

微細ひび割れ部における水密性と撥水材の効果

岐阜大学大学院

学生会員

○加藤 久也

山本 基由

杉山建設（株）

正会員

浅野 幸男

岐阜大学

正会員

六郷 恵哲

1. はじめに

一軸引張応力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複数微細ひび割れ型繊維補強セメント複合材料（以下 HPFRCC）の研究ならびに実施工が進められている。HPFRCC は複数微細ひび割れを形成することから、コンクリート劣化因子の浸入抑制効果が期待でき、水密性の向上を目的とした表面補修工事などに用いられつつある¹⁾。一方 HPFRCC と同じく、コンクリートの水密性の向上を目的とした表面含浸工法の一つに、撥水材の塗布がある。

しかし HPFRCC の有する水密性については、普通コンクリート（以下 NC）の水密性との比較に留まっている。そのうえ、一般に撥水材はひび割れの無い健全部に適用されており、ひび割れ部に撥水材を塗布した場合の効果は十分に明らかにされていない。

本研究では、補修材を想定した被覆材で RC 供試体の上面を被覆した供試体にひび割れ導入用引張試験を行い、ひび割れ性状について検討した。続いて、被覆材のひび割れ部に、撥水材を塗布する前後にて透水試験を行い、ひび割れ部における撥水材塗布の有効性について検討した。被覆材には、HPFRCC、空気量を増やした HPFRCC（以下 HPFRCC-A）、鋼繊維補強モルタル（以下 SFRM）の3種類を用いた。

2. 実験概要

2.1 作製供試体

供試体概要を図-1に示す。縦50mm、横100mm、幅1200mmの供試体を計6体作製した。鉄筋は異形棒鋼SD345のD25とD10とする。D25の両端にD10を配置し、溶接により固定した。母材（NC）打設時に左官工法で被覆材を10mm被覆し、養生室で2週間の湿潤養生を行った。

透水試験で使用する撥水材には、アルキルアルコキシシラン系撥水材を用いた。

2.2 ひび割れ導入

ひび割れ導入用引張試験装置を図-2に示す。剛な床に固定した鋼製の反力板とセンターホール型油圧ジャッキを用いて、供試体に一軸引張荷重を加えた。荷重を2個のロードセルにより計測し、供試体の全体変形と中央部400mm区間の変位を4個の高感度変位計により計測した。またひび割れ幅やひび割れ本数等は、目視ならび

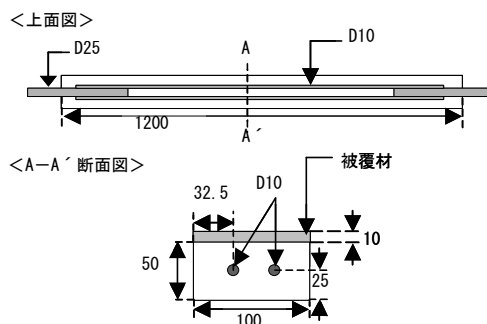


図-1 供試体概要（単位：mm）

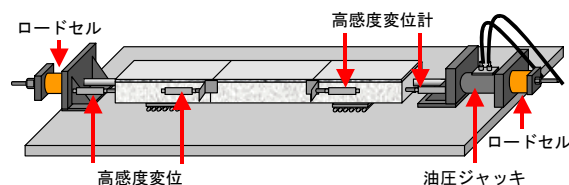


図-2 ひび割れ導入用引張試験装置

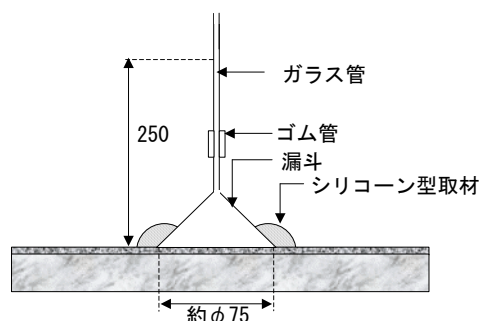


図-3 透水試験装置（単位：mm）

にマイクロスコープで計測した。

2.3 透水試験

透水試験装置を図-3に示す。水平に保持した供試体上面に、メスピペットと漏斗をゴム管で連結した透水試験器具をシリコン型取材で止め付ける。水位は供試体上面より250mmとし、定水位法により透水量を計測する。また、試験装置設置の前にマイクロスコープを用いて、試験装置設置箇所内のひび割れ幅とひび割れ本数を計測し、撥水材塗布の前後で透水試験を行った。

3. 実験結果

3.1 ひび割れ導入

ひび割れ導入後のひび割れの幅と本数を表-1に示す。

キーワード： 繊維補強コンクリート、複数微細ひび割れ、撥水材、透水試験、水密性

連絡先： 〒501-1193 岐阜市柳戸1-1 岐阜大学工学部社会基盤工学科 TEL/FAX 058-293-2468

母材のひび割れが、HPFRCC ならびに HPFRCC-A の部分では幅の狭い微細ひび割れに分散していた。しかし、SFRM の部分では、ひび割れは分散せず、母材と同じ 1 本のままであり、ひび割れ幅も同程度に大きかった。

3. 2 撥水材塗布前後のひび割れ部

撥水材塗布前に計測した単位時間当たりの透水量と最大ひび割れ幅の関係を図-4 に示す。この図の縦軸も横軸も対数目盛りである。これからわかるように、最大ひび割れ幅が小さいほど、単位時間当たりの透水量も小さくなった。被覆材の種類が単位時間当たりの透水量に及ぼす影響は、本研究の範囲では明確ではなかった。通常の使用状態にある HPFRCC では、ひび割れが微細となることから、透水量も小さくなるのがわかる。

また、撥水材塗布前後で、各供試体の同じ箇所計測した単位時間当たりの透水量と最大ひび割れ幅の関係を図-5 に示す。最大ひび割れ幅が 0.02mm 以下の計測箇所では、透水量が減り、撥水材塗布の効果が明確となった。しかし、最大ひび割れ幅が 0.1mm 以上の計測箇所では撥水材塗布の効果がほとんど認められなかった。複数微細ひび割れ型セメント系材料に撥水材を塗布することにより、透水量を低減することができ、特に、最大ひび割れ幅が 0.02mm 程度以下の微細ひび割れ部への撥水材塗布は、透水量を減らし水密性を高めることに有効であるといえる。

3. 3 撥水材塗布後の複数微細ひび割れ部

最大ひび割れ幅が 0.02mm 以下の微細ひび割れ部について、撥水材塗布の効果が確認されたことから、撥水材を塗布した複数微細ひび割れ部とひび割れの無い健全部で透水試験を追加して行った。新たな透水試験箇所はマイクロスコープを用いて計測した最大ひび割れ幅が 0.02mm 以下の箇所とした。

撥水材塗布後の複数微細ひび割れ部での単位時間当たりの透水量と最大ひび割れ幅の関係を図-6 に示す。横方向に引かれた破線は撥水材塗布後の健全部での単位時間当たりの透水量 (HPFRCC : 0.0108ml/h, HPFRCC-A : 0.0092ml/h) である。この図からわかるように、撥水材塗布後の健全部と複数微細ひび割れ部の単位時間当たりの透水量に大きな差はみられなかった。このことから最大ひび割れ幅が 0.02mm 以下の複数微細ひび割れ部への撥水材の塗布は、複数微細ひび割れ部が有する水密性を、撥水材塗布後のひび割れの無い健全部と同程度まで高める効果があることが分かる。

4. まとめ

本研究で得られた結果を以下に示す。

- (1) HPFRCC ならびに HPFRCC-A を被覆した供試体では、母材 (NC) に発生した 1 本のひび割れに対して、HPFRCC ならびに HPFRCC-A 中では複数の微細なひび割れに分散した。
- (2) 計測箇所内の最大ひび割れ幅が小さいほど、単位時間当たりの透水量も小さくなった。本研究の範囲で

表-1 ひび割れ性状

ひび割れ 幅 (mm)	被覆材	HPFRCC	HPFRCC-A	SFRM
	母材	0.016~0.046	0.015~0.031	0.067~1.127
ひび割れ 本数 (本)	被覆材	15	15	3
	母材	4	5	3

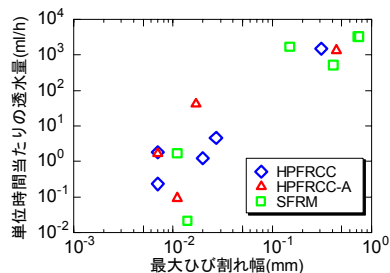


図-4 単位時間当たりの透水量と最大ひび割れ幅の関係

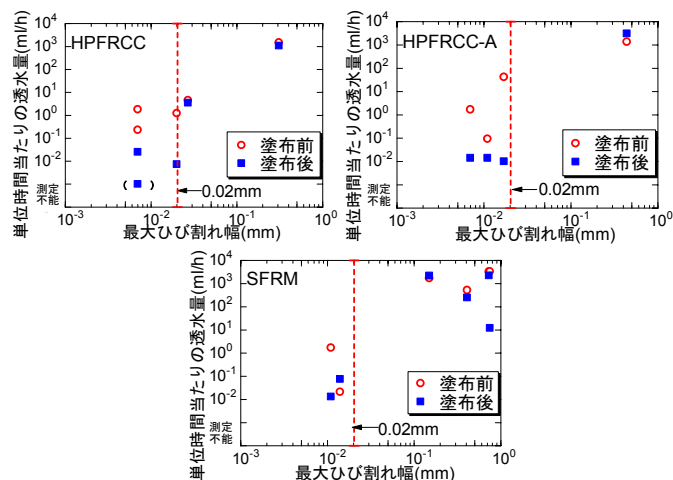


図-5 撥水材塗布前後での透水量

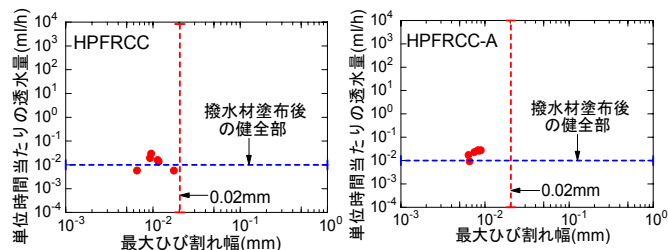


図-6 撥水材塗布後の微細ひび割れ部での透水量

は、被覆材の種類が単位時間当たりの透水量に及ぼす影響は、明確ではなかった。

- (3) 最大ひび割れ幅が 0.02mm 以下の計測箇所では、撥水材塗布後の透水量が減少し、撥水材塗布の効果が認められた。しかし、最大ひび割れ幅が 0.1mm 以上の計測箇所では撥水材塗布の効果が認められなかった。
- (4) 最大ひび割れ幅が 0.02mm 以下の複数微細ひび割れ部への撥水材の塗布は、その箇所の水密性を撥水材塗布後のひび割れの無い健全部と同程度まで高めた。

参考文献

- 1) 土木学会：複数微細ひび割れ型繊維補強モルタルの評価と利用，コンクリート技術シリーズ，No.64，pp.8-14，2005.7