

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。

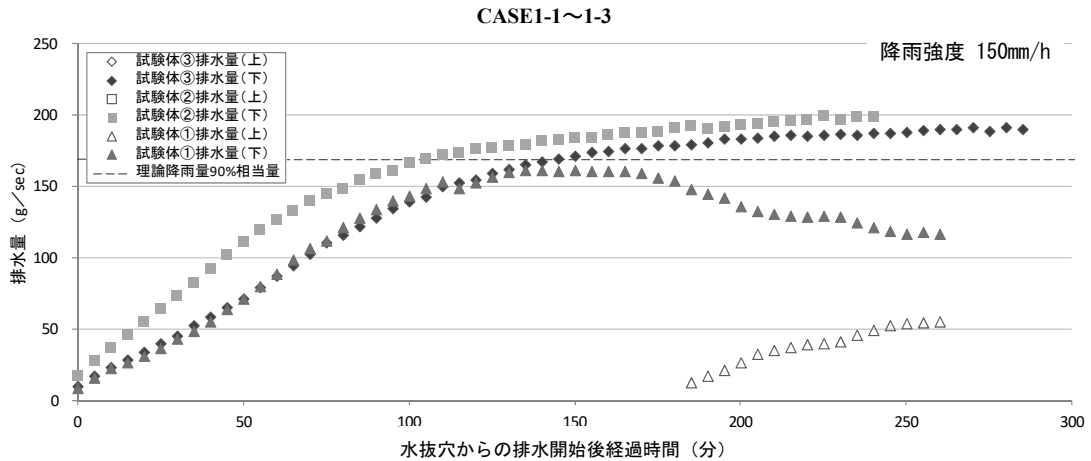


図 3.2-1 排水開始後の経過時間と排水量の関係 (CASE1-1~1-3)

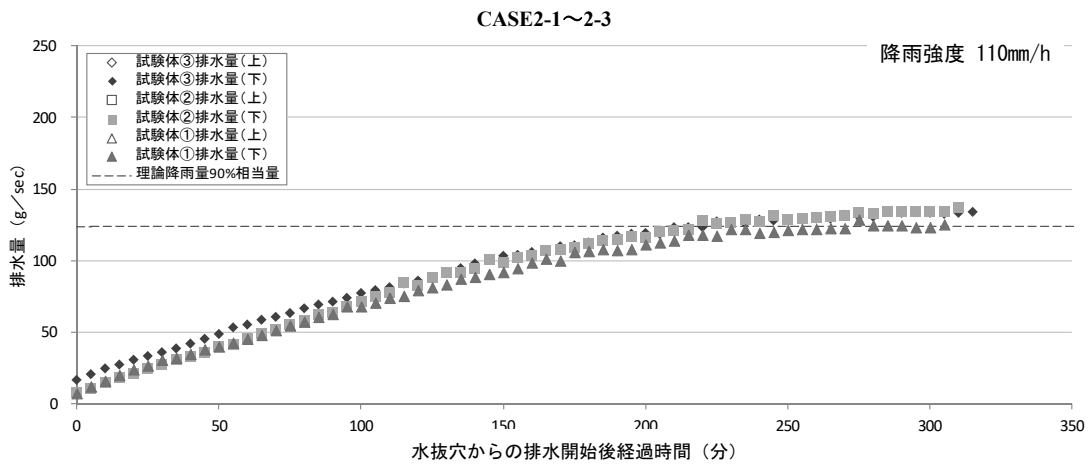


図 3.2-2 排水開始後の経過時間と排水量の関係 (CASE2-1~2-3)

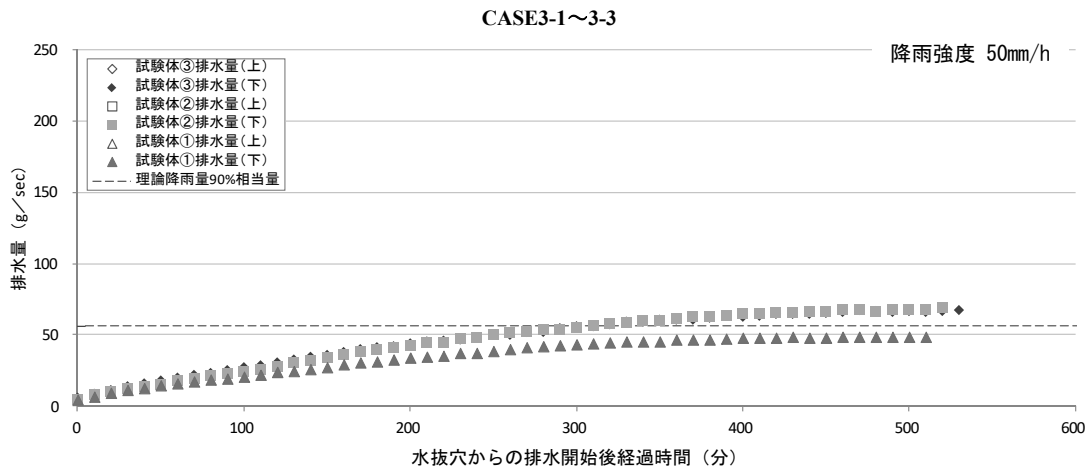


図 3.2-3 排水開始後の経過時間と排水量の関係 (CASE3-1~3-3)

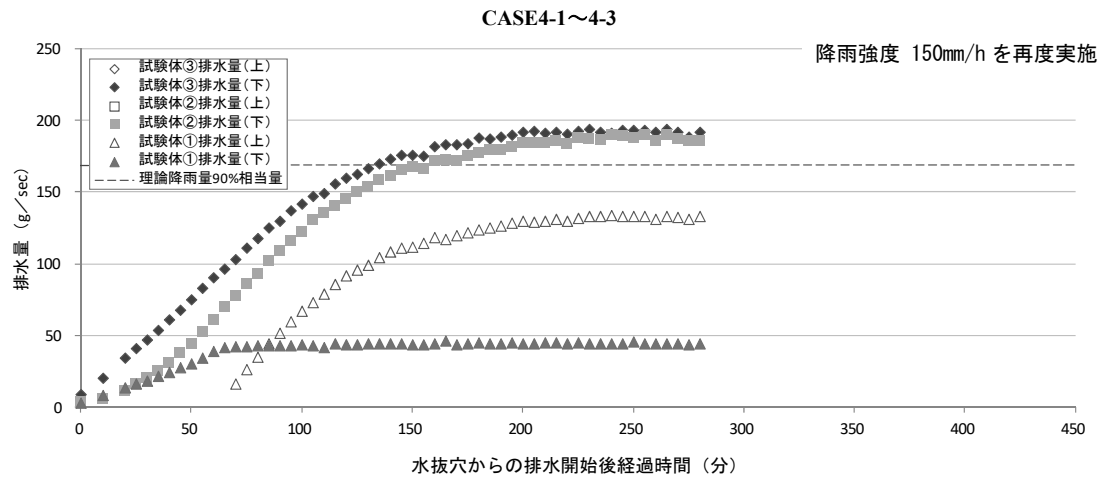


図 3.2-4 排水開始後の経過時間と排水量の関係 (CASE4-1~4-3)

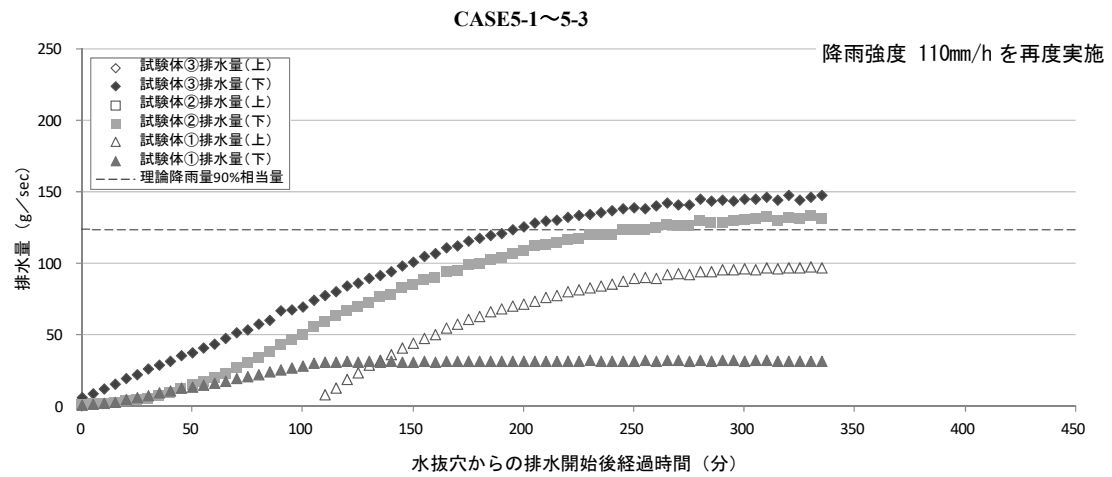


図 3.2-5 排水開始後の経過時間と排水量の関係 (CASE5-1~5-3)

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。

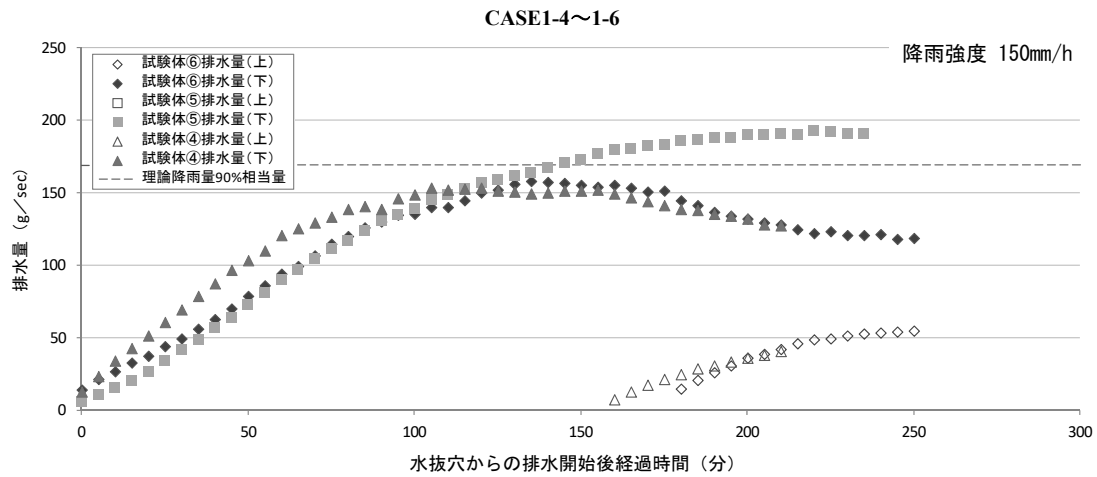


図 3.2-6 排水開始後の経過時間と排水量の関係 (CASE1-4～1-6)

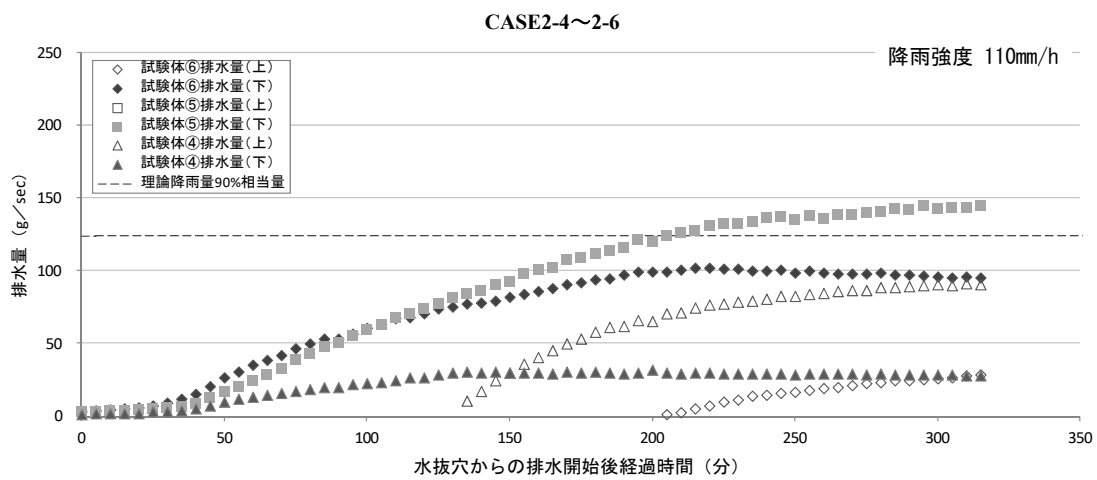


図 3.2-7 排水開始後の経過時間と排水量の関係 (CASE2-4～2-6)

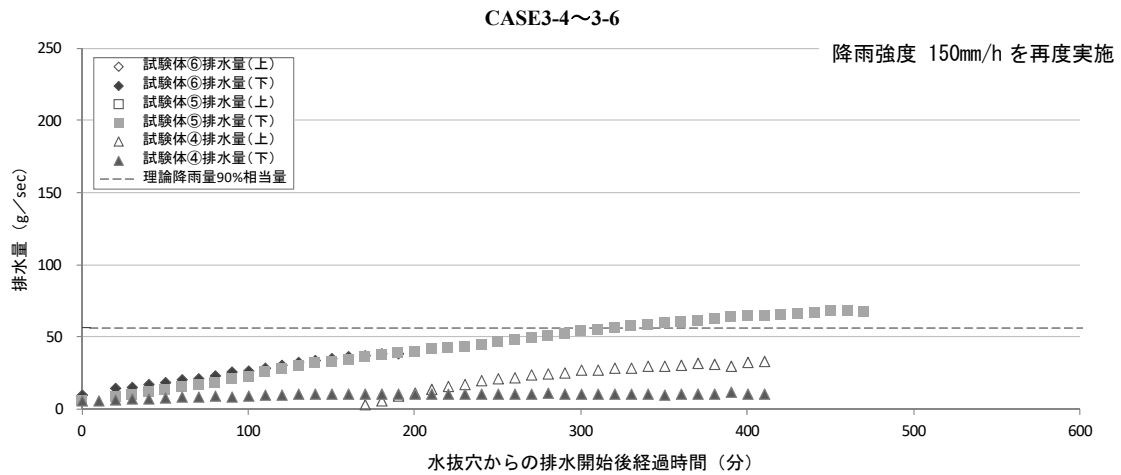


図 3.2-8 排水開始後経過時間と排水量の関係 (CASE3-4~3-6)

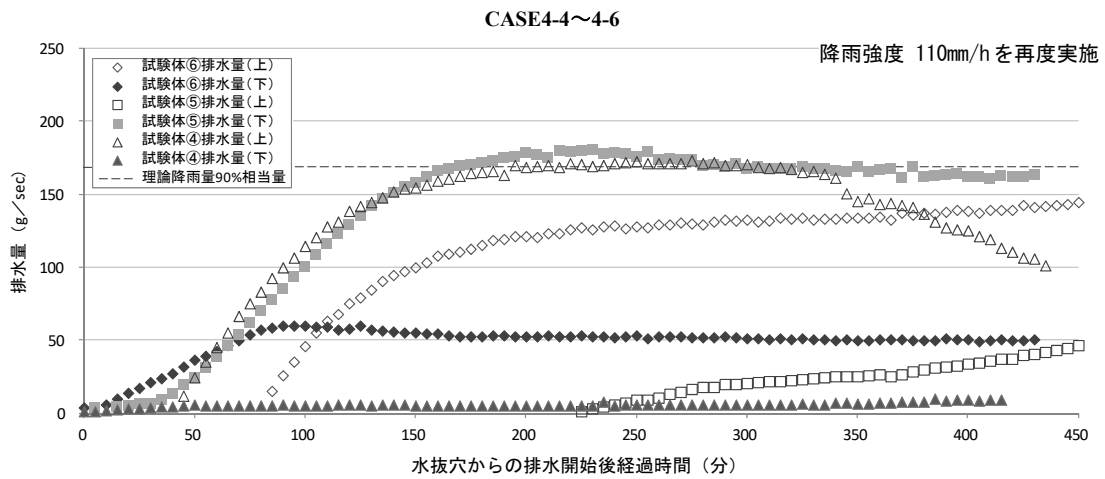


図 3.2-9 排水開始後の経過時間と排水量の関係 (CASE4-4~4-6)

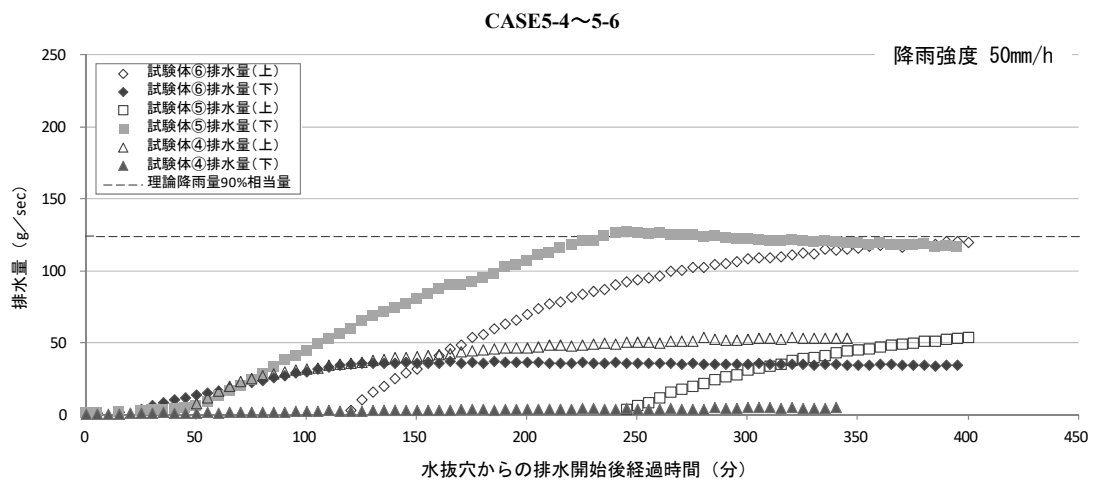


図 3.2-10 排水開始後経過時間と排水量の関係 (CASE5-4~5-6)

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。

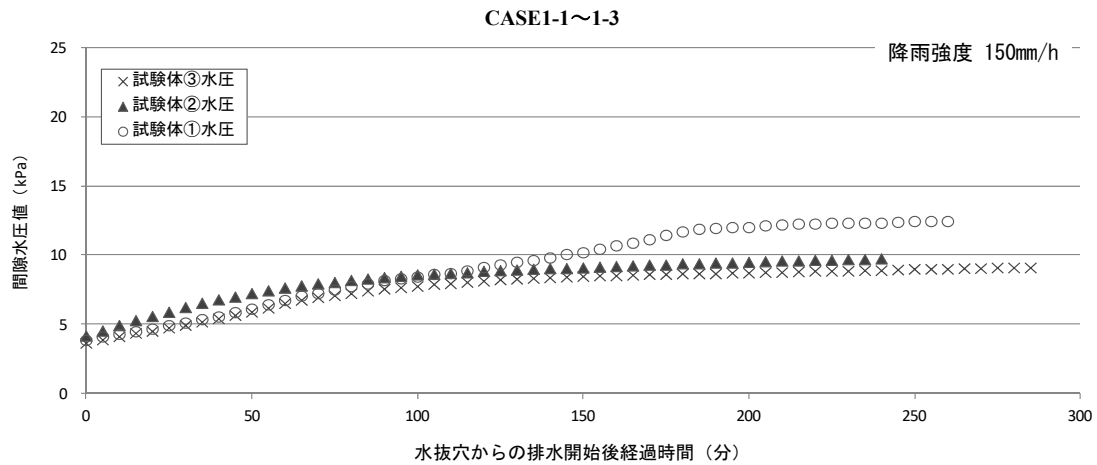


図 3.2-11 排水開始後の経過時間と間隙水圧値（擁壁面より 0.5m）の関係（CASE1-1～1-3）

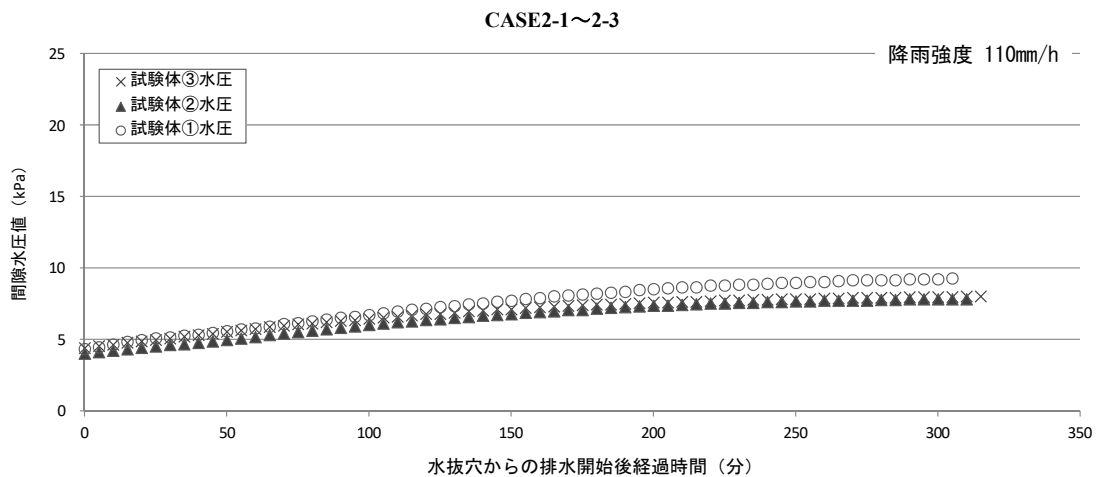


図 3.2-12 排水開始後の経過時間と間隙水圧値（擁壁面より 0.5m）の関係（CASE2-1～2-3）

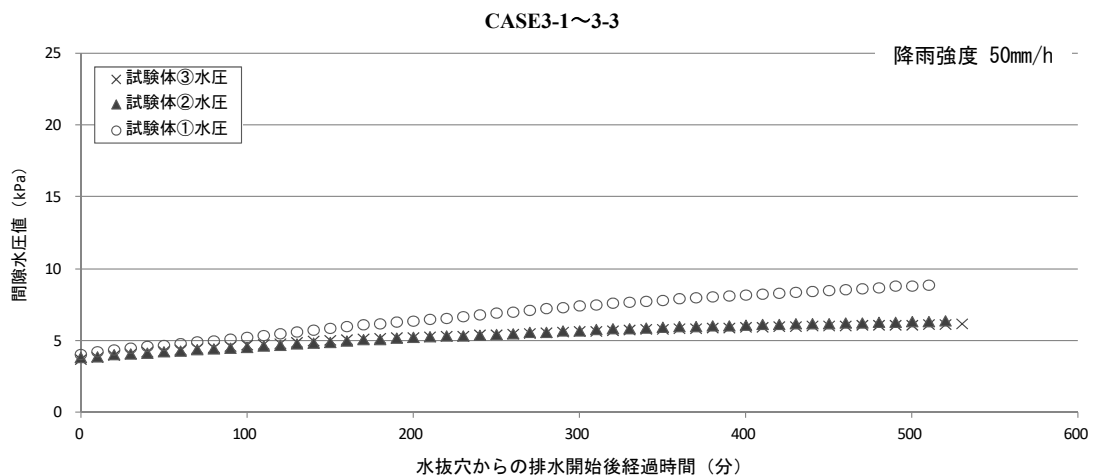


図 3.2-13 排水開始後の経過時間と間隙水圧値（擁壁面より 0.5m）の関係（CASE3-1～3-3）

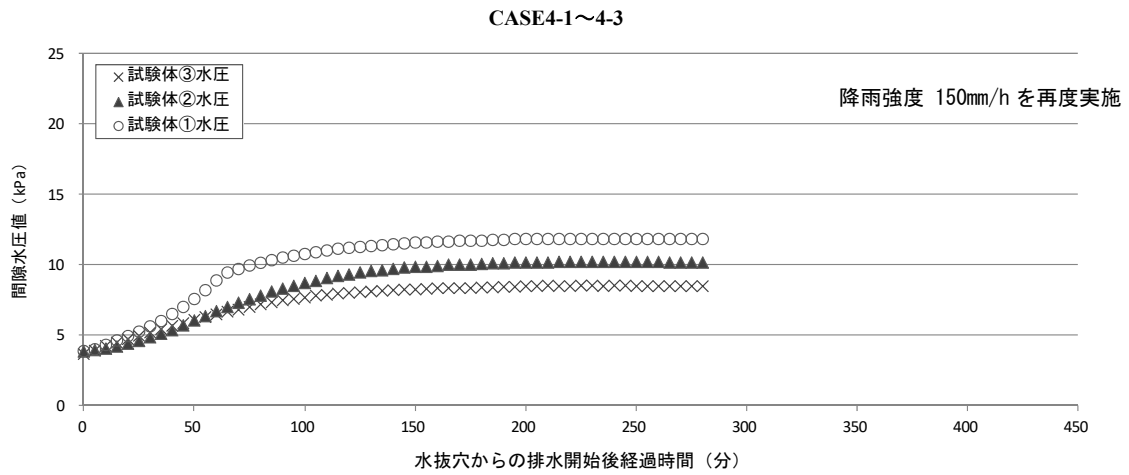


図 3.2-14 排水開始後の経過時間と間隙水圧値（擁壁面より 0.5m）の関係（CASE4-1~4-3）

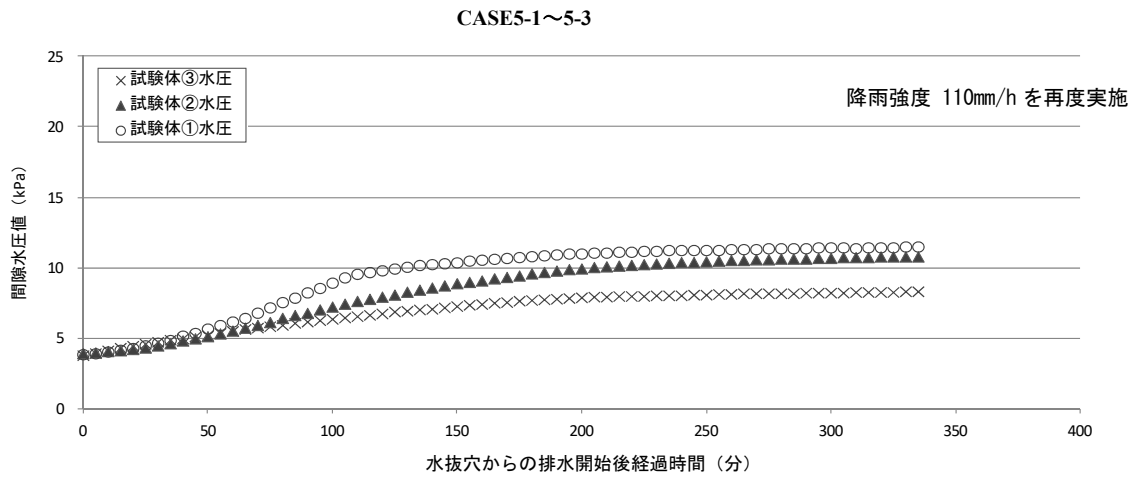


図 3.2-15 排水開始後の経過時間と間隙水圧値（擁壁面より 0.5m）の関係（CASE5-1~5-3）

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。

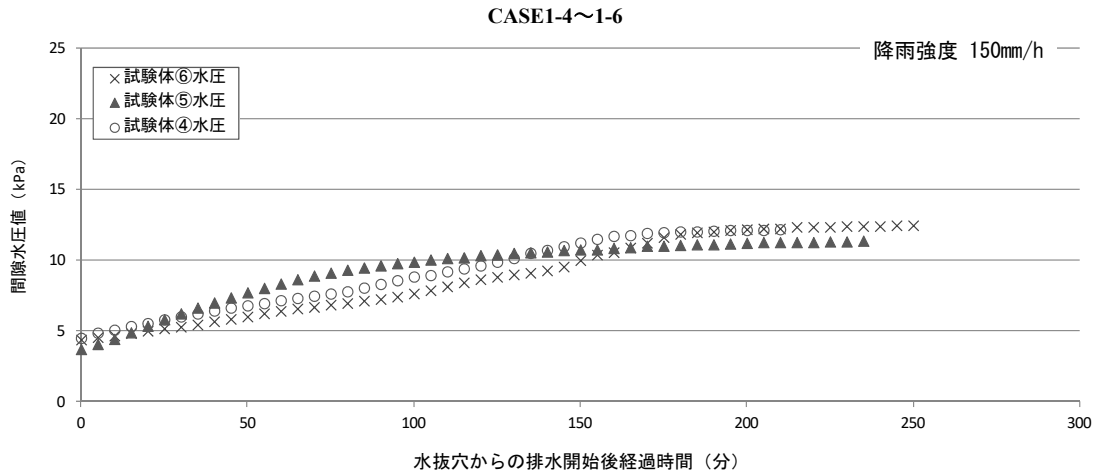


図 3.2-16 排水開始後の経過時間と間隙水圧値（擁壁面より 0.5m）の関係 (CASE1-4~1-6)

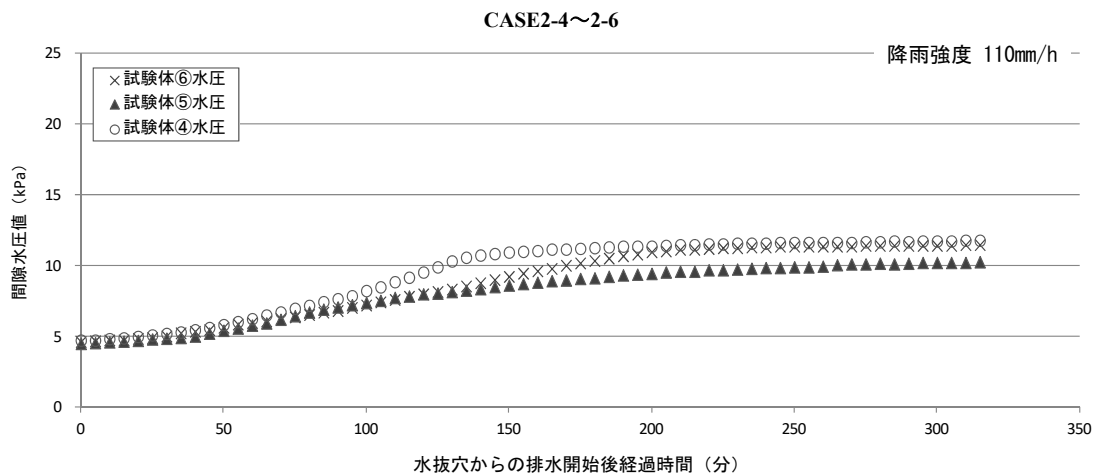


図 3.2-17 排水開始後の経過時間と間隙水圧値（擁壁面より 0.5m）の関係 (CASE2-4~2-6)

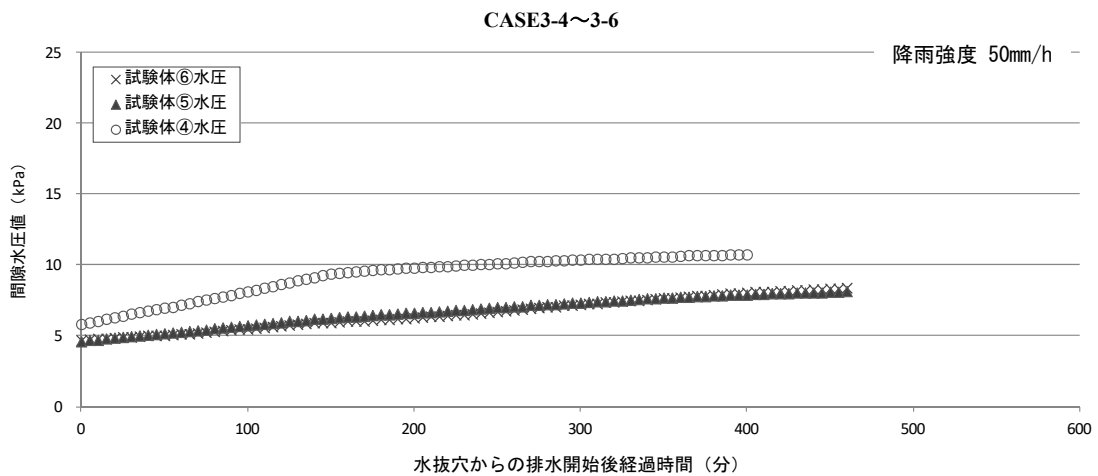


図 3.2-18 排水開始後の経過時間と間隙水圧値（擁壁面より 0.5m）の関係 (CASE3-4~3-6)

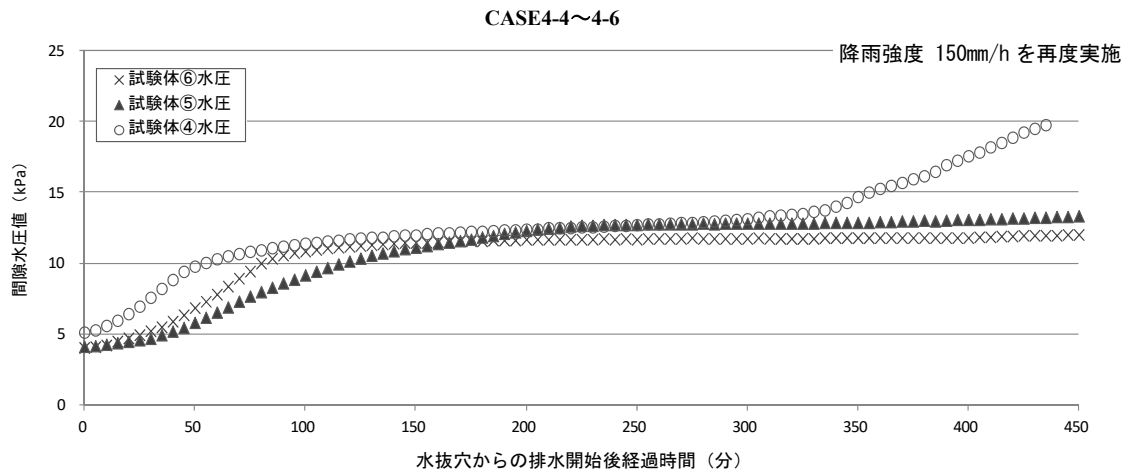


図 3.2-19 排水開始後の経過時間と間隙水圧値（擁壁面より 0.5m）の関係（CASE4-4~4-6）

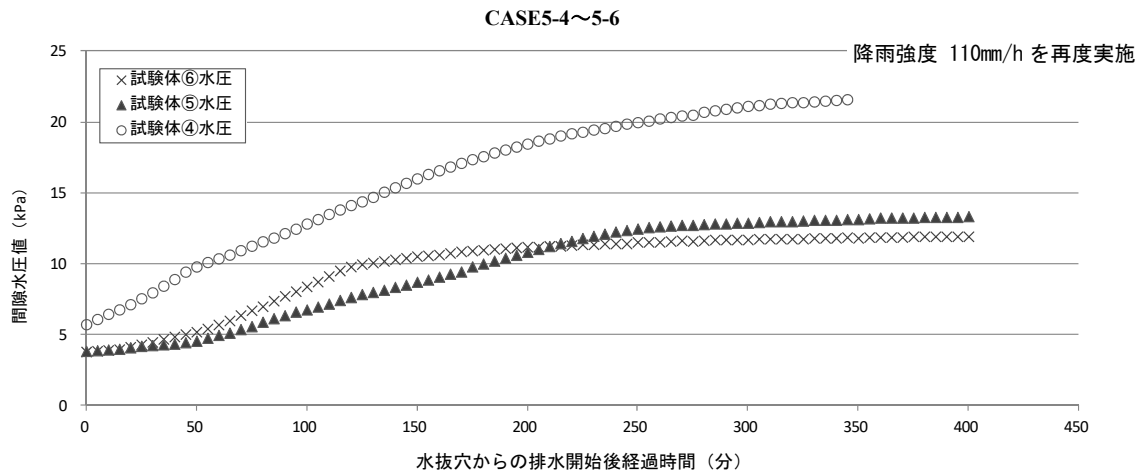


図 3.2-20 排水開始後の経過時間と間隙水圧値（擁壁面より 0.5m）の関係（CASE5-4~5-6）

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。

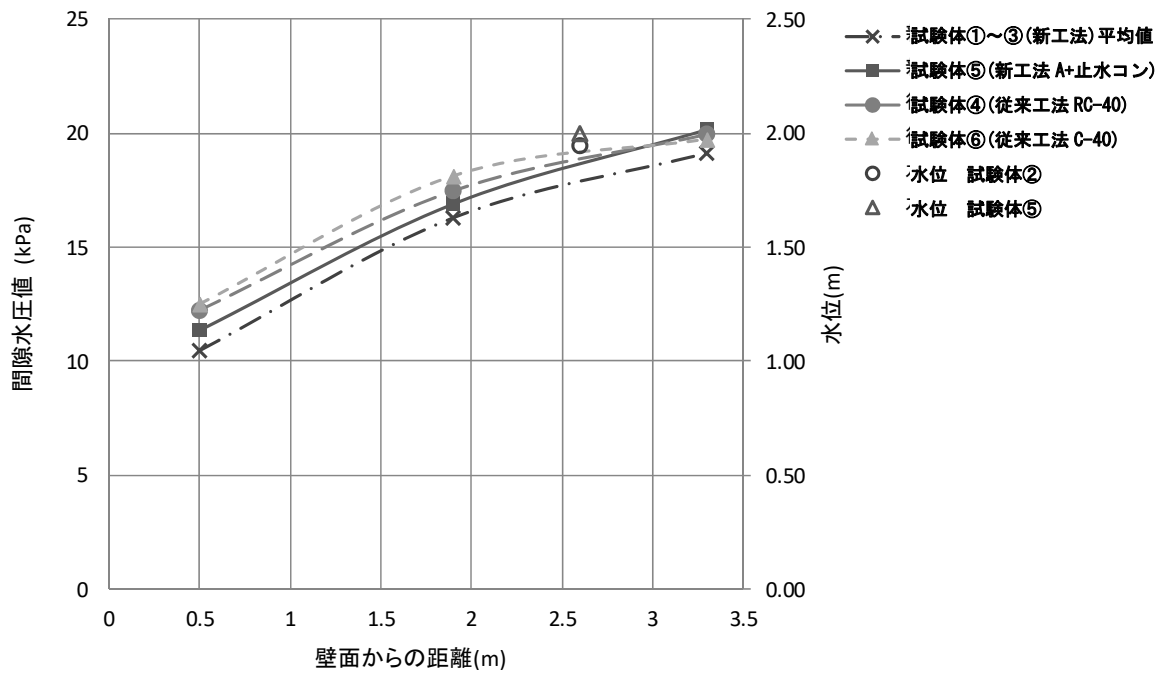


図 3.3-1 終了時の間隙水圧値と水位 (CASE1)

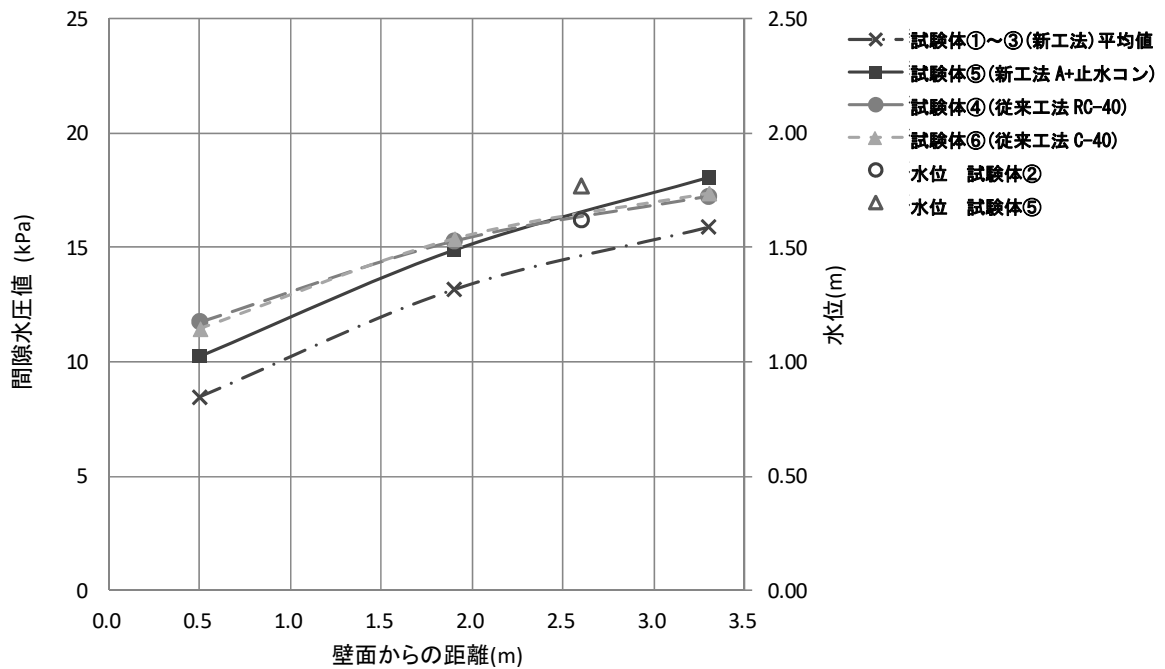


図 3.3-2 終了時の間隙水圧値と水位 (CASE2)

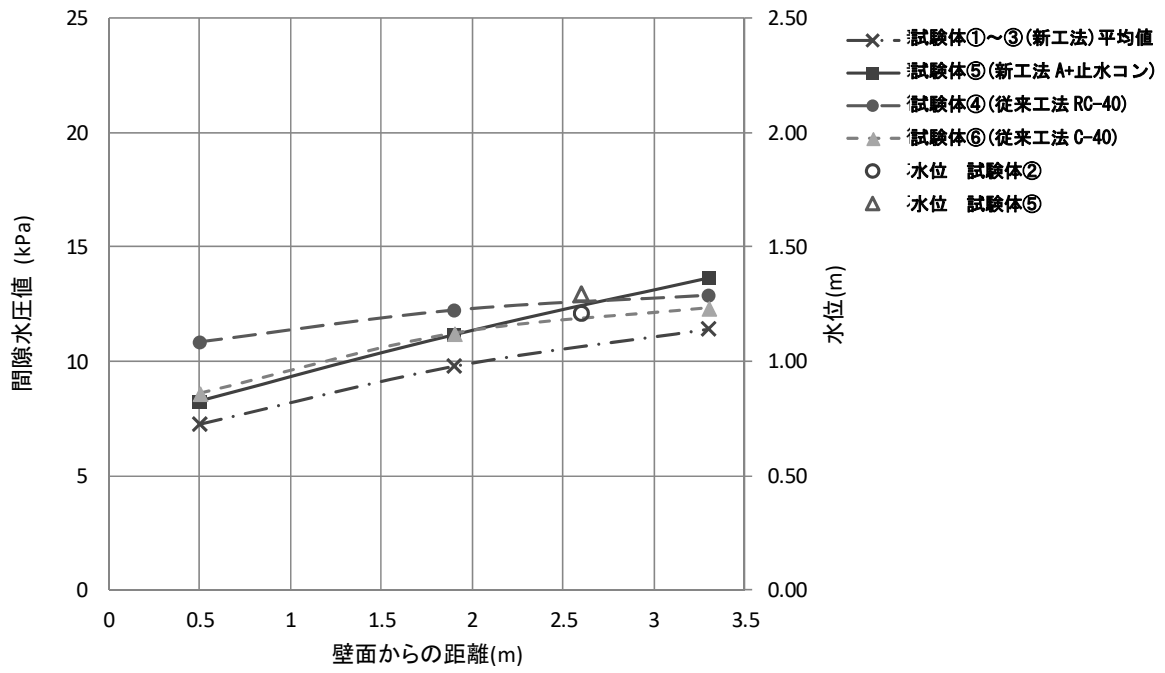


図 3.3-3 終了時の間隙水圧値と水位 (CASE3)

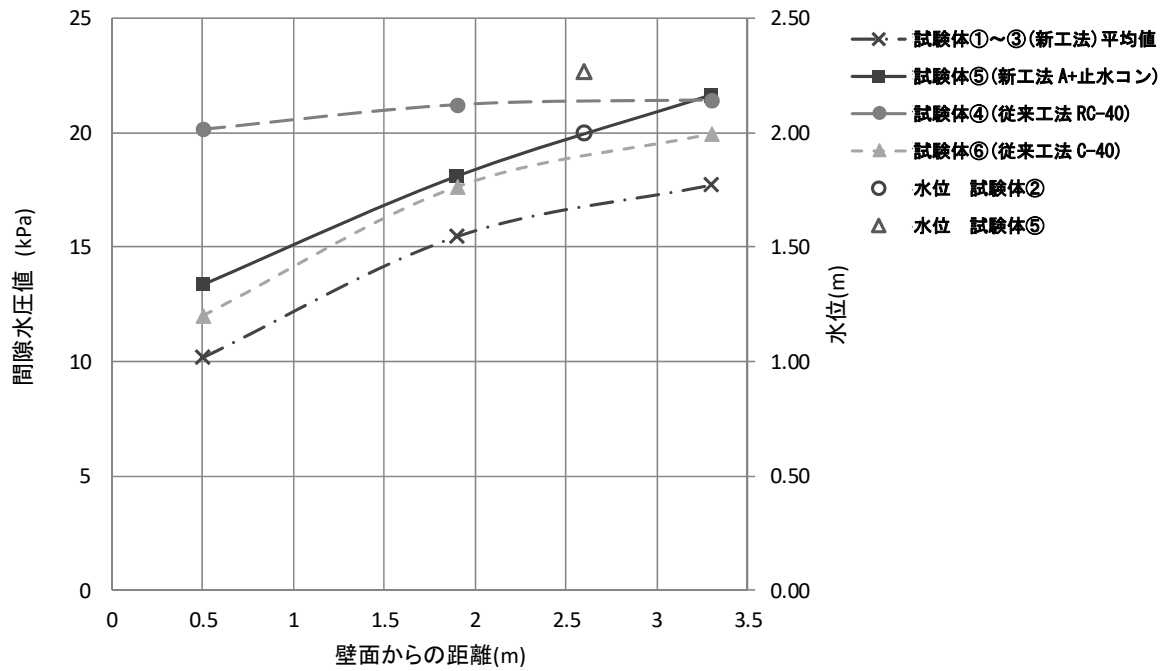


図 3.3-4 終了時の間隙水圧値と水位 (CASE4)

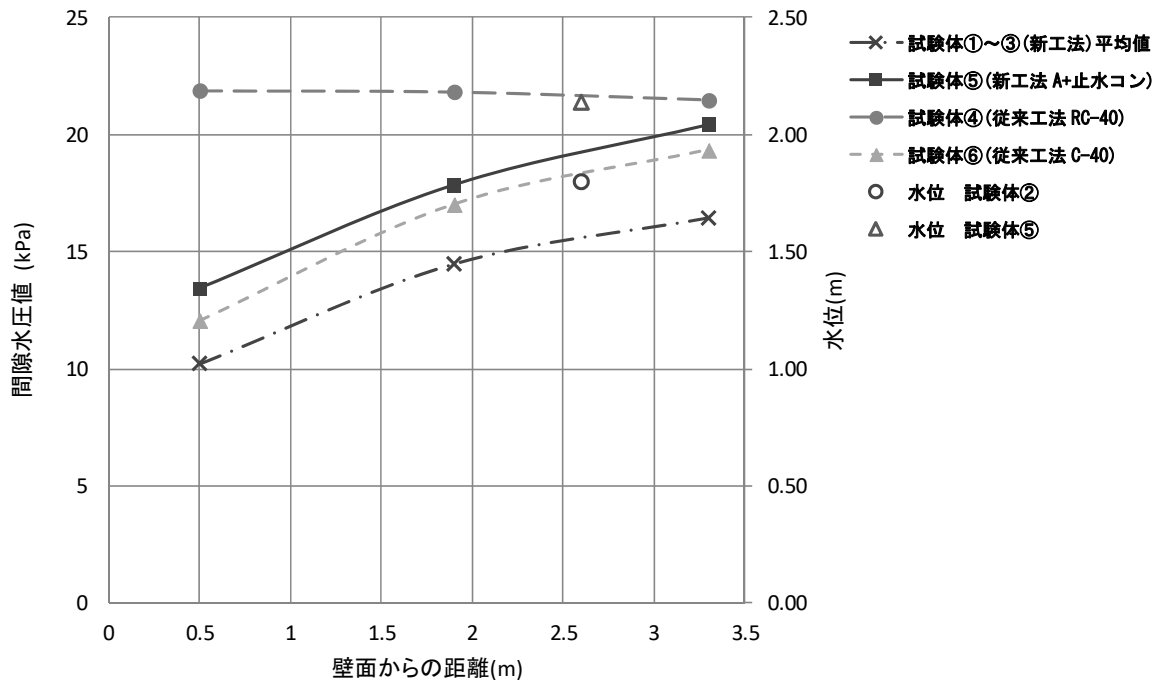


図 3.3-5 終了時の間隙水圧値と水位 (CASE5)

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))