

FRP 格子筋を用いたアスファルト混合物層による鋼床版の補強効果

東亜道路工業(株)	正会員	○村山 雅人	東亜道路工業(株)	非会員	石井 久雄
東北大学名誉教授	正会員	三浦 尚	日鉄コンポジット(株)	非会員	関根 健一
トピー工業(株)	正会員	林 健治	トピー工業(株)	正会員	長屋 五郎

1. はじめに

近年、車両交通量の多い鋼床版橋梁において床版の疲労損傷が報告されている。現状の補強対策はリブ接合部などの鋼床版下面の補修や補強という形で行われていることが多い。しかし、作業が複雑で、かつ高価な補修経費であることから効果的な補修計画を困難にしている。

このような背景から筆者らは、一般的な鋼床版舗装であるグースアスファルトを基層に持つアスファルト混合物層間に FRP 格子筋を配置し、アスファルト混合物層によって簡易に鋼床版構造を補強する手法について検討を行ってきた。本報では、FRP 格子筋によるアスファルト混合物層の補強効果および FRP 格子筋を配置したアスファルト混合物層による鋼床版の曲げ剛性向上効果について報告する。

2. 使用材料の配合と性状

表-1 に使用したグースアスファルト(以下、グース)と表層アスファルト混合物(以下、密粒混合物)の配合と性状を示す。

使用した補強材は FRP(炭素繊維補強プラスチック)格子筋(以下、FRP)であり、橋梁の床版や橋脚補修、トンネル覆工補修などに施工実績を有するものである。筋断面積の異なる A, B の 2 種を用いた。表-2 にそれらの性状を示す。

3. FRP によるアスファルト混合物層の補強効果

3-1 曲げ特性

グースに種類 A の FRP を圧入して作製した試験体(写真-1)について、舗装試験法便覧のアスファルト混合物の曲げ試験方法に準拠した単純曲げ試験を行った。試験は、FRP を圧入した面(FRP 表面)に載荷した場合とその反対の面(FRP 底面)に載荷した場合の両方について実施した。図-1 に破断強度を、図-2 に破断ひずみを示す。なお、比較としてグース単体と密粒度混合物の測定結果も示した。

FRP 底面の場合、低温から高温にわたり強度とひずみが大きく向上した。しかし、FRP 表面の場合は効果が見られないことから、補強効果を得るには FRP の配置を考慮する必要があることがわかる。また、グース単体の強度のピークは密粒混合物より 20℃ 高く、ピークより高温側では強度が急激に低下するという特徴が見られた。

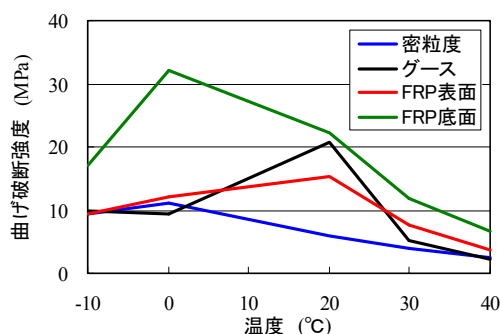


図-1 破断強度測定結果

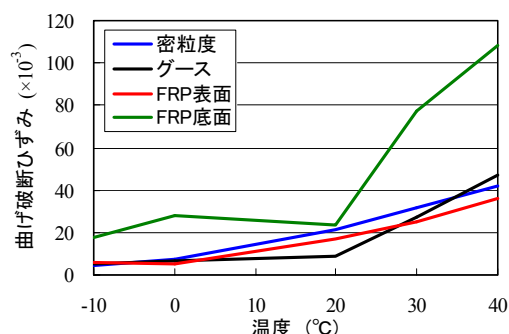


図-2 破断ひずみ測定結果

表-1 グースと密粒混合物の配合と性状

材料名		グース	密粒混合物
項目			
配合 (%)	6号碎石	25	38
	7号碎石	21	14
	粗目砂	-	16
	細目砂	26	11
	スクリーニングス	-	16
	石粉	28	5.0
	最適アスファルト量(%)	8.5	5.6
	アスファルト種	硬質アスファルト ¹⁾	改質Ⅱ型
混合物性状	空隙率 (%)	1.1	4.6
	動的安定度 at 60℃(回/mm)	225	5727
	曲げ強度 at -10℃(MPa)	9.8	9.5
	曲げ破断ひずみ at -10℃	0.0053	0.0042

1) ストアス20/40:トリニグッド・レイク・アスファルト=75:25

表-2 FRP の性状

種類	A	B
項目		
筋面積(mm ²)	17.5	39.2
筋ピッチ(mm×mm)	50×50	50×50
単位質量(g/m ²)	1,000	2,240
引張強度(MPa)	1,400	1,400
引張弾性率(MPa)	100,000	100,000



写真-1 FRP を圧入したグース

キーワード 鋼床版, 補強, FRP 格子筋, グースアスファルト, 曲げ破断強度, 曲げ破断ひずみ

連絡先 〒300-2622 茨城県つくば市要 315-126 東亜道路工業(株)技術研究所 TEL.029-877-4150

3-2 塑性変形抵抗性

FRP をグース (4cm 厚) に圧入し、その上に密粒混合物(4cm)を打設して 2 層構造とした試験体について、ホイールトラッキング試験を実施した。図-3 に、得られた動的安定度(DS)の結果を示す。なお、比較として FRP 無しの 2 層試験体の測定値も示した。FRP を配置した場合の DS は、FRP 無しの 2 倍に向上している。

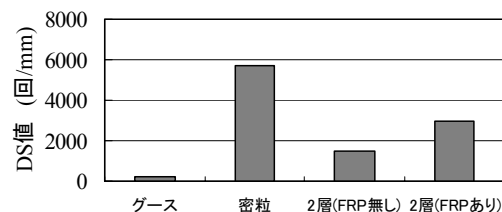


図-3 動的安定度測定結果

4. FRP を配置したアスファルト混合層による鋼版の曲げ剛性向上効果

FRP の補強効果は、舗装の平面的な広がりによって FRP が拘束されることにより発揮されると考えられる。そこで、供試体長さを十分に長くし、実橋の U リブ間隔を想定した支点距離で大型曲げ試験を実施し、鋼版補強効果の確認を行った。

4-1 試験概要

鋼床版のデッキプレートと想定した 12mm 厚の鋼版上にグース(40mm 厚)を打設し、FRP を圧入した。その上に、密粒混合物(40mm 厚)を打設することで試験体を製作した。試験体Ⅰには種類 A、試験体Ⅱには種類 B の FRP を用いた。比較のため、FRP 無しの通常の舗装構造(試験体Ⅲ)についても試験を実施した。支点間距離は、実際の鋼床版の U リブ幅 320mm に設定した。荷重点は小型の押し治具を介し 2 点载荷するものである。载荷方向はデッキ面から载荷する場合および舗装面から载荷する場合の両方について実施した。その他の試験条件は、表-3 に示すとおりである。図-4 に本試験の模式図を示す。

表-3 大型曲げ試験条件

項目	条件
供試体形状 (mm)	780×150×80
载荷方式	2点支持2点载荷
支持点間距離 (mm)	320
载荷点間距離 (mm)	100
試験温度 (℃)	20 と 40
载荷速度 (mm/s)	0.1

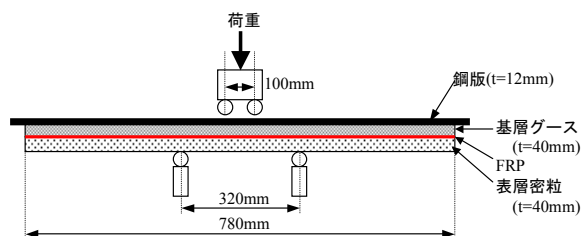


図-4 大型曲げ試験の模式図

4-2 試験結果

図-5 に、例として試験温度 20℃でデッキ面から载荷した場合の载荷荷重と試験体中央の鋼版デッキ面変位との関係を示す(繰返し数 N=2)。また、図-6 に荷重-変位曲線(図-5)の傾きから求められる剛性を比較して示す。ここでは、試験体Ⅲを基準(1.0)とした剛比で表した。

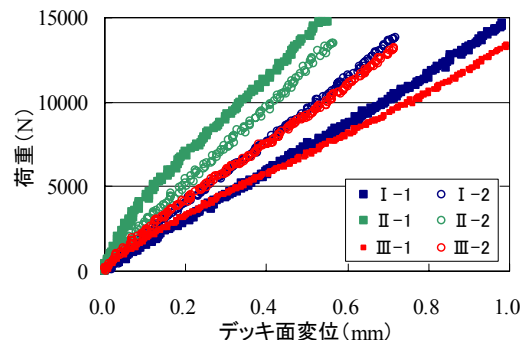


図-5 荷重と変位の関係(20℃,デッキ面载荷)

筋断面積の大きい種類 B の FRP を配置した試験体Ⅱは、いずれの試験条件においても剛比の向上が見られた。特に、デッキ面から载荷した場合、試験温度 20℃では試験体Ⅱの剛比は試験体Ⅲの 1.9 倍を示し、40℃では 1.2 倍を示した。一方、舗装面から载荷した場合、20℃では 1.3 倍、40℃では 1.1 倍を示した。

5. まとめ

本研究で得られた知見を以下に記す。

- 1) FRP による補強効果を得るにはアスファルト混合物層内での FRP の配置を考慮する必要がある。
- 2) グース単体の曲げ破断強度は 20℃で最大値を示し、これより高温では急激に低下する。
- 3) FRP をアスファルト混合物層間に配置することにより塑性変形抵抗性は大幅に向上する。
- 4) 実橋鋼床版舗装構造を想定した大型曲げ試験でも、FRP による鋼版の補強効果が確認できた。

6. おわりに

曲げ特性と塑性変形について、FRP を層間に配置したアスファルト混合物層による舗装体および鋼版の補強効果を確認した。今後は、より大型の鋼床版構造モデルを用い、疲労特性に及ぼす補強効果を確認する予定である。

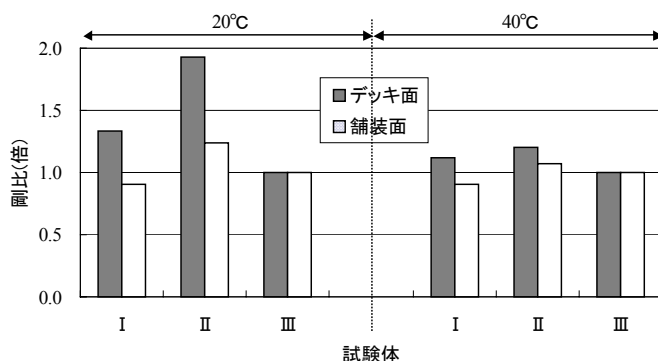


図-6 剛性の比較