

ひび割れを有する SHCC における物質侵入抵抗性と鉄筋防食性能

岐阜大学 学生会員 ○小島 雄太

LE ANH DUNG

フェロー会員 六郷 恵哲

正会員 小林 孝一

1. はじめに

ひずみ硬化型繊維補強セメント複合材料(以下 SHCC)は引張および曲げ作用下において、擬似ひずみ硬化挙動を示し、複数微細ひび割れを形成する材料である。本研究では、靱性の確保と施工性の向上を目指してセメントの一部を石灰石粉で置換した配合や、繊維混入率、W/C などが異なる SHCC 供試体を作製し、供試体内部へのひび割れを通じた塩分浸透、鉄筋に対する防食性を調査し、得られた結果から SHCC の補修材としての鉄筋防食性能について検討を行うことを目的とする。

2. 物質透過抵抗性に関する実験

2.1 使用材料および配合 SHCC の配合を表-1 に示す。B 配合 C 配合はワーカビリティの改善とひび割れ発生強度の抑制のため、セメントの 25%を石灰石粉で置換した。E 配合は市販のプレパックド材料であり、結合材の一部としてフライアッシュを含んでいる。また繊維を混入していない O 配合も用意し、ひび割れを導入時に破断するのを防ぐため、繊維補強プラスチック(FRP)棒を埋め込んだ。

2.2 実験概要 配合ごとに一軸引張試験用のダンベル型供試体を 10 本ずつ作製し、一軸引張試験器でひび割れ導入を行い、10%の NaCl 溶液に 1 ヶ月間浸漬した。その後、蛍光 X 線分析装置を用いて、ひび割れの破断面の浸漬時の上部(a)、内部(b)、下部(c)の 3 点において塩化物イオン量を測定した。

2.3 結果および考察 O 配合は A 配合の繊維を除いたものであるが、図-1 より O 配合は A 配合や他の配合より塩化物イオン量が小さい。繊維を混入している配合は、ひび割れ断面から繊維の抜け出し跡を通じて塩化物が浸入、蓄積されたと考えられる。

表-1 配合一覧

配合	W/C (%)	単位量(kg/m ³)						
		水	セメント	石灰石粉	珪砂	高性能AE減水剤	増粘剤	PE
A	30	371	1264	0	395	28.2	0.9	14.6
B	40	340	900	300	462	20	0.6	9.7
C	40	321	851	284	595	18.8	0.6	7.3
O	30	371	1264	0	395	28.2	0.6	0

配合	水結合材比(%)	砂結合材比(%)	単位量(kg/m ³)			
			水	結合材	骨材	繊維(1.9vol%)
E	28.5	31.9	328	1149	367	21.8

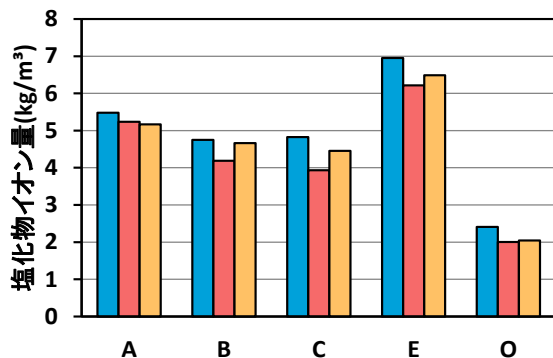


図-1 各配合の測定位置における Cl⁻量

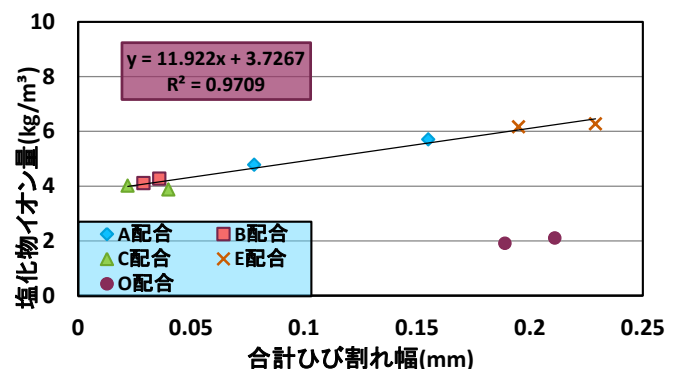


図-2 浸漬期間 1 ヶ月の合計ひび割れ幅と塩化物イオン量の関係

また図-2 に示すように、合計ひび割れ幅と塩化物イオン量の間には極めて高い相関が見られた。ただしここでは繊維を混入していない O 配合のデータは除外した。合計ひび割れ幅とは平均ひび割れ幅とひび割れ本数の積に等しく、SHCC の場合には、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、一般のコンクリートと異なり、最大ひび割れ幅よりも合計ひび割れ幅が重要であると考えられる。

3. 鉄筋防食性に関する実験

3.1 配合および供試体概要 使用材料および配合は表-1 の A,B,C,E 配合と同じもの、および W/C=55%, 単位水量 180kg/m³ の普通コンクリート（配合 NC）を用いた。鉄筋腐食の速度を向上させる目的で全て m の配合に NaCl を 30.5kg/m³ 混入した。供試体概要を図-3 に示す。梁部材を 1 配合につき 4 体ずつ作製し、一軸引張载荷にてひび割れを導入した後、長さ 200mm の寸法で切り出して供試体とした。

3.2 実験概要 供試体切断面の鉄筋が腐食

するのを防ぐため、エポキシ樹脂を供試体切断面 2 面に塗布した。鉄筋腐食を十分に進めるために、酸素と水(水蒸気)が常に供給される ASR 促進室(35~40℃、RH100%)で劣化促進を行った。その後供試体を取り出し、鉄筋をはつり出した。

3.3 結果および考察 合計ひび割れ幅と腐食面積率の関係を図-4 に示す。図には示していないが腐食面積率は NC が最も大きく、これは W/C が 55%と大きいためであると考えられる。A 配合では W/C が小さく、ひび割れ幅も微細であるため、水や酸素を透過させにくく、腐食率は小さくなったと考えられる。E 配合は腐食率が大きい、これは結合材にフライアッシュを含んでおり、実質の W/C は 50%程度になるため、コンクリート組織が粗になるためであると考えられる。

また合計ひび割れ幅と腐食率には相関が見られ、合計ひび割れ幅が大きくなるにつれ、腐食率も大きくなる傾向にあるが、W/C の小さな A 配合は他の配合に比べ腐食率は小さい。

4. まとめ

- (1) SHCC はひび割れ幅の範囲が限定されるため、塩分浸透量は最大ひび割れ幅ではなく合計ひび割れ幅に影響を受ける。
- (2) 物質透過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。

本実験ではひび割れの破断面の塩化物量を測定したが、塩分の浸透深さを検討する必要がある。また、石灰石粉やフライアッシュの置換の影響は現段階では明らかではないため、配合の種類を増やし、検討していく必要がある。

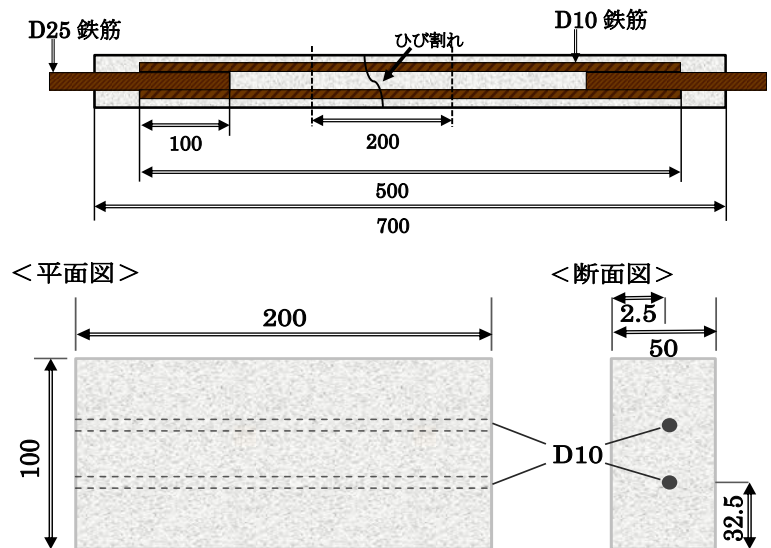


図-3 供試体概要

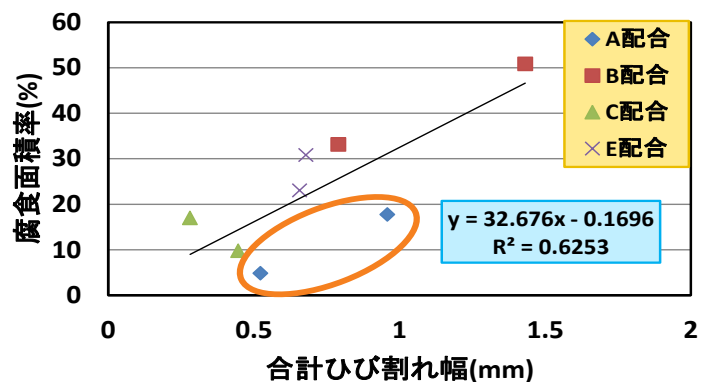


図-4 合計ひび割れ幅と腐食面積率の関係