

床版上面における断面修復材の凍結融解抵抗性の向上

(株)トクヤマ 正会員 ○古川 祐介 (株)大林組 正会員 富井 孝喜
(株)トクヤマエムテック 末益 大祐 (株)大林組 正会員 早川 智浩
(株)テクノ・ブリッド フェロー会員 青木 茂 バルチップ(株) 正会員 室賀 陽一郎

1. はじめに

道路橋の鉄筋コンクリート床版(以下、RC 床版)は、輪荷重による疲労劣化や凍害、融雪剤の影響による塩害等による劣化・損傷が多く確認されている。平成 27 年 7 月、東日本・中日本・西日本高速道路(株)より「床版上面における断面修復の性能照査項目」¹⁾が示された。本規格は既設コンクリート床版と断面修復材の一体化を目的に寸法安定性の向上や静弾性係数の低減などを要求している。

筆者らは本規格の要求性能を満足できるコンクリート系断面修復材の開発を行っているが、先に報告した「床版上面における断面修復材の基本配合の検討および硬化特性」では決定したコンクリート基本配合の凍結融解抵抗性に問題があることが判明、使用材料および配合等の複合的な要因であることが示唆された。本報文では、基本配合の凍結融解抵抗性の向上を図るべく更なる配合検討を行い、これを修正配合とし耐凍害性およびその他硬化特性を報告する。

2. 基本配合の修正

「床版上面における断面修復の性能照査項目」からの一部抜粋を表-1 に示す。「床版上面における断面修復材の基本配合の検討および硬化特性」で示したように基本配合の凍結融解抵抗性に問題がある理由として、PP 繊維の線径の太さと軽量細骨材およびマトリクス部分の組成の複合的な要因と考えられた。そこでコンクリート配合の修正を行った。基本配合と修正配合の比較を表-2 に示す。繊維径を 2000dtex から 13dtex と細くし、繊維長を 24mm から 12mm と短くした。繊維量はコンクリートの作業性を考え 1.0vol%とし、粗骨材最大寸法も繊維長の変更に伴い 13mm から 7mm へと変更した。それに伴い静弾性係数の低減が見込まれると判断し軽量細骨材の使用を止め、マトリクス部分の材料構成の見直しを行った。

表-1 床版上面における断面修復の性能照査項目

試験項目	基準値	試験法
硬化時間	始発時間 30 分以上	JIS A 1147
初期強度	2 時間：10N/mm ² 以上 4 時間：24N/mm ² 以上	JIS A 1108
静弾性係数	28 日：26.5±5kN/mm ²	JIS A 1149
寸法安定性	0.025%以下	試験法 439
凍結融解抵抗性	300 サイクル後の相対動弾性係数 60%以上かつ負荷後のコンクリートと断面修復材との付着強度が 1.5 mm ² 以上	試験法 439

表-2 コンクリート配合比較

	PP 纖維				
	纖維度 dtex	纖維長 mm	混入率 vol%		
基本配合	2000	24	2.5		
修正配合	13	12	1.0		
	配合				
	W/B %	s/a %	單位量 kg/m ³		
			B	W	G
基本配合	37.3	55.2	520	194	748
修正配合	35.7	60.5	644	230	538

表-3 フレッシュ性状

	フレッシュ性状		
	スランプ cm	空気量 %	練上り温度 ℃
修正配合	15.5	4.3	25.8



写真-1 スランプ試験結果

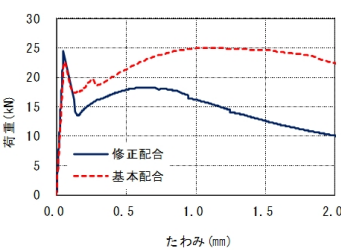


図-2 曲げタフネス試験結果

修正配合のフレッシュ性状を表-3 およびスランプを図-1 に示す。基本配合と比較し、よりモルタルに近くなり材料分離も無く施工性の良い配合となった。また、同配合で実施した曲げタフネス試験(JSCE -G552-2010)を図-1 に示す。その結果、たわみ硬化特

キーワード 上面増厚工法, 超速硬, ポリプロピレン繊維
連絡先 〒299-0268 千葉県袖ヶ浦市南袖 10 (株)トクヤマ セメント開発グループ TEL 0438-60-8770

性は得られなかったものの、ひび割れ抑制効果には寄与できると判断した。この配合を修正配合とし、硬化・収縮特性の把握を実施した。

3. 修正配合の材料特性

3.1 圧縮強度と静弾性係数

圧縮強度試験結果を表-4 に、基本配合と比較して示す。まず、材齢 2 時間および 4 時間における圧縮強度は基本配合と遜色なく基準値を満足する結果となった。28 日圧縮強度については基本配合よりも 6N/mm² 高くなる結果となった。一方、静弾性係数も材齢 28 日で目標の要求性能を満足し基本配合と同等な結果となった。これは基本配合と比較して粗骨材最大寸法が 7mm と小さくなった影響であると考えられる。また、硬化時間も 30 分以上確保することができたため、基準値は満足した。

3.2 寸法安定性

試験法 439 に基づいて実施した乾燥収縮による長さ変化率の試験結果を図-1 に示す。基本配合と比較すると、長さ変化率は大きくなる結果となり材齢 28 日で約 250×10⁻⁶ であった。その理由として修正配合は粗骨材最大寸法が 7mm と小さく、よりモルタルに近い組成となったこと、また繊維を細径に変更したことにより所定の流動性・施工性を得るための単位水量が増加したことが考えられる。

長さ変化率は基準値の範囲内ではあるものの、ほぼ上限値であり安全側を考慮すると、より収縮を低減する必要がある。従って、長さ変化率の低減には更なる検討が必要であると考ええる。

3.3 凍結融解抵抗性

試験法 439 に基づいて実施した凍結融解試験の試験結果を図-2 に示す。凍結融解繰返し 300 サイクル終了後の相対動弾性係数の保持割合は 102%であり基本配合の 88%と比較し 14%の向上が確認された。

また複合体の付着強度を表-5 に示す。いずれの試験体も凍結融解繰返し 300 サイクル終了後 2.0N/mm² 以上を確保しており、基準値である 1.5N/mm² 以上を満足した。破断位置もコンクリート基版内部となっており、断面修復部には問題はない。さらに蛍光樹脂注入による複合体内部の観察を実施した結果、有害と思われるひび割れの発生は確認できなかった。従って修正配合は、十分な凍結融解抵抗性を有すると判断できる。

表-4 圧縮強度・静弾性係数試験結果

項目	配合	2 時間	4 時間	28 日
圧縮強度 (N/mm ²)	修正配合	29.8	32.9	63.9
	基本配合	28.9	34.2	57.9
静弾性係数 (kN/mm ²)	修正配合	—	—	30.3
	基本配合	—	—	29.6

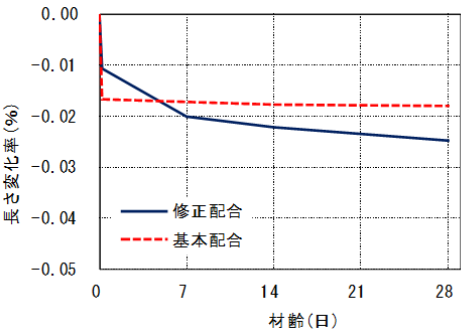


図-1 長さ変化率試験結果

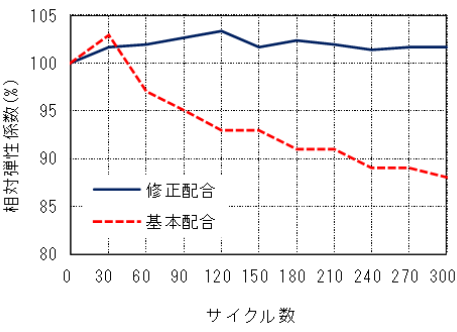


図-2 相対動弾性係数の変化

表-5 凍結融解後付着強度試験結果

	付着強度 (N/mm ²)	破断位置
No.1	2.27	コンクリート基版
No.2	2.38	コンクリート基版
No.3	2.30	コンクリート基版
No.4	2.53	コンクリート基版
No.5	2.26	コンクリート基版
平均	2.35	—

4. まとめ

超速硬繊維補強コンクリートの開発を実施した。基本配合の修正を行い凍結融解抵抗性の向上を図り「床版上面における断面修復の性能照査項目」に対する検討を行った。その結果、凍結融解抵抗性の向上を図ることが出来、その他の性能照査項目の基準値を満足することができた。今後の課題として更なる乾燥収縮の低減を図ることを目標に現在検討中である。

参考文献：

1)東日本高速道路(株)、中日本高速道路(株)、西日本高速道路(株)：構造物施工管理要領(2015), p.3-31