

正会員 牛島 栄（国鉄・鉄道技術研究所）

正会員 宮田尚彦（国鉄・鉄道技術研究所）

正会員○石井卓郎（日本板硝子株式会社）

1・まえがき

近年、コンクリート構造物の耐久性に関する種々の問題が社会的な話題となっており、これらのコンクリート構造物の劣化・変状に対する補修・補強方法の確立が急がれている。このような中で、本研究では一般に建築の分野において外・内装材及び二次製品として使用されているGRC（Glassfiber Reinforced Cement）をコンクリート構造物の劣化・変状に対する補修・補強材料として湿式で吹付け施工した場合（以下、GRC吹付けモルタル）の特性について報告する。

ここでGRC吹付けモルタルの一般的な特性としては、その使用によって被補修コンクリート構造部材の曲げ・引張・せん断強度及びタフネスを改善することが可能となる。又、外的・内的塩害を受ける可能性のある構造物において鋼繊維のような腐食がないことから構造物の美観上、GRC吹付けモルタルの適用の可能性があり、今後、土木分野への用途開発が望まれる。

しかしながら、GRCについては従来より、ガラス繊維のアルカリ環境下での耐久性が論議されているのでこれらの点について若干の試験を行ったので報告する。

2・試験概要

2・1 使用材料

試験には普通ポルトランドセメント及び耐アルカリガラス繊維（チョップドストランドL=12mm）を用いた。なお、細骨材として珪砂6号およびフィライトを用いてそれぞれGRC吹付けモルタル一般タイプ及び軽量タイプとした。

表-1にGRC吹付けモルタルの配合を示す。

2・2 試験方法

GRC吹付けモルタルの施工方法の概要を図-1に示す。

(1) 付着率試験及びガラス繊維含有率

PCパネル板（900×2500mm、W=330kg）を鉛直及び水平に保持し、鉛直方向及び水平方向から吹付けたGRC吹付けモルタルの試料について、吹付け時の付着率・リバウンド率及び付着したGRC吹付けモルタル中のガラス繊維含有率を洗い出し試験によって求めた。

(2) 付着強度試験

上記PCパネル板にGRC吹付けモルタルを鉛直及び水平方向より施工した。硬化後、建研式垂直引張試験機にて付着強度を測定した。

(3) 曲げ強度試験

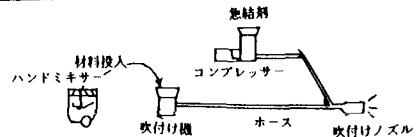
耐アルカリ性を評価するため、吹付け施工して作成した4×4×16cmの試験供試体を飽和水酸化カルシウム水溶液および蒸留水に浸漬して曲げ強度の経時変化を測定した。

(4) 凍結融解試験

10×10×40cmの鋼製型枠を使用して、これを60°の角度に設置して吹付けを行い試験供試体を作製した後、試験に供した。ASTM C 666に準拠して凍結融解試験を行った。

表-1 GRC吹付けモルタルの配合

	W/C	S/C	V g f	単位置 (kg/m ³)					
				C	W	S	GF	他結材	ポリマ
一般タイプ	36	0.75	18	897	333	692	49	28	90
軽量タイプ	36	0.20	18	897	333	185	49	28	90

図-2 GRC吹付けモルタル施工方法の概要
表-2 付着率試験及びガラス繊維含有率

		試料全量	吹付け時		ガラス繊維重量 (乾燥後)	ガラス繊維含有率	配合上の含有率
			付着量	リバウンド量			
一般タイプ	鉛直面	1405	1387	18	98.7	—	—
	水平上面	2435	2243	196	92.7	563	1.9
軽量タイプ	鉛直面	1220	1210	10	99.2	—	—
	水平上面	1365	1111	254	81.4	37.7	1.9

(5) 促進中性化試験

CO₂環境試験槽を用いて20℃・RH60%・CO₂5%にて所定材令(15・30・60日)まで促進中性化を行い、重量変化率を測定後1%フェノールフタレン水溶液を噴霧し、最大・最小・平均中性化深さをノギスにて測定した。測定結果は6点の平均中性化深さとした。

3・試験結果及び考察

表-2に付着率試験及びガラス繊維含有率の試験結果を示す。吹付け時の付着率は一般タイプ・軽量タイプとも非常に良好な結果を示した。又、鉛直面・水平上面の吹付け優位差は一般タイプの方が良好な結果を示した。

なお、ガラス繊維含有率が配合上のガラス繊維含有率より大きな値を示したのは、吹付け材料のうちモルタルペースト部分がリバウンドしたため見掛け上大きくなったものと考えられる。

表-2に付着強度の試験結果を示す。付着強度は材令・吹付け材料の相違による明確な違いはなかった。しかしながらコテあての有無により著しく付着強度は異なった。

図-3に曲げ強度の試験結果を示す。飽和水酸化カルシウム水溶液・蒸留水に浸漬した一般タイプ・軽量タイプの材令による強度の低下は28日では認められなかった。一般にGRCの長期耐久性を評価するために促進試験として飽和水蒸気中での加熱による試験結果及び図-4に示す曲げ破壊性状の関東地区での10年間の自然暴露の結果からはGRCの曲げ強度は数%程度の低下が経過2~3年で認められることから長期的に試験を継続して評価する必要がある。

図-5に凍結融解試験の結果を示す。GRCは一般にチョップドストランドによって混入された空気泡により凍結融解の抵抗性は大きい。試験結果も300サイクル終了での動弾性係数が一般タイプの場合94.1となり非常に良好であった。軽量タイプは、300サイクル終了での動弾性係数が81となり表面にスケーリングが生じたが全体的には問題がなかった。

図-6に促進中性化試験の結果を示す。GC吹付けモルタルの配合が非常にセメントリッチであるためW/C=60%のコンクリートと比較して中性化の程度は著しく小さい。

4・結論

本報告により、湿式により吹付け施工したGC吹付けモルタルの施工性の良否及び、基本的な耐久性に影響する物性に付いて以下の点が明らかとなった。

湿式により施工したGC吹付けモルタル(一般タイプ・軽量タイプ)は、表-1に示すようにセメントリッチであり、ワーカブルで流動性が良いため付着性状において良好な結果が得られた。以上より、高架高橋・スラブ下面での曲げ強度及びタフネスの改善を目的とした大断面修復材料として使用される場合において中性化係数が小なることから補修後の鉄筋の防食効果も期待できる。なお、今後は、GC吹付けモルタルにより補修した補修梁モデルの力学的特性について評価検討する予定である。

表-3 付着強度 材令 7

一般タイプ	鉛直面	付着強度 (kg/cm ²)	破壊状況
一般タイプ	コテ有	18.3	剥離なし
	コテ無	17.3	
軽量タイプ	コテ有	10.8	剥離あり
	コテ無	16.7	
軽量タイプ	コテ有	16.7	剥離あり
	コテ無	10.4	

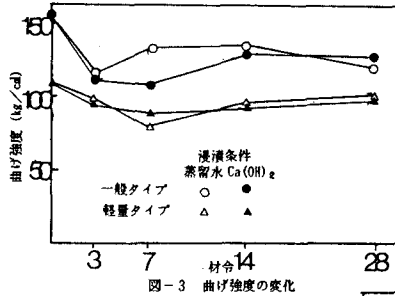


図-3 曲げ強度の変化

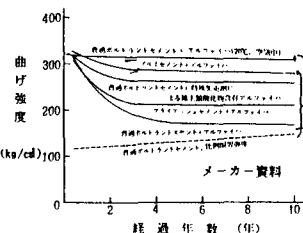


図-4 曲げ破壊性状の関東地区での暴露試験結果

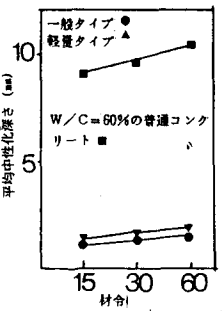


図-5 促進中性化と材令の関係

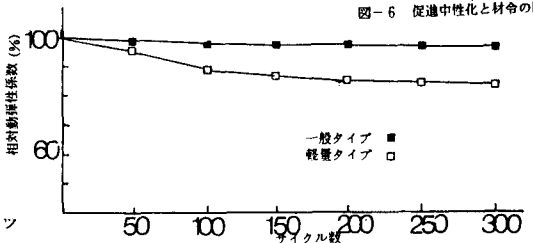


図-6 凍結融解サイクル数と相対動弾性係数の関係