

超速硬高靱性コンクリートの配合検討

(株)大林組 正会員 ○富井 孝喜 (株)トクヤマ 古川 祐介
 (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 萩原工業(株) 正会員 室賀 陽一郎

1. はじめに

近年、高度成長期に建設・整備された多くの道路橋、高架橋では、供用年数が40年を超えるものが多くなり、様々な劣化損傷が生じてきている。特に道路橋の鉄筋コンクリート床版(以下、RC床版)は、繰返し荷重による疲労劣化や凍結防止剤の影響による塩害などが顕在化しているのが現状である。そこで、筆者らはRC床版の補強方法である上面増厚工法の増厚材に注目し研究開発を重ねている。先に開発した超速硬高流動高靱性モルタル¹⁾は、HPRCCに属するモルタルであり機械のコンパクト化を可能にし、RC床版の一体性の確保を可能とした材料である。しかし、モルタルであるため単位水量も多く、乾燥収縮が大きい傾向にあったため、一つの打開策としてコンクリート化の検討を実施した。本報文では、配合決定経緯、繊維選定経緯をまとめて報告する。

2. 配合検討

先に開発したモルタル¹⁾をベースにコンクリート化の配合検討を行った。モルタル配合を表-1に示す。また、開発について、超速硬高靱性コンクリートの開発コンセプトを表-2とした。

床版の薄層補修を可能としたいため、粗骨材の最大寸法は13mmとし、使用するPP繊維は、13dtexおよび2000dtexの2種類、繊維長は粗骨材寸法の1.5倍以上として24mm、30mmとした。

まず、13dtexの繊維を使用してs/aを変化させてフレッシュ性状を把握することとした。試験配合を表-3に示す。フレッシュ性状の試験結果を図-1に示す。結果から13dtexの配合は所定のスランプの得られた配合②を代表配合とした。また、充填性はよりモルタルに近いs/aが大きい方が優れているが、収縮抑制やコスト面ではできるだけ単位水量および単位結合材料が少ない方が優れる。よって、2000dtexの繊維の配合では、繊維を太径にすることによるフレッシュ

表-1 高靱性モルタルの配合

PP 繊維			配合		
繊維度 dtex	繊維長 mm	混入率 vol%	W/B %	S/B %	W kg
13	12	1.5	36.9	105	338

表-2 開発コンセプト

コンセプト	目標
増厚材の要求性能を満足すること	可使時間 40 分以上 材齢 3H で 24N/mm ² 以上
高靱性であること	DFRCC*であること
寸法変化の低減	0.05%以下(JIS A 1129)
静弾性係数は既設コンクリートと同程度とすること	30kN/mm ² 前後
寒冷地でも使用可能なこと	十分な凍結融解抵抗性を有すること
施工性が高い材料であること	スランプ 12cm 程度以上 材料分離しないこと

※DFRCC:Ductile Fiber Reinforced Cementitious Composites
 (高靱性セメント複合材料)

表-3 s/a を変えた比較配合 (13dtex 1.0vol%)

配合	W/B %	s/a %	単位量 kg/m ³			繊維長 mm
			B	W	G	
①	36.9	44.4	615	226	833	24
②	36.9	50.1	654	241	708	24
③	36.9	56.5	697	257	583	24

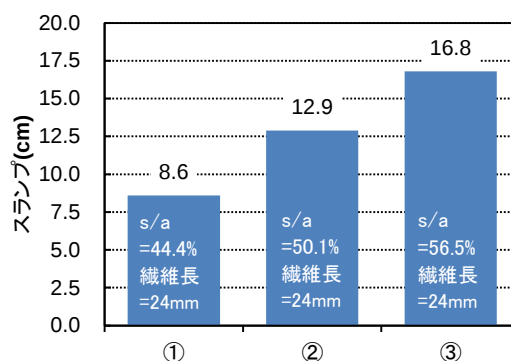


図-1 s/a 変化によるスランプ値の影響

フレッシュ性状の改善を見込んだ上で s/a を 44.4%に固定し、繊維の添加量を変えてフレッシュ性状を比較した。配合を表-4に示す。フレッシュ性状の試験結果を図-2に示す。配合①(13dtex, 1.0vol%)と配合④

キーワード 上面増厚工法, 高靱性, 超速硬, DFRCC, ポリプロピレン繊維

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 (株)大林組 生産技術本部 技術第一部 TEL 03-5769-1322

(2000dtex,1.0vol%)の比較から、繊維径を大きくし繊維本数を減らすことで、想定通りフレッシュ性状が大きく改善した。また、配合②(13dtex,1.0vol%)と配合⑥(2000dtex, 2.0vol%)ほぼ同等のスランプとなり、約 2.0 倍の繊維量を混入することができた。配合⑦は繊維同士の絡み合いが強く、プラスチックティーの不足が考えられたが、コンクリートとしては問題ないと判断したため、配合②,⑥,⑦の強度試験を実施することとした。

圧縮強度試験結果および静弾性係数試験結果を図-3、図-4 に示す。材齢 3 時間における圧縮強度は若干ばらついているが 24N/mm^2 以上は確保できた。その後は各配合とも同程度で、W/B が一定であることからばらつきは小さく、繊維の影響はみられなかった。静弾性係数は、圧縮強度と同様に材齢 3 時間ではばらつきがあるが、材齢 7, 28 日では各配合とも同程度となる。こちらも繊維の影響は確認できなかった。ただし、粗骨材を追加したことにより、先に開発したモルタルと比較すると材齢 28 日で 1.4 倍となり、目標より大きい値となった。

各配合の曲げじん性を評価するために材齢 28 日で曲げタフネス試験(JSCE-G552-2010)を実施した。各配合の代表的な荷重たわみ曲線の比較を図-5 に示す。

荷重たわみ曲線は、荷重上昇とともに、下縁応力度がコンクリートの引張強度に達するとひび割れが発生し、コンクリートが負担していた引張応力が混入繊維に移行し、一旦荷重は低下する。配合②は荷重低下後に荷重は増える傾向はあるもののコンクリートの引張強度時の荷重以上にはならなかった。一方、配合⑥⑦では、ひび割れ発生後にコンクリートの引張強度時の荷重を超え、配合⑥で 1.16 倍、配合⑦で 1.32 倍となり、たわみ硬化特性が確認でき、DFRCC に属する材料と判断できた。混入する繊維量は、2000dtex, 30mm であれば、2.0vol%以上混入する必要があることがわかった。

3. まとめ

超速硬高靱性コンクリートの開発を実施し、超速硬高靱性コンクリートの基本配合が得られた。

最終配合の決定および材料特性等の確認については別途報告する。

参考文献: 1) 早川智浩ら：高流動高じん性モルタルを用いた上面増厚工法の開発，コンクリート工学 vol50 No.4, pp.338-344,2012.4

表-4 繊維添加量を変えた比較配合(2000dtex 30mm)

配合	W/B %	s/a %	単位量 kg/m^3			繊維量 vol%
			B	W	G	
④	36.9	44.4	615	226	833	1.0
⑤	36.9	44.4	615	226	833	1.5
⑥	36.9	44.4	615	226	833	2.0
⑦	36.9	44.4	615	226	833	2.5

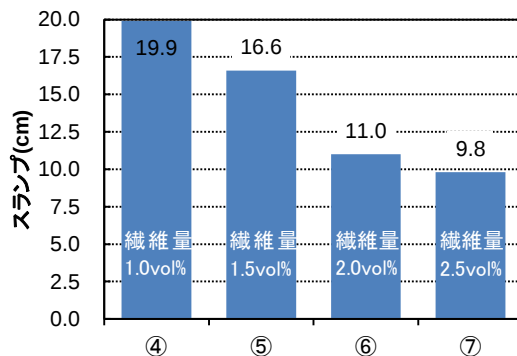


図-2 繊維量変化によるスランプ値の影響

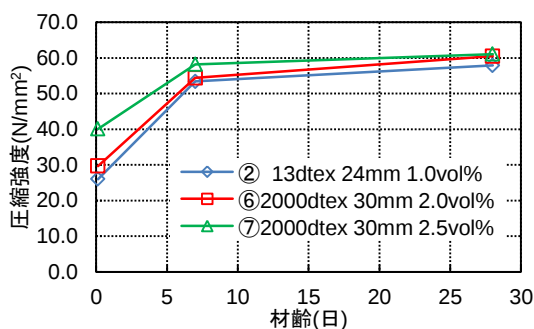


図-3 圧縮強度試験結果

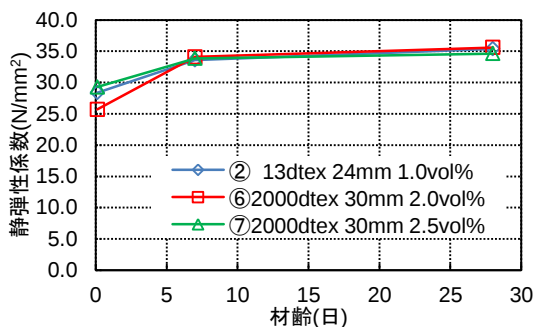


図-4 静弾性係数試験結果

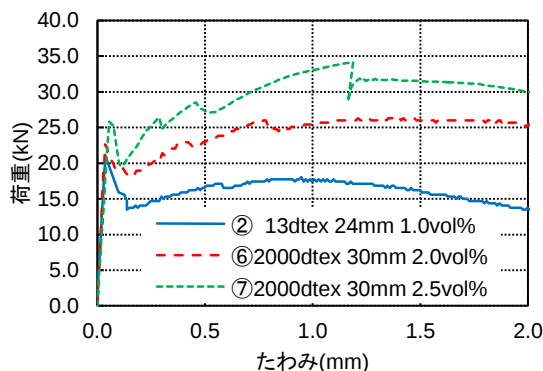


図-5 曲げタフネス試験結果