

各種ひび割れ低減材料を用いたひび割れ抵抗性の評価

太平洋マテリアル株式会社 正会員 ○郭 度連

りんかい日産建設株式会社 正会員 中出 睦

りんかい日産建設株式会社 佐々木豊

りんかい日産建設株式会社 小林正明

太平洋マテリアル株式会社 正会員 杉野雄亮

1. はじめに

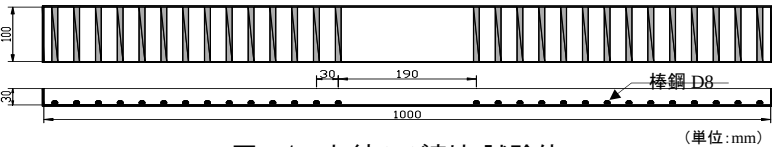
コンクリート構造物の収縮ひび割れに関する社会的な関心は高まっており、その抑制・制御技術の確立への期待は大きくなっている。従来からひび割れ低減のための材料面からのアプローチも数多く行われており、新しい材料の開発も活発になっている。一方、種々のひび割れ試験から個別材料のひび割れ抵抗性は検討されているが、各種ひび割れ低減材料の効果を一律的に確認した研究は少ないのが現状である。

そこで、本研究では、各種ひび割れ低減材料を用いた簡易的な拘束収縮ひび割れ試験を行うことで、各材料間の相対的なひび割れ低減効果を実験により確認したものである。

2. 実験概要

表－1 に試験水準およびモルタルの配合を示す。配合は、水セメント比 57%の所定のコンクリート配合から粗骨材を除去したモルタルの配合を用いている。セメントは、高炉セメント B 種を用いており、使用材料を表－2 に示す。ひび割れ低減材料としては、膨張材、ポリプロピレン短繊維 2 種類、ネット状の耐アルカリ性ガラス繊維、塗布タイプ収縮低減剤、収縮低減型高機能 AE 減水剤を用いている。

ひび割れ試験体は、図－1 に示すような鋼板に拘束体として D8 の棒鋼を 3cm 間隔で 28 本溶接することで拘束を与えて、無拘束状態の試験体の中央部でひび割れが生じるように作製した。厚さ 30mm のモルタルを打設し、翌日ひび割れ発生材齢を計測するため、試験体の中央部に測長距離 10mm のポリエステルゲージを 2 枚貼付し、温度 20℃、相対湿度



図－1 収縮ひび割れ試験体

表－2 使用材料

材料	記号	物性
セメント	BB	高炉セメントB種、密度：3.15g/cm ³
膨張材	EX	低添加型石灰系膨張材、密度：3.15g/cm ³
細骨材	S1	大分県津久見産石灰砕砂、表乾密度：2.68g/cm ³
	S2	奈良県御所市産砕砂、表乾密度：2.63g/cm ³
繊維	BL	ポリプロピレン短繊維、密度：0.91g/cm ³
	CB	ポリプロピレン短繊維、密度：0.91g/cm ³
	HN	耐アルカリ性ガラス繊維ネット
混和剤	Ad1	高機能AE減水剤標準型（リグニンスルホン酸、ポリカルボン酸の複合体）
	SP	高性能AE減水剤（ポリカルボン酸エーテル系）
	DS	高機能収縮低減型AE減水剤（ポリカルボン酸、ポリグリコールの複合体）
養生剤	CS	塗布タイプ収縮低減剤（低級アルコールのアルキレンオキシド付加物）

表－1 試験水準および配合

水準	配 合		W/C	s/a	単位量 (kg/m ³)						混和剤	フロー値 (mm)	
					水	セメント	細骨材①	細骨材②	膨張材	繊維		0打	繊維投入後
1	24-15-20BB	PL	57.0	48.9	174	306	441	441	—	—	1.00%	180	—
2	24-18-20BB	CB	57.0	48.0	183	321	424	424	—	0.91	1.10%	205	205
3	24-18-20BB	BL	57.0	48.0	183	321	424	424	—	0.91	1.10%	200	190
4	24-15-20BB	EX	57.0	48.9	174	286	441	441	20	—	1.00%	175	—
5	24-15-20BB	CS	57.0	48.9	174	306	441	441	—	—	1.00%	180	—
7	24-18-20BB	EX-BL-SP	57.0	50.7	173	284	459	459	20	0.91	1.08%	255	225
8	24-18-20BB	EX-BL	57.0	48.0	183	301	424	424	20	0.91	1.10%	205	190
9	24-18-20BB	EX-BL-DS	57.0	48.0	183	301	424	424	20	0.91	1.60%	200	195
10	24-15-20BB	HN	57.0	48.9	174	306	441	441	—	—	1.00%	175	—

キーワード：ひび割れ低減、膨張材、繊維、乾燥収縮、塗布タイプ収縮低減剤

連絡先 〒285 - 0802 千葉県佐倉市大作 2 - 4 - 2 TEL. 043-498-3921 FAX. 043-498-3925

表-3 ひび割れ発生状況

	PL	CB	BL	EX	CS	EX-BL-SP	EX-BL	EX-BL-DS	HN
ひび割れ発生材齢(日)	8.6	9.1	9.4	18.8	11.2	26.2	24.3	—	9.1
最大ひび割れ幅(mm)	0.3	0.3	0.25	0.1	0.25	0.08	0.05	—	0.2
ひび割れ本数(本)	3	3	3	2	3	1	1	—	3
ひび割れ密度($\times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{mm}^2$)	0.5	0.5	0.45	0.14	0.41	0.08	0.05	0	0.32

60%の恒温恒湿室にて材齢 56 日まで曝露した。

3. 試験結果

図-2 に試験体の中央部に貼付したゲージによるひび割れ発生材齢を示す。ひび割れ対策を施していない PL が最もひび割れの発生は早く、材齢 8.6 日でひび割れが発生しており、使用した全てのひび割れ低減材料で一定の効果が認められる。ひび割れは無拘束の状態である試験体中央部、すなわち端部から約 40cm の地点で最初のひび割れが発生し、2 本目は端部から約 70cm の地点で、3 本目は端部から約 20cm の地点で生じており、全ての試験体で規則的に同じ地点で生じている。膨張材を用いた試験体は全体的にひび割れ発生材齢が遅くなっており、本実験の範囲内では最もひび割れ低減効果が大きいと考えられる。表-3 に示すように、ひび割れ本数も少なく、最大ひび割れ幅も最も小さくなっている。膨張材と短繊維を併用した場合は、膨張材単独使用よりひび割れ本数、幅とも小さくなっており、併用による効果が認められる。一方、膨張材、短繊維、収縮低減型高機能 AE 減水剤を併用した試験体は、材齢 56 日までひび割れが発生しておらず、ひび割れ抵抗性の高さが確認できた。繊維系の CB, BL, HN は、ひび割れ発生材齢は PL と大差はないものの、HN は最大ひび割れ幅が小さくなっており、ひび割れ幅の低減効果が認められる。

$$\text{ひび割れ密度} (\text{mm}^2/\text{mm}^2) = \frac{\sum(\text{ひび割れ幅} \times \text{ひび割れ長さ})}{\text{ひび割れ調査対象面積}}$$

図-3 に上記の式から得られたひび割れ密度を示す。本実験の範囲内で得られたひび割れ低減材

料によるひび割れの低減効果を示しており、塗布タイプ収縮低減剤により約 2 割の低減、耐アルカリガラス繊維により約 3 割の低減効果が認められる。一方、膨張材が最も大きなひび割れの低減効果が期待できることが示されている。

4. まとめ

各種ひび割れ低減材料を用いて拘束収縮ひび割れ試験を行った。使用した全ての材料でひび割れ低減効果が認められ、本実験の範囲内では、PL<短繊維<塗布型収縮低減剤<耐アルカリ性ガラス繊維<膨張材の順でひび割れ抵抗性が高いことが確認できた。また、複数の材料を併用してもその効果は相殺されることなく、発揮できる。

参考文献

- 1) 土木学会：混和材料使用したコンクリート物性変化と性能評価研究小委員会報告書 No. 2, 2010
- 2) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建築物の収縮ひび割れ制御設計・施工指針（案）・同解説, 2006

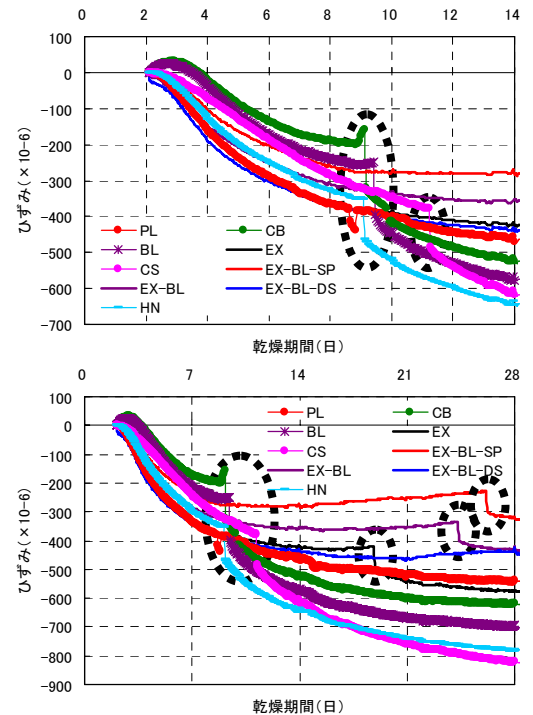


図-2 ひび割れ発生材齢

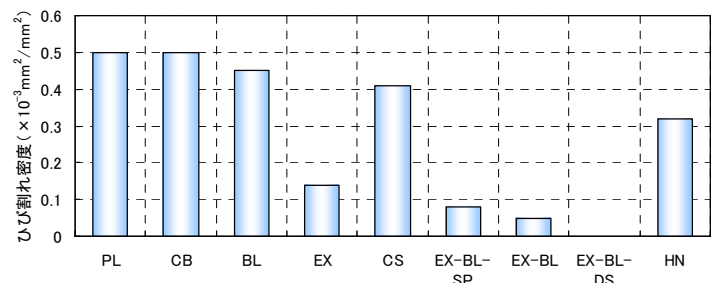


図-3 ひび割れ密度