

技術報文

## 実物大降雨実験による擁壁用透水マットの排水性能に関する研究

擁壁用透水マット協会（三井化学産資(株)） 弘中 淳市  
 擁壁用透水マット協会（株）田中） 寺田 成人  
 独立行政法人建築研究所 平出 務  
 全国宅地擁壁技術協会 城戸 理雄  
 全国宅地擁壁技術協会 竹川 正登

### 1. はじめに

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では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、『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。』との制限がある。

現在、擁壁用透水マットの納入開始から20年以上が経過し、累計納入実績は400万m<sup>2</sup>を超えている（図-1参照）。しかし、上記制限により、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。また近年、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（図-2参照）。

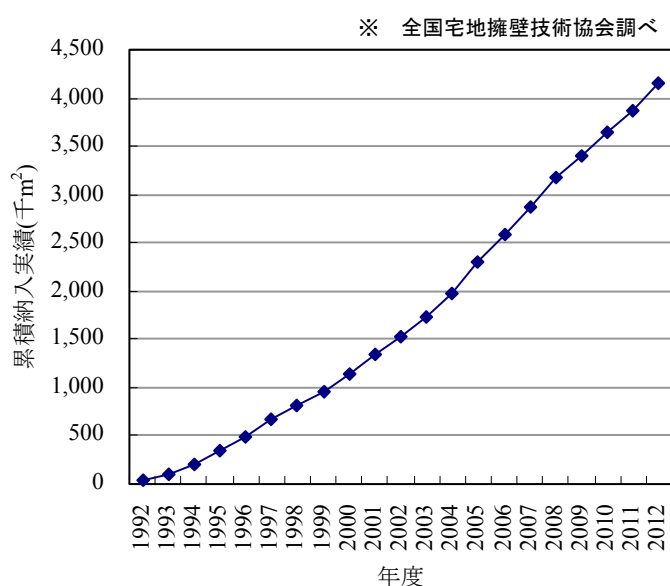


図-1 擁壁用透水マットの累積納入実績



図-2 再生砕石不具合事例

本研究<sup>1)</sup>は、高さ3mを超え5m以下の宅地擁壁裏面排水工法について、砕石を使用しない新透水層工法（新工法）と砕石併用工法（従来工法）の実物大試験体による降雨実験を行い、両者の排水性能を比較分析し、より安定した透水性能を有する新工法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資料とすることを目的とする。ここで新透水層工法は、従来の砕石層代替として、同性能を有した透水マットの2枚重ね品または厚さUP品を新透水マットとして適用する工法である。図-3に新透水層工法と従来の砕石併用工法の概要図を示す。

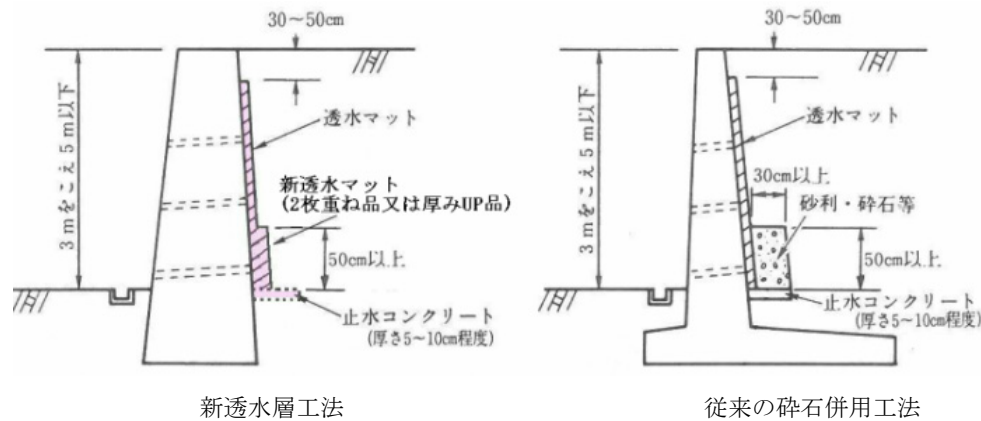


図-3 透水マットの取付け断面

## 2. 実験概要

降雨実験は、独立行政法人建築研究所にて、新工法と従来工法を再現した試験体を大型土槽中（長さ10m×幅3.6m×深さ5m）に設置し、人工降雨装置による降雨を行い、排水状況等を確認した。図-4に実験装置の概要を示す。

試験体作製にあたり、最初に新透水マットの基本性能を評価した。「擁壁用透水マット技術マニュアル」に記載されている評価項目全8項目の内、過去の認定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、2枚重ね品は面に垂直方向の透水性能と圧縮クリープ特性、厚みUP品は面内方向の透水性能と圧縮クリープ特性を試験した。新透水マットは基本性能評価試験に合格した6製品の中から3種類を選定し、実物大のプレキャストL型擁壁（高さ4.25m×幅1.15m×底面長さ2.6m、6台使用）、背面埋戻土（砂）、砕石・再生砕石、止水コンクリート等とともに試験体を作製した。また、各試験体間に間隙水圧計を3個、試験体2と試験体5に水位計を設置した。

表-1に試験体概要を、図-5に実験に使用した新透水マットを示す。実験は降雨強度5水準、試験体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）を参考に選定し、150mm/h (CASE1) → 110mm/h (CASE2) → 50mm/h (CASE3) → 150mm/h・2回目 (CASE4) → 110mm/h・2回目 (CASE5) とした。

水抜き穴からの排水量測定は手動で行った（5分間隔、重量測定）。盛土内水位および水圧はそれぞれ水位計、間隙水圧計により自動計測した。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を盛土完成直後、CASE3終了後、全CASE終了後の3回実施した。実験終了後に透水マット、再生砕石層、砕石層等の観察を行った。

表-1 試験体の概要

試験体 No.	試験体呼称	試験体仕様		
		透水マット種類	併用する排水層	止水コンクリート有無
1	新工法(A)	透水マット A	新透水マット A	なし
2	新工法(B)	透水マット B	新透水マット B	なし
3	新工法(C)	透水マット C	新透水マット C	なし
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	あり
6	従来工法(C-40)	透水マット A	砕石(C-40)	あり

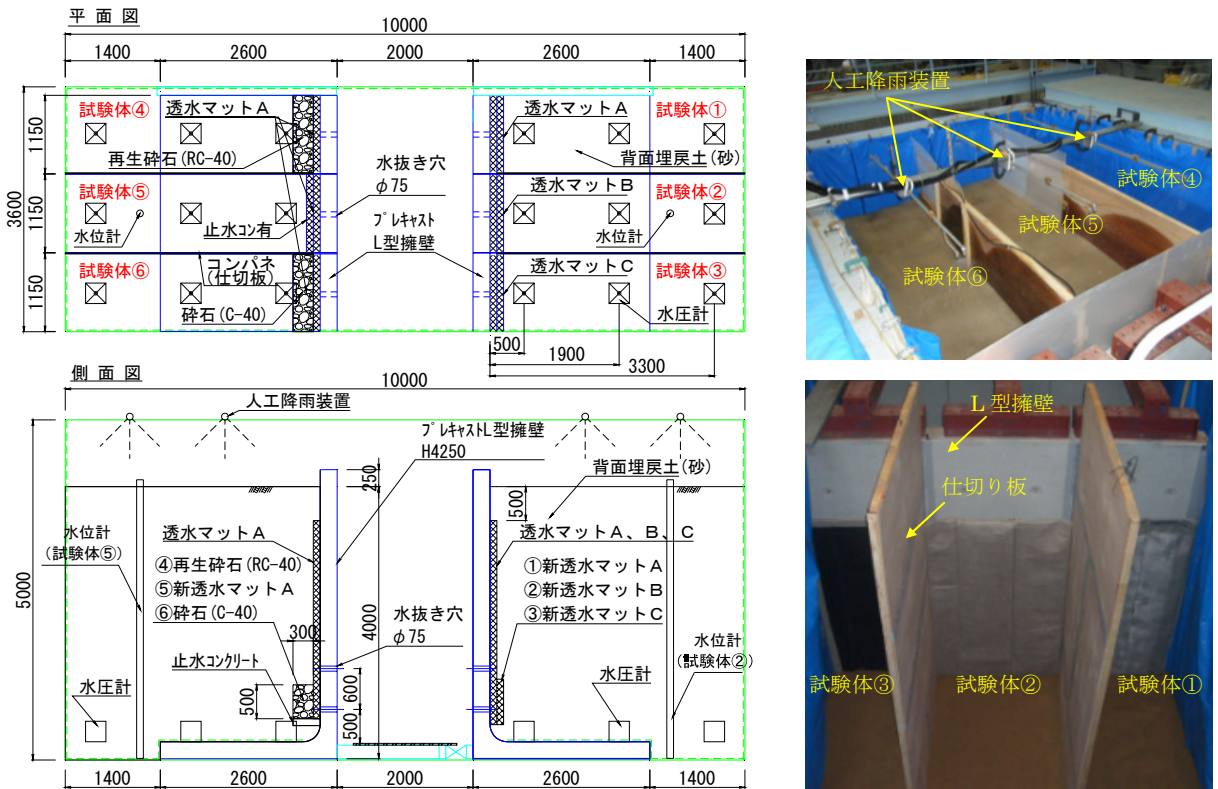


図-4 実験装置の概要



新透水マット A  
(2枚重ね品)  
パブリックレーン AY

新透水マット B  
(厚み UP 品)  
ネロン透水マット Y-500

新透水マット C  
(2枚重ね品)  
カドレーン TW

図-5 実験に使用した新透水マット

### 3. 実験結果

図-6は理論降雨量と定常化時点排水量の比較である。ここで、理論降雨量とは設定降雨強度より算出される単位時間あたりの降雨量、定常化時点排水量とは間隙水圧計、水位計の値が定常化した時点での水抜き穴からの排出量である。新透水層工法の定常化時点排水量は、従来工法（RC-40）に対し111%~160%、従来工法（C-40）に対し103%~153%であった。次に理論降雨量に対する定常化時点排水量を見ると、新工法は96%~100%、従来工法（C-40）は89%~104%とほぼ同等で安定していた。一方、従来工法（RC-40）は徐々に低下し、CASE5では43%となった。

表-2は新工法と従来工法の間隙水圧の比較である。新工法の間隙水圧値は、全測点、全ケースで従来工法より低く、水位上昇を抑制していた。一方、従来工法（RC-40）はCASE4とCASE5において、全ての測点で水圧が20kPaを超え、水位差がなくなり飽和状態に達していた。CASE5

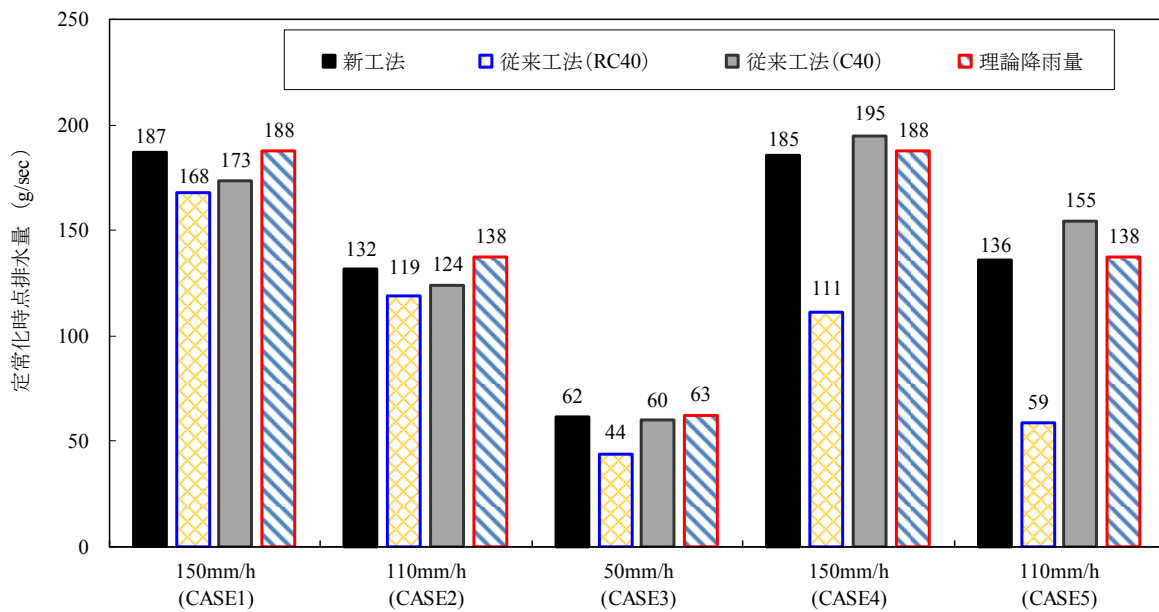


図-6 理論降雨量と定常化時点排水量の比較

表-2 新工法と従来工法の間隙水圧の比較

	CASE	壁面からの距離 (m)		
		0.5	1.9	3.3
従来工法(RC-40) に対する比率	CASE-1	86%	93%	96%
	CASE-2	72%	86%	92%
	CASE-3	67%	80%	89%
	CASE-4	51%	73%	83%
	CASE-5	47%	66%	77%
従来工法(C-40) に対する比率	CASE-1	84%	90%	97%
	CASE-2	74%	86%	91%
	CASE-3	84%	87%	93%
	CASE-4	85%	88%	89%
	CASE-5	85%	85%	85%



の間隙水圧分布を図-7に示す。また従来工法はCASE3を除く全てケースで上の水抜き穴から排水があった。新工法において止水コンクリートの有無を比較したが有位差はなく、止水コンクリート無しでも排水性能に影響はなかった。

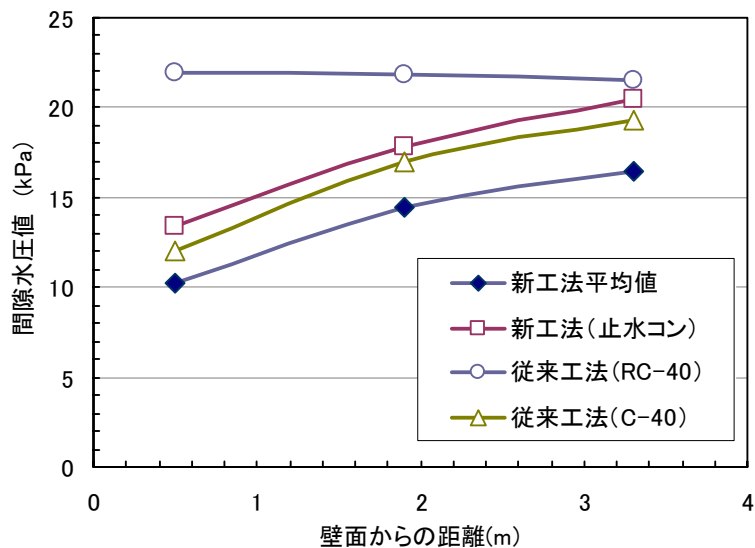


図-7 実験終了時の間隙水圧分布 (CASE5)



C-40 露出状況



RC-40 露出状況

図-8 実験終了後の砕石層の状態

表-3 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	初期値 (cm/sec)	試験結果 (cm/sec)	
			壁側	土側
1	新透水マット A	$1.58 \times 10^{-2}$	$1.34 \times 10^{-2}$	$2.60 \times 10^{-2}$
2	新透水マット B	$1.00 \times 10^{-1}$	$1.89 \times 10^{-1}$	$2.38 \times 10^{-1}$
3	新透水マット C	$4.42 \times 10^{-2}$	$2.89 \times 10^{-2}$	
4	透水マット A	$1.58 \times 10^{-2}$	$1.53 \times 10^{-2}$	$2.43 \times 10^{-2}$
5	新透水マット A	$1.58 \times 10^{-2}$	$2.53 \times 10^{-2}$	$3.13 \times 10^{-2}$
6	透水マット A	$1.58 \times 10^{-2}$	$1.10 \times 10^{-2}$	$3.24 \times 10^{-2}$

実験終了後に地盤を撤去し、砕石層および透水マットの状態を確認した。その結果、**図-8**に示すように 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、RC-40 は表面が硬化したように自立していた。また C-40 は内部、透水マット接触面に湿り気があったが、RC-40 は表面が硬化し、内部、透水マット接触面に湿り気が無かったことから、排水障害が起こっていたと推察される。実験終了後の透水マットは、擁壁からの剥がれや損傷等は確認出来なかった。次に掘り起こした透水マットの目詰まり性を把握することを目的に、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「擁壁用透水マット技術マニュアル」の面に垂直方向の透水性試験法 B 法<sup>2)</sup>に基づいた試験を行った。試験結果を**表-3**に示す。いずれも透水係数は初期値よりは若干小さいものの、大きく排水障害を引き起こすような目詰まりは発生していない。

#### 4. おわりに

今回実施した降雨実験により、主に以下のことが確認された。

- ・ 新透水層工法の定常化時点排水量は従来の砕石併用工法より多かった。
- ・ 新透水層工法の間隙水圧値は従来の砕石併用工法より低く、水位上昇を抑制出来ていた。
- ・ 再生砕石は、水分供給により硬化し透水性が低下することがあるため、透水層としての使用には留意する必要がある。

著者らは、本実験以外にもこれまでに FEM 浸透流解析<sup>3)</sup>による透水マット、砕石層の有効性について確認している。また、現地掘り起こし調査<sup>4)</sup>にて施工後 5 年が経過した透水マットの性能についても確認している。以上より、新透水層工法が従来の砕石併用工法に替わる工法として妥当性を有していることが確認された。今後は新透水層工法の適用を図るとともに、長期耐久性確認を目的とした実現場での経過状況観察等を実施していく必要があると考える。

本報は、独立行政法人建築研究所、公益社団法人全国宅地擁壁技術協会、擁壁用透水マット協会（旭化成ジオテック株式会社、新光ナイロン株式会社、大日本プラスチック株式会社、株式会社田中、豊洋産業株式会社、前田工織株式会社、三井化学産資株式会社）による共同研究「透水マットを用いた宅地擁壁の排水性能に関する研究」の研究成果の一部である。実験においては株式会社エムテックのご協力を頂いた。ここに記して謝意を表す。

#### 参考文献

- 1) 細川洋志，寺田成人，弘中淳市，鍋嶋靖浩，平出務，城戸理雄，竹川正登，大野寛：「透水マットを用いた宅地擁壁の排水性能に関する研究」，地盤工学会，2013
- 2) 社団法人全国宅地擁壁技術協会：「擁壁用透水マット技術マニュアル」，1997
- 3) 若井明彦，鈴木智貴，二木幹夫，喜多平明，松山眞三：「三次元飽和－不飽和浸透流解析による宅地擁壁の解析的評価」，日本建築学会，2006
- 4) 弘中淳市，板垣聡，喜多平明，竹川正登，加藤晃，二木幹夫，西村真二：「擁壁用透水マットの現地掘り起こし調査」，土木学会，2008