

河川構造物の耐摩耗性材料に関わる高分子材含有モルタルに関する実験的研究

名城大学理工学部 正会員 新井 宗之 名城大学大学院 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 小平 誠

1. はじめに

コンクリート材は圧縮強度や剛性が大きく、耐火性に優れているほか、経済性、施工性といった多くの利点を持ち合わせている。そのため、土木構造物の多くはコンクリートを使用しており、河川構造物においても広く用いられている。しかし、流砂の多い河道等における構造物は、流砂により摩耗してしまい、それが無視出来ない場合がある。この対策として、従来コンクリート材料の強度を高くする方法がとられて来た。しかし、コンクリートの圧縮強度を高くすることで必ずしも流砂による摩耗への耐性が十分であるとは言えない状況にある。

そこで、本研究では従来のモルタルの代わりに高分子材料を含有したモルタルの空気中と水中における材料の耐摩耗性について検討した。

2. 実験材料

空気中の実験に使用した材料は表1のようである。モルタル (20N/mm^2 , 30N/mm^2)、セメントとポリマーを混合した材料をモルタル状にしたもの、ノアモルタル、樹脂を用いた。セメントとポリマーを混合したものは、水セメント比 45%で供試体を作成している。ポリマーを混合した材料は、弾・塑性状になるため 5%以上の圧縮ひずみを受けてもピーク強度を有するような破壊を生じないため、材料の圧縮強度は測定されていない。ここで使用したポリマーは、アクリル系の高分子材料である。表1のような材料による供試体を直径 5.0cm、長さ 10.0cm の円柱状に作成して、実験に供した。供試体への粒子衝突の粒子は、密度 $a=7.9\text{g/cm}^3$ 、直径 $d=1.8\text{mm}$ の鉄球を用いた。本来、流水中の流砂による耐摩耗性についての検討のため、粒子としては実際に対応した砂を用いた方がよいが、摩耗量を顕著にするため鉄球を用いている。水中の実験に使用した材料は表2のようである。供試体への粒子衝突の粒子は、密度 $a=2.6\text{g/cm}^3$ 、直径 $d=3.0\text{mm}$ のビーズを用いた。

キーワード：耐摩耗，跳ね返り係数，実験，コンクリート材料，高分子材料

連絡先：〒468-8502 愛知県名古屋市天白区塩釜口一丁目 501 番地 名城大学理工学部

表1 空気中実験材料

NO.	EXP.NO.	説明
1	EXP01-20N	モルタル(20N/mm^2)
2	EXP02-30N	モルタル(30N/mm^2)
3	EXP03-P25	セメント:ポリマー:1:0.25(重量比)
4	EXP04-P50	セメント:ポリマー:1:0.50(重量比)
5	EXP05-P75	セメント:ポリマー:1:0.75(重量比)
6	EXP06-P100	セメント:ポリマー:1:1.0(重量比)
7	EXP07-NOAMOL	アクリル樹脂モルタル
8	EXP08-樹脂	特殊アクリル樹脂

表2 水中実験材料

NO.	EXP.NO.	説明
1	EXP09-20N	モルタル(20N/mm^2)
2	EXP10-30N	モルタル(30N/mm^2)
3	EXP11-P75	セメント:ポリマー:1:0.75(重量比)
4	EXP12-P100	セメント:ポリマー:1:1.0(重量比)
5	EXP13-NOAMOL	アクリル樹脂モルタル
6	EXP14-樹脂	特殊アクリル樹脂

3. 実験方法

図1に空気中の実験装置の概念図を示す。供試体の粒子衝突面を 45° に傾けて、鉄球粒子を衝突させる。供試体を傾けている理由は、落下して来た粒子と供試体面で跳ね返った粒子との衝突をなるべく軽減させるためである。鉄球粒子は、高さ 5.4m の位置から、スチール製の円径 6mm の円管を通して供試体面に衝突させている。また、粒子と供試体との衝突後の特性の一つとして、粒子の跳ね返り係数を測定するために、高速度 CCD カメラを用いて影像を毎秒 5000 フレームで記録し、解析する。鉄球は 50kg(207 万個)供試体に衝突させ、その供試体の摩耗量(剥離量)を測定した。摩耗量の測定は、直径 0.1mm、密度 1.53g/cm^3 のガラスビーズを摩耗部分に充填し、充填したビーズの量から摩耗量を体積として測定した。

図2に水中の実験装置の概念図を示す。ビーズは、高さ 3.5m の位置から、塩ビ管を通して供試体面に衝突させている。透明の水槽の中に供試体を入れて完全に水で満たし、塩ビ管の上から水とビーズを同時に落とす。水槽の下に大きな水槽を設けて、水槽からあふれた水がそこにたまり、ポンプでまた塩ビ管の上まで水を上げるという方法で水を循環させる。空気中と同様に高速度 CCD カメラを用いて影像を



図1 実験装置概念図

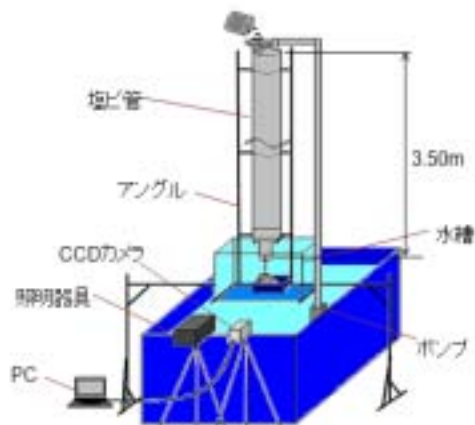


図2 水中実験装置概念図

記録し、解析する。ビーズは 50kg(136 万個)供試体に衝突させ、その供試体の摩耗量を測定した。

4. 実験結果及び考察

図3に空気中の結果を示す。30Nの方が圧縮強度の低い20Nより摩耗量が少ない。これは、従来から明らかにされている、圧縮強度を高くすると摩耗をし難くなることに対応している。一方、セメントと高分子材を混入させた場合、重量比で25%程度混入させると、30Nより摩耗量が小さくなり、さらに高分子材を混入させると摩耗量がさらに低減している。特に、P100は、ほとんど摩耗せず、前述のような摩耗量の測定方法では、測定不能程度の量である。NOAMOLに関しては、P75より摩耗が少ない。樹脂は測定不能のため摩耗量はゼロで、見た目も全然削れていない。跳ね返り係数はセメントだけの場合は0.65程度で、高分子材を含有する場合は0.45程度である。跳ね返り係数の小さい方がいずれの場合でも摩耗量が少ない傾向を示している。

図4に水中の結果を示す。セメントのみの材料では30Nの方が20Nより摩耗量が少ない。これは、

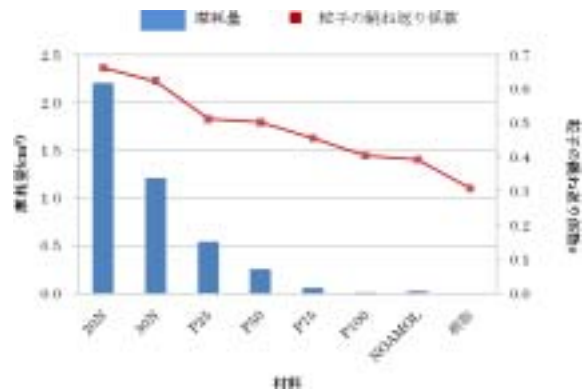


図3 空気中の摩耗量と跳ね返り係数の関係



図4 水中の摩耗量と跳ね返り係数の関係

空気中と同様に圧縮強度を高くすると摩耗をし難くなることに対応している。一方、高分子材を混入させた場合、重量比で75%程度混入させると、30Nと同程度の摩耗量となり、100%程度高分子材を混入させると摩耗量はさらに低減している。NOAMOLに関しては、P100と同程度の摩耗量で摩耗が少ない。樹脂は測定不能のため摩耗量はゼロで、見た目も空気中同様、全然削れていない。跳ね返り係数はセメントだけの場合は0.62程度で、高分子材を含有する場合は0.50程度である。水中でも、跳ね返り係数の小さい方が摩耗量が少ない傾向を示している。

5. まとめ

河川での流砂によるコンクリート構造物に対する耐摩耗性の材料を求めることを念願にして、セメント高分子材(ポリマー)を混入させた材料に粒子衝突による摩耗実験を空気中と水中で行った。その結果、高分子材(ポリマー)を混入させると耐摩耗性に優れている傾向のあることが解った。

参考文献

- 1) 杉田英明, 永松武教, 藤本浩: 耐摩耗性コンクリートの評価とその施工, 電力土木, No.223, pp.63-72, 1989.11