

コンクリート床版の素地調整方法が防水層の性能に与える影響に関する実験的検討

一般財団法人阪神高速先進技術研究所 正会員 ○神下 竜三, 正会員 立花 徳啓, 正会員 崎谷 淨
 阪神高速道路株式会社 正会員 小瀬 詠理, 正会員 青木 康素

1. はじめに

道路橋床版の長期耐久性を確保するため、床版防水層を設ける必要があるが、雨水等の水が床版へ浸透するのを防止する床版防水層の性能は、下地となるコンクリート床版上面の状態に影響を受けると考えられている²⁾。阪神高速道路では、舗装補修時に建設時のコンクリート床版の不陸等の影響で、部分的に過切削による凹凸が発生するのが現状であるが、凹凸が防水層の性能へ与える影響については十分に検討されていない。本検討では、過切削によって凹凸が発生したコンクリート床版について、各種素地調整を実施し、床版防水層の性能へ与える影響について実験的検討を実施した。

2. 実験概要

2.1 使用材料

模擬床版に使用するコンクリートの配合は、阪神高速道路の床版コンクリートでの実績を考慮して呼び強度 27N/mm²、スランプ 8 cm、粗骨材寸法 25 mm の普通セメント使用のコンクリート (27-8-25-N) とした。模擬床版は、養生終了後に舗装切削機を用いて床版表面を切削処理した。阪神高速道路では、舗装補修時の防水層として、過切削による凹凸とマイクロクラックを考慮したコンクリート床版面における各種性能を満足した A 種と、凹凸面を想定していない B 種の防水材が規定されている³⁾が、A 種防水材は素地調整の有無に関係なく、各性能確認試験を満足する可能性が高いと考えられるため、本実験では B 種防水材を中心に実験を行った。B 種防水材の構成を図-1 に示す。凹凸部においては、平滑部と同様の塗布量とすると As 塗膜防水層の膜厚（以下、防水層膜厚）を確保することが困難なため、現場での一般的な施工実態と整合を図るため、塗布量を増加させている。使用する As 混合物は、阪神高速道路のコンクリート床版上の基層混合物の標準であるポリマー改質アスファルト II 型を使用した密粒度 As 混合物とした。

2.2 素地調整方法と表面粗さの評価

本実験で使用した素地調整機械の種類と機械設定を表-1 に示す。新設を対象とした平滑面と既設を対象とした切削面において素地調整水準を設定した。本実験で使用した素地調整機械の中で、ウォータージェット工法（以下、WJ 工法）は水圧により、スチールショットブラスト工法（以下、SSB 工法）は投射密度により、素地調整の程度を調整できることから、それぞれの工法で（大）、（中）、（小）の3段階の施工条件を設定した。また、素地調整を実施した床版面の表面粗さが防水層の性能へ与える影響を定量的に評価するために、本実験ではサンドパッチング法により、きめ深さを測定した。

2.3 防水層性能確認試験

本実験で実施した防水層性能確認試験と基準値の一覧表を表-2 に示す。各試験結果より、各素地調整方法から得られた表面粗さとの関係を整理することにした。

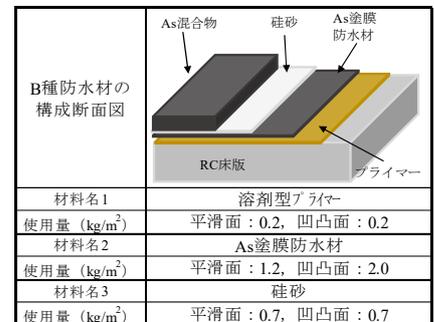


図-1 B種防水材の構成

表-1 素地調整方法と機械設定

| 工法名 | 略称 | 設定, 使用刃 | |
|------------------------|--------|------------|-----------------------|
| ウォーター ジェット工法 | WJ(小) | 水圧 | 150 MPa |
| | WJ(中) | 水圧 | 200 MPa |
| | WJ(大) | 水圧 | 230 MPa |
| スチール ショット ブラスト工法 | SSB(小) | 投射密度 | 50 kg/m ² |
| | SSB(中) | 投射密度 | 100 kg/m ² |
| | SSB(大) | 投射密度 | 150 kg/m ² |
| ダイヤモンド 小型研削機 | 研削 | ダイヤモンドプレート | |
| 薄層 切削機 | 薄層切削 | 専用平ビット | |

表-2 防水層性能確認試験の基準

| 試験名 | 基準値 | |
|------------------------------|------------|--------------------------------|
| 防水性試験 II ※ | 漏水がないこと | |
| 引張接着試験 ※ | 強度 | 1.2N/mm ² 以上(-10°C) |
| | | 0.6N/mm ² 以上(23°C) |
| せん断試験 (EU式) ³⁾ | 強度 | 0.8N/mm ² 以上(-10°C) |
| | | 0.15N/mm ² 以上(23°C) |
| | 変位量 | 0.5mm以上(-10°C) |
| | | 1.0mm以上(23°C) |
| 水浸引張 接着試験 ※ | 強度 | 水浸前の50%以上 (23°C) |
| 局部変形性 試験 ※ | 透水量0.1ml以下 | |

※：道路橋床版防水便覧⁴⁾

キーワード 素地調整, 床版防水層, ウォータージェット工法, スチールショットブラスト工法, 研削機

連絡先 〒541-0054 大阪市中央区南本町4丁目5番7号東亜ビル内 TEL: 06-6244-6048

表-3 防水層性能確認試験結果一覧表

| 床版面状態 | 平滑面 | | | | | | | | | 切削面 | | | | | | | | | | 基準値 | | | |
|---------------------------------|--------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|------|------|------|------|---------|---------|---------|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|--------|-------|--------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | | 20 | | |
| 工区 | 素地調整なし | W J (大) | W J (中) | W J (小) | S S B (大) | S S B (中) | S S B (小) | 研削 | 薄層切削 | 研削 | 薄層切削 | W J (大) | W J (中) | W J (小) | S S B (大) | S S B (大) + 薄層切削 | S S B (大) | S S B (中) | S S B (小) | 素地調整なし | | | |
| 素地調整方法 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| As塗膜防水材塗布量 (kg/m ²) | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 1.2 | 1.2 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | | | |
| きめ深さ (mm) | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 0.2 | 0.2 | 0.0 | 0.2 | 0.5 | 0.4 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 0.7 | 0.9 | 1.9 | 1.9 | 1.8 | 1.8 | | | |
| 防水性試験Ⅱ (漏水無:○, 漏水有:△, ×) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | × | ○ | ○ | ○ | × | × | ○ | △ | △ | △ | 漏水無 | | |
| 引張接着強度 N/mm ² | -10℃ | 3.3 | 3.8 | 3.7 | 3.9 | 3.2 | 3.5 | 3.8 | 3.6 | 2.1 | 2.3 | 2.3 | 2.8 | 2.8 | 2.7 | 3.0 | 2.2 | 2.5 | 2.4 | 2.5 | 1.7 | 1.2以上 | |
| | 23℃ | 1.0 | 1.1 | 1.1 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.9 | 1.1 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.1 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.1 | 1.1 | 1.0 | 1.0 | 0.6以上 | | |
| せん断接着強度 N/mm ² | -10℃ | 3.03 | 3.57 | 3.06 | 3.53 | 3.16 | 2.88 | 2.93 | 3.55 | 2.99 | 3.21 | 3.60 | 3.38 | 3.03 | 2.60 | 2.81 | 2.60 | 3.37 | 3.04 | 2.81 | 2.68 | 0.8以上 | |
| | 23℃ | 0.44 | 0.37 | 0.48 | 0.47 | 0.53 | 0.41 | 0.40 | 0.39 | 0.45 | 0.42 | 0.54 | 0.53 | 0.44 | 0.38 | 0.39 | 0.42 | 0.39 | 0.34 | 0.42 | 0.36 | 0.15以上 | |
| せん断試験変位量 mm | -10℃ | 1.7 | 1.7 | 1.8 | 1.7 | 1.4 | 1.9 | 1.7 | 1.8 | 1.7 | 1.6 | 1.5 | 1.7 | 1.8 | 2 | 1.8 | 1.6 | 1.6 | 1.7 | 1.8 | 1.6 | 0.5以上 | |
| | 23℃ | 5.7 | 2.1 | 5.4 | 4.8 | 2.7 | 4.4 | 4.5 | 6.0 | 3.5 | 4.5 | 3.7 | 3.3 | 3.6 | 4.7 | 4.3 | 4.5 | 2.6 | 5.5 | 3.5 | 3.9 | 1.0以上 | |
| 水浸引張接着試験 N/mm ² | 23℃ | 1.1 | 1.3 | 1.3 | 1.2 | 1.3 | 1.1 | 1.3 | 1.2 | 1.0 | 1.1 | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.1 | 1.2 | 0.9 | 1.2 | 1.2 | 1.1 | 0.9 | | |
| | % | 23℃ | 110 | 118 | 118 | 120 | 130 | 110 | 144 | 109 | 100 | 110 | 110 | 109 | 130 | 110 | 120 | 90 | 109 | 109 | 110 | 90 | 50以上 |
| 局部変形性試験 ml | | 0.2 | -0.2 | -0.1 | 0.1 | 0.1 | -0.1 | 0.0 | -0.1 | -1.5 | 0.0 | - | -0.1 | -0.5 | 0.3 | -1.0 | 0.8 | 0.5 | 0.8 | -0.1 | - | 0.1以下 | |

■箇所は基準を満足していない箇所を示す。

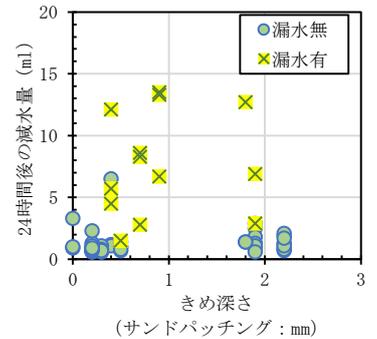


図-2 きめ深さと防水性試験Ⅱの関係

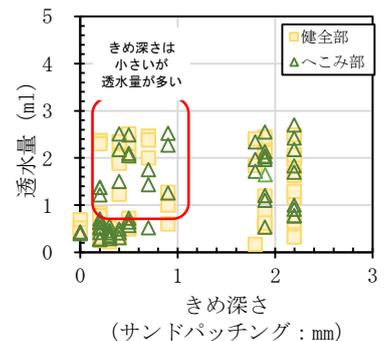


図-3 きめ深さと局部変形性試験の関係

3. 実験結果

防水層性能確認試験結果の一覧を表-3に示す。表中には、防水材塗布量とサンドパッチング法におけるきめ深さの結果を併記している。試験結果より、引張接着試験、せん断試験、水浸引張接着試験について、すべての工区で基準値を満足した。これは、本実験で作製した模擬床版の強度が高い(切削時の圧縮強度 36.9N/mm²)ことで、切削時に脆弱部がそれほど発生しなかったためと推察している。一方、防水性試験Ⅱと局部変形性試験では切削面の大部分と平滑面の一部において基準値を満足しなかった。

4. きめ深さと防水層の性能との関係

きめ深さと防水性試験Ⅱにおける24時間経過後の減水量との関係を図-2に示す。24時間減水量に着目すると、きめ深さが比較的小さくても漏水の発生が認められた。

局部変形性試験は切削面における透水量が大きく、7日間測定することが困難な箇所が存在した。それらの計測結果については、1日透水量の結果を用いて7日透水量を算出した。きめ深さと局部変形性試験における透水量との関係を図-3に示す。図中には、健全部とへこみ部(Φ11.3mmの突起を3箇所にも有する鋼製へこみ試験治具を各種防水層上に24時間静置して得られる凹部)の両方の透水量をプロットしている。試験結果より、きめ深さが小さくても透水量が多い工区があり、防水性試験Ⅱの結果と同様の傾向を示した。切削面では、きめ深さが大きいほど、防水層膜厚を確保することが困難であり、本実験ではAs塗膜防水材塗布量を増加させることで対応したが、床版面のきめ深さの程度により防水層膜厚にばらつきが生じ、防水層の性能へ影響を与えたものと考えている。

5. 今後の予定

実験結果より、切削の有無や素地調整により形成された床版の表面粗さが、防水層の性能へ影響を与えている可能性が示唆される結果となった。今後も、引き続き検討を実施し、コンクリート床版上の素地調整方法や表面粗さの管理方法について確立したいと考えている。

参考文献

- 1) (公社)日本道路協会: 道路橋示方書・同解説I, 2017.11
- 2) 宮永ほか: 保全における床版防水の課題と措置, 第七回道路橋床版シンポジウム論文報告集, 2012.
- 3) 小瀬ほか: 「既設RC床版を対象とした床版防水マニュアル」改訂の概要, 防水ジャーナル, No.583, 2020.6
- 4) (公社)日本道路協会: 道路橋床版防水便覧, 2007