

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7)

——基層アスファルト混合物の耐流動性・防水性の確保方策——

Study on water-proof-layer for reinforced concrete slab in road bridges (7)

—— Countermeasure for resistance of fluidity and waterproof in asphalt concrete as base layer ——

野村 謙二*・魚本 健人**

Kenji NOMURA and Taketo UOMOTO

1. はじめに

道路橋のコンクリート床版の耐久性を確保するために床版防水工が多く採用されるようになった。しかし、敷設した床版防水工が有効に機能しているかどうかについては確認が困難であるのが実状である。

前報¹⁾にも記したが、床版防水工を敷設すると、その上のアスファルト混合物は、1) 密度が低下し流動性が増加すること、2) 凍結融解抵抗性が低下すること、3) 吸水性が増加すること、4) 透水性が低下することが判明している。さらには、5) 防水工材料によって付着破壊層が異なること、6) 床版防水工を用いた場合の材料界面の付着切れは広範囲の舗装の損傷につながる可能性があることが判明している。

そこで、本研究では床版防水工を敷設した時の問題点に対する対策を検討することとした。基層混合物を想定して、前報¹⁾と同じ配合の密粒度アスファルト混合物（以下「アスファルト混合物」という。）を用い、その耐流動性および防水性について検討し、その検討結果から橋面舗装構造の改善策を提案することとした。

2. 基層混合物の耐流動性対策

2.1 実験の経緯

床版防水工を敷設すると、床版防水工なしの場合よりもその上に舗装されたアスファルト混合物の密度が低下し、輪荷重走行時にそのわだち掘れ量が増加することが判明している。この原因としては、床版防水工材料がコンクリート表面よりも柔らかいことにより、その上に舗装されるアスファルト混合物がうまく締固めることができないこと、床版防水工をコンクリートあるいはアスファルト混合物に接着する瀝青接着剤（以下「コンパウンド」という。）が

転圧時に浸透上昇し、アスファルト混合物自体がアスファルトリッチになることが考えられた。

そこで、耐流動性低下の一原因と考えられる瀝青シートやポリウレタンといった床版防水工材料を使用せず、コンパウンドのみで基層アスファルト混合物の防水効果を期待し、耐流動性を確保することを試みた。

2.2 実験概要

供試体は平面寸法 300 mm × 300 mm、アスファルト混合物の厚さはひびわれ抵抗性を考慮し 60 mm、ホイールトラッキング試験用の厚さ 100 mm の型枠に入れるためコンクリート版の厚さを 40 mm とした。供試体の種類は、コンクリート版とアスファルト混合物の界面に塗布するコンパウンド量を 0 kg/m²、0.25 kg/m²、0.5 kg/m²、1.0 kg/m²、2.0 kg/m²、4.0 kg/m² の 6 種類とした。

図 1 に示すような供試体をホイールトラッキング試験用の型枠に入れ、供試体表面の中央をホイールトラッキング試験機により輪荷重を 10800 サイクル載荷した後のアスファルト混合物表面のわだち掘れ量を計測した。輪荷重は接地圧 0.6272 N/mm² となるようゴム硬度を調節し、試験室内温度は 60 °C とした。

2.3 実験結果および考察

図 2 にわだち掘れ量の状況を示す。これを見ると、コンパウンド量が 1.0 kg/m² 以下であれば、わだち掘れ量の異常な増加は見受けられない。コンパウンド量が 1.0 kg/m²

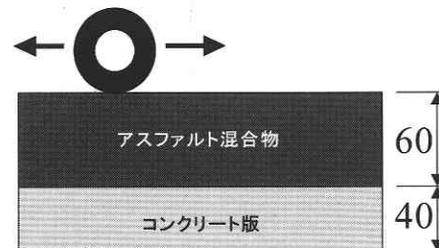


図1 輪荷重載荷概要

*東京大学大学院 社会基盤工学専攻

**東京大学生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター

研 究 速 報

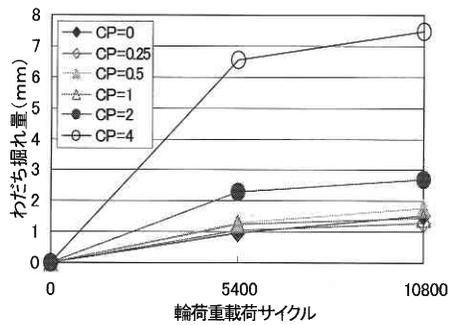


図2 コンパウンド量によるわだち掘れ量の状況

を越えると流動性が急激に増加することがわかる。

3. 基層混合物の防水性対策 (一般部)

3.1 実験概要

床版防水工を敷設すると、その上に舗設されたアスファルト混合物が不透水になることが、これまでの実験結果から判明している²⁾。これは、舗設時にコンパウンド材がアスファルト混合物中へ浸透上昇し、アスファルト混合物がアスファルトリッチとなり空隙率が小さくなったためと考えられる。このことから、シート系防水工およびポリウレタン塗膜系防水工を用いず、コンパウンド材のみを塗布した上にアスファルト混合物を舗設することで、アスファルト混合物を不透水性とすることができると考え、前章のアスファルト混合物厚さ 60 mm の供試体から図3に示すように輪荷重載荷部分が掛かるように透水試験用にφ100 mmのコアを採取し、透水圧として0.5 N/mm²を加圧し、加圧透水試験を行なった。また、アスファルト混合物厚さ 35 mm の供試体についても同様の試験を行なった。

3.2 実験結果および考察

コンパウンド塗布量によるその上に舗設されたアスファルト混合物の透水係数の変化を図4に示した。透水係数は式(1)にて算出した。

$$K = Q \cdot h / (A \cdot 5000) \quad \text{式 (1)}$$

ここで、Q：流出水量 (cm³/s)

A：サンプルの断面積 (cm²)

h：サンプルの高さ (cm)

これを見ると、アスファルト混合物の厚さが 60 mm の場合には、コンパウンド量が 1.0 kg/m² を越えるとアスファルト混合物からの透水が観察されなくなり、不透水となることが確認された。また、アスファルト混合物の厚さが 35 mm の場合には、コンパウンド量が 0.5 kg/m² を越える

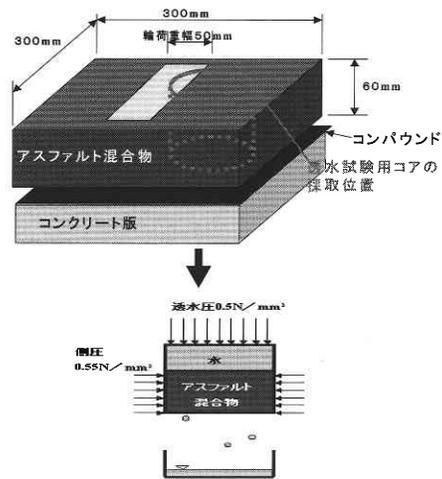


図3 加圧透水試験の概要

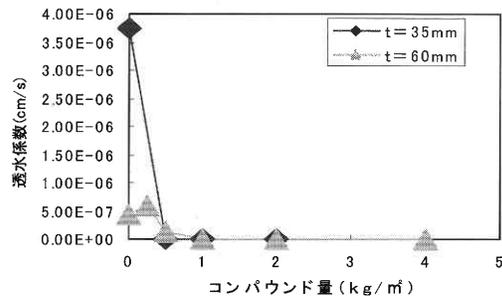


図4 コンパウンド量による混合物の透水係数の変化

とアスファルト混合物からの透水が観察されなくなった。

このことと前章の結果から、基層アスファルト混合物厚さをひびわれ抵抗性を確保するために 60 mm とした場合、アスファルト混合物の耐流動性および防水性の確保のためにはコンパウンド量を 1.0 kg/m² 程度とすればよいことがわかる。

4. 基層混合物の防水性対策 (特殊部)

4.1 実験概要

道路橋のコンクリート縁石とアスファルト舗装との界面の透水係数を計測するための試験である。

300 mm × 300 mm × 50 mm のコンクリート版の上に 300 mm × 75 mm × 50 mm に切断したコンクリート版を2枚接着し、300 mm × 150 mm × 50 mm のコンクリート溝を形成させた。その溝に瀝青乳剤を塗布し、コンクリート溝の側面にコンパウンド量を 0 kg/m²、2 kg/m²、4 kg/m² と変化させ、厚さ 35 mm のアスファルト混合物を舗設した。供試体は十分常温で冷却した後、半分に切断し、一つは 20℃ の環境に、もう一つは -10℃ の環境に一日置い

た。これは、コンクリートの線膨張係数は $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}^3$ 、アスファルト混合物の線膨張係数は $30 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}^4$ であり、両者の線膨張係数には差があるため、保存温度を変えて透水状況を確認することとした。図5に示すようにアスファルト混合物とコンクリートの界面を含むようにコアを採取し、加圧透水試験を行った。加圧条件は一般部と同様である。

また、 $300 \text{ mm} \times 300 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$ のコンクリート版に瀝青乳剤を塗布し、図6に示すように厚さ60mmの密粒度アスファルト混合物を2回に分けて舗設した。この時生じるアスファルト混合物の打ち継目部分には瀝青コンパウンド材を $2 \text{ kg}/\text{m}^2$ 程度（通常塗布される量と同じ量）を塗

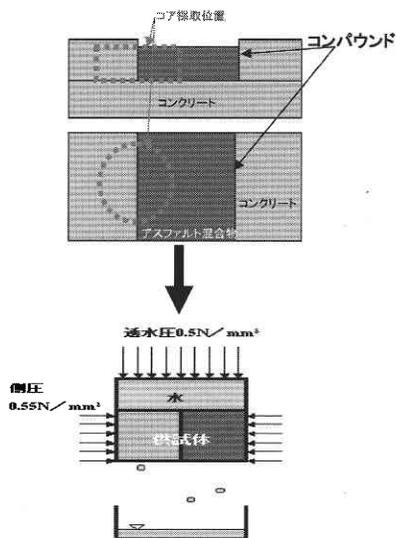


図5 混合物とコンクリート界面の加圧透水試験概要

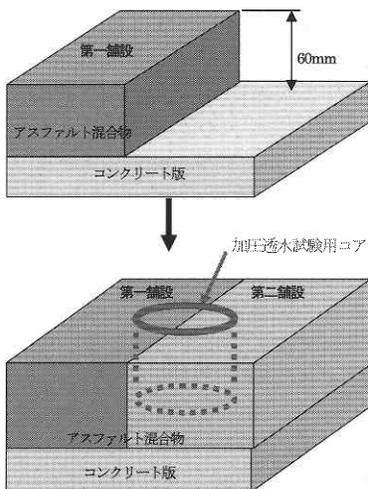


図6 混合物の打ち継目部のコア採取位置

布し防水性を確保することを試みた。舗設後、打ち継目部分のコアを採取し、同様の条件で加圧透水試験を行った。

4.2 実験結果

コンクリートとアスファルト混合物の界面での透水係数 $k \text{ (cm/s)}$ が、その界面に塗布するコンパウンド量を変化させた場合にどのように変化するかを図7に示した。これを見ると、コンパウンド量を増加すると透水係数は低下するが、通常の2倍の塗布量である $4 \text{ kg}/\text{m}^2$ 塗布しても不透水とはならなかった。線膨張係数の影響は、寸法が小さいため顕著には出なかったが、有効幅員10m程度となるとその影響も大きくなると思われる。このような寸法が小さい供試体でコンパウンド量を増加させても不透水とならないことから、コンクリートとアスファルト混合物との界面には水は進入するものとして排水計画を行った方が良いと思われる。

密粒度アスファルト混合物の一般部と打ち継目部での透水係数 $k \text{ (cm/s)}$ を比較したものが図8である。これを見ると、一般部が打ち継目部よりも1オーダー小さい透水係数を示している。このことから、打ち継目部は不透水と考えることが困難であり、不透水とするためには何らかの対策が必要と思われる。

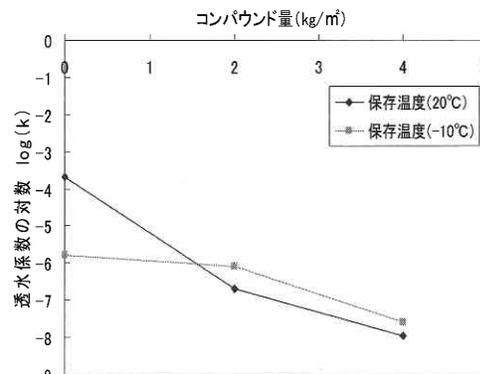


図7 コンパウンド量による界面の透水係数

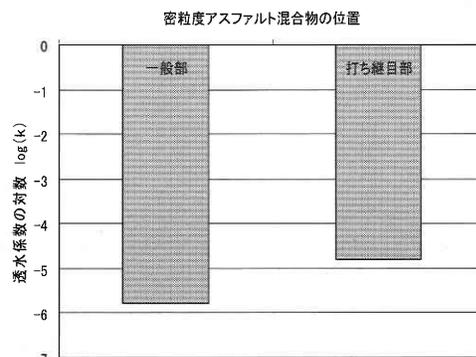


図8 一般部と打ち継目部の透水係数の比較

5. 橋面舗装構造の提案

これまで、床版防水工を敷設した場合の問題点および従来の橋面舗装の問題点について実験的検討を行ってきた。その結果、現行の床版防水工を使用した場合について次のような課題が挙げられる。

- 1) 床版防水工材料は良質なものが開発されても端部処理がうまくなされないと機能しない。現行の基準では、端部処理の試験方法や完全な対処方法がない。
- 2) アスファルト混合物は消耗材料であり基層アスファルト混合物の取り替え時に床版防水工も取り替える必要がある。床版防水工にコストをかけても機能を十分発揮させることができない可能性が大きい。
- 3) コンクリート床版への有害因子の進入を完全に遮断し、かつ、アスファルト舗装の寿命を縮めない方策は、現在の技術では確立できていないと思われる。

これらの課題を克服するための対策として、路面水の円滑な排水に着目した。図9に示すような橋面舗装構造で路面排水を円滑に処理し、コンクリート床版への有害因子を早く除去し、橋面舗装の寿命を確保することを考えている。この橋面舗装構造は、これまでの実験結果を次のとおり踏襲したものになっている。

- 1) 基層アスファルト混合物は砕石マスチックアスファルト混合物 (SMA) よりも施工性がよい改質Ⅱ型アスファルトを用いた密粒度アスファルト混合物 (厚さ 60 mm) を採用する。
- 2) 床版防水層敷設がアスコンの流動性を増加させることから、床版防水材料としてゴム入り改質ブローンアスファルトから成るコンパウンドを 1.0 kg/m² 程度塗布することとする。これ以上の塗布は基層の流動性を増加

させることになるため注意する。

- 3) 輪荷重作用位置から早く排水するために基層アスファルト混合物とコンクリート縁石および基層アスファルト混合物と橋梁の伸縮装置 (ジョイント) は接触させず導水帯を設置する。これにより予測困難な水の動きが少なくなることを期待している。
- 4) 導水帯にはシート系防水工を敷設し、さらに排水を円滑にするためにφ20 mmの有孔ドレーンパイプを設置し、排水ますあるいは水抜き孔に接続する。
- 5) 基層アスファルト混合物の打ち継目からの水の進入を防止するため、基層アスファルト混合物の打ち継目上にシート系防水工を敷設 (幅 330 mm) する。

6. ま と め

本研究により得られた知見は次のとおりである。

- 1) コンパウンドの量で基層混合物の防水性および耐流動性を調節することができる。厚さ 60 mmの密粒度アスファルト混合物の場合、コンパウンド量を 1.0 kg/m²程度とすることで防水性および耐流動性を満足するアスファルト混合物ができることが示された。
- 2) コンクリートとアスファルト混合物との界面、およびアスファルト混合物とアスファルト混合物の打ち継目は透水係数が大きく、水は進入するものと考えて排水計画を立案した方がよい。
- 3) 路面排水の円滑化を図る橋面舗装構造案を提案した。

今後は、本橋面舗装構造がうまく機能するかどうかを検証する必要がある。赤外線サーモグラフィを用いて排水の円滑度を評価することを考えている。

(2002年8月19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床版の防水工に関する研究 (その6)」生産研究, 2002年9月
- 2) 野村・魚本「床版防水工がアスファルト舗装に及ぼす影響」コンクリート工学年次論文集第24巻, 2002年6月
- 3) 国立天文台編, 理科年表 丸善, 1996年
- 4) 八谷ほか「老化に伴うアスファルトコンクリートの性状変化」港研報告, 22-2, 1983年6月

謝 辞

本研究を実施するにあたり、多大なご協力を賜ったニチレキ株式会社の蒔田實氏、山梨安弘氏、同社技術研究所の皆様、株式会社ポゾリス物産のノベルト・バウマン氏、並木隆一氏に深く感謝の意を表します。

本研究を手伝っていただいた千葉工業大学の津久井美紀君に深く感謝致します。

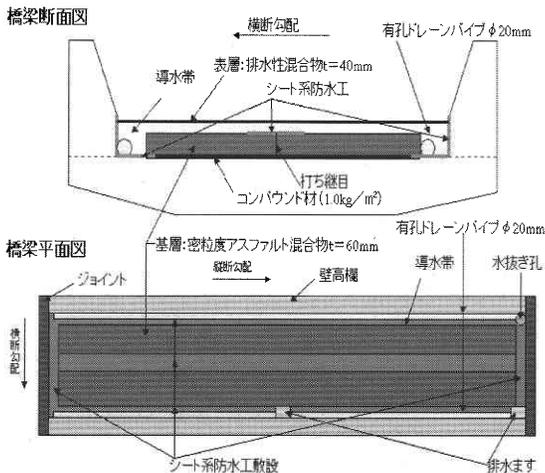


図9 提案する橋面舗装構造