

GFRC用セメントを使用したガラス繊維補強コンクリートの性質について

徳島大学工学部 河野 清
 阿南工業高等専門学校 ○天羽 和夫
 極東工業株式会社 田中 謙二

1. はじめに

本研究は、ガラス繊維補強コンクリート（以下GFRCと略記する）の補強材であるガラス繊維のアルカリ劣化対策に重点をおいて開発されたセメント（以下GFRCセメントと略記する）の利用に関する基礎的資料を得ることを目的に、GFRCの結合材に普通ポルトランドセメントおよびGFRCセメントを使用し、養生条件を変えて実験を行い、硬化コンクリートの圧縮強度、曲げ強度、長さ変化などに及ぼす影響について検討を行ったものである。

2. 試験方法

(1) 使用材料およびコンクリートの配合 セメントは表-1に示す化学成分と物理的性質をもつ普通ポルトランドセメントとGFRCセメントを用い、細骨材および粗骨材は、それぞれ徳島県吉野川産川砂（比重2.61, FM268）と玉砕石（比重2.69, FM6.26）を、ガラス繊維は国産の耐アルカリ性ガラス繊維（長さ25mm, 比重2.70）を、また混和剤に高縮合トリアジン系の高性能減水剤とAE阻剤を使用した。表-2のGFRCの配合は、コンクリート製品への利用を考えたスランプ7cmとした。

表-1 セメントの化学成分および物理的性質

種 類	化 学 成 分 (%)						物 理 的 性 質			
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	SO ₃	計	比重	比表面積 (cm ² /g)	圧縮強度 (kgf/cm ²)	28日
普通ポルトランドセメント	22.2	5.2	3.1	64.8	2.0	97.3	3.15	3190	240	4.15
GFRCセメント	23.2	13.8	1.1	47.5	9.3	95.9	2.96	4210	231	4.08

表-2 GFRCの示方配合

配合の 種類	粗骨材 最大寸 法 (mm)	目標 スラブ 厚さ (mm)	目標 配合 比 (%)	標準 配合 比 (%)	細骨 材率 (%)	ガラス 繊維 配合率 (%)	単 位 量 (kg/m ³)					混和剤	
							水	セメン ト	細骨 材	粗骨 材	ガラス 繊維	高性能 減水剤 (cc/m ³)	AE 阻剤 (%)
普通ポルトランドセメント	15	7	5	55	68	10	255	464	955	443	27	4640	40
GFRCセメント	15	7	5	55	68	10	235	427	976	483	27	4070	100

(2) コンクリートの試験 供試体は、アレミックス法により強制練りミキサーを用いて練りませを行い、10×10×40cmはり型わくに振動締固め成形した。養生方法は、全期間水中養生、空中養生、材令7日および28日より水中から空中養生に移す場合と、逆に材令7日より空中から水中養生に移す場合および材令7日まで70℃温水養生を行い、その後空中養生に移す6種類を採用した。所定材令に達した供試体は、まず曲げ強度試験(JISA1106)を行い、つぎにその折片を用いて圧縮強度試験(JISA1114)とせん断強度試験（直接二面せん断試験）を行った。なおGFRCセメントを使用した場合は、ひびわれ防止のため成形後40℃養生を20時間行った。乾燥収縮は、材令7日より空中養生に移したはり供試体について長さ変化試験(JISA1129コンパレータ法）を行って求めた。

3. 試験結果および考察

(1) 乾湿による養生条件が諸強度に及ぼす影響 普通ポルトランドセメントおよびGFRCセメントを用い、各種養生を行ったGFRCの諸強度試験結果を図-1、2および3に示す。

図-1から明らかなように、GFRCセメントを用い全期間水中養生を行ったGFRCの折片圧縮強度は、普通ポルトランドセメントを用いたものに比べて、材令7日ではやや小さい値を示しているものの、その後の強度発現は良好で材令91日で400 kgf/cm²と同程度の値を示している。また、材令28日から91日の強度増加割合から長期強度も好結果が予想される。一方、全期間空中養生を行った場合は、いずれのセメントとも強度増進が材令28日から鈍化はじめて材令91日で、普通ポルトランドセメントのものは水中養生と比べてものより約20 kgf/cm²、GFRCセメントのものは30 kgf/cm²程度の低下がみられる。しかし空中養生の相対

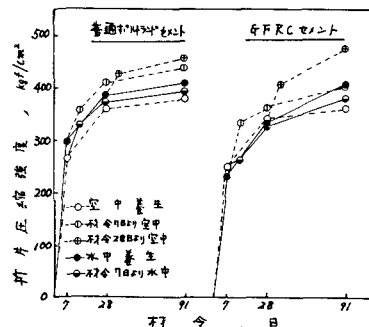


図-1 乾湿の養生が圧縮強度に及ぼす影響

湿度が高いとはいえ、通常の普通コンクリートの空中養生の場合のような大きい強度低下はみられず、GFRCでは乾湿の影響が多少異なる傾向を示している。次に、材令7日および28日から空中養生に移した場合は、同材令の水中養生のものより急激に強度が増加している。また、その後の材令でも強度増進がみられる。

図-2の曲げ強度試験結果から、普通ポルトランドセメントのものは、いずれの養生の場合とも材令28日から91日への強度増加がほとんどみられないのに比べ、GFRCセメントを用いたものは、材令7日からの強度増進は大きく、とくに全期間水中養生を行った場合は材令7日で約70 kgf/cm^2 、材令91日で90 kgf/cm^2 と大きな値となっている。さらに、その後の強度も圧縮強度と同様にきわめて高い値になるものと思われる。また、この強度改善だけでなく耐アルカリ性改善も含まれるのでGFRCに対するGFRCセメントの使用はきわめて有効であると考えられる。

図-3のせん断強度試験結果も、GFRCセメントの水中養生を行った材令91日のものが90 kgf/cm^2 ほど高い値を示し、また材令にともなう強度増進もきわめてよく、せん断強度に対しても効果がうかがえる。

(2)高温養生が諸強度に及ぼす影響 材令7日まで70℃温水養生を行い、その後空中養生に移した供試体の諸強度試験結果を示す図-4から、GFRCセメントの場合の圧縮強度は、材令7日で300 kgf/cm^2 、その後空中養生に移した材令28日で350 kgf/cm^2 程度と普通ポルトランドセメントのものとはほぼ同じ値を示している。

しかし、曲げ強度では材令7日で普通ポルトランドセメントのものより約25%も大きく、しかも普通ポルトランドセメントを使用した場合のようなガラス繊維やアルカリ劣化の影響と思われる材令7日から28日への強度低下もみられない。また、水中養生を行った場合より材令7日で約10%大きい強度を示し、高温養生においても安定した強度を与え、その有効性が認められる。

次に、せん断強度に対しても普通ポルトランドセメント使用のものより材令7日からの強度増加が大きいことが認められる。

(3)GFRCの乾燥収縮 材令7日まで20℃水中養生を行い、その後空中養生に移した場合の材令と乾燥収縮の関係を示した図-5から、GFRCセメントを用いたものは、普通ポルトランドセメント使用のものより各材令で約15%乾燥収縮が小さくなっている。これは、GFRCセメント使用の方が表-2に示すように単位水量が少なくなることおよび表-1の化学成分が乾燥収縮の低減に影響を与えたものと考えられる。

4. まとめ

本研究より、ガラス繊維補強コンクリートの結合材にGFRCセメントを利用することは、曲げ強度、せん断強度などの改善に有効であり、とくに水中養生を行うことにより、その使用効果が一層顕著になることが認められた。また、高温養生においても安定した強度を示し、コンクリート製品への利用も十分可能と思われる。

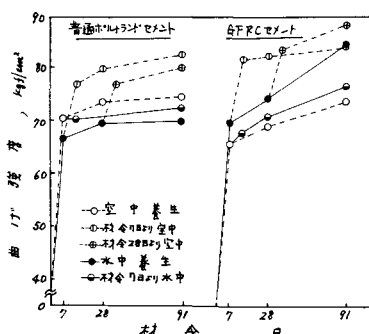


図-2 乾湿の養生が曲げ強度に及ぼす影響

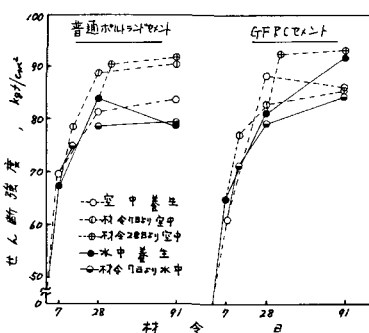


図-3 乾湿の養生がせん断強度に及ぼす影響

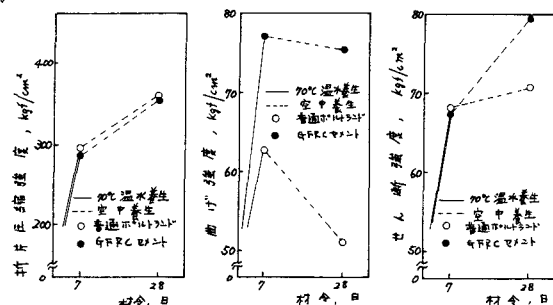


図-4 高温養生が圧縮強度、曲げ強度およびせん断強度に及ぼす影響

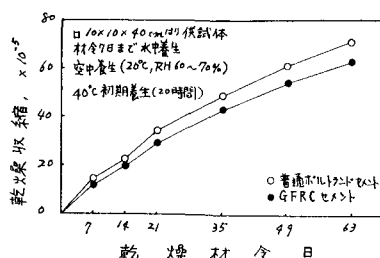


図-5 GFRCの乾燥収縮