

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3)

—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の検証—

Study on Water-Proof-Layer for Reinforced Concrete Slab in Road Bridges (3)

—Confirmation of 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

前報における実験¹⁾では、次の事項が示された。

- 1) 床版防水工を敷設するとアスファルト舗装のわだち掘れが大きくなる。
- 2) 床版防水工とコンクリート版の付着切れがあるとアスファルト舗装のわだち掘れが大きくなる。
- 3) 輪荷重載荷後の塩分分析結果から、シート系防水工を用いた場合には、付着切れの円形の境界より外側に塩水の進入した形跡が見られた。
- 4) 輪荷重載荷後の塩分分析結果から、塗膜系防水工を用いた場合には、顕著な塩水の進入した形跡が見られなかった。

以上について確認するため、FEM解析を行った。

2. 解析のためのモデル

解析のためのモデルを図1に示した。アスファルト混合物および床版防水工は弾性体と仮定し、二次元平面ひずみ場の問題として解析した。床版防水工とコンクリート版の拘束条件は、付着切れがあるものについては床版防水工の底面の両端100mmはx, y方向ともに変位量0に拘束、中央100mmをy方向のみを変位量0に拘束した。通常施工のものについては、床版防水工底面をすべてx, y方向ともに変位量0に拘束した。側面は型枠となるためx方向のみを変位量0に拘束した。

輪荷重載荷幅は車輪幅の50mmとし、接地圧 0.6272N/mm^2 を図2のように仮定して与えた。今回の解析は静的弾性解析であるため、疲労による塑性変形を表現するのに便宜上荷重を累積載荷することとした。

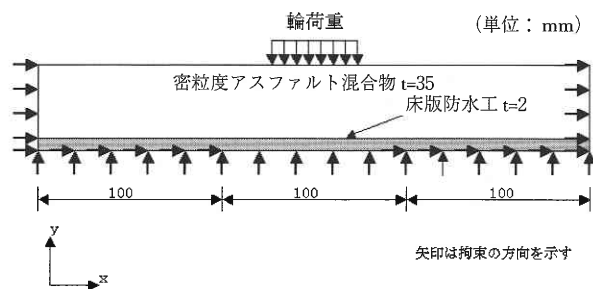


図1 解析モデル

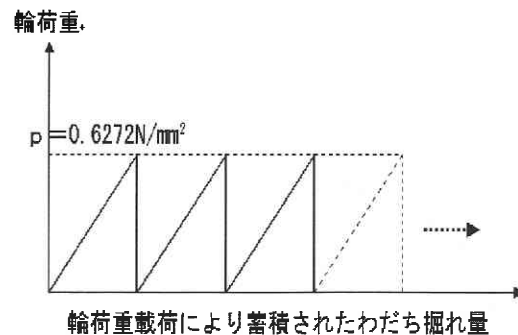


図2 輪荷重の載荷方法

3. 解析のための定数の設定

既往の研究²⁾より60℃におけるアスファルトの弾性係数を 500N/mm^2 とした。アスファルトのポアソン比は0.35と仮定した³⁾。

床版防水工材料の引張弾性係数は、図3に示す60℃における床版防水工材料単体での引張試験結果から設定した。厚さ2mmの防水工材料を $30\text{mm} \times 250\text{mm}$ に切り取り、初期長さが200mmとなるようにその試験片を泊具ではさみ、引張試験を行った。この図から、床版防水工単体の引張弾性係数は $-10\text{℃} \sim 60\text{℃}$ の範囲では温度の影響を

*東京大学生産技術研究所 物質・生命部門

研究速報

あまり受けにくいことが分かる。実際の床版防水工はアスファルト舗設時に高熱の影響を受けるが、ここでは引張弾性係数は温度の影響を受けないと仮定して、シート系防水工は 70 N/mm^2 、塗膜系防水工は 10 N/mm^2 とした。60℃における各々の床版防水工の圧縮弾性係数は、ヴィッカーズ硬度計により測定した。その結果から、シート系防水工は 100 N/mm^2 、塗膜系防水工は 60 N/mm^2 とした。

図4にアスファルトとコンクリート版の境界面に床版防

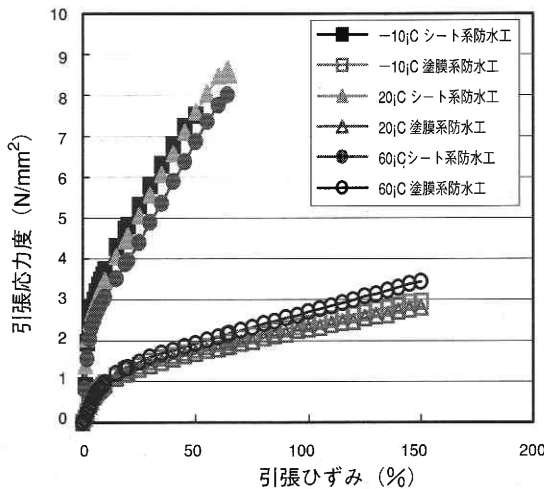


図3 材料温度の違いによる防水工材料単体の引張応力度—引張ひずみの関係

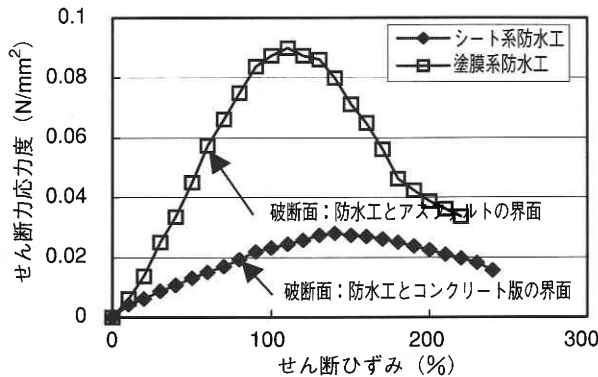


図4 60℃における防水工を敷設したコアのせん断応力度—せん断ひずみの関係⁵⁾

表1 解析に用いた定数

材料名	弾性係数 (N/mm^2)		せん断 弾性係数 (N/mm^2)	ポアソン比
	E_x	E_y		
密粒度アスファルト混合物	500	500	—	0.35
シート系防水工	70	100	0.020	0.35
塗膜系防水工	10	60	0.090	0.38

水工を敷設した供試体の $\phi 100 \text{ mm}$ のコアを 60°C としてせん断試験を行った結果を示す。ここで、せん断応力度はコアに加えた力をアスファルトとコンクリートの界面となる円の面積で除したものであり、せん断ひずみは加力方向の変位を防水工の厚さ 2 mm で除したものである。この関係から、60℃におけるせん断弾性係数は、シート系防水工は 0.02 N/mm^2 、塗膜系防水工は 0.09 N/mm^2 とした。

床版防水工のポアソン比については、シート系防水工はアスファルトと同じと仮定し 0.35 、塗膜系防水工は塩化ビニルと同程度と仮定し 0.38 とした⁴⁾。解析に用いた定数を表1に示す。

4. 解析結果

4.1 アスファルト表面形状に及ぼす影響

輪荷重載荷点付近のアスファルト表面形状解析結果を図5に示す。この図は、まず、防水工なしの供試体における輪荷重載荷 10800 回の実験で得られた最大わだち掘れ量 1.87 mm ¹⁾ を、防水工なしの解析モデルで輪荷重を1回載荷した時に算出された最大わだち掘れ量 0.0302 mm で除して、便宜上の載荷繰返し回数 62 回を求め、次に、床版防水工なしの場合、床版防水工を通常施工した場合および床版防水工とコンクリート版の付着切れがある場合の各解析モデルで、輪荷重を1回載荷した時の解析上のわだち掘れ量に便宜上の載荷繰返し回数を乗じて得られた値をアスファルト表面形状の解析値として示したものである。

この図から解析結果と実験結果が次の点で一致している。

- 1) わだち掘れ量の大きい順は、シート系防水工、塗膜系

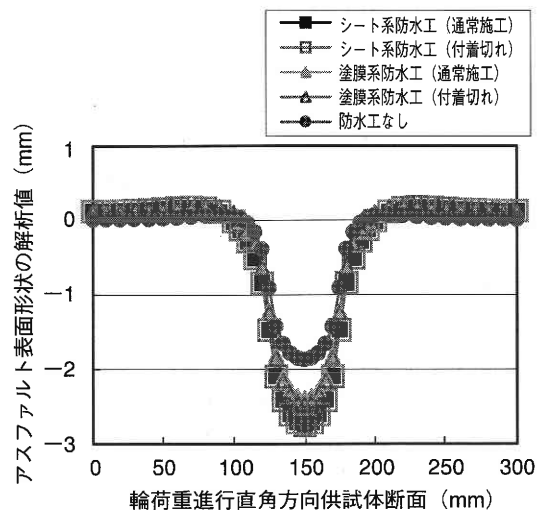


図5 アスファルト表面形状 (解析値)

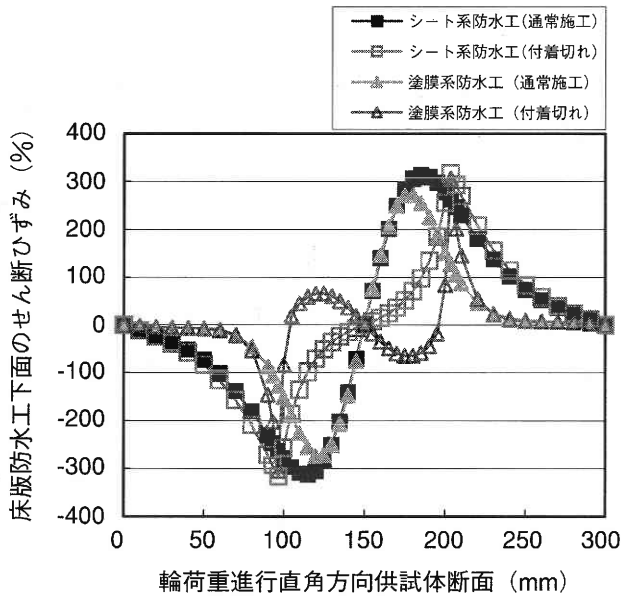


図6 床版防水工下面のせん断ひずみの分布 (解析値)

防水工, 防水工なしである.

- 2) 床版防水工を施した場合, 付着切れのあるものの方が付着切れのないものよりもわだち掘れ量が多い.

4.2 床版防水工の遮塩性に及ぼす影響

図6に解析による輪荷重進行直角方向の床版防水工下面の局部的なせん断ひずみ分布を示した. この図は, 解析モデルで輪荷重を1回載荷した時に床版防水工最下面における要素のx方向倒れ量を要素のy方向高さで除した値に, 便宜上の載荷繰返し回数を乗じて得られた値をせん断ひずみとしている. この図から分かることは次のとおりである.

- 1) 通常施工の場合, シート系防水工を用いた場合のせん断ひずみは塗膜系防水工を用いた場合よりも大きい.
- 2) 付着切れのある場合, 付着切れの円形境界箇所での床版防水工下面のせん断ひずみ分布が不連続となり, 分布幅が狭いことからその箇所にせん断ひずみが集中している.

これに加えて, 前報⁵⁾のせん断試験で得られた結果を考慮すると次のことが推測可能である.

(1) シート系防水工を用いた場合

60℃におけるせん断破断面は床版防水工とコンクリート版の界面であり, 当初の円形付着切れを付与した面と一致している. 当初の円形付着切れ境界がせん断ひずみの集中により新たな付着切れのきっかけとなり外側に広がったと思われる. 一方, 図7に約160℃のアイロンで鋼球を瀝

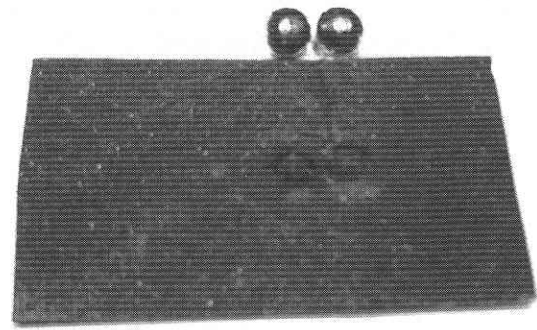


図7 瀝青シート系防水工の熱影響

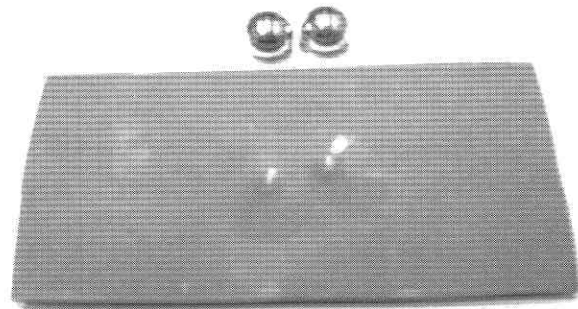


図8 塗膜系ポリウレタン吹き付け防止工の熱影響

青シート系防水工上に30分間押し付けた後の状況を示した. ここでは鋼球をアスファルト混合物中の骨材と想定している. このシート系防水工を用いると, アスファルト締固め時に防水工が熱により溶けて, アスファルト混合物中の骨材が溶けた防水工に食い込み, 骨材と防水工が接着する現象が生じた. 骨材が溶けた防水工に食い込む際に空気をまきこむ可能性は高く, 骨材と防水工が完全に密着することは困難と思われる. さらに, 新たな付着切れが, 骨材が食い込んだ箇所に生じた場合, シート系防水工の防水性能を低下させる可能性が大きくなると考えられる. 今回は, 新たな付着切れ箇所に骨材の食い込みがあり, 塩分浸透が見られたものと考えられる.

(2) 塗膜系防水工を用いた場合

60℃におけるせん断破断面は床版防水工とアスファルトの界面であり, 当初の円形付着切れを付与した面と一致していない. 一方, 図8に約160℃のアイロンで鋼球を塗膜系ポリウレタン吹き付け防水工上に30分間押し付けた後の状況を示した. この塗膜系防水工を用いると, アスファルト締固め時の熱により防水工は溶けず, 骨材との接触面は若干変色して塑性変形はするものの, 防水工への骨材

研 究 速 報

の食い込みは小さかった。このことから、シート系防水工よりも損傷が小さく顕著な塩分浸透が見られなかったと思われる。

5. 結 論

本研究により次の事項が明らかとなった。

- 1) 床版防水工を敷設した場合、敷設しない時よりもアスファルトのわだち掘れ量が大きくなる。
- 2) 床版防水工とコンクリート床版の付着の有無はアスファルト舗装の路面形状に影響する。
- 3) 床版防水工とコンクリート床版の付着切れが存在すると、付着のない部分とある部分の境界でひずみが集中し、床版防水工が破断する可能性が高くなると考えられる。

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)の蒔田實氏、山梨安弘氏および(株)ポゾリス物産のノルベルト・パウマン氏、並木隆一氏に深く感謝致します。

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4月6日受理)

参 考 文 献

- 1) 野村・魚本「道路橋における鉄筋コンクリートの防水工に関する研究(その2)」pp58～pp61生産研究2001年3月。
- 2) 神谷, 金井, 東, 松井「逆解析手法の違いによるひずみおよび破壊回数の比較検討」第55回土木学会年次学術講演会 平成12年9月。
- 3) 「舗装試験法便覧別冊(暫定試験方法) pp255 社団法人日本道路協会 平成8年10月。
- 4) 西村, 藤井著「最新土木材料」pp180 森北出版。
- 5) 野村・魚本「道路橋における鉄筋コンクリートの防水工に関する研究(その1)」pp54～pp57生産研究2001年3月。