

切削アスファルト残存層を活用した橋面防水中間層の構築に関する基礎的研究

環境社会基盤工学専攻 交通工学研究室 柳井 貴裕

1. はじめに

道路橋の橋面舗装と床版コンクリートの境界面には、コンクリート床版の損傷や劣化を防ぐために床版防水層が設けられている。床版防水層の型式には、シート系床版防水、塗膜系床版防水などがある。近年では高性能床版防水が開発され、設計耐用年数が 30 年と非常に長期間の供用に対応できるようになっている。これに対して、アスコン層の橋面舗装の供用年数は 5 年～15 年であり、高性能床版防水の耐用年数と比べてかなりの差がある。そのため、橋面舗装の打換え時には床版防水層が耐用年数未満であっても再施工されることになる。また、橋面舗装の打ち換えの際には重機を使ってアスコン層を剥ぎ取ることになるので、コンクリート床版の表面に多少の損傷を与えてしまう。コンクリート床版が損傷した場合は修復作業を実施するが、限られた工費、工期では完全に修復できないのが現状である。そして、損傷したまま橋面舗装を再施工し、供用し続けるとコンクリート床版の耐用年数よりも早くに劣化する恐れがある。

以上のことから、切削後に残存したアスコン層を補強して、橋面防水中間層として再利用できれば、コンクリート床版および床版防水層に損傷を与えることはないと考えた。切削後の残存層には、ヘアクラックが生じている場合が想定される。そこで、コンクリート床版と床版防水層が健全であれば、残存アスコン層にアスファルト乳剤等を散布し、防水機能を強化して、橋面防水中間層として再利用できると期待される。このようにして橋面防水中間層が構築できれば、工費削減や工期短縮に寄与するはずである。

本研究では、切削後のアスコン層を 2 cm 残存させて高濃度改質アスファルト乳剤を散布し、橋面防水中間層を構築することを考えた。橋面防水中間層の構築のために、求められる性能は防水性、接着性、耐久性を評価し、橋面防水中間層の実現性、妥当性について考察した。

2. 使用材料および配合設計

切削後のアスコン層の劣化・損傷を再現するため、供用年数 21 年の高架橋からサンプルを採取した。抽出・回収を行って骨材粒度とアスファルト量を確認した。切削後のアスコン層の概要を表-2.1 に示す。表-2.1 から、回収した切削後のアスコン層の針入度は、再生骨材の品質基準値¹⁾である 20 (1/10 mm) 以上ということが分かった。このことから、切削後のアスコン層を再利用しても問題はないと判断した。

本研究ではこれらの結果に基づいて新規にアスコンを作製し、ひび割れを再現して評価用の供試体とした。アスファルト乳剤は、通常のアスファルト乳剤より遮水性能を有する高濃度改質アスファルト乳剤を使用し、散布量は施工要領²⁾を参考にした。

表-2.1 切削後のアスコン層の概要

項目	概要
最大粒径 (mm)	密粒度 13
アスファルト量 (%)	5.1
針入度 (1/10mm)	21
軟化点 (°C)	66
ひび割れ幅 (mm)	最大 5.0

3. 透水試験

3.1 試験概要

標準気圧下での橋面防水中間層の防水性を評価するために透水試験を実施した。本研究の透水試験は、排水性舗装技術指針（案）に記載されている「付録-7 現場透水量試験方法³⁾」を参考に以下に示す手順で試験を実施した。また、ひび割れ幅はサンプルから確認した最大幅である 5.0 mm を参考に、0.5 mm から 5.0 mm の範囲で 0.5 mm ピッチで 10 種類準備した。

3.2 試験結果

透水試験の試験結果より、高濃度改質アスファルト乳剤の散布量が 1.2 l/m^2 の条件であればひび割れ幅が 3.0 mm 以下まで防水性が担保されることを確認した。このことから、ひび割れ幅が 3.0 mm 以下であれば、標準気圧下での防水中間層は構築できると判断した。

4. 加圧透水試験

4.1 試験概要

透水試験では標準気圧下での防水性しか評価できていない。そこで、長期的な防水性を評価するために加圧透水試験を実施した。試験方法は、舗装調査・試験法便覧〔第3分冊〕に記載されている「B017T アスファルト混合物の加圧透水試験⁴⁾」に準拠して試験を実施した。

4.2 試験結果

加圧透水試験の試験結果を図-1に示す。ひび割れがない供試体の透水係数より値が小さい供試体は、ひび割れ幅が 0.0 mm～1.0 mm の供試体であった。すなわち、1.0 mm 以下のひび割れであれば高濃度改質アスファルト乳剤を散布することでひび割れが存在しても同様以上の防水性を付与できる。対して、ひび割れ幅が 1.5 mm 以上の供試体は、防水性が不足していることがから、高濃度改質アスファルト乳剤の散布量を増量する必要だと考えられる。以上のことから、コンクリート床版と既設防水層が健全であれば、ひび割れ幅が 1.0 mm 以下の場合、高濃度改質アスファルト乳剤の散布量が 1.2 l/m^2 で橋面防水中間層を構築できるものと判断した。

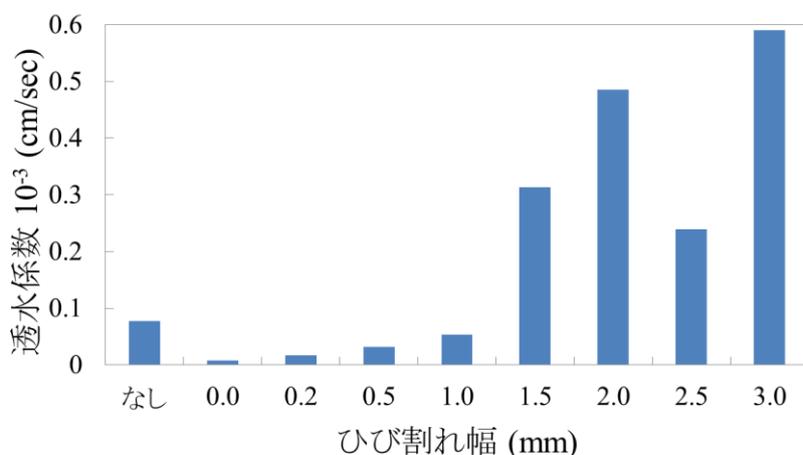


図-1 加圧透水試験結果

5. 建研式引張接着試験

5.1 試験概要

橋面防水中間層における層間同士の接着性を評価するために建研式引張接着試験を実施した。試験は、道路橋床版防水便覧に記載されている「引張接着試験⁵⁾」に準拠して試験を実施した。また、試験の判断基準を設けるためひび割れがない供試体と通常のタックコート用アスファルト乳剤を散布した供試体でも試験を実施し、比較した。

5.2 試験結果

全ての供試体の破壊断面は、橋面防水中間層とオーバーレイ層の境界面で形成しており、本試験の結果は有意なものと判断できる。建研式引張接着試験の試験結果を図-2に示す。使用乳剤が高濃度改質アスファルト乳剤の場合、ひび割れの有無で引張接着強度の値に差異は認められなかった。また、通常のタックコート用アスファルト乳剤と高濃度改質アスファルト乳剤でも引張接着強度の値に有意な差は無いと判断した。以上のことから、高濃度改質アスファルト乳剤の散布量が 1.2 l/m^2 でひび割れ幅が 3.0 mm 以下であれば、橋面防水中間層とオーバーレイ層との接着性は担保されるものと判断した。



写真-1 (a) 治具側の破壊断面

写真-1 (b) 供試体側の破壊断面

写真-1 試験後の破壊断面

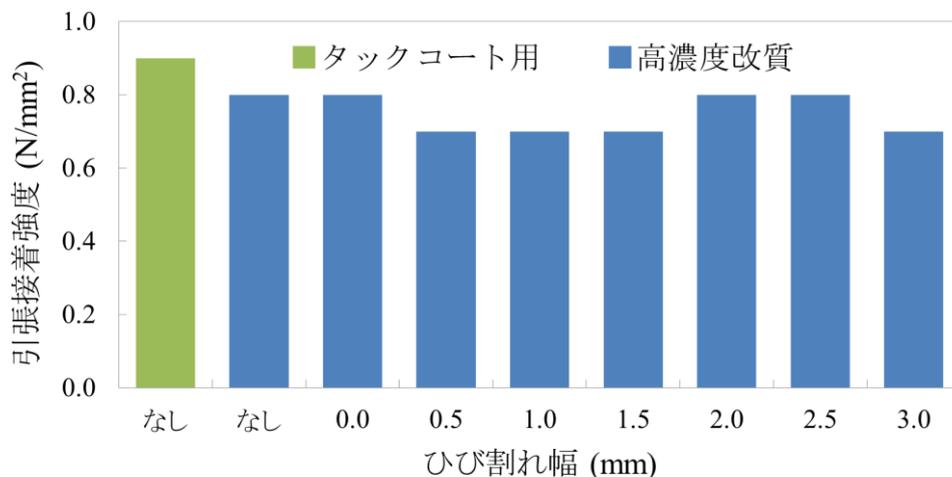


図-2 建研式引張接着試験結果

6. 小型供試体による曲げ試験

6.1 試験概要

橋面防水中間層における耐久性を評価するために小型供試体による曲げ試験を実施した。試験方法は、土木研究所の新田らが提案した小型供試体による曲げ試験⁶⁾を参考に支点間長を80 mm、載荷速度を0.2 mm/minとして、舗装調査・試験法便覧〔第3分冊〕に記載されている「B005 曲げ試験⁷⁾」に準拠して試験を実施した。供試体は、密粒アスコンで作製した小型供試体で、試験温度は-10℃とし、乳剤を散布していない供試体、タックコート用アスファルト乳剤を散布した供試体、高濃度改質アスファルト乳剤を散布した供試体の3種類とした。また、供試体の表面が粗面である場合の耐久性も評価した。供試体は、密粒ギャップアスコンで作製した小型供試体で、試験温度は-10℃、0℃、10℃の3条件とした。種類は、加熱促進劣化させた供試体、劣化後に高濃度改質アスファルト乳剤を散布した供試体の2種類とした。

6.2 試験結果

密粒アスコンで作製した小型供試体による曲げ試験の試験結果を図-3に示す。図-3から破壊時曲げ強度は乳剤が含浸することで低下することが確認できた。対して、破壊時ひずみは高濃度改質アスファルト乳剤を散布した供試体が大きい値であることから、変形追従性が高いことが確認できた。このことから、高濃度改質アスファルト乳剤を散布すること切削残存層を補強していると判断した。

次に密度ギャップアスコンで作製した小型供試体による曲げ試験結果を図-4に示す。図-4から供試体の表面が粗面でも破壊時曲げ強度は乳剤が含浸することで低下することが確認できた。対して、破壊時ひずみは全ての温度条件で加熱促進劣化を実施した後に高濃度改質アスファルト乳剤を散布していない供試体より散布した供試体の方が破壊時ひずみの値が大きくなっている。このことから、高濃度改質アスファルト乳剤を散布することで変形追従性が高くなることが確認できた。以上のことから、切削後のアスコン層に高濃度改質アスファルト乳剤を散布することで、切削後のアスコン層を補強できることを確認したため、橋面防水中間層を構築できると判断した。

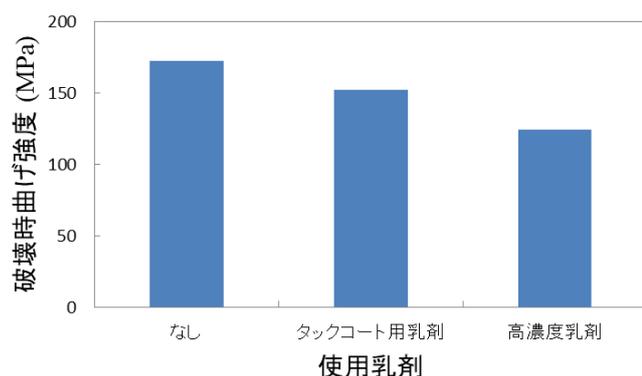


図-3 (a) 乳剤と破壊時曲げ強度の関係

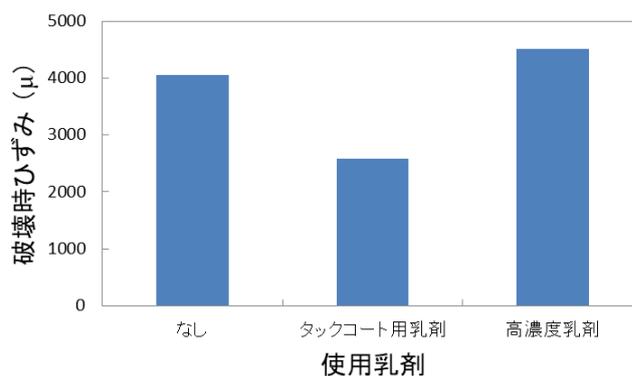


図-3 (b) 乳剤と破壊時ひずみの関係

図-3 密粒アスコンで作製した小型供試体による曲げ試験結果

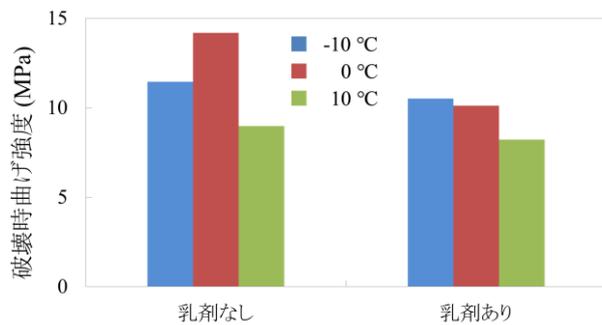


図-4 (a) 破壊時曲げ強度

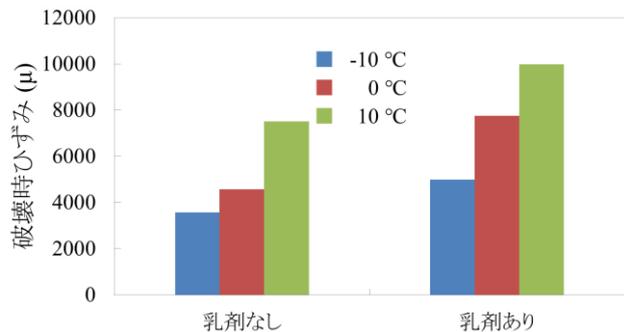


図-4 (b) 破壊時ひずみ

図-4 密粒ギャップアスコンで作製した小型供試体による曲げ試験結果

7. まとめ

本研究では、切削後のアスコン層を残存させてアスファルト乳剤を散布し、防水中間層を構築することについて検討した。橋面防水中間層を構築するにあたって、求められる性能を評価する必要がある。本研究では高濃度改質アスファルト乳剤を散布した橋面防水中間層のそれぞれの性能を評価し、適用可能性を検討した。本研究で得られた知見を以下に示す。

1. 防水性の評価より、コンクリート床版と既設床版防水層が健全であれば、高濃度改質アスファルト乳剤の散布量が 1.2 l/m^2 でひび割れ幅が 1.0 mm 以下の場合であれば防水性が担保されており、橋面防水中間層を構築できるものと判断した。
2. 層間同士の接着性の評価より、橋面防水中間層とオーバーレイ層との接着性は担保されるものと判断し、橋面防水中間層の構築ができると判断した。
3. 耐久性の評価より、切削残存層に高濃度改質アスファルト乳剤を散布して補強することで、アスコン層の耐用年数を延命することに期待できると判断し、高濃度改質アスファルト乳剤の散布量が 1.2 l/m^2 で橋面防水中間層を構築できると判断した。
4. 本研究の検討結果より、高濃度改質アスファルト乳剤の散布量を 1.2 l/m^2 とした場合、ひび割れ幅が 1.0 mm 以下であれば防水性、接着性とも問題なく、橋面防水中間層として活用できると判断した。また、小型供試体による曲げ試験で高濃度改質アスファルト乳剤を散布することでアスコン層の耐用年数が延命する可能性があることが分かった。

参考文献

- 1) 社団法人日本道路協会. アスファルトコンクリート再生骨材の品質, 舗装再生便覧, pp11-12, 2010.
- 2) 遮水型排水性舗装工法研究会: 遮水機能を付加し耐久性を控除させた遮水型排水性舗装 POSMAC, pp.1-9, 2014.
- 3) 社団法人日本道路協会: 排水性舗装技術指針 (案), pp.93-96, 1996.
- 4) 社会法人日本道路協会: 舗装調査・試験法便覧 [第3分冊], pp.153-165, 2007.
- 5) 公益社団法人日本道路協会: 道路橋床版防水便覧, pp.128-131, 2007.
- 6) 新田弘之ら: 小型供試体による曲げ試験特性と中温化混合物の評価, 土木学会第 67 回年次学術講演会, V-362, 2012.
- 7) 社会法人日本道路協会: 舗装調査・試験法便覧 [第3分冊], pp.69-74, 2007.