

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)

——基層アスファルト混合物のひびわれ追従性の検討——
 Study on water-proof-layer for reinforced concrete slab in road bridges (6)
 —— Study on resistance of cracks in asphalt concrete as base layer ——

野村 謙二*・魚本 健人**

Kenji NOMURA and Taketo UOMOTO

1. はじめに

コンクリート床版の疲労劣化が顕在化している¹⁾。コンクリート床版の損傷状況は図1に見られるように床版上面が土砂状になる場合もある。この主な原因はコンクリート床版上面に供給された水によるものと考えられ、その対策として床版防水工が敷設されている。

図2に橋面舗装構成について高速道路の例を示すが、平成10年度以前の橋面舗装厚さは75mmであり、コンクリート床版上では表層、基層ともに密粒度アスファルト混合物が採用されていた。流動性対策として表層混合物には改質Ⅱ型アスファルトが使用される場合もあった。この時の設計の考え方は、雨水などの路面排水は表層から舗装内に浸透することなく、すべて舗装表面から排水ますに排水されることとしていた。このため、舗装表面から下の水抜きを考慮していない排水ますの構造も多く存在した。平成10年から表層混合物に排水性舗装が本格採用され、不透水と考えることのできる基層の密粒度混合物の厚さが35mmと薄くなったため、基層混合物の下に床版防水工が義務付けられた。現行のコンクリート床版仕上げ時の不陸の許容値が±25mmであることから、基層厚さが35mmでは最低基層厚さ10mmの箇所が出てくることになり、最大粗骨材寸法13mmの密粒度混合物を舗装することができない不具合が生じる。その問題を克服するため、平成13年から基層厚さを60mmとし、さらにより水密性の高いとされる碎石マスチックアスファルト混合物(SMA)が基層混合物に採用されることとなった。SMAは端部の締固めを十分にできないことから、床版防水工を設けることとしている²⁾。

しかしながら、この橋面舗装構成が良いものか否かを確認したものではなく、特に床版防水工を用いた場合の問題点



図1 コンクリート床版の損傷状況

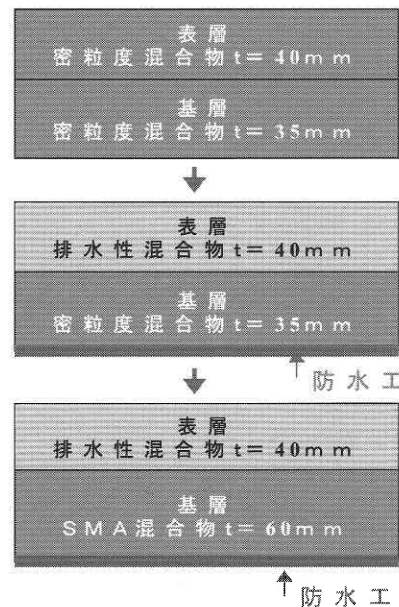


図2 橋面舗装構成の変遷 (高速道路の例)

が明らかにされていない。これまでの研究で明らかとなったことは、床版防水工を敷設すると、その上のアスファル

*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

ト混合物の1) 密度が低下し流動性が増加すること³⁾, 2) 凍結融解抵抗性が低下すること⁴⁾, 3) 吸水性が増加すること⁵⁾, 4) 透水性が低下すること³⁾である。そこで、本文では床版防水工を敷設した時の問題点の把握として、常温における基層アスファルト混合物のひびわれ追従性について検討したので、その結果を報告する。

2. 床版防水工の有無による基層混合物のひびわれ発生状況確認試験

2.1 実験概要

図3に示すように、平面長さ250 mm × 150 mm、コンクリート版(厚さ50 mm)の中央に幅2 mm程度の貫通した切れ目を入れ、シート系防水工を敷設、塗膜系防水工を敷設、防水工なしの3種類の供試体とし、その上に基層混合物を想定して施工性の良い密粒度アスファルト混合物(厚さ35 mm)を舗設し、供試体を作製した。使用した床版防水工および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。)の配合は前報⁶⁾と同じである。これらを単純支持し、ホイールトラッキング試験機を用いて輪荷重を載荷した。輪荷重は幅50 mmで接地圧 0.6272 N/mm^2 となるようゴム硬度を調節し、常温で載荷した。試験温度は $18.8^\circ\text{C} \sim 23.9^\circ\text{C}$ であった。

2.2 実験結果および考察

図4に床版防水工の有無でのひびわれ発生状況を示した。

a) シート系防水工を用いた供試体

輪荷重600往復で床版防水工とコンクリート版の界面の付着切れが進行した。輪荷重5400往復終了後の付着切れ状態は図4(a)のようになった。

b) 塗膜系防水工を用いた供試体

輪荷重120往復でアスファルト混合物と床版防水工の界面の付着切れが観察され、輪荷重600往復で付着切れ領域が急激に進展した。輪荷重5400往復終了後の付着切れ状態は図4(b)のようになった。

c) 床版防水工なしの供試体

輪荷重30往復でアスファルト混合物にひびわれが発生した。輪荷重600往復でコンクリート版のスパン中央が10 mm 撓みきった。その時の状態を図4(c)に示した。

図4から言えることは、次のとおりである。

- 1) 床版防水工は、コンクリート版に生じたひびわれが開閉することによりアスファルト混合物中にひびわれが伝播することを防ぐ効果がある。
- 2) 床版防水工なしでは、アスファルト混合物中にひびわれが伝播する。
- 3) 床版防水工の種類によって付着切れの生じる界面が異

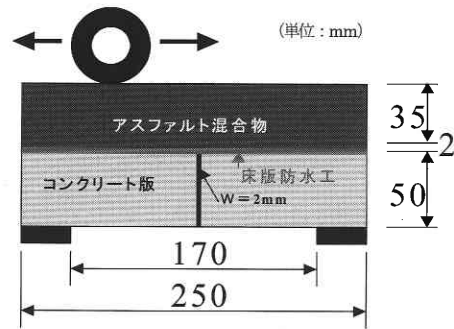
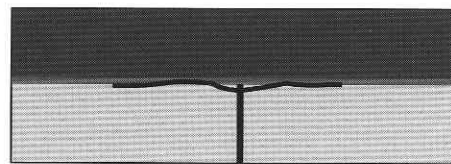
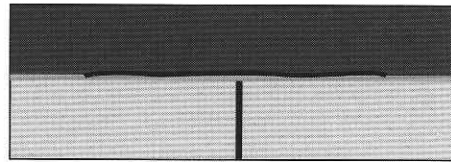


図3 床版防水工の有無による基層混合物のひびわれ発生状況確認試験概要

(a) シート系防水工



(b) 塗膜系防水工



(c) 床版防水工なし

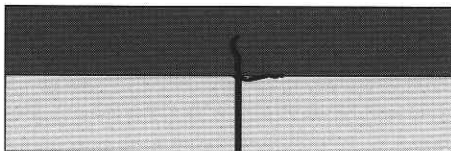


図4 床版防水工の有無でのひびわれ発生状況

なる。

- 4) 床版防水工を敷設すると、異なる材料の界面の付着切れが先行して生じるため、アスファルト混合物中へのひびわれ発生限界が緩和されたと考えられる。
 - 5) 床版防水工なしとすると、床版防水工を敷設した場合よりも材料界面の付着強度が大きかったと考えられる。
- 図5にシート系防水工を使用した実橋梁の橋面舗装のブリスタリング状況を示した。この場合はひびわれの開閉による付着切れが原因ではないが、床版防水工とコンクリート床版との界面の付着切れは、放置しておけば舗装の広範囲な損傷に結びつくことが想定される。図6に塗膜系防水工を使用した実橋梁の橋面舗装のひびわれ状況を示した。

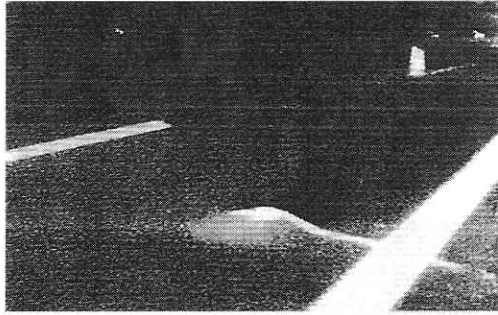


図5 供用中の実橋梁での橋面舗装のプリスタリング

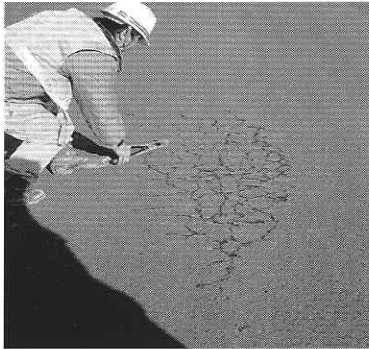


図6 塗膜系防水工使用の実橋梁の橋面舗装ひびわれ

調査の結果、この原因は床版防水工とアスファルト混合物の付着切れによるものと判明した。床版防水工とアスファルト混合物との界面の付着切れは、水の供給、温度上昇および輪荷重走行によりアスファルト混合物のズレや剥離を生じさせ、損傷範囲が広範囲になることが想定される。図6のひびわれは水が滲んでおり、水の供給があったことを表している。

3. 基層混合物の厚さの違いによる基層混合物のひびわれ発生状況確認試験

3.1 実験概要

図7に示すように、平面長さ250 mm×150 mm、コンクリート版(厚さ40 mm)の中央に幅2 mm程度の貫通した切れ目を入れ、瀝青接着剤(コンパウンド)をコンクリート版上に0.5 kg/m²塗布し、基層混合物を想定した前節と同じ配合のアスファルト混合物を厚さ20 mm, 40 mm, 60 mmとして舗装した供試体を作製した。これらを単純支持し、ホイールトラッキング試験機を用いて輪荷重を載荷した。輪荷重は幅50 mmで接地圧0.6272 N/mm²となるようゴム硬度を調節し、常温で載荷した。試験温度は18.8℃~23.9℃であった。

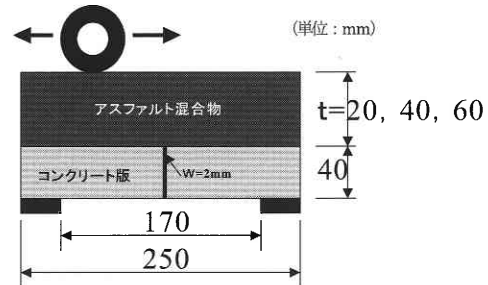
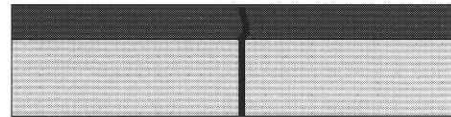


図7 基層混合物の厚さの違いによる基層混合物のひびわれ発生状況確認試験概要

(a) 基層アスファルト混合物層厚 20mm



(b) 基層アスファルト混合物層厚 40mm



(c) 基層アスファルト混合物層厚 60mm

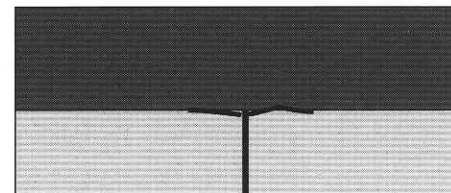


図8 基層混合物層厚の違いによるひびわれ状況

3.2 実験結果および考察

図8にアスファルト混合物層厚の違いによる基層混合物中のひびわれ発生状況を示した。

a) アスファルト混合物層厚 20 mm

輪荷重載荷直後でアスファルト混合物に貫通ひびわれが発生し、コンクリート版のスパン中央が10 mm 撓みきった。その時の状態を図8 (a) に示した。

b) アスファルト混合物層厚 40 mm

輪荷重150 往復でアスファルト混合物とコンクリート版の界面の付着切れおよびひびわれが観察され、輪荷重600 往復でコンクリート版のスパン中央が10 mm 撓みきった。その時の状態を図8 (b) に示した。

c) アスファルト混合物層厚 60 mm

輪荷重1000 往復でアスファルト混合物とコンクリート

研 究 速 報

版の界面の付着切れが観察された。輪荷重 2500 往復でコンクリート版のスパン中央が 10 mm 撓みきったが、アスファルト混合物のひびわれは無かった。その状態を図 8 (c) に示した。

この図から言えることは、次のとおりである。

- 1) アスファルト混合物の厚さによってコンクリート版からのひびわれ伝播挙動が異なる。
- 2) 床版防水工なしでコンクリート版からアスファルト混合物中へのひびわれ伝播を防ぐためにはアスファルト混合物の厚さを 60 mm 以上にする必要がある。
- 3) アスファルト混合物の厚さを 60 mm とした場合、床版防水工を敷設した場合と比較すると付着切れ長さが小さい。

これらのことから、基層アスファルト混合物の厚さを確保することは非常に重要であり、その厚さの変動が大きければ舗装のひびわれ抵抗性が変動し、舗装の耐久性に大きく影響してくることがわかる。高速道路における現行のコンクリート床版の表面不陸の許容値は $\pm 25 \text{ mm}^7$ であるが、舗装の平坦性の基準値（新設での許容値は舗装厚の $\pm 10\%$ 、 -5% 、補修の目安としては 4 mm^8 ）に比較するとかなり許容幅がある。鋼道路橋のコンクリート床版は、片持ち張出し施工の PC 橋の床版に比較すると床版の表面仕上げを行う上での制約条件は少ないものと思われ、コンクリート床版の不陸の許容値を現行よりも抑えることが可能と思われる。例えばこの許容値を $\pm 10 \text{ mm}$ 程度にでも抑えることができれば、橋面舗装の耐久性は向上すると思われる。

4. 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) 使用する床版防水工の種類により付着切れ箇所が異なる。シート系防水工を使用すると床版防水工とコンクリート版の界面、塗膜系防水工を使用すると床版防水工とアスファルト混合物の界面が付着切れを起こす。
- 2) 床版防水工を用いると、材料界面の付着切れによりアスファルト混合物へのひびわれ伝播を防ぐ。
- 3) 床版防水工を用いた場合の材料界面の付着切れは、温度上昇、輪荷重の走行によるひびわれの開閉により発生し、広範囲の舗装の損傷につながる可能性がある。
- 4) 床版防水工なしでは、基層混合物の厚さを 60 mm 程度にすると付着切れが先行し基層アスファルト混合物中にひびわれが入りにくくなる。付着切れの長さは床版防水工を使用した場合より小さい。

床版防水工を敷設した場合、その上のアスファルト混合

物の 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、が問題点として挙げられた。本研究ではコンクリート床版のひびわれの開閉に対して、材料界面の付着切れがアスファルト混合物中へのひびわれを抑制していることを確認できた。実験室レベルではアスファルト混合物中へのひびわれを抑制するので床版防水工は有効と判断されるが、実橋梁においては舗装表面に変状が現れる時点では、広範囲の材料界面の付着切れとなっていることが図 5、図 6 から推察される。したがって、橋面舗装の損傷範囲を最小限にとどめ通行車両の安全を確保する観点から、シート系防水工およびポリウレタン塗膜系防水工をコンクリート床版に全面的に敷設することは極力避けた方がよいものと思われる。

対策としては、基層混合物の厚さを 60 mm とすることでコンクリート床版からのひびわれ伝播を防ぎ、コンパウンドを適量塗布することで基層アスファルト混合物の防水性を確保し、かつ、プリスタリングを防止することが考えられる。

(2002 年 8 月 19 日受理)

参 考 文 献

- 1) 坂手・関「床版防水工の試験施工結果について」日本道路公団技術情報第 78 号、1985 年 7 月
- 2) 日本道路公団 設計要領第一集
- 3) 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
- 4) NOMURA・UOMOTO「Study on water-proof-layer for reinforced concrete slabs in road bridges」fib congress Osaka Oct. 2002
- 5) 野村・魚本「道路橋における鉄筋コンクリート床版上のアスファルト混合物の吸水性」土木学会年次講演概要集、2002 年 9 月
- 6) 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
- 7) 日本道路公団 構造物施工管理要領
- 8) 日本道路公団 舗装施工管理要領

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、株式会社ボゾリス物産のノベルト・パウマン氏、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。