

柔軟 FRP パネルを用いた床版防水工法の検討

倉敷紡績	正会員	○西松	英明	堀本	歴
竹中道路	正会員	国松	俊郎	坂上	隆一
川崎重工業	正会員	大垣	賀津雄	小出	宜央

1. はじめに

道路橋示方書¹⁾では、道路橋床版の耐久性・維持管理の点から床版防水層の設置が原則とされており、近年では様々な種類の防水工が開発されている²⁾。しかしながら、従来の防水工に対する経年調査によると、施工性や、舗装あるいは床版との一体性、経年劣化や損傷に対する耐久性について、工法ごとに未達な部分も報告されている。筆者らは、柔軟 FRP パネルを用いた新たな RC 床版防水工法の開発に着手した。ここでは、FRP パネルの基本性能、施工性の検討について報告する。

2. 柔軟 FRP パネル防水工法

本工法では工場生産品の FRP パネルを適用することから、現場での防水層の形成と比較して、安定した品質を提供できると期待される。FRP パネルは、写真-1 に示すように全面に孔あけ加工が施してあることを特徴の一つとする。床版面と FRP パネルの接着は、常温硬化タイプの樹脂を用いる。つまり、床版面に下塗り剤として接着樹脂を塗布した後、硬化前にパネルを載せ、ローラーなどを用いて密着させる。この時、パネルの孔を通して下塗りの樹脂と共に気泡を抜くことで床版との一体性を図る（図-1）。

3. 材料試験

FRP パネルの設計では、補強繊維の種類や繊維の編成方向、FRP を形成するマトリックス樹脂の種類が選択可能である。ここでは、補強繊維としてガラス繊維、マトリックス樹脂にはメタクリル酸メチル（MMA）を用いた。繊維の編成方向は、通行車両の制動荷重に対する抵抗を期待して、橋軸方向に対して $+45^\circ/-45^\circ$ の斜め2方向、あるいは橋軸方向／橋軸直交方向の2方向などを想定している。

(1) FRP パネルの引張性能

図-2 に引張試験体の概要を示す。試験は引張方向と繊維方向が同じケース（ 0° ）、引張方向に対して繊維が斜めに配向したケース（ $\pm 45^\circ$ ）の2種類とした。試験結果を表-1 に示す。 $\pm 45^\circ$ 方向では載荷方向と繊維配向が異なる影響で 0° 方向より小さな値となっている。ただし、床版に作用する輪荷重の影響で



写真-1 FRP パネル

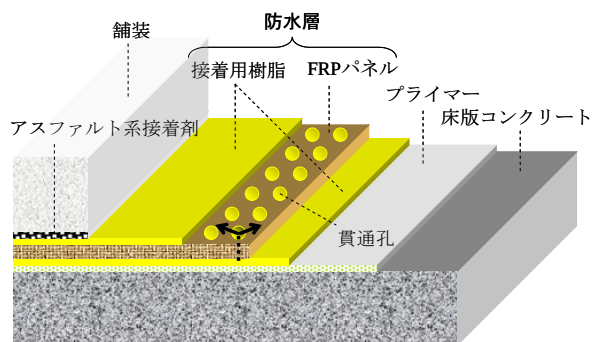


図-1 防水層の構成図

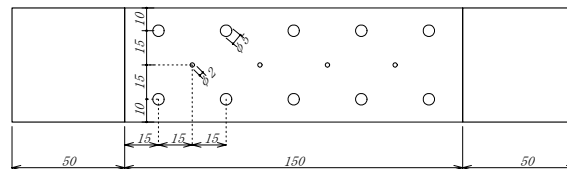


図-2 引張試験体

橋軸に対し斜め方向の荷重が作用するようなケースではこれらの繊維配向が有効に作用するものと考えられる。

キーワード 床版防水工, GFRP, MMA 樹脂, 孔あきパネル, 補強繊維

連絡先 〒572-0823 大阪府寝屋川市下木田町 14-5 倉敷紡績(株) 技術研究所 TEL 072-823-8137

(2) 継手長さ

本提案工法では、パネルを敷き詰める構成となることから、FRP パネル同士が重ね合わさる位置（ラップ）が存在する。ラップ部分では繊維が不連続となるため、継手の付着力が不十分な場合には欠陥になることが懸念される。このとき、FRP パネルの強さと継手強さの関係で、安全側に評価するために、パネル強度の強い繊維方向が引張方向と同一の 0°方向タイプで検討を行った。ラップ長を 100mm とした時、ラップ部分での付着ずれ破壊ではなく、FRP パネルの強さに支配的となる結果を得た（表-2）。これにより、ラップ長さを 100mm 確保することでパネルの不連続性を補うために十分な付着強度が得られることが確認できた。

(3) 疲労履歴後の引張特性

FRP パネルの耐変形性、耐久性の確認を目的に、疲労履歴後の引張試験を実施した。すなわち、 $0.25 \pm 0.15 \text{ mm}$ の変位制御で 1,000 サイクルの繰り返し引張負荷の後、静的引張試験を行い、疲労履歴による影響を検討した。なお、繰り返し載荷による影響の現れやすいと思われる、繊維配向 $\pm 45^\circ$ のケースとした。表-3 に結果を示す。1,000 サイクル後の段階では、疲労による引張強度の低下は見られていない。

4. 試験施工

現在、柔軟 FRP パネル防水工法の施工性検証を目的に試験施工を実施した。試験施工には、 $900 \times 1200 \text{ mm}$ 、および $600 \times 900 \text{ mm}$ の FRP パネルを用いた。施工は、基面の清掃、位置出し、マスキングの後、プライマーを塗布。その後、施工面に接着用樹脂を塗布した後、直ちに FRP パネルを敷設し、上面からローラーでの密着工程とした。図-3 に施工フロー、写真-2 に施工試験の状況を示す。小面積での試験施工においては、作業性、樹脂透過性は概ね良好であることが確認できた。今後、FRP パネルの寸法の最適化や施工手順の検討など、引き続き実施する予定である。

5. まとめ

(1) FRP パネルの基本性能評価として引張試験を実施した。また、FRP パネルの重ね貼りに関して、ラップ長さを 100mm 確保することで、不連続性を補うことができた。

(2) 施工性に関して検討中であり、小面積での試験

表-1 引張特性

繊維配向	樹脂	引張強度 N/mm^2	弾性率 10^3 N/mm^2
0°方向	MMA	100.1	11.5
$\pm 45^\circ$ 方向	MMA	23.7	1.6

表-2 重ね箇所の影響

繊維配向	樹脂	引張強度 N/mm^2	破断位置
0°方向	MMA	111.5	重ね位置以外

表-3 疲労履歴後の引張強度

疲労履歴	引張強度 N/mm^2	弾性率 10^3 N/mm^2
0 サイクル	28.2	1.8
1000 サイクル	30.0	2.8

※繊維配向： $\pm 45^\circ$ ，基材樹脂：MMA（孔なし）

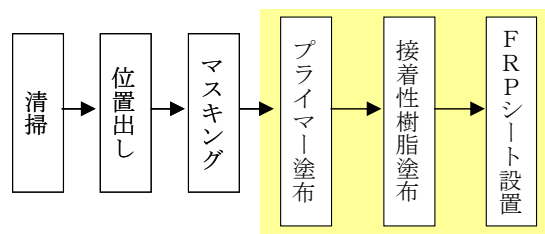


図-3 施工フロー



写真-2 施工試験の状況

施工では作業性など概ね良好である。

謝辞

本研究の遂行に際しまして、高速道路総研の長谷俊彦氏にご指導頂きましたことを感謝致します。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，2002
- 2) 日本道路協会：道路橋防水便覧，2007.3