

ガラス繊維補強コンクリート平板に対する成形時の加圧の影響

徳島大学工学部 正会員 河野 清
 徳島大学工学部 正会員 ○ 堀井 克章
 東洋建設株式会社 豊田 清治

1 まえがき

繊維補強コンクリートは、曲げ強度、引張強度、ひびわれ抵抗性、韌性などの改善に効果のある複合材料として最近注目されているが、補強用の繊維材料として、ガラス繊維を取り扱った研究例はまだきわめて少ない。本研究は、ガラス繊維のコンクリート製品への有効な利用を目的とし、コンクリート製品のひとつとしてコンクリート平板を取り上げ、その製造方法に、従来の平板型枠を利用し、成形時のみ加圧を行う加圧成形を採用し、加圧成形時における加圧力、加圧時間および繊維混入率を変化させ、コンクリートの曲げ強度、吸水率などの品質に及ぼす影響を調査したものである。

2 実験概要

1) 使用材料とコンクリートの配合

セメントは普通ポルトランドセメントを用い、細骨材、粗骨材には、それぞれ、砂(比重2.60, F.M.2.12)、玉砕石(最大寸法10mm, 比重2.61, F.M.5.97)を使用した。また、混和材料として、フライアッシュ(比重2.30, ブレーン値3830 cm^2/g)、リグニンスルホン酸塩系の減水剤(セメント量に対し標準溶液で1%使用)および空気量の調節に専用のAE助剤を使用した。なお、本実験に使用したシラスを主原料とする耐アルカリ性ガラス繊維および鋼繊維(せん断ファイバー)の諸性質を表-1に示す。

表-1 使用繊維の諸性質

繊維の種類	比重	弾性係数 ($\times 10^4 \text{ kgf}/\text{mm}^2$)	伸び率	形状と寸法
ガラス繊維 (GF)	2.7	70	135	13 μm -204, 25mm 繊維状
鋼繊維 (SF)	7.8	200 210	62.4	0.21 $\times$ 0.60 $\times$ 25mm, 鋼板状

表-2 コンクリートの配合

配合の種類	繊維 混入率 (%)	細骨材 最大寸法 (mm)	目標 スランプ (cm)	目標 空気量 (%)	水セ メント比 (%)	細骨 材率 (%)	単 位 量 (kg/m ³)					
							水	セメント	フライ アッシュ	細骨材	粗骨材	繊維
GF-0	0					50	170	248	62	876	879	0
GF-0.5	0.5	10	6	5	55	60	214	312	78	932	624	13.5
GF-1.0	1.0					68	248	360	90	953	450	27.0
GF-1.5	1.5					76	280	408	102	950	301	40.5
SF-0	0					50	170	248	62	876	879	0
SF-0.5	0.5	10	6	5	55	54	184	268	67	908	776	39
SF-1.0	1.0					58	195	284	71	940	684	78
SF-1.5	1.5					62	206	300	75	969	596	117

コンクリートの配合は、水セメント比を55%の一定とし、スランプ6cm、空気量5%を目標として決定した(表-2参照)。なお、フライアッシュは、セメント代替率20%で使用した。

2) 供試体の作製と試験方法

練り混ぜには、強制練りミキサーを用い、まず、モルタルを30秒間練り、引き続いて繊維を投入しながら60秒間練り、次に、粗骨材を投入し、さらに60秒間練り混ぜを行った後、スランプと空気量を測定した。コンクリートは、歩道用コンクリート平板300用型枠に詰め、振動台で締固め成形した後、鉄板を上面に載せ、万能試験機を用いて、所定の加圧条件で加圧成形を行った。コンクリートの養生方法としては、蒸気養生を採用した。蒸気養生は、前養生期間を20℃で3時間とし、温度上昇速度は13℃/hでその期間を3時間とし、最高温度は60℃とした。等温養生期間を60℃で3時間とした後、翌日まで約13時間冷却した。蒸気養生後、供試体は材令14日まで20 $\pm$ 2℃の水中養生を行った。所定材令に達した供試体は、水槽から取り出し、コンクリートカッターで2枚に切断し、各々、寸法を測定し、スパン24cmの中央集中載荷法による曲げ強度試験を行った。曲げ強度試験後の供試体断片を用いて、コンクリートの吸水率も測定した。なお、供試体数は各4枚とし、その平均値を用いた。

3 実験結果とその考察

加圧成形は、コンクリート中の水および空隙を排除し、また、繊維とマトリックスとの付着性および繊維の配

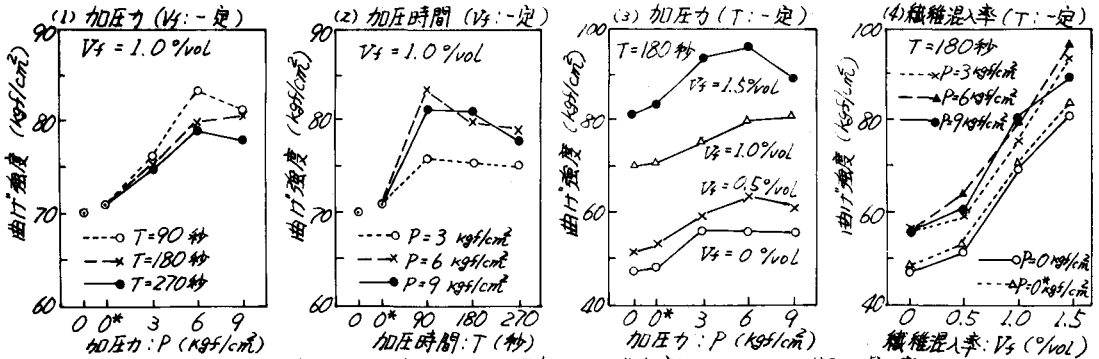


図-1 ガラス繊維補強コンクリート平板の曲げ強度に対する加圧成形の影響 (注) 0* 200板使用

向性の改善に効果があると予想される。

図-1と図-2から明らかなように、加圧成形は、ガラス繊維補強コンクリート（以下GFRCと略）の曲げ強度および吸水率の改善に効果がある。加圧時間を変化させた場合、曲げ強度は90秒で最も高くなり、加圧時間をそれ以上長くしても強度増進は見られず、吸水率の低下率もそれ以上小さくなる。一方、加圧力を変化させた場合、曲げ強度は6 kgf/cm^2 までは、加圧力の増加とともに強度は増大するが、加圧力をそれ以上大きくしても強度増進は見られず、吸水率の低下率も小さくなる。加圧時間90秒、加圧力6 kgf/cm^2 の加圧条件では、繊維混入率1%volの場合、加圧しないものに比べて、曲げ強度は約1.2倍となる。このように、加圧時間または加圧力を増加させた場合、ある条件から強度が伸びないやむ理由として、加圧により、通常の型枠での変形が生じること、水とともにセメント分が流出することなどが考えられる。

図-3と図-4から明らかなように、GFRCでは、繊維混入率の増加に従って、ワーカビリティが悪化し、単位水量は著しく増大するが、繊維の補強効果により、曲げ強度は繊維混入率に比例して増大する傾向がある。繊維混入率1.5%volの場合の曲げ強度は、繊維を混入しないものに比べて、1.7~1.8倍程度となる。また、繊維混入率にともなう強度増進は、2種の繊維補強コンクリートいずれも、ほぼ同様の傾向を示している。

4 まとめ

以上のように、加圧成形はGFRCの品質改善に効果があるが、加圧条件の選定には十分な注意が必要であることが明らかになった。しかし、吸水率がGFRCの品質に及ぼす影響、加圧成形したGFRCの長期材令での諸特性などについては、今後さらに調査する必要がある。

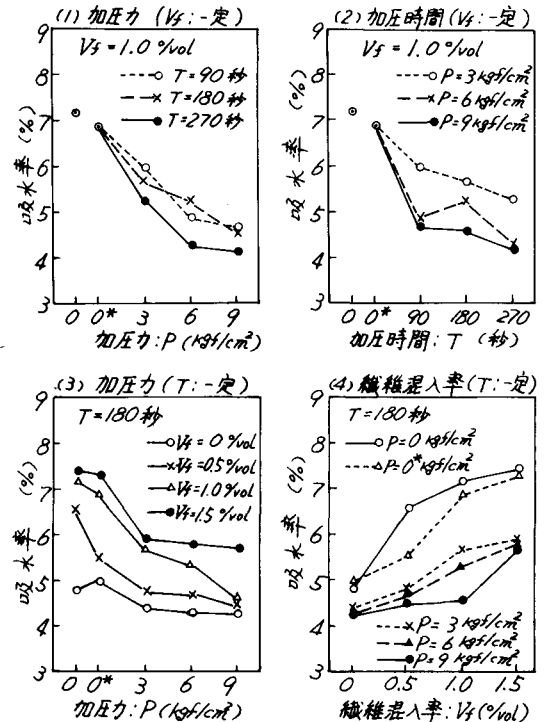


図-2 吸水率に対する加圧成形の影響 (注) 0* 加圧板使用

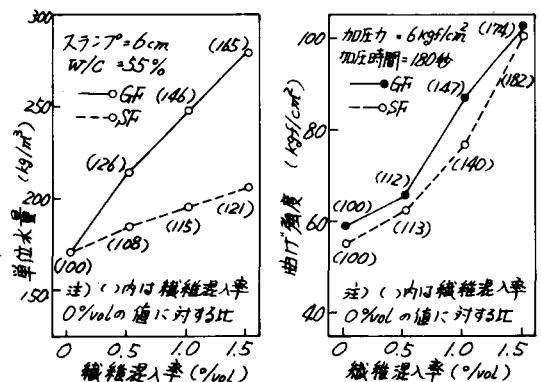


図-3 繊維混入率と単位水量との関係 図-4 繊維混入率と曲げ強度との関係