

ひび割れ抑制材料がコンクリートの乾燥収縮ひび割れに及ぼす影響

五洋建設(株) 正会員 ○保木本 智史 同左 フェロー会員 内藤 英晴

同上 正会員 小笠原 哲也 同上 正会員 酒井 貴洋

同上 正会員 澤田 巧

1. はじめに

コンクリートに発生したひび割れは、劣化因子の侵入を容易にすることから、長期耐久性に悪影響を及ぼす。特に乾燥収縮ひび割れは環境条件、配合および拘束条件など様々な影響を複合的に受け発生することから¹⁾、その抑制対策には多くの手法が存在する。現在ひび割れを抑制するために、様々な材料が出回っているが、乾燥収縮ひび割れに対するひび割れ抵抗性の比較および評価は少ない。そのため、各種ひび割れ抑制材料を用いて乾燥収縮ひび割れ抵抗性の確認試験を行った。ひび割れを抑制する材料には、連続繊維、短繊維、膨張材を使用し、拘束収縮試験、長さ変化試験、リング拘束試験により、それぞれの材料のひび割れ抵抗性の確認を行った。

2. 実験概要

2. 1 配合

実験に用いたコンクリートとモルタルの配合を表-1に、使用材料を表-2に示す。本実験では乾燥収縮に着目していることから、水セメント比 63.5%の貧配合のコンクリートとし、最寄りのレディーミクストコンクリート工場の JIS 規格品として出荷実績のあるコンクリート中から選定した。また、モルタルは水セメント比 65.0%とした。

2. 2 拘束収縮試験

乾燥に起因する収縮応力の発生過程とひび割れ発生時期の把握を目的とし、拘束されたコンクリートの乾燥収縮ひび割れ試験 (JIS A 1151) を行った。収縮応力は上下の鋼材にひずみゲージを設置することで、鋼材のひずみ量から収縮応力の算出を行った。

2. 3 長さ変化試験

乾燥収縮における自由収縮ひずみ、水分損失量を計測するため、100×100×400mm の角柱試験体を用い、JIS A 1129-2 に準拠して測定した。

2. 4 拘束リング試験

視覚的なひび割れ抵抗性の評価と長期的なひび割れ発生程度の確認を行うため、図-1 に示す拘束リング試験体を用いて試験を行った。試料はモルタルを使用した。連続繊維の設置方法を図-2 に示す。本試験は、打設後 7 日間封緘養生を行った後、恒温恒湿室内 (温度 20℃、湿度 60%RH) に静置した。脱枠後、目視および側面に設置したコンクリートひずみゲージにより、ひび割れ発生日の確認を行った。またひび割れの評価には、ひび割れ長さとしひび割れ幅を積算したひび割れ面積を使用した。なお、ひび割れ幅はクラックスケールおよびショップ顕微鏡を用いて、高さ方向に 5cm のピッチで計測を行った。

表-1 配合表

種類	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
			W	C	S	G	混和剤
コンクリート	63.5	46.4	174	257	956	828	C×0.25 %
モルタル	65.0	—	396	257	1586	—	—

表-2 混和材料および使用材料の物性

種類	素材	混入量
連続繊維	耐アルカリガラス繊維	—
短繊維 A	ポリプロピレン	$V_0 \times 0.30\%$ ^(※1) $V_0 \times 0.45\%$ ^(※2)
短繊維 B	ポリプロピレン	$V_0 \times 0.10\%$ $V_0 \times 0.15\%$
短繊維 C	耐アルカリガラス繊維	600g/m ³ 900g/m ³
膨張材	—	20kg/m ³ C×0.6%

(※1) V₀ はコンクリート体積、(※2) 上段はコンクリート、下段はモルタル。

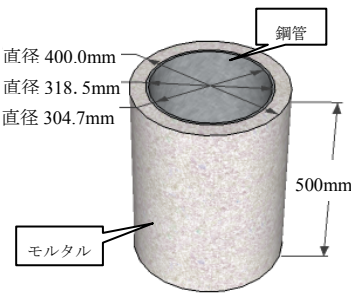


図-1 拘束リング試験体



図-2 連続繊維設置方法

キーワード 乾燥収縮、ひび割れ、短繊維、連続繊維、膨張材、ひび割れ面積

連絡先 〒329-2705 栃木県那須塩原市四区町 1534-1 五洋建設(株)技術研究所 TEL 0287-39-2109

3. 実験結果および考察

3. 1 拘束収縮試験

ひび割れ発生日を表-3に、収縮応力の経時変化を図-3に示す。収縮応力の経時変化をみると、膨張材はプレーンと比較し、収縮応力の発生が大幅に遅れていることがわかる。また、ひび割れ発生日に関しても、その発生時期を大幅に遅らせている。これは、膨張拘束効果により収縮応力の導入が抑制されていることと、ひび割れが発生する限界収縮応力が材令とともに大きくなっていることが、ひび割れ発生を大幅に遅延させたものと考えられる。他の抑制材料は、プレーンと比較し収縮応力の経時変化および、ひび割れ発生日に大きな差異はみられなかった。

3. 2 長さ変化試験

図-4に自由収縮ひずみ量、図-5に水分損失量を示す。図-4より、膨張材を使用したものは自由収縮ひずみが小さく、他の抑制材料を用いたものはプレーンと大きな差異は見られなかった。本実験で水分損失量は、プレーンと膨張材がほぼ同等であった。その他の材料は、プレーンよりも水分損失量が大きくなっている。これは、繊維に沿って水みちが発生し、コンクリート内部の水分移動が容易になったことも一因と推察される。

3. 3 拘束リング試験

表-4に示すひび割れ発生日より、連続繊維と膨張材のひび割れ発生日がプレーンと比較して遅くなっている。連続繊維は供試体内部に発生する応力を確実に分担したため、有害なひび割れ発生を遅らせたと考えられる。膨張材はプレストレスが導入されることから乾燥による収縮応力の発生を緩和するため、ひび割れ発生が遅れたものと考えられる。表-4、図-6に示すひび割れ面積および最大ひび割れ幅を見ると、抑制材料を使用することによりひび割れ面積は小さく、また最大ひび割れ幅が小さくなっていることがわかる。ひび割れ面積の減少効果は連続繊維が最も大きく、次いで膨張材、短繊維となっている。短繊維に関しては、ひび割れ抑制効果はあるものの、それぞれの明確な差異は見られなかった。今回、他の試験結果と異なり連続繊維が最も良い結果となったのは、連続繊維の設置量が多く、他の混和材と同条件ではなかったと考えられる。しかし、連続繊維はひび割れ発生が予想される位置に設置されるため、あらかじめひび割れ位置が特定できる場合には、乾燥収縮ひび割れの抑制に効果的であると考えられる。

4. まとめ

3種類の試験により、各種抑制材料の乾燥収縮ひび割れ抵抗性の確認を行い以下の知見が得られた。

- ①今回使用した抑制材料は、すべて乾燥収縮ひび割れに対する抵抗性がある。
- ②連続繊維は、その設置位置や設置量の検討が必要である。
- ③短繊維は最大ひび割れ幅やひび割れ面積の抑制に効果的である。ただし、場合によっては無混入の場合より水分損失量が大きくなる。

参考文献

1) 大野俊夫, 魚本健人: 乾燥収縮ひび割れ発生に及ぼす拘束の形態の影響, 生産研究 Vol.50, No.7, pp.243-246, 1998.7

表-3 ひび割れ発生日 (拘束収縮試験)

種類	ひび割れ発生日	種類	ひび割れ発生日
プレーン	11日	短繊維B	11日
連続繊維	9日	短繊維C	9日
短繊維A	12日	膨張材	49日

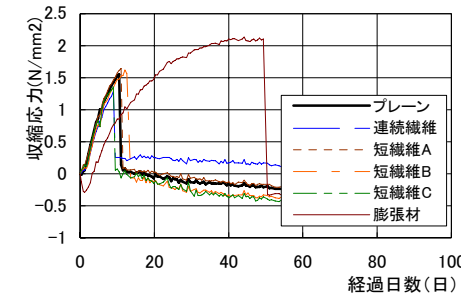


図-3 収縮応力の経時変化

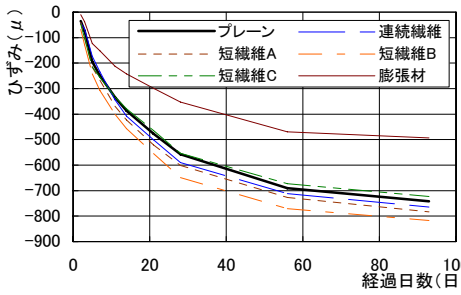


図-4 自由収縮ひずみ量

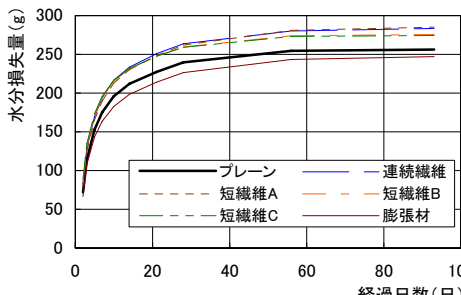


図-5 水分損失量

表-4 ひび割れ発生日と最大ひび割れ幅 (リング拘束試験)

種類	ひび割れ発生日	最大ひび割れ幅
プレーン	10日	0.95mm
連続繊維	15日	0.20mm
短繊維A	10日	0.40mm
短繊維B	10日	0.75mm
短繊維C	10日	0.45mm
膨張材	15日	0.55mm

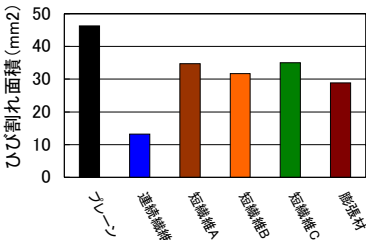


図-6 ひび割れ面積 (σ28)