

耐摩耗性補修材の摩耗特性

名城大学理工学部 正会員 新井 宗之 学生会員 山田 奈美
 徳倉建設(株) 正会員 ○三ツ井 達也 正会員 和泉 彰彦

1. はじめに

河川構造物など流砂の摩耗による損傷が無視できない場所は、コンクリートの強度を高くする方法がとられてきたが、現状は摩耗を抑えることが出来ていない。そこでコンクリートの代わりとなる耐摩耗性補修材の開発を考慮し、高分子材料含有モルタルの耐摩耗性に関する実験を行った¹⁾。その結果、高分子材(ポリマー)を混入したモルタルは高強度モルタル(50N/mm²)より耐摩耗性に優れている傾向があることが分かった。本実験では応力とひずみの関係及び摩耗深さに着目した。結果、応力-ひずみと摩耗深さの関係が分かったので報告する。

2. 実験材料の配合

表-1 に実験材料配合一覧表を示す。供試体は、アクリル樹脂エマルジョン、コンパウンド、水を配合して作製した。コンパウンドの主成分は、セメント、珪砂、ゴム粉(300 μ m アンダー)、消泡剤である。アクリル樹脂エマルジョンはアクリルポリマーと水で構成されているものを使用した。セメントは早強ポルトランドセメント、あるいは白セメントを使用した。材料攪拌時に発生する気泡を取り除くため、消泡剤を配合した。配合は、水セメント比、ポリマーセメント比をパラメーターとした。

表-1 実験材料配合一覧表

供試体 番号	水	アクリル 樹脂エマ ルジョン	コンパウンド		水セメント 比 W/C	ポリマー セメント比 P/C
			セメントの種類	重量		
1	119.8	364.9	早強セメント	1044.5	0.50	0.41
2	0.0	636.9	早強セメント	887.4	0.50	0.76
3	0.0	771.8	早強セメント	771.5	0.50	0.76
4	300.0	0.0	早強セメント	1851.4	1.24	0.00
5	0.0	754.0	早強セメント	824.3	0.45	0.68
6	0.0	734.1	早強セメント	884.3	0.40	0.60
7	0.0	680.4	早強セメント	1046.3	0.30	0.45
8	78.1	557.6	早強セメント	1077.2	0.62	0.69
9	87.3	534.4	早強セメント	1136.8	0.48	0.52
10	154.5	365.6	早強セメント	1362.0	0.62	0.45
11	225.1	188.2	早強セメント	1589.7	0.95	0.36
12	227.0	183.4	早強セメント	1612.4	0.75	0.28
13	401.4	0.0	早強セメント	1629.6	1.00	0.00
14	155.7	362.5	早強セメント	1352.9	0.70	0.51
15	0.0	710.1	早強セメント	956.7	0.35	0.53
16	0.0	742.5	白セメント	628.3	1.00	1.29
17	0.0	671.5	白セメント	862.4	0.50	0.65
18	0.0	857.1	白セメント	512.7	1.00	1.53
19	0.0	636.4	白セメント	885.4	0.50	0.76
20	0.0	693.9	早強セメント	689.2	1.00	1.53
21	0.0	694.3	早強セメント	689.7	1.00	1.49
22	0.0	638.3	早強セメント	890.7	0.50	0.74
23	市販品					

3. 実験方法

<供試体の作製>

供試体の作製は、上記の材料をハンドミキサーにて十分攪拌して作製した。作製した材料は $\phi 50\text{mm} \times 100\text{mm}$ のモールドに採取して、ポリプロピレン製の容器中で気中養生を行った。

<鉄球落下試験>

図-1 に実験装置概念図を示す。既論文¹⁾で行った鉄球落下試験により摩耗深さを評価した。密度 7.9g/cm³、直径 1.8mm の鉄球 50kg (約 207 万個) を高さ 5.4m の位置から落下させ供試体に衝突させた。その後ノギスにより最大摩耗深さを測定した。写真-1 に例として実験後の供試体の様子を示す。耐摩耗性補修材は、摩耗深さが極端に小さいことがはっきりと確認できた。

<一軸圧縮試験>

圧縮特性を把握するため、一軸圧縮試験(JIS A 1216)を行った。供試体によっては、圧縮ひずみが 20%を超えることもあり、その場合、圧縮ひずみが 20%に達した時点で試験を終了した。

4. 実験結果及び考察

表-2 に実験結果一覧表を示す。実験材料はセメントとアクリル樹脂の複合材料である。硬化メカニズムにお
 キーワード 耐摩耗性, 補修材料, 実験, 応力, ひずみ

連絡先 〒460-8615 愛知県名古屋市中区錦 3-13-5 徳倉建設(株) 土木事業本部技術環境部 TEL 052-961-3276

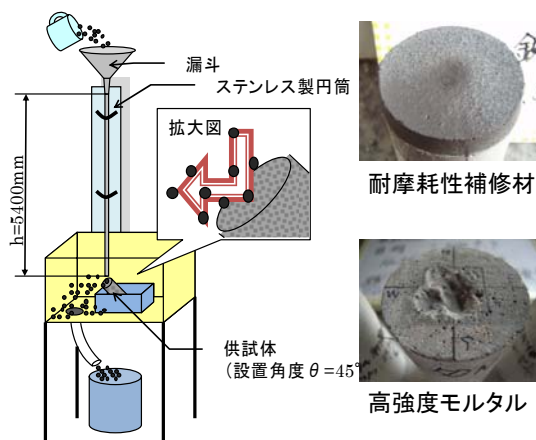


図-1 実験装置概念 写真-1 実験後の供試体

いて前者は水和反応、後者はアクリル樹脂中の水分を発散して硬化する性質を持っている。したがって、初期の強度発現はセメント、その後はアクリル樹脂によるものとする。この複合材料の破壊時における応力-ひずみはセメントの応力-ひずみ曲線の接線とアクリル樹脂の応力-ひずみ曲線の接線の交点とした。

＜ポリマーセメント比、水セメント比と摩耗深さ＞

図-2 にポリマーセメント比（以下 P/C とする）、水セメント比（以下 W/C とする）と摩耗深さの関係を示す。P/C が 0.5 を超えると摩耗深さが一様に 1mm 以下となりが大幅に低下する傾向が分かった。W/C が 0.45 以下になると摩耗深さが 1mm 以下となった。図中 A に着目すると W/C は 1.0 であるが、摩耗深さが 0.15, 0.21, 0.24 と非常に小さい。この供試体は P/C が 1.5 もありポリマーの効果が大きかったためと考えられる。図中 B は、W/C は 0.5 であるが、P/C が 0.41 と小さいため、摩耗深さが 11.83 と大きい。耐摩耗性に関しては、セメントよりもポリマーの効果が大きいことを再認識した。

＜応力-ひずみと摩耗深さ＞

図-3 に応力-ひずみと摩耗深さの関係を示す。実験結果の応力、ひずみをプロットした。図中の数値は摩耗深さ（mm）を記載した。ここで応力-ひずみと摩耗深さは相関していることが分かった。摩耗深さ 1mm を示す関係式は次式の通りである。

$$y=20x^{-2.0} \quad (\text{式-1})$$

x : ひずみ (%)

y : 応力 (N/mm²)

式-1 のグラフ（図中実線）の上方に位置する材料は摩耗深さが小さく、耐摩耗性がある材料と判断した。図中右上にその他の摩耗深さとの関係式をまとめる。

5. まとめ

耐摩耗性補修材の摩耗特性を把握するため、配合の異なる複数の供試体を作製し実験を行った。結果、応力-ひずみと摩耗深さの関係が知見として得られた。また、耐摩耗性に関して W/C より P/C の効果が大きいことも分かった。今後はこの知見により耐摩耗性補修材を実施により実証していく。

参考文献

- 1) 新井宗之, 山田奈美, 三ツ井達也, 和泉彰彦, 小平誠: 河川構造物に関わる高分子材料含有モルタルの耐摩耗性に関する実験的検討 (平成 21 年度土木学会中部支部研究発表会 平成 22 年 3 月)

表-2 実験結果一覧表

供試体 番号	応力-ひずみ		鉄球落下試験による 摩耗深さ (mm)	水セメント比 W/C	ポリマーセメント比 P/C
	応力 (N/mm ²)	ひずみ (%)			
1	3.3	1.6	11.83	0.50	0.41
2	2.3	4	0.77	0.50	0.76
3	3.6	3.6	0.36	0.50	0.76
4	6.4	0.5	137.90	1.24	0.00
5	4.7	4	0.47	0.45	0.68
6	5	5.5	0.24	0.40	0.60
7	10	2	0.53	0.30	0.45
8	7	2	0.70	0.62	0.69
9	12.3	1	1.92	0.48	0.52
10	16	0.8	4.25	0.62	0.45
11	12	0.7	7.22	0.95	0.36
12	16	0.6	7.12	0.75	0.28
13	13.5	0.5	17.73	1.00	0.00
14	9	1.3	1.45	0.70	0.51
15	5	2.8	0.51	0.35	0.53
16	1.4	12	0.28	1.00	1.29
17	2.5	6	0.37	0.50	0.65
18	2.2	20	0.15	1.00	1.53
19	3	5	0.33	0.50	0.76
20	2	20	0.21	1.00	1.53
21	2	15	0.24	1.00	1.49
22	0.9	15	0.28	0.50	0.74
23	3.5	20	0.13	—	—

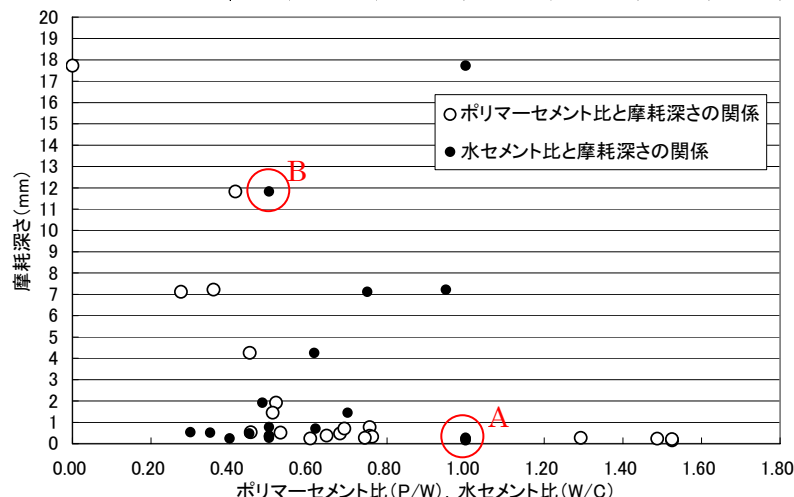


図-2 ポリマーセメント比、水セメント比と摩耗深さの関係

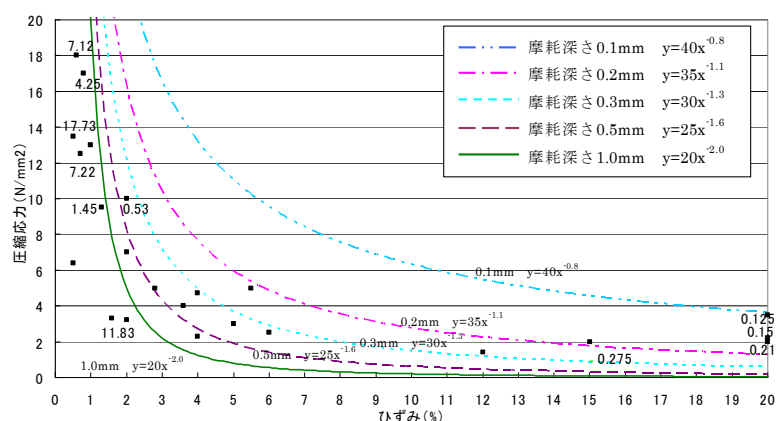


図-3 応力-ひずみと摩耗深さの関係