

プロジェクト・研究成果の概要(1/2)

プロジェクト:「ハイブリッド型繊維補強コンクリート舗装に関する研究プロジェクト」
プロジェクトリーダー ・氏名(ふりがな):東山 浩士(ひがしやま ひろし) ・所属、役職:近畿大学 理工学部 社会環境工学科、教授
研究期間:令和3年10月～令和4年3月
プロジェクト参加メンバー(所属団体名のみ) 近畿大学、神戸市立工業高等専門学校、奥村組土木興業(株)、大林道路(株)、大成ロテック(株)、世紀東急工業(株)、住友大阪セメント(株)、国土交通省近畿地方整備局道路部、国土交通省近畿地方整備局近畿技術事務所
プロジェクトの背景・目的(研究開始当初の背景、目標等) 近年、コンクリート舗装の普及促進に注目が集まっており、コンクリート舗装に関するガイドブックや設計・施工・維持管理に関する最新情報が学協会において取りまとめられている。しかし、さらなる長寿命化の観点からは繊維補強コンクリートをはじめ、多様な材料の適用検討が今後求められる。本研究では、ハイブリッド型繊維補強コンクリートによるひび割れを許容し、長寿命化を担保したコンクリート舗装の実現、普及促進について検討することを目的とする。
プロジェクトの研究内容(研究の方法・項目等) (1) 曲げおよびせん断に対するハイブリッド型繊維補強コンクリートの最適化検討 本プロジェクトで対象としたハイブリッド型繊維補強コンクリート舗装に求める性能は、材料構造面では版厚低減および二酸化炭素排出量低減を図り、長寿命化を実現できる、また、施工面ではアジテータ車での繊維混練および運搬、ならびにスリップフォームでの施工を可能とする、である。 (1) 1 ベースコンクリートの配合検討 ベースコンクリートの配合検討として、『鋼繊維補強コンクリート設計施工マニュアル(道路舗装編)』を参考に基本配合を決定し、二酸化炭素排出量低減のためにセメントの一部をフライアッシュで置換したコンクリートのフレッシュ性状、強度について、若材齢における強度発現を考慮した検討を行った。その結果、図-1に示す強度発現、養生期間などから、フライアッシュ置換率20%が適当であると判断した。 (1) 2 ハイブリッド型繊維補強コンクリートの配合検討 次に、使用する繊維種類の選定にあたっては、繊維の腐食や自動車タイヤへの損傷を考慮して、鋼繊維ではなく、合成繊維である、ポリビニルアルコール(PVA)繊維およびポリプロピレン(PP)繊維とした。いずれも国内メーカーの製品であり、これまで多くの実績を有する短繊維である。また、ハイブリッド化のため、繊維長 30mm のマクロ繊維、繊維長 12mm のマイクロ繊維を使用した。ハイブリッド型繊維補強コンクリートに求める性能は、スランプ 5.0 ± 1.5cm、空気量 4.5 ± 1.5%、曲げ強度 4.5N/mm ² 以上である。繊維混入率はプレーンコンクリートの価格に対して2倍程度以下となるように、表-1に示す 1.0vol.% ~ 1.4vol.%の範囲とした。

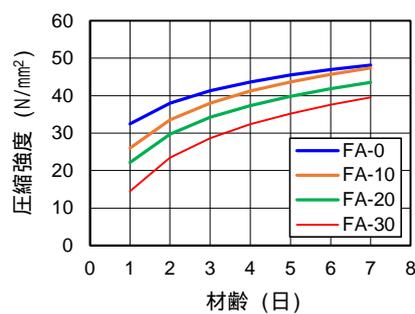


図-1 圧縮強度と材齢の関係

表-1(a) PVA 繊維混入率

供試体	繊維混入率 (Vf : %)	混入比率
		F-1 : F-2
PVA-1	1.0	1.0 : 0.0
PVA-2	1.0	0.9 : 0.1
PVA-3	1.0	0.8 : 0.2
PVA-4	1.1	1.0 : 0.1

表-1(b) PP 繊維混入率

供試体	繊維混入率 (Vf : %)	混入比率
		F-3 : F-4
PP-1	1.0	1.0 : 0.0
PP-2	1.1	1.0 : 0.1
PP-3	1.3	1.3 : 0.0
PP-4	1.4	1.3 : 0.1

本様式は中間評価・事後評価を公表する際に、評価コメントと併せてホームページで公開します。
 本様式は成果報告書とともに、中間・事後評価の重要な判断材料となりますので、ポイントを整理し簡潔な表現とし、ポンチ絵などを用いてわかりやすく記述してください。

プロジェクト・研究成果の概要(2/2)

3等分点曲げ試験から、曲げ強度、曲げ靱性係数、たみわL/150(Lはスパン長)における残存曲げ強度を比較した結果、表-2に示すように、配合PP-3が力学性能として最適であった。また、ハイブリッド型繊維補強コンクリートの曲げひび割れ強度は既往のプレーンコンクリートと同様の寸法効果則に従うことを試験および解析から確認した。

表-2 PP 繊維コンクリートの曲げ試験結果

供試体	圧縮強度 (N/mm ²)		曲げ強度 (N/mm ²)		曲げ靱性係数 (N/mm ²)	
	σ_7	σ_{28}	f_{b7}	f_{b28}	T_{b7}	T_{b28}
PP-1	38.1	55.8	4.7	6.77	3.11	3.53
PP-2	43.9	59.7	4.66	6.19	3.16	4.04
PP-3	43.5	58.9	4.91	6.80	4.08	4.71
PP-4	40.9	56.4	4.47	5.79	3.38	4.59

曲げ試験結果を用いて、コンクリート舗装の版厚および二酸化炭素排出量を試算した。ここで、版厚試算は、降伏線理論を基本とし、残存曲げ強度を考慮した既往研究の曲げひび割れ荷重算定方法を参照した。一例として版厚 250mm に対する低減比率を図-2に示す。その結果、普通コンクリート舗装に対して 20%程度の版厚低減となる。配合 PP-3 の材料コストは普通コンクリート舗装の約 2 倍に増大する。一方、材料面からの二酸化炭素排出量は 14%低減できる試算となった。

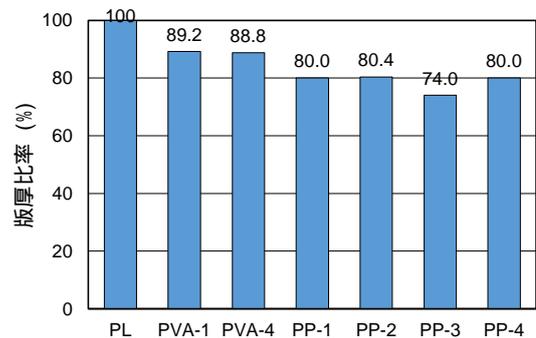


図-2 版厚比較 (250mm)

また、スリップフォームでの施工性を判断することを目的に、エッジランプ試験(はみ出し量および下がり量測定)を行った。その結果、フレッシュ性状は普通コンクリート舗装と同等であったことから、機械施工が可能であることが確認できた。

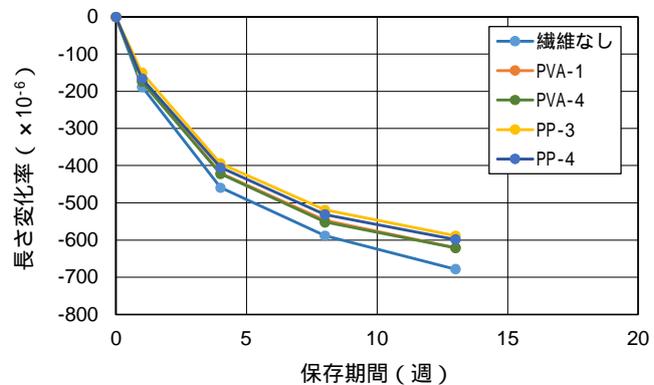


図-3 長さ変化率と保存期間

さらに、直接せん断試験結果から、配合 PP-3 のせん断強度はプレーンコンクリートに対して 27%増大した。すなわち、ひび割れ幅の抑制に伴う骨材および繊維による荷重伝達効果が高いといえる。

(2)ハイブリッド型繊維補強コンクリートの収缩量評価

ハイブリッド型繊維補強コンクリートの乾燥収缩量試験を行った。現在も計測を継続中であるが、13 週までの結果を図-3に示す。プレーンコンクリートに対して、100 μ程度の差が生じているが、繊維種類、繊維混入率の違いが乾燥収缩量に及ぼす影響は小さい。既往研究を参照して、横目地間隔とひび割れ幅について試算した。目地部のひび割れ幅について比較すると、普通コンクリート舗装と同等のひび割れ幅となる配合 PP-3 の目地間隔はその 2~3 倍程度にすることが想定できる。これに関しては、今後の試験施工等で検証したい。

(3)ハイブリッド型繊維補強コンクリートの曲げ疲労およびせん断疲労強度評価

配合 PP-3 の曲げ疲労試験体を作製し、強度を安定させるため、現在養生中である。曲げ疲労およびせん断疲労試験の実施が遅れている状況であり、試験体のさらなる増加を含め、次年度に実施する予定である。

本様式は中間評価・事後評価を公表する際に、評価コメントと併せてホームページで公開します。本様式は成果報告書とともに、中間・事後評価の重要な判断材料となりますので、ポイントを整理し簡潔な表現とし、ポンチ絵などを用いてわかりやすく記述してください。