

論文

高機能床版防水システムにおける薄層舗装の影響

山脇圭悟*, 大出努*, 山口茂*, 間昭徳**, 粕谷一明***, 三浦康治****

* 三菱樹脂インフラテック株式会社 (〒103-0021 東京都中央区日本橋本石町1丁目2-2)

** 八戸工業大学 非常勤講師 (〒031-8501 青森県八戸市大字妙大開88-1)

*** ファインロードコンサルタント株式会社 (〒951-8133 新潟県新潟市中央区川岸町1丁目53-3)

**** 一般社団法人 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 (〒417-0801 静岡県富士市大淵3154)

高機能床版防水システム(防水材:ウレタン, 舗装接着材:熱可塑性樹脂)における薄層舗装(レベリング層 SMA13mmTop 改質II型 10mm~20mm)の影響を検証するために接着性試験を行った。また, 高機能舗装II型¹⁾50mm 舗装時の耐久性評価のひとつとして水浸ホイールトラッキング負荷試験を実施した。レベリング層の厚さと舗装/防水層の接着性能(引張接着性, せん断接着性)には相関関係がある事が分かった。また, 水浸ホイールトラッキングによる耐久性試験では接着性能は低下する事が分かった。

キーワード: 薄層舗装, 床版防水, 舗装接着材, 熱可塑性樹脂, 冬季施工

1. はじめに

近年, 高機能床版防水システムの適用事例が増加しつつある。その中でも防水層にウレタンを, 舗装接着材に熱可塑性樹脂を用いた防水システムが国内で多く採用されている。その適用事例の中には舗装内に融雪装置を設置する場合や増厚床版の影響等, 薄層舗装施工を余儀なくされる場合がある。一方, 薄層舗装時における高機能床版防水と舗装との接着性能や耐久性については研究事例が少ないのが現状である。また, 低温合材と低温床版の影響で空隙(cavity)が形成されると, 接着性能の低下および初期の接着性能は満足していても, レベリング層と防水層間に水の浸入を許し, 舗装の損傷に至るとの報告がある²⁾。

本論では低温時における薄層舗装が高機能床版防水システムに与える影響を検証するために高機能床版防水システムと薄層舗装の接着性試験を実施し, ならびに耐久性評価のひとつとして, 水浸ホイールトラッキング負荷試験を実施した。

2. 実験方法

高機能床版防水システムには様々な構成のものがあるが, 本実験では図-1に示すものを用いた。その仕様は, プライマーはエポキシ系, 防水層はウレタン系, 舗装接着材1はウレタン系, 舗装接着材2はEVA(エチレ

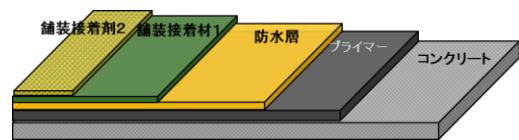


図-1 高機能床版防水システム



図-2 水浸ホイールトラッキング供試体断面図

ン酢酸ビニル共重合体)製の穴あき熱可塑性樹脂シート。なお, 舗装接着材2は融点が60℃のもの(以下EVA-60と略す)と融点55℃のもの(以下EVA-55と略す)の2種類使用し, 舗装接着材の溶けやすさによる違いによる影響も確認した。

2.1 高機能床版防水システムの高機能舗装II型¹⁾50mm厚 舗装における水浸ホイールトラッキング負荷試験

(1) 試験概要

300×300×60mmのコンクリート平板上に高機能床版

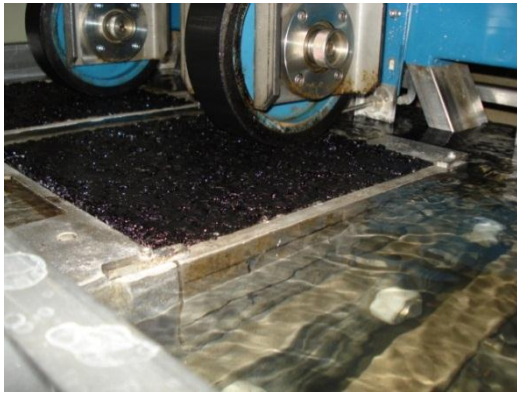


写真-1 水浸ホイールトラッキング負荷試験状況

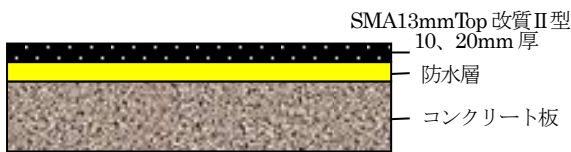


図-3 接着性試験供試体断面図

表-1 水浸ホイールトラッキング負荷試験後の引張接着性試験結果 (基準値 0.6N/mm²)

舗装接着材	水浸 WT	引張強度 (N/mm ²)	破壊状況
EVA-55	無	1.00	舗装破壊
EVA-55	有	0.73	舗装破壊
EVA-60	無	0.85	舗装破壊
EVA-60	有	0.76	舗装破壊

表-2 水浸ホイールトラッキング負荷試験後のせん断接着性試験結果 (基準値 0.15N/mm²)

舗装接着材	水浸 WT	せん断強度 (N/mm ²)	変位量 (mm)	破壊状況
EVA-55	無	0.43	3.2	舗装破壊
EVA-55	有	0.45	2.8	舗装破壊
EVA-60	無	0.44	3.2	舗装破壊
EVA-60	有	0.44	2.8	舗装破壊

防水システムを施工。舗装仕様は、高機能舗装II型 50mm厚、敷均し温度 140℃、床版温度 0℃ (図-2)。舗設後水浸ホイールトラッキング負荷試験に供し、引張およびせん断接着性試験³⁾を行った。

(2) 水浸ホイールトラッキング負荷試験⁴⁾

60℃気乾状態で 12 時間養生し、次いで 60℃に調整された温水の注水を行い水位を供試体上面とし (写真-

1)、この水槽内で 1 時間水浸養生を行った。走行試験条件は接地圧 0.63MPa、走行速度 21 往復/min、走行距離 23cm、トラバース速度 10cm/min、トラバース幅 25cm、載荷走行試験 6 時間とした。

2.2 高機能床版防水システムと SMA13mmTop 改質II型 (舗装厚 10mm, 20mm) の接着性試験

300×300×60mm のコンクリート平板上に高機能床版防水システムを施工。舗装仕様は SMA13mmTop 改質II型 10, 20mm 厚、敷均し温度 110℃、床版温度 0℃ (図-3) とする。舗設後引張およびせん断接着性試験を行った。

3. 実験結果

3.1 高機能床版防水システムの高機能舗装II型¹⁾50mm厚舗装における水浸ホイールトラッキング負荷試験

表-1 は水浸ホイールトラッキング負荷試験後の接着性試験の結果である。試験温度は 23℃、試験結果は n=4 の平均値である。

引張接着強度は水浸ホイールトラッキング負荷の有無に関わらず、いずれも基準値(0.60N/mm²)を満足するものであった。しかしながら水浸ホイールトラッキング負荷の有無で比較すると、負荷試験行わなかった場合に比べ負荷試験を行ったものは強度の低下が確認された。

表-2 は水浸ホイールトラッキング負荷試験後のせん断接着性試験の結果である。試験温度は 23℃、試験結果は n=3 の平均値である。せん断強度は水浸ホイールトラッキング負荷の有無に関わらず、いずれも基準値(0.15N/mm²)を満足するものであった。また、負荷試験の有無による差を確認する事はできなかった。

3.2 高機能床版防水システムと SMA13mmTop 改質II型 (10mm, 20mm) の接着性試験

表-3 は舗装厚 20mm の時の舗設後引張接着性試験結果である。試験温度は 23℃、n=4 で実施した。

舗装接着材の融点が高いもの(EVA-60)を用いた供試体に比べ融点が高い方(EVA-55)を用いた方が高い接着強度得られる結果となった。EVA-60 を用いた 3HAH-3②は構造物施工管理要領⁴⁾で規定される基準値 0.60N/mm² (23℃)を下回る結果となっている。

写真-2 に引張試験後の破壊状況を示す。破壊状況を観察すると基準値を下回っている 3HAH-3② (舗装接着材 EVA-60) は、As 混合物と舗装接着材は面で接触しておらず、点での接触となっている。また、舗装接着材の溶融も部分的にしか起こっていないことが分かる。舗装接着材 EVA-55 を用いたものは EVA-60 と比べ As 混合物との接触面積は大きくなっている。

表-4 は舗装厚 20mm の時の舗設後せん断接着性試験結果である。試験温度は 23℃、n=4 で実施した。せん断強度も引張強度と同様に舗装接着材の融点が高い EVA-55

表-3 引張接着性試験結果(舗装厚 20mm)
SMA13mmTop 改質II型 敷均し 110°C, 下地 0°C

供試体 No.	舗装接着材	引張強度 (N/mm ²)	破壊状況
3HBH-3①	EVA-55	0.67	As 混合物/ 舗装接着材 界面
3HBH-3②		0.60	
3HBH-3③		0.88	
3HBH-3④		0.97	
3HAH-3①	EVA-60	0.61	As 混合物/ 舗装接着材 界面
3HAH-3②		0.59	
3HAH-3③		0.73	
3HAH-3④		0.70	



写真-2 舗装厚 20mm 破壊状況
(左 3HAH-3②、右 3HBH-3③)

表-4 せん断試験結果(舗装厚 20mm)

SMA13mmTop 改質II型 敷均し 110°C, 下地 0°C

供試体 No.	舗装接着材	せん断強度 (N/mm ²)	破壊状況
3HBH-4①	EVA-55	0.41	As 混合物下面 破壊
3HBH-4②		0.46	
3HBH-4③		0.44	
3HBH-4④		0.49	
3HAH-4①	EVA-60	0.37	As 混合物下面 破壊
3HAH-4②		0.44	
3HAH-4③		0.32	
3HAH-4④		0.27	

を用いた方が良い結果となっている。せん断強度の基準値は構造物施工管理要領⁵⁾に 0.15N/mm² (23°C) と規定されているが、その数値はいずれの結果も満足している。

表-5は舗装厚 10mm 時の舗装後引張接着性試験結果である。試験温度は 23°C, n=4 で実施した。舗装厚が 10mm の場合、舗装接着材の種類に関わらず基準値 (0.60N/mm²) を満足しない低い強度となった。

破壊状況を写真-3に示す。破壊状況を観察すると、舗装接着材と As 混合物の接触は点となっており、舗装接着材の熔融も十分に起こっていない事がわかる。また、供試体コアカット時の切粉が舗装接着材と As 混合物間に侵入していることも確認できる。この事より舗装接着材と As 混合物間に水の浸入を容易に許す程の空隙が存

表-5 引張接着性試験結果(舗装厚 10mm)
SMA13mmTop 改質II型 敷均し 110°C, 下地 0°C

供試体 No.	舗装接着材	引張強度 (N/mm ²)	破壊状況
3HBH-1①	EVA-55	0.53	As 混合物/ 舗装接着材 界面
3HBH-1②		0.47	
3HBH-1③		0.42	
3HBH-1④		0.42	
3HAH-1①	EVA-60	0.43	As 混合物/ 舗装接着材 界面
3HAH-1②		0.53	
3HAH-1③		0.44	
3HAH-1④		0.43	

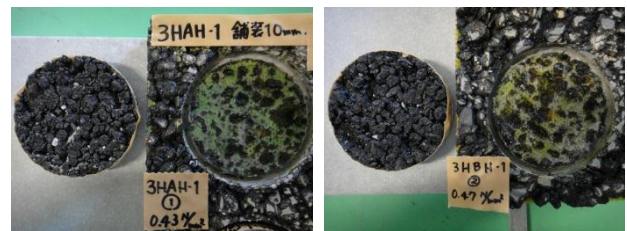


写真-3 舗装厚 10mm 破壊状況
(左 3HAH-1①、右 3HBH-1②)

表-6 せん断試験結果(舗装厚 10mm)

SMA13mmTop 改質II型 敷均し 110°C, 下地 0°C

供試体 No.	舗装接着材	せん断強度 (N/mm ²)	破壊状況
3HBH-3①	EVA-55	0.21	As 混合物/ 舗装接着材 界面
3HBH-3②		0.15	
3HBH-3③		0.18	
3HBH-3④		0.12	
3HAH-3①	EVA-60	0.22	As 混合物/ 舗装接着材 界面
3HAH-3②		0.14	
3HAH-3③		0.14	
3HAH-3④		0.18	

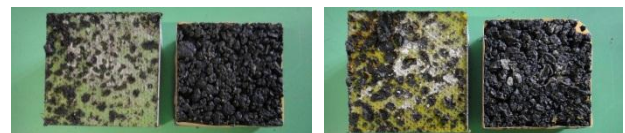


写真-4 舗装厚 10mm せん断試験破壊状況
(左 3HAH-3③、右 3HBH-3③)

在していると考えられる。

表-6は舗装厚 10mm 時の舗装後せん断試験の結果である。試験温度は 23°C, n=4 で実施した。いずれの舗装接着材も平均値では基準値 0.15N/mm² (23°C) をかろうじて満たしているものの、個々の数値を見ると基準値を下回るものもあり、せん断強度が十分に得られている

表-7 引張接着性試験結果(舗装厚 40mm)
SMA13mmTop 改質Ⅱ型 敷均し 110℃、下地 0℃

供試体 No.	舗装接着材	引張強度 (N/mm ²)	平均 (N/mm ²)
①	EVA-60	0.83	0.87
②		0.97	
③		0.79	
④		0.89	

とは言い難い。

せん断試験後の破壊状況を写真-4に示す。舗装接着材と As 混合物の界面破壊となっており、なおかつ点接着である。10mm 厚の引張試験と同様に供試体カット時の切粉が舗装接着材と As 混合物界面に侵入しているのが確認できた。

4. 考察とまとめ

4.1 高機能床版防水システムの高機能舗装Ⅱ型¹⁾50mm 厚における水浸ホイールトラッキング負荷試験

本論で用いた床版防水システムは、高機能舗装Ⅱ型 50mm では、舗設後の接着試験で基準値を満たすものであった。しかしながら、水浸ホイールトラッキング負荷試験後に引張強度が低下していることが確認された。破壊状況が As 混合物の材破壊であることから、舗装の劣化による影響と推測されるが、本実験ではその原因を特定するには至らなかった。

4.2 高機能床版防水システムと SMA13mmTop 改質Ⅱ型 (10mm、20mm) 接着性試験

参考データとして舗装接着材 EVA-60、舗装材料 SMA13mmTop 改質Ⅱ型、敷均し温度 110℃、下地温度 0℃、舗装厚 40mm の引張接着性試験の結果を表-7 示す。

また、引張強度と舗装厚の関係を図-4に、せん断強度と舗装厚の関係を図-5に示す。引張強度と舗装厚の関係をみると、舗装厚が薄いほどに引張強度が低い傾向にあることが分かる。せん断強度も引張強度と同様に舗装が薄いほどに強度が低い傾向にあることが分かる。また、写真-2、3に示している引張試験後の破壊状況から、舗装厚が薄いほどに舗装接着材と As 混合物の接触面積が少なくなっていることが分かる。これらの事より、舗装接着材と As 混合物の接触面積が大きい程、その接着強度も増大すると考えられる。その接触面積は、舗装厚が薄い程より小さくなり点接着となると考えられる。

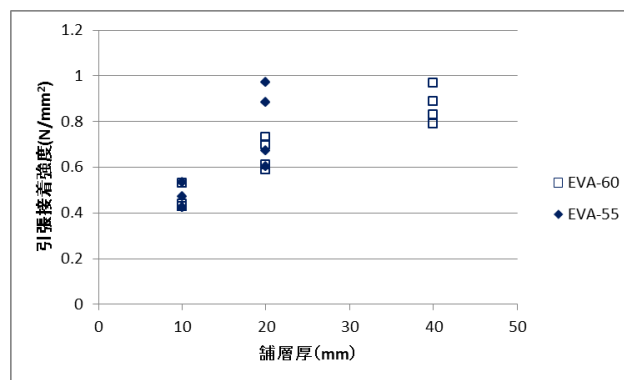


図-4 引張強度と舗装厚の関係

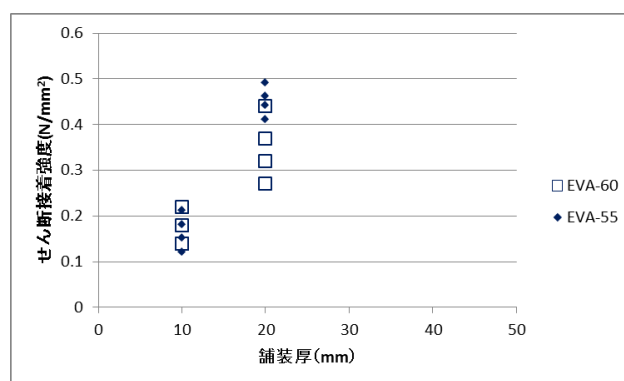


図-5 せん断強度と舗装厚の関係

また、舗装厚が 20mm においては舗装接着材の種類によって引張強度、せん断強度ともに差が有ることが確認できる。これらの事より、舗装薄層化を起因とする接着強度低下の影響は、舗装接着材の種類すなわち舗装接着材の溶けやすさを変える事である程度改善できていると考えられる。

参考文献

- 1) 東, 中, 西日本高速道路株式会社 設計要領 第一集 舗装編, pp.25-43, 平成 24 年 7 月
- 2) 加藤亮 宮永憲一 橋梁コンクリート床版防水工の高度化に対応したレベリング層混合物の検討 道建協 第 18 回舗装技術に関する懸賞論文
- 3) 社団法人日本道路協会 道路橋床版防水便覧, pp.128-134
- 4) 社団法人 日本道路協会 舗装調査・試験法便覧, ([3] -56~68)
- 5) 東, 中, 西日本高速道路株式会社 構造物施工管理要領, 平成 25 年 7 月