

論文

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

神下 竜三^{*1}， 小瀬 詠理^{*2}， 青木 康素^{*3}， 立花 徳啓^{*4}， 崎谷 淨^{*5}

Experimental Study on the Effect of the Concrete Slab Surface Treatment on the Performance of the Waterproofing Layer

Ryuzou KAMISHITA^{*1}, Eri KOSE^{*2}, Yasumoto AOKI^{*3}, Norihiro TACHIBANA^{*4} and Kiyoshi SAKIYA^{*5}

要旨：既設の道路橋コンクリート床版では，舗装切削後に床版上面に凹凸が発生することが現場で確認されている．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，性能を発揮させるために適切な素地調整を実施する必要がある．本研究では，実施工現場で使用が想定される各種素地調整機械を用いて，コンクリート床版表面の素地調整を実施し，素地調整により得られた床版面状態が，防水層の性能に与える影響について実験的検討を実施した．その結果，素地調整により得られた床版面状態が防水層の性能に影響を与えていることを確認した．

キーワード：床版防水，素地調整，コンクリート床版，表面粗さ，床版切削

1. はじめに

湿潤状態のコンクリート床版は，乾燥状態に比べて疲労耐久性が著しく低下することが知られている¹⁾．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²⁾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³⁾．

阪神高速道路における舗装補修時の床版防水の現状を整理すると，建設時のコンクリート床版の不陸等の影響で，舗装撤去時に舗装切削機によって既設コンクリート床版を部分的に切削する事例があることが明らかとなっている⁴⁾．コンクリート床版を切削すると，床版厚が薄くなり疲労耐久性が低下することに加えて，コンクリート表面に脆弱部と微細なマイクロクラックが発生する．これらは防水層用接着剤の付着性を低下させる要因となるため，防水層の設置時には素地調整を行い，これらの劣化部を取り除く，もしくはそれらの影響を小さくし，防水層に求められる性能を適切に発揮させる必要がある．

本検討は，防水層施工前の素地調整方法を確立することを目的として，コンクリート床版の素地調整方法が床版防水層の性能に与える影響について実験的検討を実施した．

2. 実験の概要

2.1 使用材料

本実験で使用した材料の一覧を表-1に示す．

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，粗骨材最大寸法25 mmの普通コンクリート(27-8-25-N)とし，版の大きさは，幅6m，延長34m，厚さは道路橋示方書・同解説⁵⁾に示す最小厚160mmを参考に，本実験で使用する模擬床版が無筋であることを考慮して200mmとした．模擬床版は，湿潤養生を実施した後に，舗装切削機を用いて床版表面を切削処理した．

表-1 使用材料一覧

| 材料種類 | 詳細 |
|-----------|--|
| 模擬床版 | 配合：27-8-25-N 幅：6m，延長：34m，厚さ：200mm |
| 床版防水材料 | A種 微細なひび割れや脆弱部，不陸等が生じている床版上において所定の性能を発揮する防水材料 |
| | B種 床版の脆弱部や不陸，ひび割れ等がないもしくは軽微な状態の床版上において，所定の性能を発揮する防水材料 |
| アスファルト混合物 | 配合：改質Ⅱ型使用密粒度As混合物(13mmtop) 厚さ：35mm |

*1 (一財) 阪神高速先進技術研究所 調査研究部 主任研究員

*2 阪神高速道路(株) 技術部 技術推進室

*3 阪神高速道路(株) 技術部 技術推進室 課長代理

*4 (一財) 阪神高速先進技術研究所 調査研究部 研究員

*5 (一財) 阪神高速先進技術研究所 調査研究部 総括主任研究員

阪神高速道路では床版防水層として，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いて各種性能を満足するA種と，凹凸面を想定していないB種が規定されている⁹⁾が，本検討では素地調整の実施により，防水層の性能が向上することを確認するため，凹凸面を想定していないB種防水材料を中心に実験を行った．各防水材料の構成を図-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アスファルト塗膜防水層の膜厚（以下，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目的で塗布量を増加させている．なお，デジタル式膜厚計を用いて，舗設をしていない局部変形性試験用供試体の採取箇所から3点/工区の頻度で膜厚を測定した．

使用するアスファルト混合物は，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アスファルト混合物とした．

2.2 素地調整方法

本実験で使用する素地調整機械の一覧表を表-2に示す．過切削で問題となるマイクロクラックを完全に除去するためには，ウォータージェット（以下，WJ）工法による処理が必要である．スチールショットブラスト（以下，SSB）工法は，コンクリート床版表面の脆弱部を除去する．ダイヤモンド小型研削機（以下，研削機）は，平滑面の異物を除去する作業には有効である．薄層切削機はmm単位で平滑に切削することが可能であるが，切削深さが大きいほど，施工速度が低下する．

本実験では，表-3に示す素地調整水準を設定した．各水準の施工範囲は連続して素地調整作業が可能な範囲として，幅1m×奥行6mとした．

2.3 表面粗さの測定方法

床版面の表面粗さが防水層の性能に与える影響を定量的に評価するために，本実験では素地調整後の表面粗さを表-4に示す方法で測定した．サンドパッチング法とCTメータ法は舗装調査・試験法便覧⁷⁾（以下，試験法便覧）に記載の方法である．

| 項目 | A種防水材料 | B種防水材料 |
|--------------------------|----------------------|--------------------|
| 構成断面図 | | |
| 材料名1 | 浸透型防水材料 | 溶剤型プライマー |
| 使用量 (kg/m ²) | 平滑面：0.5 凹凸面：0.5 | 平滑面：0.2 凹凸面：0.2 |
| 材料名2 | 珪砂 | As塗膜防水材料 |
| 使用量 (kg/m ²) | 平滑面：0.25 凹凸面：0.25 | 平滑面：1.2 凹凸面：2.0 |
| 材料名3 | As塗膜防水材料 | 珪砂 |
| 使用量 (kg/m ²) | 平滑面：1.2 凹凸面：2.0 | 平滑面：0.7 凹凸面：0.7 |
| 材料名4 | 珪砂 | - |
| 使用量 (kg/m ²) | 平滑面：1.0 凹凸面：1.0 | - |

図-1 防水材料の構成

表-2 素地調整機械一覧

| 各工法 | 機械外観 | 工法概要 |
|------------------------|------|--|
| ウォータージェット工法 (WJ工法) | | <ul style="list-style-type: none"> 超高压水による処理で水圧の調整により，施工能力が調整可能，作業時に汚水が発生 過切削によるマイクロクラックの除去が可能 |
| スチールショットブラスト工法 (SSB工法) | | <ul style="list-style-type: none"> 超高速で鉄球を撃ちつけて処理し，投射密度により，施工能力の調整が可能 鉄球と研掃屑を吸引・回収し清掃する |
| ダイヤモンド小型研削機 (研削機) | | <ul style="list-style-type: none"> ダイヤモンドブレードの回転による処理で，研削後に清掃作業は別途必要 施工後は表面が平滑化する |
| 薄層切削機 | | <ul style="list-style-type: none"> 平ビットによる薄層切削処理でmm単位で切削が可能，切削後同時吸引のため清掃が容易 施工後は表面が平滑化する |

表-3 素地調整水準

| 床版面状態 | 平滑面 | | | | | | | | | | | | 切削面 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|----------|--------------------|--------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------|------------------|--------|------------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|--------------|--------|------------------|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | | |
| 素地調整方法 | 1 段階目 | S S B (中) | 研 削 | 処 理 なし | 処 理 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) | S S B (大) | S S B (中) | S S B (小) | 処 理 なし | 処 理 なし | 研 削 | 薄 層 切 削 | W J (中) | S S B (大) | S S B (大) | S S B (中) | |
| 2 段階目 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 研 削 | 薄 層 切 削 | | | | | | | | | 研 削 | 薄 層 切 削 | | |
| 防水材料種類 | A | A | A | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | A | A | A | A | A | A | A | |

表-4 表面粗さ測定方法

| 測定名 | 測定例 | 方法 |
|------------------------------|---|--|
| 舗装路面のきめ深さ測定方法 |  | 舗装調査・試験法便覧S022-1 サンドパッチング法 |
| 型取りゲージによる最大凹凸量測定方法 |  | 図-2に示すような型取りゲージを用いた方法による ³⁾ |
| 回転式きめ深さ測定装置を用いた舗装路面のきめ深さ測定方法 |  | 舗装調査・試験法便覧S022-3T CTメータ法 |

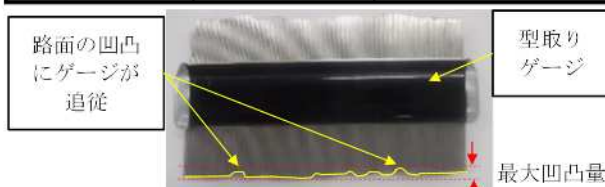


図-2 型取りゲージによる最大凹凸量の測定例

表-5 防水層性能確認試験項目

| 性能確認項目 | 試験名 | 試験方法 |
|-------------|-------------|-------------------------|
| 舗設直後の防水性 | 防水性試験Ⅱ | 防水便覧* |
| 引張接着性 | 引張接着試験 | 防水便覧* |
| せん断接着性 | せん断試験 (EU式) | 床版防水マニュアル ⁶⁾ |
| 水浸時の引張接着性 | 水浸引張接着試験 | 防水便覧* |
| 局部変形に対する耐久性 | 局部変形性試験 | 防水便覧* |

*：道路橋床版防水便覧⁹⁾

表-6 防水層性能確認試験の基準値

| 試験名 | 基準値 | 通常の性能確認試験を実施する際の下地の状態 | |
|-------------|--|-----------------------|-----|
| | | A種 | B種 |
| 防水性試験Ⅱ | 漏水がないこと | 凹凸面 | 平滑面 |
| 引張接着試験 | 強度 1.2N/mm ² 以上(-10°C) 0.6N/mm ² 以上(23°C) | 平滑, 凹凸面 | 平滑面 |
| せん断試験 (EU式) | 強度 0.8N/mm ² 以上(-10°C) 0.15N/mm ² 以上(23°C) | 平滑, 凹凸面 | 平滑面 |
| | 変位量 0.5mm以上(-10°C) 1.0mm以上(23°C) | 平滑, 凹凸面 | 平滑面 |
| 水浸引張接着試験 | 強度 水浸前の50%以上 (23°C) | 平滑面 | 平滑面 |
| 局部変形性試験 | 透水量0.1ml以下 | 平滑面 | 平滑面 |

CTメータ法については，AからHまでの分割した区間ごとのプロファイル深さから平均プロファイル深さ (MPD) を算出することの他に，レーザーセンサから得られた変位より標準偏差を算出し，表面粗さの評価を行った。型取りゲージによる方法は，図-2に示すように凹凸面にゲージを押しあてた際の最大凹凸量 (単位：mm) を測定し，評価した。

表-7 素地調整機械の機械条件と施工能力

| 素地調整方法 | 設定，使用刃 | | 施工能力 (m ² /分) |
|--------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|
| WJ(小) | 水圧 | 150 MPa | 1.6 |
| WJ(中) | 水圧 | 200 MPa | 1.6 |
| WJ(大) | 水圧 | 230 MPa | 1.6 |
| SSB(小) | 投射密度 | 50 kg/m ² | 7.1 |
| SSB(中) | 投射密度 | 100 kg/m ² | 3.4 |
| SSB(大) | 投射密度 | 150 kg/m ² | 2.3 |
| 研削 | ダイヤモンドプレート ⁷⁾ | | 0.5 |
| 薄層切削 | 専用平ビット | | 0.4 |

2.4 防水層性能確認試験

素地調整が防水層の性能に与える影響を評価するために，各種性能確認試験を実施した。防水層性能確認試験用供試体は，室内試験で作製された供試体と同様に評価できるよう，ダンプトラックやアスファルトフィニッシャが防水層上を通過していない箇所から切り出した。

本実験で実施した性能確認試験項目を表-5に，基準値の一覧表を表-6に示す。各試験結果より基準値を満足する素地調整方法と凹凸量との関係を整理することにした。

3. 実験結果

3.1 素地調整実施結果

本実験で使用した素地調整機械の機械条件と素地調整を実施した際の施工能力を表-7に示す。SSB工法は，文献³⁾を参考に，阪神高速道路での施工を想定した投射密度100kg/m²を(中)とし，(中)に対して機械条件を変更した3条件を設定した。WJ工法については，アスファルト塗膜防水層の除去を想定した水圧200MPaを(中)とし，(中)に対して機械条件を変更した3条件を設定した。施工能力を測定した結果，WJ工法は水圧による調整のため，施工能力が一定であるのに対し，SSB工法は機械の進行速度等によって投射密度を調整するため，投射密度に応じて施工能力が異なる。本実験の条件では薄層切削機や研削機は施工能力が小さい結果となった。

各工区の表面粗さを測定した結果を図-3に示す。過去にJISコンクリート平板を切削した際のきめ深さは2.11mmであった⁴⁾。本実験における切削面で処理なしの水準 (23工区，24工区) のきめ深さは約1.8mmであったことから，概ね過去の検討結果と同程度の表面粗さを再現できたと考えている。切削時におけるマイクロクラックの発生，および素地調整の効果について，SEM画像やEPMA試験より分析し，定量的に評価する予定である。

また，切削面に発生した凹凸を低減する効果については，WJ工法とSSB工法では認められず，薄層切削機や研削機による作業が必要となる結果であった。

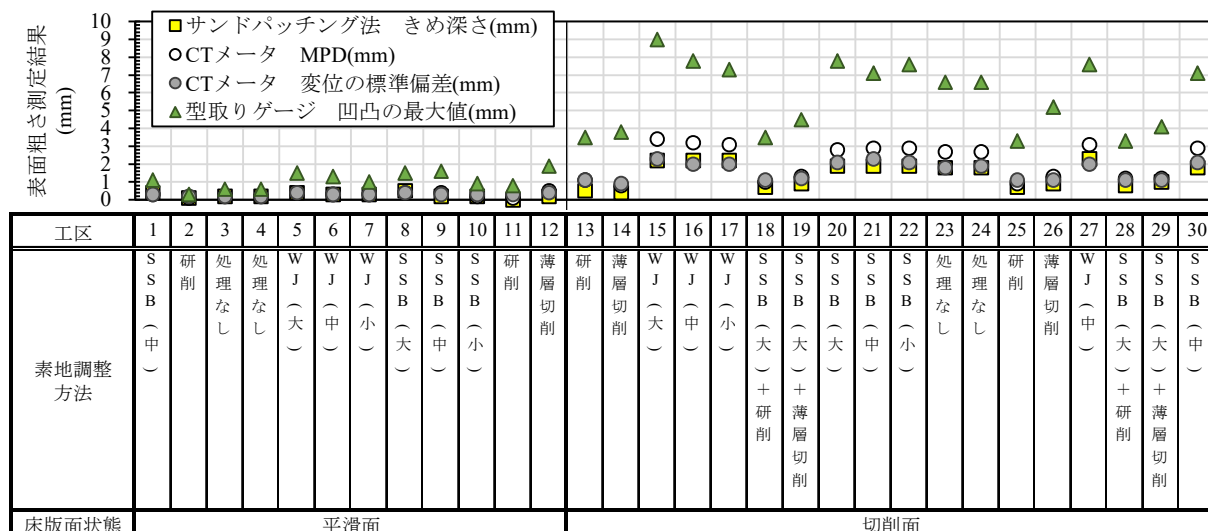


図-3 素地調整方法別の表面粗さ測定結果

次に，本実験で実施した表面粗さ測定結果間の相関関係を図-4に示す．表面粗さ測定結果間のR²値はすべて0.9を超えており，相関関係が認められる結果となった．本実験では，一般的に実施されているサンドパッチング法，CTメータ法に加えて，簡易的な方法である型取りゲージによる方法を実施したが，簡易的な方法においても，一般的な測定方法で得られた表面粗さと高い相関関係が認められたことから，床版の表面粗さを現地で管理する方法として適用できる可能性があると考えられる．

3.2 アスファルト塗膜防水材の膜厚測定結果

きめ深さと膜厚との関係を図-5に示す．きめ深さが大きいほど，膜厚も大きくなる傾向を示した．

きめ深さが大きい工区では，膜厚を確保するために，塗布量を増加させていること，切削によって生じる凹凸の凹部では膜厚が大きく，凸部では膜厚が小さくなるものが影響しているものと考えられ，きめ深さが大きくなると凹凸の程度が大きくなり，膜厚もばらついたものと考えられる．

3.3 防水層性能確認試験結果

防水層性能確認試験結果の一覧を表-8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．きめ深さと各防水層性能確認試験との関係性について検討した．

(1) 防水性試験Ⅱ

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-6に示す．防水材種類に着目すると，A種防水ではきめ深さ0.75～0.9mmを示した一部の工区において，24時間経過後の減水量が多い結果であった．それに対してB種防水は，きめ深さの大小に関係なく，24時間経過後の減水量が多い工区が認められた．漏水が認められた工区の数もA種防水よりB種防水を用いた工区の方が多い．

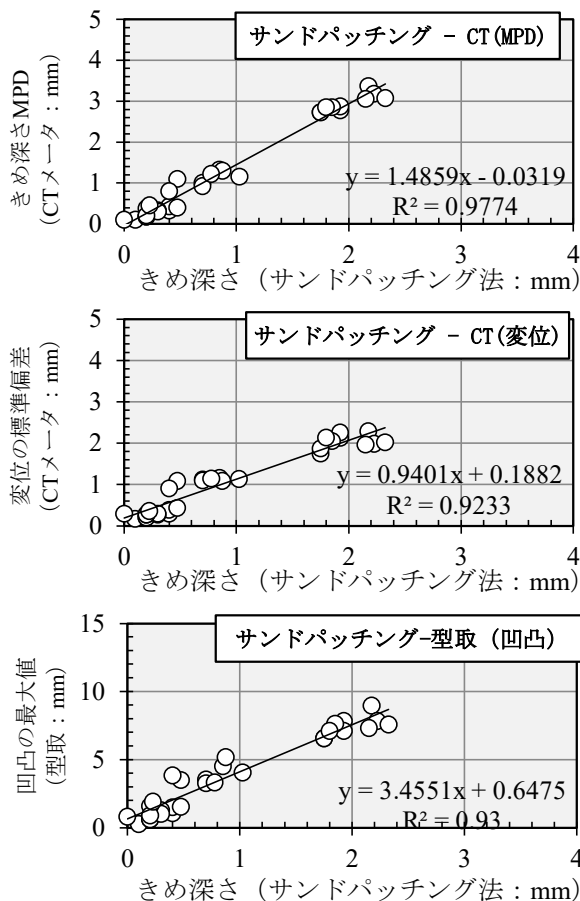


図-4 表面粗さ測定結果の相関関係

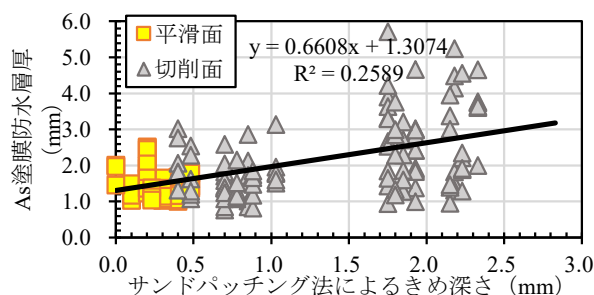


図-5 きめ深さとAs塗膜防水膜厚の関係

表-8 防水層性能確認試験結果一覧

| 床版面状態 | 平滑面 | | | | | | | | | | | 切削面 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 基準 | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------|-----|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|------|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | | 30 | | | | | | |
| 工区 | S | S | 研 | 処 | W | W | S | S | S | S | 研 | 研 | 研 | 研 | W | W | W | S | S | S | S | 処 | 処 | 研 | 研 | 研 | 研 | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S |
| 素地調整方法 | (中) | (中) | なし | なし | (大) | (中) | (小) | (大) | (中) | (小) | (小) | (小) | (小) | (小) | (大) | (中) | (小) | (大) | (大) | (大) | (中) | (小) | なし | なし | (中) | (中) | (中) | (大) | (大) | (大) | (大) | (大) | (大) | (大) | (中) | (中) | |
| 防水材種類 | A | A | A | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | |
| きめ深さ (サンドパッチング) | 0.4 | 0.1 | 0.2 | 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 | 1.8 | 0.7 | 0.9 | 2.3 | 0.8 | 0.8 | 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℃ | | 1.9 | 2.9 | 1.7 | 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 | 2.2 | 2.5 | 2.0 | 2.1 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 1.2以上 | | |
| | N/mm ² | | 23℃ | | 0.8 | 0.9 | 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 | 1.0 | 1.1 | 1.0 | 1.1 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.6以上 | | |
| せん断接着強度 | N/mm ² | | -10℃ | | 2.16 | 2.87 | 2.76 | 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 | 3.11 | 3.39 | 2.54 | 2.20 | 1.78 | 2.03 | 2.30 | 0.8以上 | | |
| | N/mm ² | | 23℃ | | 0.39 | 0.35 | 0.41 | 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 | 0.37 | 0.53 | 0.46 | 0.27 | 0.35 | 0.35 | 0.31 | 0.15以上 | | |
| せん断試験変位量 | mm | | -10℃ | | 1.3 | 1.5 | 1.1 | 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 | 1.7 | 1.6 | 1.4 | 1.8 | 1 | 1.2 | 1.7 | 0.5以上 | | |
| | mm | | 23℃ | | 5.4 | 4.4 | 2.8 | 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 | 3.1 | 1.3 | 1.7 | 5.1 | 2.8 | 4.3 | 3.7 | 1.0以上 | | |
| 水浸引張接着試験 | N/mm ² | | 23℃ | | 0.7 | 1.0 | 1.1 | 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 | 1.2 | 1.4 | 1.4 | 1.5 | 1.4 | 1.4 | 1.3 | | | |
| | % | | 23℃ | | 100 | 125 | 122 | 110 | 118 | 118 | 120 | 130 | 110 | 144 | 109 | 100 | 110 | 110 | 109 | 130 | 110 | 120 | 90 | 109 | 109 | 110 | 90 | 120 | 127 | 140 | 136 | 140 | 140 | 130 | | 50以上 | |
| 局部変形性試験 | ml | | | | 0.2 | -0.1 | 0.2 | 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 | 0.0 | -0.3 | 0.0 | -0.3 | -0.3 | -0.6 | 0.1以下 | | |

■箇所は基準を満足していない箇所を示す。※防水性試験Ⅱはn=3で実施し、すべて漏水した場合は×を、1個もしくは2個漏水した場合は△とした。

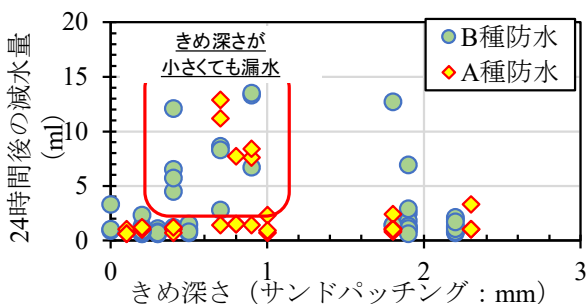


図-6 きめ深さと防水性試験Ⅱの減水量の関係

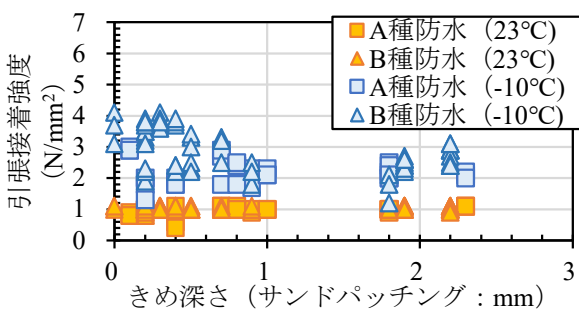


図-7 きめ深さと引張接着強度の関係

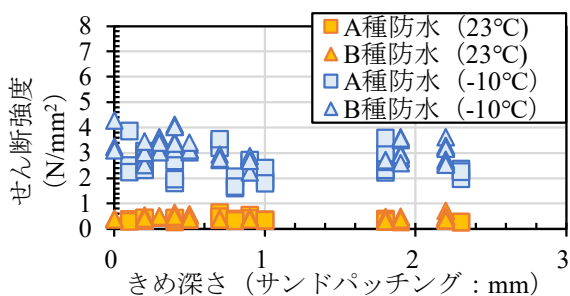


図-8 きめ深さとせん断強度の関係

(2) 引張接着試験

きめ深さと引張接着強度との関係を図-7に示す。各試験温度で引張接着強度は基準値を満足した。試験温度23℃における結果は、アスファルト混合物層での破壊が多く、きめ深さや防水材種類に関係なく、引張接着強度は1.0N/mm²程度であった。試験温度-10℃における結果は、防水層およびコンクリート界面での破壊が多く、きめ深さとともに引張接着強度が低下する傾向を示した。

(3) せん断試験 (EU式)

きめ深さとせん断強度の関係を図-8に示す。各試験温度でせん断強度は基準値を満足した。試験温度23℃における結果は、アスファルト混合物層、防水層の界面での破壊が多く、きめ深さとの関係性は認められなかった。試験温度-10℃における結果は、きめ深さとともにせん断強度が低下する傾向を示した。

(4) 水浸引張接着試験

きめ深さと水浸引張接着強度の関係を図-9に示す。防水材の種類やきめ深さに関係なく、基準値である水浸前の引張接着強度の50%以上を満足した。破壊形態は、平滑面ではアスファルト混合物層での破壊が多く、切削面では防水層およびコンクリート界面での破壊が多い。

(5) 局部変形性試験

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-10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

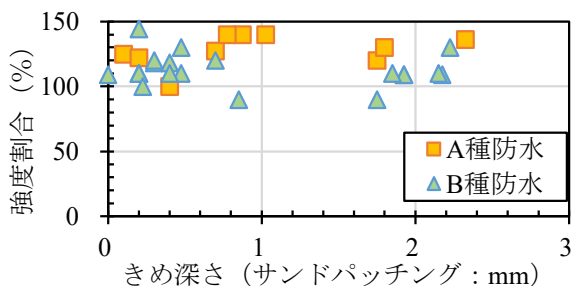


図-9 きめ深さと水浸引張接着強度割合の関係

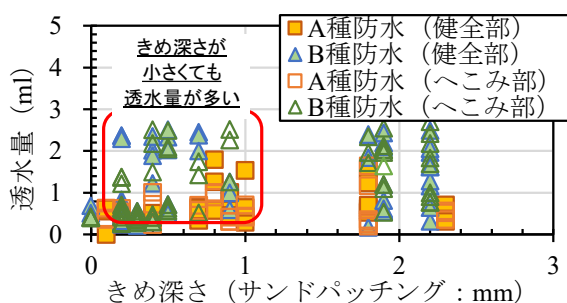


図-10 きめ深さと局部変形性試験透水量の関係

て得られる凹部)の透水量をプロットしている。

試験結果より，A種防水に対して，B種防水は，きめ深さの大小に関わらず，透水量が多い工区が存在し，防水性試験Ⅱと同様の傾向を示した。

4. 考察

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は，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/mm^2)ことで，切削時に脆弱部がそれほど発生しなかったため，きめ深さとの関係が得られなかったものと推察している。

一方，防水性試験Ⅱと局部変形性試験では一部の工区において基準値を満足しなかった。切削面では，きめ深さが大きいほど，膜厚を確保することが困難であり，本実験ではアスファルト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膜厚にばらつきが生じ，防水層の性能に影響を与えたものと考えている。切削面のきめ深さが小さい工区で漏水が発生した要因として，切削時に発生したマイクロクラックを素地調整によって完全に除去できなかったことが防水層の性能に影響を与えた可能性がある。

5. まとめ

検討結果をまとめると以下のとおりである。

- 1) WJ工法やSSB工法では，切削面に発生した凹凸を低減する効果は認められなかったが，研削機や薄層切削機には，凹凸の低減効果が認められた。
- 2) 種々の表面粗さ測定方法を実施したところ，測定

方法間で高い相関性が認められた。

- 3) 引張接着試験，せん断試験，水浸引張接着試験については，素地調整方法に関係なく，すべての工区で基準値を満足した。本実験で作製した模擬床版の強度が高いことにより，切削時に脆弱部が想定よりも発生しなかったことが結果に影響したと考えられる。今後，実路での試験施工により，脆弱部が接着強度に与える影響を確認したい。
- 4) 防水性試験Ⅱと局部変形性試験については，一部の工区において基準値を満足しなかった。床版面のきめ深さの程度により膜厚にばらつきが生じたこと，切削時に発生したマイクロクラックを素地調整によって，完全に除去できなかったことが要因と考えている。

本検討により，コンクリート床版上の素地調整方法が防水層の性能に与える影響に関する知見を得ることができた。今後も検討を継続し，コンクリート床版上の素地調整方法や管理方法等の確立を図りたいと考えている。

参考文献

- 1) 松井繁之:移動荷重を受ける道路橋 RC 床版の疲労強度と水の影響について，第9回コンクリート工学年次論文報告集，pp.627-632，1987。
- 2) (公社)日本道路協会:道路橋示方書・同解説 I共通編，pp.189，2017.11
- 3) 宮永憲一，松井隆行，後藤昭彦，青木圭一: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，pp.237-242，2012。
- 4) 谷口惺，篠田隆作，小坂崇:塗膜系(アスファルト加熱型)床版防水の性能評価に関する検討，第九回道路橋床版シンポジウム論文報告集，pp.13-18，2016。
- 5) (公社)日本道路協会:道路橋示方書・同解説 IIIコンクリート橋・コンクリート部材編，pp.227，2017.11
- 6) 小瀬詠理，青木康素，松下麗菜:「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，pp.70-76，2020.6
- 7) (公社)日本道路協会:舗装調査・試験法便覧(第1分冊)，pp.130-146，2019
- 8) (公社)日本道路協会:道路橋床版防水便覧，pp.111-149，2007