

建築研究資料

Building Research Data

No. 192

March 2019

宅地擁壁に用いる透水マットの 実大排水性能実験

Experimental Study on Real Scale Drainage Performance of Permeability Mat
used for Residential Retaining Wall

平出 務, 擁壁用透水マット協会, (公社) 全国宅地擁壁技術協会
Tutomu HIRADE, Association of Permeability Mat for Retaining Wall
and All Japan Association of Retaining Wall Engineering

国立研究開発法人 建築研究所

Published by

Building Research Institute

National Research and Development Agency, Japan

はしがき

擁壁用透水マットは、平成3年4月10日付「擁壁透水層の取扱いについて」（建設省経民発第22号 建設省住指発第138号）において「擁壁用透水マット技術マニュアル」に従った適正な使用方法において砂利等の透水層と同様の透水効果があるとして使用が認められているが、以下の制限が設けられている。

- ①透水マットの使用高さを擁壁の見え高さ5m以下とすること。
- ②高さ3mを超え5m以下の擁壁においては透水マットの基部に幅30cm以上、高さ50cm以上の砂利等を設置し、かつ厚さ5～10cmの止水コンクリートを設置すること。

現在、擁壁用透水マットの使用が認められてから25年以上が経過し、累計実績は535万m²を超えている（平成28年度末現在）。しかし、上記②の制限により、高さ3mを超え5m以下の擁壁では、砂利等の設置の手間、擁壁背面の埋め戻しが連続的に出来ないことにより、透水マット本来の良好な施工性が発揮されていないとの指摘を施工業者から受けている。

近年、再生材料の利用促進の観点からRC-40等の再生砕石の使用が推進されているが、これを透水層として使用した場合、施工後に透水層が固化して十分な性能が発揮されず、宅地擁壁の損壊に至るといった不具合が一部見られており、恒常的に安定した性能の透水層確保に対応した仕様が求められている。また、降雨に関連する状況の変化によって、丘陵地周縁部などで降雨に伴う危険性が増加する傾向があり、宅地擁壁の長期的な安定性、耐久性確保の観点から、宅地擁壁の排水性能を確保しておく必要がある。

建築研究所ではこれらの課題に対応するため、擁壁用透水マット協会、(公社)全国宅地擁壁技術協会と共同研究「透水マットを用いた宅地擁壁の排水性能に関する研究」（平成24年度）を実施し、高さ3mを超え5m以下の宅地擁壁を対象に、宅地擁壁の透水層に透水マットに砂利・砕石等を設ける現状の施工法と透水マットのみを使用する新しい施工法による試験体を作製し、実大規模での排水性能比較実験を行った。

本資料は、この実大規模での排水性能実験を取りまとめたものであり、宅地擁壁の透水層に従来から用いられている砂利・砕石や再生砕石に代わり、信頼性と安定性の高い排水性能を有する宅地擁壁裏面排水工法の確立と宅地構造物の安定化に向けた宅地擁壁の透水マット施工仕様の決定に活用されることを期待する。

平成31年3月
国立研究開発法人建築研究所
理事長 緑川光正

宅地擁壁に用いる透水マットの実大排水性能実験

平出 務^{*1}、擁壁用透水マット協会、(公社) 全国宅地擁壁技術協会

概 要

本研究は、高さ 3m を超え 5m 以下の宅地擁壁を対象に、宅地擁壁の透水層に透水マットに砂利・砕石等を設ける従来工法と砂利・砕石等は使用せず透水マットのみを使用する新工法による試験体を作製し、実大規模での排水性能実験を実施し、両者の排水性能を比較分析することで、安定した透水性能を有する合理的な透水マット仕様に関するデータを収集するとともに、「擁壁用透水マット技術マニュアル」への仕様追加に関する基礎資料を得ることを目的としている。

実験では、宅地擁壁の透水層に、透水マットに砂利・砕石等を設ける現状施工法の試験体(2体)と透水マットを2枚重ねる又は厚さを2倍とした透水マットのみを施工した試験体(4体)の実大規模での排水性能比較を実施した。降雨強度は、「防災調節池等技術基準(案)」(日本河川協会、2007年9月)を参考に単位時間当たりの降雨量を、CASE1(150mm/h)、CASE2(110mm/h)、CASE3(50mm/h)、CASE4(150mm/hを再度実施)、CASE5(110mm/hを再度実施)とした。実験結果から、透水マットのみによる施工方法においても、現状の施工法(透水マット+砂利層)と同等の安定した排水性能を示すデータが得られた。

^{*1} 国立研究開発法人建築研究所 構造研究グループ 研究員

Experimental Study on Real Scale Drainage Performance of Permeability Mat
used for Residential Retaining Wall

by

Tsutomu HIRADE^{*1}, Association of Permeability Mat for Retaining Wall
and All Japan Association of Retaining Wall Engineering

ABSTRACT

In this study, we conducted a real scale drainage experiment using the construction method only for the conventional construction method (including gravel layer) and permeability mat for the residential retaining wall of 5 m or less in height and 3 m or less in height, By comparative analysis, we aim to collect data on rational permeability mat specifications with stable water permeability, and to obtain data on specification addition to "Retaining Wall Water Permeability Mat Technology Manual".

By the experiment, the real scale drainage performance test of the construction two specimens of the conventional construction method (including gravel layer) and four specimens of the permeability mat only with twice the thickness of the permeability mat or two pieces of the permeability mat was carried out.

Rainfall intensity is calculated as CASE 1 (150 mm by the hour), CASE 2 (110 mm by the hour), CASE 2 (110 mm by the hour), CASE 2 (150 mm by the hour), CASE 3 (50 mm by the hour), CASE 4 (re-150 mm by the hour), and CASE 5 (re-110 mm by the hour) with reference to "Technical standards for disaster prevention adjustment reservoirs (draft)" (Japan River Association, September 2007).

Experimentally, data showing stable water permeability equivalent to that of the conventional construction method (including gravel layer) was obtained even with only permeability mat construction method.

^{*1} Researcher, Department of Structural Engineering, Building Research Institute, National Research and Development Agency

宅地擁壁に用いる透水マットの実大排水性能実験

目次

1. はじめに	1-1
1.1 背景	1-1
1.2 研究目的	1-2
1.3 共同研究参加者	1-3
2. 実験概要	2-1
2.1 実験概要	2-1
2.2 新工法に用いる透水マット	2-1
2.3 試験体概要と使用材料	2-5
2.4 実験装置概要	2-13
2.5 実験ケース	2-15
2.6 計測方法	2-16
3. 実験結果	3-1
3.1 排水量	3-1
3.2 排水量と間隙水圧値の経過時間変化	3-3
3.3 間隙水圧値と水位計による水位	3-13
3.4 実験終了後の透水マットの状態	3-17
4. 考察	4-1
4.1 各試験体の排水性能	4-1
4.2 掘り起こした透水マットのフィルターの垂直方向透水係数	4-5
4.3 降雨実験終了後の砕石(C-40)と再生砕石(RC-40)の状態	4-6
4.4 再生砕石(RC-40)について	4-9
5. まとめ	5-1
6. 今後の課題	6-1
付録 1 新透水マット基本性能確認試験	付 1-1
付録 2 降雨実験地盤作製状況	付 2-1
付録 3 降雨実験前後におけるスウェデン式サウンディング試験	付 3-1

1. はじめに

1.1 背景

擁壁用透水マットは平成3年4月10日付「擁壁透水層の取扱いについて」（建設省経民発第22号 建設省住指発第138号）において「擁壁用透水マット技術マニュアル」¹⁾（社団法人全国宅地擁壁技術協会）に従った適正な使用方法において砂利等の透水層と同様の透水効果があるとして使用が認められているが以下の制限がある。

- ①透水マットの使用高さを擁壁の見え高さ5m以下とすること。
- ②高さ3mを超え5m以下の擁壁においては透水マットの基部に幅30cm以上、高さ50cm以上の砂利等を設置し、かつ厚さ5～10cmの止水コンクリートを設置すること。

現在、擁壁用透水マットの使用が認められてから25年以上が経過し、累計実績は535万m²を超えている（平成28年度末現在）。しかし、上記②の制限により、高さ3mを超え5m以下の擁壁では、砂利等の設置手間、擁壁背面の埋め戻しが連続的に出来ないことにより、透水マット本来の良好な施工性が発揮されていないとの指摘を受けている。

近年、再生材料の利用促進の観点からRC-40等の再生砕石の使用が推進されているが、これを透水層として使用した場合、施工後に透水層が固化して十分な性能が発揮されず、宅地擁壁の損壊に至るといった不具合（写真1.1-1参照）が一部見られており、恒常的に安定した性能の透水層確保に対応した仕様が求められている。また、降雨に関連する状況の変化によって、丘陵地周縁部などで降雨に伴う危険性が増加する傾向があり、宅地擁壁の長期的な安定性、耐久性確保の観点から、宅地擁壁の排水性能を確保しておく必要がある。

これらの課題に対応するため、擁壁用透水マット協会、（公社）全国宅地擁壁技術協会と共同研究「透水マットを用いた宅地擁壁の排水性能に関する研究」（平成24年度）を実施し、砕石等を併用せず透水マットのみにより透水層を確保する施工法の検討を行うこととした。



写真 1.1-1 再生砕石による不具合事例

1.2 研究目的

「擁壁用透水マット技術マニュアル」¹⁾に示されている宅地擁壁の裏面排水工法断面図を図1.2-1に示す。高さ3mを超え5m以下の擁壁では、透水マットの基部に幅30cm以上、高さ50cm以上の砂利等を設置する必要があるため、砂利等の設置手間や擁壁背面の埋め戻しが連続的に出来ないなど、本来透水マットが有している施工性の良さが発揮されていない。また、資源再利用の観点から砂利等に代え、再生砕石の使用が一部の自治体で認められているが、透水層に使用する場合は洗浄してコンクリート成分の除去が必要であり、洗浄が不十分な場合、施工後に砕石が再固化して十分な排水性能が期待できない場合があること、使用する再生砕石の必要量の確保などに問題がある。

本共同研究では、宅地擁壁裏面の排水性能の確保・向上を図るため、高さ3mを超え5m以下の宅地擁壁裏面排水工法において、砕石等を併用せず透水マットのみにより透水層を確保する施工法（以下、新工法と呼ぶ。図1.2-2参照）を取り上げ、その排水性能を確認することを目的とした。ここでは、宅地擁壁裏面の透水層に透水マットと砕石層を設ける従来からの施工法（以下、従来工法と呼ぶ）と新工法により製作した実大の宅地擁壁試験体を用いた降雨実験から、新工法における排水性能データを収集するとともに、従来工法と新工法の比較から「擁壁用透水マット技術マニュアル」¹⁾への透水マットの仕様追加を検討することとした。

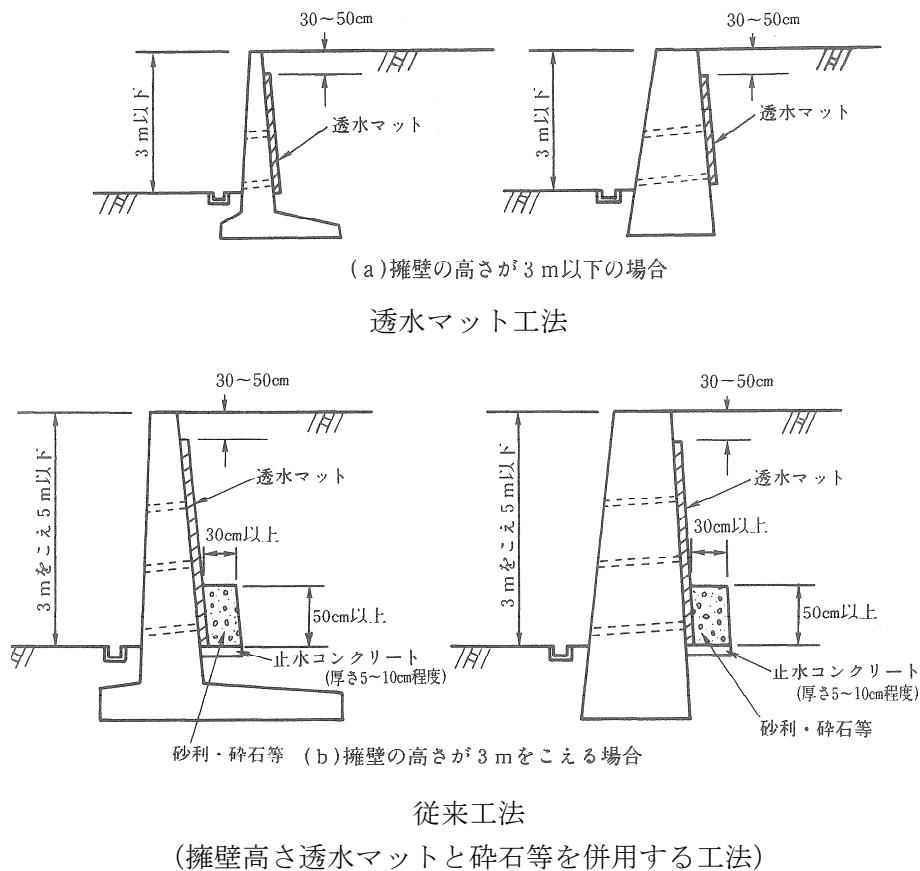
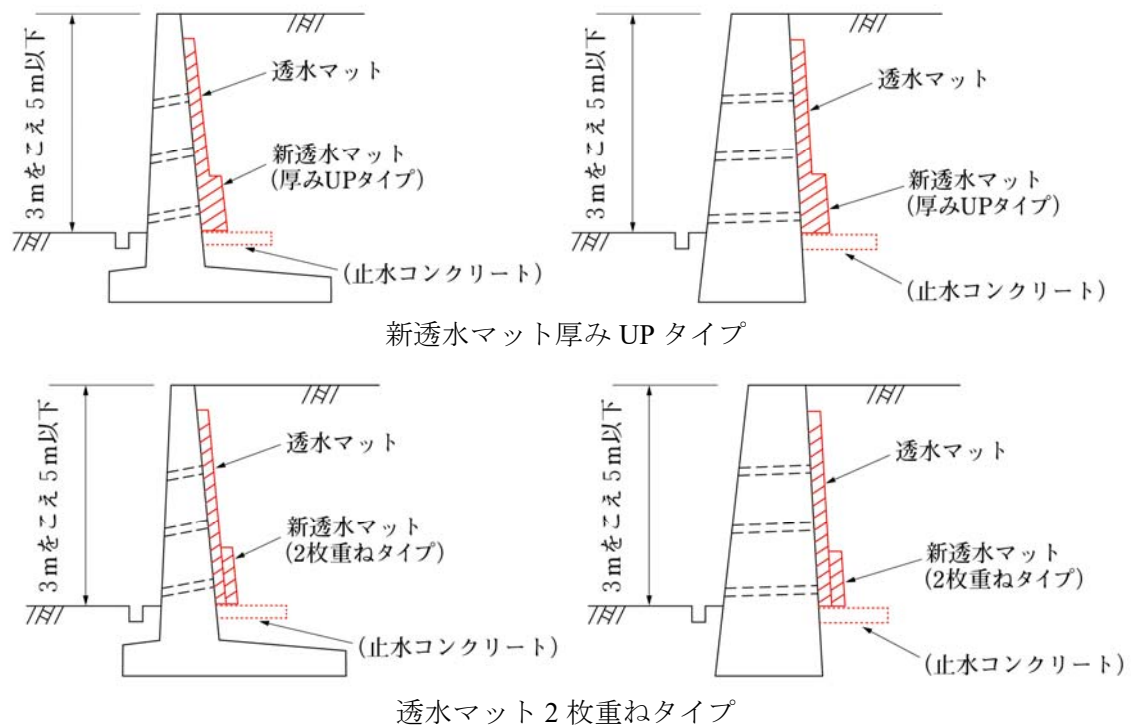


図1.2-1 現状の透水マットを用いた宅地擁壁裏面排水工法断面図



新工法（透水マットのみにより透水層を確保する工法）

図 1.2-2 新工法を用いた宅地擁壁裏面排水工法断面図

1.3 共同研究参加者

本共同研究への参加者を以下に示す。（平成 24 年度共同研究実施当時）

- 1) 独立行政法人建築研究所 構造研究グループ 平出 務
- 2) 社団法人全国宅地擁壁技術協会（現公益社団法人全国宅地擁壁技術協会）

技術部長	城戸 理雄
技術委員長	竹川 正登
技術委員	大野 寛
- 3) 擁壁用透水マット協会

旭化成ジオテック株式会社	鍋嶋 靖浩
新光ナイロン株式会社	森村 典樹
大日本プラスチック株式会社	細川 洋志
株式会社田中	寺田 成人
豊洋産業株式会社	大久保 亮平
前田工織株式会社	板垣 聡
三井化学産資株式会社	弘中 淳市

参考文献

- 1) 「擁壁用透水マット技術マニュアル」 監修 建設省建設経済局民間宅地指導室、社団法人全国宅地擁壁技術協会、平成 3 年 4 月

2. 実験概要

2.1 実験概要

高さが 3m を超え 5m 以下の宅地擁壁について、新工法（砕石等を併用せず透水マットのみにより透水層を確保する施工法）と従来工法（透水マットと砕石層を設ける施工法）を用いた実大の宅地擁壁試験体を国立研究開発法人建築研究所の大型土槽地盤中に設置し、人工降雨装置により所定の降雨強度で降雨を行った際の排水状況等を計測することで排水性能の確認を行った。

2.2 新工法に用いる透水マット

新工法においても、恒常的に安定した性能の透水性の確保に対応した透水マット仕様が求められることから、ここでは新工法に用いる新透水マットを次の 2 タイプとした。

①新透水マット・厚み UP タイプ

従来工法の最下部に設置する透水マットと砕石層の代わりに、透水マットの芯材厚み（通水部分）を増加した新透水マット（厚み UP タイプ）

②新透水マット・2 枚重ねタイプ

従来工法の最下部に設置する透水マットと砕石層の代わりに、透水マットを 2 枚重ねにした新透水マット（2 枚重ねタイプ）

これら 2 タイプの透水マットを全長にわたって設置することにより、砂利又は砕石等の設置手間が省け、擁壁背面の埋め戻しが連続的に出来るため、従来工法に対し良好な施工性が期待できる。

表 2.2-1 に、新工法に用いる新透水マットの一覧を示した。現行の擁壁用透水マット協会認定品 7 製品を基に、新工法に用いる新透水マットのタイプを決定している。

表 2.2-1 新工法に用いる新透水マット一覧

タイプ	製品	製品断面写真
2 枚重ねタイプ	製品 A (A 社)	
	製品 B (B 社)	
	製品 C (C 社)	
	製品 D (D 社)	
厚み UP タイプ	製品 E (E 社)	
	製品 F (F 社)	
	製品 G (G 社)	

擁壁用透水マットの性能評価項目と基準については、「擁壁用透水マット技術マニュアル」¹⁾に示されており、擁壁用透水マット協会の現行認定品 7 製品は、この性能評価項目と基準を満足している。新透水マットにおいても、この性能評価項目と基準を満足する必要がある。

新工法に用いる新透水マットの性能評価項目と基準を表 2.2-2 に示す。新透水マットの内、2 枚重ねタイプでは、断面の構成が変わるので面に垂直方向の透水係数を確認する必要があり、厚み UP タイプでは、断面形状が変わるので面内方向の透水性能を新たに確認する必要がある。また、両タイプ共に厚みが変わるので圧縮クリープ特性を確認する必要がある。必要な性能の基準を以下に述べる。その他の特性については断面の構成や断面形状に影響されないので、過去の試験結果が適用できる。

①面に垂直方向の透水性能

新透水マットは、裏込め土中の水を集水するに十分な、面に垂直方向の透水性能を有していなければならない。裏込め土の透水係数は、通常 $1 \times 10^{-7} \sim 1 \times 10^{-2} \text{cm/sec}$ 程度であり、新透水マットの透水性能は、裏込め土の透水性能と同等以上であれば集水するのに支障はないが、ここでは安全性を考慮し、従来の透水マットと同様に、新透水マットの面に垂直方向の透水性能を表す係数は、裏込め土の透水係数の 5 倍以上で、かつ $1 \times 10^{-2} \text{cm/sec}$ 以上を確保するものとする。

②面内方向の透水性能

面に垂直方向から集水された土中水は、新透水マットの面内方向を流下し、排出される。したがって新透水マットは、擁壁の裏面全体から集水された水を一度に排水するに十分な、面内方向の透水性能を有している必要がある。従来の透水マットの検討結果から、新透水マットに要求される面内方向の透水性能としては、所定の条件下における透水量が $15 \text{cm}^3/\text{sec}/\text{cm}$ （新透水マット通水断面の幅方向 1cm 当り）程度以上は必要と考えられる。

③力学特性

新透水マットは、裏込め土等の土圧により圧縮変形を起こす可能性がある。特に長期間にわたり荷重を受けるので、圧縮クリープ変形により排水能力が低下しないことを所定の圧縮クリープ試験を行って確認する必要がある。この圧縮クリープ試験においては、従来の透水マットと同様に、試験中に急激な圧縮変形を生じないこと、及び載荷 1 時間経過後からの圧縮率は、載荷 1 時間経過後の高さ 20% 程度以下とし、クリープによる有害な変形を生じないことを確認する必要がある。

新透水マットの透水性能、力学特性等の基本性能については、「擁壁用透水マット技術マニュアル」¹⁾の付録に示されている、建築研究資料 No.73「擁壁用透水マットの試験方法」²⁾に従って確認試験を行った（詳細については付録 1 を参照）。なお、新透水マットの面に垂直方向の透水性能の試験は、一般財団法人日本繊維製品品質技術センター東京総合試験センターで、面内方向の透水性能の試験と力学特性である圧縮クリープ特性の試験は、一般財団法人日本建築総合試験所でそれぞれ実施した。表 2.2-3 に実施した基本性能確認試験結果一覧を示す。

実大の降雨実験には、これらの基準を満足した製品の中から製品 A、製品 D および製品

Gを選定し、試験体に用いた。

表 2.2-2 新透水マットの性能評価項目と基準

項目	基準	新透水マット試験実施項目	
		2枚重ねタイプ	厚み UPタイプ
1 面に垂直方向の透水性能	裏込め土の透水係数の5倍以上で、かつ $1 \times 10^2 \text{cm/sec}$ 以上。	○	過去認定結果準用
2 面内方向の透水性	所定の上載圧($\sigma_v = 0.5 \text{kgf/cm}^2$, $i=1.0$)をかけた状態で $15 \text{cm}^3/\text{sec/cm}$ 以上。	過去認定結果準用	○
3 土に接した状態での透水実験 ①排水実験	所定の排水試験及び複合透水試験(目詰まり試験)を行い、砂利又は碎石の場合と比較して同等以上の排水効果があることを確認。	過去認定結果準用	過去認定結果準用
4 土に接した状態での透水実験 ②複合透水試験(目詰まり試験)	透水マットの単位面積当たりの土粒子の通過重量(乾燥重量)が排水試験及び複合透水試験ともに 0.1gd/cm^2 以下。	過去認定結果準用	過去認定結果準用
5 圧縮クリープ特性	所定の試験を行い、試験中に急激な圧縮変形を生じないこと、及び載荷1時間経過後から圧縮率は、載荷1時間経過後の高さの20cm程度以下とし、クリープによる有害な変形を生じないこと。	○	○
6 土及びコンクリートとの摩擦特性	上載圧 0.6kgf/cm^2 以下の4種類でいずれも土の内部摩擦角の1/2以上を確保。	過去認定結果準用	過去認定結果準用
7 化学的特性 ①耐酸性・耐アルカリ耐性	所定の試験を行い、引張り強さ、引裂強さの残存率80%以上。	過去認定結果準用	過去認定結果準用
8 化学的特性 ②微生物劣化	微生物劣化試験におけるカビ抵抗値は「2」。	過去認定結果準用	過去認定結果準用

表 2.2-3 新透水マットの基本性能確認試験結果一覧

種類			2枚重ねタイプ				厚み UPタイプ		
製造元	マニユアル記載値	A社	B社	C社	D社	E社	F社	G社	
名称		製品A	製品B	製品C	製品D	製品E	製品F	製品G	
材質	芯材	石油系	PP+PE	PP	PE	PP	PP	PE	PE
	フィルター	素材	PP	PP	PP	PP	PP	PP	PP
透水性能	垂直(B法、フィルター2枚重ね)	$1 \times 10^2 \text{cm/sec}$ 以上	3.76×10^{-2}	2.34×10^{-2}	1.50×10^{-1}	(4.42×10^{-2})	(8.88×10^{-1})	(1.3×10^{-2})	(1.0×10^{-1})
	水平	$15.0 \text{cm}^3/\text{sec/cm}$ 程度以上	(15.1)	(30)	(縦リブ方向: 40.0) (横リブ方向: 37.3)	(26)	69	33.4	17.7
力学特性	圧縮クリープ(長期、 0.5kgf/cm^2)	有害な変形なし	有害な変形なし 変形率 2.7%	有害な変形なし 変形率 15.0%	有害な変形なし 変形率 1.6%	有害な変形なし 変形率 5.4%	有害な変形なし 変形率 4.1%	有害な変形なし 変形率 1.0%	有害な変形なし 変形率 12.2%
	圧縮クリープ(短期、 2.0kgf/cm^2)	1時間後の変形率20%程度以下	有害な変形なし 変形率 3.2%	有害な変形なし 変形率 15.6%	有害な変形なし 変形率 2.8%	有害な変形なし 変形率 4.6%	有害な変形なし 変形率 15.4%	有害な変形なし 変形率 4.5%	有害な変形なし 変形率 7.2%
	圧縮クリープ(短期、 1.0kgf/cm^2)		有害な変形なし 変形率 1.7%	有害な変形なし 変形率 15.2%	有害な変形なし 変形率 1.6%	有害な変形なし 変形率 3.6%	有害な変形なし 変形率 12.8%	有害な変形なし 変形率 1.5%	有害な変形なし 変形率 9.4%

※ PPはポリプロピレン、PEはポリエチレンの略

※ ()の数値は従来の透水マット製品による試験結果

2.3 試験体概要と使用材料

実大降雨実験の試験体一覧を表 2.3-1 に示す。透水マット A、B、C は、それぞれ 2 枚重ね、厚み UP をしない現行製品である。試験体 1～3 は、併用する透水層に新工法で用いる新透水マットの種類と仕様タイプの違いを実験パラメーターとし、新透水マット下部の止水コンクリートは設けない仕様とした。試験体 4～6 は、併用する透水層に従来工法と新工法の排水層材料の違いを実験パラメーターとし、排水層に砕石 (C-40)、再生砕石 (RC-40)、新透水マット A (2 枚重ねタイプ) をそれぞれ使い、下部に止水コンクリートを設けた仕様とした。

表 2.3-1 試験体一覧

試験体 No.	試験体呼称	試験体仕様		
		透水マット種類	併用する透水層	止水コンクリート
1	新工法(A)	透水マット A	新透水マット A (2 枚重ねタイプ)	なし
2	新工法(B)	透水マット B	新透水マット B (厚み UP タイプ)	
3	新工法(C)	透水マット C	新透水マット C (2 枚重ねタイプ)	
4	従来工法(RC-40)	透水マット A	再生砕石(RC-40)	あり
5	新工法(A 止水コン)	透水マット A	新透水マット A (2 枚重ねタイプ)	
6	従来工法(C-40)	透水マット A	砕石(C-40)	

以下に、使用材料を示す。

(1) 透水マット

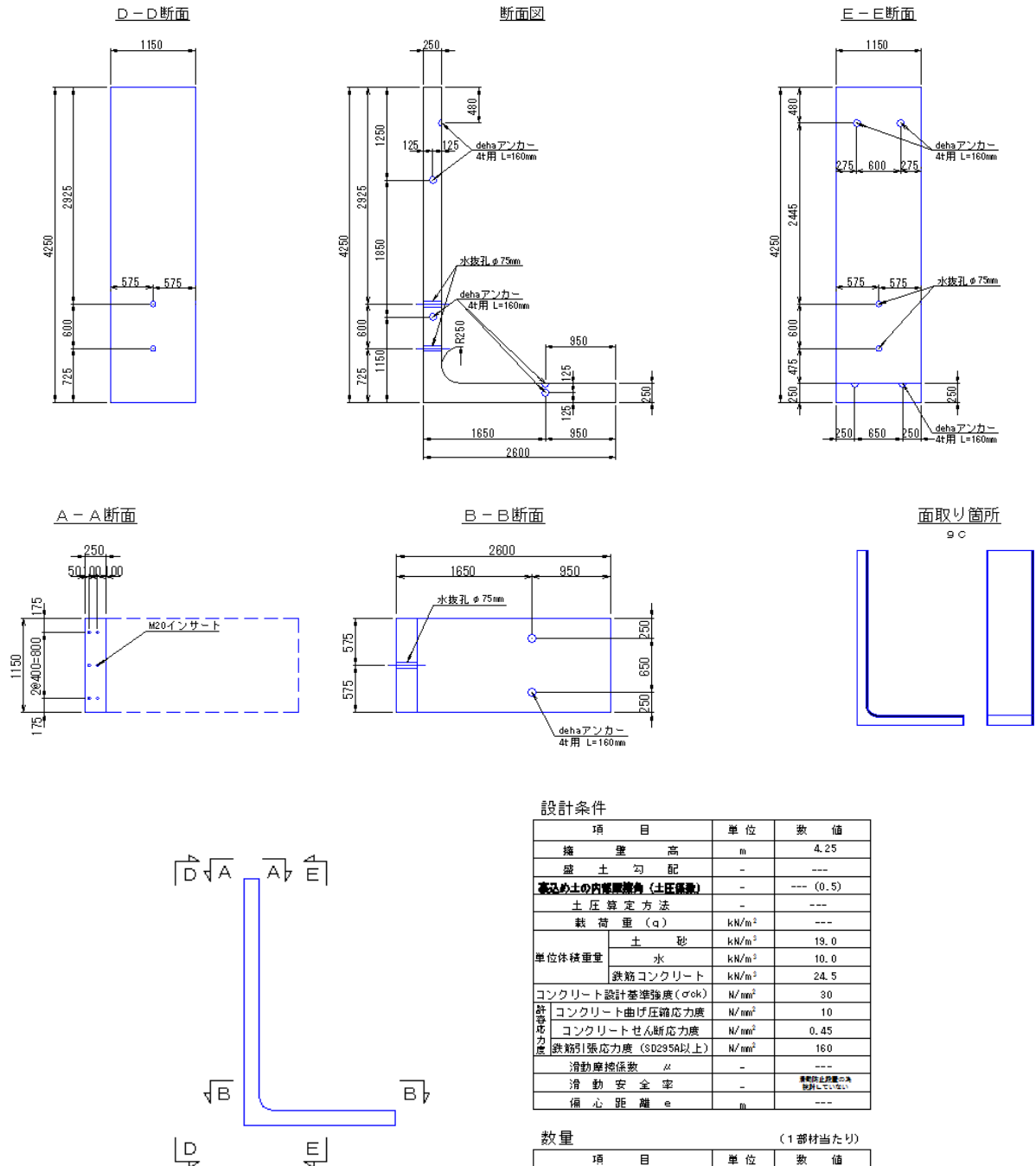
試験体に使用した透水マット A、新透水マット A、B、C を表 2.3-2 に示す。

表 2.3-2 実験に使用した透水マット

種類	分類	名称と形状	製造元
透水マット A	現行品	現行品 A 	A 社
新透水マット A	2 枚重ねタイプ	製品 A 	
新透水マット B	厚み UP タイプ	製品 G 	G 社
新透水マット C	2 枚重ねタイプ	製品 D 	D 社

(2) 擁壁

降雨実験に使用したプレキャストL型擁壁を図2.3-1に示す。プレキャストL型擁壁は、幅1150mm、高さ4.25mで、中央部の下から725mm、1325mmの位置2カ所にφ75mmの排水用の水抜穴が設けられている。



設計条件

項目	単位	数値
擁壁高	m	4.25
盛土勾配	-	---
嵩詰め土の内傾斜角度 (土圧係数)	-	--- (0.5)
土圧算定方法	-	---
載荷重 (q)	kN/m ²	---
単位体積重量	土 砂	kN/m ³ 19.0
	水	kN/m ³ 10.0
	鉄筋コンクリート	kN/m ³ 24.5
コンクリート設計基準強度 (σ _{ok})	N/mm ²	30
コンクリート曲げ圧縮応力度	N/mm ²	10
コンクリートせん断応力度	N/mm ²	0.45
鉄筋引張応力度 (SD235A以上)	N/mm ²	160
滑動摩擦係数 μ	-	---
滑動安全率	-	--- (滑動安全率は別途指定)
偏心距離 e	m	---

数量 (1部材当たり)

項目	単位	数値
コンクリート	m ³	1.916
鉄筋	t	配筋図参照
dehaアンカー (4t用 L=160mm)	個	7
M20-インサート	個	6
水抜孔 (φ75)	箇所	2

図 2.3-1 降雨実験に使用したプレキャストL型擁壁

(3) 透水層用の再生砕石、砕石

「擁壁用透水マット技術マニュアル」¹⁾で示されている従来工法の試験体 4、試験体 6 の最下部には、透水層としてそれぞれ再生砕石 (RC-40) と砕石 (C-40) を所定の形状寸法で設置した。使用した再生砕石、砕石を写真 2.3-1、2.3-2 に示す。再生砕石に関する骨材試験結果一覧を表 2.3-3 に、骨材ふるい分け試験結果と粒度曲線を表 2.3-4 に示す。また、砕石の骨材試験結果を表 2.3-5 に示す。なお、再生砕石は、再固化防止洗浄を行っていない状態で用いた。



写真 2.3-1 再生砕石 (RC-40)



写真 2.3-2 砕石 (C-40)

表 2.3-3 再生砕石に関する骨材試験結果一覧

試験名	規格	項目	単位	数量
骨材のふるい分け試験	JIS A1102			別紙粒径加積 曲線図による
単位容積質量及び実績率試験	JIS A1104	単位容積質量	kg/l	
		実績率	%	
細骨材の密度及び吸水率試験	JIS A1109	表乾密度	g/cm ³	
		絶乾密度	g/cm ³	
		吸水率	%	
粗骨材の密度及び吸水率試験	JIS A1110	表乾密度	g/cm ³	2.431
		絶乾密度	g/cm ³	2.302
		見掛密度		2.645
		吸水率	%	5.630
ロサンゼルス試験機による 粗骨材のすり減り試験	JIS A1121	すり減り減量	%	26.9
突固めによる土の締固め試験	JIS A1210	最大表乾密度	g/cm ³	1.684
		最適含水比	%	8.5
修正CBR試験	舗装試験法便覧	締固め度	%	95
		修正CBR	%	47
土の液性限界・塑性限界試験	JIS A1205	液性限界	%	NP
		塑性限界	%	NP
		塑性指数	Ip	NP
微粒分量試験	JIS A1103	通過する量 の百分率	%	

表 2.3-4 再生砕石の骨材ふるい分け試験結果

JIS A 1102		骨材ふるい分け試験				試験用紙	
試料番号		K-10326(RC40-0)		試験年月日		2012年 03月 05日	
調査名・目的		再生骨材定期試験 (平成24年4月)		使用場所			
試料採取場所				試験者			
(試料+容器)質量		14337 g					
容器(No.)質量		1000 g					
試料総質量		13337 g					
ふるい目の呼び寸法	累加残留試料+容器質量(g)	容器質量(g)	累加残留試料質量(g)	残留試料質量(g)	残留率(%)	加積残留率(%)	通過質量百分率(%)
106(mm)	-	-	-	-	-	-	-
75	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-	-	-
53	1000	1000	0	0	0.0	0.0	100.0
37.5	1078	1000	78	78	0.6	0.6	99.4
31.5	-	-	-	-	-	-	-
26.5	-	-	-	-	-	-	-
19	4588	1000	3588	3510	26.3	26.9	73.1
13.2	-	-	-	-	-	-	-
9.5	-	-	-	-	-	-	-
4.75	11251	1000	10251	6663	50.0	76.9	23.1
2.36	12795	1000	11795	1544	11.6	88.5	11.5
1.18	-	-	-	-	-	-	-
600(μm)	-	-	-	-	-	-	-
300	-	-	-	-	-	-	-
150	-	-	-	-	-	-	-
75	-	-	-	-	-	-	-
計	14337		13337	1542	11.5	100.0	0.0
備考							

粒度曲線

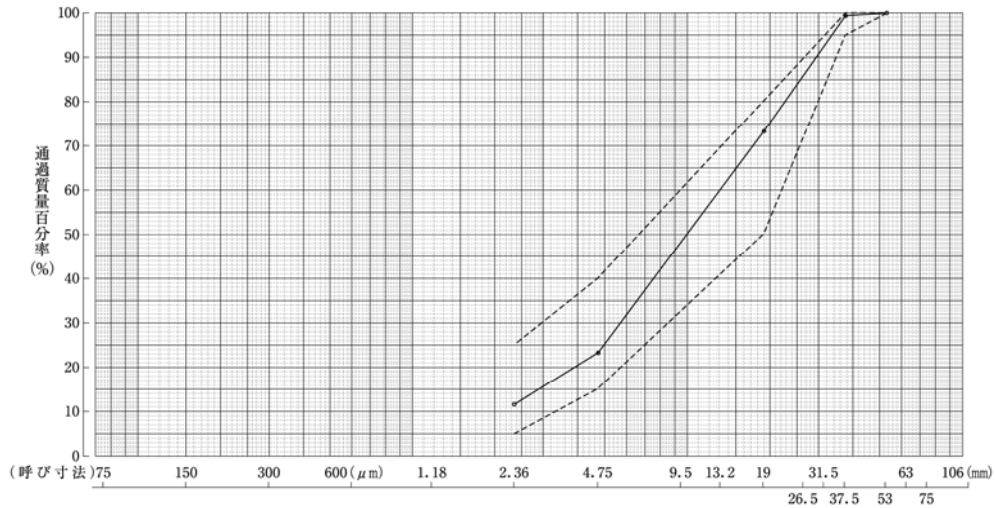


表 2.3-5 碎石の試験結果一覧

骨材試験成績表		東京石灰工業(株) 栃木県佐野市山菅町 3518	
工事名 _____			
工事場所 _____			
骨材種別 C-40			
採取地 東京石灰工業(株)前谷工場		試験場所 東京石灰工業(株)佐野工場	
採取者 _____		試験者 _____	
採取年月日 平成 24年 5月 8日		試験年月日 平成 24年 6月 1日	
試験項目名	試験値	粒径 (mm)	試料質量 (g)
最大乾燥密度 (g/c m ³)	2.131	53	0
最適含水比 (%)	5.0	37.5	119
含水比 (%)	5.2	19	2511
修正CBR (%)	84.1	4.75	3382
すりへり減量 (%)	11.7	2.36	1129
表乾密度 (kg/L)	2.65	>	1876
絶乾密度 (kg/L)	2.64		
見掛密度 (kg/L)	2.68		
吸水率 (%)	0.54		
L. L.	N.P		
P. L.	N.P		
P. I.	N.P		
		計	9017
		残留率 (%)	100
		通過質量分率 (%)	0
			21
			37
			28
			1
			0
			71
			99
			100
		適用	----- J I S 粒度範囲

粒 度 曲 線

粒径 (mm)	試験値 (%)	JIS 標準範囲 (%)
2.36	20	10
4.75	35	15
9.5	55	30
19	70	45
31.5	95	80
37.5	100	90
53	100	100

表 2.3-6 に碎石 (C-40)、表 2.3-7 に再生碎石 (RC-40) の透水試験結果を示す。透水係数は、それぞれ $9.4 \times 10^{-2} \text{cm/sec}$ ($9.4 \times 10^{-4} \text{m/sec}$)、 $4.5 \times 10^{-2} \text{cm/sec}$ ($4.5 \times 10^{-4} \text{m/sec}$) であった。

試験方法：JIS A 1218 土の透水試験方法（定水位法）準拠
 供試体作製方法：締固め度 85%、その他：37.5mm 目合い通過分
 試験実施機関：一般財団法人日本建築総合試験所

表 2.3-6 透水試験結果(碎石 C-40)

JIS A 1218		土の透水試験（定水位）					JF12215-8/*	
調査件名		-----					試験年月日 2012.11.7	
試料番号(深さ) C-40		試験担当者						
試料	土質名称	-----			透水円筒No.	1		
	最大粒径 mm	-----			透水円筒内径 D_m cm	15.0		
	土粒子の密度 ρ_s g/cm ³	-----			透水円筒長さ L_m cm	17.5		
					透水円筒質量 m_2 g	8067		
					試験用水	水道水		
供試体作製方法および飽和方法		自然含水比の試料(37.5mmふるい通過分)を用いて依頼者の提出資料による最大乾燥密度の85%の密度に調整して作製した。						
供試体寸法	供試体 No.	1		供試体の状態		試験前	試験後	
	直径 D cm	15.0		(供試体+透水円筒)質量 m_1 g		12132	保水性が小さいため省略。	
	断面積 A cm ²	176.7		供試体質量 $m = m_1 - m_2$ g		4065		
	長さ L cm	12.5		湿潤密度 $\rho_t = m/V$ g/cm ³		1.840	-----	
	体積 V cm ³	2209		乾燥密度 $\rho_d = \rho_t / (1+w/100)$ g/cm ³		1.807	-----	
				間隙比 $e = (\rho_s / \rho_d) - 1$		-----	-----	
				飽和度 $S_r = w \cdot \rho_s / (e \cdot \rho_w)$ %				
含水比			試験前		試験後			
	容器 No.	S-235	S-241	S-230	保水性が小さいため省略。			
	m_a g	639.67	553.53	635.14	-----	-----	-----	
	m_b g	630.75	546.91	628.34	-----	-----	-----	
	m_c g	197.23	197.59	193.75	-----	-----	-----	
w, w_T %	2.1	1.9	1.6	-----	-----	-----		
平均値 w, w_T %	1.8		-----					
測定 No.			1	2	3	4	5	
測定開始時刻	t_1	0:00:00		0:00:00	0:00:00	-----	-----	
測定終了時刻	t_2	0:00:30		0:00:30	0:00:30	-----	-----	
測定時間	$t_2 - t_1$ s	30		30	30	-----	-----	
水位差	h cm	9.2		9.2	9.2	-----	-----	
透水量	Q cm ³	411.5		403.6	403.5	-----	-----	
T℃に対する透水係数	k_T m/s	1.05E-03		1.03E-03	1.03E-03	-----	-----	
測定時の水温	T ℃	19		19	19	-----	-----	
温度補正係数	η_T / η_{15}	0.902		0.902	0.902	-----	-----	
15℃に対する透水係数	k_{15} m/s	9.51E-04		9.33E-04	9.33E-04	-----	-----	
代表値	k_{15} m/s			9.4E-04				
特記事項 $\rho_{dmax} = 2.131 \text{g/cm}^3$ (依頼者提出資料による)								

$$k_T = \frac{L}{h} \cdot \frac{Q}{A(t_2 - t_1)} \cdot \frac{1}{100}$$

$$k_{15} = k_T \cdot \eta_T / \eta_{15}$$

表 2.3-7 透水試験結果(再生碎石 RC-40)

IF12215-*/*

JIS A 1218		土の透水試験 (定水位)					
調査件名 -----		試験年月日			2012.11.7		
試験番号 (深さ) RC-40		試験担当者					
試料	土質名称	-----			透水円筒No.	1	
	最大粒径 mm	-----			透水円筒内径 D_m cm	15.0	
	土粒子の密度 ρ_s g/cm ³	-----			透水円筒長さ L_m cm	17.5	
					透水円筒質量 m_2 g	8067	
					試験用水	水道水	
供試体作製方法および飽和方法		自然含水比の試料 (37.5mmふるい通過分) を用いて依頼者の提出資料による最大乾燥密度の85%の密度に調整して作製した。					
供試体寸法	供試体 No.	1	供試体の状態			試験前	試験後
	直径 D cm	15.0	(供試体+透水円筒)質量 m_1 g			11572	保水性が小さいため省略。
	断面積 A cm ²	176.7	供試体質量 $m = m_1 - m_2$ g			3505	
	長さ L cm	12.5	湿潤密度 $\rho_t = m/V$ g/cm ³			1.587	-----
	体積 V cm ³	2209	乾燥密度 $\rho_d = \rho_t / (1+w/100)$ g/cm ³			1.435	-----
			間隙比 $e = (\rho_s / \rho_d) - 1$			-----	-----
			飽和度 $S_r = w \cdot \rho_s / (e \cdot \rho_w)$ %			-----	-----
						-----	-----
含水比		試験前			試験後		
	容器 No.	S-107	S-240	S-225	保水性が小さいため省略。		
	m_a g	615.61	656.29	654.72	-----	-----	-----
	m_b g	579.59	610.90	607.53	-----	-----	-----
	m_c g	197.38	193.61	190.81	-----	-----	-----
w, w_f %	9.4	10.9	11.3	-----	-----	-----	
平均値 w, w_f %	10.5			-----			
測定 No.		1	2	3	4	5	
測定開始時刻 t_1		0:00:00	0:00:00	0:00:00	-----	-----	
測定終了時刻 t_2		0:01:00	0:01:00	0:01:00	-----	-----	
測定時間 $t_2 - t_1$ s		60	60	60	-----	-----	
水位差 h cm		9.2	9.2	9.2	-----	-----	
透水量 Q cm ³		384.5	391.1	383.7	-----	-----	
T℃に対する透水係数 k_T m/s		4.93E-04	5.01E-04	4.92E-04	-----	-----	
測定時の水温 T ℃		19	19	19	-----	-----	
温度補正係数 η_T / η_{15}		0.902	0.902	0.902	-----	-----	
15℃に対する透水係数 k_{15} m/s		4.44E-04	4.52E-04	4.44E-04	-----	-----	
代表値 k_{15} m/s		4.5E-04					

特記事項 $\rho_{dmax} = 1.684 \text{ g/cm}^3$ (依頼者提出資料による)

$$k_T = \frac{L}{h} \cdot \frac{Q}{A(t_2 - t_1)} \cdot \frac{1}{100}$$

$$k_{15} = k_T \cdot \eta_T / \eta_{15}$$

GBBC120402

一般財団法人 日本建築総合試験所

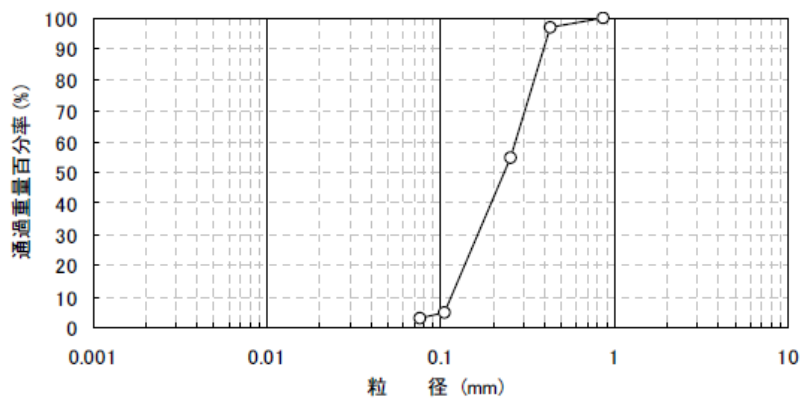
(4) 擁壁背面盛土材

プレキャストL型擁壁背面の盛土材料には日光珪砂6号を使用した。盛土材料の土質試験結果を表2.3-6に示す。締め固め方法は、砂撒き出し厚25cm、プレート(TPD60R2)転圧5回とした。

表 2.3-6 盛土材料（日光珪砂6号）の土質試験結果

項 目		試験結果		備 考
物理一般	土粒子の密度 ρ_s g/cm ³	2.648		
	最大乾燥密度 ρ_{dmax} g/cm ³	1.701		
	最小乾燥密度 ρ_{dmin} g/cm ³	1.339		
粒度特性	礫分 2~75mm %	0		
	砂分 75 μ m~2mm %	96.4		
	シルト分 5~75 μ m %	3.6		
	粘土分 5 μ m未満 %			
	均等係数 U_c	2.13		
	曲率係数 U_c'	1.00		
	最大粒径 mm	0.850		
分類	分類名	砂		
	分類記号	{S}		
透水係数	k_{15} cm/sec (Dr=30%)	2.57×10^{-2} (e=0.863)		
	k_{15} cm/sec (Dr=60%)	1.38×10^{-2} (e=0.731)		
三軸圧縮特性	供試体密度	Dr=30%	Dr=60%	圧密排水試験
	粘着力 c_d kN/m ²	2.6	0.3	
	内部摩擦角 ϕ' 度	31.9	35.3	

粒度曲線



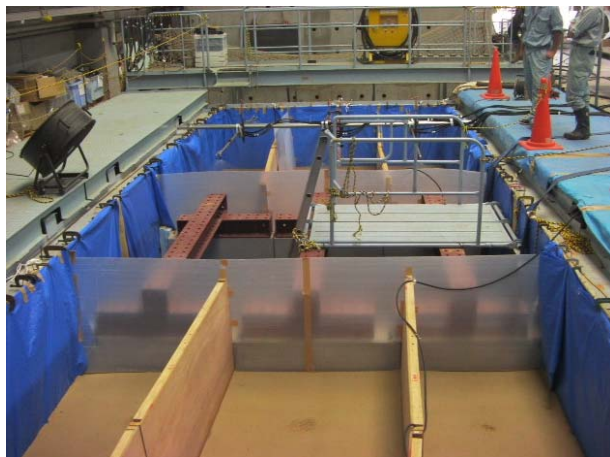
2.4 実験装置概要

(1) 試験体設置と降雨装置設置状況

大型土槽内の試験体設置状況を図 2.4-1 に示す。大型土槽内中央部を排水量計測用のスペースとし、中央部を挟んで対称に 3 分割し、それぞれにプレキャスト L 型擁壁を設置した。プレキャスト L 型擁壁背面側に透水マット、透水層材料（砕石、再生砕石、新透水マット）、盛土材料（日光珪砂）等を設置・施工し、試験体を作製した（試験体作製詳細は付録 2 試験体作製状況を参照）。なお、それぞれの区間境界にはコンパネを設置し、隣接する区画間の通水を防いだ。

各プレキャスト L 型擁壁のセンターラインに、水位計測用間隙水圧計を擁壁面から 0.5m、1.9m の底盤上と、擁壁面から 3.3m の盛土地盤面中擁壁底盤高さ位置に設置した。また、土槽中央の擁壁面より 2.6m 位置に直接水位を計測する水位計を設置した。

擁壁背面地盤作成後、土槽底面より 5m 位置に降雨撒水装置を設置した。降雨装置は 3mm/h～150mm/h の降雨強度が設定可能で、降雨面積に対して均等に撒水できる。降雨撒水装置の設置状況を写真 2.4-1 に示す。



試験体状況

(写真手前が試験体 4～6)
それぞれの区間境界には
コンパネを設置し、隣接する
区画間の通水を防いだ。

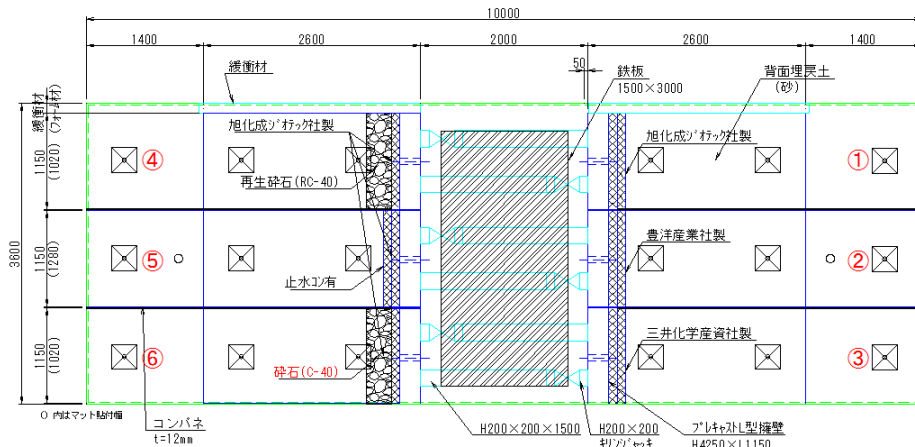


試験体 1～3



試験体 4～6

写真 2.4-1 降雨撒水装置設置状況



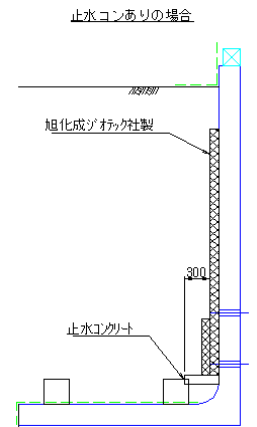
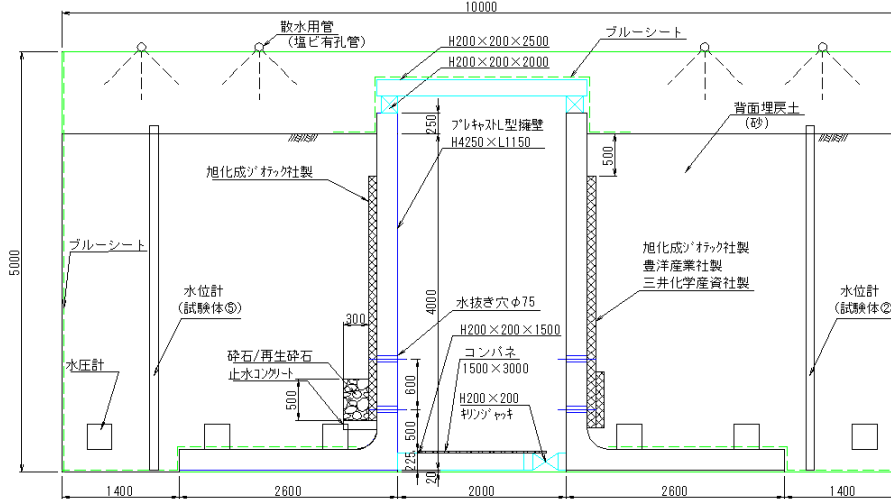
	透水係数 (cm/sec)	均等係数Uc
砂	1.38×10^{-2}	2.13
再生砕石 (RC-40)	4.5×10^{-2}	-
砕石 (C-40)	9.4×10^{-2}	-

スウェーデン式サウンディング試験結果 (砂、降雨実験前)

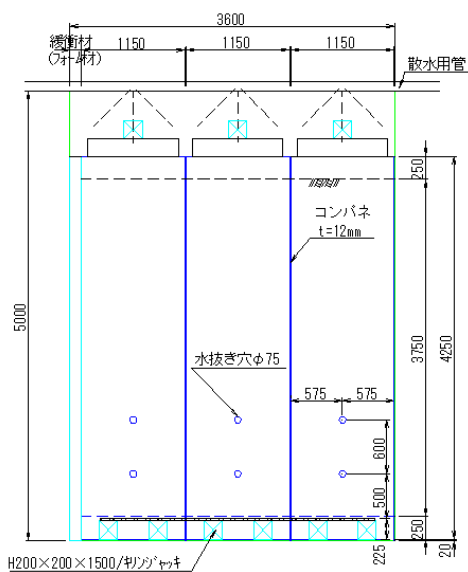
試験体No.	Nc(回)
1	14.1
2	14.0
3	13.7
4	13.5
5	13.9
6	13.3

※ 全測定深度における平均値

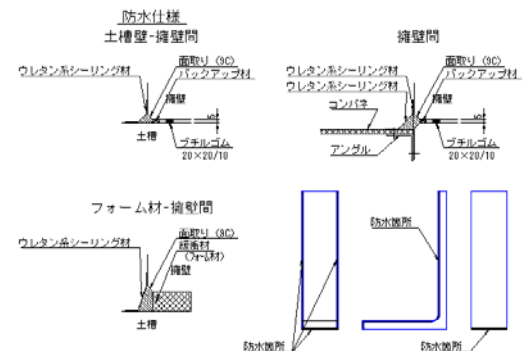
平面図



側面図



正面図



防水仕様

図 2.4-1 実験装置図面

2.5 実験ケース

表 2.5-1 に実験ケースを示す。実験は降雨強度が 5 水準、試験体が 6 タイプの計 30 ケースを実施した。

降雨強度は、「防災調節池等技術基準（案）」（日本河川協会、2007 年 9 月）より、100 年確率において降雨継続時間約 0.5 時間である降雨強度 110mm/h を基準とし、最低値を 100 年確率において降雨継続時間約 3 時間である降雨強度 50mm/h、最大値を国内で観測された最大時間降雨量に相当する 150mm/h とした。

降雨の順番は、先に飽和させるため 150mm/h → 110mm/h → 50mm/h とし、150mm/h および 110mm/h は 2 回繰り返した。

表 2.5-1 実験ケース

ケース	降雨強度	試験体 No	試験体 呼称	仕様		
				透水マット種類	併用する排水層	止水コンクリート有無
CASE1-1	150mm/h	1	新工法(A)	透水マット A	新透水マット A	なし
CASE1-2		2	新工法(B)	透水マット B	新透水マット B	なし
CASE1-3		3	新工法(C)	透水マット C	新透水マット C	なし
CASE1-4		4	従来工法(RC-40)	透水マット A	再生砕石(RC-40)	あり
CASE1-5		5	新工法(A 止水コン)	透水マット A	新透水マット A	あり
CASE1-6		6	従来工法(C-40)	透水マット A	砕石(C-40)	あり
CASE2-1	110mm/h	1	新工法(A)	透水マット A	新透水マット A	なし
CASE2-2		2	新工法(B)	透水マット B	新透水マット B	なし
CASE2-3		3	新工法(C)	透水マット C	新透水マット C	なし
CASE2-4		4	従来工法(RC-40)	透水マット A	再生砕石(RC-40)	あり
CASE2-5		5	新工法(A 止水コン)	透水マット A	新透水マット A	あり
CASE2-6		6	従来工法(C-40)	透水マット A	砕石(C-40)	あり
CASE3-1	50mm/h	1	新工法(A)	透水マット A	新透水マット A	なし
CASE3-2		2	新工法(B)	透水マット B	新透水マット B	なし
CASE3-3		3	新工法(C)	透水マット C	新透水マット C	なし
CASE3-4		4	従来工法(RC-40)	透水マット A	再生砕石(RC-40)	あり
CASE3-5		5	新工法(A 止水コン)	透水マット A	新透水マット A	あり
CASE3-6		6	従来工法(C-40)	透水マット A	砕石(C-40)	あり
CASE4-1	150mm/h (2 回目)	1	新工法(A)	透水マット A	新透水マット A	なし
CASE4-2		2	新工法(B)	透水マット B	新透水マット B	なし
CASE4-3		3	新工法(C)	透水マット C	新透水マット C	なし
CASE4-4		4	従来工法(RC-40)	透水マット A	再生砕石(RC-40)	あり
CASE4-5		5	新工法(A 止水コン)	透水マット A	新透水マット A	あり
CASE4-6		6	従来工法(C-40)	透水マット A	砕石(C-40)	あり
CASE6-1	110mm/h (2 回目)	1	新工法(A)	透水マット A	新透水マット A	なし
CASE6-2		2	新工法(B)	透水マット B	新透水マット B	なし
CASE6-3		3	新工法(C)	透水マット C	新透水マット C	なし
CASE6-4		4	従来工法(RC-40)	透水マット A	再生砕石(RC-40)	あり
CASE6-5		5	新工法(A 止水コン)	透水マット A	新透水マット A	あり
CASE6-6		6	従来工法(C-40)	透水マット A	砕石(C-40)	あり

2.6 計測方法

降雨実験では、水抜穴からの排水量を手動で計測し、盛土内水位および水圧を自動計測した。排水量は、水抜穴からの排水開始から盛土内水位および水圧が安定するまでの間、5分間隔で計測した。計測方法は、30秒間に水抜穴から出てくる水をバケツで採取し、採取された水の重量を計測することとした。なお、水抜穴は各ケースに上下2箇所設置されており、上の水抜穴からも排水されたケースにおいては両方を計測した。また、背面土の土質試験としてスウェーデン式サウンディング試験³⁾を盛土完成直後、CASE3終了後、全CASE終了後の3回実施した。計測状況を写真2.6-1～写真2.6-4に示す。



写真 2.6-1 排水水の採取状況



写真 2.6-2 排水水の重量測定状況



写真 2.6-3 計測状況

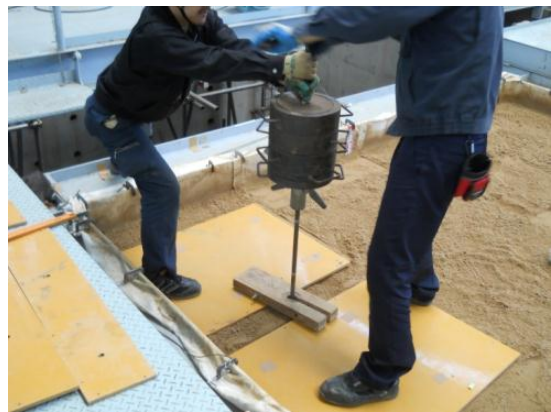


写真 2.6-4 スウェーデン式
サウンディング試験状況

参考文献

- 1) 「擁壁用透水マット技術マニュアル」監修 建設省建設経済局民間宅地指導室、社団法人全国宅地擁壁技術協会、平成3年4月
- 2) 二木幹夫：擁壁用透水マットの試験方法、建築研究資料 No.73、建設省建築研究所、平成3年2月
- 3) JIS A1221 「スウェーデン式サウンディング試験方法」

3. 実験結果

3.1 排水量

表 3.1-1 に降雨実験順序と各試験体の降雨間隔日数を示した。降雨は、試験体 1~3 と試験体 4~6 をそれぞれ一つのグループとして実施している。また、グループでの降雨実験間隔は、ほぼ中 1 日間隔であるが中 3 日で実施した場合もある。

表 3.1-1 降雨実験順序と降雨間隔

試験体 No.	CASE1 (150mm/h)	CASE2 (110mm/h)	CASE3 (50mm/h)	CASE4 (150mm/h 2 回目)	CASE5 (110mm/h 2 回目)
試験体 1~3	②	④(中 3 日)	⑥(中 1 日)	⑧(中 1 日)	⑩(中 3 日)
試験体 4~5	①	③(中 1 日)	⑤(中 3 日)	⑦(中 1 日)	⑨(中 1 日)

()内は、降雨の実験間隔

表 3.1-2 に、降雨後の水抜穴からの排水開始までの経過時間と定常化時点の排水量を示す。各試験体とも水抜穴からの排水量を 5 分間隔で測定している。なお、定常化時点は、各試験体において擁壁背面底盤レベルに設置した 3 点の間隙水圧値がいずれもピークに到達した時点とした。

表 3.1-2 降雨実験開始後から水抜穴排水開始までの経過時間と定常化時点排水量

ケース	降雨強度	試験体 No.	水抜穴排水開始時の経過時間 (分)		定常化時点排水量 (g/sec)		上部水抜穴からの排水
CASE1-1	150mm/h	1 新工法(A)	288	286 ※1	172.0	186.7 ※1	有
CASE1-2		2 新工法(B)	306		198.0		
CASE1-3		3 新工法(C)	263		190.0		
CASE1-4		4 従来工法(RC-40)	307	168.0	有		
CASE1-5		5 新工法(A 止水コ)	282	190.0			
CASE1-6		6 従来工法(C-40)	267	173.3			
CASE2-1	110mm/h	1 新工法(A)	195	190 ※1	123.3	131.5 ※1	
CASE2-2		2 新工法(B)	190		137.3		
CASE2-3		3 新工法(C)	185		134.0		
CASE2-4		4 従来工法(RC-40)	135	118.7	有		
CASE2-5		5 新工法(A 止水コ)	135	144.6			
CASE2-6		6 従来工法(C-40)	135	124.0			
CASE3-1	50mm/h	1 新工法(A)	220	210 ※1	48.7	61.8 ※1	
CASE3-2		2 新工法(B)	210		69.3		
CASE3-3		3 新工法(C)	200		67.3		
CASE3-4		4 従来工法(RC-40)	320	44.0	有		
CASE3-5		5 新工法(A 止水コ)	260	67.3			
CASE3-6		6 従来工法(C-40)	260	60.0			
CASE4-1	150mm/h (2 回目)	1 新工法(A)	140	140 ※1	178.0	185.3 ※1	有
CASE4-2		2 新工法(B)	140		186.0		
CASE4-3		3 新工法(C)	140		192.0		
CASE4-4		4 従来工法(RC-40)	135	111.3	有		
CASE4-5		5 新工法(A 止水コ)	120	210.0			
CASE4-6		6 従来工法(C-40)	120	194.7			
CASE5-1	110mm/h (2 回目)	1 新工法(A)	175	175 ※1	129.3	136.2 ※1	有
CASE5-2		2 新工法(B)	175		131.3		
CASE5-3		3 新工法(C)	175		148.0		
CASE5-4		4 従来工法(RC-40)	210	58.7	有		
CASE5-5		5 新工法(A 止水コ)	155	170.0			
CASE5-6		6 従来工法(C-40)	155	154.7			

※1 各ケースの試験体 1~3 (新工法(A)、(B)、(C)) の平均値

CASE1 は、擁壁背面地盤が乾燥状態での降雨であり、CASE2 以降は、一度降雨を経験した状態での実験である。各試験体により水抜穴より排水される開始時間は異なるが、i) 単位時間あたりの降雨強度 (mm/h) が小さくなると排水開始までの時間がかかる傾向があること、ii) 下部の水抜穴よりの排水に加えて上部の水抜穴よりの排水が見られること、iii) 降雨の繰り返しにより、上部の水抜穴から排水される試験体が増える傾向があることなどが確認された。また、透水マットを2枚重ねる又は厚みを増した新工法(A)、(B)、(C)を用いた試験体1~3では、CASE1を除いて用いた透水マットの種類(A、B、C)の違いによる排水開始までの時間に大きな差は見られなかった。

各CASEの設定降雨強度に試験体の降雨面積(幅1,200mm x 奥行3,750mm)を掛け合わせ単位時間当たりの理論降雨量(g/sec)を算出し、理論降雨量90%相当値とともに表3.1-3に示した。なお「理論降雨量90%相当値」は、実験で水抜穴からの排水量と排水までの時間を比較する際、人工降雨での槽内注水量全てが排水される迄待たずに各区分間で比較する為、槽内注水量の90%が水抜穴から排出された時間を比較するために定めた。

表 3.1-3 設定降雨強度と理論降雨量

ケース	設定降雨強度 (mm/h)	1 試験体あたりの降雨量 (理論降雨量) ※1		理論降雨量 90%相当値 (g/sec)
		(mm ³ /h)	(g/sec)	
CASE1,4	150	675,000,000	187.5	168.8
CASE2,5	110	495,000,000	137.5	123.8
CASE3	50	225,000,000	62.5	56.3

※1 試験体幅 1,200mm x 奥行 3,750mm で算出

3.2 排水量と間隙水圧値の経過時間変化

図 3.2-1~5 に、試験体 1~3 の排水開始後の経過時間と水抜穴（上部、下部の別）からの排水量の関係を示した。

CASE1、4、5 で、試験体 1 において途中から上部の水抜穴からの排水が見られているが、CASE2、3 では、上部水抜穴からの排水は見られていない。試験体 1~3 は、ほぼ同様の傾向を示すことが確認された。

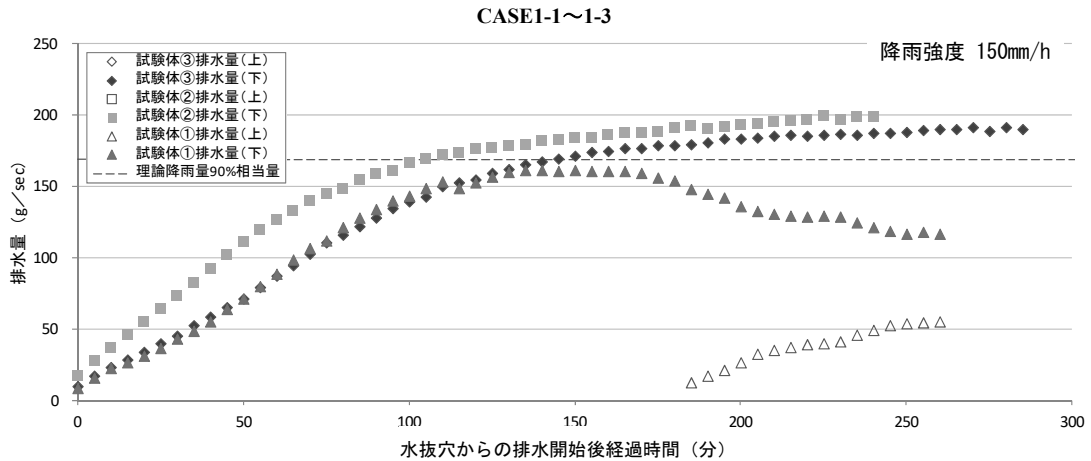


図 3.2-1 排水開始後の経過時間と排水量の関係 (CASE1-1~1-3)

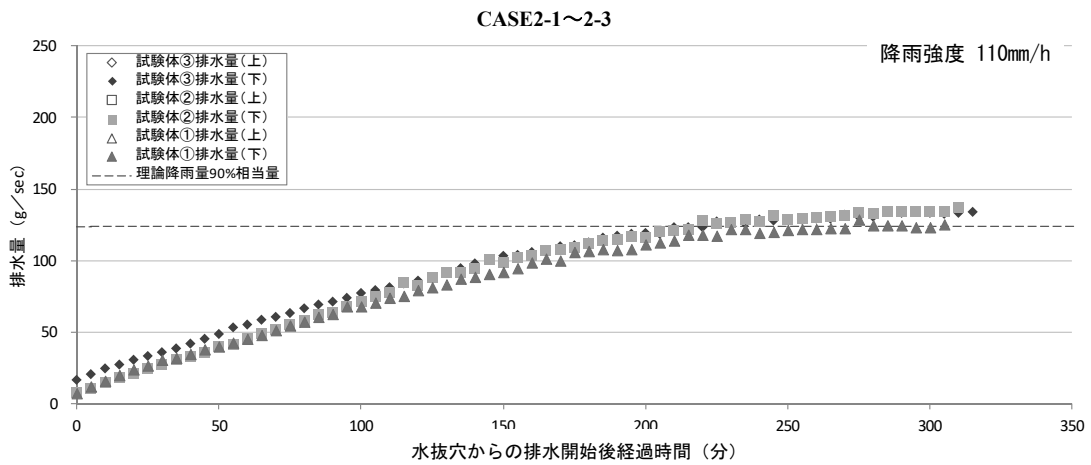


図 3.2-2 排水開始後の経過時間と排水量の関係 (CASE2-1~2-3)

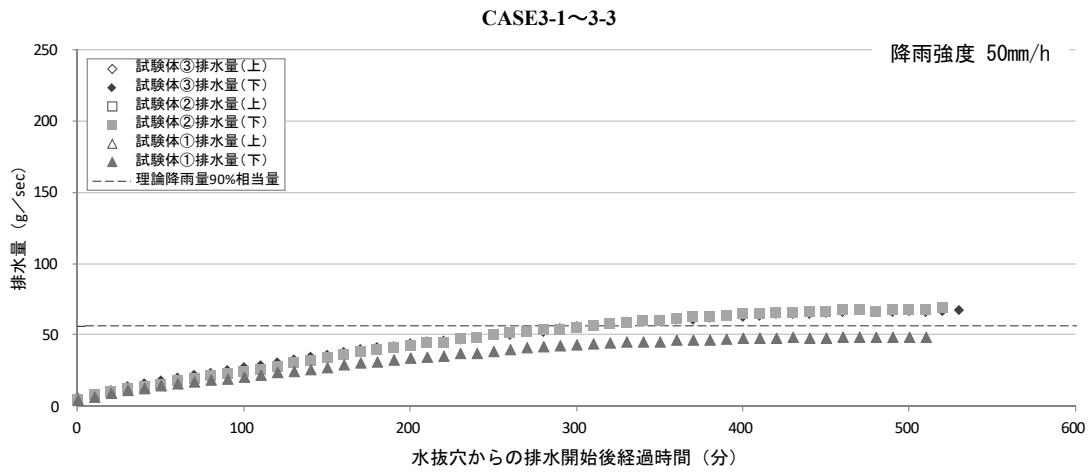


図 3.2-3 排水開始後の経過時間と排水量の関係 (CASE3-1~3-3)

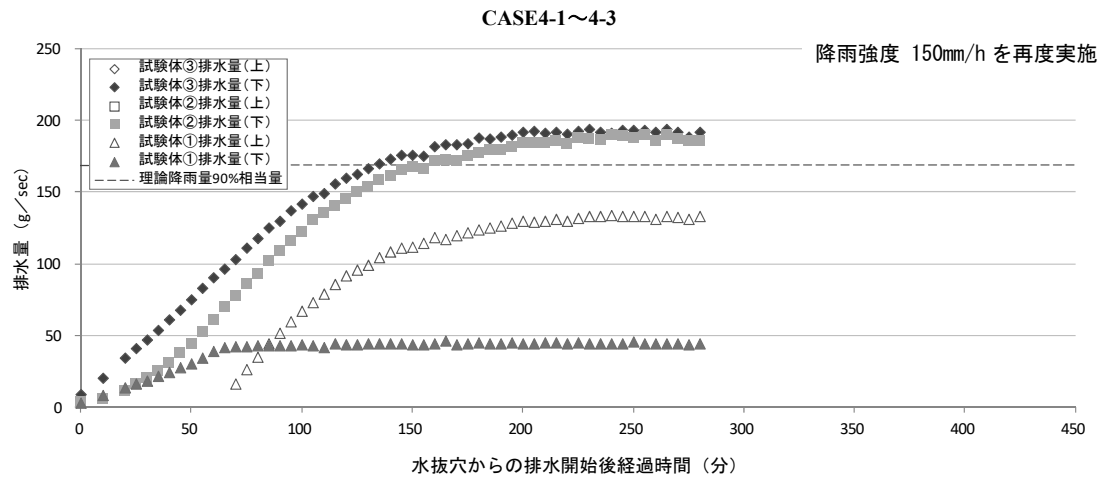


図 3.2-4 排水開始後の経過時間と排水量の関係 (CASE4-1~4-3)

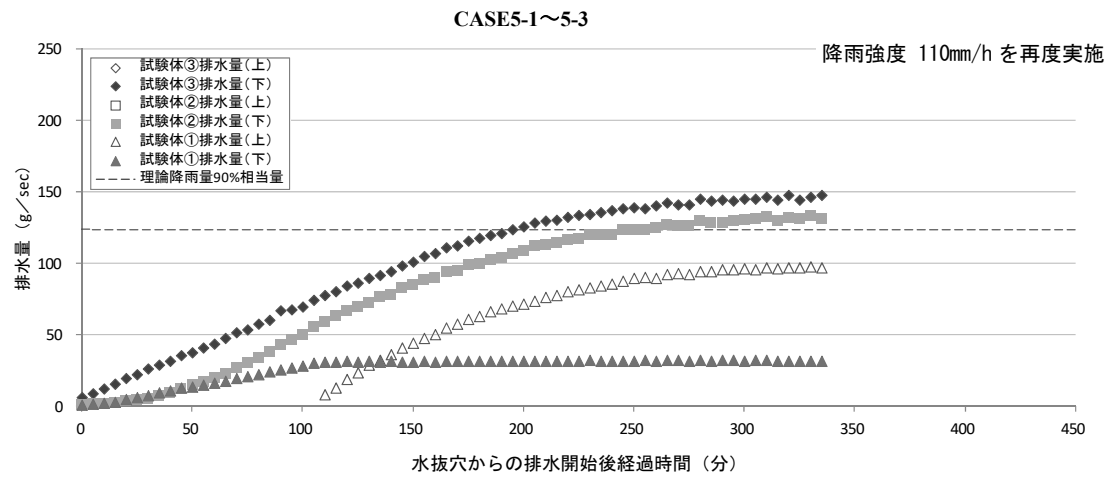


図 3.2-5 排水開始後の経過時間と排水量の関係 (CASE5-1~5-3)

図 3.2-6～10 に、試験体 4～6 の排水開始後の経過時間と水抜穴（上部、下部の別）からの排水量の関係を示した。CASE1、2 では試験体 4、6 で、CASE3 では試験体 4 で、CASE4、5 では試験体 4～6 で、上部の水抜き孔からの排水が見られた。試験体 4 では、CASE4 以降、下部の水抜穴よりの排水量が少なく、排水機能が大きく低下している様子が見られる。

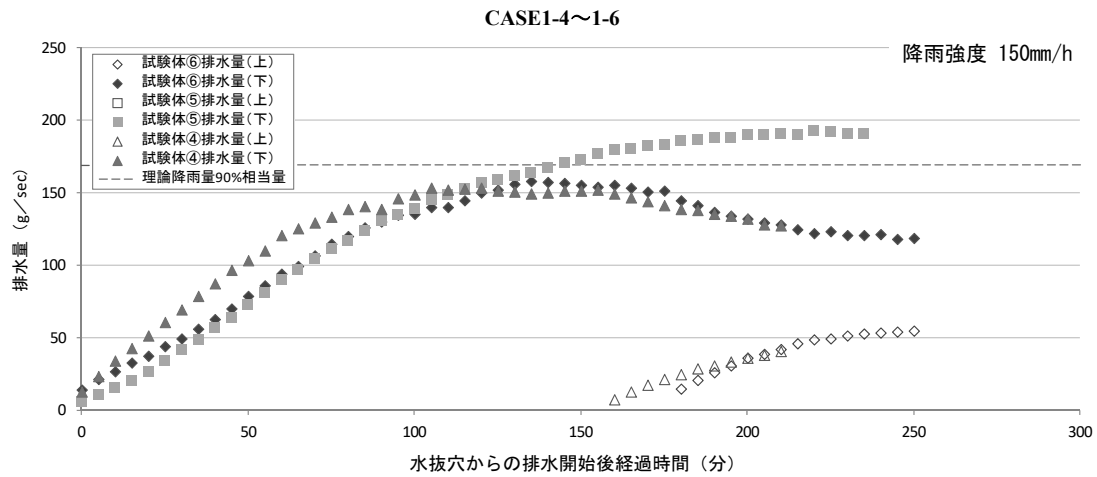


図 3.2-6 排水開始後の経過時間と排水量の関係 (CASE1-4～1-6)

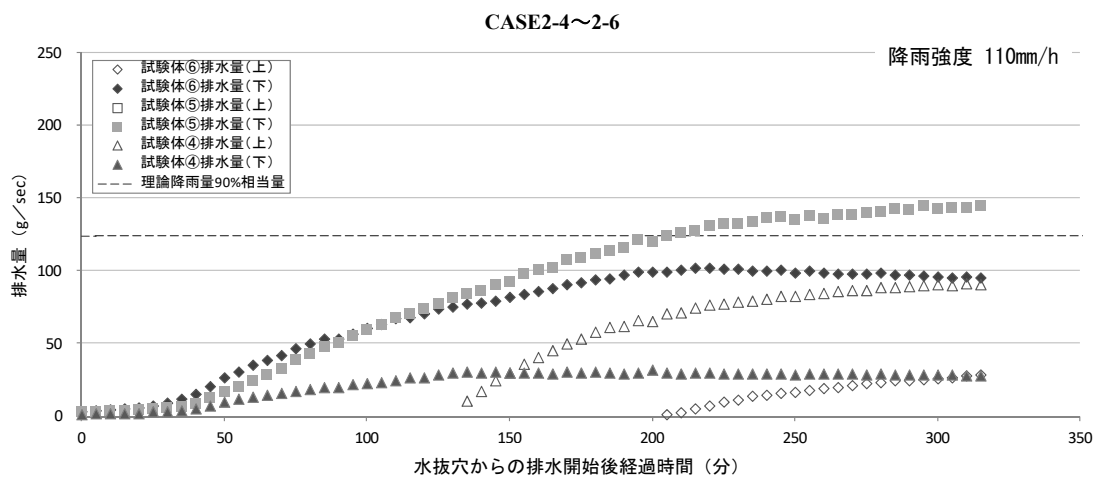


図 3.2-7 排水開始後の経過時間と排水量の関係 (CASE2-4～2-6)

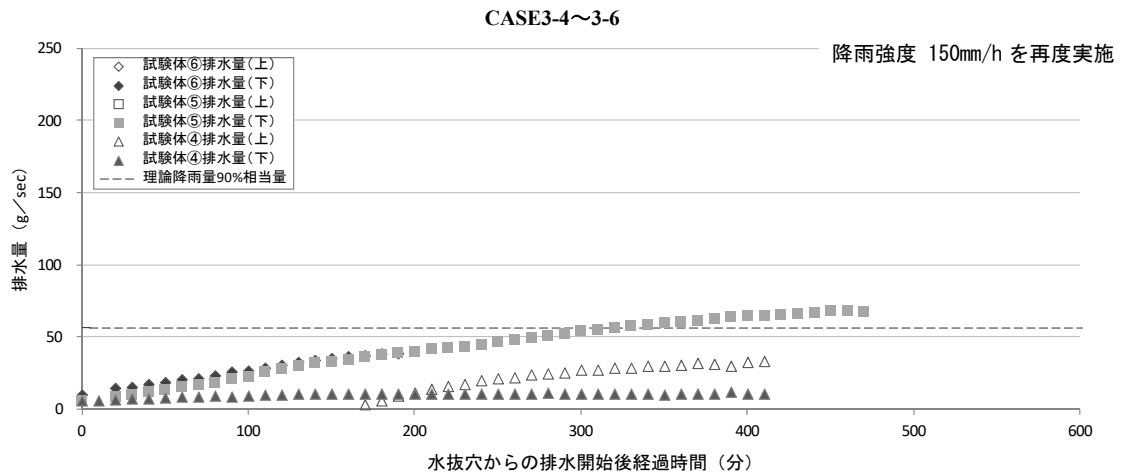


図 3.2-8 排水開始後経過時間と排水量の関係 (CASE3-4~3-6)

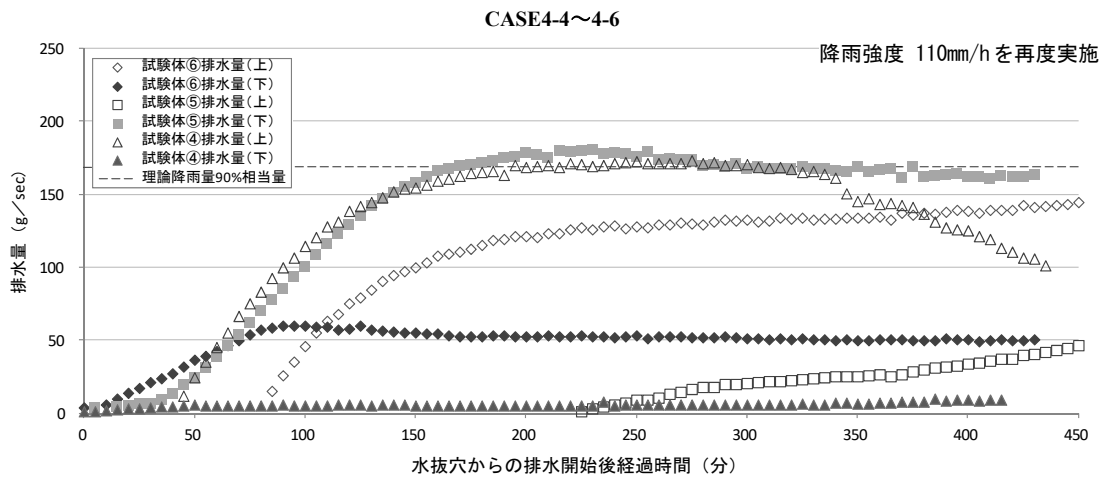


図 3.2-9 排水開始後の経過時間と排水量の関係 (CASE4-4~4-6)

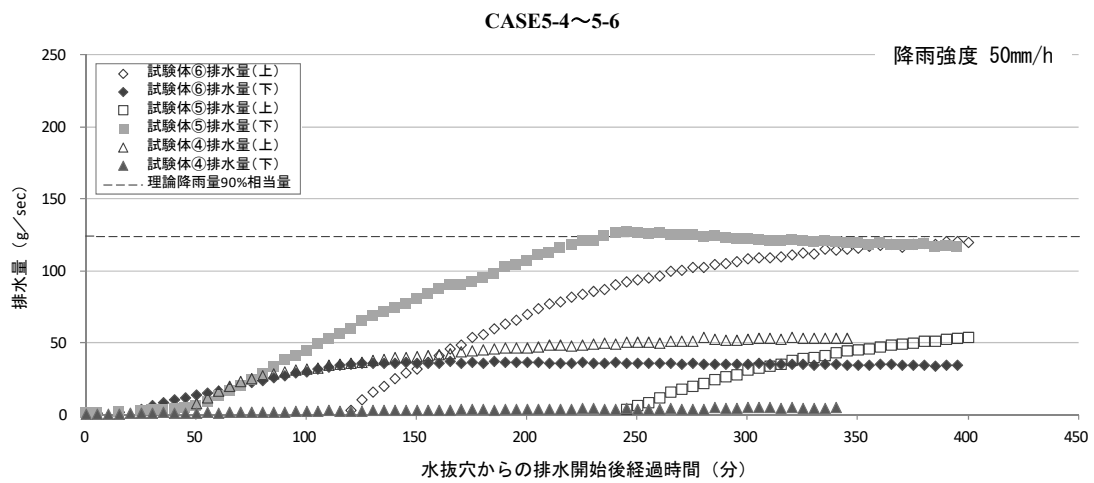


図 3.2-10 排水開始後経過時間と排水量の関係 (CASE5-4~5-6)

図 3.2-11～15 に、試験体 1～3 の排水開始後の経過時間と間隙水圧値（擁壁面より 0.5m 位置）の関係を示す。間隙水圧値は、時間経過と共に徐々に上昇し、各 CASE とも同様の傾向を示した。

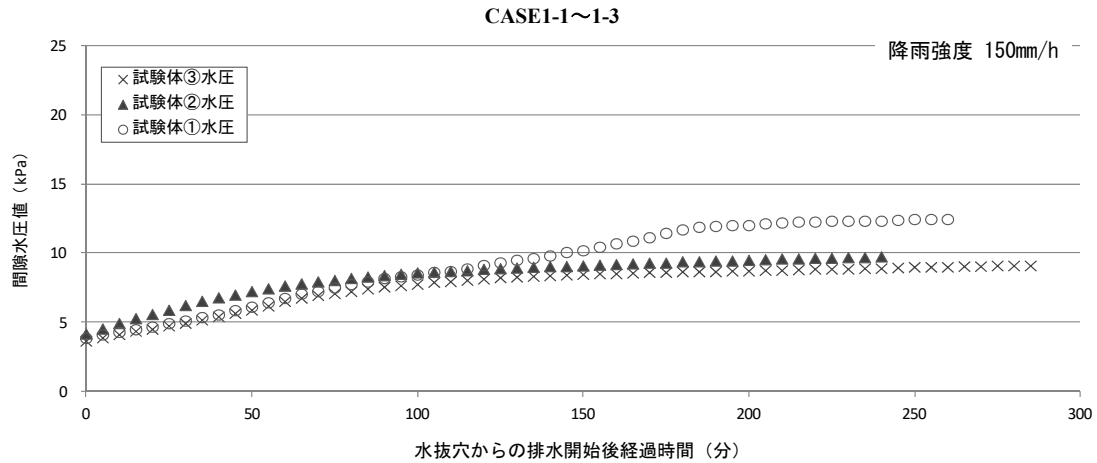


図 3.2-11 排水開始後の経過時間と間隙水圧値（擁壁面より 0.5m）の関係（CASE1-1～1-3）

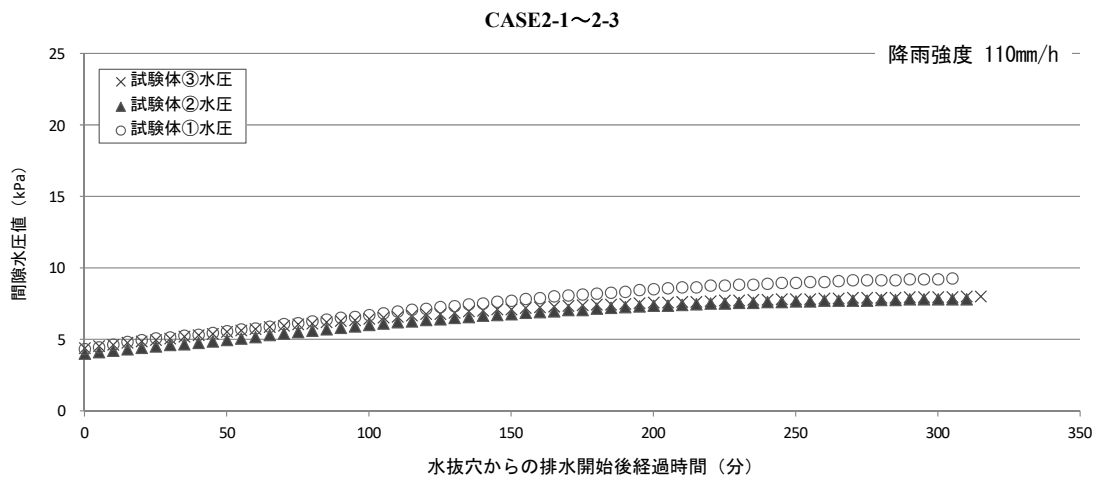


図 3.2-12 排水開始後の経過時間と間隙水圧値（擁壁面より 0.5m）の関係（CASE2-1～2-3）

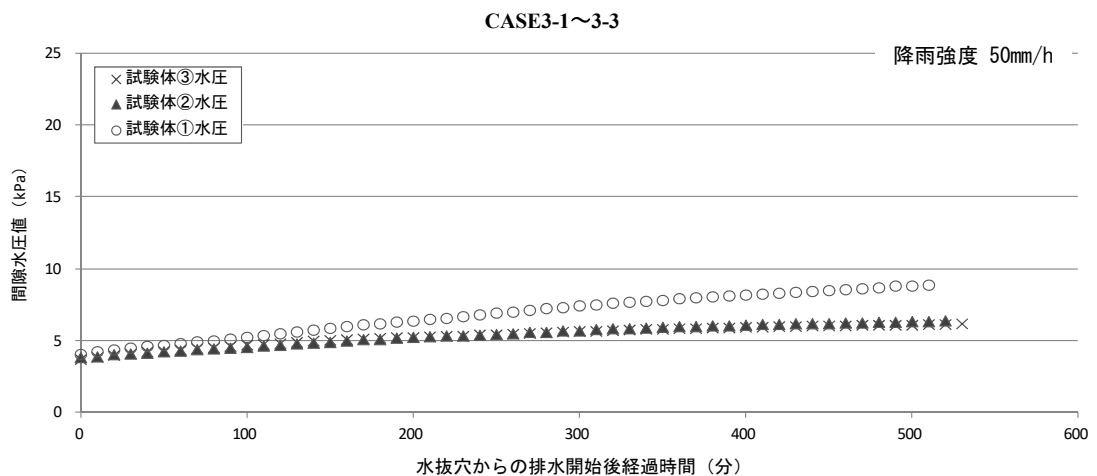


図 3.2-13 排水開始後の経過時間と間隙水圧値（擁壁面より 0.5m）の関係（CASE3-1～3-3）

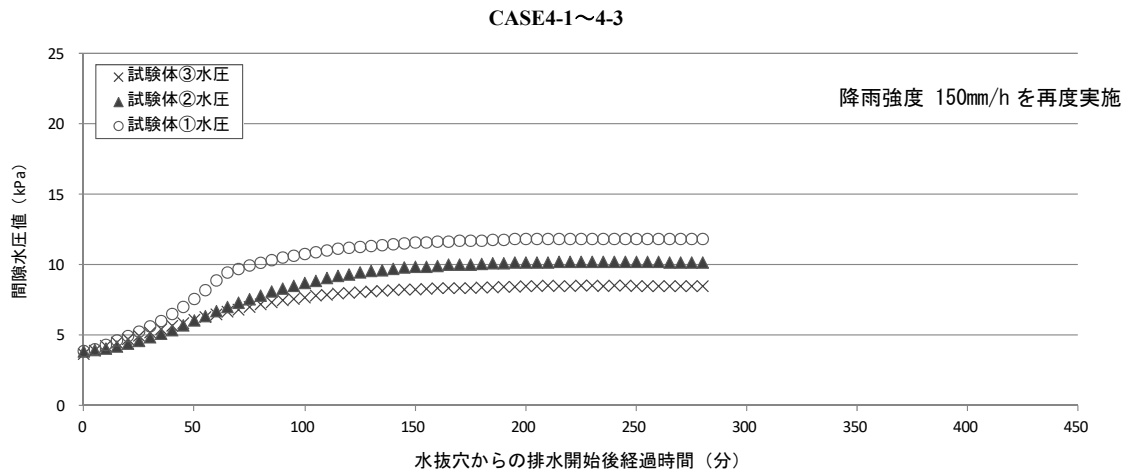


図 3.2-14 排水開始後の経過時間と間隙水圧値（擁壁面より 0.5m）の関係（CASE4-1~4-3）

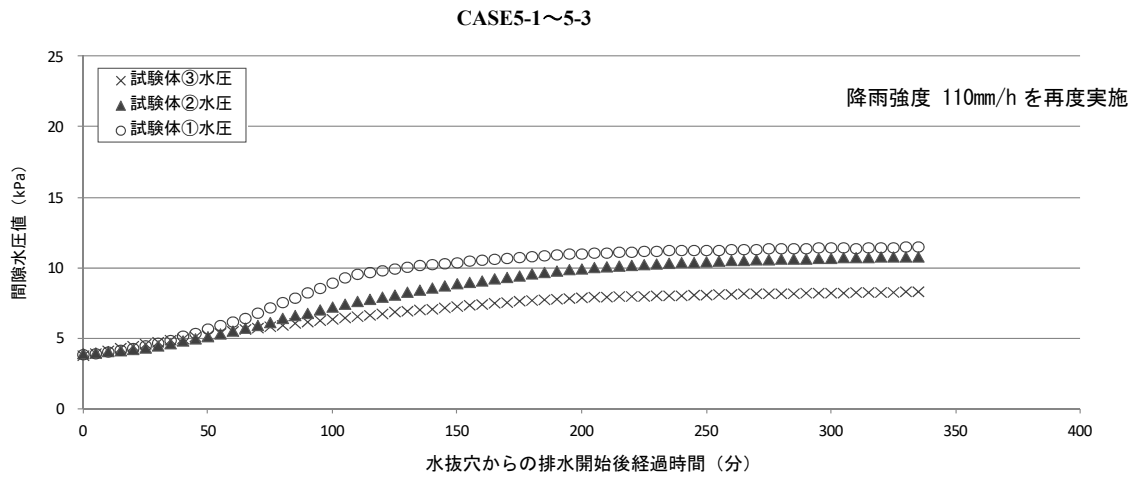


図 3.2-15 排水開始後の経過時間と間隙水圧値（擁壁面より 0.5m）の関係（CASE5-1~5-3）

図 3.2-16～20 に、試験体 4～6 の排水開始後の経過時間と間隙水圧値（擁壁面より 0.5m）の関係を示す。試験体 4 で、CASE3 以降の間隙水圧値が大きく、CASE5 では他の試験体の 2 倍程度の値となっている。また、CASE4 で値が急上昇している経過時間(350 分付近)は、図 3.2-9 の上部水抜き孔からの排水量が低下し始める経過時間に対応している。

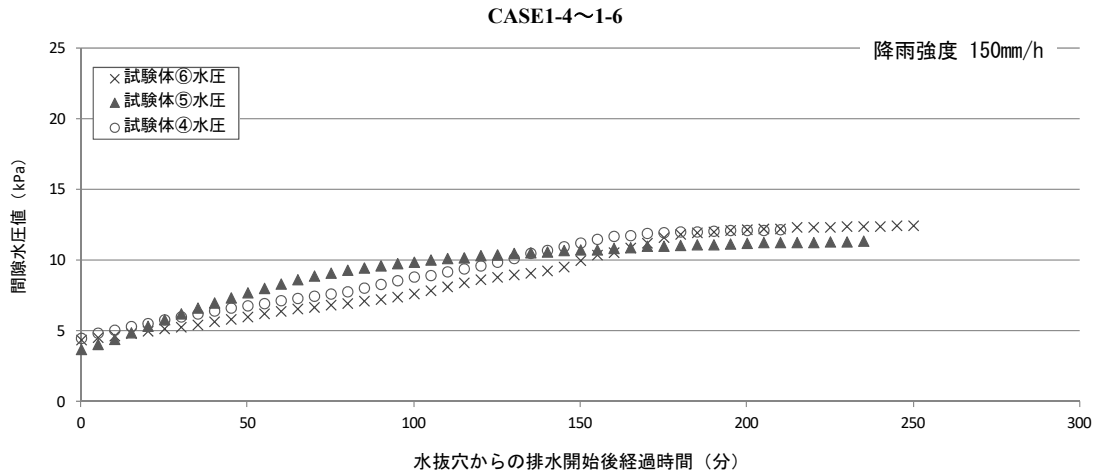


図 3.2-16 排水開始後の経過時間と間隙水圧値（擁壁面より 0.5m）の関係 (CASE1-4~1-6)

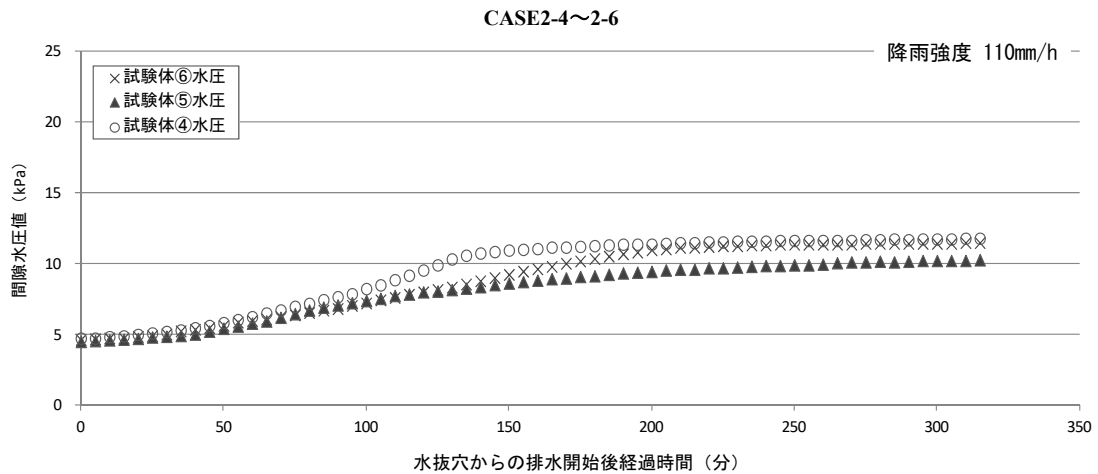


図 3.2-17 排水開始後の経過時間と間隙水圧値（擁壁面より 0.5m）の関係 (CASE2-4~2-6)

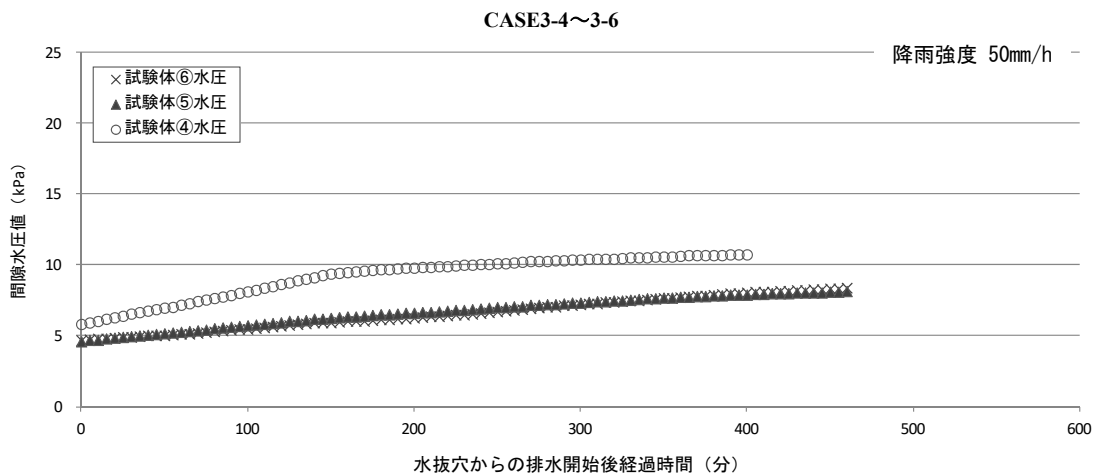


図 3.2-18 排水開始後の経過時間と間隙水圧値（擁壁面より 0.5m）の関係 (CASE3-4~3-6)

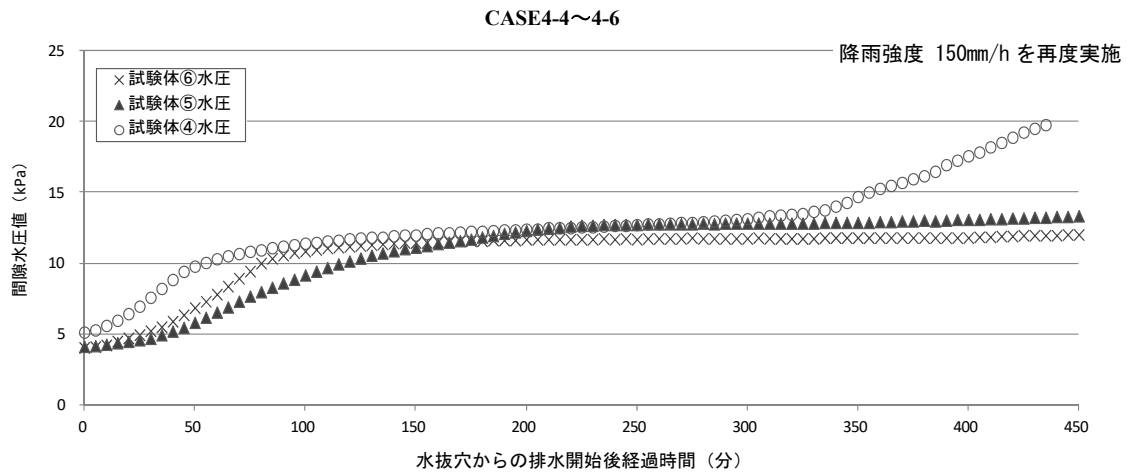


図 3.2-19 排水開始後の経過時間と間隙水圧値（擁壁面より 0.5m）の関係（CASE4-4~4-6）

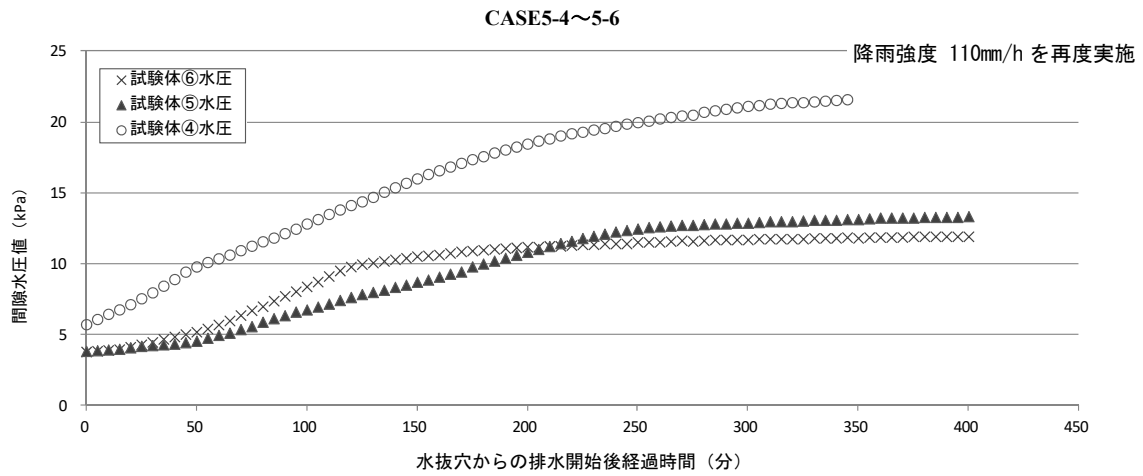


図 3.2-20 排水開始後の経過時間と間隙水圧値（擁壁面より 0.5m）の関係（CASE5-4~5-6）

各 CASE において、経過時間と排水量の関係を比較するため、排水量が理論降雨量 90% 相当値に到達するに要した時間を図 3.2-1~10 より求め、表 3.2-1 に示した。

排水量が理論降雨量 90%相当値に到達に要した時間は、試験体により異なり、試験体 4 (再生砕石 RC-40) では、CASE4 を除いて水抜穴からの排水量が理論降雨量 90%相当値に到達していない結果であった。

表 3.2-1 排水量が理論降雨量 90%相当値に到達するのに要した時間

ケース	降雨強度	試験体 No.	排水量が理論降雨量 90%相当値に到達に要した時間 (分)	備考	
CASE1-1	150mm/h	1	新工法(A)	227	161 ※1
CASE1-2		2	新工法(B)	109	
CASE1-3		3	新工法(C)	147	
CASE1-4		4	従来工法(RC-40)	未到達	最大排水量 168.0g/sec
CASE1-5		5	新工法(A 止水コ)	148	(理論降雨量 90%相当値 168.8g/sec)
CASE1-6		6	従来工法(C-40)	213	
CASE2-1	110mm/h	1	新工法(A)	275	240 ※1
CASE2-2		2	新工法(B)	220	
CASE2-3		3	新工法(C)	225	
CASE2-4		4	従来工法(RC-40)	未到達	最大排水量 118.7 g/sec
CASE2-5		5	新工法(A 止水コ)	220	(理論降雨量 90%相当値 123.8g/sec)
CASE2-6		6	従来工法(C-40)	320	
CASE3-1	50mm/h	1	新工法(A)	未到達	315 ※1
CASE3-2		2	新工法(B)	310	
CASE3-3		3	新工法(C)	320	
CASE3-4		4	従来工法(RC-40)	未到達	最大排水量 44.0 g/sec
CASE3-5		5	新工法(A 止水コ)	320	(理論降雨量 90%相当値 56.3g/sec)
CASE3-6		6	従来工法(C-40)	370	
CASE4-1	150mm/h (2 回目)	1	新工法(A)	180	157 ※1
CASE4-2		2	新工法(B)	155	
CASE4-3		3	新工法(C)	135	
CASE4-4		4	従来工法(RC-40)	175	
CASE4-5		5	新工法(A 止水コ)	165	
CASE4-6		6	従来工法(C-40)	185	
CASE5-1	110mm/h (2 回目)	1	新工法(A)	265	235 ※1
CASE5-2		2	新工法(B)	245	
CASE5-3		3	新工法(C)	195	
CASE5-4		4	従来工法(RC-40)	未到達	最大排水量 58.7 g/sec
CASE5-5		5	新工法(A 止水コ)	235	(理論降雨量 90%相当値 123.8g/sec)
CASE5-6		6	従来工法(C-40)	240	

※1 各ケースの試験体 1~3 (新工法(A)、(B)、(C)) の平均値

定常化時点排水量の理論降雨量に対する割合を表 3.2-2 に示した。試験体 1~3 では 0.96~1.00、試験体 4（従来工法：再生砕石 RC-40）では 0.43~0.90、試験体 5（新工法：透水マット A+止水コンクリート）では 1.01~1.24、試験体 6（従来工法：砕石 C-40）では 0.90~1.13 であり、試験体 1~3 は理論降雨量に近い排水量であった。また、試験体 4（従来工法：再生砕石 RC-40）では降雨回数にともなって割合が低下する傾向が、試験体 5（新工法：透水マット A+止水コンクリート）では、割合が高まる傾向が見られた。

表 3.2-2 定常化時点排水量の理論降雨量に対する割合

ケース	降雨強度	試験体 No.		定常化時点排水量の理論降雨量に対する割合	
CASE1-1	150mm/h	1	新工法(A)	0.92	1.00
CASE1-2		2	新工法(A)	1.06	
CASE1-3		3	新工法(A)	1.03	
CASE1-4		4	従来工法(RC-40)	0.90	
CASE1-5		5	新工法(A 止水コン)	1.01	
CASE1-6		6	従来工法(C-40)	0.93	
CASE2-1	110mm/h	1	新工法(A)	0.90	0.96
CASE2-2		2	新工法(A)	1.00	
CASE2-3		3	新工法(A)	0.97	
CASE2-4		4	従来工法(RC-40)	0.86	
CASE2-5		5	新工法(A 止水コン)	1.05	
CASE2-6		6	従来工法(C-40)	0.90	
CASE3-1	50mm/h	1	新工法(A)	0.77	0.99
CASE3-2		2	新工法(A)	1.11	
CASE3-3		3	新工法(A)	1.08	
CASE3-4		4	従来工法(RC-40)	0.70	
CASE3-5		5	新工法(A 止水コン)	1.08	
CASE3-6		6	従来工法(C-40)	0.96	
CASE4-1	150mm/h (2回目)	1	新工法(A)		0.99
CASE4-2		2	新工法(A)		
CASE4-3		3	新工法(A)		
CASE4-4		4	従来工法(RC-40)	0.59	
CASE4-5		5	新工法(A 止水コン)	1.12	
CASE4-6		6	従来工法(C-40)	1.04	
CASE5-1	110mm/h (2回目)	1	新工法(A)	0.94	0.99
CASE5-2		2	新工法(A)	0.95	
CASE5-3		3	新工法(A)	1.08	
CASE5-4		4	従来工法(RC-40)	0.43	
CASE5-5		5	新工法(A 止水コン)	1.24	
CASE5-6		6	従来工法(C-40)	1.13	

3.3 間隙水圧値と水位計による水位

実験終了時の間隙水圧値と水位計による水位を表 3.3-1 に、間隙水圧値分布状況を図 3.3-1~5 に示す。

間隙水圧値による水位と水位計による水位は、同様の値を示すことが確認された。

試験体 4（従来工法：再生砕石 RC-40）における間隙水圧値の分布は、CASE4、CASE 5 では水平に近い分布形状となっており、降雨の繰り返しにより排水能力が低下している状態が考えられる。また、擁壁背後の区画用コンパネはブルーシートと共に土槽フレームに押し当てる形で設置しているため、高水位状態での区画用コンパネと土槽フレームの遮水性はそれほど高くなく、試験体 4 の排水能力低下に伴う高水位状態では、試験体 5、試験

表 3.3-1 終了時点の間隙水圧値と水位計による水位

ケース	降雨強度	試験体 No.		終了時点での間隙水圧値 (kPa)						水位計による 水位 (m)
				壁面からの距離 (m)			新工法平均値			計測位置： 壁面からの 距離 2.6m
				0.5	1.9	3.3	0.5	1.9	3.3	
CASE1-1	150mm/h	1	新工法(A)	12.5	17.4	19.2	10.5	16.3	19.1	—
CASE1-2		2	新工法(B)	9.8	15.6	19.4				1.95
CASE1-3		3	新工法(C)	9.2	15.9	18.8				—
CASE1-4		4	従来工法(RC-40)	12.2	17.5	20.0	—	—	—	—
CASE1-5		5	新工法(A 止水コン)	11.4	16.9	20.2				2.00
CASE1-6		6	従来工法(C-40)	12.5	18.1	19.7				—
CASE2-1	110mm/h	1	新工法(A)	9.4	13.2	15.9	8.4	13.2	15.9	—
CASE2-2		2	新工法(B)	7.9	13.1	15.8				1.62
CASE2-3		3	新工法(C)	8.1	13.2	15.9				—
CASE2-4		4	従来工法(RC-40)	11.8	15.3	17.2	—	—	—	—
CASE2-5		5	新工法(A 止水コン)	10.2	14.9	18.1				1.77
CASE2-6		6	従来工法(C-40)	11.4	15.4	17.4				—
CASE3-1	50mm/h	1	新工法(A)	9.1	10.3	12.0	7.3	9.8	11.4	—
CASE3-2		2	新工法(B)	6.5	9.6	11.0				1.21
CASE3-3		3	新工法(C)	6.2	9.4	11.2				—
CASE3-4		4	従来工法(RC-40)	10.8	12.2	12.9	—	—	—	—
CASE3-5		5	新工法(A 止水コン)	8.2	11.2	13.6				1.29
CASE3-6		6	従来工法(C-40)	8.6	11.2	12.3				—
CASE4-1	150mm/h (2回目)	1	新工法(A)	11.8	15.8	17.9	10.2	15.5	17.7	—
CASE4-2		2	新工法(B)	10.2	15.6	17.8				2.00
CASE4-3		3	新工法(C)	8.5	15.0	17.4				—
CASE4-4		4	従来工法(RC-40)	20.2	21.2	21.4	—	—	—	—
CASE4-5		5	新工法(A 止水コン)	13.4	18.1	21.6				2.27
CASE4-6		6	従来工法(C-40)	12.0	17.7	20.0				—
CASE5-1	110mm/h (2回目)	1	新工法(A)	11.5	14.7	16.6	10.2	14.5	16.4	—
CASE5-2		2	新工法(B)	10.8	14.8	16.5				1.80
CASE5-3		3	新工法(C)	8.3	14.0	16.2				—
CASE5-4		4	従来工法(RC-40)	21.9	21.8	21.5	—	—	—	—
CASE5-5		5	新工法(A 止水コン)	13.4	17.8	20.4				2.14
CASE5-6		6	従来工法(C-40)	12.1	17.0	19.3				—

体6の排水に試験体4よりの降雨が回り込んでいる状況が考えられる。

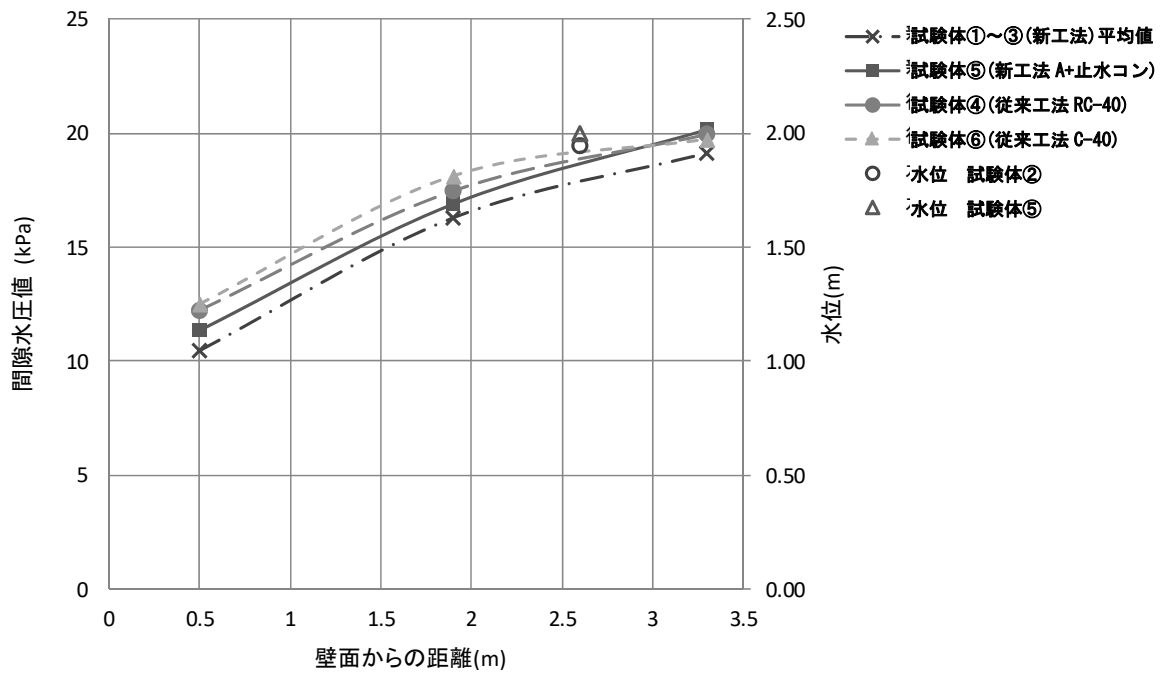


図 3.3-1 終了時の間隙水圧値と水位 (CASE1)

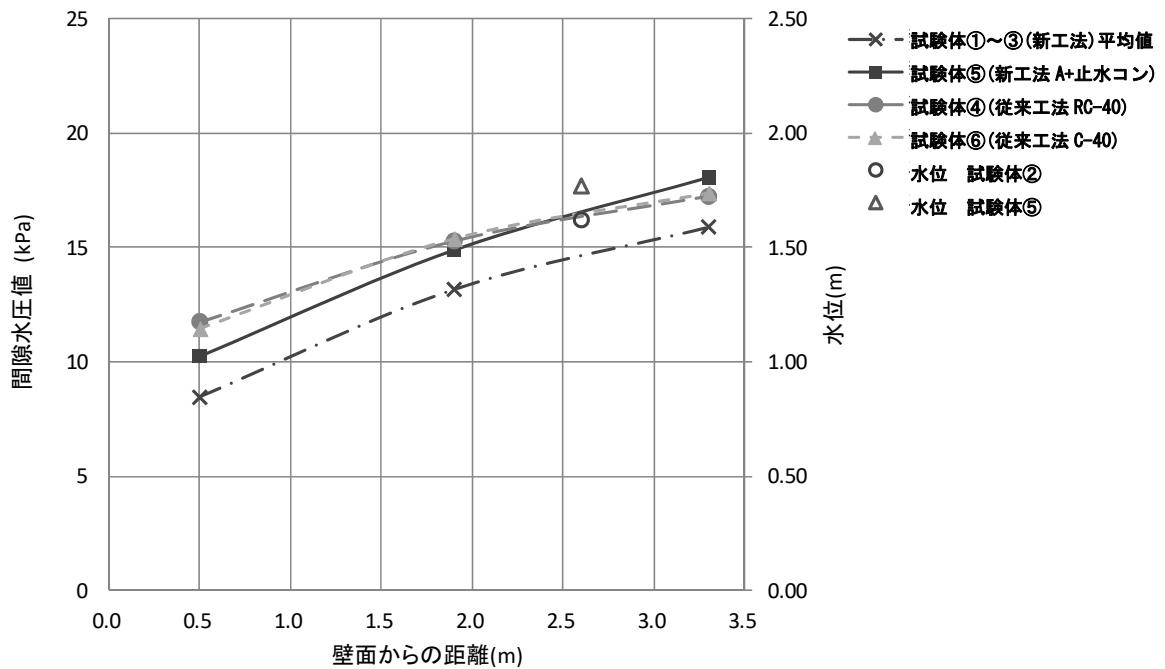


図 3.3-2 終了時の間隙水圧値と水位 (CASE2)

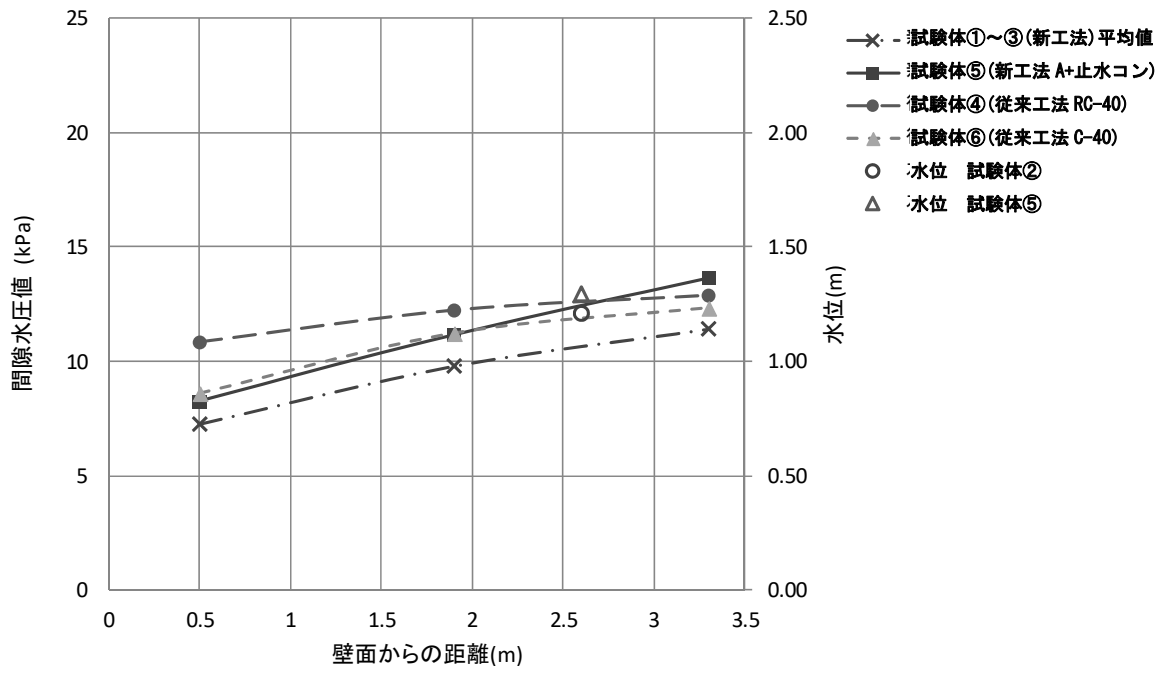


図 3.3-3 終了時の間隙水圧値と水位 (CASE3)

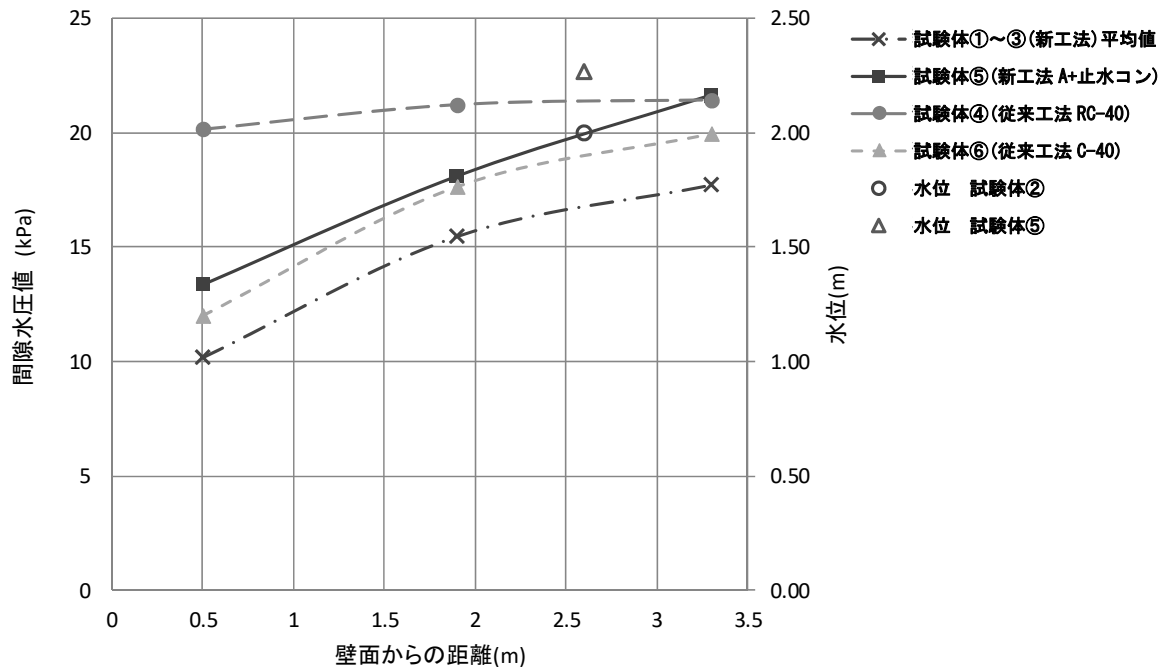


図 3.3-4 終了時の間隙水圧値と水位 (CASE4)

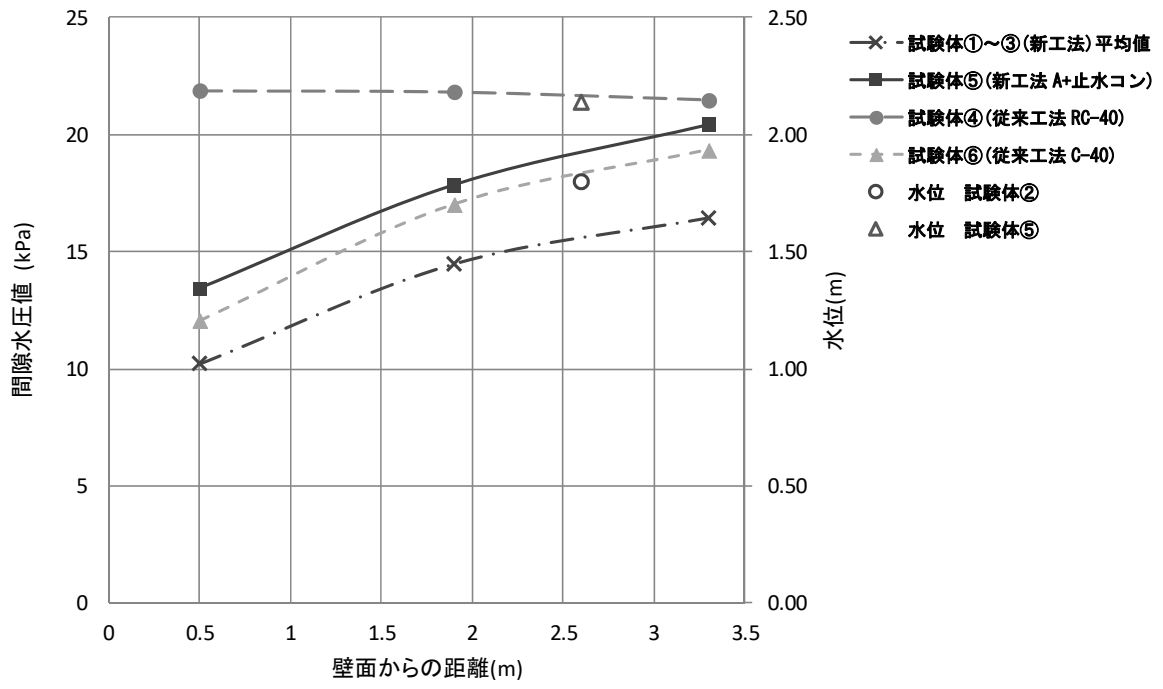


図 3.3-5 終了時の間隙水圧値と水位 (CASE5)

3.4 実験終了後の透水マットの状態

実験終了後の透水マットを写真3.4-1に示す。擁壁からの剥がれや損傷等は確認されなかった。試験体1の透水マット(A)については、写真3.4-2に示すように水抜き孔の位置でフィルターの色が変わっていたことから、背面土の細粒分がフィルターに付着したものと考えられる。

試験体1（新工法（A））の透水マット(A)において、写真3.4-3に示すように横貼りの透水マット内に土砂が混入していた。透水マットの端部処理が十分ではなく、土砂が入り込んだものと考えられる。透水マットの性能を発揮するためには、確実な端部処理が重要であることが確認された。



試験体 1～3



試験体 4～6

写真 3.4-1 実験終了後の状況



写真 3.4-2 透水マット水抜き穴位置の
フィルター状況（試験体 1, 透水マット(A)）



写真 3.4-3 透水マット内への
土砂混入状況（試験体 1, 透水マット(A)）

4. 考察

4.1 各試験体の排水性能

擁壁背面の透水層に砕石(C-40)を用いた一般的な仕様の試験体6を基準試験体として、各試験体の排水性能について検討した。

1) 排水量

表4.1-1に、表3.1-2の値を基に試験体6(砕石C-40)を基準とした各試験体の排水開始までの経過時間、定常化時点排水量、理論降雨量90%相当量到達時間についての割合を示した。試験体1~3については、各試験体の平均値も併せて示した。なお、CASE4、CASE5では、試験体4(再生砕石RC-40)の間隙水圧分布から、試験体4の排水性能低下により試験体4より一部降雨が試験体5(新工法(A)+止水コンクリート)、試験体6(砕石C-40)に回り込んでいる状況が考えられるため、定常化時点排水量、理論降雨量90%相当量到達時間の割合については計算対象外とした。

試験体6に対する排水開始までの経過時間の割合は、試験体1では0.85~1.44、試験体2では0.81~1.41、試験体3では0.77~1.37であり、試験体1~3の平均値では0.81~1.41であった。また、試験体4では1.00~1.35、試験体5では1.00~1.06であった。

CASE1は、試験体により乾燥状態での降雨のため、排水開始までの経過時間の割合にばらつきが見られるが、その他のCASEでは、試験体4を除き、ほぼ同程度の割合と考えられる。試験体4については、降雨の繰り返しに伴う排水性能の低下により排水開始までの経過時間の割合が大きくなる傾向となっている。

CASE1~3の定常化時点排水量の割合は、試験体1~3の平均値では1.03~1.08、試験体4は0.73~0.97、試験体5では1.10~1.17であり、試験体4を除いた試験体1~3、試験体5においては、排水量が多くなることが確認された。

CASE1~3の理論降雨量90%相当量到達時間の割合は、試験体1~3の平均値では0.75~0.85、試験体5では0.69~0.86であり、試験体4を除いた試験体1~3、試験体5では、速やかな排水量増加が確認された。

表 4.1-1 試験体 6 に対する割合

	CASE	降雨強度 (mm/h)	試験体 No.	排水開始までの 経過時間	定常化時点排水量		理論降雨量 90% 相当量到達時間		
試験体 6(C-40) に対する割合	CASE1	150	1	1.08	1.07	0.99	1.08	1.07	0.76
			2	1.15		1.14		0.51	
			3	0.99		1.10		0.69	
			4	1.15		0.97		未到達	
			5	1.06		1.10		0.69	
	CASE2	110	1	1.44	1.41	0.99	1.06	0.86	0.75
			2	1.41		1.11		0.69	
			3	1.37		1.08		0.70	
			4	1.00		0.96		未到達	
			5	1.00		1.17		0.69	
	CASE3	50	1	0.85	0.81	0.81	1.03	未到達	0.85
			2	0.81		1.16		0.84	
			3	0.77		1.12		0.86	
			4	1.23		0.73		未到達	
			5	1.00		1.12		0.86	
	CASE4	150	1	1.17	1.17	※1	※1	※1	
			2	1.17					
			3	1.17					
			4	1.13					
			5	1.00					
CASE5	110	1	1.13	1.13	※1	※1			
		2	1.13						
		3	1.13						
		4	1.35						
		5	1.00						

※1 間隙水圧の分布状況から試験体 4 からの降雨の回り込み発生が考えられるため計算対象外とした。

2) 擁壁背面地盤の間隙水圧

表 4.1-2 に、表 3.3-1 の値を基に、試験体 6(砕石 C-40)の間隙水圧値を基に各試験体における割合を示した。試験体 1~3 については、各試験体の平均値も併せて示した。

なお、CASE4、CASE5 では、試験体 4 の排水性能低下により一部降雨が試験体 5、6 に回り込んでいる状況が考えられるため、割合は参考値である。

CASE1~3 における試験体 6 の間隙水圧値に対する割合は、試験体 1~3 の平均値では 0.74~0.97、試験体 5 では 0.91~1.11 であった。試験体 1~3 では、排水により試験体 6 の間隙水圧値に対する割合が低下する傾向が確認された。また、試験体 5 の割合は、試験体 6 の間隙水圧値とほぼ同程度であることが確認された。

表 4.1-2 試験体 6 の間隙水圧値に対する割合

	CASE	試験体 No.	擁壁面からの距離 (m)					
						試験体 1~3 の平均値		
			0.5	1.9	3.3	0.5	1.9	3.3
試験体 6(C-40) に対する割合	CASE1	1	1.00	0.96	0.97	0.84	0.90	0.97
		2	0.78	0.86	0.98			
		3	0.74	0.88	0.95			
		4	0.98	0.97	1.01	—	—	—
		5	0.91	0.93	1.03	—	—	—
	CASE2	1	0.92	0.86	0.91	0.74	0.86	0.91
		2	0.69	0.85	0.91			
		3	0.71	0.86	0.91			
		4	1.04	0.89	0.99	—	—	—
		5	0.98	0.97	1.04	—	—	—
	CASE3	1	1.06	0.92	0.98	0.84	0.87	0.93
		2	0.76	0.86	0.91			
		3	0.72	0.84	0.91			
		4	1.26	1.09	1.05	—	—	—
		5	0.95	1.00	1.11	—	—	—
	CASE4 ※1	1	0.98	0.89	0.90	0.85	0.88	0.89
		2	0.85	0.88	0.89			
		3	0.71	0.85	0.87			
		4	1.68	1.20	1.07	—	—	—
		5	1.12	1.02	1.08	—	—	—
CASE5 ※1	1	0.95	0.86	0.86	0.84	0.85	0.85	
	2	0.89	0.87	0.85				
	3	0.69	0.82	0.84				
	4	1.81	1.28	1.11	—	—	—	
	5	1.11	1.05	1.06	—	—	—	

※1 間隙水圧の分布状況から試験体 4 からの降雨の回り込み発生が考えられるため参考値

3) 止水コンクリートの影響

排水量について、止水コンクリート有無の影響を確認するため、定常化時排水量について、試験体 1(新工法(A))と試験体 1~3(新工法(A)、(B)、(C))の平均値における試験体 5(新工法(A)+止水コン)を基準とした排水量の割合を表 4. 1-3 に示した。試験体ごとの排水量のバラつきを考慮して、試験体 1~3 の平均排水量でも比較することとした。

なお、CASE4、CASE5 については、試験体 4(再生砕石 RC-40)の透水性低下とそれに伴う水位上昇により、試験体 5 への降雨の回り込み発生が考えられるため、参考値である。

CASE-1~3 で比較すると試験体 1 での割合は 0.72~0.91、試験体 1~3 の平均値での割合は 0.91~0.98 であった。試験体 1 の場合、CASE3 の排水量が少なく、割合として値が小さくなっており、CASE 間で差が大きい。試験体 1~3 の平均値で見ると割合の差は 0.07 である。今回の降雨実験の範囲では、止水コンクリートの有無による大きな差は認められなかった。

表 4. 1-3 試験体 5(新工法(A)+止水コン)を基準とした排水量の割合

CASE	降雨強度 (mm/h)	試験体 1(新工法(A)) に対する割合	試験体 1~3(新工法(A)、(B)、(C)) 平均値に対する割合
CASE1	150	0.91	0.98
CASE2	110	0.85	0.91
CASE3	50	0.72	0.92
CASE4 ※1	150	0.85	0.88
CASE5 ※1	110	0.76	0.80

※1 間隙水圧の分布状況から試験体 4 から試験体 5 への降雨の回り込み発生が考えられるため参考値

4.2 掘り起こした透水マットのフィルターの垂直方向透水係数

掘り起こした透水マットの目詰まりの状況を把握するために、透水マットのフィルターの透水試験を行なった。ここでは、背面土の細粒分がフィルターに付着してフィルターの色が変化しと考えられる擁壁側水抜き穴の位置と、それと対面する背面土側のフィルターで試験を行った。なお、新工法 (C) の透水マット C は、水抜き穴の位置で専用のジョイナーを差込むタイプであり、擁壁側にフィルターを有していないことから、背面土側だけで試験を行った。

試験は「擁壁用透水マット技術マニュアル」付録「擁壁用透水マットの試験方法」¹⁾の面に垂直方向の透水性能試験法 B 法に基づいて行なった。掘り起こした透水マットのフィルターを入れた透水円筒の上部から注水し、越流水がほぼ一定となった後に時刻 t_1 から t_2 までの一定時刻(sec)内に越流する水量 $Q(\text{cm}^3)$ 、水温 $T(^{\circ}\text{C})$ 、水頭 $h(\text{cm})$ を測定し、水温 15°C に対する試料 (透水フィルター) の透水性能を表わす係数 k_{15} を次式で算定した。

$$k_{15} = \frac{\eta_T}{\eta_{15}} \times \frac{d}{h} \times \frac{Q}{A(t_2 - t_1)} \quad (\text{cm/sec})$$

- ここで、
- k_{15} : 温度 15°C における透水性能を表す係数(cm/sec)
 - η_T/η_{15} : 温度 15°C に対する温度 $T^{\circ}\text{C}$ のときの粘性係数の補正係数
 - d : 試料 (透水フィルター) の厚さ(cm)
 - h : 水頭(cm)
 - Q : 越流量量(cm^3)
 - A : 試料 (透水フィルター) の断面積(cm^2)
 - $t_2 - t_1$: 流出水量の測定時間(sec)

試験結果を表 4.2-1 に示す。いずれも壁側 (水抜き孔位置) の方が透水係数が小さい。土側は全面から水が入り、面内に入った (細粒分を含んだ) 水が水抜き孔から排出されるため、局所的に目詰まりによってフィルターの色が変化し、透水係数が小さい結果になったものと考えられる。

表 4.2-1 掘り起こした透水マットフィルターの垂直方向透水係数

試験体 No.	透水マット	マット1枚時の垂直方向の透水係数 (cm/sec)	試験結果 (cm/sec)	
			壁側	土側
1	新透水マット A	1.58×10^{-2}	1.34×10^{-2}	2.60×10^{-2}
2	新透水マット B	1.00×10^{-1}	1.89×10^{-1}	2.38×10^{-1}
3	新透水マット C	4.42×10^{-2}	—	2.89×10^{-2}
4	透水マット A	1.58×10^{-2}	1.53×10^{-2}	2.43×10^{-2}
5	新透水マット A	1.58×10^{-2}	2.53×10^{-2}	3.13×10^{-2}
6	透水マット A	1.58×10^{-2}	1.10×10^{-2}	3.24×10^{-2}

4.3 降雨実験終了後の砕石(C-40)と再生砕石(RC-40)の状態

降雨実験終了後に擁壁背面土を撤去し、試験体 4、6 で使用した砕石(C-40)、再生砕石(RC-40)の特性について確認した。確認項目を表 4.3-1 に示す。

表 4.3-1 砕石(C-40)、再生砕石(RC-40)の確認項目

項目	確認事項	確認方法
状態	表面の状態	目視、触手
	内部の状態	
	透水マット接触面の状態	
硬度	表面硬度	山中式土壌硬度計
pH	アルカリ度確認	pH 計
粒度	粒度分布	粒度試験

1) 状態

砕石(C-40)、再生砕石(RC-40)を露出させ、目視及び手触りにより状態を確認した。

- ・砂を取り除いた状態で砕石(C-40)、再生砕石(RC-40)は、自立していた（写真 4.3-1、2 参照）。
- ・砕石(C-40)は表面を触るとボロボロと剥落する状態であったのに対し、再生砕石(RC-40)は表面が固化したように自立していた。
- ・砕石(C-40)には内部、透水マット接触面ともに湿り気が有ったが、再生砕石(RC-40)には内部、透水マット接触面とも湿り気が無かった。
- ・砕石(C-40)に接していた透水マットのフィルターには湿り気が有ったが、再生砕石(RC-40)に接していた透水マットのフィルターには湿り気が無かった。



写真 4.3-1 砕石(C-40) 露出状況



写真 4.3-2 再生砕石(RC-40) 露出状況

2) 硬度

砕石(C-40)、再生砕石(RC-40)の表面硬度を山中式硬度計により計測した。上面 30 箇所を計測した平均値は砕石(C-40)が 15.3mm、再生砕石(RC-40)が 20.5mm と再生砕石(RC-40)の方が硬いことが確認された。

3) pH

砕石(C-40)、再生砕石(RC-40)、擁壁背面盛土の砂の pH 計測値を表 4.3-2 に示す。計測

値に有意な差は確認されなかった。

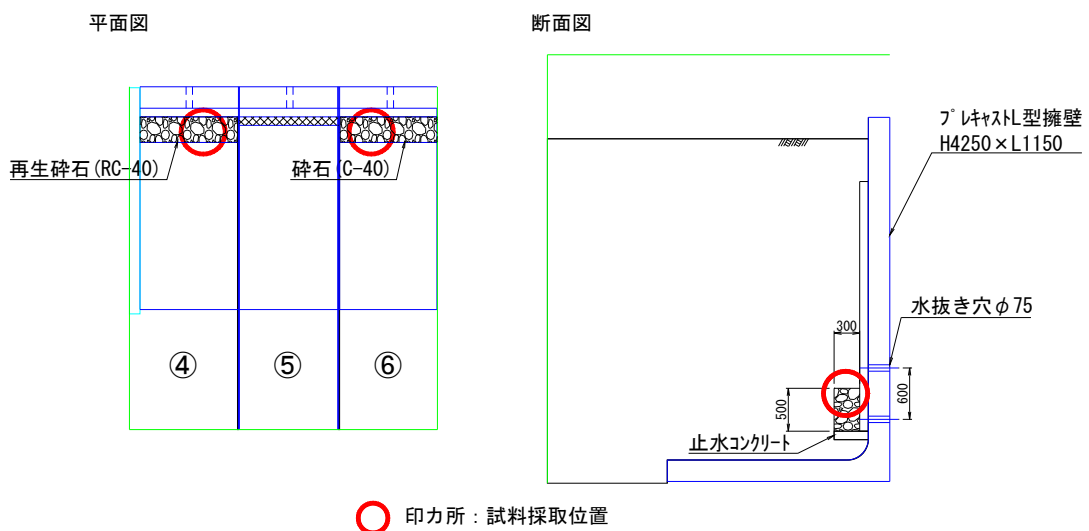
表 4.3-2 pH 計測値

計測箇所	試験体 4	試験体 5	試験体 6
砕石(C-40)	—	—	6.6
再生砕石(RC-40)	6.6	—	—
擁壁背面盛土の砂	6.6	6.1	6.6

4) 粒度分布

砕石(C-40)、再生砕石(RC-40)を採取し、実験後の粒度分布を確認した。図 4.3-1 に試料採取位置、写真 4.3-3、4 に試料採取状況と採取試料を示す。

表 4.3-3 に粒度分布試験結果を、図 4.3-2 に粒度曲線を材料成績表の値と併に示す。砕石(C-40)では、実験終了後の分布は材料の成績表とほぼ同じであるが、再生砕石(RC-40)では、おおよそ粒径 0.4mm～5mm の砂分と礫分が増加して分布が大きく変化しており、降雨に伴う廃コンクリートに含まれるセメント分による固化により、再生砕石の性状が変化していることが確認された。



○ 印力所：試料採取位置

図 4.3-1 試料採取位置



写真 4.3-3 試料採取状況



写真 4.3-4 試料(左:再生砕石、右:砕石)

表 4.3-3 粒度分布試験結果

砕石(C-40)					
ふるい(mm)	残留試料質量(g)	加積残留試料質量(g)	加積残留率(%)	加積通過率(%)	通過質量百分率(%)
40	0	0	0.0	100.0	100.0
20	293.16	293.16	14.7	85.3	85.3
10	489.9	783.06	39.2	60.8	60.8
4.75	403.12	1186.18	59.4	40.6	40.6
3.35	189.75	1375.93	68.9	31.1	31.1
2	231.86	1607.79	80.5	19.5	19.5
1.18	181.47	1789.26	89.6	10.4	10.4
0.85	70.52	1859.78	93.1	6.9	6.9
0.425	80.67	1940.45	97.2	2.8	2.8
0.25	27.26	1967.71	98.6	1.4	1.4
0.106	20.52	1988.23	99.6	0.4	0.4
0.075	3.26	1991.49	99.7	0.3	0.3
0.075以下	5.1				
合計	1996.59				

再生砕石(RC40)					
ふるい(mm)	残留試料質量(g)	加積残留試料質量(g)	加積残留率(%)	加積通過率(%)	通過質量百分率(%)
40	0	0	0.0	100.0	100.0
20	408.06	408.06	20.5	79.5	79.5
10	357.39	765.45	38.4	61.6	61.6
4.75	270.77	1036.22	51.9	48.1	48.1
3.35	127.85	1164.07	58.3	41.7	41.7
2	176.82	1340.89	67.2	32.8	32.8
1.18	171.91	1512.8	75.8	24.2	24.2
0.85	95.08	1607.88	80.6	19.4	19.4
0.425	195.16	1803.04	90.4	9.6	9.6
0.25	106.58	1909.62	95.7	4.3	4.3
0.106	65.08	1974.7	99.0	1.0	1.0
0.075	7.86	1982.56	99.4	0.6	0.6
0.075以下	12.57				
合計	1995.13				

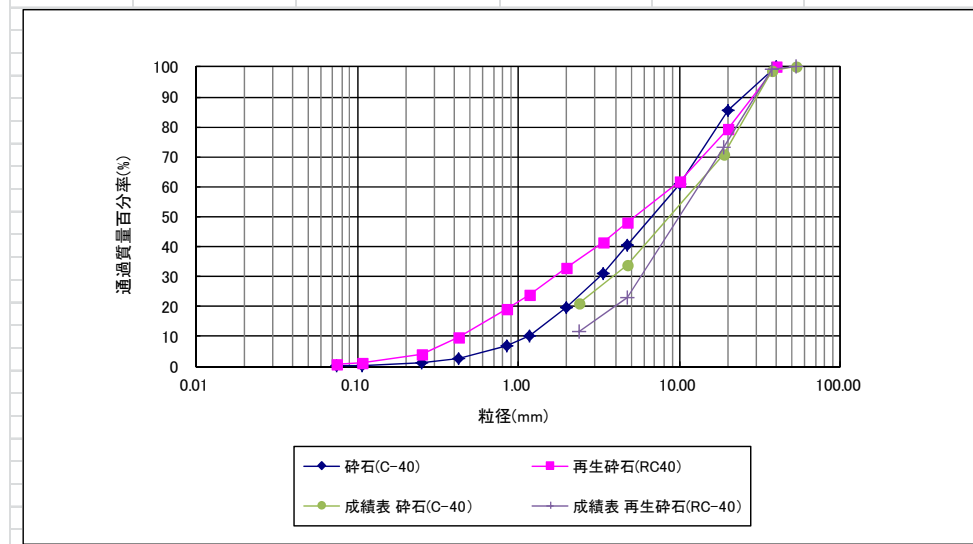


図 4.3-2 粒度曲線

4.4 再生砕石(RC-40)について

擁壁背面の透水層に再生砕石(RC-40)を用いた試験体4では、全ての実験CASEで上部水抜き孔から排水が観察されており、CASE2以降、下部水抜き孔からの排水量減少が認められ、CASE4、5では主に上部水抜き孔から排水が行われていたと考えられる。また、CASE4、5の擁壁背面の間隙水圧値における水位差がほとんどなくなり、擁壁背面盛土地盤は飽和状態に達していたと考えられる。

降雨実験終了後の状態観察から、再生砕石(RC-40)内部、透水マット接触面、透水マットのフィルターには湿り気が無く、表面が固化した様子が確認されており、降雨実験に伴う水分供給により再生砕石(RC-40)の廃コンクリートに含まれるセメント分が固化したことにより再生砕石(RC-40)層表面が固化し、内部への水の浸透が遮断され透水性の低下とともに排水阻害が発生したと推察される。

再生砕石については再生材料の利用促進の観点から使用が推奨されているところであるが、排水を主目的とした場所への使用については、廃コンクリートに含まれるセメント分を洗い流した上での使用などの注意が必要である。

参考文献

- 1) 「擁壁用透水マット技術マニュアル」監修 建設省建設経済局民間宅地指導室、社団法人全国宅地擁壁技術協会、平成3年4月

5. まとめ

高さが 3m を超え 5m 以下の宅地擁壁を対象に、今回実施した新工法に求められる基本性能を満たした新透水マット（付録 1 参照）の中から 3 種類を選定し、表 5-1 に示す大型土槽地盤中に設置した実大宅地擁壁試験体で人工降雨装置による降雨実験を行い、以下の様な結果が得られた。なお、3.4 実験終了後の透水マットの状態に示したように、実験において透水マットの擁壁からの剥がれや損傷は確認されなかった。

表 5-1 試験体一覧

試験体 No.	試験体呼称	試験体仕様		
		透水マット種類	併用する透水層	止水コンクリート
1	新工法(A)	透水マット A	新透水マット A (2 枚重ねタイプ)	なし
2	新工法(B)	透水マット B	新透水マット B (厚み UP タイプ)	
3	新工法(C)	透水マット C	新透水マット C (2 枚重ねタイプ)	
4	従来工法(RC-40)	透水マット A	再生砕石(RC-40)	あり
5	新工法(A 止水コン)	透水マット A	新透水マット A (2 枚重ねタイプ)	
6	従来工法(C-40)	透水マット A	砕石(C-40)	

- ①透水層に透水マットを 2 枚重ねる又は厚みを増す新工法(A)、(B)、(C)を用いた試験体 1～3 では、透水マットの種類(A、B、C)の違いによる排水開始までの時間に大きな差は見られなかった。
- ②透水層に砕石(C-40)を用いた一般的仕様の試験体 6 を基準とした定常化時点排水量の割合は、試験体 1～3 の平均値では 1.03~1.08、試験体 5 では 1.10~1.17 であり、試験体 1～3、試験体 5 においては、排水量が多くなることが確認された。同様に理論降雨量 90% 相当量到達時間の割合は、試験体 1～3 の平均値では 0.75~0.85、試験体 5 では 0.69~0.86 であり、試験体 1～3、試験体 5 において速やかな排水量増加が確認された。
- ③試験体 6 を基準とした間隙水圧値に対する割合は、試験体 1～3 の平均値では 0.74~0.97、試験体 5 では 0.91~1.11 であり、試験体 5 では試験体 6 とほぼ同程度、試験体 1～3 では排水に伴う割合低下傾向が確認された。
- ④止水コンクリートの影響を試験体 1～3 と試験体 5 で検討したが、今回の降雨実験の範囲では、大きな差は認められなかった。
- ⑤透水層に再生砕石(RC-40)を用いた試験体 4 では、降雨による水分供給により廃コンクリートに含まれるセメント分が固化したことにより表面が固化し、内部への水の浸透が遮断され排水性能の低下とともに排水阻害が発生したと考えられる。排水を主目的とした場所への再生砕石の使用は、廃コンクリートに含まれるセメント分を洗い流した上で使用するなどの注意が必要である。

6. 今後の課題

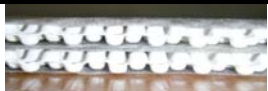






透水マットの透水性能は、確実な施工の上で発揮されるものであり、実験に用いた新しい透水マット工法も確実に施工されていることを第三者がチェック出来ることが望ましい。また、透水マットが化学製品であることを考慮すれば、長期耐久性の確認を目的とした実現場における経過状況観察等を実施していく必要がある。

付録1 新透水マットの基本性能確認試験

1. 新透水マットの種類

新工法に使用する新透水マットの種類を表 1-1 に示す。

表 1-1 新透水マットの種類

タイプ	製品名 (製造元)	製品断面写真
2枚重ねタイプ	製品 A (A 社)	
	製品 B (B 社)	
	製品 C (C 社)	
	製品 D (D 社)	
厚み UP タイプ	製品 E (E 社)	
	製品 F (F 社)	
	製品 G (G 社)	

宅地擁壁に用いる透水マットの性能評価項目と基準については、「擁壁用透水マット技術マニュアル」¹⁾にとりまとめられている。また、その試験方法は「擁壁用透水マット技術マニュアル」の付録に示される、建築研究資料 No.73「擁壁用透水マットの試験方法」²⁾によっている。

新透水マットの性能評価項目と基準を表 1-2 に示す。新透水マットの性能評価については、透水マットの性能評価全 8 項目の内、過去の試験結果が適用出来る項目については、そのまま準用するものとした。新たに実施する新透水マットの性能評価項目について、2枚重ねタイプについては面に垂直方向の透水性能と力学特性である圧縮クリープ特性、厚み UP タイプについては面内方向の透水性能と力学特性である圧縮クリープ特性を実施した。

表 1-2 新透水マットの性能評価項目と基準

	項目	基準	新透水マット試験実施項目	
			2枚重ねタイプ [°]	厚み UPタイプ [°]
1	面に垂直方向の透水性能	裏込め土の透水係数の5倍以上で、かつ $1 \times 10^{-2} \text{cm/sec}$ 以上。	○	過去認定結果準用
2	面内方向の透水性	所定の上載圧 ($\sigma_v = 0.5 \text{kgf/cm}^2$, $i = 1.0$) をかけた状態で $15 \text{cm}^3/\text{sec/cm}$ 以上。	過去認定結果準用	○
3	土に接した状態での透水実験 ①排水実験	所定の排水試験及び複合透水試験(目詰まり試験)を行い、砂利又は碎石の場合と比較して同等以上の排水効果があることを確認。	過去認定結果準用	過去認定結果準用
4	土に接した状態での透水実験 ②複合透水試験(目詰まり試験)	透水マットの単位面積当たりの土粒子の通過重量(乾燥重量)が排水試験及び複合透水試験ともに 0.1gd/cm^2 以下。	過去認定結果準用	過去認定結果準用
5	圧縮クリープ特性	所定の試験を行い、試験中に急激な圧縮変形を生じないこと、及び載荷1時間経過後から圧縮率は、載荷1時間経過後の高さの20cm程度以下とし、クリープによる有害な変形を生じないこと。	○	○
6	土及びコンクリートとの摩擦特性	上載圧 0.6kgf/cm^2 以下の4種類でいずれも土の内部摩擦角の1/2以上を確保。	過去認定結果準用	過去認定結果準用
7	化学的特性 ①耐酸性・耐アルカリ耐性	所定の試験を行い、引張り強さ、引裂強さの残存率80%以上。	過去認定結果準用	過去認定結果準用
8	化学的特性 ②微生物劣化	微生物劣化試験におけるカビ抵抗値は「2」。	過去認定結果準用	過去認定結果準用

新透水マットは、従来の透水マットと同様な材料特性・排水性能等が求められる。以下に、新透水マットの設計に必要な性能を示す。

1) 面に垂直方向の透水性能

新透水マットは、裏込め土中の水を集水するに十分な、面に垂直方向の透水性能を有していなければならない。

裏込め土の透水係数は、通常 $1 \times 10^{-7} \sim 1 \times 10^{-2} \text{cm/sec}$ 程度であり、新透水マットの透水性能は、裏込め土の透水性能と同等以上であれば集水するのに支障はないが、ここでは安全性を考慮し、従来の透水マットと同様に、新透水マットの面に垂直方向の透水性能を表す係数は、裏込め土の透水係数の5倍以上で、かつ $1 \times 10^{-2} \text{cm/sec}$ 以上を確保するものとする。

2) 面内方向の透水性

面に垂直方向から集水された土中水は、新透水マットの面内方向を流下し、排出される。したがって新透水マットは、擁壁の裏面全体から集水された水を一度に排水するに十分な、面内方向の透水性能を有している必要がある。

従来の透水マットの検討結果から、新透水マットに要求される面内方向の透水性能としては、所定の条件下における透水量が $15 \text{cm}^3/\text{sec/cm}$ (新透水マット通水断面の幅方向1cm当り) 程度以上は必要と考えられる。

3) 力学特性

擁壁の裏面に設置される新透水マットは、裏込め土等の土圧により圧縮変形を起こす可能性がある。特に新透水マットは長期間にわたり荷重を受けるので、圧縮クリープ変形により排水能力が低下しないことを、所定の圧縮クリープ試験を行って確認する必要がある。

この圧縮クリープ試験においては、従来の透水マットと同様に、試験中に急激な圧縮変形を生じないこと、及び載荷1時間経過後からの圧縮率は、載荷1時間経過後の高さ20%程度以下とし、クリープによる有害な変形を生じないことを確認する。

2. 基本性能確認試験方法

(1) 面に垂直方向の透水性能

本試験は、透水マット単体について、透水マットの面に垂直方向の透水性を調べる試験であり、透水マットの最も基本的な性能を評価する試験である。透水マットの面に垂直方向の透水性能を求める試験については、その形状、透水性等により A 法又は B 法のいずれかの方法を選定する。

今回実施した面に垂直方向の透水性能試験B法を以下に示す。（「建築研究資料第73号 擁壁用透水マットの試験方法 平成3年2月建設省建築研究所」より抜粋。）

2枚重ねタイプについては、フィルターを2枚重ねにして試験を行った。なお、厚さUPタイプについては、従来品と同じ透水フィルターを使用しており、従来品での面に垂直方向の排水性能とした。

1) 適用範囲

この規準は、透水マットの面に垂直方向の透水性能を求める試験について規定する。

2) 試験用具

①試験容器（図2-1参照）

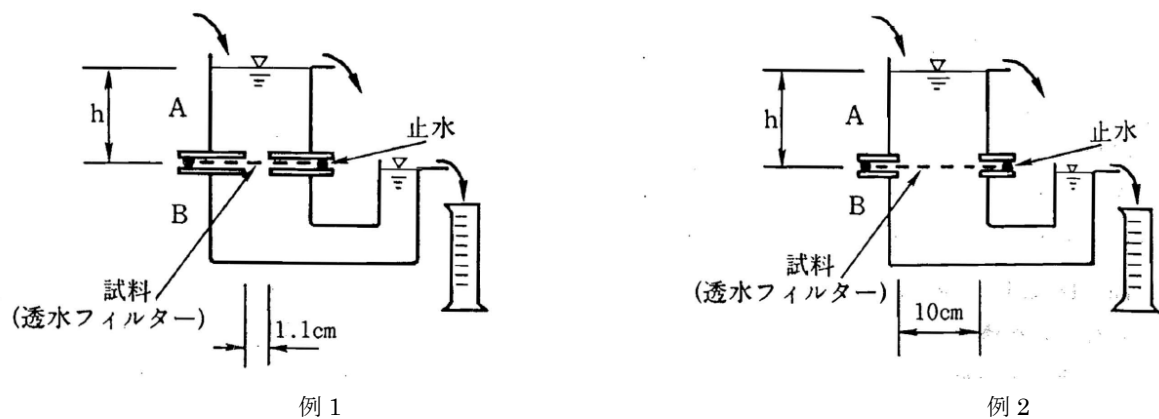


図2-1 試験容器（例）

i) 上部透水円筒（以下「透水円筒A」という。）

内径が10～15cm程度であり、越流口までの高さが10～15cm程度でその上部に越流口を持つプラスチック製の円筒。

ii) 下部透水円筒（以下「透水円筒B」という。）

内径が10～15cm程度であり、高さ10～15cm程度でその下部に内径5 cm程度の透水円筒を取付け、立ち上げて下部透水円筒の上面と同じ高さで越流できるようにしたもの。

iii) つば付プレート

透水円筒Bの下部及び透水円筒Bの上部は面積 1cm^2 （直径1.1cm）及び 78.5cm^2 （直径10cm）の透水断面を有するつば付プレートを取付ける。

②棒状温度計

- ③ストップウォッチ
 - ④定規 (1mm目盛のもの)
 - ⑤メスシリンダー (測定水量の1/100以下の目盛を有するもの)
- 3) 試料 (透水フィルター) の準備及び調整
- ①試料 (透水フィルター) をつば付プレートに合わせて切断し、十分に湿潤させた状態にする。
 - ②試料 (透水フィルター) を透水円筒AとBの間にセットし、ゴム帯を取付けて漏水を防止する。又、試料 (透水フィルター) の透水断面積A (cm²) を求めておく。
 - ③試料 (透水フィルター) の厚さ d (cm) をあらかじめ1.96kPa (20gf/cm²) の荷重下で測定しておく。
- 4) 試験方法
- ①透水円筒Aの上部から静かに注水する。
 - ②透水円筒Bの排水口からの排水量がほぼ一定になったら、時刻 t_1 から時刻 t_2 までの一定時間 t (sec) 内に排水する水量 Q (cm³) をメスシリンダーで測定する。測定は3回以上行う。
 - ③水槽の水の温度 T (°C) を測定する。
 - ④図2-1の水頭 h (cm) を計る。
- 5) 試験結果の整理
- ①測定時の温度 T (°C) に対する、試料 (透水フィルター) の透水性能を表す係数 k_T を次式で算定する。

$$k_T = \frac{d}{h} \times \frac{Q}{A(t_2 - t_1)}$$

ここで k_T : T (°C) における透水性能を表す係数 (cm/sec)

d : 資料 (透水フィルター) の厚さ (cm)

h : 水頭 (cm)

Q : 越流量 (cm³)

A : 資料 (透水フィルター) の断面積 (cm²)

- ②温度15 (°C) に対する、試料 (透水フィルター) の透水性能を表す k_{15} は、温度 T (°C) に対する水の粘性係数による補正係数 η_T / η_{15} を表2-1により求め、次式によって計算する。

$$k_{15} = k_T \frac{\eta_T}{\eta_{15}}$$

ここで k_{15} : 温度15 (°C) に対する透水性能を表す係数 (cm/sec)

k_T : 温度 T (°C) に対する透水性能を表す係数 (cm/sec)

η_T / η_{15} : 温度15 (°C) に対する温度 T (°C) のときの粘性係数の補正係数

表2-1 透水性能を表す係数の温度 T (°C) による補正係数 η_T / η_{15}

JISZ8803-1976

T°C	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
0	1.575	1.547	1.521	1.495	1.470	1.446	1.424	1.400	1.378	1.356
5	1.336	1.315	1.295	1.275	1.225	1.237	1.217	1.200	1.182	1.165
10	1.149	1.132	1.116	1.099	1.085	1.069	1.055	1.041	1.027	1.013
15	1.000	0.987	0.975	0.962	0.950	0.963	0.925	0.914	0.902	0.891
20	0.880	0.870	0.859	0.849	0.839	0.829	0.819	0.809	0.800	0.791
25	0.782	0.773	0.764	0.757	0.748	0.740	0.731	0.723	0.715	0.707
30	0.700	0.693	0.685	0.678	0.671	0.664	0.657	0.651	0.645	0.638
35	0.632	0.626	0.620	0.613	0.607	0.602	0.596	0.591	0.584	0.579
40	0.574	0.569	0.564	0.559	0.554	0.549	0.544	0.540	0.535	0.530
45	0.525	0.521	0.517	0.511	0.507	0.503	0.498	0.494	0.490	0.486

$$\eta_{15} = 0.01138 \times 10^{-1} Pa \cdot s \quad (0.1160 gf \cdot sec / m^2)$$

6) 試験結果の報告

前述の方法で求めた透水マットの面に垂直方向の透水性能を表す (k_{15}) の平均値を報告する。これまでの試験結果では、透水マットの面に垂直な方向の透水性能を表す係数 (k_{15}) は、 $1 \times 10^{-2} cm/sec$ 以上の値が得られている。この値は礫を除く普通土の透水係数よりも大きい値である。

(2) 面内方向の透水性能

面内方向の透水性能試験方法は下記の通りである。(「建築研究資料第 73 号 擁壁用透水マットの試験方法 平成 3 年 2 月建設省建築研究所」より抜粋。)

1) 適用範囲

この規準は、透水マットの面内方向の透水性能を求めるための試験について規定する。

2) 試験用具

①試験装置 (図 2-2 参照)

試料 (透水マット) に任意の上載圧を載荷した状態で定水位の透水性能試験が可能な構造とする。

i) 上載圧載荷装置

上載圧を載荷可能な載荷板、反力フレームからなる装置。

ii) 定水頭供給装置

任意の水頭が設定できる構造のもの。

iii) 透水容器

流水路と載荷板に囲まれ、両端部に供給および排水用の水槽が接続されており、透水容器の内側には、ゴムスリーブ等の層が設けられており、ゴムスリーブ等に収納した試料 (透水マット) に通水できる構造とする。

②ひずみ式変位計 精度 1/100mm のものとする。

③水 多量に必要とするので水道水とする。

④ストップウォッチ

- ⑤定規 精度 1mm のもとする。
- ⑥はかり ひょう量 10kg 程度、感量 1g のもの。
- ⑦棒状温度計

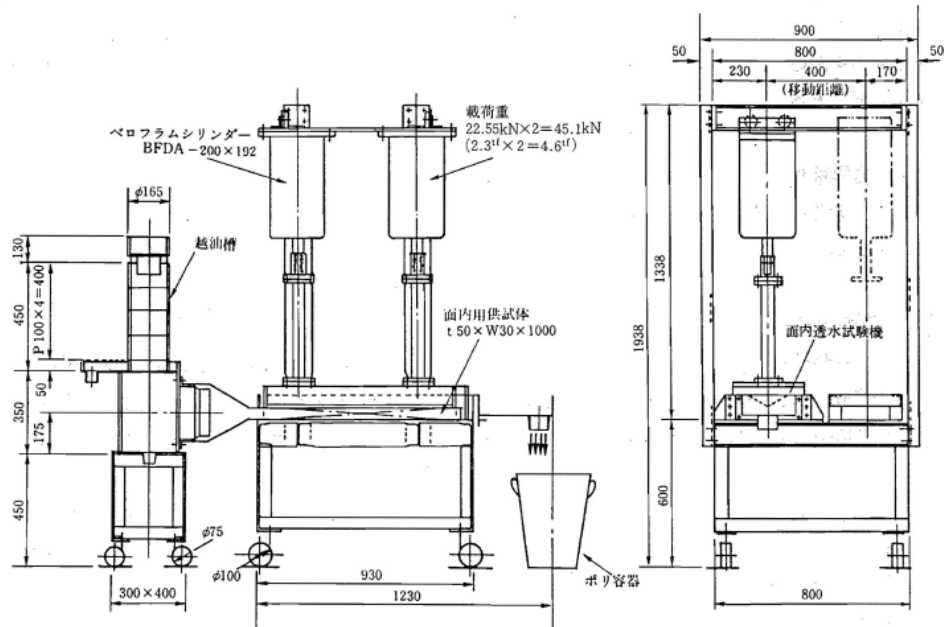


図 2-2 面内方向の透水試験装置 (例)

3) 試料の準備および調整 (試験条件)

- ①試料 (透水マット) を幅 10cm 以上、長さは幅の 2~3 倍程度 (装置にあわせる) に切断し、試料 (透水マット) とする。
- ②試料 (透水マット) をゴムスリーブ等で被覆する。なおゴムスリーブ等は、試料 (透水マット) の大きさに応じてその直径、周長を決める。
- ③給水側のゴムスリーブ等の周囲は、漏水しないように止水を行う。なお一例として、ゴムスリーブの接続部を Oリングおよび固定金具を用いて圧着させる方法を示す。(図 2-3 参照)

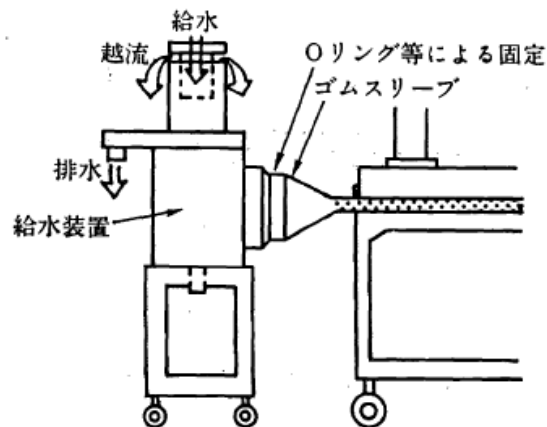


図 2-3 給水側ゴムスリーブの取り付け (例)

- ④透水容器内に試料（透水マット）をセットする。
- ⑤ゴムスリーブ等の排水口の周囲は、ゴムスリーブ等周囲（特に隅角部）から透水容器内に逆流しないように、粘着性の強いグリス、シリコンゴム等により間隔を充填し、止水処理を行う。（図 2-4 参照）

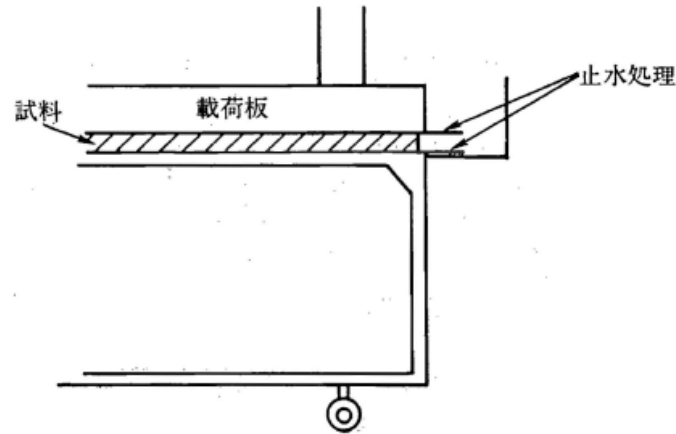


図 2-4 排水側止水（例）

- ⑥ $\delta_v = 49.0kPa$ ($0.5kgf/cm^2$) 以上の上載圧を載荷する。
- ⑦水の流れを一定方向定常流になるように調整する。また動水勾配をそれぞれ $i=0.1$ 、 0.2 、 0.4 とする。

4) 試験方法

①圧縮過程

i) 初期厚さの設定

試料（透水マット）の初期厚さにゴムスリーブ等の高さを加えた高さとなるよう載荷板を調整しながらセットし（非常に小さな上載圧を加えてもよい）、所定の上載圧 $\delta_v = 49.0kPa$ ($0.5kgf/cm^2$) を載荷する。載荷中の圧縮量はひずみ式変位計（精度 $1/100mm$ ）を用いて測定し、測定時間は、原則として土の圧密試験法（JIS A 1217）に準拠し、試験開始後 6、9、15、30 秒、1、1.5、2、3、5、7、10、15、30、40 分、1、1.5、2、3、6、24 時間とする。

ii) 圧縮量の補正

圧縮量は、ゴムスリーブ等で被覆した試料（透水マット）の圧縮量を測定する。このため、各荷重段階における試料（透水マット）の圧縮量は、前もって測定したゴムスリーブ等単体の圧縮量を減じた値を用いるものとする。

② 透水試験条件

i) 水

多量に必要とするので、水道水とする。

ii) 試験パターン（水の流し方）

試験パターンは図 2-5 による。*

*：各ケース毎（ $i=0.1$ 、 0.2 、 0.4 ）の試験初期条件を一定とするための予備の通水時間を設ける。

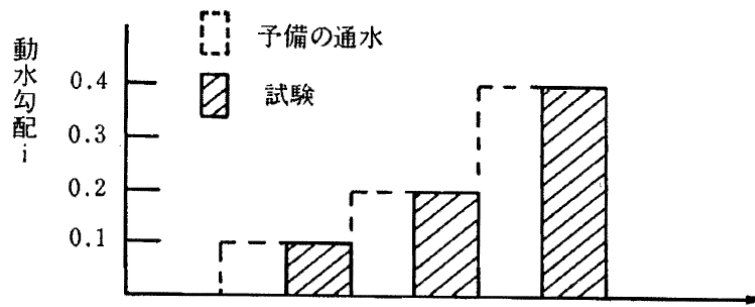


図 2-5 透水試験パターン

iii) 通水時間

各 2 時間とする。ただし、2 時間後の透水量が安定しない場合は透水量が安定するまで通水を継続する。

③ 測定

- i) 透水量 20 分間隔で採水し、採水時間は、10~20 秒とする。
- ii) はかりを用いて、採水した質量を測定する。
- iii) 圧縮量 透水過程終了まで継続して測定する。

5) 試験結果の整理

① 透水能力

試料（透水マット）の単位幅当たりの透水量を次式で求める。

$$q_p' = q_p / B$$

ここで q_p' : 透水能力 (cm²/sec/cm)

q_p : 透水量 (cm²/sec)

水の単位体積重量を $9.8 \times 10^{-3} \text{N/cm}^3$ (1gf/cm³) として求める。

B : 有効幅*

*: 透水容器の内寸法からゴムスリーブと試料（透水マット）の外層フィルター（透水フィルター）の厚さを差し引いた幅をいう。

温度 15°C に対する透水能力 $q_p'_{15}$ は、次式により算定する。

$$q_p'_{15} = q_p' \cdot \frac{\eta_T}{\eta_{15}}$$

ここで η_T / η_{15} : 温度 15 (°C) に対する温度 T (°C) のときの粘性係数の補正係数

表 2-2 透水性能を表す係数の温度 T (°C) による補正係数 η_T / η_{15}

JISZ8803-1976

T °C	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
0	1.575	1.547	1.521	1.495	1.470	1.446	1.424	1.400	1.378	1.356
5	1.336	1.315	1.295	1.275	1.225	1.237	1.217	1.200	1.182	1.165
10	1.149	1.132	1.116	1.099	1.085	1.069	1.055	1.041	1.027	1.013
15	1.000	0.987	0.975	0.962	0.950	0.936	0.925	0.914	0.902	0.891
20	0.880	0.870	0.859	0.849	0.839	0.829	0.819	0.809	0.800	0.791
25	0.782	0.773	0.764	0.757	0.748	0.740	0.731	0.723	0.715	0.707
30	0.700	0.693	0.685	0.678	0.671	0.664	0.657	0.651	0.645	0.638
35	0.632	0.626	0.620	0.613	0.607	0.602	0.596	0.591	0.584	0.579
40	0.574	0.569	0.564	0.559	0.554	0.549	0.544	0.540	0.535	0.530
45	0.525	0.521	0.517	0.511	0.507	0.503	0.498	0.494	0.490	0.486

$$\eta_{15} = 0.01138 \times 10^{-1} Pa \cdot s \quad (0.1160 gf \cdot sec / m^2)$$

② 試料の断面積

載荷時における試料（透水マット）の厚さは、初期厚さからその上載圧に対する圧縮量を減じて求める。ただし、ゴムスリーブ等の厚さ（ t cm）が大きい場合は、ゴムスリーブ自身の圧縮による補正を行う。

試料（透水マット）の初期厚さ T_{g0} (cm)

$$T_{g0} = T - 2t$$

ここで T_{g0} : 試料（透水マット）の初期厚さ (cm)

T : 初期載荷時の高さ（透水マット+ゴムスリーブ） (cm)

t : ゴムスリーブ等の厚さ (cm)

試料（透水マット）の圧縮後厚さ T_{grc}

$$T_{grc} = T_{g0} - (S - \Delta Gt)$$

ここで T_{grc} : 試料（透水マット）の圧縮後厚さ (cm)

S : 圧縮量 (cm)

ΔGt : ゴムスリーブ等の圧縮量 (cm)

試料（透水マット）の断面積 A_{rc}

$$A_{rc} = B \times T_{grc}$$

ここで B : 試料（透水マット）の有効幅 (cm)

③ 単位時間透水量

測定開始後、1 時間以上経過後に透水量が安定したことを確認した上で、測定値の平均値をもって、単位時間透水量とする。

$$q_p : \text{単位時間透水量 (cm}^3/\text{sec)}$$

④ 透水マットの面内方向の透水能力を表す係数の外挿

動水勾配 $i=1.0$ の時の試料（透水マット）の面内方向の透水能力を表す係数を外挿する。外挿の方法を図 2-6 に示す。実験で求めた $i=0.1, 0.2, 0.4$ のデータを両対数紙上にプロットし、その点を直線で外挿し、 $i=1.0$ の時の透水係数を求める。

6) 試験結果の報告

面内方向の透水能力として動水勾配 $i=1.0$ の時の外挿値 (q_{p15}) を報告する。また透水マットに要求される面内方向の透水能力は、擁壁の高さ、降雨強度、集水距離、雨水の地下浸透率等から決定される値より大きいことが必要である。

※これまでの検討結果から、透水マットに要求される面内方向の透水性能としては、所定の条件下における透水量が $15\text{cm}^3/\text{sec}/\text{cm}$ (透水マット通水断面の幅方向 1cm 当たり) 程度以上は必要と考えられる。(「擁壁用透水マット技術マニュアル 監修：建設省建設経済局民間宅地指導室 平成9年9月社団法人全国宅地擁壁技術協会」より抜粋)

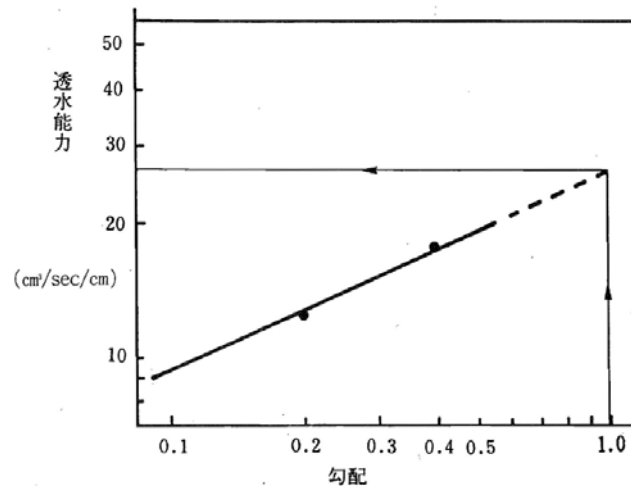


図 2-6 面内方向の透水性能 (例)

(3) 力学特性

透水マットには長期間土圧が作用し続けるので、高分子材料を素材とした透水マットには圧縮クリープが発生する。また、透水マットは擁壁裏面と土との間に設置されるので、その摩擦特性が土圧算定に影響を与える。本試験は透水マットの圧縮クリープ量及び摩擦係数を求める為の試験である。

圧縮クリープ特性を求める試験方法は下記の通りである。(「建築研究資料第 73 号 擁壁用透水マットの試験方法 平成3年2月建設省建築研究所」より抜粋。)

1) 適用範囲

この基準は、透水マットに載荷した時の圧縮ひずみの時間的変化を求める試験について規定する。

2) 試験用具

① 試験容器

試料 (透水マット) に、上載圧を載荷した状態で、長期間の圧縮クリープ試験が可能な構造とする。

i) 上載圧載荷装置

長期間安定した状態で載荷できる装置で、載荷する荷重が均等に伝達できる構造のもの。(図 2-7 参照)

ii) 荷重分散装置

球座と荷重分散板より成り、載荷重が均等に伝達される構造であるもの。(図 2-8 参照)

iii) 棒状温度計。

iv) ストップウォッチ。

v) ダイアルゲージ

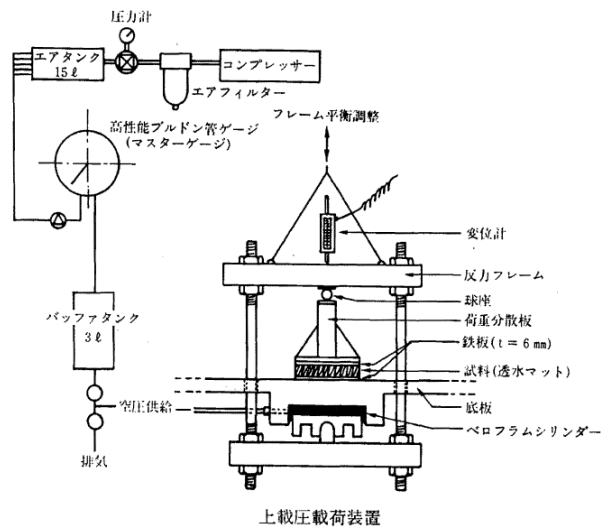


図 2-7 圧縮クリープ試験装置 (高圧圧密試験装置載荷部) (例)

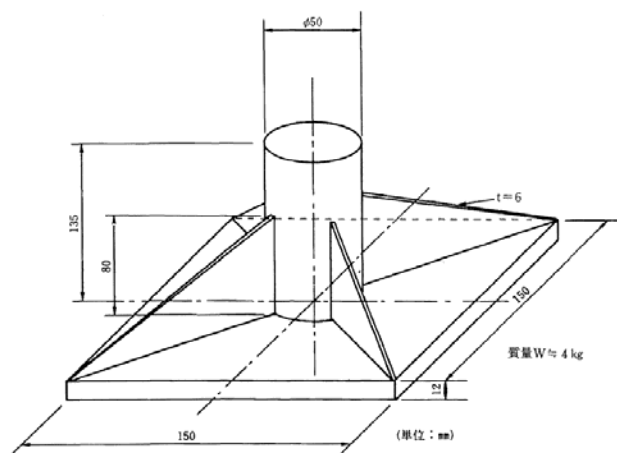


図 2-8 荷重分散板 (例)

3) 試料 (透水マット) の準備及び調整

- ① 試料 (透水マット) を、幅 10~20cm、長さ 10~20cm に切断する。
- ② 載荷分散板の上面に、球座を取り付ける。
- ③ 変位計を取り付ける。このときの高さを初期高 (cm) とする。なお変位計を設置す

るときは、試料（透水マット）に対して垂直になるようにする。

4) 試験方法

- ① 試料（透水マット）を載荷装置の底板に設置する。
- ② 試料（透水マット）の上面に載荷分散板を載せる。なお、必要に応じて載荷分散板の下に約5～6mm程度の厚さの鉄板を敷設する。
- ③ 試験は短期試験と長期試験に分け、所定*の上載圧を載荷する。
*：所定の上載圧とは、短期試験では98kPa（1.0kgf/cm²）及び196kPa（2.0kgf/cm²）、長期試験では49kPa（0.5kgf/cm²）以上とする。
- ④ 計測期間は、短期試験の場合には2週間以上、長期試験については3ヶ月以上とする。3ヶ月経過してなお圧縮変化率が大きい場合には、安定するまで試験を続ける。
- ⑤ 試験期間中の雰囲気温度は20℃～30℃の範囲に管理する。
- ⑥ 測定
 - i) 計測時間は土の圧密試験方法（JIS A 1217）に準じる。但し、24時間経過から2週間までの間は、1回/日以上、それ以降は1回/3日以上、圧縮変化を測定する。
 - ii) 測定は、ダイヤルゲージによるものとする。
 - iii) 測定時の温度を測定する。

5) 試験結果の整理

- ① 試験結果は図2-9に示すように圧縮変形量の進行度合いを時間軸を対数として片対数紙上で整理する。

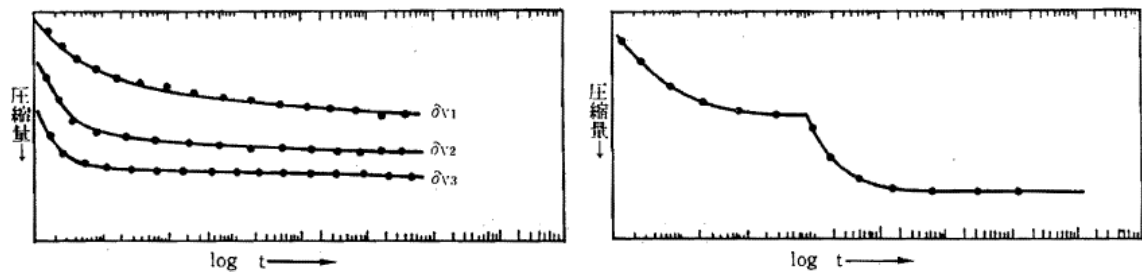


図2-9 圧縮クリープ試験の整理方法（例）

- ② 試料（透水マット）の上載圧を除荷して試料の変形等を目視・観察する。

6) 試験結果の報告

- ① 短期試験においては、試験中の急激な圧縮変形**の有無を報告する。
**：急激な圧縮変形とは、構造材の降伏等により図5.2-9右図に示す圧縮量の変形線が急激に変化して落ち込む状態をさす。
- ② 長期試験においては、載荷1時間経過後からの全圧縮変形率を、載荷1時間経過後の高さをもとに計算し、報告する。

3. 試験結果

(1) 面に垂直方向の透水性能

面に垂直方向の透水性能の試験は、一般財団法人日本繊維製品品質技術センター東京総合試験センターで、2枚重ね Up タイプの製品 A、製品 B、製品 C に対して行った。

試験結果を表 3-1 に示す。いずれも透水係数 $1 \times 10^{-1} \text{cm/sec}$ 以上となり、透水マットとして十分な面に垂直方向の透水性能を有することを確認した。なお、製品 D は、排水路となる厚みのあるエンボス構造（凹凸構造）基板とシートを一体とした構造であり、2枚を重ねてもエンボス構造が保持されることから従来の透水マット製品の試験結果の値とした。

表 3-1 面に垂直方向の透水試験結果

試験体名称	製造元	試験結果 (透水係数,cm/sec)	試験成績書 No.
製品 A	A 社	3.76×10^{-2}	12TS116140
製品 B	B 社	2.34×10^{-2}	12TS116139
製品 C	C 社	1.50×10^{-2}	12TS116070
製品 D	D 社	4.42×10^{-2}	従来の透水マット 製品の試験結果

試験実施機関：一般財団法人日本繊維製品品質技術センター東京総合試験センター

(2) 面内方向の透水性能

面内方向の透水性能試験は、一般財団法人日本建築総合試験所で、厚み Up タイプの製品 E、製品 F、製品 G に対して行った。試験状況と結果を以下に示す。

1) 製品 E (E 社)

① 試験状況

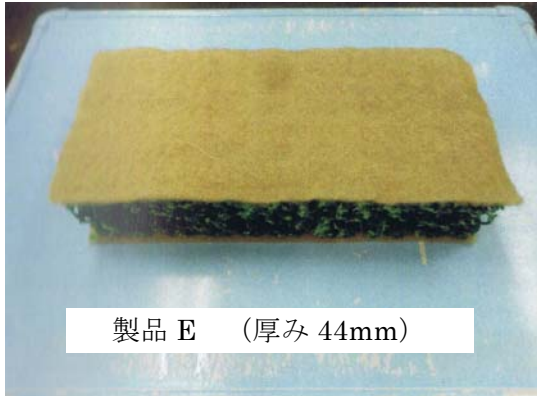


写真 3-1 試験前の供試体状況

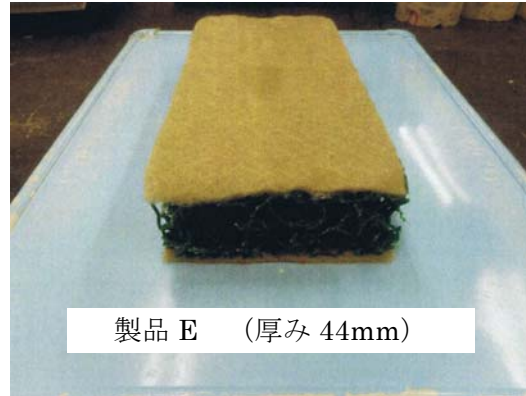
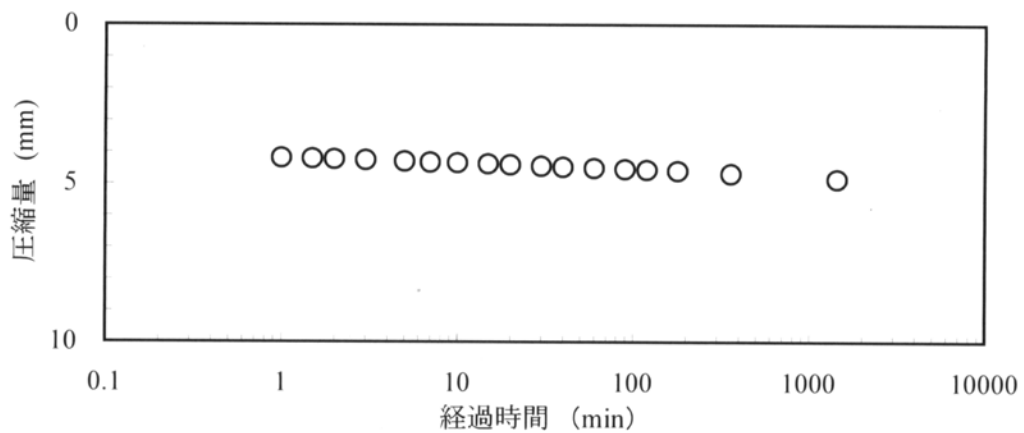


写真 3-2 試験前の供試体状況



② 試験結果 (擁壁用透水マットの性能試験報告書 試験番号 II F-18-055(6))



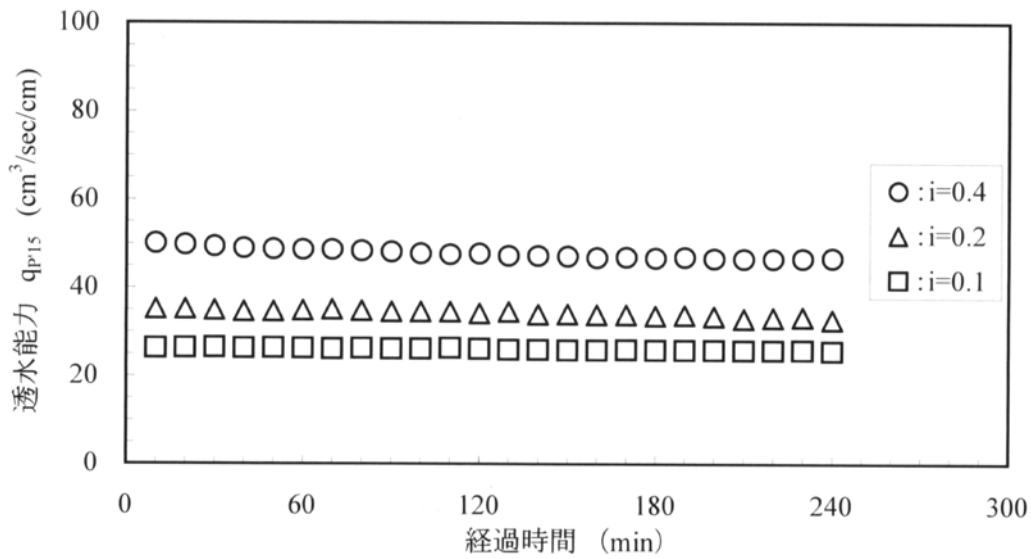


図 3-2 製品 E 透水能力—経過時間関係

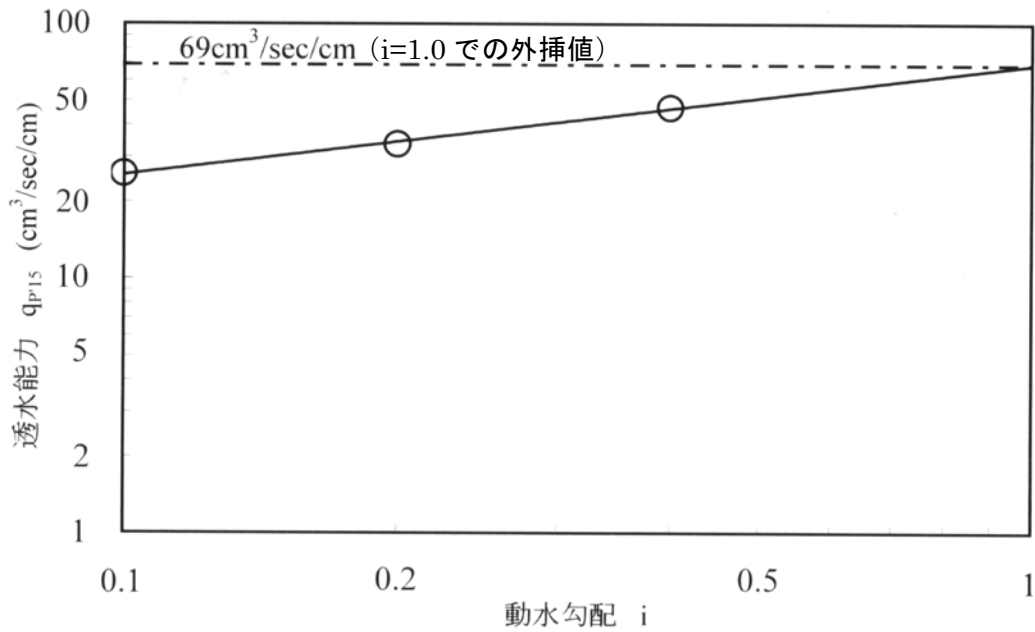


図 3-3 製品 E 透水能力—動水勾配関係

以上の結果より、製品 E は動水勾配 $i=1.0$ のときの透水能力の外挿値が $69\text{cm}^3/\text{sec}/\text{cm}$ となり、擁壁用透水マット技術マニュアル記載値 $15\text{cm}^3/\text{sec}/\text{cm}$ 以上であることから、透水マットとして十分な面内方向の透水性能を有することを確認した。

2) 製品 F (F 社)

① 試験状況

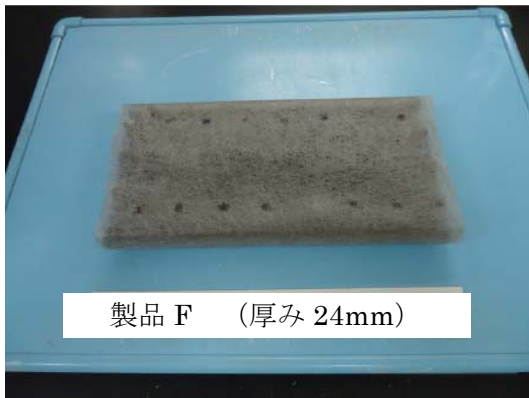


写真 3-5 試験前の供試体状況



写真 3-6 シリコンシーラントによる止水状況



写真 3-7 試験状況



写真 3-8 試験状況

② 試験結果 (擁壁用透水マットの性能試験報告書 試験番号 II F-11-316(1))

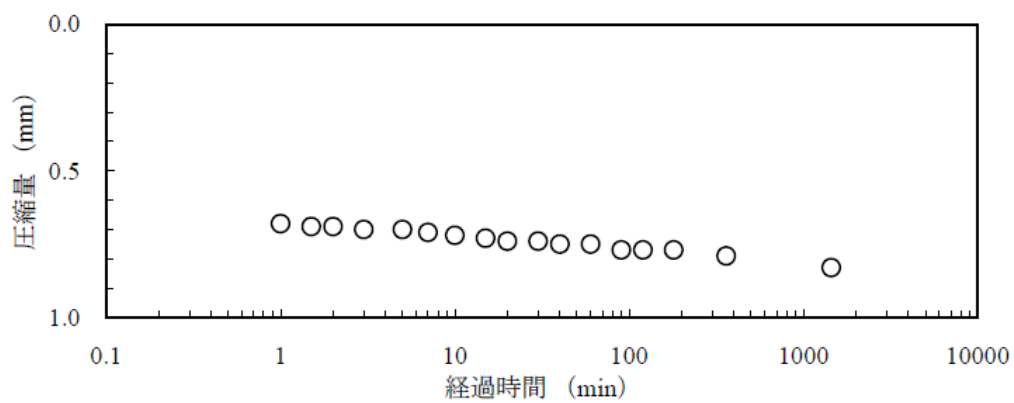


図 3-4 製品 F 圧縮量—経過時間関係

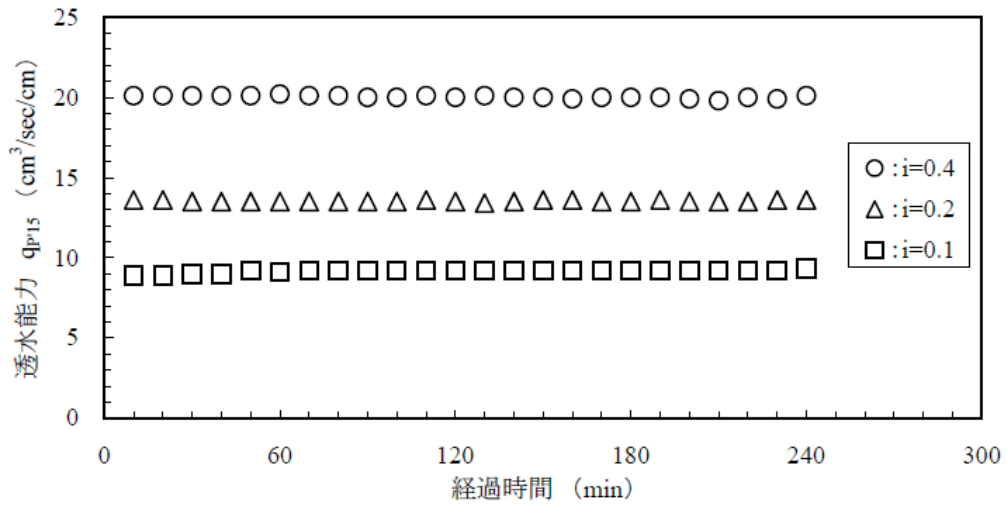


図 3-5 製品 F 透水能力—経過時間関係

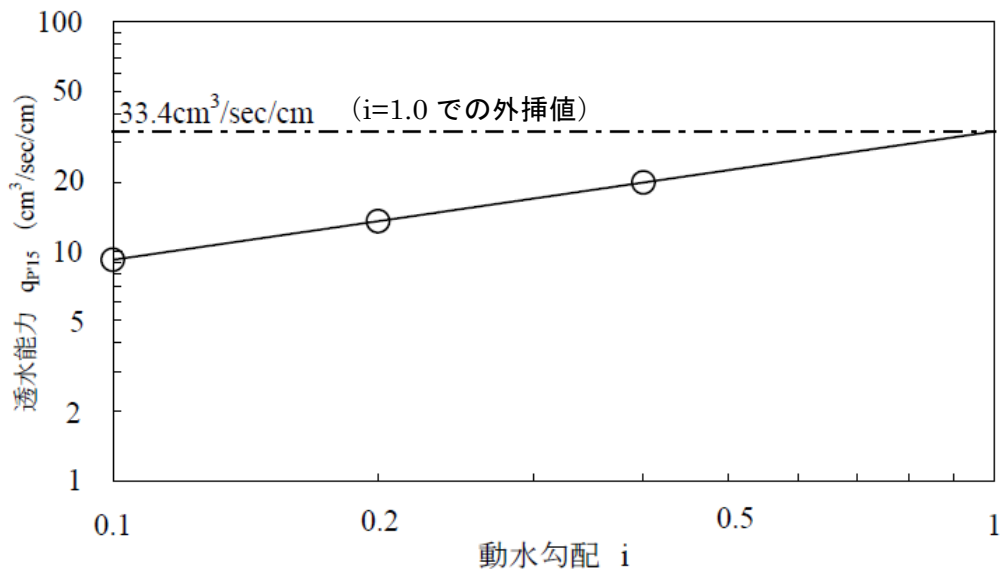


図 3-6 製品 F 透水能力—動水勾配関係

以上の結果より、製品 F は動水勾配 $i=1.0$ のときの透水能力の外挿値が $33.4\text{cm}^3/\text{sec}/\text{cm}$ となり、擁壁用透水マット技術マニュアル記載値 $15\text{cm}^3/\text{sec}/\text{cm}$ 以上であることから、透水マットとして十分な面内方向の透水性能を有することを確認した。

3) 製品 G (G 社)

① 試験状況

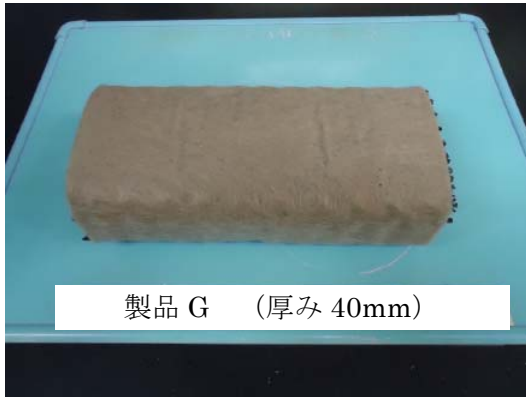


写真 3-9 試験前の供試体状況

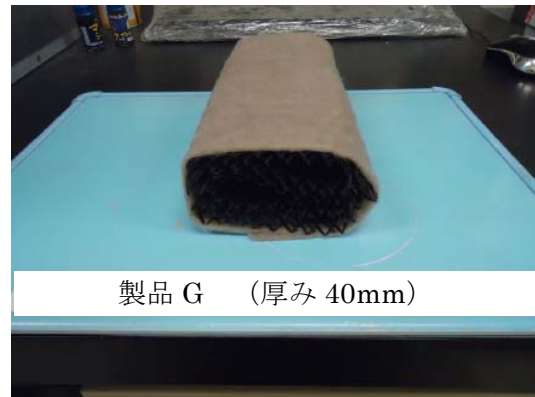


写真 3-10 試験前の供試体状況



② 試験結果 (擁壁用透水マットの性能試験報告書 試験番号 II F-11-316(2))

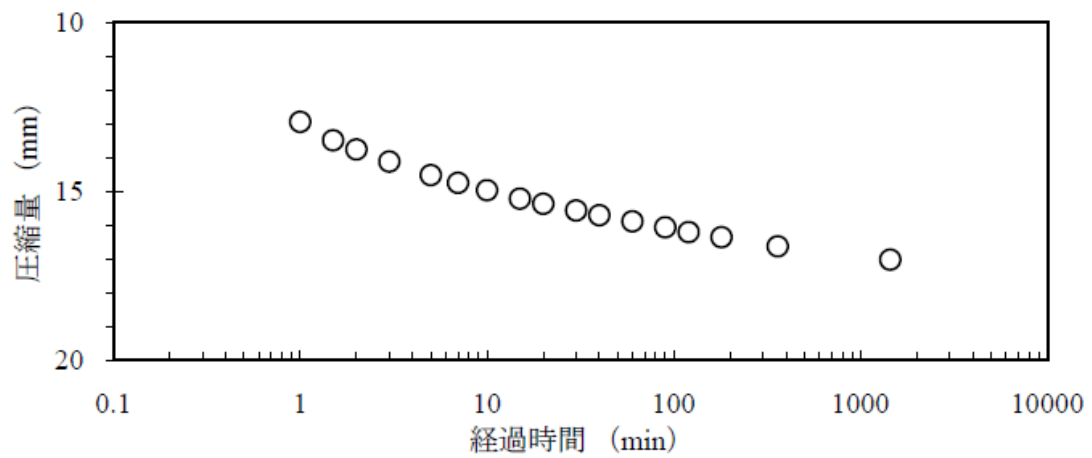


図 3-7 製品 G 圧縮量一経過時間関係

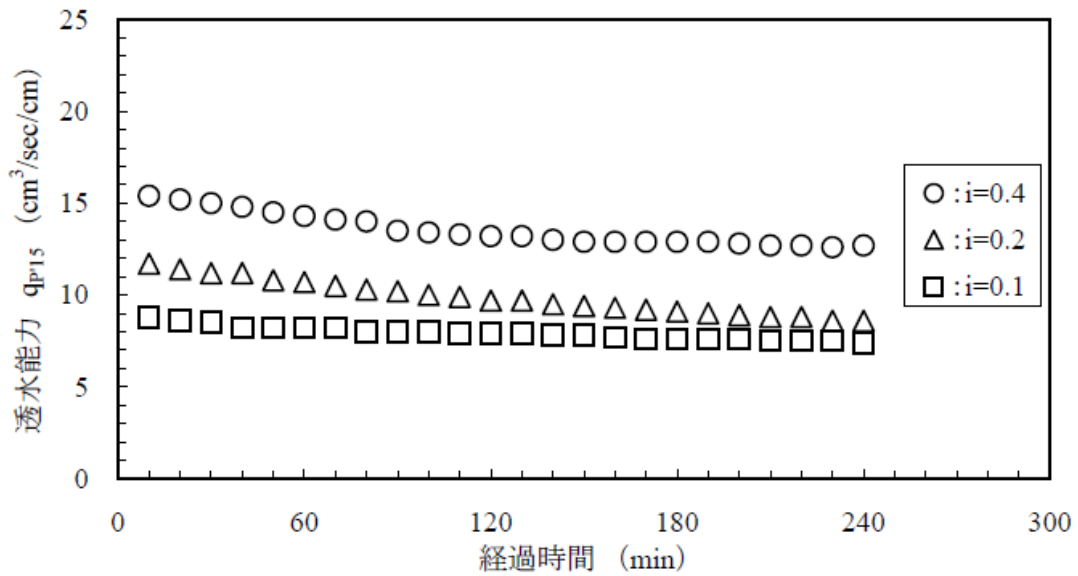


図 3-8 製品 G 透水能力—経過時間関係

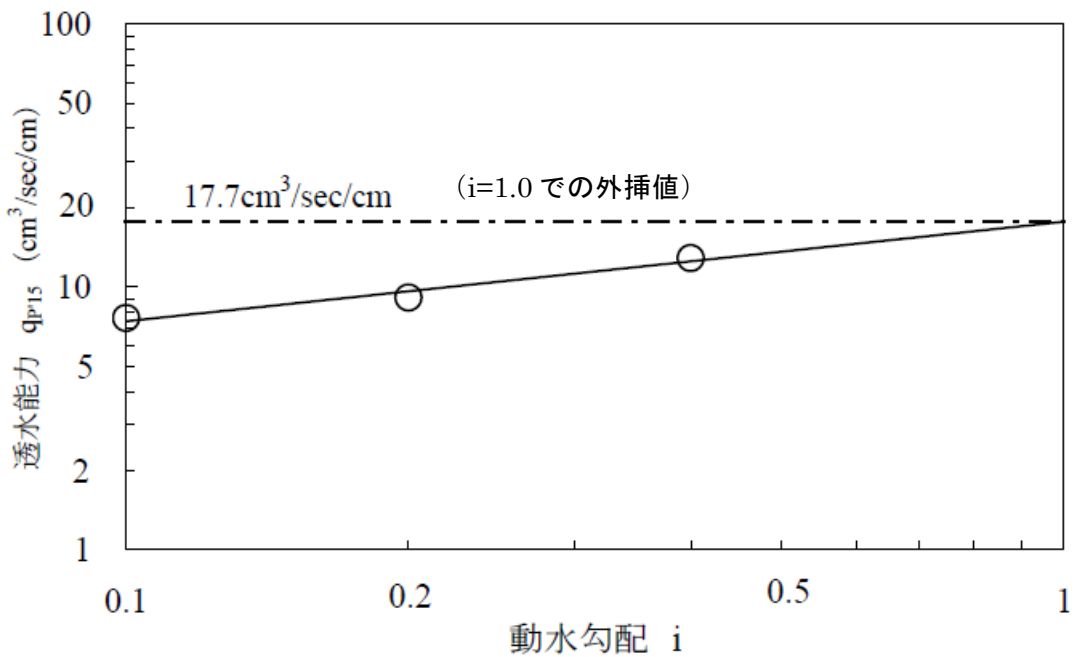


図 3-9 製品 G 透水能力—動水勾配関係

以上の結果より、製品 G は動水勾配 $i=1.0$ のときの透水能力の外挿値が $17.7\text{cm}^3/\text{sec}/\text{cm}$ となり、擁壁用透水マット技術マニュアル記載値 $15\text{cm}^3/\text{sec}/\text{cm}$ 以上であることから、透水マットとして十分な面内方向の透水性能を有することを確認した。

(3) 力学特性

圧縮クリープ特性試験は、一般財団法人日本建築総合試験所で行った。
試験結果と状況を以下に示す。

1) 製品 A (2枚重ねタイプ) (A社)

① 試験状況



短期試験 $\sigma_v=98\text{kPa}$

写真 3-13 試験終了時の供試体状況

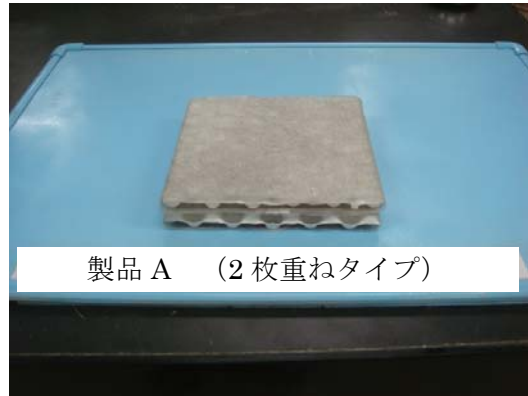


写真 3-14 試験終了後の供試体状況



短期試験 $\sigma_v=196\text{kPa}$

写真 3-15 試験終了時の供試体状況

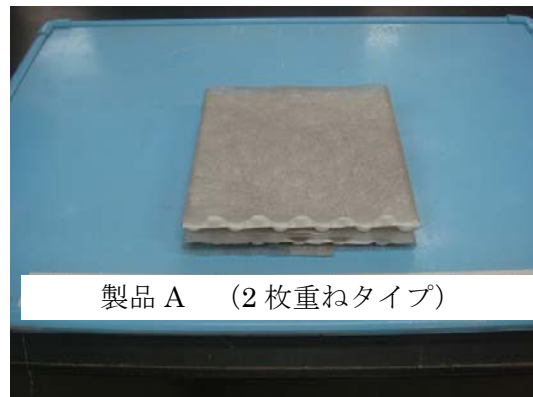


写真 3-16 試験終了後の供試体状況



長期試験 $\sigma_v=50\text{kPa}$

写真 3-17 試験終了時の供試体状況

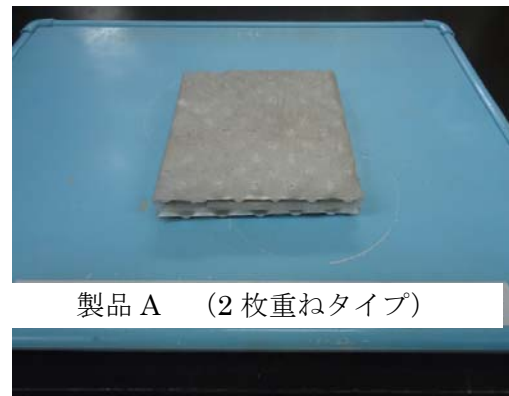


写真 3-18 試験終了後の供試体状況

② 試験結果（擁壁用透水マットの性能試験報告書 試験番号ⅡF-11-317(1)）

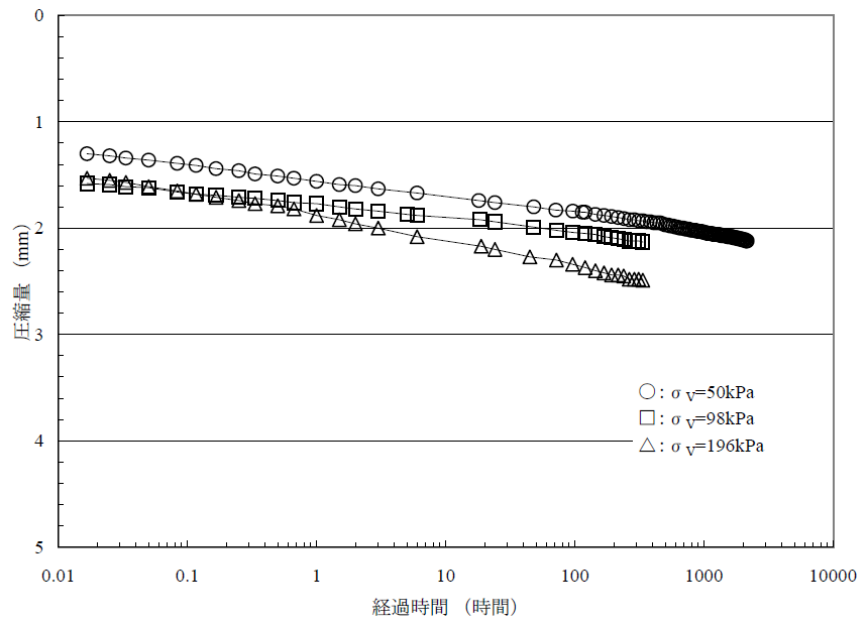


図 3-10 圧縮量－経過時間関係

表 3-2 載荷 1 時間経過後からの全圧縮変形率

経過時間 (日)	短期試験		長期試験
	$\sigma_v=98\text{kPa}$	$\sigma_v=196\text{kPa}$	$\sigma_v=50\text{kPa}$
1	0.8%	1.7%	1.0%
7	1.5%	2.8%	1.6%
14	1.7%	3.2%	1.8%
28	---	---	2.1%
90	---	---	2.7%
初期高さ h_0 (mm)	22.6	21.1	22.2

以上の結果から、製品 A（2 枚重ねタイプ）は試験中に急激な圧縮変形を生じなく、また載荷 1 時間経過後からの圧縮率は、載荷 1 時間経過後の高さ 20%以下であるので、透水マットとして長期間にわたり、クリープ圧縮変形により排水能力が低下する恐れが少ないことを確認した。

2) 製品 B (2枚重ねタイプ) (B社)

① 試験状況



短期試験 $\sigma_v=98\text{kPa}$

写真 3-19 試験終了時の供試体状況



写真 3-20 試験終了後の供試体状況



短期試験 $\sigma_v=196\text{kPa}$

写真 3-21 試験終了時の供試体状況

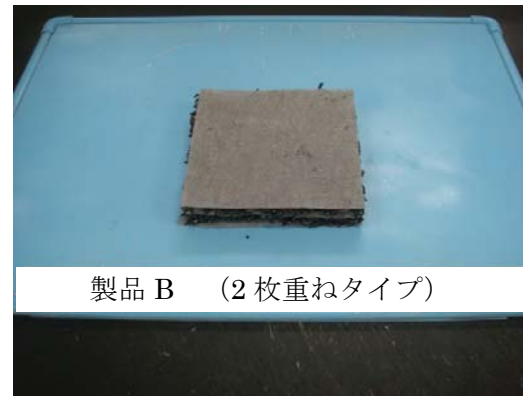


写真 3-22 試験終了後の供試体状況



長期試験 $\sigma_v=50\text{kPa}$

写真 3-23 試験終了時の供試体状況



写真 3-24 試験終了後の供試体状況

③ 試験結果（擁壁用透水マットの性能試験報告書 試験番号ⅡF-11-317(4)）

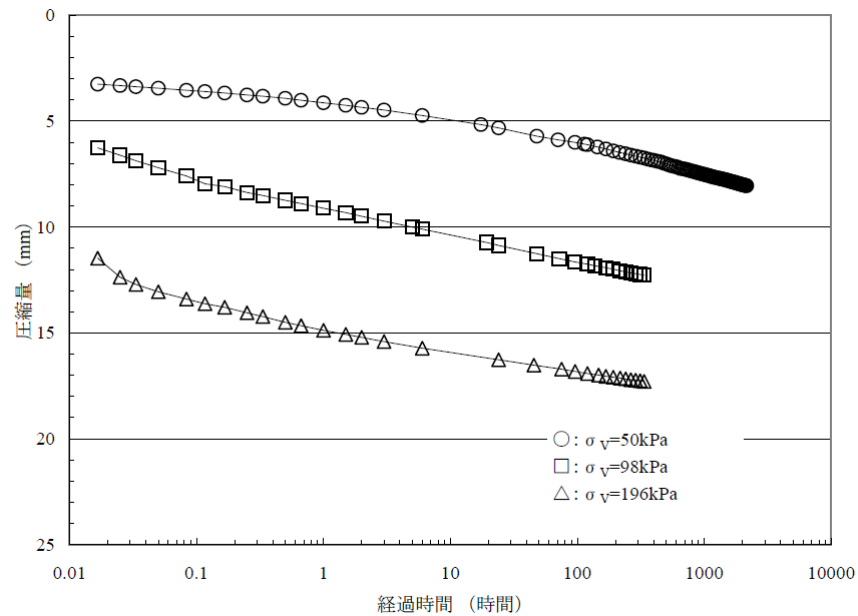


図 3-11 圧縮量－経過時間関係

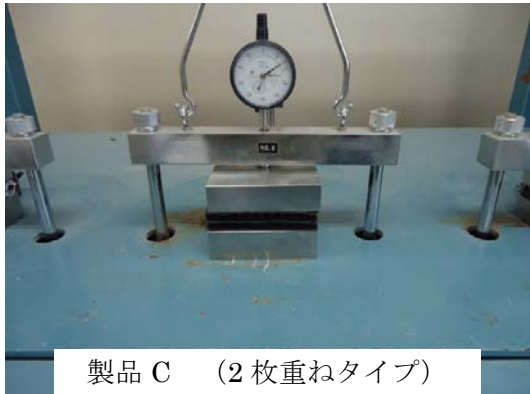
表 3-3 載荷 1 時間経過後からの全圧縮変形率

経過時間 (日)	短期試験		長期試験
	$\sigma_v=98\text{kPa}$	$\sigma_v=196\text{kPa}$	$\sigma_v=50\text{kPa}$
1	8.4%	9.0%	4.5%
7	13.5%	14.1%	8.3%
14	15.2%	15.6%	10.0%
28	---	---	11.9%
90	---	---	15.0%
初期高さ h_0 (mm)	30.0	30.3	30.3

以上の結果から、製品 B（2 枚重ねタイプ）は試験中に急激な圧縮変形を生じなく、また載荷 1 時間経過後からの圧縮率は、載荷 1 時間経過後の高さ 20%以下であるので、透水マットとして長期間にわたり、クリープ圧縮変形により排水能力が低下する恐れが少ないことを確認した。

3) 製品 C (2枚重ねタイプ) (C社)

① 試験状況



短期試験 $\sigma_v=98\text{kPa}$

写真 3-25 試験終了時の供試体状況



写真 3-26 試験終了後の供試体状況



短期試験 $\sigma_v=196\text{kPa}$

写真 3-27 試験終了時の供試体状況

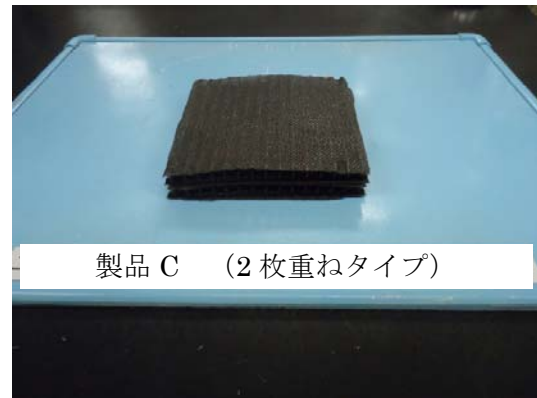


写真 3-28 試験終了後の供試体状況



長期試験 $\sigma_v=50\text{kPa}$

写真 3-29 試験終了時の供試体状況



写真 3-30 試験終了後の供試体状況

② 試験結果（擁壁用透水マットの性能試験報告書 試験番号ⅡF-11-317(6)）

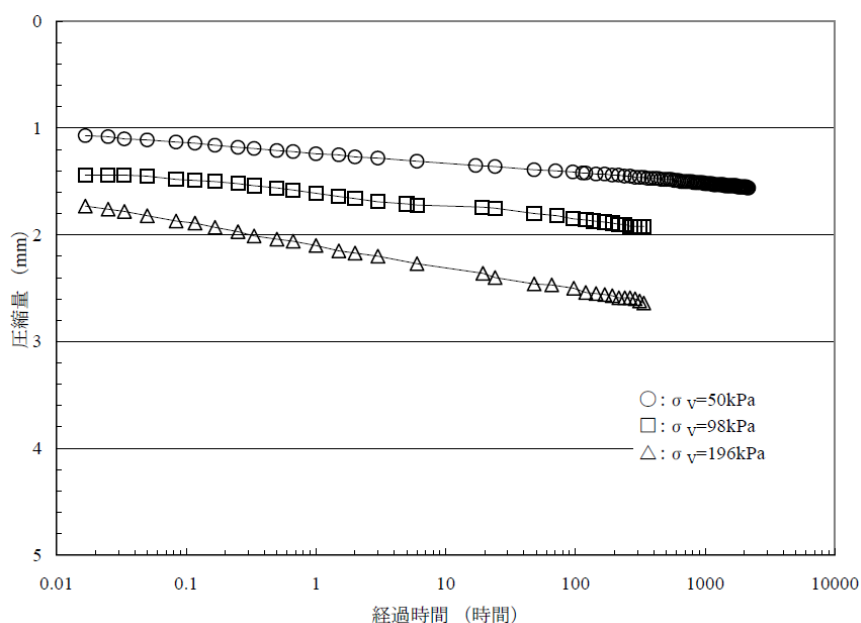


図 3-12 圧縮量－経過時間関係

表 3-4 荷重 1 時間経過後からの全圧縮変形率

経過時間 (日)	短期試験		長期試験
	$\sigma_v=98\text{kPa}$	$\sigma_v=196\text{kPa}$	$\sigma_v=50\text{kPa}$
1	0.7%	1.6%	0.6%
7	1.4%	2.4%	0.9%
14	1.6%	2.8%	1.1%
28	---	---	1.3%
90	---	---	1.6%
初期高さ h_0 (mm)	21.3	21.2	21.7

以上の結果から、製品 C（2 枚重ねタイプ）は試験中に急激な圧縮変形を生じなく、また荷重 1 時間経過後からの圧縮率は、荷重 1 時間経過後の高さ 20%以下であるので、透水マットとして長期間にわたり、クリープ圧縮変形により排水能力が低下する恐れが少ないことを確認した。

4) 製品 D (2枚重ねタイプ) (D社)

① 試験状況

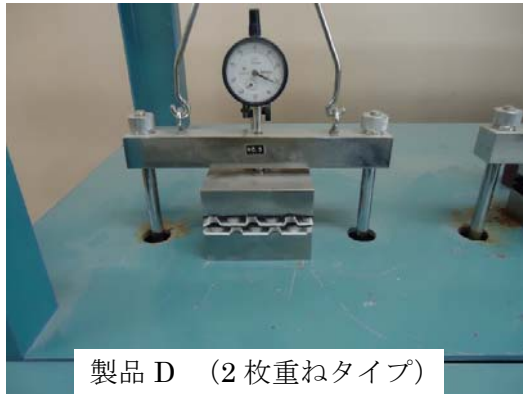


写真 3-31 試験終了時の供試体状況

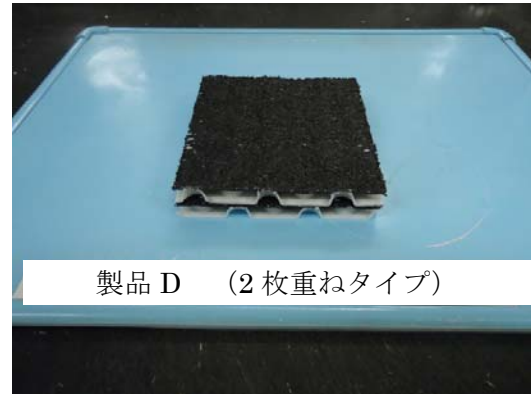


写真 3-32 試験終了後の供試体状況

短期試験 $\sigma_v=98\text{kPa}$



写真 3-33 試験終了時の供試体状況



写真 3-34 試験終了後の供試体状況

短期試験 $\sigma_v=196\text{kPa}$



写真 3-35 試験終了時の供試体状況



写真 3-36 試験終了後の供試体状況

長期試験 $\sigma_v=50\text{kPa}$

② 試験結果（擁壁用透水マットの性能試験報告書 試験番号ⅡF-11-317(7)）

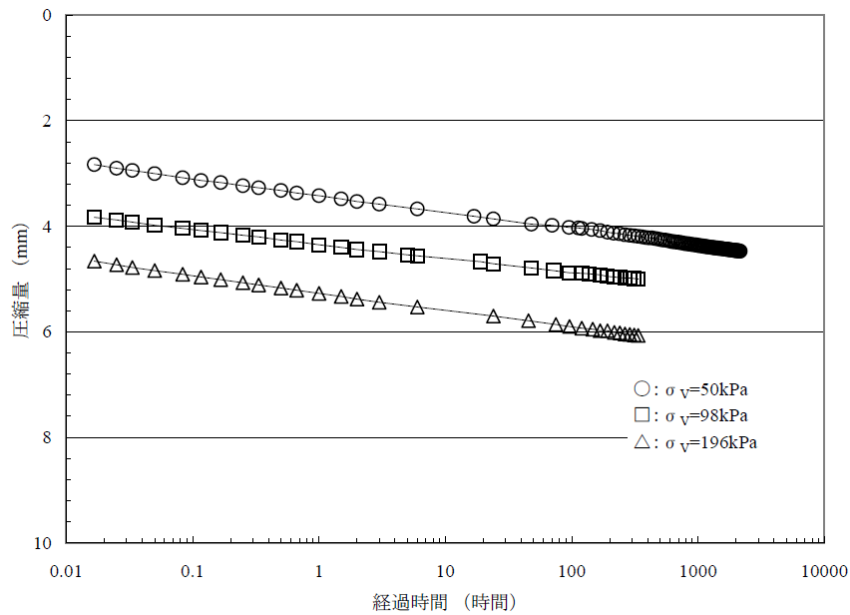


図 3-13 圧縮量－経過時間関係

表 3-5 載荷 1 時間経過後からの全圧縮変形率

経過時間 (日)	短期試験		長期試験
	$\sigma_v=98\text{kPa}$	$\sigma_v=196\text{kPa}$	$\sigma_v=50\text{kPa}$
1	2.0%	2.5%	2.3%
7	3.1%	4.1%	3.4%
14	3.6%	4.6%	4.0%
28	---	---	4.6%
90	---	---	5.4%
初期高さ h_0 (mm)	22.6	22.6	22.7

以上の結果から、製品 D（2 枚重ねタイプ）は試験中に急激な圧縮変形を生じなく、また載荷 1 時間経過後からの圧縮率は、載荷 1 時間経過後の高さ 20%以下であるので、透水マットとして長期間にわたり、クリープ圧縮変形により排水能力が低下する恐れが少ないことを確認した。

5) 製品 E (厚み UP タイプ) (E 社)

① 試験状況

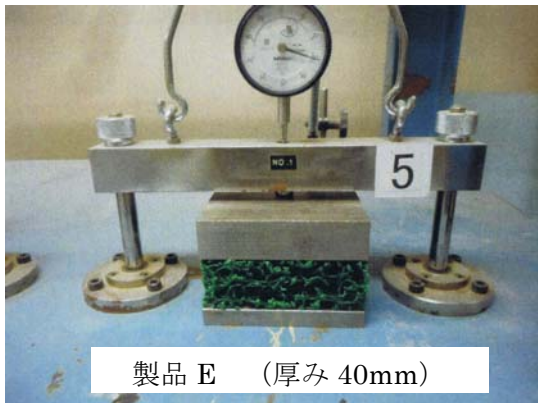


写真 3-37 試験終了時の供試体状況



写真 3-38 試験終了後の供試体状況

短期試験 $\sigma_v=98\text{kPa}$

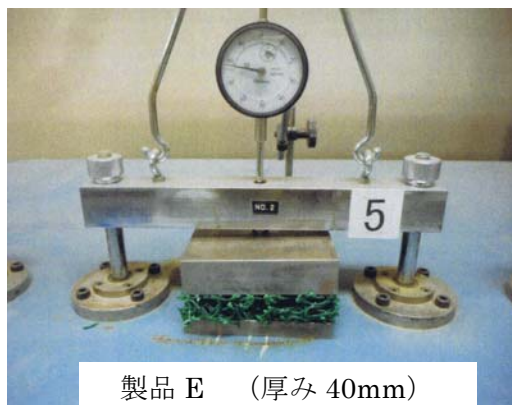


写真 3-39 試験終了時の供試体状況

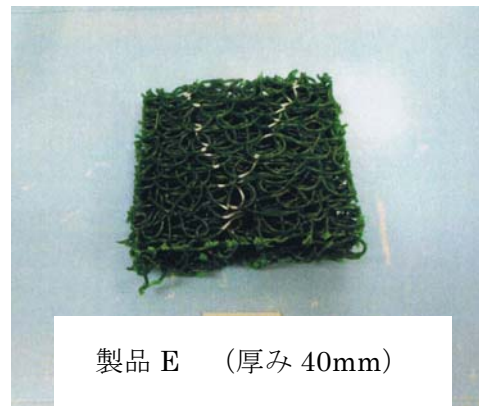


写真 3-40 試験終了後の供試体状況

短期試験 $\sigma_v=196\text{kPa}$

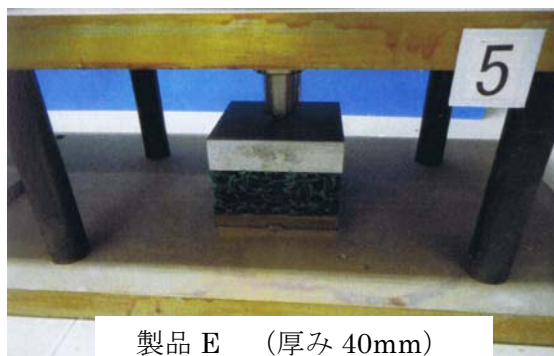


写真 3-41 試験終了時の供試体状況

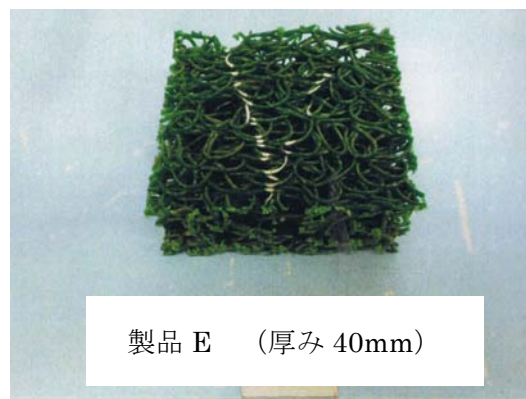


写真 3-42 試験終了後の供試体状況

長期試験 $\sigma_v=50\text{kPa}$

② 試験結果（擁壁用透水マットの性能試験報告書 試験番号 II F-18-055(5)）

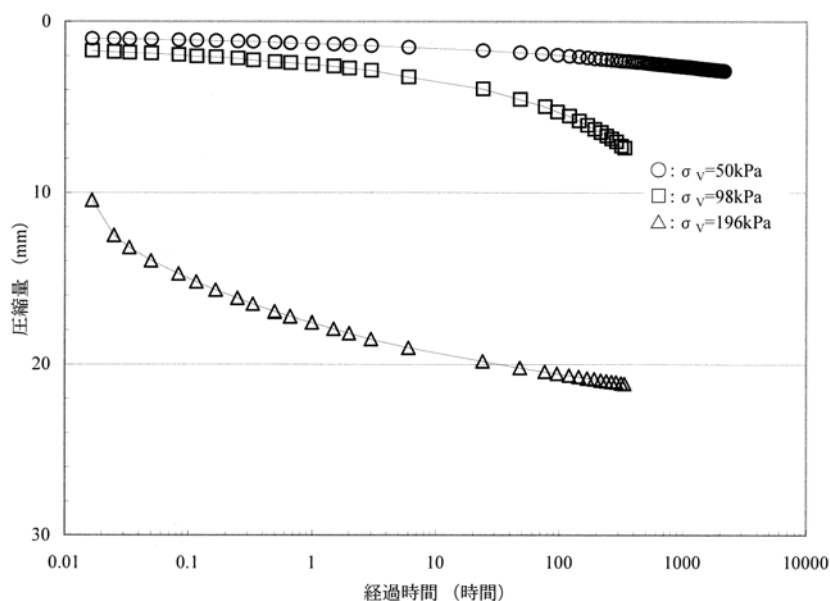


図 3-14 圧縮量－経過時間関係

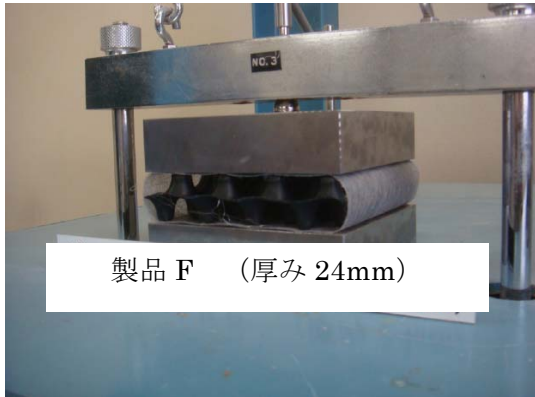
表 3-6 載荷 1 時間経過後からの全圧縮変形率

経過時間 (日)	短期試験		長期試験
	$\sigma_v=98\text{kPa}$	$\sigma_v=196\text{kPa}$	$\sigma_v=50\text{kPa}$
1	3.8%	9.7%	1.0%
7	9.3%	14.1%	2.1%
14	12.8%	15.4%	2.6%
28	---	---	3.1%
90	---	---	4.1%
初期高さ h_0 (mm)	40.7	40.7	40.9

以上の結果から、製品 E（厚み UP タイプ）は試験中に急激な圧縮変形を生じなく、また載荷 1 時間経過後からの圧縮率は、載荷 1 時間経過後の高さ 20%以下であるので、透水マットとして長期間にわたり、クリープ圧縮変形により排水能力が低下する恐れが少ないことを確認した。

6) 製品 F (厚み UP タイプ) (F 社)

① 試験状況



短期試験 $\sigma_v=98\text{kPa}$

写真 3-43 試験終了時の供試体状況

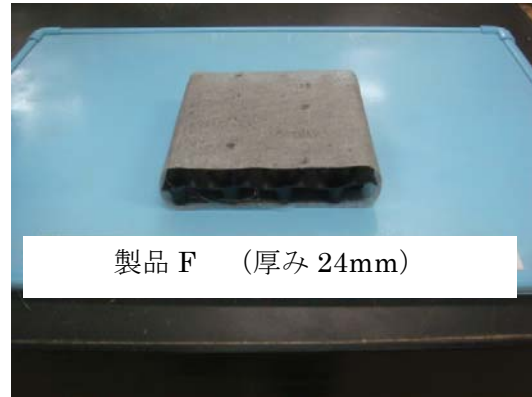
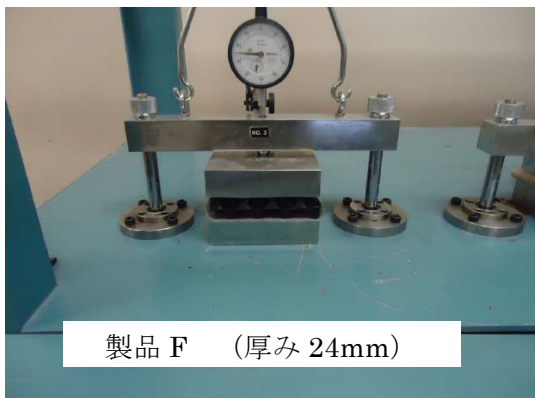


写真 3-44 試験終了後の供試体状況



短期試験 $\sigma_v=196\text{kPa}$

写真 3-45 試験終了時の供試体状況

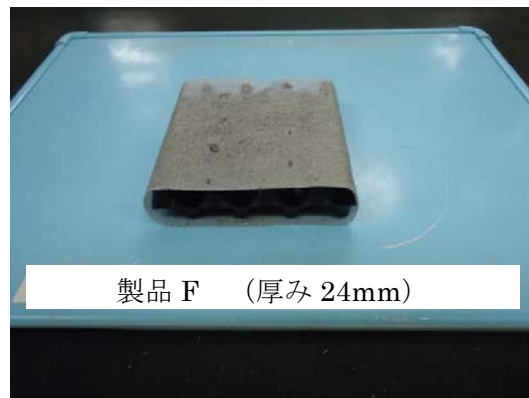
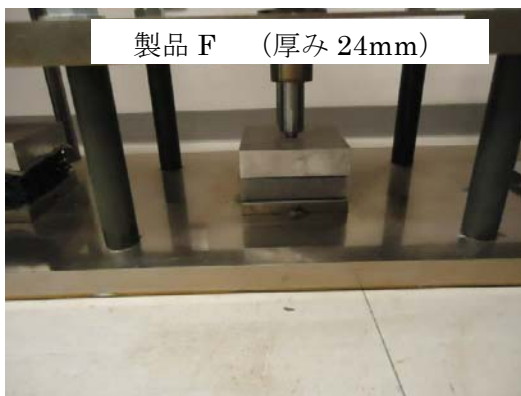


写真 3-46 試験終了後の供試体状況



長期試験 $\sigma_v=50\text{kPa}$

写真 3-47 試験終了時の供試体状況

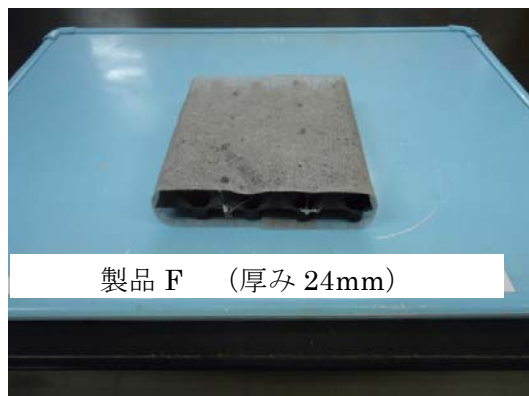


写真 3-48 試験終了後の供試体状況

② 試験結果（擁壁用透水マットの性能試験報告書 試験番号ⅡF-11-317(3)）

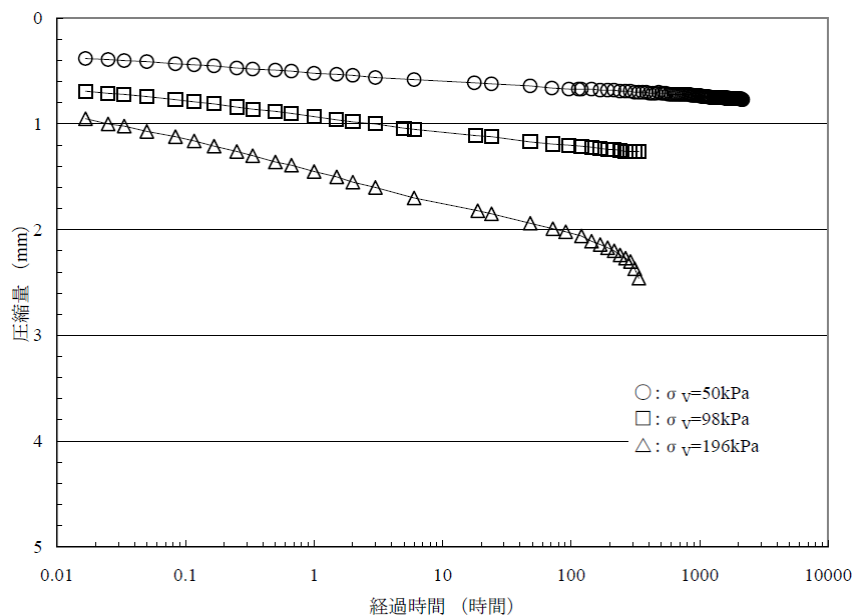


図 3-15 圧縮量－経過時間関係

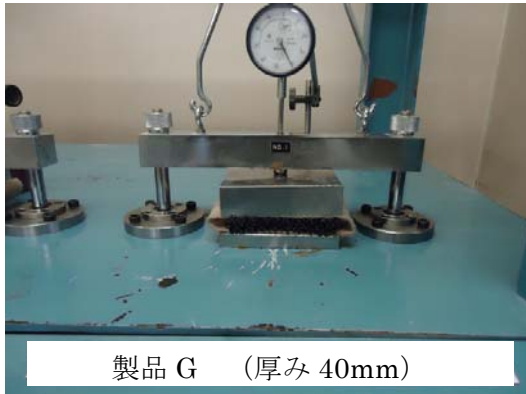
表 3-7 荷重 1 時間経過後からの全圧縮変形率

経過時間 (日)	短期試験		長期試験
	$\sigma_v=98\text{kPa}$	$\sigma_v=196\text{kPa}$	$\sigma_v=50\text{kPa}$
1	0.8%	1.8%	0.4%
7	1.2%	3.1%	0.6%
14	1.4%	4.5%	0.7%
28	---	---	0.8%
90	---	---	1.0%
初期高さ h_0 (mm)	25.0	24.0	25.2

以上の結果から、製品 F（厚み UP タイプ）は試験中に急激な圧縮変形を生じなく、また荷重 1 時間経過後からの圧縮率は、荷重 1 時間経過後の高さ 20%以下であるので、透水マットとして長期間にわたり、クリープ圧縮変形により排水能力が低下する恐れが少ないことを確認した。

7) 製品 G (厚み UP タイプ) (G 社)

① 試験状況



短期試験 $\sigma_v=98\text{kPa}$

写真 3-49 試験終了時の供試体状況

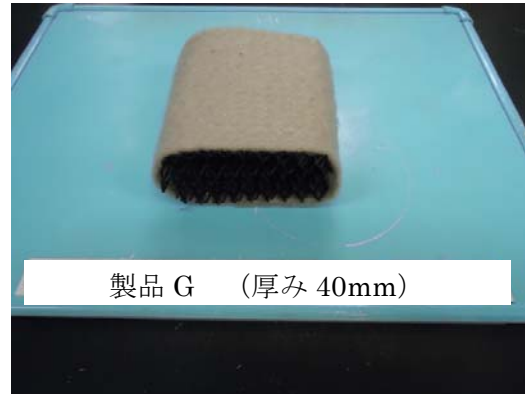
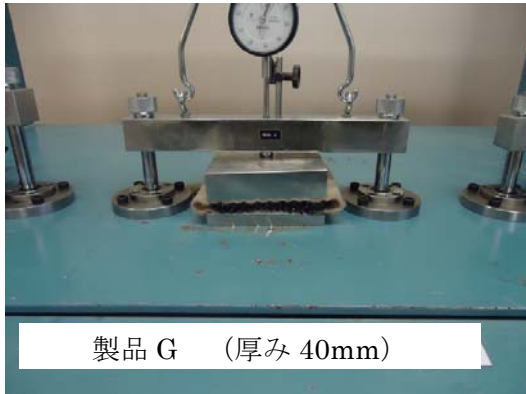


写真 3-50 試験終了後の供試体状況



短期試験 $\sigma_v=196\text{kPa}$

写真 3-51 試験終了時の供試体状況

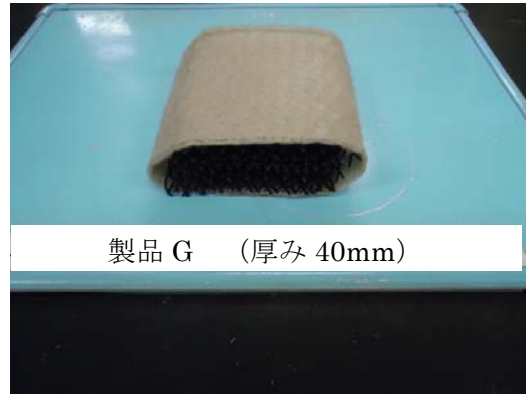
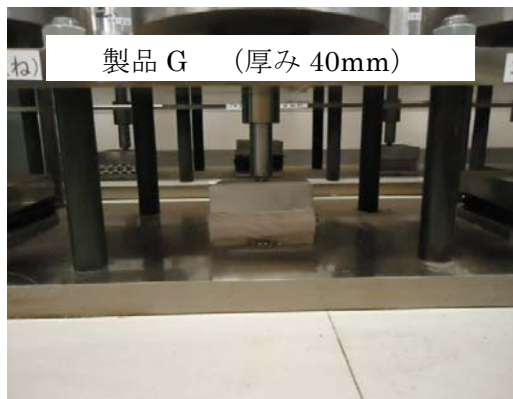


写真 3-52 試験終了後の供試体状況



長期試験 $\sigma_v=50\text{kPa}$

写真 3-53 試験終了時の供試体状況

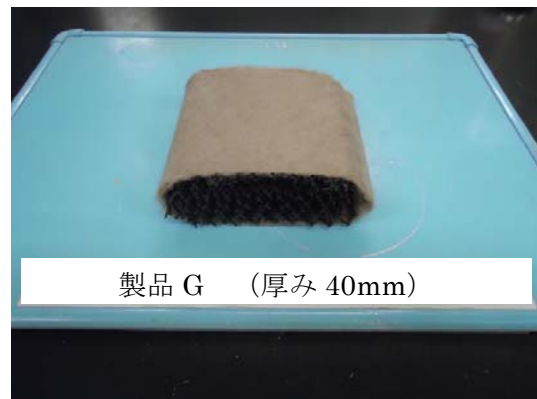


写真 3-54 試験終了後の供試体状況

② 試験結果（擁壁用透水マットの性能試験報告書 試験番号 II F-11-317(5)）

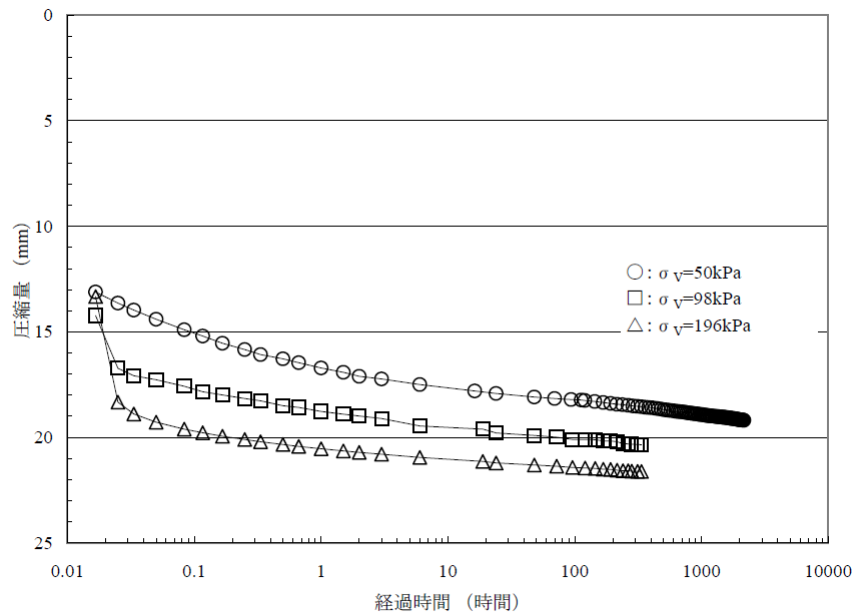


図 3-16 圧縮量－経過時間関係

表 3-8 荷重 1 時間経過後からの全圧縮変形率

経過時間 (日)	短期試験		長期試験
	$\sigma_v=98\text{kPa}$	$\sigma_v=196\text{kPa}$	$\sigma_v=50\text{kPa}$
1	6.1%	4.5%	5.9%
7	8.4%	6.5%	8.0%
14	9.4%	7.2%	9.0%
28	---	---	10.2%
90	---	---	12.2%
初期高さ h_0 (mm)	35.5	35.5	37.1

以上の結果から、製品 G（厚み UP タイプ）は試験中に急激な圧縮変形を生じなく、また荷重 1 時間経過後からの圧縮率は、荷重 1 時間経過後の高さ 20%以下であるので、透水マットとして長期間にわたり、クリープ圧縮変形により排水能力が低下する恐れが少ないことを確認した。

4. まとめ

新透水マットの基本性能確認試験結果を表 3-2 に一覧としてまとめて示す。

表 3-2 新透水マットの基本性能確認試験結果一覧

種類		2枚重ねタイプ				厚み UP タイプ			
製造元		A社	B社	C社	D社	E社	F社	G社	
名称		製品 A	製品 B	製品 C	製品 D	製品 E	製品 F	製品 G	
材質	芯材	石油系 素材	PP+PE	PP	PE	PP	PP	PE	PE
	フィルター		PP	PP	PP	PP	PP	PP	PP
透水性能	垂直 (B法、 フィルター2 枚重ね)	1×10 ⁻² cm/sec 以上	3.76×10 ⁻²	2.34×10 ⁻²	1.50×10 ⁻¹	(4.42 ×10 ⁻²)	(8.88 ×10 ⁻¹)	(1.3×10 ⁻²)	(1.0×10 ⁻¹)
	水平	15.0 cm ³ /sec/ cm 程度 以上	(15.1)	(30)	(縦リブ方 向：40.0) (横リブ方 向：37.3)	(26)	69	33.4	17.7
力学特性	圧縮 クリープ (長期、 0.5kgf/ cm ²)	有害な変形 を生じない。	有害な変形 なし 変形率 2.7%	有害な変形 なし 変形率 15.0%	有害な変形 なし 変形率 1.6%	有害な変形 なし 変形率 5.4%	有害な変形 なし 変形率 4.1%	有害な変形 なし 変形率 1.0%	有害な変形 なし 変形率 12.2%
	圧縮 クリープ (短期、 2.0kgf/ cm ²)	1時間後 からの 変形率 20% 程 度以下	有害な変形 なし 変形率 3.2%	有害な変形 なし 変形率 15.6%	有害な変形 なし 変形率 2.8%	有害な変形 なし 変形率 4.6%	有害な変形 なし 変形率 15.4%	有害な変形 なし 変形率 4.5%	有害な変形 なし 変形率 7.2%
	圧縮 クリープ (短期、 1.0kgf/ cm ²)		有害な変形 なし 変形率 1.7%	有害な変形 なし 変形率 15.2%	有害な変形 なし 変形率 1.6%	有害な変形 なし 変形率 3.6%	有害な変形 なし 変形率 12.8%	有害な変形 なし 変形率 1.5%	有害な変形 なし 変形率 9.4%

※ PPはポリプロピレン、PEはポリエチレンの略

※ () の数値は従来の透水マット製品による試験結果

参考文献

- 1) 「擁壁用透水マット技術マニュアル」 監修 建設省建設経済局民間宅地指導室、社団法人全国宅地擁壁技術協会、平成3年4月
- 2) 二木幹夫：擁壁用透水マットの試験方法、建築研究資料 No.73、建設省建築研究所、平成3年2月

付録 2 降雨実験地盤作製状況

1. 降雨実験試験体作製フロー

降雨実験試験体作製フローを図 1-1 に示すとともに、各作業段階の状況を写真に示す。

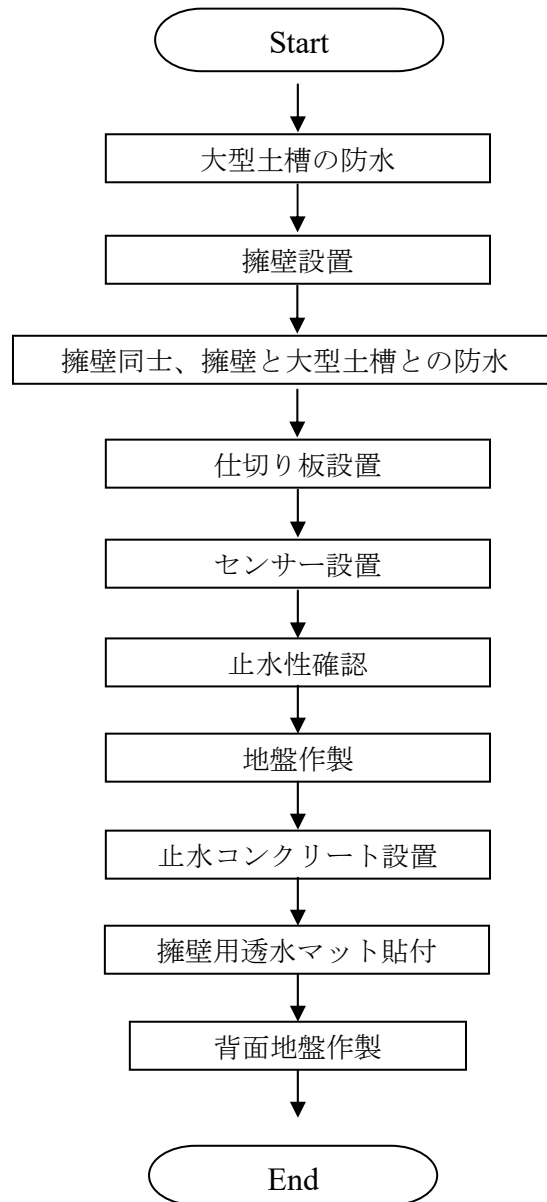


図 1-1 降雨実験地盤作製フロー

1) 大型土槽の防水



写真 1-1 セン断フレーム間の防水



写真 1-2 防水補強(粘着テープを追加)



写真 1-3 大型土槽用シート設置
(ブルーシート保護用)



写真 1-4 ブルーシート設置

2) 擁壁設置



写真 2-1 大型土層の底盤状況

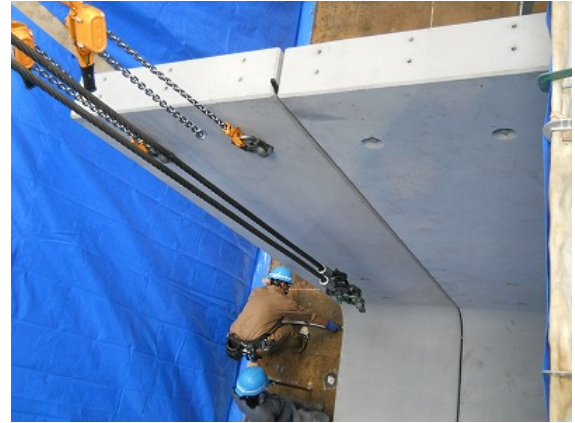


写真 2-2 擁壁設置状況



写真 2-3 設置完了（前面側）

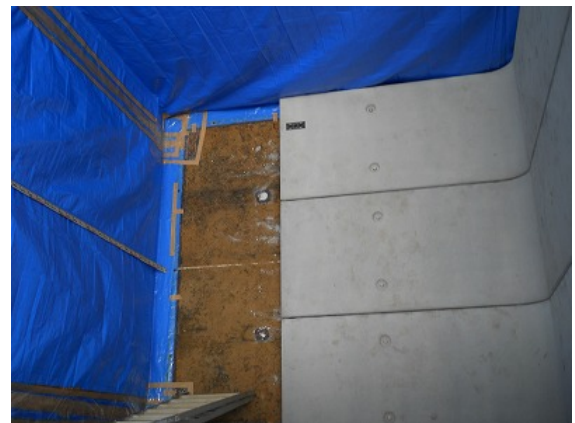


写真 2-4 設置完了（背面側）

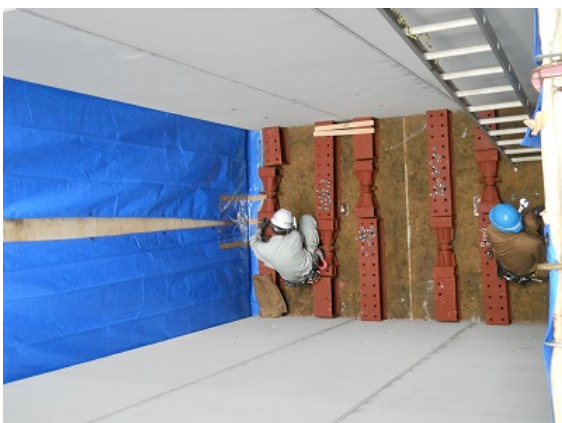


写真 2-5 土層底盤擁壁前面支保工設置状況



写真 2-5 擁壁天端支保工設置状況

3) 擁壁間、擁壁・大型土槽間の防水処理



写真 3-1 擁壁周囲防水状況



写真 3-2 防水材料
(ウレタン系継手目地材を使用)



写真 3-3 防水処理状況



写真 3-4 擁壁底盤防水処理補強状況



写真 3-5 土層内側（擁壁背面側）
ブルーシート設置状況



写真 3-6 擁壁前面側の状況

4) 擁壁仕切り板設置



写真 4-1 擁壁仕切り板設置状況（擁壁背面）

5) センサー設置



(擁壁底盤上)



(擁壁後部土層底盤上)

写真 5.1 センサー設置状況 (○印：間隙水圧計、◀印：水位計)

6) 止水性確認

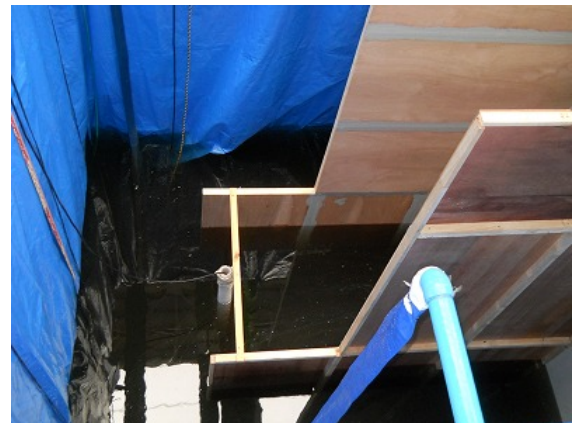
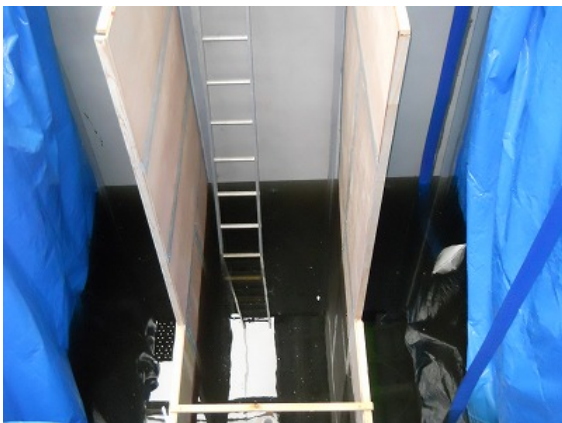


写真 6-1 止水性確認状況（深さ 1.0m まで注水）

7) 擁壁背面地盤の作製

擁壁背面地盤は、層厚 25cm 毎の施工とし、4m 高さまでとした。所定の地盤高さにおいて、止水コンクリートの設置、擁壁用透水マットの貼付、仕切り板の設置を随時行った。

i) 一層目 (~0.25m)



写真 7-1 撤き出し状況



写真 7-2 転圧状況



写真 7-3 一層目修了状況

ii) 2層目（～0.5m）、止水コンクリート設置



写真 7-4 2層目完了、水平確認



写真 7-5 止水コンクリート設置状況



写真 7-6 止水コンクリート設置状況



写真 7-7 止水コンクリート端部
シート設置による補充状況

iii) 透水マットの貼付



写真 7-8 透水マット貼付状況



写真 7-9 従来工法透水マット貼付状況



写真 7-10 試験体 No. 6、従来工法 (RC-40)



写真 7-11 試験体 No. 5
新工法 (A)+止水コンクリート



写真 7-12 試験体 No. 6、従来工法 (C-40)



写真 7-13 新工法透水マット貼付状況



写真 7-14 試験体 No. 1、新工法 (A)



写真 7-15 試験体 No. 2、新工法 (B)



写真 7-16 試験体 No. 3、新工法 (C)

iv) 3層目 (～0.75m)



試験体 No. 1、新工法(A)

試験体 No. 2、新工法(B)

試験体 No. 3、新工法(C)

写真 7-17 試験体 No. 1～3、新工法(A～C)



写真 7-18 試験体 No. 4～6 作業状況



写真 7-19 試験体 No. 4～6 作業状況

v) 4層目 (～1.0m)



写真 7-20 試験体 No. 1～3



写真 7-21 試験体 No. 4～6



写真 7-22 試験体 No. 4～6 仕切り板設置状況



写真 7-23 試験体 No. 6 碎石投入スペース (厚さ 0.3m×高さ 0.5m)



写真 7-24 試験体 No. 4 碎石投入状況



写真 7-25 試験体 No. 6 碎石投入状況

vi) 地盤作製終了状況 (16 層目(～4.0m))

同様の手順により仕上がり厚 25cm で擁壁背面地盤を作製した。

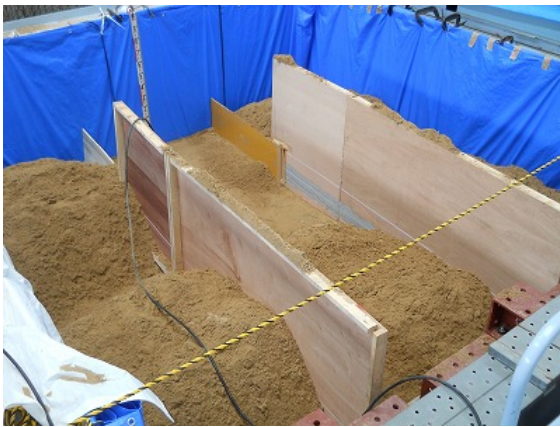


写真 7-26 擁壁背面地盤施工状況 (表層)

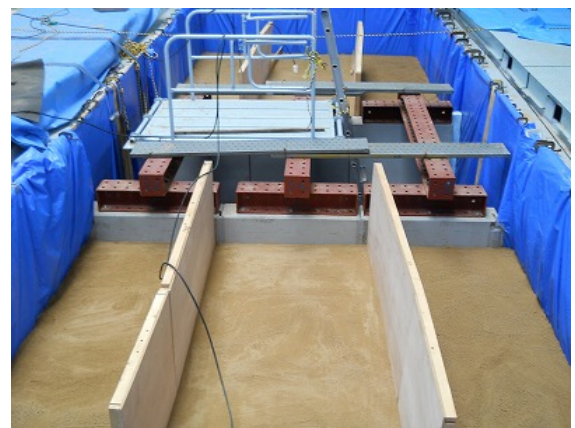


写真 7-27 擁壁背面地盤の状況

付録3 降雨実験前後におけるスウェーデン式サウンディング試験

1. 試験概要

降雨実験の進行に伴う水締めの効果による地盤の強度変化を確認するためにスウェーデン式サウンディング試験¹⁾(JIS A 1221:2013)を行った。

試験は以下のとおり3回行った。

- 1回目：地盤作成直後(初期状態)
- 2回目：CASE2の降雨実験後(飽和状態を経た初期値)
- 3回目：CASE5の降雨実験後(全実験終了後)

サウンディング試験位置を図1-1、表1-1に、実施工程を表1-2に示す。

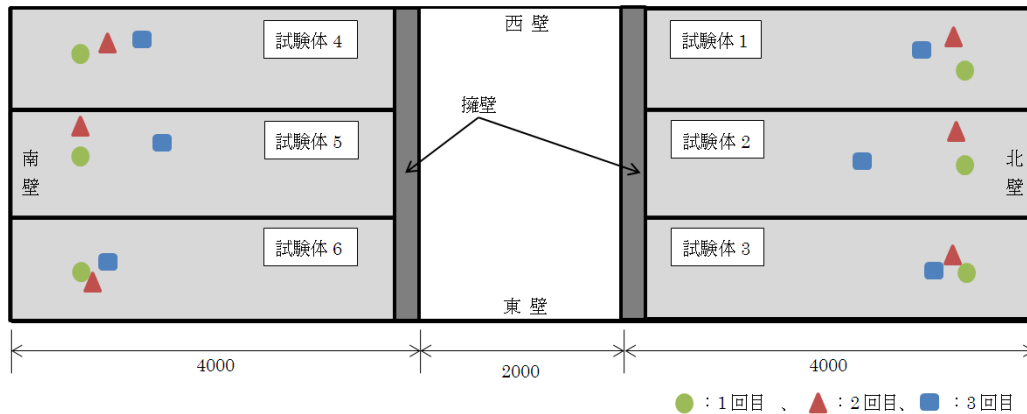


図1-1 スウェーデン式サウンディング試験位置図(平面図)

表1-1 スウェーデン式サウンディング試験位置

試験体4	1回目	南壁から60cm、西壁から70cm	試験体1	1回目	北壁から60cm、西壁から75cm
	2回目	南壁から85cm、東壁から65cm		2回目	北壁から75cm、西壁から55cm
	3回目	南壁から120cm、東壁から55cm		3回目	北壁から100cm、西壁から65cm
試験体5	1回目	南壁から60cm、西壁から170cm	試験体2	1回目	北壁から60cm、東壁から150cm
	2回目	南壁から60cm、西壁から140cm		2回目	北壁から75cm、東壁から195cm
	3回目	南壁から140cm、西壁から200cm		3回目	北壁から170cm、東壁から185cm
試験体6	1回目	南壁から60cm、東壁から60cm	試験体3	1回目	北壁から60cm、東壁から60cm
	2回目	南壁から65cm、東壁から55cm		2回目	北壁から75cm、東壁から70cm
	3回目	南壁から100cm、東壁から65cm		3回目	北壁から100cm、東壁から60cm

表1-2 スウェーデン式サウンディング試験実施工程

試験内容
1回目サウンディング試験
CASE1 降雨実験
CASE2 降雨実験
2回目サウンディング試験
CASE3 降雨実験
CASE4 降雨実験
CASE5 降雨実験
3回目サウンディング試験

2. 試験結果一覧

スウェーデン式サウンディング試験で得られた数値を用いて、各試験体の換算 N 値 N_c の分布を図 2-1 に示す。換算 N 値 N_c は、下記の式から求めた。

$$N_c = 0.02W_{sw} + 0.067N_{sw}^2 \quad (\text{砂質土の場合、小数点2桁目切り捨て})$$

各試験体とも、深度が深くなるほど N_c が大きくなる傾向が見られる。試験体 No. 2、3 の3回目で中間層に N_c が大きい部分が見られるが、分布形状に大きな変化は見られず、降雨による影響は、少なかったと考えられる。

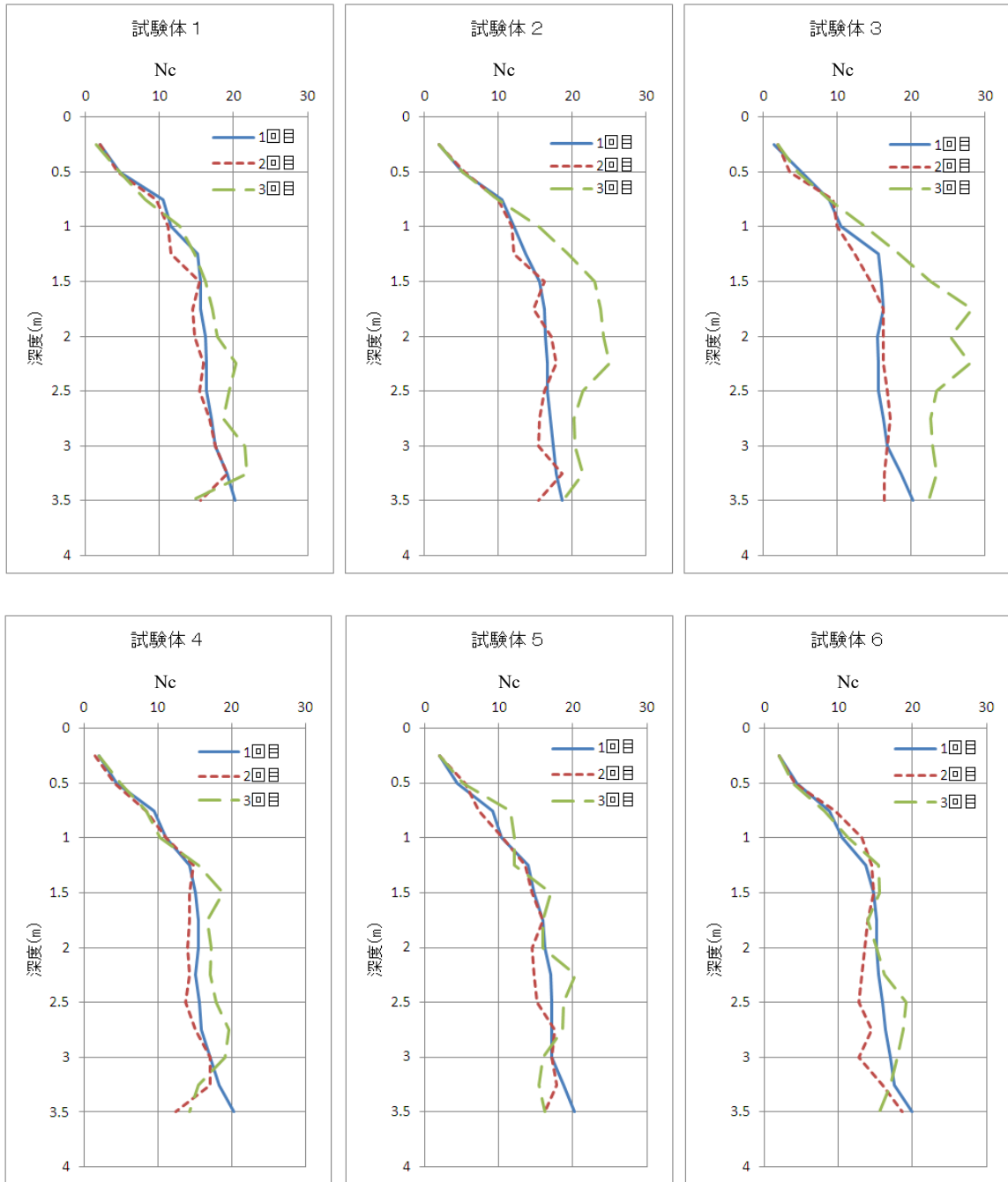


図 2-1 スウェーデン式サウンディング試験結果 (換算 N 値 N_c の分布)

3. 各試験体のスウェーデン式サウンディング試験結果

① 試験体 1(新工法(A))

試験体 1(1回目)

スウェーデン式サウンディング試験																		
調査名		透水マット性能試験				測点番号												
サウンディング孔名		NW-1		調査地点		年月日		2012 年 8 月 20 日										
標高		0.00m		最終貫入深さ		3.50m		試験者										
水位		m		天候		試験方法						スウェーデン式サウンディング試験						
荷重 W _{sw} (kN)	半回転 N _s	貫入深さ D (m)	貫入量 L (cm)	1m当りの 半回転数 N _{sw}	記事			推定 柱状図	荷重 W _{sw} (kN)				貫入量1m当たりの半回転数 N _{sw}				換算 N _c	許容 支持力 q _a (t/m ²)
					音感・感触	貫入状況	土質名		0	0.25	0.5	0.75	0	75	150	225		
1.00		0.25	25													2.0	3.1	
1.00	10	0.50	25	40												4.6	6.2	
1.00	32	0.75	25	128												10.5	13.2	
1.00	36	1.00	25	144												11.6	14.5	
1.00	49	1.25	25	196												15.1	18.6	
1.00	51	1.50	25	204												15.6	19.3	
1.00	51	1.75	25	204												15.6	19.3	
1.00	53	2.00	25	212												16.2	19.9	
1.00	54	2.25	25	216												16.4	20.2	
1.00	54	2.50	25	216												16.4	20.2	
1.00	56	2.75	25	224												17.0	20.9	
1.00	58	3.00	25	232												17.5	21.5	
1.00	64	3.25	25	256												19.1	23.4	
1.00	68	3.50	25	272												20.2	24.7	

試験体 1(2回目)

スウェーデン式サウンディング試験																		
調査名		透水マット性能試験				測点番号												
サウンディング孔名		NW-2		調査地点		年月日		2012 年 8 月 28 日										
標高		0.00m		最終貫入深さ		3.50m		試験者										
水位		m		天候		試験方法						スウェーデン式サウンディング試験						
荷重 W _{sw} (kN)	半回転 N _s	貫入深さ D (m)	貫入量 L (cm)	1m当りの 半回転数 N _{sw}	記事			推定 柱状図	荷重 W _{sw} (kN)				貫入量1m当たりの半回転数 N _{sw}				換算 N _c	許容 支持力 q _a (t/m ²)
					音感・感触	貫入状況	土質名		0	0.25	0.5	0.75	0	75	150	225		
1.00		0.25	25													2.0	3.1	
1.00	9	0.50	25	36												4.4	5.8	
1.00	28	0.75	25	112												9.5	11.9	
1.00	34	1.00	25	136												11.1	13.8	
1.00	36	1.25	25	144												11.6	14.5	
1.00	50	1.50	25	200												15.4	19.0	
1.00	47	1.75	25	188												14.5	18.0	
1.00	48	2.00	25	192												14.8	18.3	
1.00	52	2.25	25	208												15.9	19.6	
1.00	50	2.50	25	200												15.4	19.0	
1.00	55	2.75	25	220												16.7	20.6	
1.00	58	3.00	25	232												17.5	21.5	
1.00	64	3.25	25	256												19.1	23.4	
1.00	51	3.50	25	204												15.6	19.3	

試験体 1(3回目)

スウェーデン式サウンディング試験																		
調査名		透水マット性能試験				測点番号												
サウンディング孔名		NW-3	調査地点						年月日		2012 年 9 月 5 日							
標高		0.00m		最終貫入深さ		3.50m		試験者										
水位		m		天候				試験方法		スウェーデン式サウンディング試験								
荷重 W _{sw} (kN)	半回転 N _a	貫入深さ D (m)	貫入量 L (cm)	1m当りの 半回転数 N _{sw}	記事			推定 柱状図	荷重 W _{sw} (kN)				貫入量1m当たりの半回転数 N _{sw}				換算 N _c	許容 支持力 q _a (t/m ²)
					音感・感触	貫入状況	土質名		0	0.25	0.5	0.75	0	75	150	225		
0.75		0.25	25														1.5	1.7
1.00	10	0.50	25	40													4.6	6.2
1.00	23	0.75	25	92													8.1	10.3
1.00	40	1.00	25	160													12.7	15.8
1.00	48	1.25	25	192													14.8	18.3
1.00	53	1.50	25	212													16.2	19.9
1.00	57	1.75	25	228													17.2	21.2
1.00	59	2.00	25	236													17.8	21.8
1.00	69	2.25	25	276													20.4	25.0
1.00	65	2.50	25	260													19.4	23.8
1.00	62	2.75	25	248													18.6	22.8
1.00	73	3.00	25	292													21.5	26.3
1.00	74	3.25	25	296													21.8	26.6
1.00	46	3.50	25	184													14.3	17.7

② 試験体 2(新工法(B))

試験体 2(1回目)

スウェーデン式サウンディング試験																		
調査名		透水マット性能試験				測点番号												
サウンディング孔名		NC-1	調査地点						年月日		2012 年 8 月 20 日							
標高		0.00m		最終貫入深さ		3.50m		試験者										
水位		m		天候				試験方法		スウェーデン式サウンディング試験								
荷重 W _{sw} (kN)	半回転 N _a	貫入深さ D (m)	貫入量 L (cm)	1m当りの 半回転数 N _{sw}	記事			推定 柱状図	荷重 W _{sw} (kN)				貫入量1m当たりの半回転数 N _{sw}				換算 N _c	許容 支持力 q _a (t/m ²)
					音感・感触	貫入状況	土質名		0	0.25	0.5	0.75	0	75	150	225		
1.00		0.25	25														2.0	3.1
1.00	12	0.50	25	48													5.2	6.8
1.00	32	0.75	25	128													10.5	13.2
1.00	38	1.00	25	152													12.1	15.1
1.00	44	1.25	25	176													13.7	17.0
1.00	51	1.50	25	204													15.6	19.3
1.00	53	1.75	25	212													16.2	19.9
1.00	54	2.00	25	216													16.4	20.2
1.00	55	2.25	25	220													16.7	20.6
1.00	55	2.50	25	220													16.7	20.6
1.00	56	2.75	25	224													17.0	20.9
1.00	58	3.00	25	232													17.5	21.5
1.00	59	3.25	25	236													17.8	21.8
1.00	62	3.50	25	248													18.6	22.8

試験体 2(2回目)

スウェーデン式サウンディング試験															
調査名		透水マット性能試験				測点番号									
サウンディング孔名		NC-2		調査地点		年月日		2012年8月28日							
標高		0.00m		最終貫入深さ		3.50m		試験者							
水位		m		天候		試験方法		スウェーデン式サウンディング試験							
荷重 W _{sw} (kN)	半回転 N _a	貫入深さ D (m)	貫入量 L (cm)	1m当りの 半回転数 N _{sw}	記事			推定 柱状図	荷重 W _{sw} (kN)				貫入量1m当たりの半回転数 N _{sw}	換算 N _c	許容 支持力 q _a (t/m ²)
					音感・感触	貫入状況	土質名		0	0.25	0.5	0.75			
1.00		0.25	25											2.0	3.1
1.00	13	0.50	25	52										5.4	7.1
1.00	30	0.75	25	120										10.0	12.6
1.00	37	1.00	25	148										11.9	14.8
1.00	38	1.25	25	152										12.1	15.1
1.00	53	1.50	25	212										16.2	19.9
1.00	48	1.75	25	192										14.8	18.3
1.00	57	2.00	25	228										17.2	21.2
1.00	59	2.25	25	236										17.8	21.8
1.00	53	2.50	25	212										16.2	19.9
1.00	51	2.75	25	204										15.6	19.3
1.00	50	3.00	25	200										15.4	19.0
1.00	62	3.25	25	248										18.6	22.8
1.00	50	3.50	25	200										15.4	19.0

試験体 2(3回目)

スウェーデン式サウンディング試験															
調査名		透水マット性能試験				測点番号									
サウンディング孔名		NC-3		調査地点		年月日		2012年9月5日							
標高		0.00m		最終貫入深さ		3.50m		試験者							
水位		m		天候		試験方法		スウェーデン式サウンディング試験							
荷重 W _{sw} (kN)	半回転 N _a	貫入深さ D (m)	貫入量 L (cm)	1m当りの 半回転数 N _{sw}	記事			推定 柱状図	荷重 W _{sw} (kN)				貫入量1m当たりの半回転数 N _{sw}	換算 N _c	許容 支持力 q _a (t/m ²)
					音感・感触	貫入状況	土質名		0	0.25	0.5	0.75			
1.00		0.25	25											2.0	3.1
1.00	12	0.50	25	48										5.2	6.8
1.00	30	0.75	25	120										10.0	12.6
1.00	50	1.00	25	200										15.4	19.0
1.00	65	1.25	25	260										19.4	23.8
1.00	79	1.50	25	316										23.1	28.2
1.00	82	1.75	25	328										23.9	29.2
1.00	83	2.00	25	332										24.2	29.5
1.00	86	2.25	25	344										25.0	30.5
1.00	73	2.50	25	292										21.5	26.3
1.00	68	2.75	25	272										20.2	24.7
1.00	69	3.00	25	276										20.4	25.0
1.00	73	3.25	25	292										21.5	26.3
1.00	63	3.50	25	252										18.8	23.1

③ 試験体 3(新工法(C))
試験体 3(1 回目)

スウェーデン式サウンディング試験																		
調査名		透水マット性能試験						測点番号										
サウンディング孔名		NE-1		調査地点				年月日		2012 年 8 月 20 日								
標高		0.00m		最終貫入深さ		3.50m		試験者										
水位		m		天候				試験方法		スウェーデン式サウンディング試験								
荷重 W _{sw} (kN)	半回転 N _a	貫入深さ D (m)	貫入量 L (cm)	1m当りの 半回転数 N _{sw}	記事			推定 柱状図	荷重 W _{sw} (kN)				貫入量1m当たりの半回転数 N _{sw}				換算 N _c	許容 力 q _a (t/m ²)
					音感・感触	貫入状況	土質名		0	0.25	0.5	0.75	0	75	150	225		
0.75		0.25	25													1.5	1.7	
1.00	12	0.50	25	48												5.2	6.8	
1.00	26	0.75	25	104												8.9	11.3	
1.00	32	1.00	25	128												10.5	13.2	
1.00	51	1.25	25	204												15.6	19.3	
1.00	52	1.50	25	208												15.9	19.6	
1.00	53	1.75	25	212												16.2	19.9	
1.00	50	2.00	25	200												15.4	19.0	
1.00	51	2.25	25	204												15.6	19.3	
1.00	51	2.50	25	204												15.6	19.3	
1.00	53	2.75	25	212												16.2	19.9	
1.00	55	3.00	25	220												16.7	20.6	
1.00	62	3.25	25	248												18.6	22.8	
1.00	68	3.50	25	272												20.2	24.7	

試験体 3(2 回目)

スウェーデン式サウンディング試験																		
調査名		透水マット性能試験						測点番号										
サウンディング孔名		NE-2		調査地点				年月日		2012 年 8 月 28 日								
標高		0.00m		最終貫入深さ		3.50m		試験者										
水位		m		天候				試験方法		スウェーデン式サウンディング試験								
荷重 W _{sw} (kN)	半回転 N _a	貫入深さ D (m)	貫入量 L (cm)	1m当りの 半回転数 N _{sw}	記事			推定 柱状図	荷重 W _{sw} (kN)				貫入量1m当たりの半回転数 N _{sw}				換算 N _c	許容 力 q _a (t/m ²)
					音感・感触	貫入状況	土質名		0	0.25	0.5	0.75	0	75	150	225		
1.00		0.25	25													2.0	3.1	
1.00	6	0.50	25	24												3.6	4.9	
1.00	28	0.75	25	112												9.5	11.9	
1.00	30	1.00	25	120												10.0	12.6	
1.00	39	1.25	25	156												12.4	15.4	
1.00	47	1.50	25	188												14.5	18.0	
1.00	53	1.75	25	212												16.2	19.9	
1.00	53	2.00	25	212												16.2	19.9	
1.00	53	2.25	25	212												16.2	19.9	
1.00	55	2.50	25	220												16.7	20.6	
1.00	57	2.75	25	228												17.2	21.2	
1.00	55	3.00	25	220												16.7	20.6	
1.00	54	3.25	25	216												16.4	20.2	
1.00	54	3.50	25	216												16.4	20.2	

試験体 3(3 回目)

スウェーデン式サウンディング試験																		
調査名		透水マット性能試験						測点番号										
サウンディング孔名		NE-3	調査地点						年月日		2012 年 9 月 5 日							
標高		0.00m		最終貫入深さ		3.50m		試験者										
水位		m		天候				試験方法		スウェーデン式サウンディング試験								
荷重 W _{sw} (kN)	半回転 N _a	貫入深さ D (m)	貫入量 L (cm)	1m当りの 半回転数 N _{sw}	記事			推定 柱状図	荷重 W _{sw} (kN)				貫入量1m当たりの半回転数 N _{sw}				換算 N _c	粘着 支持力 q _a (t/m ²)
					音感・感触	貫入状況	土質名		0	0.25	0.5	0.75	0	100	200	300		
1.00		0.25	25													2.0	3.1	
1.00	10	0.50	25	40												4.6	6.2	
1.00	26	0.75	25	104												8.9	11.3	
1.00	44	1.00	25	176												13.7	17.0	
1.00	61	1.25	25	244												18.3	22.5	
1.00	77	1.50	25	308												22.6	27.6	
1.00	98	1.75	25	392												28.2	34.3	
1.00	87	2.00	25	348												25.3	30.8	
1.00	97	2.25	25	388												27.9	34.0	
1.00	80	2.50	25	320												23.4	28.6	
1.00	77	2.75	25	308												22.6	27.6	
1.00	78	3.00	25	312												22.9	27.9	
1.00	80	3.25	25	320												23.4	28.6	
1.00	76	3.50	25	304												22.3	27.3	

④ 試験体 4(従来工法(RC-40))

試験体 4(1 回目)

スウェーデン式サウンディング試験																		
調査名		透水マット性能試験						測点番号										
サウンディング孔名		SW-1	調査地点						年月日		2012 年 8 月 20 日							
標高		0.00m		最終貫入深さ		3.50m		試験者										
水位		m		天候				試験方法		スウェーデン式サウンディング試験								
荷重 W _{sw} (kN)	半回転 N _a	貫入深さ D (m)	貫入量 L (cm)	1m当りの 半回転数 N _{sw}	記事			推定 柱状図	荷重 W _{sw} (kN)				貫入量1m当たりの半回転数 N _{sw}				換算 N _c	粘着 支持力 q _a (t/m ²)
					音感・感触	貫入状況	土質名		0	0.25	0.5	0.75	0	75	150	225		
1.00		0.25	25													2.0	3.1	
1.00	9	0.50	25	36												4.4	5.8	
1.00	28	0.75	25	112												9.5	11.9	
1.00	34	1.00	25	136												11.1	13.8	
1.00	46	1.25	25	184												14.3	17.7	
1.00	49	1.50	25	196												15.1	18.6	
1.00	50	1.75	25	200												15.4	19.0	
1.00	50	2.00	25	200												15.4	19.0	
1.00	49	2.25	25	196												15.1	18.6	
1.00	51	2.50	25	204												15.6	19.3	
1.00	52	2.75	25	208												15.9	19.6	
1.00	56	3.00	25	224												17.0	20.9	
1.00	61	3.25	25	244												18.3	22.5	
1.00	68	3.50	25	272												20.2	24.7	

試験体 4(2回目)

スウェーデン式サウンディング試験																		
調査名		透水マット性能試験						測点番号										
サウンディング孔名		SW-2	調査地点						年月日		2012年8月27日							
標高		0.00m		最終貫入深さ		3.50m		試験者										
水位		m		天候				試験方法		スウェーデン式サウンディング試験								
荷重 W _{sw} (kN)	半回転 数 N _a	貫入深さ D (m)	貫入量 L (cm)	1m当りの 半回転数 N _{sw}	記事			推定 柱状図	荷重 W _{sw} (kN)				貫入量1m当たりの半回転数 N _{sw}				換算 N _c	許容 支持力 q _容 (t/m ²)
					音感・感触	貫入状況	土質名		0	0.25	0.5	0.75	0	75	150	225		
0.75		0.25	25														1.5	1.7
1.00	8	0.50	25	32													4.1	5.5
1.00	24	0.75	25	96													8.4	10.6
1.00	34	1.00	25	136													11.1	13.8
1.00	48	1.25	25	192													14.8	18.3
1.00	46	1.50	25	184													14.3	17.7
1.00	46	1.75	25	184													14.3	17.7
1.00	45	2.00	25	180													14.0	17.4
1.00	46	2.25	25	184													14.3	17.7
1.00	44	2.50	25	176													13.7	17.0
1.00	49	2.75	25	196													15.1	18.6
1.00	56	3.00	25	224													17.0	20.9
1.00	56	3.25	25	224													17.0	20.9
1.00	39	3.50	25	156													12.4	15.4

試験体 4(3回目)

スウェーデン式サウンディング試験																		
調査名		透水マット性能試験						測点番号										
サウンディング孔名		SW-3	調査地点						年月日		2012年9月4日							
標高		0.00m		最終貫入深さ		3.50m		試験者										
水位		m		天候				試験方法		スウェーデン式サウンディング試験								
荷重 W _{sw} (kN)	半回転 数 N _a	貫入深さ D (m)	貫入量 L (cm)	1m当りの 半回転数 N _{sw}	記事			推定 柱状図	荷重 W _{sw} (kN)				貫入量1m当たりの半回転数 N _{sw}				換算 N _c	許容 支持力 q _容 (t/m ²)
					音感・感触	貫入状況	土質名		0	0.25	0.5	0.75	0	75	150	225		
1.00		0.25	25														2.0	3.1
1.00	11	0.50	25	44													4.9	6.5
1.00	24	0.75	25	96													8.4	10.6
1.00	31	1.00	25	124													10.3	12.9
1.00	50	1.25	25	200													15.4	19.0
1.00	63	1.50	25	252													18.8	23.1
1.00	55	1.75	25	220													16.7	20.6
1.00	57	2.00	25	228													17.2	21.2
1.00	56	2.25	25	224													17.0	20.9
1.00	59	2.50	25	236													17.8	21.8
1.00	66	2.75	25	264													19.6	24.1
1.00	64	3.00	25	256													19.1	23.4
1.00	50	3.25	25	200													15.4	19.0
1.00	46	3.50	25	184													14.3	17.7

⑤ 試験体 5(新工法(A 止水コン))
試験体 5(1 回目)

スウェーデン式サウンディング試験																		
調査名		透水マット性能試験				測点番号												
サウンディング孔名		SC-1	調査地点						年月日		2012 年 8 月 20 日							
標高		0.00m		最終貫入深さ		3.50m		試験者										
水位		m		天候				試験方法		スウェーデン式サウンディング試験								
荷重 Wsw (kN)	半回転 Na	貫入深さ D (m)	貫入量 L (cm)	1m当りの 半回転数 Nsw	記事			推定 柱状図	荷重 Wsw (kN)				貫入量1m当たりの半回転数 Nsw				換算 Nc	許容 支持力 qa (t/m ²)
					音感・感触	貫入状況	土質名		0	0.25	0.5	0.75	0	75	150	225		
1.00		0.25	25													2.0	3.1	
1.00	9	0.50	25	36												4.4	5.8	
1.00	27	0.75	25	108												9.2	11.6	
1.00	31	1.00	25	124												10.3	12.9	
1.00	45	1.25	25	180												14.0	17.4	
1.00	48	1.50	25	192												14.8	18.3	
1.00	52	1.75	25	208												15.9	19.6	
1.00	53	2.00	25	212												16.2	19.9	
1.00	56	2.25	25	224												17.0	20.9	
1.00	57	2.50	25	228												17.2	21.2	
1.00	57	2.75	25	228												17.2	21.2	
1.00	57	3.00	25	228												17.2	21.2	
1.00	63	3.25	25	252												18.8	23.1	
1.00	68	3.50	25	272												20.2	24.7	

試験体 5(2 回目)

スウェーデン式サウンディング試験																		
調査名		透水マット性能試験				測点番号												
サウンディング孔名		SC-2	調査地点						年月日		2012 年 8 月 27 日							
標高		0.00m		最終貫入深さ		3.50m		試験者										
水位		m		天候				試験方法		スウェーデン式サウンディング試験								
荷重 Wsw (kN)	半回転 Na	貫入深さ D (m)	貫入量 L (cm)	1m当りの 半回転数 Nsw	記事			推定 柱状図	荷重 Wsw (kN)				貫入量1m当たりの半回転数 Nsw				換算 Nc	許容 支持力 qa (t/m ²)
					音感・感触	貫入状況	土質名		0	0.25	0.5	0.75	0	75	150	225		
1.00		0.25	25													2.0	3.1	
1.00	13	0.50	25	52												5.4	7.1	
1.00	20	0.75	25	80												7.3	9.4	
1.00	32	1.00	25	128												10.5	13.2	
1.00	43	1.25	25	172												13.5	16.7	
1.00	47	1.50	25	188												14.5	18.0	
1.00	52	1.75	25	208												15.9	19.6	
1.00	47	2.00	25	188												14.5	18.0	
1.00	48	2.25	25	192												14.8	18.3	
1.00	49	2.50	25	196												15.1	18.6	
1.00	58	2.75	25	232												17.5	21.5	
1.00	57	3.00	25	228												17.2	21.2	
1.00	59	3.25	25	236												17.8	21.8	
1.00	53	3.50	25	212												16.2	19.9	

試験体 5(3 回目)

スウェーデン式サウンディング試験																		
調査名		透水マット性能試験						測点番号										
サウンディング孔名		SC-3	調査地点						年月日		2012 年 9 月 4 日							
標高		0.00m		最終貫入深さ		3.50m		試験者										
水位		m		天候				試験方法		スウェーデン式サウンディング試験								
荷重 W _{sw} (kN)	半回転 N _a	貫入深さ D (m)	貫入量 L (cm)	1m 当りの 半回転数 N _{sw}	記事			推定 柱状図	荷重 W _{sw} (kN)				貫入量 1m 当りの半回転数 N _{sw}				換算 N _c	許容 支持力 q _{sa} (t/m ²)
					音感・感触	貫入状況	土質名		0	0.25	0.5	0.75	0	75	150	225		
1.00		0.25	25													2.0	3.1	
1.00	12	0.50	25	48												5.2	6.8	
1.00	36	0.75	25	144												11.6	14.5	
1.00	38	1.00	25	152												12.1	15.1	
1.00	38	1.25	25	152												12.1	15.1	
1.00	56	1.50	25	224												17.0	20.9	
1.00	52	1.75	25	208												15.9	19.6	
1.00	52	2.00	25	208												15.9	19.6	
1.00	69	2.25	25	276												20.4	25.0	
1.00	63	2.50	25	252												18.8	23.1	
1.00	62	2.75	25	248												18.6	22.8	
1.00	52	3.00	25	208												15.9	19.6	
1.00	50	3.25	25	200												15.4	19.0	
1.00	53	3.50	25	212												16.2	19.9	

⑥ 試験体 No.6 (従来工法 (C-40))

試験体 6(1 回目)

スウェーデン式サウンディング試験																		
調査名		透水マット性能試験						測点番号										
サウンディング孔名		SE-1	調査地点						年月日		2012 年 8 月 20 日							
標高		0.00m		最終貫入深さ		3.50m		試験者										
水位		m		天候				試験方法		スウェーデン式サウンディング試験								
荷重 W _{sw} (kN)	半回転 N _a	貫入深さ D (m)	貫入量 L (cm)	1m 当りの 半回転数 N _{sw}	記事			推定 柱状図	荷重 W _{sw} (kN)				貫入量 1m 当りの半回転数 N _{sw}				換算 N _c	許容 支持力 q _{sa} (t/m ²)
					音感・感触	貫入状況	土質名		0	0.25	0.5	0.75	0	75	150	225		
1.00		0.25	25													2.0	3.1	
1.00	9	0.50	25	36												4.4	5.8	
1.00	25	0.75	25	100												8.7	11.0	
1.00	32	1.00	25	128												10.5	13.2	
1.00	44	1.25	25	176												13.7	17.0	
1.00	48	1.50	25	192												14.8	18.3	
1.00	49	1.75	25	196												15.1	18.6	
1.00	49	2.00	25	196												15.1	18.6	
1.00	50	2.25	25	200												15.4	19.0	
1.00	52	2.50	25	208												15.9	19.6	
1.00	54	2.75	25	216												16.4	20.2	
1.00	56	3.00	25	224												17.0	20.9	
1.00	58	3.25	25	232												17.5	21.5	
1.00	67	3.50	25	268												19.9	24.4	

試験体 6(2 回目)

スウェーデン式サウンディング試験																		
調査名		透水マット性能試験				測点番号												
サウンディング孔名		SE-2	調査地点						年月日		2012 年 8 月 27 日							
標高		0.00m		最終貫入深さ		3.50m		試験者										
水位		m		天候				試験方法		スウェーデン式サウンディング試験								
荷重 W _{sw} (kN)	半回転 回数 N _a	貫入深さ D (m)	貫入量 L (cm)	1m当りの 半回転数 N _{sw}	記事			推定 柱状図	荷重 W _{sw} (kN)				貫入量1m当たりの半回転数 N _{sw}				換算 N _c	許容 支持力 q _a (t/m ²)
					音感・感触	貫入状況	土質名		0	0.25	0.5	0.75	0	75	150	225		
1.00		0.25	25														2.0	3.1
1.00	8	0.50	25	32													4.1	5.5
1.00	28	0.75	25	112													9.5	11.9
1.00	42	1.00	25	168													13.2	16.4
1.00	47	1.25	25	188													14.5	18.0
1.00	48	1.50	25	192													14.8	18.3
1.00	45	1.75	25	180													14.0	17.4
1.00	43	2.00	25	172													13.5	16.7
1.00	42	2.25	25	168													13.2	16.4
1.00	40	2.50	25	160													12.7	15.8
1.00	47	2.75	25	188													14.5	18.0
1.00	40	3.00	25	160													12.7	15.8
1.00	52	3.25	25	208													15.9	19.6
1.00	62	3.50	25	248													18.6	22.8

試験体 6(3 回目)

スウェーデン式サウンディング試験																		
調査名		透水マット性能試験				測点番号												
サウンディング孔名		SE-3	調査地点						年月日		2012 年 9 月 4 日							
標高		0.00m		最終貫入深さ		3.50m		試験者										
水位		m		天候				試験方法		スウェーデン式サウンディング試験								
荷重 W _{sw} (kN)	半回転 回数 N _a	貫入深さ D (m)	貫入量 L (cm)	1m当りの 半回転数 N _{sw}	記事			推定 柱状図	荷重 W _{sw} (kN)				貫入量1m当たりの半回転数 N _{sw}				換算 N _c	許容 支持力 q _a (t/m ²)
					音感・感触	貫入状況	土質名		0	0.25	0.5	0.75	0	75	150	225		
1.00		0.25	25														2.0	3.1
1.00	7	0.50	25	28													3.8	5.2
1.00	23	0.75	25	92													8.1	10.3
1.00	35	1.00	25	140													11.3	14.2
1.00	50	1.25	25	200													15.4	19.0
1.00	51	1.50	25	204													15.6	19.3
1.00	45	1.75	25	180													14.0	17.4
1.00	49	2.00	25	196													15.1	18.6
1.00	53	2.25	25	212													16.2	19.9
1.00	64	2.50	25	256													19.1	23.4
1.00	63	2.75	25	252													18.8	23.1
1.00	60	3.00	25	240													18.0	22.2
1.00	56	3.25	25	224													17.0	20.9
1.00	51	3.50	25	204													15.6	19.3

参考文献

- 1) JIS A1221 「スウェーデン式サウンディング試験方法」
- 2) 稲田倍穂：「スウェーデン式サウンディング試験結果の使用について」土と基礎、Vol.8,No.1,pp.13～18、
1960年

© 建築研究資料 第 192 号

平成 31 年 3 月 印刷・発行
編集・発行 国立研究開発法人建築研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは下記まで
国立研究開発法人建築研究所企画部企画調査課
〒305-0802 茨城県つくば市立原 1 番地
電話 (029) 864-2151(代)