

吹付け用繊維補強ポリマーセメントモルタルの補強効果による基礎的研究

鹿児島大学大学院 学生会員 ○湯地 輝
 鹿児島大学大学院 正会員 山口 明伸
 鹿児島大学大学院 正会員 武若 耕司

1. 目的

吹付けコンクリートとは、コンクリート材料を圧縮空気に対象部に直接吹付けて施工するコンクリートで主に、トンネルやのり面あるいは、断面修復工法に利用されている。塩害によって劣化したコンクリート構造物の断面修復用としては強度発現性、塩分浸透抵抗性に優れているポリマーセメントモルタルが多く使用されているが、構造性能、耐震補強用としては十分ではない。一方、既往の研究より、普通モルタルにあらかじめ、短繊維と膨張材を混入してケミカルプレストレスを導入することにより、曲げ強度を向上させる試みがすすんでいる。そこで本研究では、ポリマーセメントモルタルに、玄武岩繊維、膨張材を併用することにより、吹付け用補強効果向上のための検討をおこなった。

2. 実験概要

本研究で使用した材料を表-1に示す。実験で使用したポリマーセメントモルタル供試体(以下PCM)は、ポリマーセメントと骨材を含むプレミックス材料に標準加水量である10Wt%の練混ぜ水を加えて作製したものであり、練混ぜにはパン型ミキサーを用いている。なお、標準配合はW/C40%に相当するため、比較用としてW/C40の普通モルタル(以下OPC)供試体も併せて作製した。また、補強用繊維として用いた短繊維の物性を表-2に示す。この繊維は、玄武岩を原料とした繊維であり、

引張強度2800 N/mm²、弾性係数91000 N/mm²と炭素繊維と同等レベルの物理特性を有している。

検討項目は、ポリマーセメントモルタルの基本的力学性能の把握、短繊維混入による繊維補強効果の検討、膨張材混入によるケミカルプレストレス効果の検討であり、それぞれ、圧縮、曲げ、タフネス(じん性)により評価した。圧縮試験、曲げ試験は4×4×16 cm、タフネス試験は10×10×40 cmの供試体を用いて実施した¹⁾。要因と水準を表-3に示す。また、タフネス試験の評価式を以下に示す。

$$f_b = T_b \times I / \delta_{tb} \times b h^2 \quad (1)$$

ここで、 f_b : じん性係数 (N/mm²)、 T_b : δ_{tb} までの面積 (N・mm)、 I : スパン (mm)、 δ_{tb} : スパンの1/150のたわみ、 b : 破壊断面の幅 (mm)、 h : 破壊断面の高さ (mm)¹⁾

表-1 使用材料

材料名	種類	密度 (kg/m ³)
セメント	普通ポルトランドセメント	3.16
	ポリマーセメント	2.3
繊維	玄武岩繊維	2.8
膨張材	エトリンガイド系	2.92

表-2 玄武岩繊維の物性

引張強度 (KN/mm ²)	2.5
弾性係数 (KN/mm ²)	91
繊維径 (μm)	12

表-3 供試体の要因と水準

コンクリート種類	ポリマーセメント(PCM)
	普通ポルトランドセメント(OPC)
W/C (%)	40、44
繊維種類	玄武岩繊維
繊維長 (mm)	3、6、9、12
繊維混入率 (%)	0、0.5、1、1.5
膨張材混入率 (%)	0、3.4
材齢 (日)	1、7、10、28、91
供試体本数	各材齢3体

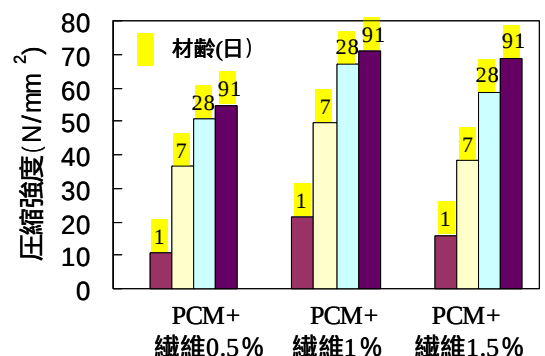


図-1 OPC と PCM の圧縮強度比較

キーワード 吹付け、ポリマーセメント、玄武岩繊維、タフネス試験、ケミカルプレストレス

連絡先 〒890-0065 鹿児島市郡元 1-21-40 鹿児島大学工学部海洋土木工学科 TEL099-285-8480

3. 実験結果および考察

3.1 ポリマーセメントモルタルの基本的力学性能の把握

図-1 に W/C40% の OPC と PCM、また吹付け時のばらつきを考慮した W/C44% の PCM の圧縮強試験結果を示す。なお、以下を含め、試験結果は同一条件における供試体 3 体の平均値である。OPC と比較した結果、圧縮強度については、PCM が初期強度、91 日強度においても強度発現性に優れており、ばらつきを考慮しても共に十分な圧縮強度が確認できた。曲げ強度については、OPC と PCM は同程度の強度となり、ばらつきを考慮した場合、PCM はやや低下する結果となった。またタフネス試験結果から、じん性は全く期待できないことも確認した。

3.2 短繊維混入による繊維補強効果の検討

上記の結果をうけ、短繊維を混入することにより PCM の曲げ強度、じん性を向上させることを試みた。繊維長を 3、6、9、12 mm と変化させ、繊維混入率 0.5、1% で繊維補強効果の検討を行った。短繊維混入供試体の材齢 28 日における圧縮試験結果を図-2 に、曲げ強度試験結果を図-3 に示す。圧縮強度および曲げ強度は繊維混入率 0.5% では補強効果がみられなかったが、繊維混入率 1%、繊維長 6mm 以上で若干の補強効果がみられた。また、じん性は繊維混入率が高くなるほど比例的に大きくなる傾向となった。(図-5：膨張材無し参照)

3.3 膨張材混入によるケミカルプレストレス効果の検討

既往の研究より、繊維と膨張剤をモルタルに加えることにより、ケミカルプレストレスが発生し補強効果の向上に効果のあることが分かっている。そこで、補強効果を高めるため、短繊維と併せて、膨張材を混入することによりケミカルプレストレス効果の導入を試みた。膨張材混入による材齢 7 日の曲げ強度試験結果を図-4 に、材齢 10 日のタフネス試験結果を図-5 に示す。まず、曲げ強度は繊維混入率の増加に伴って向上する結果となったが、玄武岩繊維のみの場合と比較して若干強度が下がる結果となった。一方、タフネス試験結果については、図-5 に示すように繊維混入率 1% 以上において顕著なじん性の向上を確認することができた。なお圧縮強度は PCM のみの場合とほぼ変わらず、ケミカルプレストレスの影響はみられなかった。

4. まとめ

ポリマーセメントモルタルは初期強度発現に優れており、さらに、短繊維、または短繊維と膨張材を混入することにより、その補強効果を大きく向上できることを確認した。また、今後の課題として、短繊維と膨張材による補強効果向上のメカニズムの解明、実際の吹付けによる補強効果の確認が挙げられる。

謝辞: なお、本研究は国際コンクリート工学協会・日本支部との共同研究の一部について報告したものである。関係者各位に感謝する。

[参考文献] 2005 年制定 コンクリート標準示方書「基準編」、(社)土木学会、pp.257-258

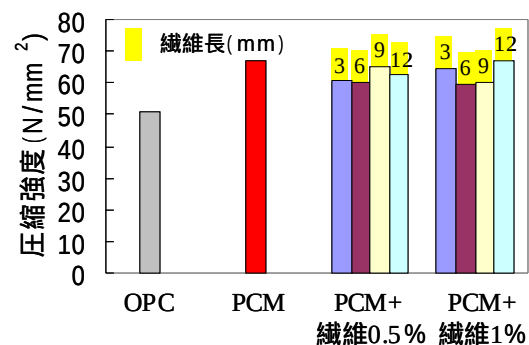


図-2 短繊維混入時の圧縮強度比較

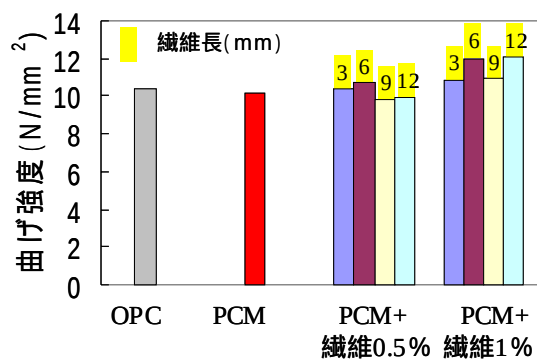


図-3 短繊維混入時の曲げ強度比較

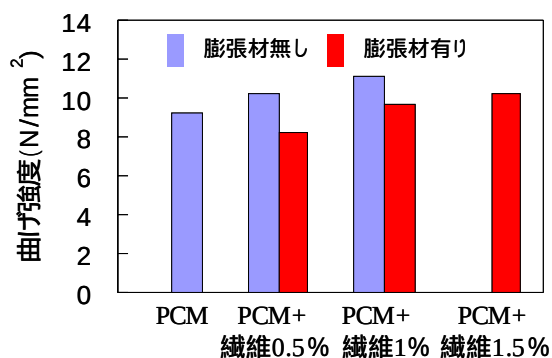


図-4 膨張材混入時の曲げ強度比較

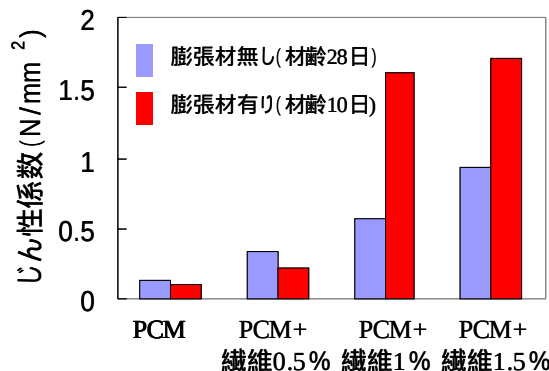


図-5 膨張材混入時のじん性比較