

繊維補強コンクリートに対する加圧条件の影響について

徳島大学工学部 正員 河野 清
徳島大学大学院 学生員 岡田 盛資

1. まえかき

近年、コンクリートおよびモルタルの曲げ強度、引張強度などを改善するため、繊維補強コンクリートが各国で研究されているが、繊維がまだ高価な材料であるために、ごく限られた工事にしか使用されていない。しかしこれをコンクリート製品に応用して有効利用すれば、経済的な設計が可能になると思われる。本研究では、製品化のための促進養生法として加圧養生に注目し、加圧成形時の圧力の大きさ、加圧成形時間、繊維混入率などが品質に及ぼす影響について、鋼繊維およびガラス繊維を用いたものとプレーンコンクリートとを比較検討した。

2. 実験方法

(1) 使用材料および配合

使用した繊維は、鋼繊維(SF)が住友金属社製、ガラス繊維(GF)が英国ピルキントン社製耐アルカリガラス繊維である。使用材料の性質を表1に示す。コンクリートは目標スランプを10cmとし、その配合の種類は表2に示すとおりで、繊維混入率は0.5%から20%まで変化させた。

表1 使用材料

材料	性 質
鋼 鋼	0.21×0.60×25 mm (クリップしたもの) 比重 7.8 φ/d=62.4 引張強度 124 kg/mm ²
ガラス	φ20μ×25 mm ファラメント100本 比重 2.7 φ/d=125 引張強度 210×290 kg/mm ²
セメント	普通ポルトランドセメント、比重 3.16, 比表面積 3100 cm ² /g
粗骨材	吉野川産川砂利、最大寸法 10 mm 比重 2.62, F.M. 6.00
細骨材	吉野川産川砂、比重 2.61, 吸水率 1.21%, F.M. 2.61

表2 配合表

配合の種類	最大寸法 (mm)	W/C (%)	A/Q (%)	単 位 量 (kg/m ³)				
				水	セメント	粗骨材	細骨材	鋼繊維
PL	10	60	58	210	350	981	705	—
SF 0.5	10	60	63	219	365	1 036	610	39
SF 1.0	10	60	65	230	383	1 034	558	78
SF 1.5	10	60	68	238	397	1 049	495	117
SF 2.0	10	60	70	253	422	1 028	443	156
GF 0.5	10	60	62	245	408	955	590	—
GF 1.0	10	60	65	280	467	903	487	—
GF 1.5	10	60	68	323	538	820	388	—
GF 2.0	10	60	70	370	612	705	301	—

表3 加圧条件

実験シリーズ	条件	繊維の種類	繊維混入率 (%)	加圧力 (kg/cm ²)	加圧成形時間 (分)
繊維混入率による影響	鋼およびガラス	0.05, 1.0, 15, 20	20	3'00"	
加圧力の大きさによる影響	鋼およびガラス	1.0	0.5, 1.0, 15, 20	3'00"	
加圧成形時間による影響	鋼およびガラス	1.0	20	0', 1'30", 3'00", 4'30"	

(2) 供試体の作成および養生

i) 練り混ぜ 50ℓ強制練りミキサに細骨材とセメントを投入し、水を加えて練り混ぜながら繊維を投入した。この際、鋼繊維はファイバー散布機により、またガラス繊維は手でほぐしながら投入し、注水後1分間練り混ぜた後ミキサを止め、粗骨材を投入し、さらに1分30秒練り混ぜた。

ii) 締固め コンクリートを10×10×40cmのはり型わくにつめて、振動台上で6000rpmの振動を20秒与えて締固めた。

iii) 加圧成形 締固めを終えた供試体は表3に示す加圧成形条件で加圧し、加圧成形後は導入圧力がぬけないようにネットで締め、養生に移した。

iv) 加圧養生 原則として加圧成形後、供試体を養生そう中で1(70℃/ℓ)+4(80℃)+15(自然冷却)ℓの条件によって蒸気養生を行。た後、脱型して材令7日(衝撃抵抗性試験用供試体は28日)まで20±2℃の水中で養生した。なお、乾燥収縮測定用供試体は、加圧成形を行。た後20±2℃の恒温室内に20時間静置してから脱型し、6日間水中で養生した後20±2℃の恒温室内で乾燥養生を行いながら測定を行。た。

3 供試体試験方法

i) 曲げ強度およびタフネス …… はり供試体スパンを30cmにとり、中央集中荷重法により曲げ試験を行うと同時にスパン中央部に最小目盛100mmのダイヤルゲージ2個を置き、荷重たわみ曲線を求め、タフネスを計測した。

ii) 圧縮強度 …… 曲げ強度試験後のはり供試体より得られた切片を利用して切片圧縮強度を求めた。

iii) 乾燥収縮 …… コンパレータ法により恒温室内で乾燥養生を行いながら70日間にわたって測定を行。た。

4 実験結果およびその考察

繊維混入率1%ol, 加圧成形時間3分を一定にして加圧力を0~20kg/cm²に
 変えて検討を行い図1の結果を得た。この結果、曲げ強度は鋼繊維
 を使用したものは加圧養生しなかつたものに比べて20kg/cm²で17倍とな
 っているが、ガラス繊維使用のものは1.3倍となり加圧力増加にとまな
 う増進率は鋼繊維に比べて小さい。折片圧縮強度でみると、鋼繊維を
 使用したものは10kg/cm²以上の加圧力では増進率が低下し、ガラス繊維
 を使用したものでは15kg/cm²以上では低下が見られる。なお、タフネス
 は兩者ともあまり大きな変化は見られなかった。

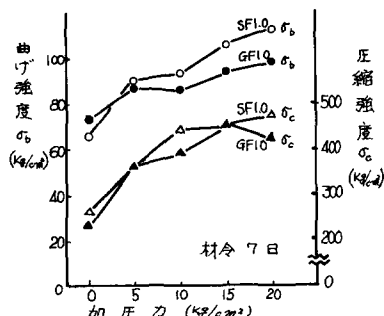


図1 加圧力の大きさが繊維補強コンクリートの強度に及ぼす影響

鋼およびガラス繊維混入率を変えたコンクリートを加圧養生した場合としない場合について比較した結果を図2に示す。これよりわかるように、加圧養生することにより圧縮強度、曲げ強度ともに大きな増進を示す。とくに曲げ強度では、加圧しないものの20%の強度は1%で発現し、混入率を半減できる。図3にガラス繊維補強コンクリートの荷重たわみ曲線の一例を示すが、加圧しない場合も加圧した場合も

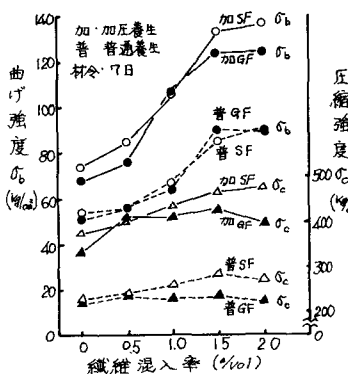


図2 繊維混入率および養生条件が繊維補強コンクリートの強度に及ぼす影響

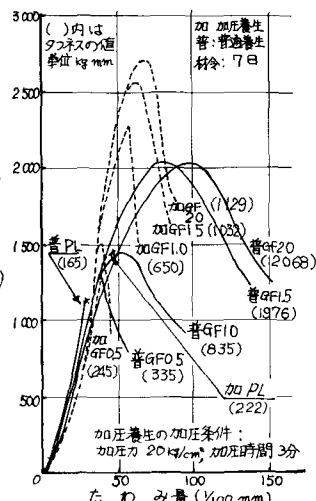


図3 繊維継混入率がコンクリートの荷重たみ曲線とタフネスに及ぼす影響の一例

加圧成形時間を1分30秒から4分30秒まで変えても、養生期間中に導入圧力がぬげなければ発熱特性にはほとんど影響を与えない。

加圧養生することにより乾燥収縮値は、鋼繊維補強コンクリートの場合、加圧しないものに比べ42%、また、ガラス繊維補強コンクリートの場合は53%減少し、加圧養生は乾燥収縮低減に、きわめて効果的である。

表4の結果にみられるように加圧成形、加圧養生によって衝撃抵抗性は著しく改善されるが、とくに鋼鉄筋がコンクリートを加圧養生した場合、改善が顕著である。

配合の 種類	養生方 法	ひびわれ 発生回数	破断回 数	折圧強度 強減率	動弾性 係数
PL	普通	2	4	300	362%
SF10	普通	11	37	397	36.5
GF10	普通	22	59	332	31.4
SF10	加圧	55	97	544	469
GF10	加圧	39	72	538	428

加圧成形、加圧養生によって、コンクリートへの繊維混入率が低減でき、曲げ強度や衝撃抵抗性を向上し、乾燥収縮を低減することができるので、今後、経済性を含め、その有効利用についてさらに検討したい。

196