

補強土工法表面材の耐衝撃性に関する実験的検討

矢作建設工業(株) 正会員 ○長沼 明彦 神谷 隆
正会員 野村 敬之 萩野谷 学
大野防衛工学研究所 正会員 大野 友則

1. はじめに

近年、日本各地において、異常気象の影響で限定された狭い地域に集中豪雨が頻繁に発生している。それに伴って山地斜面が崩壊して樹木を含む土石流が発生し、あるいは河川の急激な増水や氾濫によって堤防が破堤するといった災害が人々の生活に甚大な被害を与えている状況にある。こうした状況から、豪雨時における河川の護岸対策はこれまで以上に重要な要求事項であると言える。著者らは、地山及び不安定化した斜面等の崩壊防止対策として既に開発されている図1に示すような地山補強土工法¹⁾(以下、PW工法と略す。)を河川護岸へ適用することを目的として、PW工法の有効性を確認するために衝突実験を通して、補強土工法表面材の衝突に対する破壊性状および耐衝撃性の把握を行った。

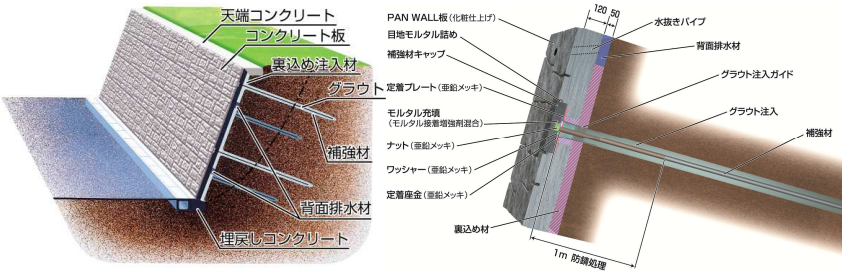


図1 PW工法概要

2. 実験概要

実験では、PW工法に用いる表面材の一部を切り出したプレキャスト板試験体(PW試験体)と、一般的な河川護岸の法覆工として用いられているブロック積み工法の一部を切り出したコンクリートブロック試験体(BL試験体)に対して剛体を衝突させ、それぞれの試験体に対する耐衝撃性能を比較した。図2および表1に代表的な試験体図と試験体一覧を示す。実験変数は、载荷方法、鉄筋の有無、鉄筋の配筋量、衝突位置とした。実験には図3に示すような自由落下式の衝突実験装置(落下高さ約6m)を用いた。図4に重錘の形状と質量(M)を示す。重錘は鋼製の剛体で、先端は曲率半径82mmの半球体とした。重錘の質量は組み合わせにより57kgから202kgまで増加できるようにした。载荷方法は、①重錘質量を段階的に増加させて破壊に至るまで衝突を繰り返す漸増衝突载荷、②所定の質量の重錘を破壊に至るまで衝突させる単一衝突繰返し载荷とした。計測項目は、試験体の支持具として設置した4個のロードセルによる支点反力(4個の計測値の合計)である。試験体の材料特性を表2に示す。

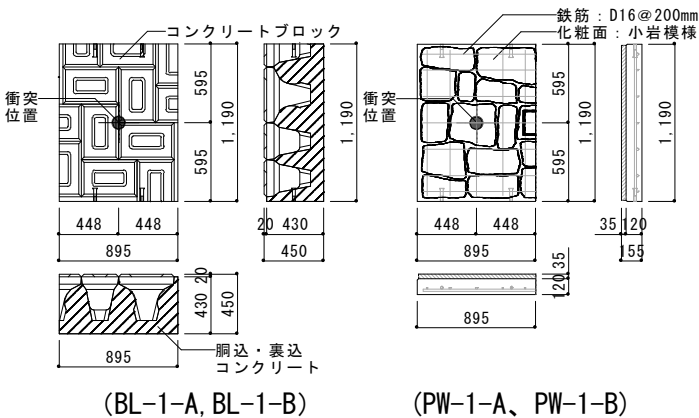


図2 代表的な試験体

表1 試験体一覧

試験体名	種類	試験体						衝突位置	载荷方法
		寸法			仕様				
		短辺方向長さ	長辺方向長さ	厚さ	コンクリート強度	配筋(鉄筋比)	模様		
BL-1-A	コンクリートブロック	895	1190	450	18	-	目地有り	ブロック目地部	漸増衝突載荷
BL-1-B								単一衝突繰返し載荷	
BL-2-A								ブロック表面	漸増衝突載荷
BL-2-B									単一衝突繰返し載荷
PW-1-A	プレキャストコンクリート板	895	1190	155	35	D16 @200mm (0.92%)	小岩模様 厚さ35mm	小岩模様面	漸増衝突載荷
PW-1-B								単一衝突繰返し載荷	
PW-2-A								小岩模様面	漸増衝突載荷
PW-2-B									単一衝突繰返し載荷
PW-3-B1				120	D16 @200mm (0.92%)	-	平滑面	単一衝突繰返し載荷	
PW-3-B2									

キーワード 衝突実験, 耐衝撃性能, 地山補強土工法

連絡先 〒461-0004 名古屋市東区葵 3-19-7 矢作建設工業(株) TEL052-935-2375

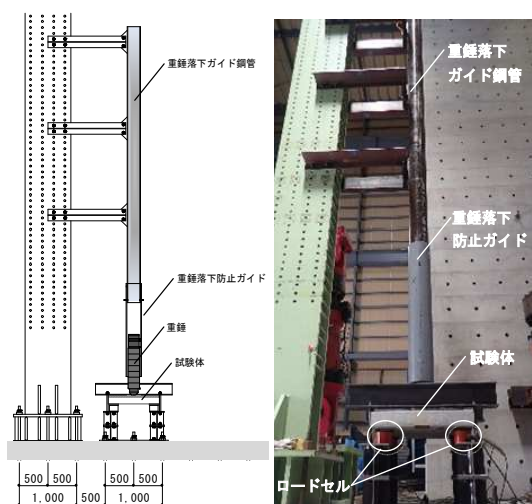


図3 自由落下試験装置

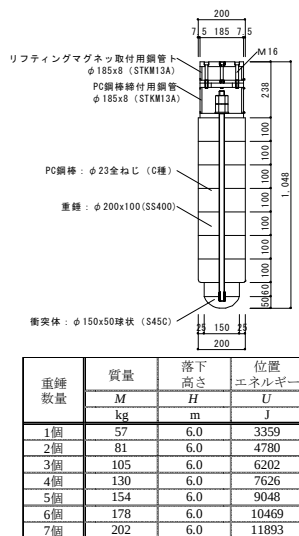


図4 重錘の形状と質量

表2 材料特性

試験体	試験体	圧縮強度	ヤング係数
		N/mm ²	N/mm ²
コンクリート ブロック	BL-1-A	30.7	21839
	BL-1-B		
	BL-2-A		
	BL-2-B		
胴込め コンクリート	BL-1-A	27.5	26065
	BL-1-B		
	BL-2-A		
	BL-2-B		
コンクリート	PW-1-A	50.4	34868
	PW-1-B		
	PW-3-B1		
	PW-3-B2		
	PW-2-A	42.6	31832
	PW-2-B		

3. 衝突による損傷・破壊性状

載荷ごとに試験体の衝突による損傷および破壊性状を調べた。代表的な試験体の最終状況を写真1に、実験結果一覧を表3に示す。表3で示した衝突時間は、ロードセルが衝突反力を検知し始めた時から最大衝突反力を検知するまでの時間としている。衝突後の損傷状況を見ると、BL試験体は2～3回の衝突によって短辺方向の中央部に曲げひび割れが生じた。さらに衝突を繰り返すと、ひび割れ幅の進展が顕著となり、最終的にはひび割れが全周にわたって貫通する脆性的な破壊に至った。一方、PW試験体は1～2回の衝突によって曲げひび割れと裏面剥離が生じた。さらに衝突を繰り返すと、重錘が貫通する破壊を示したが、貫通部分を除けば比較的健全な状態であった。

BLおよびPW試験体とも載荷方法によらず同程度の衝突回数で破壊に至ったが、PW試験体では配筋が密なほど破壊に至る衝突回数は増加した。衝突時間はいずれの試験体とも0.0014～0.0018sの範囲であった。衝突反力はBL試験体では重錘質量に比例した値となったが、PW試験体では衝突回数の増加に伴って小さくなった。これは裏面剥離や衝突箇所の鉄筋が変形することで衝突力が緩和されたことによるものと考えられる。

4. まとめ

PW工法表面材の耐衝撃性の把握のために衝突実験を行った結果、BL試験体は脆性的に板全体が破壊に至る挙動を示し、PW試験体は延性的に板の一部が破壊に至る挙動を示すというように破壊モードに大きな違いが確認された。今後は、実用状態と同様、背面に支持地盤がある条件での衝突実験を行い、PW工法の河川護岸適用へ向けた基礎的データの蓄積を行う必要がある。

参考文献

- 1) 土木学会：表面工にプレキャストコンクリート板を用いた地山補強土工法（PAN WALL工法）に関する技術評価,技術推進ライブラリー, No14, 2013.11.

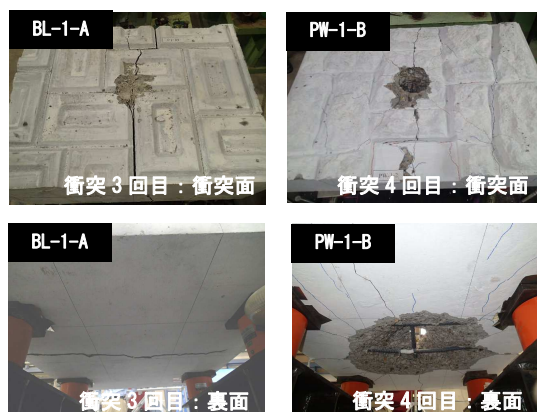


写真1 最終状況

表3 実験結果一覧

試験体	載荷方法	実験値					
		衝突回数	重錘質量	落下高さ	衝突反力	衝突時間	
		<i>n</i>	<i>M</i>	<i>H</i>	<i>Pv</i>	Δt	<i>AVAt</i>
		回	kg	m	kN	sec	sec
BL-1-A	漸増衝突 突載荷	1	57.0	5.88	341.90	0.0015	0.0014
		2	81.0		769.75	0.0014	
		3	105.0		1102.06	0.0014	
BL-2-A		1	57.0	5.88	335.78	0.0023	0.0018
		2	81.0		755.07	0.0014	
		3	105.0		768.18	0.0017	
PW-1-A		1	57.0	5.95	-	-	0.0014
		2	81.0	6.07	685.26	0.0012	
		3	105.0		529.46	0.0016	
PW-2-A		1	57.0	6.17	680.84	0.0009	0.0013
		2	81.0		714.73	0.0007	
		3	105.0		484.00	0.0012	
		4	130.0		282.23	0.0024	
BL-1-B		1	57.0	5.88	395.63	0.0021	0.0017
		2			513.95	0.0017	
		3			574.39	0.0017	
		4			509.03	0.0016	
		5			410.69	0.0016	
	6	429.82			0.0014		
BL-2-B	1	57.0	5.88	439.83	0.0018	0.0014	
	2			633.12	0.0012		
	3			557.93	0.0012		
	4			500.39	0.0014		
PW-1-B	1	57.0	6.17	586.12	0.0010	0.0016	
	2			548.20	0.0015		
	3			588.75	0.0017		
	4			395.43	0.0022		
PW-2-B	1	57.0	6.17	783.50	0.0011	0.0018	
	2			782.67	0.0009		
	3			585.93	0.0012		
	4			547.67	0.0013		
	5			319.69	0.0014		
	6			112.03	0.0051		
PW-3-B1	1	57.0	6.17	529.08	0.0014	0.0016	
	2			477.89	0.0019		
	3			252.99	0.0016		
PW-3-B2	1	178	5.87	547.36	0.0014	0.0014	