

# 道路橋における鉄筋コンクリート床版の防水工に関する研究(その2)

—床版防水工と鉄筋コンクリート床版の付着切れが与える影響—

Study on Water-proof-layer for Reinforced Concrete Slab in Road Bridges (2)

—Effects of Bond fracture Between Water-proof-layer and Reinforced Concrete slab—

野村 謙二\*・魚本 健人\*\*

Kenji NOMURA and Taketo UOMOTO

## 1. はじめに

道路橋では、床版防水工は外部からの有害因子の鉄筋コンクリート床版内への進入を防ぐ有効な手段として採用されている。その背景には、高機能舗装の採用・凍結防止剤として塩化ナトリウムの採用など鉄筋コンクリート床版の劣化要因が増加してきたこと<sup>1)</sup>、水が鉄筋コンクリート床版の疲労耐久性に大きく関わることが多くの研究により明らかになってきたこと<sup>2)</sup>、車両の大型化により疲労荷重レベルが増加してきたことなどがある。

鉄筋コンクリート床版の耐久性を確保するためには、長期間防水性能の保持できる床版防水工が求められる。床版防水工が機能を損なう可能性としては次の場合が考えられ、アスファルト舗装の影響も大きいと思われる。

- 1) プリスタリング等により床版防水工と鉄筋コンクリート床版が付着切れを起こし、その上にアスファルトが舗設され、交通荷重が作用して床版防水工が破断する場合
- 2) アスファルト締固め時に骨材の食い込みなどにより床版防水工が破断する場合
- 3) 鉄筋コンクリート床版上面に生じたひびわれの開閉により床版防水工が破断する場合
- 4) 切削オーバーレイにより床版防水工が損傷する場合

本文は床版防水工と鉄筋コンクリート床版の付着性状に着目し、アスファルト舗装下でその付着性状がアスファルト舗装の路面形状、および床版防水工が保有する鉄筋コンクリート床版保護性能にどのように影響するかを実験により確認した結果を報告する。

## 2. 供試体の作成

供試体の形状寸法、使用する床版防水工材料、コンクリートおよびアスファルトの配合は、前報<sup>1)</sup>において述べ

たものと同じとした。

本実験に用いた供試体の種類は次のとおりである。

- ① 床版防水工とコンクリート版の界面に $\phi 10\text{ cm}$ の円形の付着切れを有する供試体  
(コンクリート版上面中心に剥離紙貼付)
- ② 床版防水工を通常施工した供試体

## 3. 輪荷重載荷試験

### 3.1 試験概要

床版防水工の有無および床版防水工とコンクリート版との付着の状態に着目し、輪荷重載荷時のアスファルト表面の変形状況を確認する試験である。

図1に示したホイールトラッキング(WT)試験機を用いて供試体に輪荷重を載荷した。荷重の大きさは70 kgfとし、ゴム硬度を調節して接地圧を大型トラックの輪荷重相当分である $0.6272\text{ N/mm}^2$ とした。輪荷重載荷速度は、使用したWT試験機の最大速度とし、1分間に26 cmの距離を30往復する設定とした。輪荷重載荷回数は1供試体につき10800往復(6時間)した。輪荷重載荷時の温度を $60^\circ\text{C}$ とし、輪荷重載荷中の輪荷重載荷点のわだち掘れ量を計測した。また、輪荷重載荷位置付近100 mm区間におけるアスファルト表面の凹凸をレーザー変位計で測定した。

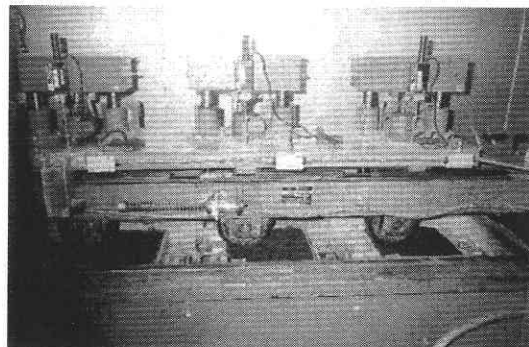


図1 WT試験機による輪荷重載荷状況

\*東京大学生産技術研究所 物質・生命大部門

\*\*東京大学国際・産学共同研究センター

3.2 試験結果および考察

WT 試験機による輪荷重載荷後における供試体のアスファルト表面状況を図2に示す。

WT 試験機に取り付けた変位計でアスファルト表面のわだち掘れ量を計測した結果を図3に示す。図中の凡例の数字は供試体数を示している。この図から分かることは、次のとおりである。

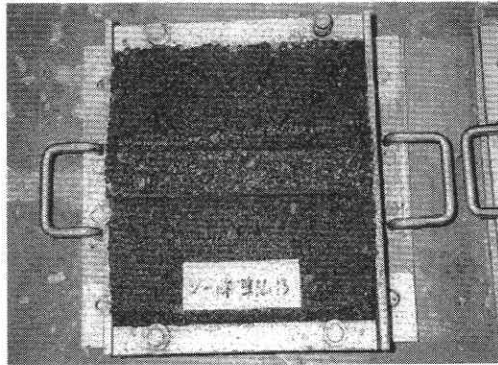


図2 輪荷重載荷後の供試体の表面状況

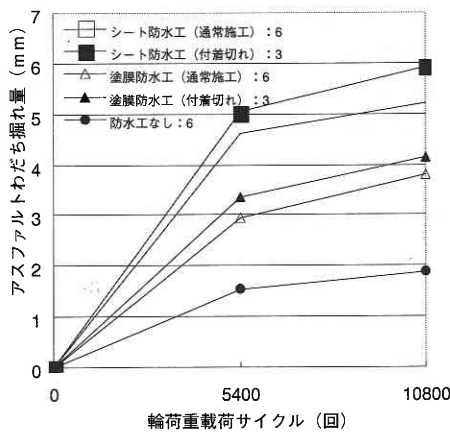


図3 アスファルトのわだち掘れ量

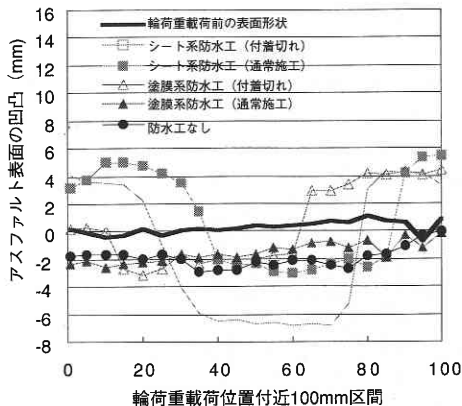


図4 供試体中央付近のわだち掘れ形状

- 1) 床版防水工を有するものは床版防水工なしのものに比べてわだち掘れ量が多い。
- 2) 床版防水工の種類にかかわらず、付着切れのある場合が付着切れのない場合に比べてわだち掘れ量が多い。
- 3) シート系防水工を用いた供試体が塗膜系防水工を用いた供試体に比べてわだち掘れ量が多い。

図4は輪荷重載荷後にレーザー変位計で計測したアスファルトの表面形状である。この図から分かることは、次のとおりである。

- 1) シート系防水工を用いた付着切れを有する供試体のわだち掘れ量が最も大きい。
- 2) シート系防水工を用いた通常施工の供試体および付着切れを有する供試体、塗膜系防水工を用いた付着切れを有する供試体は明確な凹凸形状が現れている。

これらの事実から次の事項が推測される。

- 1) 輪荷重がアスファルト表面に作用すると荷重載荷点付近のアスファルトが左右水平方向に押し退けられる側方移動が起こる。床版防水工を敷設すると、床版防水工がコンクリート版よりも柔らかいためアスファルトの側方移動が起こりやすくなり、結果として床版防水工なしのものよりもわだち掘れ量が大きくなったものと考えられる。
- 2) 床版防水工とコンクリート版の付着切れが生じることはアスファルトの側方移動がより一層起こりやすくなるため、付着切れがないものよりもわだち掘れ量が大きくなったものと考えられる。
- 3) シート系防水工と塗膜系防水工では、シート系防水工の方がアスファルトの側方移動を生じさせやすい材料であると思われる。

4. コンクリート中の塩分浸透試験

4.1 試験概要

アスファルト表面の輪荷重載荷により、床版防水工のどの箇所が損傷を受ける可能性が高いかを確認するための試験である。輪荷重載荷後の供試体のアスファルト表面にセメントペーストで高さ2cm程度の土手を作成し、20℃の環境において濃度約25%の塩水を1ヶ月間張った。1ヶ月経過後、図5に示すようにコンクリート版を25分割し、硝酸銀による塩分滴定方法にてアスファルトおよび床版防水工を経てコンクリート版に浸透した塩分浸透量を測定した<sup>1)</sup>。

4.2 試験結果および考察

コンクリート中の塩分浸透試験結果を図6～図8に示した。ここに示した塩分浸透量はコンクリートにもともと含まれている塩分量を差し引いた量、すなわちアスファルト表面から供給された塩分量を示している。

研 究 速 報

床版防水工とコンクリート版との間に付着切れを有する供試体の輪荷重載荷後のコンクリート版への塩分浸透量を図6に示した。この供試体が受けた荷重履歴は、ローラーコンパクターによる締固め荷重およびWT試験機による輪荷重である。シート系防水工の付着切れを有する供試体で

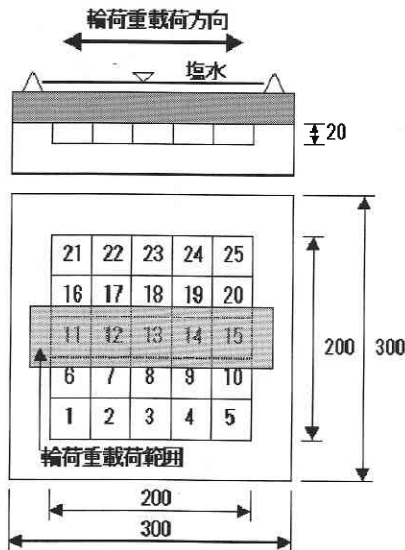


図5 塩分浸透量測定箇所

は、φ10 cmの円形付着切れ領域の外側に0.005%以上の塩分の浸透が見られた。特に、左上隅部分の塩分量が0.035%程度と大きくなっている。塗膜系防水工の付着切れを有する供試体では、0.005%以上の塩分量となる箇所は左下隅部にわずかに現れている以外に観察されなかった。

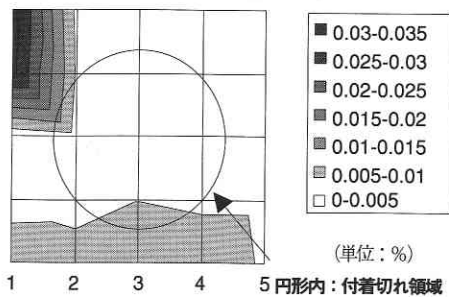
床版防水工を通常施工した供試体の輪荷重載荷後のコンクリート版への塩分浸透量を図7に示した。この供試体が受けた荷重履歴は、ローラーコンパクターによる締固め荷重およびWT試験機による輪荷重である。シート系防水工を通常施工した供試体では、0.005%以上の塩分浸透量がほとんど見られなかった。塗膜系防水工を通常施工した供試体では、0.005%以上の塩分浸透量となる箇所が広く分布して観察された。

図8に輪荷重を載荷する前の付着切れを有する供試体のコンクリート版への塩分浸透量を示した。この供試体が受けた荷重履歴はローラーコンパクターによる締固め荷重のみである。シート系防水工の付着切れを有する供試体では、塩分の浸透がほとんど見られていない。それに対し塗膜系防水工の付着切れを有する供試体では、右端部に最大0.3%程度の大きな塩分浸透量を観察した。

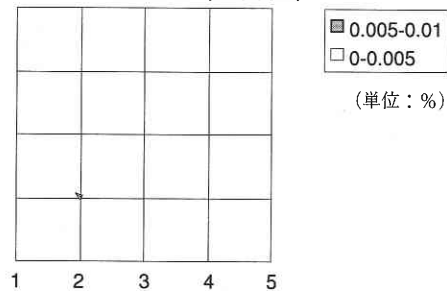
図6から次の事項が推測される。

- (1) 付着切れを有するシート系防水工を用いた供試体  
輪荷重載荷方向に平行して塩分浸透が認められた箇所については、輪荷重を載荷したことによりアスファルトが側

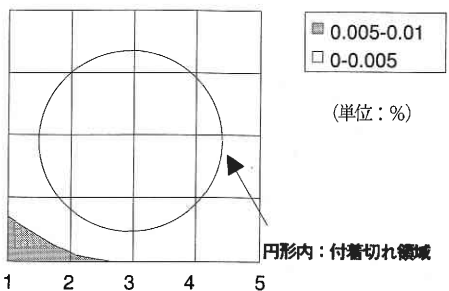
(1) シート系防水工 (付着切れ)



(1) シート系防水工 (通常施工)



(2) 塗膜系防水工 (付着切れ)



(2) 塗膜系防水工 (通常施工)

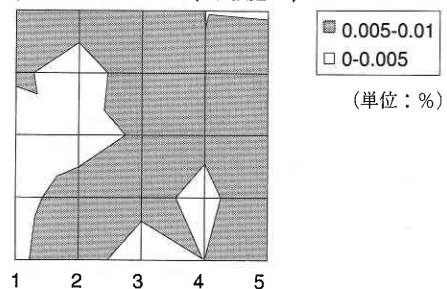
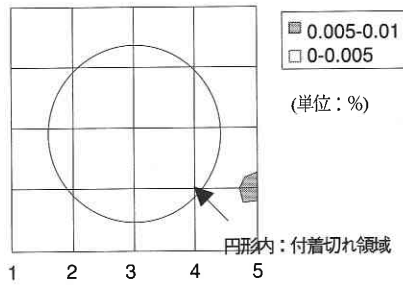


図6 床版防水工とコンクリート版に付着切れを有する供試体の輪荷重載荷後の塩分浸透量

図7 床版防水工を通常施工した供試体の輪荷重載荷後の塩分浸透量

## (1) シート系防水工 (付着切れ)



## (2) 塗膜系防水工 (付着切れ)

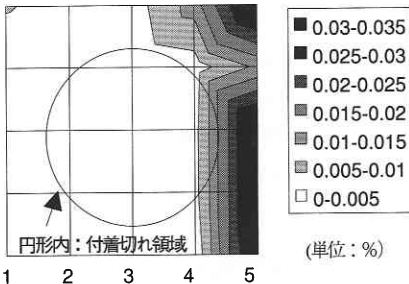


図8 床版防水工とコンクリート版に付着切れを有する供試体の輪荷重載荷前の塩分浸透量

方移動を起こし、床版防水面に沿っためくれを生じさせようとする力を生じさせたものと思われる。これに加えて、60℃におけるシート系防水工を用いた供試体のせん断強度が小さいこと、せん断試験による破断面が床版防水工とコンクリート版の界面にあり<sup>1)</sup>、当初の円形付着切れを付与した面と一致することから、輪荷重の10800往復の繰り返しにより当初の円形付着切れ領域から床版防水工の付着切れ領域が広がり、その途中で床版防水工が損傷し、塩分が浸透したものと思われる。左上隅の塩分量が大きい箇所については、ローラーコンパクターによりアスファルトの締固めを行う際に、角張った骨材が床版防水工に食い込み、それに上記のメカニズムが加わって床版防水工の損傷が大きくなったものと思われる。

## (2) 付着切れを有する塗膜系防水工を用いた供試体

塗膜系防水工を用いた供試体のせん断試験による破断面は床版防水工とアスファルト舗装の界面であり<sup>1)</sup>、当初円形付着切れ領域を付与した床版防水工とコンクリート版の界面に一致しない。このため、塗膜系防水工を用いた供試体では、床版防水工とコンクリート版の界面に円形付着切れ領域を付与したことによる輪荷重の影響はシート系防水工ほどではないと思われる。

図6、図7および図8から次の事項が推測される。

## (1) シート系防水工を用いた供試体

付着切れが存在すると、輪荷重が繰り返し作用することによって、床版防水工の遮塩性能低下の可能性が大きくなる。

## (2) 塗膜系防水工を用いた供試体

図8の輪荷重載荷前の塗膜系防水工 (付着切れ) に見られるように、アスファルトの締固め荷重作用時に大きな損傷を受ける可能性がある。この塗膜系防水工は吹き付け施工されるため膜厚のムラは避けられないと思われる。このため、締固め荷重作用時に塗膜系防水工の膜厚の薄い箇所に骨材が食い込み、ローラーコンパクターの往復運動の死点 (停止点) である端部付近で停止による水平力が働き、骨材の食い込みによる塗膜系防水工の傷を助長したものと考えられる。

## 5. ま と め

床版防水工と鉄筋コンクリート床版との付着性状が及ぼす影響についての実験結果をまとめると次のとおりである。

- 1) 床版防水工と鉄筋コンクリート床版との付着切れが存在するとアスファルト舗装のわだち掘れ量が大きくなる。
- 2) シート系防水工、塗膜系防水工、床版防水工なしの順でアスファルト舗装のわだち掘れが大きくなる。
- 3) シート系防水工を用いた場合、床版防水工と鉄筋コンクリート床版の付着切れが存在すると、輪荷重が繰り返し作用することによって、床版防水工の遮塩性能低下の可能性が大きくなる。
- 4) 塗膜系防水工を用いた場合、アスファルトの締固め荷重作用時に大きな損傷を受ける可能性がある。

## 参 考 文 献

- 1) 野村・魚本「道路橋における鉄筋コンクリート床版の防水工に関する研究 (その1)」生産研究 2001年3月。
- 2) 武田・遠藤「RC床版の繰り返し劣化と水の影響」セメントコンクリート No. 433, 1983年3月。

## 謝 辞

本研究を実施するにあたり、ご協力いただいたニチレキ株式会社の蒔田實氏、山梨安弘氏ほかの方々へ深く感謝の意を表します。

本研究を手伝っていただいた芝浦工業大学の渡辺博之君に深く感謝致します。

(2001年2月9日受理)