

平成30年度

既設床版（舗装切削面）に適用する 床版防水技術に関する基礎的試験

（国研）土木研究所 寒地土木研究所 寒地構造チーム ○山澤 文雄
角間 恒
西 弘明

道路橋の既設床版における防水層の施工では、舗装切削時に床版表面に形成される溝（切削溝）の除去不足による接着性や防水性の低下が懸念される。しかしながら、時間や費用等の制約がある補修工事において、切削溝の除去を標準的に実施するのは厳しい。

本論文では、切削溝の除去不足が防水層の性能に与える影響を明らかにするとともに、既設床版に適用する床版防水技術の開発を目指し、基本的な性能確認試験を行ったので報告する。

キーワード：既設床版、舗装切削、防水層

1. はじめに

床版で発生する劣化の多くは路面から浸入する水に起因して発生・進行することから、床版の耐久性を確保するためには、遮水性に優れた舗装の採用や防水層の設置によって床版への水の浸入を防ぐことが重要になる。

既設床版における防水層の施工では、舗装切削時に床版表面に発生する切削溝やマイクロクラックによって防水層の接着性や防水性が低下することが報告され¹⁾²⁾、例えば、東・中・西日本高速道路では、床版の下地処理方法の標準化や、床版表面の粗さに関する基準値および床版表面を平滑にする不陸調整材に関する規定を行っている³⁾。また、寒地構造チームにおいても、これまでに施工試験等の結果を基に防水層施工時の下地処理（研掃等）の重要性を示してきた⁴⁾が、国道をはじめとする一般道路における補修工事では、施工時間や費用等の制約から下地処理が実施されないことがほとんどである。

本論文では、切削溝の除去不足が防水層の性能に与える影響を把握するとともに、既設床版（舗装切削面）に適用する床版防水技術の開発を目指し、基本的な性能確認試験を行った。なお、一連の検討は、国土交通省北海道開発局（以下、北海道開発局）において標準的に使用されているアスファルト加熱型塗膜系防水材料を対象として実施した。

2. 試験概要

(1) 試験概要

図-1には試験体の概要を、表-1には試験ケースを、図-2には試験フローを示している。試験には、縦 300

mm×横 300 mm×厚さ 100 mm（舗装40 mm、コンクリート60 mm）の平板試験体を使用した。コンクリートには JIS A 5371 に基づくコンクリート平板を、舗装には細密粒度ギャップアスファルト混合物13F55（ポリマー改良アスファルトⅡ型）を、防水層には北海道開発局が管理する国道橋において標準的に使用されているアスファルト加熱型塗膜防水層を使用した。

試験はコンクリート平板表面の状況（平滑、切削）、防水材料の接着特性および塗布量を変化させた5ケースについて、道路橋床版防水便覧⁵⁾（以下、防水便覧）に準拠し引張接着試験およびせん断試験を実施した。

ケース1は、新設床版および研掃した既設床版を想定して平滑なコンクリート板にプライマー、従来型の防水

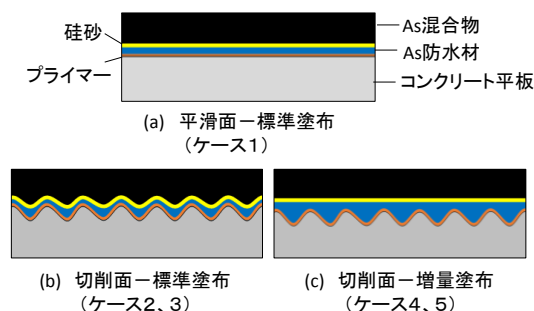
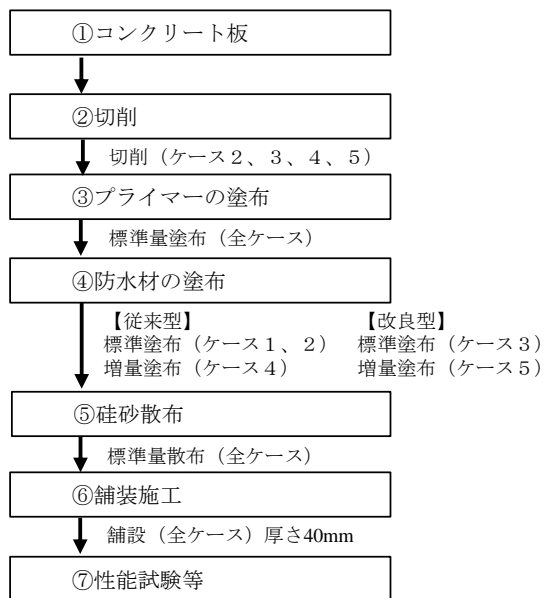


図-1 試験体概要

表-1 試験ケース

ケース	平板表面	防水材料	塗布量	試験 (23℃)
1	平滑	従来型	標準	引張接着試験 ・ せん断試験
2	切削	改良型		
3		従来型		
4		従来型	増量	
5		改良型		



引張接着試験、せん断試験、切断面確認

図-2 試験フロー

材および硅砂を標準量施工し、舗設を行っている。ケース2から5は、切削床版を想定しており、ケース2は、切削試験体に従来型の防水材を標準量塗布している。ケース3は、切削試験体に接着特性を改善した改良型の防水材を標準量塗布している。ケース4は、切削試験体に従来型の防水材を増量塗布している。ケース5は、切削試験体に接着特性を改善した改良型の防水材を増量塗布している。各材料の標準量は、プライマー 0.3 kg/m^2 、防水材 1.2 kg/m^2 、硅砂 0.70 kg/m^2 とし、いずれのケースもプライマー、硅砂は標準量を、アスファルト混合物は厚さ40mmを基準に施工を行った。

(2) 試験体

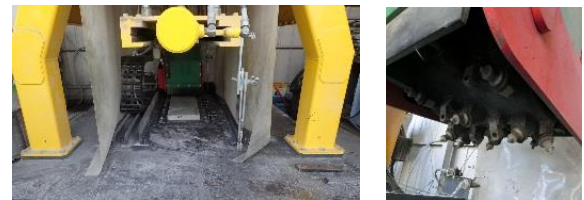
a) コンクリート平板表面の切削

切削試験体は、切削溝形状を幅 12mm 程度、表面粗さ(きめ深さ)を 2mm 程度となるように定置式切削装置(写真-1)を用いて製作した。写真-2には、平板試験体の表面状況(平滑・切削)を示している。なお、切削試験体のきめ深さはサンドパッチング法⁹⁾で測定しており、平均値は2.3mmとなった。

b) プライマーおよび防水材の塗布

試験に使用したプライマーの種類、塗布量は全てのケースで同じにしている。試験に使用したアスファルト加熱型塗膜防水材は、一般的に使用されている防水材(従来型)および防水層のせん断接着強度を従来型の3倍となる様に配合した防水材(改良型)を使用した。いずれも防水便覧⁹⁾における照査基準を満たしている。また、ケース4および5における防水材の塗布量は、予備試験を行い切削面が覆われ防水材が平滑となる塗布量として標準量の約3倍を塗布した。

写真-3、4には、防水材塗布状況を示している。標準量塗布の場合(写真-3)には、刷毛を使用し標準量を塗



(a) 定置式切削装置外観 (b) 切削ビット

写真-1 定置式切削装置



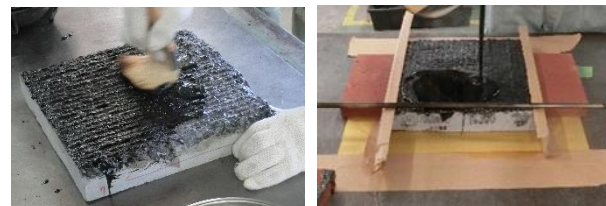
(a) 平滑 (b) 切削

写真-2 試験体の表面状況

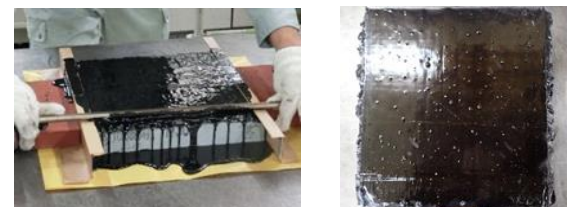


(a) 防水材塗布(刷毛) (b) 防水材塗布後

写真-3 防水材の状況(標準量塗布)



(a) 防水材塗布(刷毛) (b) 防水材流し込み



(c) 均一に敷均し (d) 防水材塗布後

写真-4 防水材の状況(増量塗布)

布している。防水材塗布量を増やした場合(写真-4)には、標準量を刷毛を使用して塗布した後、金属製のレーンと棒を用いて増量分の防水材が全体に均一になる様に施工を行っている。

表-2には試験体の表面状況ときめ深さ、使用した防水材の実塗布量、膜厚および防水材塗布後のきめ深さを示している。防水材の膜厚は切削上端で測定した値(3点平均)であり、平滑面に標準量塗布したケースに比べて、切削面に標準量塗布した場合は約0.6倍に、増量塗布した場合は約2倍になっている。また、防水材施工後のきめ深さは防水材を増量塗布した表面と平滑面に標準量塗布した表面ではほぼ同程度であった。

表-2 試験体状況 (平板・防水材)

ケース	平板		防水材			
	表面状態	きめ深さ (mm)	種別	塗布量 (kg/m ²)	膜厚 (mm)	きめ深さ (mm)
1	平滑	-	従来型	1.2	1.2	0.7
2	切削	2.4			0.8	1.4
3		2.4	改良型	0.7	2.0	
4		2.3	従来型	3.5	2.3	0.3
5		2.1	改良型	4.0	2.5	0.3

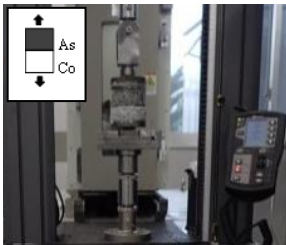


(a) 転圧状況

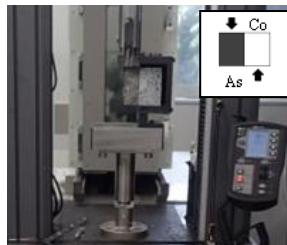


(b) 舗設完了

写真-5 舗設状況



(a) 引張接着試験状況



(b) セン断試験状況 (切削方向)

写真-6 性能試験状況

c) 舗装

アスファルト混合物の舗設は、ローラーコンパクタを用いて締固め度がマーシャル安定度試験における締固め度の100±1%になるまで実施した(写真-5)。なお、転圧方向は切削方向に平行とした。

(3) 性能試験

a) 引張接着試験

引張接着試験は、各ケース3体ずつ試験を行い、試験により算出した引張接着強度の平均値が防水便覧⁵⁾に規定される23℃での基準値0.60 N/mm²以上になることを照査した。写真-6(a)には引張接着試験の状況を示している。

b) セン断試験

せん断試験は、各ケース3体ずつ試験を行い、試験により算出したせん断強度および最大荷重時の変位量の平均値が、防水便覧⁵⁾に規定される23℃での基準値0.15 N/mm²以上および1.0 mm以上となることを照査した。なお、載荷方向は切削方向に平行としている。写真-6(b)にはせん断試験の状況を示している。

3. 試験結果

(1) 引張接着試験

図-3には引張接着強度と破断面の位置(表-3参照)を示している。治具の接着部で破壊が生じた試験体(ケ

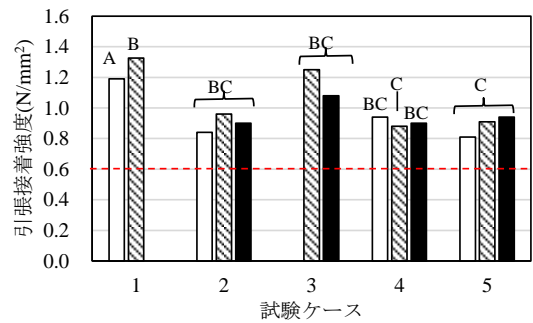


図-3 引張接着試験結果

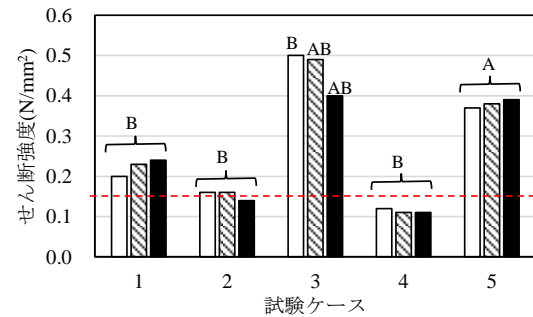


図-4 セン断試験結果 (せん断強度)

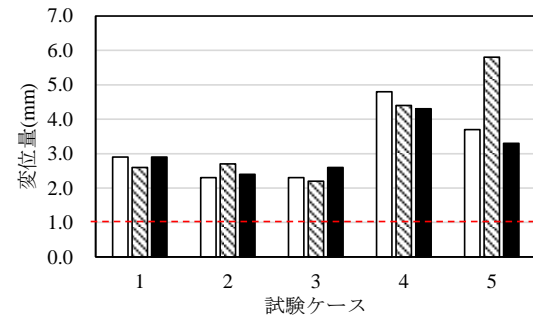


図-5 セン断試験結果 (最大荷重時の変位量)

表-3 破断断面の位置

項目	破断状況
A	舗装材破壊
AB	舗装と床版防水層の界面破壊
B	床版防水層の破壊
BC	床版防水層とコンクリートの界面破壊
C	コンクリートの破壊

ース1、3)については図中から除外している。引張接着強度は平板表面が平滑なケースが最も大きくなっているが、いずれのケースも基準値0.60 N/mm²以上を満足している。

引張接着試験の破断位置は、平滑面と切削面で異なっており、ケース1の平滑面では舗装材破壊、床版防水層の破壊となっており、切削面上に防水材を標準量塗布した試験体では床版防水層とコンクリートの界面破壊となっている。また、切削面上に防水材を増量塗布した試験体では、せん断強度を改善した改良型においては、いずれもコンクリートの破壊となっている。切削面においては切削によるマイクロクラックが発生し強度が低下していることが推察され、コンクリート側での破壊が支配的になったことで、強度が同程度となったと考えられる。



(a) ケース1 (b) ケース2 (c) ケース3 (d) ケース4 (e) ケース5
↑：骨材の平板までの到達が予測される箇所

写真-7 切断面の状況

(2) せん断試験

図-4 にせん断強度と破断面の位置（表-3参照）を、図-5 に最大荷重時の変位量の結果を示している。せん断強度は、従来型の防水材を使用した場合には、平滑面に標準量塗布したケース1では基準値 0.15 N/mm^2 を満足している。切削面に標準量塗布したケース2では平均値は基準値の 0.15 N/mm^2 以上となっているが、個々の試験体においては満足していない場合がある。また、防水材を増量し塗布したケース4ではいずれも基準値を満足していない。

切削面に改良型防水材を使用したケース3、5では、いずれもせん断強度は基準値以上となっている。切削面においても改良型の防水材を使用することにより、せん断強度は平滑面に従来型の防水材を標準量塗布した場合より約2倍と大きい値を示しており、せん断強度に関しては切削面では改良型防水材が有効であることが分かる。

最大荷重時の変位量は、いずれのケースにおいても基準値の 1.0 mm 以上となっている。しかし、変位が大きいと舗装に変形が生じやすい等の問題点もある。そこで、せん断強度を変位量で除した剛性を評価した。ケース1の剛性を基準とした場合、剛性はケース2では0.8、ケース3は2.5、ケース4は0.3、ケース5は1.1となり、従来型防水材では剛性は小さくなり、改良型防水材を使用することによって剛性は改善される。また、改良型防水材を増量塗布したケース5では、平滑面に従来型の防水材を標準量塗布したケース1の剛性とほぼ同程度になる。

せん断試験の破断位置は、使用した防水材の種類により異なっており、従来型の防水材を使用したケースでは床版防水層の破壊となっている。また、改良型の防水材を使用したケースでは塗布量を増量した場合では舗装材の破壊、標準量を塗布した場合は床版防水層の破壊および舗装と床版防水層の界面破壊となっている。

(3) 切断面状況

写真-7 には各ケースの切断面の状況写真を示している。観察した範囲において、ケース1～4では、転圧によって部分的に骨材がコンクリート平板まで到達している箇所が見られたのに対し、ケース5については、舗装の転圧により骨材がコンクリート平板まで到達していなかった。骨材がコンクリート平板に到達している場合には防水層の損傷が懸念されるが、その影響については、

今後、防水性試験等により確認する予定である。

4. まとめ

本論文では、切削溝の除去不足が防水層の性能に与える影響を明らかにするとともに、既設床版に適用する床版防水技術の開発を目指し、コンクリート平板の表面条件および防水材の種類・塗布量が防水層の性能に与える影響を確認するための基礎的試験を行った。これらにより得られた知見を以下にまとめる。

- 1) 切削面に対し従来型防水材を使用する場合、塗布量によらずせん断強度の基準値を満足できない場合がある。
- 2) 改良型の防水材を使用することにより、切削面に対してもせん断強度の基準値を満足した。また、増量塗布した場合にも、平滑面に従来型防水材を使用した場合と同等のせん断剛性を確保できた。
- 3) 切断面の状態より、改良型防水材を増量塗布したケースにおいて、骨材のコンクリートへの到達を抑制できていた。

本研究より、既設床版（切削面）であっても、せん断強度を改善した防水材を増量塗布することによって、平滑面に従来型防水層を施工した場合と同等の接着性能を確保できる可能性が示された。今後は、追加の性能確認試験（例えば防水試験）や、現場適用に向けた施工試験の実施を予定している。

参考文献

- 1) 谷口惺、西岡勉、小坂崇：舗装補修工事を想定した床版防水層の性能評価、土木学会第72回年次学術講演会講演概要集、CS7-005、2017。
- 2) 米来哲之、豊田雄介、沼田政稔、田中伸介：床版下地処理方法が防水層の接着に及ぼす影響に関する一考察、土木学会第72回年次学術講演会講演概要集、CS7-006、2017。
- 3) 東日本高速道路株式会社、中日本高速道路株式会社、西日本高速道路株式会社：構造物施工管理要領、2017.7
- 4) 澤松俊寿、三田村浩、西弘明：積雪寒冷地における床版防水の性能低下要因に関する一検討、寒地土木研究所月報、No. 712、pp. 17-23、2012。
- 5) 日本道路協会：道路橋床版防水便覧、2007。
- 6) 日本道路協会：舗装調査・試験法便覧（第1分冊）、2007.6