

拘束リング試験法によるコンクリートのひび割れ抵抗性比較 Comparison of Cracking Resistance of Concrete by Restraining Ring Test

鈴木麻里子*, ○奥田康博**, 森宗 義和***, 岩本 昭仁****

Mariko SUZUKI, Yasuhiro OKUDA, Yoshikazu MORIMUNE and Akihito IWAMOTO

1. 緒論

灌漑期，非灌漑期において乾湿を繰り返す特殊な環境にある農業用水利施設は，初期ひび割れを含む，微細な乾燥収縮ひび割れが発生しやすい．本研究では，ひび割れ抑制効果を有する，ポリプロピレン短繊維（以下，短繊維と示す）や膨張材（以下，EX と示す），収縮低減剤（以下，SRA と示す）を各種配合，あるいは組み合わせ配合することでコンクリートのひび割れ抑制効果を定量的に評価した．また，上述した混和材料を添加することにより生じる施工性の低下を考慮し，中流動コンクリートへの適用を検討した．

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

使用したセメントは普通ポルトランドセメント（密度 3.16g/cm^3 ）である．細骨材には，静岡県大井川水系陸砂（表乾密度 2.57g/cm^3 ，吸水率 2.45%，実積率 70%），粗骨材には，東京都青梅市産砂岩砕石（表乾密度 2.67g/cm^3 ，吸水率 0.68%，実積率 61.5%）を使用した．短繊維は，繊維長 30mm，繊維径 0.7mm のポリプロピレン製，EX は酸化カルシウムを主成分とした石灰系，SRA は低級アルコールのアルキレンオキシド付加物を使用した．中流動コンクリートを作製するために添加した混和剤は，ポリカルボン酸エーテル系化合物と増粘性高分子化合物の複合体の AE 減水剤である．普通コンクリートには，変性ロジン酸化合物系陰イオン界面活性剤を主成分と AE 剤を使用した．設計基準強度 21N/mm^2 ，スランプ $12\pm 2.5\text{cm}$ ，空気量 $4.5\pm 1\%$ を目標値とし配合設計を行った．各種配合を表-1 に示す．

2.2 スランプ，空気量測定

コンクリートのフレッシュ性状を明らかにするために，スランプ試験（JIS A 1101）と空気量測定（JIS A 1128）を実施した．普通コンクリートをベースとした配合（ケース③④，⑥～⑧）では，同一配合の短繊維添加前と添加後の 2 回実施した．

2.3 拘束リング試験

拘束リング試験法（ASTM C 1581）により，コンクリート供試体に，強制的に乾燥収縮ひび割れを発生させた．拘束リング試験は，リング状の型枠（図-2）でコンクリートを作製し，内円鋼管によってコンクリートの収縮を拘束する試験である．本研究では，コンクリート打設 24 時間経過後に外円鋼管を取り外し，内円鋼管中央部に貼付したひずみゲージにより，20 分間隔でひび割れ発生が確認されるまでひずみを計測した．作製したコンクリートは，室温 20°C ，湿度 30% の養生室に静置した．なお，ケース⑥，⑧は打設後 7 日間

表-1 コンクリート配合
Concrete mixture proportion

	単用量(kg/m^3)							AE剤 C×%	短繊維 (kg/m^3)
	水	セメント	細骨材	粗骨材	EX	SRA	混和剤		
①普通コンクリート（普）	175	270	894	926	-	-	-	0.0065	-
②中流動コンクリート（中）	175	270	894	926	-	-	1.25	-	-
③普+短繊維	175	270	894	926	-	-	-	0.0065	3.64
④普+短繊維+EX	175	270	851	956	20	-	-	0.0065	3.64
⑤中+短繊維+EX	175	270	887	918	20	-	1.5	-	3.64
⑥普+短繊維+EX（湿潤養生）	175	270	851	956	20	-	-	0.0065	3.64
⑦普+短繊維+SRA	175	270	858	964	-	7.5	-	0.003	3.64
⑧普+短繊維+EX+SRA（湿潤養生）	175	270	851	956	20	7.5	-	0.003	3.64

*神戸大学大学院農学研究科（Graduate School of Agricultural Science, Kobe University），**若鈴コンサルタンツ（株）（Wakasuzu Consultants Co.,Ltd），***バルチップ株式会社（BarChip Inc.），****株式会社カテックス（Katecs Co.,Ltd.）

キーワード：コンクリート材料，コンクリートの性質

の湿潤養生後に脱型した。

3. 実験結果および考察

3.1 スランプ、空気量測定結果

図-3 にコンクリートのフレッシュ性状試験結果を示す。短繊維添加前の普通コンクリートでは所要値のスランプ、空気量を満足していたが、繊維を添加することにより、スランプが3~4.5 cm 低下した。また、空気量は繊維を添加することにより、若干の増減が確認された。一方、中流動コンクリート（ケース②，⑤）では、短繊維の有無に関係なく、卓越したスランプ値が得られており、施工性が良いことが確認された。なお、コンクリート温度は20~22℃と安定しており、繊維や混和材料混入による変化は認められなかった。

3.2 ひび割れ発生日の比較

図-4 に拘束リング試験から得られた各ケースのひび割れ発生日の平均値を示す。また、図中のエラーバーは、標準偏差である。普通コンクリートのケース①，③を比較すると短繊維を混入させることによるひび割れ抵抗性の増加が確認された。さらに EX を添加したケース④は、短繊維のみを添加したコンクリートよりもひび割れ抵抗性が大きく、かつ十分な湿潤養生を行うこと（ケース⑥）でひび割れ発生抑制効果が増大することが明らかとなった。短繊維に SRA を配合したケース⑦では、短繊維のみを配合したケース③と同程度のひび割れ抑制効果しか得られなかったにもかかわらず、短繊維、EX、SRA を配合したケース⑧では、3 か月以上ひび割れが生じず、現在も1 供試体ではひび割れの発生が確認されていない。

ケース④，⑤の比較より、中流動コンクリートにおいても、普通コンクリートと同様のひび割れ抑制効果発揮されることが明らかとなった。

4. まとめ

本研究では、短繊維、EX、SRA を各種配合、あるいは組合せ配合したコンクリートの乾燥収縮ひび割れ抑制効果に関する定量的な比較を実施した。短繊維、EX、SRA をすべて配合したコンクリートでは、著しいひび割れ抑制効果が確認された。しかしながら、現状ではそのメカニズムは未解明であるため、今後メカニズム解明に傾注したい。また、施工性を考慮した中流動コンクリートにおいても、普通コンクリートと同程度のひび割れ抑制効果が発揮されることが明らかとなった。

謝辞： 本研究の実施にあたり、株式会社八洋コンサルタントの高橋幸一氏、織田敏裕氏に多大なるご協力をいただいた。末筆ながら記して深甚なる謝意を表す。

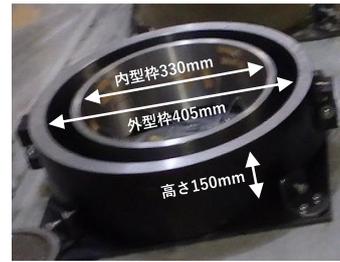


図-2 リング試験型枠
Mold of steel ring test

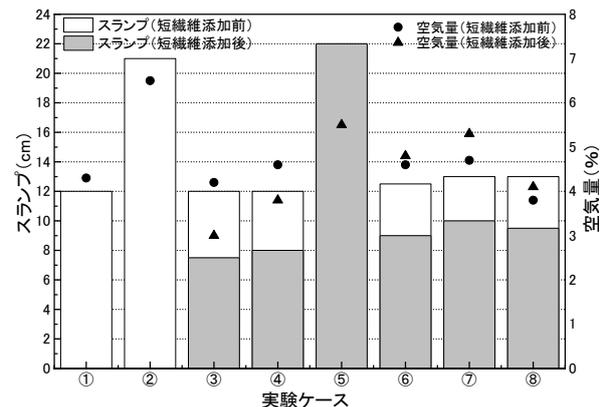


図-3 フレッシュ性状
Fresh concrete properties

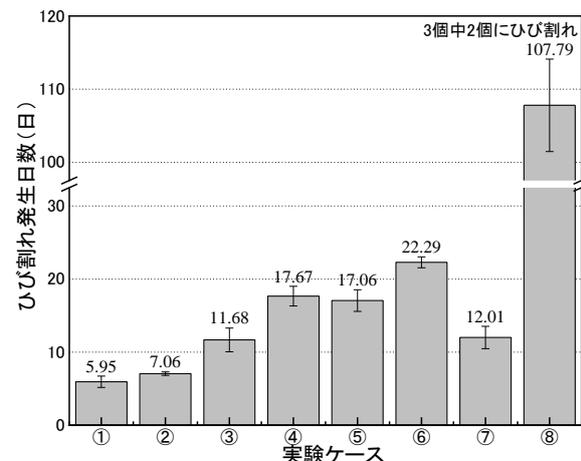


図-4 ひび割れ発生日比較
Comparison of cracking occurrence dates