

V-179 GFRCセメントを用いたガラス繊維補強コンクリートに対する 加圧成形および加圧養生の影響

徳島大学工学部 正会員 河野 清
阿南工業高等専門学校 正会員 ○天羽 和夫
(株)西松建設 湯浅 裕之

1. まえがき

コンクリートの脆性的欠陥の改善を図った繊維補強コンクリートについては、鋼繊維を補強材とした研究が中心に行われているが、繊維補強コンクリートの特性を生かして土木・建築構造物に利用して行くためには、高強度、高弾性を有するガラス繊維を補強材とするガラス繊維補強コンクリート（以下GFRCと略記）についても研究を進める必要があると思われる。そこで本研究は、新しく開発されたGFRC用セメントを用い、コンクリート製品への有効利用を目的として、品質を高めるための製造方法として加圧成形および加圧養生を採用し、この加圧の影響について一部普通ポルトランドセメントを用いた場合と比較して検討を行った。

表-1 セメントの化学成分と物理的性質

セメントの種類	化 学 成 分(%)						比重	比表面積 (cm^2/g)	圧縮強度(kgf/cm^2)	
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	SO_3	total			7日	28日
GFRCセメント	23.5	13.8	1.1	47.5	9.3	93.9	2.96	4210	231	408
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	3130	252	417

2. 実験概要

セメントはGFRCセメント（以下GRCと略記）と普通ポルトランドセメント（以下OPCと略記）を用い、その化学成分と物理的性質を表-1に示す。骨材は徳島県吉野川産の川砂（比重2.61, FM2.75）と川砂利（最大寸法10mm, 比重2.62）を用い、ガラス繊維は国産の耐アルカリ性のもの（繊維長25mm, 比重2.70）を、混和剤にはナフタリンスルホン酸塩系の高性能減水剤を用いた。コンクリートの配合は表-2に示すように、水セメント比55%, 目標スランプ8cmの一定とした。

表-2 コンクリートの示方配合

配合の種類	最大寸 (mm)	目標スランプ (cm)	W/C (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m^3)						混和剤 (ml)
					W	C	S	G	GF		
GRC 0	10	8	55	50	155	282	909	915	—		2820
GRC 0.5	10	8	55	60	230	418	892	600	13.5		4180
GRC 1.0	10	8	55	68	282	476	912	433	27.0		4760
GRC 1.5	10	8	55	77	293	533	921	277	40.5		5330
GRC 2.0	10	8	55	84	306	558	948	182	54.0		5560
OPC 1.0	10	8	55	68	261	474	936	442	27.0		4740
OPC 1.5	10	8	55	76	292	531	913	290	40.5		5310

GFRCの練りまぜには容量50ℓの強制練りミキサーを用い、ガラス繊維は手でほぐしながら投入した。供試体を作製する際の加圧成形、すなわち成形時のみの加圧には歩道用コンクリート平板300用型枠を、また成形後加圧力を保持した加圧養生には $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$ の加圧成形・養生用型枠を使用し、それぞれコンクリートを一層に詰め、振動締固めを行った後、表-3に示す条件で加圧成形を行った。コンクリートの養生は、加圧成形に対しては、前養生（20℃）、温度上昇（15℃/h）および等温養生（最高温度65℃）の期間をそれぞれ3時間とり、また加圧養生の場合には、前養生期間をとらないで、温度上昇期間（60℃/h）を1時間、等温養生期間（最高温度80℃）を3時間として蒸気養生を行った。蒸気養生後脱型し、供試体は20±2℃の水中養生を所定材令の14日まで行い、加圧成形の平板は2枚に切断し、スパン24cmの中央載荷法による曲げ強度試験を行い、加圧養生のものはスパン30cmにと

表-3 加圧力および加圧成形時間の条件

実験名	検討項目	セメント	GF混入率 (%vol)	加圧力 (kgf/cm^2)	加圧成形 時間(sec)
加圧成形	繊維混入率の影響	GRC	0, 0.5, 1.0 1.5, 2.0	0, 6	90
	加圧力の影響	GRC OPC	1.5	0, 2, 4 6, 8, 10	90
	加圧成形時間の影響	GRC	1.5	6	0, 30, 60 90, 120
加圧養生	繊維混入率の影響	GRC	0, 0.5, 1.0 1.5, 2.0	10	180
	加圧力の影響	GRC OPC	1.5	0, 5, 10 15, 20	180

り、3等分点載荷法による曲げ強度試験とその折片を用いた圧縮強度試験およびせん断強度試験を行った。

3. 実験結果と考察

図-1のように、繊維混入率の増加にともない加压成形したものの、無加压のものとともに曲げ強度は繊維の補強効果により増大しているが、その増加割合は加压成形したものが無加压のものより大きく、GFRCP板に対するその効果がうかがえる。図-2に見られるように、加圧力を変化させた場合、 6 kgf/cm^2 までは加圧力の増加とともに曲げ強度も増大する傾向を示し、またGRCを用いたものの曲げ強度がOPCのものより大きく、多少有利な結果となっている。また、加压時間の影響は、90secでは加压しないものに比べて曲げ強度が20%ほどの増加となり、加压時間が長いほど品質向上が見られるが、加压時間が長くなると曲げ強度の伸びは小さくなっている（図-3参照）。加圧力または加压時間を増加させた場合、このように曲げ強度が伸びなやむ原因としては、型枠が変形してコンクリートの圧密に限界のあること、水とともにセメントが流出することなどが考えられる。

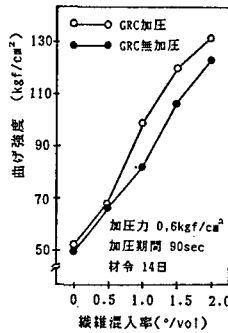


図-1 加压成形した場合の混入率と曲げ強度

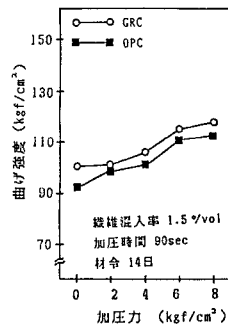


図-2 加压成形の加圧力が曲げ強度に及ぼす影響

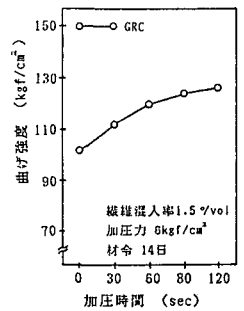


図-3 加压成形の加压時間が曲げ強度に及ぼす影響

加圧力を保持し、圧密状態で蒸気養生を行った加压養生では、図-2および図-3のように繊維混入率とともに諸強度も増加しており、 $1.5 \text{ } \%/ \text{vol}$ 混入率でプレレンコンクリートに比べ、圧縮強度では1.5倍、曲げ強度では2.4倍、またせん断強度では2.0倍ほどの増加となり、ガラス繊維の補強効果が認められる。しかし、同一混入率の場合、加压成形したものの曲げ強度に比べて加压養生のものが小さくなっている。これは、試験方法や蒸気養生の最高温度の相違による影響があらわれたためと思われるが、高い圧力で加压するためにガラス繊維が損傷を受け、引張特性が低減されることも考えられる。次に、繊維混入率を $1.5 \text{ } \%/ \text{vol}$ 、加压時間を180secの一定とし、加圧力を変化させた場合の強度試験結果を図-6、図-7および図-8に示す。全体的には、加压成形の加圧力を変えた場合の曲げ強度とよく似た傾向となり、いずれの強度も加圧力の増加とともに増大しており、GFRCPの諸強度改善にも加压養生の効果が見られる。また、圧縮強度および曲げ強度はGRC使用のものがOPCのものより多少大きく、加压養生に対する有効性が認められる。

4. まとめ

加压成形および加压養生は、GFRCPのコンクリート製品の品質改善にきわめて有効であるが、生産性、経済性を考えると加压成形の方が有利となる。また、GFRCPセメントの使用も効果的である。

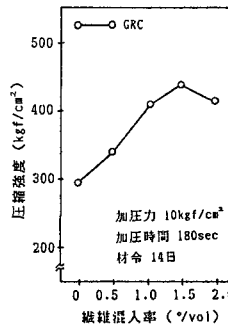


図-4 加压養生した場合の混入率と圧縮強度

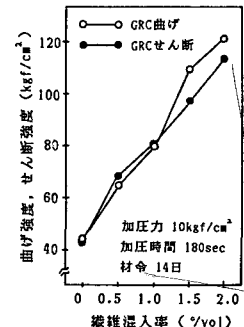


図-5 加压養生した場合の混入率と曲げ強度、せん断強度

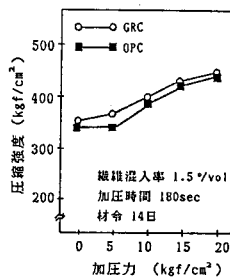


図-6 加压養生の加圧力が圧縮強度に及ぼす影響

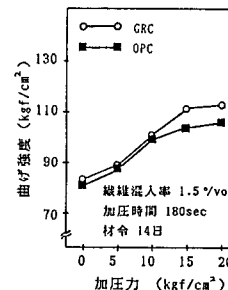


図-7 加压養生の加圧力が曲げ強度に及ぼす影響

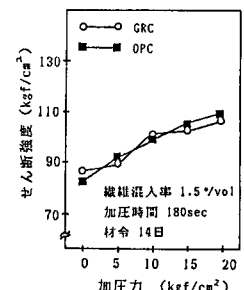


図-8 加压養生の加圧力がせん断強度に及ぼす影響