

防水剤を添加した HPFRCC の基本性状に関する研究

岐阜工業高等専門学校 専攻科 学生会員 ○澤田賢太郎

岐阜工業高等専門学校 環境都市工学科 正会員 岩瀬裕之

1. 研究目的

高靱性セメント複合材料(HPFRCC)はセメント系材料を、ポリエチレンなどの繊維で補強した材料の総称であり、劣化した構造物の補修材としての使用などが検討されている。HPFRCC の最大の特徴はひび割れ発生後、複数の微細なひび割れ（マルチプルクラック）を形成することである。ひび割れ幅が普通コンクリートに比べて微細なため、ひび割れ部からの有害物質や水分の浸入が少ない。HPFRCC によって補修を行った場合、コンクリート構造物は経年劣化によりひび割れが発生したとしても有害物質の浸入が少ないため劣化の加速が抑制され、再補修までの期間が長くなる。そういった反面、HPFRCC は作製方法によって空気量が 10% 程度と普通コンクリートに比べ高くなり¹⁾、他のセメント系補修材に比べ吸水性が高くなることが考えられる。HPFRCC 自体は耐凍結融解抵抗性が高いことが知られているが、HPFRCC 補修面からコンクリート構造物へ水分が供給され、凍害・アルカリ骨材反応が進行する要因となりうる可能性がある。防水剤を HPFRCC に添加することにより防水性を持たせ、外部からの水の浸透を低下させることでアルカリ骨材反応・凍害をさらに有効的に抑制できると考えられる。本研究では、脂肪酸系内部添加型防水剤を HPFRCC に添加することにより防水性能を向上させ、防水剤を混入することによる吸水性や強度など各種特性への影響を評価することを目的とする。

2. 防水剤

本研究で用いる防水剤（T 社開発）は、防水性能の長期持続性や、分散性の低下など従来の問題を改善する目的で開発された脂肪酸系内部添加型防水剤である。脂肪酸カリウム、消泡性シリコーンを配合したもので、水に容易に溶解する。脂肪酸がセメント中のカルシウムと反応し、防水成分の脂肪酸カルシウムに変化する。分散性が良いためモルタルに防水効果が得られる。しかし、脂肪酸だけでは混練時に空気量の大幅な増加があるため、消泡効果を有する特殊シリコーンを混入することで、その問題を解決している。

3. 研究方法

3.1 吸水性実験

使用する供試体（40×40×160mm）は、防水剤が無添加の HPFRCC、防水剤をセメント質量の 0.5%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5% 添加した HPFRCC とする。温度 110℃で 24 時間乾燥した後、質量を測定する。その後供試体を水に浸し、任意の時間経過ごとに供試体を水中から取り出して質量を計測して吸水率を式 1 より算出する。水深は 10cm、計測時間は 15, 30, 45, 60, 120, 240, 360 分後, 7 日後, 10 日後とする。

$$Q = \frac{m_s - m_d}{m_d} \times 100 \quad (1)$$

Q : 吸水率(%) m_s : 絶乾質量 m_d : 気乾質量

3.2 強度実験

強度実験に使用する供試体（40×40×160mm）は吸水試験で使用したものと同様の添加量とする。供試体を 28 日間養生し、曲げ強度、圧縮強度を測定する。

3.3 付着強度実験

既設の劣化構造物に補修材を施工する場合を想定し、HPFRCC と普通コンクリートを用いて図 1 のような供試体とす

表 1 HPFRCC 配合表

W/C (%)	単位量(kg/m ³)					
	W	C	S	Ad	Fiber	増粘剤
27	342	1264	395	38	15	0.9

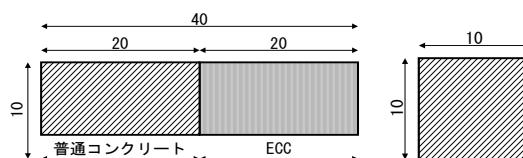


図 1 付着強度実験供試体寸法

る。普通コンクリートは低強度($f'_c=25.1\text{N/mm}^2$)、中強度($f'_c=67.1\text{N/mm}^2$)、高強度($f'_c=91.3\text{N/mm}^2$)の3種類を用いる。曲げ試験を行い、破壊形態・曲げ強度を考察する。

4. 研究結果および考察

4.1 吸水率実験

吸水率実験の結果を図3-1に示す。供試体の空気量は3.7~6.1%の間であった。防水剤が無添加のHPFRCCは水に浸してから10日後に吸水率が9.1%となった。それと比較し、添加量0.5%のものは、計測開始時の吸水率が低いものの、二日後にはほぼ同じ値を示し、10日後には9.7%の吸水率を示した。添加量0.5%では無添加と吸水率がほぼ同じであり、十分な防水効果を得られないと考えられる。添加量3%,4%,5%供試体(浸水10日後)の吸水率においては約3%の吸水率を示し、無添加供試体の吸水率と比べると約1/3まで低減していることがわかる。しかし、3%4%,5%の供試体に関しては、添加量が多いものほど吸水率が低くなるという傾向を示さなかった。このことから防水剤の添加量が多いほど防止効果が高くなるわけではなく、効果が頭打ちになるということが考えられる。

4.2 強度実験

圧縮強度・曲げ強度実験の結果を図3に示す。防水剤が無添加のHPFRCCの圧縮強度は約85N/mm²、曲げ強度は約21N/mm²を示し、最も添加量の多い5%の圧縮強度は約67N/mm²、曲げ強度は約17N/mm²となり、どちらも約2割低下した。添加量が増えることで圧縮・曲げ強度ともに低下していく傾向を示した。吸水実験の結果では、3%4%,5%が低い吸水率を示したが、添加量を多くすることで強度低下する傾向があることから、添加量3%までが適当な量であると判断できる。添加量3%の圧縮・曲げ強度は最大で約1割の低下であり、HPFRCCが普通コンクリートに比べて高強度であるということや配合により強度を調整できることから防水剤添加による強度低下を問題とすることなく使用することが出来ると考えられる。

4.3 付着強度実験

付着強度実験の結果を図4に示す。普通コンクリートを低強度で作製した供試体は添加量0%, 1%, 3%ともにほぼ同じ曲げ強度を示し、供試体が付着部で破壊せず、コンクリート部分で破壊した。コンクリートを中強度、高強度で作製した供試体では付着面付近での破壊となったが、低強度で作製したものと同様に防水剤添加の有無に関わらずほぼ同じ曲げ強度を示し、全ての供試体がコンクリート部分での破壊となった。防水剤を添加することによる著しい付着性能の低下はないと判断できる。今回の実験では明確な付着強度を測定できなかったが、使用したコンクリートの強度($f'_c=25.1\sim91.3\text{N/mm}^2$)は実用上想定できる範囲であり、防水剤を使用しても十分付着性能を維持できると考えられる。

参考文献

- 1) 加藤久也・浅野幸男・山本基由・六郷恵哲：複数微細ひび割れ型繊維補強セメント複合材料の水密性能と撥水材の効果，コンクリート工学年次論文集，vol.28，No.1，2006

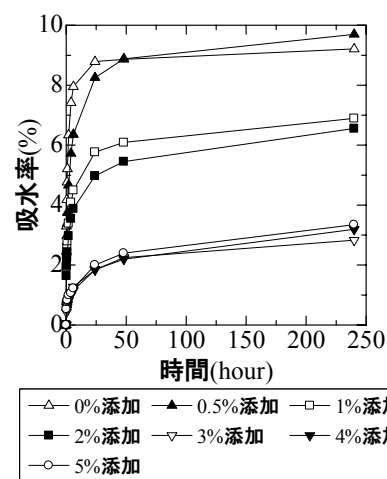


図2 防水剤添加による吸水率の変化

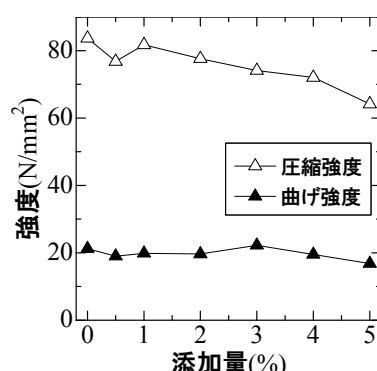


図3 強度実験結果

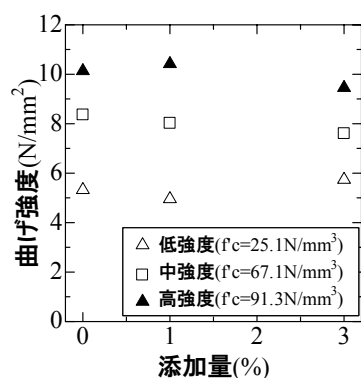


図4 付着強度実験結果