v$  に及ぼす試料層厚の影響

試験ケース II は、試料層厚が 300 mm で、試験ケース I の層厚の 3 倍である。II-B と I-B の試験より、試料層厚の影響を調べた。

(圧密係数  $c_v$ )

本試験で用いた廃棄物も上述のように  $c_v$  が非常に大きく、曲線定規法では圧密初期特有のカーブが見られず  $\sqrt{t}$  法によらざるをえない。試験ケース II では、層厚を大きくして曲線定規法でも  $c_v$  を求めようとしたが、 $h = 300$  mm でも圧密はごく短い時間で終了し結局は  $\sqrt{t}$  法によらざるを得なかった。

試験ケース II より得られた結果を図-13 に示す。なお同図には試験ケース I-B-1 もあわせて示している。 $h = 300$  mm の  $c_v$  は I-B-1 に比べ少し大きくなっており、圧密係数を正確に求めるためには層厚を大きくするほうが望ましい。しかし、他のデータ (I-B-1 ~ 5) 等と比較すると、層厚が変化しても  $c_v$  の変化はそれほど大きくなく、実用上圧密係数が問題とならないこの様なケースでは圧縮性の評価に主眼をおくことがより重要であろう。

(体積圧縮係数  $m_v$ )

図-14 に試験ケース II-B の結果を示す。同図より、載荷重  $p$  が  $0.05 \text{ kgf/cm}^2$  ではばらつきが大きいのが、圧力がそれ以上になると試験ケース I-B-1 とほぼ同じ値である。

体積圧縮係数  $m_v$  についても、層厚の影響はないと言える。

( $e \sim \log p$  曲線)

間隙比  $e$  の計算は 3 の (1) 式で行うことになるが、供試体の比重  $G_s$  は前述の表-5 に示した想定値によっているため、厳密な値ではないことから、 $e$  という表現は用いず  $e^*$  とした。図-15、図-16 に計算結果を示す。載荷初期の密度が大きいほどグラフでは下方にプロットされ、その傾きも小さくなる傾向が見られた。

(4) 二次圧密に関する試験結果

前述の間隙比は参考値に過ぎないため、二次圧密係数は時間に伴う体積ひずみの変化として  $\epsilon_a$  で整理した。

試験ケース III-B より得られた結果を図-17 に示す。 $\epsilon_a$  の値は  $10^{-2} \sim 4 \times 10^{-2}$  程度の大きさで、圧密圧力が増加するに従い大きくなる傾向が見られるが、圧力の増加割合ほど大きくない。

一般の土の二次圧密係数は前述 (3.4 (3)) のような値であり、本試験と比較するとほぼ同じ大きさである。

(5) 細粒分 (3.36 mm 未満) に関する試験結果

廃棄物地盤のうち、細粒分 (3.36 mm 未満) に対して実

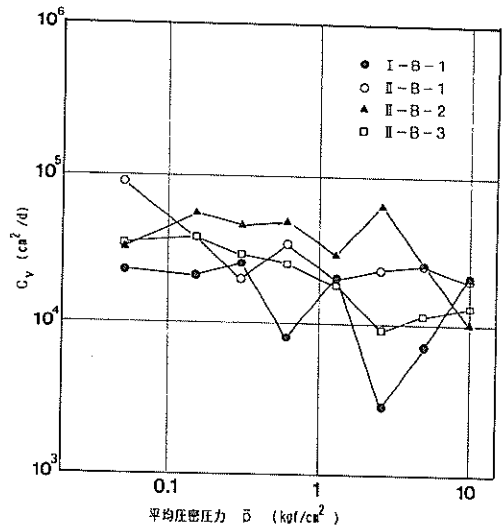


図-13 圧密係数に及ぼす層厚の影響

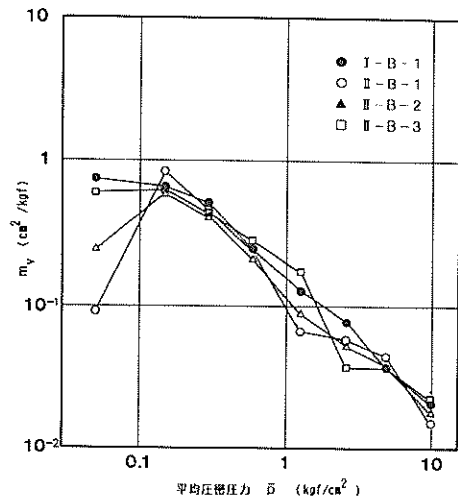


図-14 体積圧縮係数に及ぼす層厚の影響

施した標準圧密試験の結果 (試験ケース IV) を図-18、図-19 に示す。

体積圧縮係数  $m_v$  は  $10^{-1} \sim 10^0 \text{ cm}^2/\text{kgf}$  のオーダーで通常の沖積粘土や本試験の廃棄物地盤のそれとほぼ同じである。一方、圧密係数は  $c_v$  は  $10^3 \text{ cm}^2/\text{d}$  のオーダーで、標準圧密試験で求めた圧密係数は過少に評価されていると考えるべきであろう。これは、細粒分の粒度分布 (図-20) をみると明らかなように粒径 2 mm 程度以上の粒子が多く、粘土、シルト質がほとんど含まれていないためと思われる。

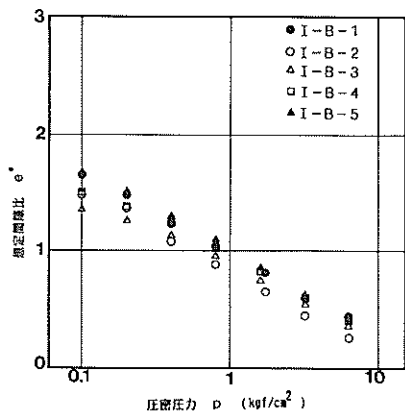


図-15 廃棄物の  $e^* \sim \log p$  曲線  
(想定間隙比~圧密圧力曲線)

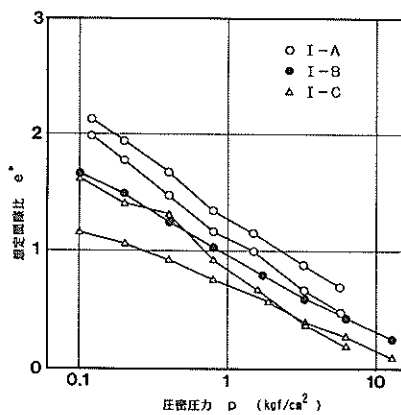


図-16 初期密度の  $e^* \sim \log p$  曲線へ及ぼす影響

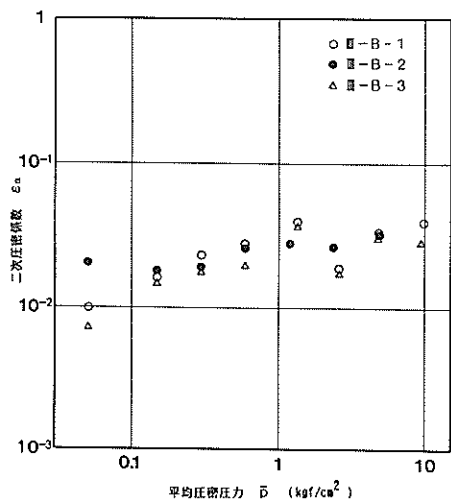


図-17 圧密圧力と二次圧密係数  $\epsilon_{\alpha}$   
(15号地, 58年度実験)

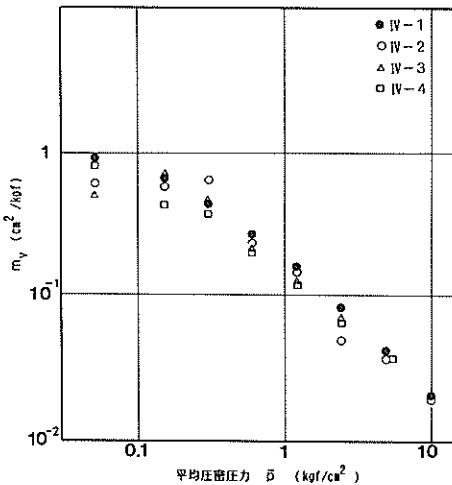


図-18 細粒分の体積圧縮係数

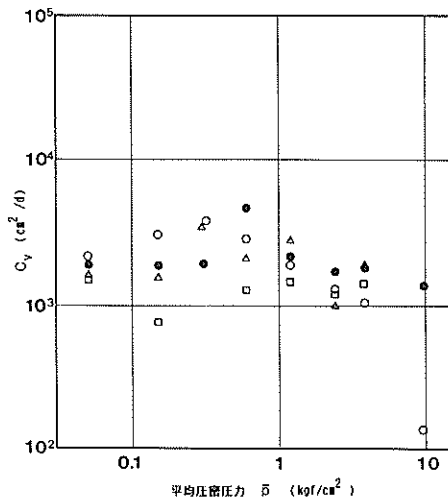


図-19 細粒分の圧密係数

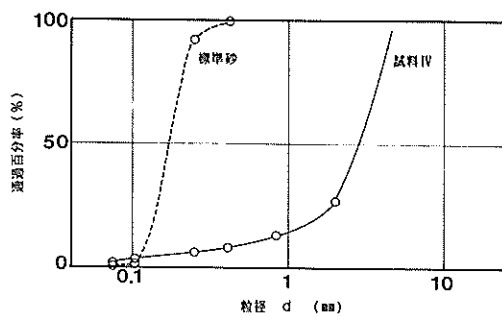


図-20 細粒分の粒度分布

4.5 59年度調査の結果

(1) 実験ケース

昭和59年度調査の主眼は、試料採取位置の若干の相違による圧密特性の相違の有無、東京都で予定されている試験盛土と同じ荷重段階で実験することによる圧密特性の把握、長期荷重時の二次圧密特性の把握の三点である。

昭和58年度の実験で、圧密特性は初期密度に影響されないことが分かったので、59年度実験では、初期密度を約 1.0 g/cm<sup>3</sup> と統一し、供試体高さが 10 cm のものについては3層、供試体高さが 30 cm のものについては9層に分けて各層を20回突き固めながら試料を充てんした。個々の供試体の重量、高さを測定し荷重試験前の単位体積重量を求めた。各試料の初期高さ、密度、想定

比重を表-14に示す。

荷重荷重条件は表-15に示すとおりで、現場での荷重試験の荷重条件にあわせている。試験は前述した方法で作製した供試体に各荷重パターンにそって段階的に荷重し、長期圧密のものを除き荷重時間は一段階一日で行った。

実験が終了した後、試料の解体、乾燥を行い供試体の乾燥重量及び含水比を求めた。また、乾燥した供試体を6成分に分け、各組成割合を求めた。その結果が、既に紹介した表-10の組成である。

(2) 一次圧密に関する試験結果

(圧密係数  $c_v$ )

本試験で得られた圧密係数  $c_v$  (参考値) を図-21に示す。 $c_v$  の値は各試験ケースによって変動が大きいが

表-14 供試体初期密度、想定比重一覧(15号地, 59年度実験)

試験ケース	試料寸法	供試体番号	実現初期高さ (cm)	実現初期密度 (g/cm <sup>3</sup> )	想定比重 G <sub>s</sub>
1	φ = 300 mm h = 100 mm	1-A	10.200	1.079	1.378
		1-B	9.330	1.092	1.336
		1-C	11.860	0.864	1.119
2	φ = 300 mm h = 300 mm	2-A	32.880	0.995	1.381
		2-B	30.130	0.917	1.352
3	φ = 300 mm h = 100 mm	3-A	9.800	1.092	1.453
		3-B	9.775	1.028	1.312
		3-C	9.925	1.006	1.333
4	φ = 300 mm h = 300 mm	4	32.500	0.991	1.291

表-15 荷重条件一覧表(15号地, 59年度実験)

試験 No	1			2			3			4		
供試体 直径	300 mm			300 mm			300 mm			300 mm		
寸法 高さ	100 mm			300 mm			100 mm			300 mm		
	期間 (日)	荷重 段階	圧力 (kgf/cm <sup>2</sup> )	期間 (日)	荷重 段階	圧力 (kgf/cm <sup>2</sup> )	期間 (日)	荷重 段階	圧力 (kgf/cm <sup>2</sup> )	期間 (日)	荷重 段階	圧力 (kgf/cm <sup>2</sup> )
	1	1	0.1	1	1	0.1	1	1	0.3	1	1	0.1
	2	2	0.4	2	2	0.4	2	2	0.6	2	2	0.4
	3	3	0.8	3	3	0.8	3	3	0.9	3	3	0.8
	4	4	1.1	4	4	1.1	4	4	1.1	4	4	1.1
	5	5	0.8	5	5	0.8	5	5	1.4	↓	↓	↓
	6	6	0.4	6	6	0.4	6	6	1.7	39	4	1.1
	7	7	0.1	7	7	0.1	7	7	2.0	40	5	0
							8	8	2.3			
							9	9	0			

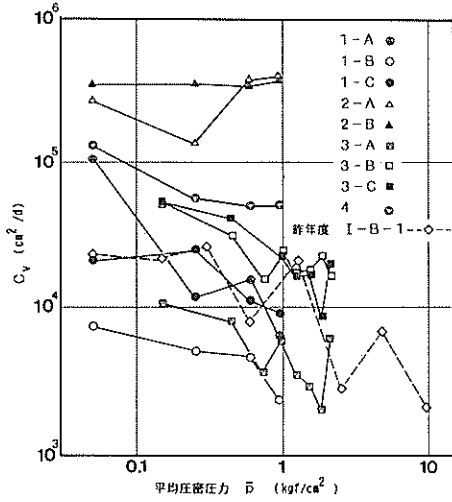


図-21 15号地廃棄物の圧密係数  
(59年度実験)

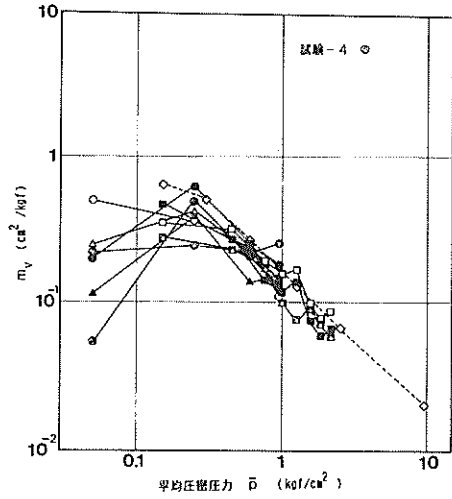


図-23 15号地廃棄物の体積圧縮係数  
(59年度実験)

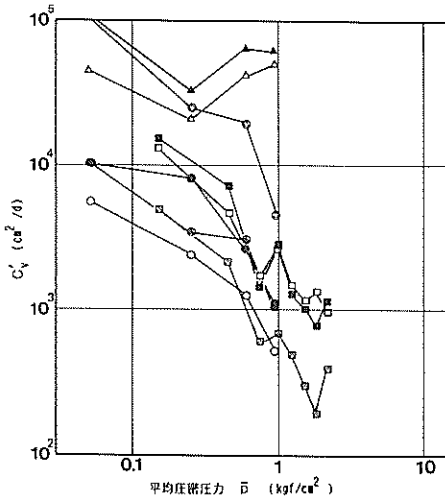


図-22 一次圧密比を考慮した圧密係数

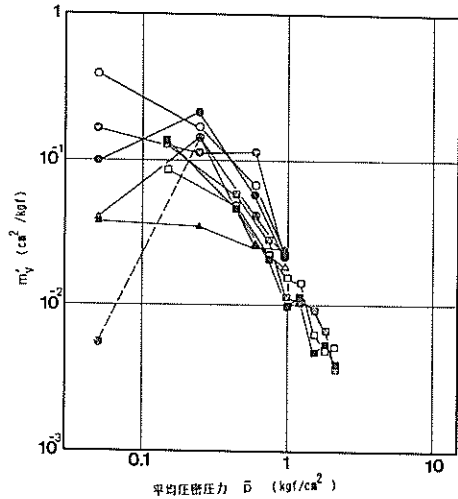


図-24 一次圧密分の体積圧縮係数

全体としては  $10^4 \sim 10^6 \text{ cm}^2/\text{d}$  のオーダーで、圧密圧力の増加ともない若干減少する傾向が見られた。58年度調査と同様に、試料の高さが 30 cm についてのデータは高さが 10 cm のものに比べ大きめの値となっている。しかし、 $c_v$  の値が非常に大きいので、平均的な圧密係数として、例えば、 $3 \times 10^4 \text{ cm}^2/\text{d}$  程度をとったとして厚層が 10 m の地盤で 90% 圧密には 20 日足らずしか要しない。現場での載荷条件を考えると圧密は載荷中に終了する可能性が大きく、 $c_v$  の大きさにさほど気

を使う必要はなく、上記の平均値と考えて良いと思われる。また、図には 58 年度のデータ (I-B-1) も併せて示したが、個々のデータのばらつき内に入っており、59 年度のデータとはほぼ同じと見てよいと思われる。

一次圧密比を考慮した  $c_v'$  の値を図-22 に示した。一次圧密比が小さいため  $c_v'$  の値は  $10^3 \sim 10^4 \text{ cm}^2/\text{d}$  のオーダーになっている。

(体積圧縮係数  $m_v$ )

体積圧縮係数  $m_v$  を図-23 に、一次圧密終了時の体積

圧縮係数  $m_v'$  を図-24に示す。圧密圧力が  $0.25 \text{ kgf/cm}^2$  程度までは初期の単位体積重量の変動のため  $m_v$  にばらつきが大きいですが、それ以上の圧力レベルでは各試験結果はほぼ一致し、圧密圧力の増加とともに  $m_v$  は減少していく傾向が見られた。図-23には58年度のデータ(1-B-1)も破線で併せて示したが、両者のデータはほぼ一致している。ただし、試験4の結果は他の試験結果と相違し、 $m_v$  の値が圧密圧力によらずほぼ一定の値を示している。とくに  $p = 0.95 \text{ kgf/cm}^2$  での  $m_v$  値が大きく、他の試験ケースと異なっている。しかし、一次圧密沈下分だけのデータ  $m_v'$  に着目すると、他のデータとはほぼ一致してくるので、この荷重で長時間の圧密を行ったためにこのように大きな  $m_v$  値となったと思われる。図-23と図-24を比べると、圧密圧力の増加に伴う  $m_v$ 、 $m_v'$  の減少傾向は  $m_v'$  の方が大きく、圧力の増加にともない一次圧密比が小さくなっていることが分る。ここで一次圧密比を表-16に示す。一次圧密比は平均的に  $0.1 \sim 0.2$  程度の値となっている。表には沖積粘土の一次圧密比(川崎粘土)も併せて示したが廃棄物の値は非常に小さな値である。

( $e \sim \log p$  曲線)

前述の方法で各供試体の概略の  $G_s$  を求め  $e \sim \log p$  曲線を求めた。概略ということで  $e$  の代わりに  $e^*$  と表示した。図-25に試験結果を示す。 $e^*$  そのものの値は試験ケースによって大きく異なっているが、その傾きはほぼ同じである。表-13に示すように初期の単位体積重量

は  $0.865 \sim 1.092$  と約25%程度の差であり、比重も  $1.119 \sim 1.453$  と約30%程度の差なので、 $e^*$  値の大きさがこのようになったと思われる。

(3) 二次圧密に関する試験結果

図-26、表-17に試験結果を示す。 $\epsilon_a$  の大きさは約2%程度で、圧密圧力の増加に従い大きくなる傾向が見られた。表には川崎粘土の値も併せて示したが廃棄物の値は粘土の値に比べ約2倍程度大きい。1か月にわたる長期圧密試験(試験4)においても  $\epsilon_a$  の値は短期の値に比べ同じか少し大きめなので、この二次圧密は長期間継続すると思われ、二次圧密の影響が大きいことが分る。図-27には各圧力レベルでの値をその時の圧力で割った

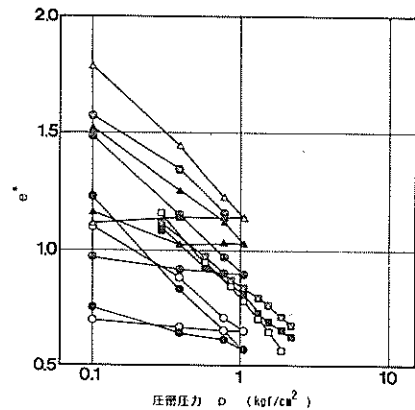


図-25  $e^* \sim \log p$  曲線

表-16 一次圧密比一覧表(15号地, 59年度実験)

試験No	圧 密 圧 力		
	0.6 kgf/cm <sup>2</sup>	0.95 kgf/cm <sup>2</sup>	2.15 kgf/cm <sup>2</sup>
1-A	0.203	0.169	
1-B	0.276	0.213	
1-C	0.244	0.119	
2-A	0.113	0.131	
2-B	0.182	0.165	
3-A	0.257	0.137	0.062
3-B	0.152	0.097	
3-C	0.174	0.083	
4	0.404	0.088 (長期)	
平均	0.223	0.134	0.062
川崎粘土	0.523	0.402	0.532

ただし、試験No.3の圧力はそれぞれ、0.45, 1.0 kgf/cm<sup>2</sup>

表-17 二次圧密係数(15号地, 59年度実験)

試験No	圧 密 圧 力	
	0.6 kgf/cm <sup>2</sup>	0.95 kgf/cm <sup>2</sup>
1-A	2.428%	1.377%
1-B	1.612	1.216
1-C	2.268	2.009
2-A	3.546	2.749
2-B	3.003	2.500
3-A	1.496	1.559
3-B	2.956	2.293
3-C	2.148	1.841
4	1.590	2.439 (長期)
平均	2.339	1.998
川崎粘土	0.916	

ただし、試験No.3の圧力は0.45, 1.0 kgf/cm<sup>2</sup>  
川崎粘土は1.6 kgf/cm<sup>2</sup>

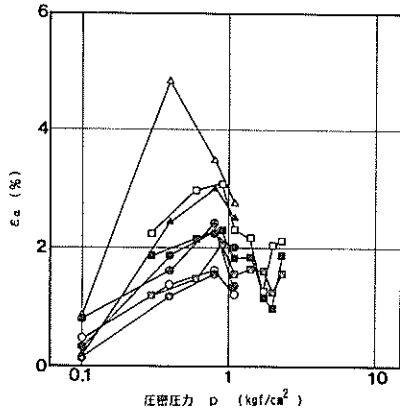


図-26 圧密圧力と二次圧密係数  $e_\alpha$   
(15号地, 59年度実験)

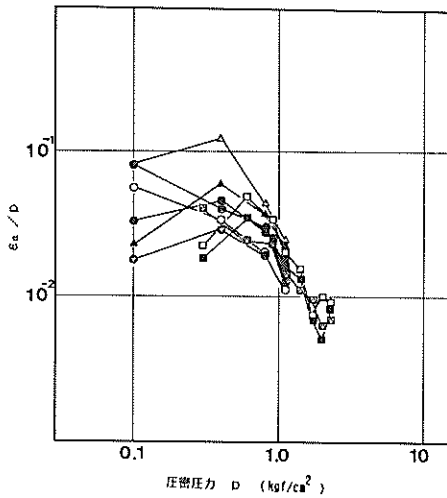


図-27  $e_\alpha/p$  と圧密圧力

ものを示した。 $e_\alpha/p$ は圧力の増加に従い小さくなる傾向が見られた。

#### 4.6 東京港15号地の廃棄物の試験結果のまとめ

東京港15号地廃棄物を用いて一連の圧密試験を実施した。

- 1) 2か年にわたって調査の対象とした廃棄物の重量比による組成を表-9, 10に, 粒度分布を図-8に示した。
- 2) 圧密試験で得られる廃棄物の圧縮性に, 供試体の充てん密度, 層厚は大きく影響しないことが分かった。
- 3) 試料採取位置の若干の相違, 荷重増加率の相違(58年度と59年度)は圧密特性に大きく影響しない。

4) 圧密係数は  $10^4 \text{ cm}^2/\text{d}$  ないしはそれ以上の大きさである。

5) 体積圧縮係数は沖積粘土と同程度である。

6) 二次圧密係数は  $10^{-2}$  のオーダーである。

### 5. 調査結果の取りまとめ

一般廃棄物の組成は表-1に示したように千差万別であり, その埋立後の経過年数や環境によっても特性が変化するものと考えられる。したがって, 本調査の結果だけから, 廃棄物の特性の一般論を導くことは無謀であろう。この種のデータの将来にわたる蓄積が期待される。

しかし, 今回取り上げた一般廃棄物は比較的埋立後の年数の経っていない富山市不燃性廃棄物と, 分別収集を開始する前の時代に埋立てられ20年を経過した東京港15号地廃棄物で, それぞれに特徴が有る。以下に, この二種類の廃棄物を試験して得られた知見を整理しておく。

#### 5.1 一般廃棄物の試験方法

##### (1) 分類試験

一般廃棄物の特性は後述するように, 廃棄物の組成, 年代等によって変化するものであり, 材料の分類を行う方法を確立する必要がある。

本文では, 既往の事例に倣って6組成による分類と粒度分布試験を実施した。その結果は4で述べたように, 腐食の進行した土では土の圧縮性に大きく影響する紙・布, ちゅうかい等の存在を適切に評価できないことが分かった。目視による選別の困難な細粒の部分については, 別途に化学的な処理や強熱処理を併用してその中の有機物量を捕捉する必要がある。

##### (2) 圧密試験

本文の主題である圧縮性の調査に当たっては, 不攪乱試料の採取並びに採取試料の成形が困難であることを考えると, 今回の調査のように攪乱試料の採取とならざるを得ない。また, 以下の試験条件が結果に及ぼす影響を検討した。

##### a) 試料の選別の影響

圧密容器寸法との関係で粗大きょう雑物を排除せざるを得ないが, 40 mm程度での分級は圧密係数には若干影響するが, 圧縮性(体積圧縮係数, 二次圧密係数)には大きな影響は与えないようである。

##### b) 試料の初期密度

初期充てん密度の影響は低応力レベルでのみ特性に影響を与える。

##### c) 試料の直径, 層厚

前述の分級を行っても廃棄物の粒径は大きいので, 十分に大きな試料容器の使用が望ましい。今回の調査では,

直径 30 cm と 50 cm の容器を用いたが、圧縮性については特に影響は認められなかった。

廃棄物の圧密係数は一般に大きいため、極力大きな層厚で試験を行うか、圧密初期のデータを連続的に測定するくふうがなければ、圧密係数を過少評価する恐れがある。しかし、現場規模でも一次圧密が载荷中に終了するほどに圧密係数が大きい場合には、圧密係数の測定値は参考値にとどめ、圧縮性の調査に主眼をおけばよい。圧縮性の調査に主眼を置く場合は試料中の最大粒径との関連で層厚を決定すればよい。

d) 荷重増加率

荷重増加率は特に試験結果に影響しない。

5.2 富山市廃棄物と15号地廃棄物の圧密特性

富山の廃棄物の圧密係数(参考値)はオリジナル試料で  $10^6 \text{ cm}^2/\text{d}$ 、40 mm 未満の試料で  $10^4 \text{ cm}^2/\text{d}$  のオーダーである。15号地の廃棄物の圧密係数はこの両者の中間に位置する。もし15号地にも玉石等の 40 mm を超える粒子が多く含まれているものとする、富山市の廃棄物で見られたように現場の  $c_v$  が本試験で得られた値より若干大きい可能性がある。いずれの廃棄物でも、圧密係数は一般の沖積粘土の約 1000 倍以上であり、通常の盛土等では载荷中に一次圧密は終了する。

体積圧縮係数  $m_v$  は、富山の場合、オリジナル、40 mm 以下の試料とも  $10^{-2} \sim 5 \times 10^{-1} \text{ cm}^2/\text{kgf}$  の範囲で、15号地は富山の場合の 2 ~ 3 倍の大きさとなっている。また、二次圧密係数  $\epsilon_a$  は富山が  $10^{-3}$ 、15号地が  $10^{-2}$  のオーダーで、平均値はおおの、  $5 \times 10^{-3}$ 、  $2 \times 10^{-2}$  で、体積圧縮係数の場合と同様に15号地が大きい。

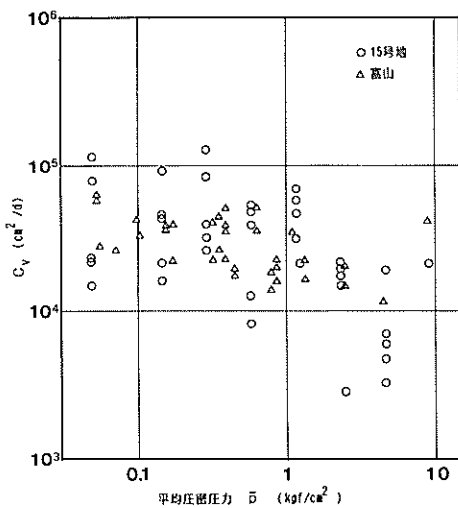


図-28 東京港15号地と富山市の廃棄物の圧密係数

い。廃棄物の組成による差が顕著にあらわれたものと考えられる。

測定期間が十分でなかったため断定はできないが、プレロード ( $\text{OCR} \geq 2$ ) を与えた廃棄物の二次圧密係数は著しく小さく ( $10^{-4}$  のオーダー) なりそうである。

図-28~30に取りまとめた圧密特性は、繰り返し述べているように、廃棄物のある時間断面での特性である。一般廃棄物中の紙やちゅうかいが腐食していく長期間の過程では、実質部分の液化やガス化が進行し、ここで調べた圧縮性の諸数値による予測を上回る沈下が生ずるも

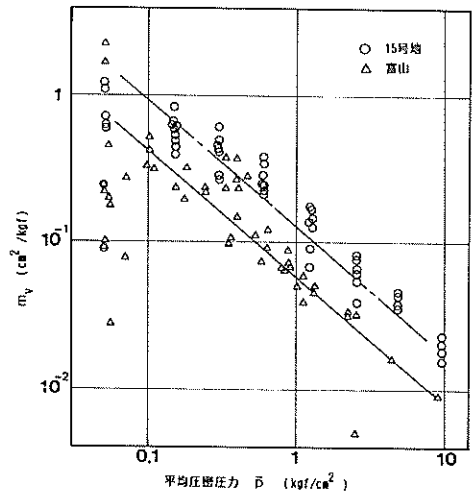


図-29 東京港15号地と富山市の廃棄物の体積圧縮係数

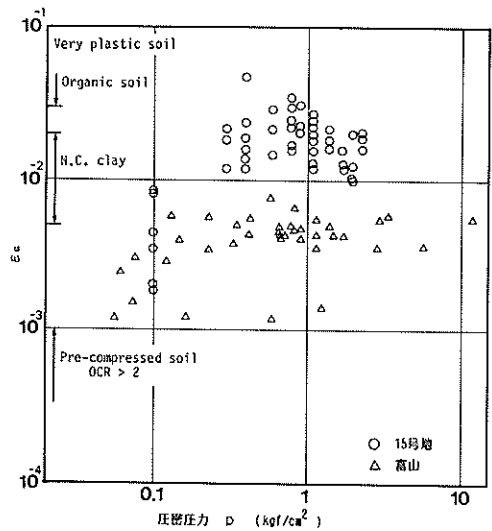


図-30 東京港15号地と富山市の廃棄物の二次圧密係数



のと想像される。したがって、ここで述べる諸特性の適用範囲は施工中並びに施工後の短期間であることに留意する必要がある。腐食の進行に関する調査研究はいまだ実用的なレベルには達していないようであるが、東京都などで廃棄物地盤の経年的な調査データの収集、解析が進められているため、その成果が期待される。

### 5.3 一般廃棄物の改良方法について

上述の廃棄物の圧密特性より明りょうなように、一般廃棄物の沈下促進のためにはバーチカルドレーン工法は全く無力であり、圧縮による工法（サンドコンパクションパイル工法、動圧密工法、プレロード工法）の適用性が高いものと考えられる。

なお、前述の富山空港改修工事では、滑走路下部の改良にサンドコンパクションパイル工法を、着陸帯の改良に動圧密工法を採用している。

### 5.4 室内試験結果の現場への適用性

粗大きょう雑物を除き調整した試料を大型の圧密容器に充てんして実施した室内試験の結果で、どの程度現場の沈下挙動を説明できるかは実用上大きな興味の対象である。富山県の廃棄物については、前述の空港改修工事に際して試験盛土が実施されている。試験盛土は無処理地盤、SCP、動圧密による改良地盤各種に対して実施されている。今回の室内試験結果を用いて無処理地盤（層厚3.5 m, 3.85 m）の二工区を対象に試算し現場試験盛土の実測結果と対比してみた。オリジナル試料について参考値として求めた圧密係数を用いて試算すると90%圧密の所要時間は4 h程度であり、現地観測でも荷重と同時にほぼ一次圧密は終了している。体積圧縮係数は図-29に整理して示したように、そのデータに幅があるが、その上限値を用いると現場の沈下量が良く説明できた。二次圧密に関しては、適合性を確信をもって対比で

きるほどの十分な観測期間が現地載荷試験ではとれないが、測定値の最終部分の勾配と実験結果はオーダー的にはほぼ一致している。廃棄物のような材料に対しても大型圧密試験の有用性を裏付けるものであろう。ただし、実測との対比が現時点ではこの一例であるため、最終的な評価はデータの集積に待ちたい。

（1986年3月31日受付）

### 謝 辞

末尾を借りて、廃棄物の圧縮性調査の機会を提供して下さった富山県土木部ならびに東京都港湾局の関係各位に感謝の意を表明する。

### 参考文献

- 1) 前田慶之助, (1971) 固形廃棄物と公害対策 — その積極的利用と環境汚染防止 —, 理工図書冊, 139 p.
- 2) 前田慶之助, (1975) 廃棄物埋立処分の問題点, 土と基礎, Vol. 23-8, pp. 5-10.
- 3) 清水恵助, 佐藤良二, 嬉野通史, (1975) 東京港における生ごみ埋立て地盤について, 土と基礎, Vol. 23-8, pp. 51-60.
- 4) 富山空港地盤対策委員会, (1981) 富山空港地盤対策委員会報告書
- 5) 綱干寿夫, 松田 博, (1981) 粘土の二次圧密と沈下解析, 土と基礎, Vol. 29-3, pp. 19-24.
- 6) 持永龍一郎, (1981) 現地計測結果よりみた二次圧密, 土と基礎, Vol. 29-3, pp. 3-10
- 7) Mesri, G. (1977) Time and stress compressibility interrelationship, *Proc. ASCE*, Vol. 103, GT5.
- 8) Lambe, T. W. and Whitman, R. V. (1969) *Soil Mechanics*, A Wiley International, pp. 420-421.

港湾技研資料 No.552

1986・6

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  
横須賀市長瀬3丁目1番1号

印刷所 日青工業株式会社

Published by the Port and Harbour Research Institute  
Nagase, Yokosuka, Japan.