

1. はじめに

ひずみ硬化型セメント系複合材料（以下 SHCC）は、曲げあるいは引張荷重作用下において、擬似ひずみ硬化特性と、複数の微細ひび割れが分散して発生するマルチプルクラック特性を示す材料である。本研究では、セメントの 25% を石灰石粉で置換し、W/C や鉄筋のかぶり、曲げ荷重による変位が異なる 8 種類の SHCC 配合を用いた供試体を対象に塩分浸透深さの計測と供試体内部の鉄筋腐食率の計測を行い、ひび割れを有した SHCC の補修材としての性能を明らかにすることを本研究の目的とする。

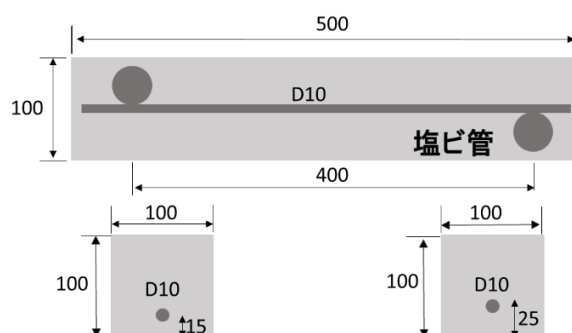


図1 供試体概要、寸法

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

SHCC 及び普通モルタルの配合を表-1 に示す。PE-25 では同一水粉体比で単位セメント量を低減させ、施工に適したワーカビリティを確保するためセメントの 25% を石灰石粉で置換した。これに加えて市販のポリマーセメントモルタルを用いた。

2.2 供試体概要

供試体形状、寸法を図-1 に示す。供試体の中には D10 鉄筋を配筋し、SHCC の配合毎にかぶりが 2 種類、後述するように供試体に与える曲げ荷重変位が 2 種類、劣化期間が 3 種類の全 12 種類、各 2 本ずつで合計 24 本の供試体を作製した。なお図-1 に示した塩ビ管が埋設されていない 2 種類のかぶりの部材を 1 体ずつ上記に加えて作製し、曲げ荷重試験に用いた。また NM と PCM についても同じサイズの供試体がかぶり 25mm のもののみ各 3 本用意した。打設後 1 日で脱型し、20℃ に設定された養生室で水分を含んだ布で供試体を被覆することによって湿布養生を行った。

2.3 実験手順

供試体を養生した後、荷重スパン 400mm の一点集中曲げ荷重にてたわみが 1mm もしくは 3mm に達するまで荷重し、ひび割れを導入した。除荷後、供試体を塩ビ管にボルトを通し I 型鋼に設置し、ナットを締めることにより、部材中央に再びたわみ 1mm もしくは 3mm を導入した。その後、ひび割れ本数やひび割れ幅を顕微鏡で計測した。その後 20℃ の室内で貯水槽の中に濃度 3% の NaCl 溶液を 3 日間溜め、NaCl 溶液を抜いて供試体を 4 日間乾燥させる乾湿繰り返しを行った(写真-1)。一定期間浸漬した長さ 500mm の供試体を 150+200+150mm にコンクリートカッターで切断して鉄筋に平行に割裂し、割裂面に硝酸銀噴霧を行って塩分浸透箇所を調べた後、鉄筋をはり出し腐食面積を調べた。



写真-1 乾湿繰り返し

表1 配合								
配合	W/C(%)	単位量(kg/m ³)						
		水	セメント	石灰石粉	珪砂7号	高性能AE減水	増粘剤	PE繊維
PE-0	0.3	378	1260	0	210	28.2	0.89	9.7
PE-25	0.4	378	945	315	190	25.9	0.67	9.7
NM	0.55	273	496	0	1229	0	0	0

3. 塩分浸透深さ

図-2 に示した通り SHCC の方が PCM や NM より塩分の最大浸透深さが浅くなり、既往の研究通り SHCC が塩分浸透抵抗性に優れていると考えられる。また最大浸透深さが供試体の中央(200mm の部分)において最も深くなるのが分かった。これは曲げ載荷によるひび割れが供試体の中央で多く発生しているためである。それに加え、かぶりが小さいほど鉄筋とひび割れの位置が近いため、また変位が大きいほどひび割れ本数が多く合計ひび割れ幅も大きくなったので最大浸透深さが深くなるという結果を得た。ひび割れ幅と塩分浸透深さの関係については一般のコンクリートでは最大ひび割れ幅と相関が強いが、SHCC の場合には示した通り合計ひび割れ幅と塩分浸透深さとの相関が強かった。これは SHCC によるひび割れが拡大する前に次のひび割れが発生し、発生したひび割れの幅が限定されているためだと考えられる。

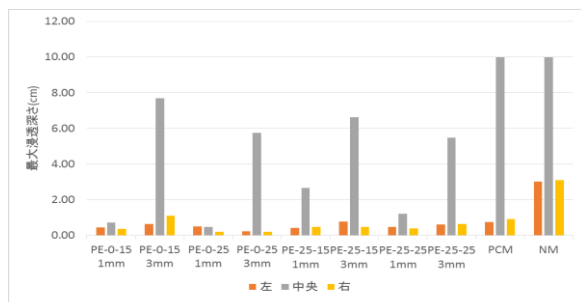


図-2 浸漬期間2か月における最大浸透深さ

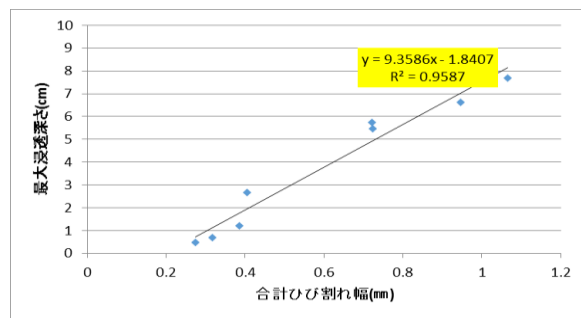


図-3 浸漬期間2か月における最大浸透深さと合計ひび割れ幅の関係

4. 鉄筋防食性能

表-2 に鉄筋の腐食面積および腐食面積率を示した。浸漬期間 2 か月においては NM が腐食面積率が大きくなったが PE-0-15 の変位 3mm と PE-25-15 の変位 3mm の供試体も同程度の値が出た。これはひび割れ本数や合計ひび割れ幅が他の供試体と比べて大きかったことが原因と考えられる。またかぶりが大きいほど鉄筋がひび割れから遠い距離にあるので腐食面積がまた小さくなるこ

とが分かった。

各浸漬期間における腐食面積率とひび割れの相関関係について調べたがあまり相関関係がみられなかった。一方、配合毎に腐食面積率とひび割れ幅の相関関係について調べた結果、図-4 に示すようにほとんどの供試体で相関関係がみられた。その相関関係の中で PE-0 の方が PE-25 よりもグラフの傾きが緩やかになった。これはひび割れ本数や合計ひび割れ幅が同じだった場合 PE-0 の方が腐食面積率が小さいということを表し、PE-0 の方が鉄筋防食性能に優れていると考えられる。

表-2 各浸漬期間における腐食面積および腐食面積率

2か月	腐食面積(cm ²)	腐食面積率(%)	4か月	腐食面積(cm ²)	腐食面積率(%)
PE-0-15 1mm	0.6	0.9	PE-0-15 1mm	3.8	5.7
PE-0-15 3mm	13	19.4	PE-0-15 3mm	24.9	37.0
PE-0-25 1mm	2.8	4.3	PE-0-25 1mm	3.2	4.9
PE-0-25 3mm	9.2	13.9	PE-0-25 3mm	9.7	14.7
PE-25-15 1mm	1.5	2.3	PE-25-15 1mm	11.1	16.8
PE-25-15 3mm	15.5	23.6	PE-25-15 3mm	25.6	38.8
PE-25-25 1mm	0.4	0.6	PE-25-25 1mm	0.0	0.0
PE-25-25 3mm	7	10.8	PE-25-25 3mm	10.4	15.4
NM①	12.2	18.0			
NM②	11.3	17.2			
NM③	13.7	20.8			
PCM①	8.1	12.2			
PCM②	9.9	15.1			
PCM③	10.1	15.2			

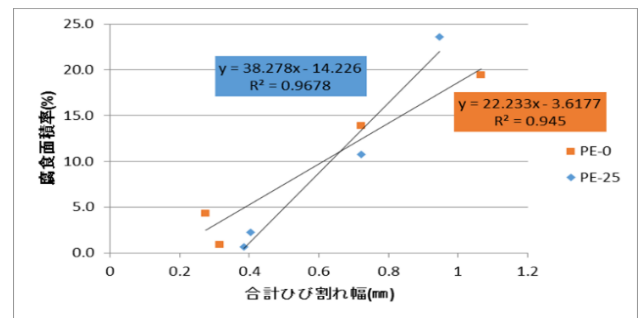


図-4 浸漬期間2か月における腐食面積率と合計ひび割れ幅の関係

4. まとめ

- (1) 塩分浸透抵抗性や鉄筋防食性能を高めるためには W/C、合計ひび割れ幅を小さくし緻密な構造にする必要があると考えられる。
- (2) 最大浸透深さにおいて配合の影響がみられなかったため今後配合の種類を増やすなどして検討していく必要がある。
- (3) PE-25 のひび割れ本数が少なくなる原因が本研究では明らかにならなかったため検討していく必要がある。

参考文献

- 1) 土木学会：複数微細ひび割れ型繊維補強複合材料設計・施工指針（案），2007
- 2) 小島雄太：ひび割れを有する HPRC の物質透過抵抗性と鉄筋防食性能、卒業研究、岐阜大学社会基盤工学科、平成 24 年度