

**耐アルカリ性ガラス繊維補強コンクリートの物性に関する研究  
(その 3. 収縮ひび割れの抑制効果)**

耐アルカリ性ガラス繊維 少量混入  
直接引張強度 乾燥収縮ひび割れ

正会員 ○ 佐藤 嘉昭\*1 同 清原 千鶴\*2  
同 大谷 俊浩\*2 同 黒野 薫\*3  
同 竹内 好雄\*4

**1. はじめ**

前報<sup>1)</sup>では、耐アルカリ性に優れ分散性の良い耐アルカリ性ガラス繊維(ARG 繊維: Alkali Resistant Glass fiber)を混入したコンクリートの補強効果に関する基礎データを収集し、その結果を報告した。

本報告(その 3)では、耐アルカリ性ガラス繊維補強コンクリートのひび割れ抑制効果について明らかにすることを目的とし、各種強度試験および乾燥収縮ひび割れ試験を行った。以下は、その報告である。

**2. 実験概要**

表-1 に基準コンクリートの調合および使用材料を示す。水セメント比 33%とし、スランプフロー値 50±7.5cm, 空気量 4.5±1%になるように混和剤で調整を行った。使用したガラス繊維の物性を表-2 に示す。本実験では前報で使用した結束力が弱く開織するタイプのガラス繊維(タイプ①)と、結束力の強いガラス繊維(タイプ②)を使用した。繊維の混入量は、タイプ①では 0.5kg/m<sup>3</sup> (0.018vol%), タイプ②では 3, 6kg/m<sup>3</sup> (0.108, 0.214vol%)とし、それぞれの調合を①-0.5, ②-3, ②-6 と表記する。

混練は容量 100ℓの二軸強制ミキサを用いて行った。混練手順としては、全材料を投入後 1 分間練り混ぜ、次に繊維を投入し 30 秒間練り混ぜた。なお、基準コンクリートにおいても 1 分 30 秒間練り混ぜを行い、全ての調合において練混ぜ時間を統一した。

圧縮強度試験は、φ100×200mm の円柱供試体を使用し、JIS A 1108 に準拠した。また、養生条件が圧縮強度に及ぼす影響について調べるため、材齢 1 日より気中養生を行った供試体を用いて同様な実験も行った。直接引張強度試験は、100×100×650mm の角柱供試体を使用し、チャック式試験装置を用いて行った。

乾燥収縮ひび割れ試験は、図-1 に示す 4 辺を拘束鋼材(溝形鋼[-100×50×5])で囲んだ乾燥収縮ひび割れ試験装置を用いて実施した。コンクリートと拘束鋼材とのずれを防止するために、拘束鋼材にφ9mm の丸鋼を 50mm 間隔で溶接している。中央に 400×400mm の開口部を設け、その 4 隅からひび割れが発生することを想定して、パイ型ゲージを取り付けた。乾燥開始材齢は 3 日とし、同時に乾燥収縮ひび割れの測定も行った。なお、これらの実験は全て恒温恒湿室内(温度 20±0.5℃, 湿度 60±5%R.H.)において行った。

**3. 実験結果**

(1)フレッシュ性状:フレッシュ性状の一覧を表-3 に示す。これ

表-1 基準コンクリートの調合

呼び強度	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位質量 (kg/m <sup>3</sup> )				
			水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤
50	33	48.4	170	515	783	850	1.55

セメント:普通ポルトランドセメント(密度:3.16g/cm<sup>3</sup>)  
細骨材:混合砂(表乾密度:2.60g/cm<sup>3</sup>, 吸水率:2.5%, F.M.:2.87)  
粗骨材:碎石(表乾密度:2.65g/cm<sup>3</sup>, 吸水率:1.58%, 実積率: 59.3%, F.M.:6.79)  
混和剤:高性能 AE 減水剤

表-2 繊維の物理的性質

繊維種類	タイプ	繊維長 (mm)	単繊維直径 (μm)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )	ヤング係数 (N/mm <sup>2</sup> )	ストランドの太さ (g/1000m)
ガラス①	開織	13	13.5	2.80	1500	7.4×10 <sup>4</sup>	78
ガラス②	非開織	13	—	2.80	1500	7.4×10 <sup>4</sup>	72

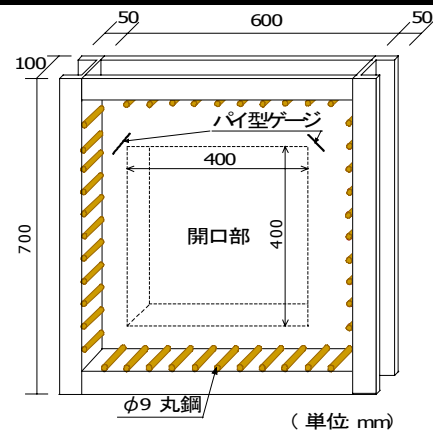


図-1 乾燥収縮ひび割れ試験装置

表-3 フレッシュ性状

調合	繊維種類	繊維混入量 (kg/m <sup>3</sup> )	スランプフロー値 (cm)	空気量 (%)	単位容積質量 (t/m <sup>3</sup> )	練り上がり温度 (°C)
Plain	—	0	61×61	5.5	2.25	11
①-0.5	ガラス①	0.5	56×58	2.2	2.35	12
②-3	ガラス②	3	49×52	2.0	2.35	12
②-6		6	37×36	2.1	2.34	13

によると、繊維の種類にかかわらず混入量の増加に伴い、スランプフロー値が低下する傾向が見られる。本実験では、ガラス繊維を混入することで基準コンクリートの半分以下にまで空気量が低下している。前報では、空気量が低下する傾向は全く見られておらず、調合や使用材料の違いがガラス繊維を混入したコンクリートの空気量に及ぼす影響についてさらに検討を行う必要がある。

(2)各種強度試験:図-2 に圧縮強度試験結果を示す。圧縮

**Study on Mechanical Properties of Alkali Resistant Glass Fiber Reinforced Concrete (Part3. Evaluation of Shrinkage Cracking Resistance)**

SATO Yoshiaki, KIYOHARA Chizuru, OTANI Toshihiro, KURONO Kaoru and TAKEUCHI Yoshio

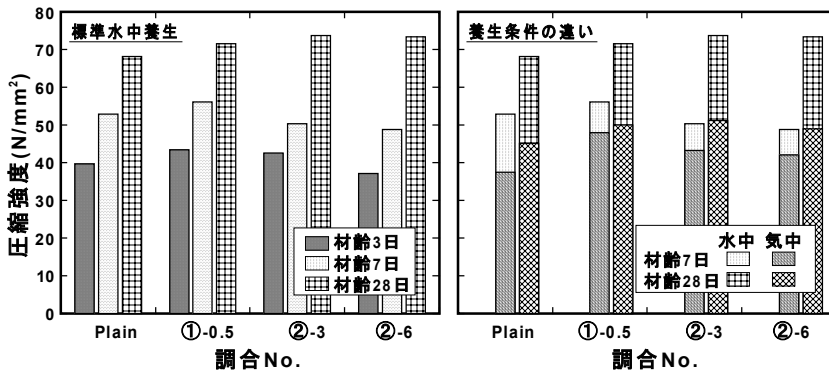


図-2 圧縮強度試験結果

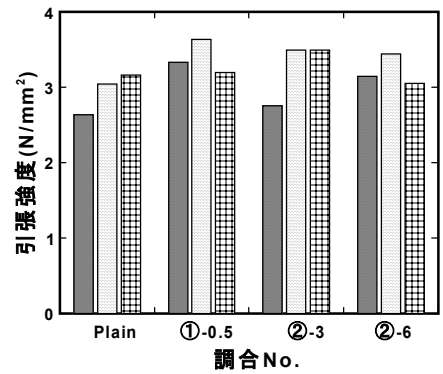


図-3 直接引張強度試験結果

強度には、繊維混入量ならびに繊維の種類の影響はほとんど表れていない。養生条件の違いによる影響について見てみると、水中養生時の圧縮強度に対する気中養生時の強度低下率は、繊維を混入している方が若干小さく、その傾向は材齢が若いものほど大きく現れている。このことから、ガラス繊維を混入することによって若材齢時から乾燥を受けた場合の強度低下を抑制する効果があることが分かった。

直接引張強度試験結果を図-3に示す。繊維を混入した全ての供試体において直接引張強度が増加しており、その傾向は若材齢のものほど顕著である。

**(3)乾燥収縮ひび割れ試験:** 図-4 に乾燥収縮ひずみの経時変化を示している。乾燥収縮ひずみは調査 No.①-0.5 が最も小さくなっており、調査 No.②-3 が最も大きくなっている。

図-5 に乾燥収縮ひび割れ供試体に貼り付けたパイ型ゲージのひずみ測定値の一例を示す。パイ型ゲージから測定されるひずみは図に示すように収縮する(マイナス)傾向を示し、ひび割れが発生すると同時にひずみの値は小さくなり、値がプラス側に大きくなっている。どの供試体もほぼ同様な測定結果が得られている。そこで、本実験では値が膨張に転じた時点、図中の▲の時点でひび割れが発生したものとし実験データを整理することとした。

表-4にひび割れ発生材齢および最大ひび割れ幅の結果を示す。これによると、調査No.①-0.5と②-6の調査においてひび割れ発生材齢が遅くなっている。ひび割れ幅においても調査No.①-0.5と②-6の調査において基準コンクリートよりも小さくなっている。このことよりタイプ①のガラス繊維においては0.5kg/m<sup>3</sup>、タイプ②のガラス繊維においては6kg/m<sup>3</sup>混入することによってひび割れ抑制効果が得られることが確認できた。

**4. まとめ**

本報告では、耐アルカリ性ガラス繊維補強コンクリートのひび割れ抑制効果について検討を行った。その結果、本実験の範囲内においては、ガラス繊維タイプ①は 0.5 kg/m<sup>3</sup>、タイプ②は 6 kg/m<sup>3</sup> 混入することでひび割れ抑制効果が得られることが分かった。今後は、ガラス繊維のひび割れ抑制メカニ

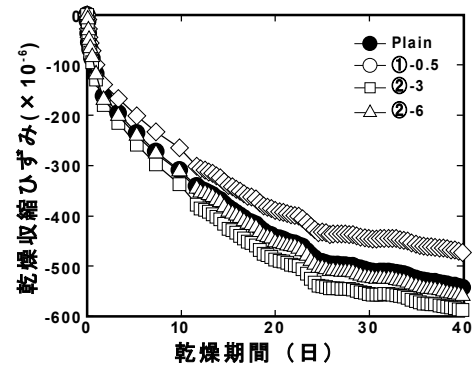


図-4 乾燥収縮ひずみの経時変化

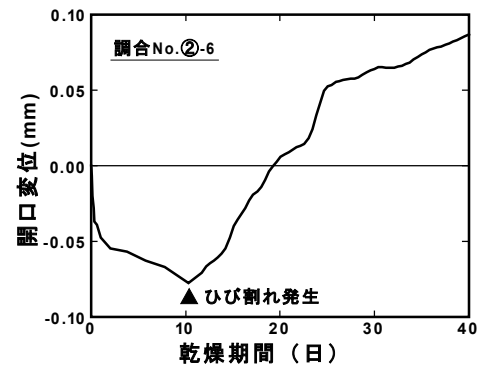


図-5 パイ型変位計の測定結果

**表-4 乾燥収縮ひび割れ試験結果**

調査	ひび割れ発生材齢(日)		ひび割れ幅(mm)	
	個体	平均	個体	平均
Plain	2.03	3.38	0.229	0.241
	4.73		0.254	
①-0.5	7.28	7.28	0.220	0.220
	1.03		2.16	
②-3	3.28	11.67		0.237
	11.67		0.158	

\* ひび割れ幅は乾燥期間 40 日の値

ムについても検討を行っていく予定である。

**【参考文献】**

1) 佐藤嘉昭他: 耐アルカリ性ガラス繊維補強コンクリートの物性に関する研究(その2. 繊維タイプの違いによる影響), 日本建築学会学術講演梗概集, A-1 材料施工, pp.755-756, 2003

\*1 大分大学工学部建設工学科 教授・工博

\*2 大分大学工学部建設工学科 助手・工修

\*3 大分大学大学院博士後期課程((株)ヤマックス)・工修

\*4 日本電気硝子(株)

Prof., Dept. of Architectural Eng., Faculty of Eng., Oita Univ., Dr. Eng.

Research Associate, Dept. of Architectural Eng., Faculty of Eng., Oita Univ., M. Eng.

Graduate Student, Doctor's Course of Environmental Eng., Oita Univ., M. Eng. (YAMAX Co.)

Nippon Electric Glass Co., Ltd.