

研究解説

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4)

—アスファルト舗装の締固めおよび輪荷重載荷が床版防水工に与える損傷の観察—

Study on Water-proof-layer for Reinforced Concrete Slab in Road Bridges (4)

—Observation of Water-proof-layer's Damage by Compaction of Asphalt Pavement and by Cyclic Traffic Load—

野村 謙二*・魚本 健人**

Kenji NOMURA and Taketo UOMOTO

1. はじめに

前報¹⁾²⁾の実験では、アスファルトの締固めおよび輪荷重載荷により、アスファルト表面から供給した塩水が浸透してコンクリートまで到達する場合があることを確認した。そこで、アスファルトの締固め作業時および供用時に床版防水工がどのような損傷を受けているかを目視確認することを試みたので、その結果を報告する。

2. 供試体の種類

床版防水工材料は、前報¹⁾²⁾の実験で用いたものと同様とした。供試体は、図1に示す3種類とした。

- ① 床版防水工を標準施工したもの
- ② 中央φ100 mmの領域に床版防水工とコンクリート版に付着切れを有しているもの
- ③ 床版防水工に予め2 mm×100 mmの深い傷を与えたもの

3. アスファルト締固め後の床版防水工表面の観察

3.1 実験概要

舗設後の床版防水工の状況を目視観察するため、密粒度アスファルト混合物の代わりに除去可能な加熱した骨材のみを締固めた。密粒度アスファルト混合物の配合¹⁾のうちアスファルトを除いた骨材の配合を表1に示した。表1の配合の骨材を180℃まで加熱し、アスファルトミキサで約1分間練り混ぜ、シート系防水工および塗膜系防水工の上に敷き均し、図2に示すようにローラーコンパクターで締固めた。なお、締固め時は骨材温度が160℃以上あることを確認した。ローラーコンパクターで締固めた後、12時間以上自然冷却した。十分骨材を冷却したら型枠を脱型し、表面の骨材を取り除き、床版防水工の状況を観察した。

*東京大学大学院工学系研究科

**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

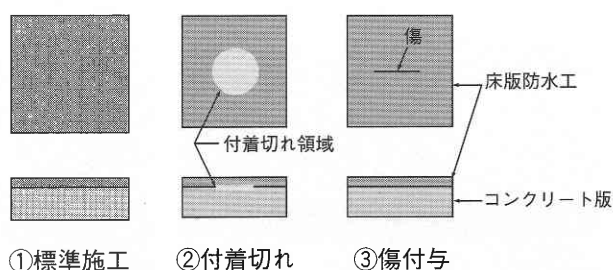


図1 供試体の種類



図2 加熱骨材の締固め作業状況

表1 加熱骨材の配合(重量%)

6号碎石	7号碎石	粗目砂	細目砂	石粉
38.0%	21.4%	24.8%	10.4%	5.4%

3.2 実験結果

(1) シート系防水工

シート系防水工を用いた供試体の表面の骨材を除去した状態を図3に示した。図中の矢印はローラーコンパクターの進行方向である。この図から分かることは、シート系防水工に元々染みこんでいたアスファルトが締固めの熱により溶け出し、多くの骨材を付着していることである。また、表面を良く観察すると、シート系防水工から溶け出たアス

ファルトの脈が見られた。この脈はローラーコンパクター進行直角方向に尾根を生じていた。

ガスバーナーで熱を加えて付着した骨材を採取した。骨材採取後の供試体の状況を図4に示した。図中の矢印はローラーコンパクターの進行方向である。この図からも容易に脈の存在が確認できる。傷を付与したもの初期の傷は原形をとどめておらず、シート系防水工に含まれているアスファルトが熱で溶けることによって確認を困難にさせている。採取した付着骨材重量は図5のとおりであり、1000 g ~ 1200 g 程度であった。

結局、図3および図4からも分かるように、骨材の締めによるシート系防水工の損傷状況を確認することは困難であった。

(2) 塗膜系防水工

塗膜系防水工を用いた供試体の表面の骨材を除去した状態を図6に示す。図中の矢印はローラーコンパクターの進

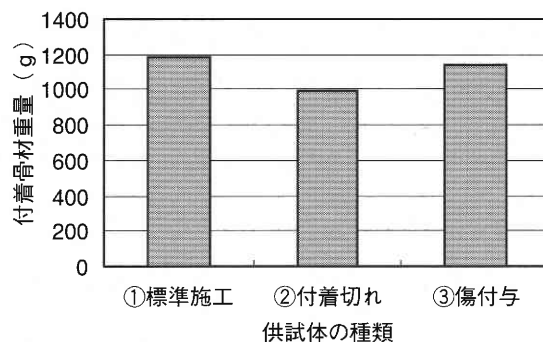


図5 シート系防水工に付着した骨材重量



図3 表面骨材を除去した状況 (シート系防水工)

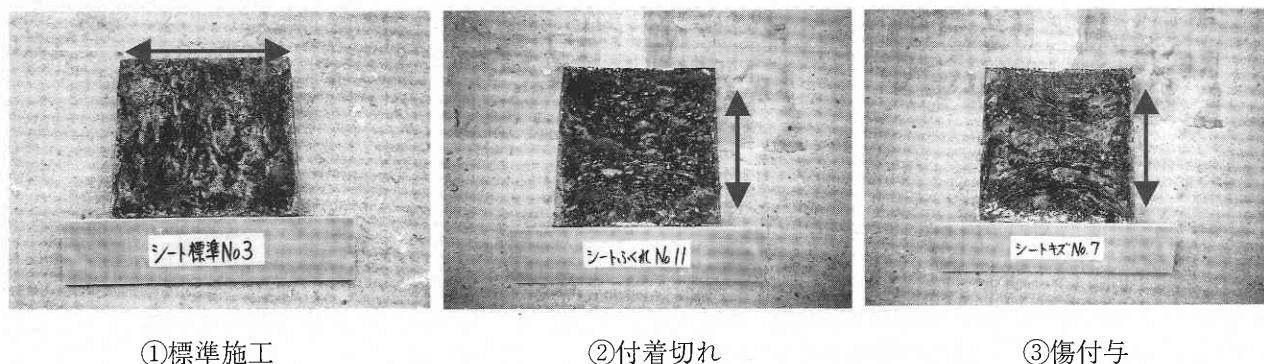


図4 床版防水工に付着した骨材を除去した状況 (シート系防水工)

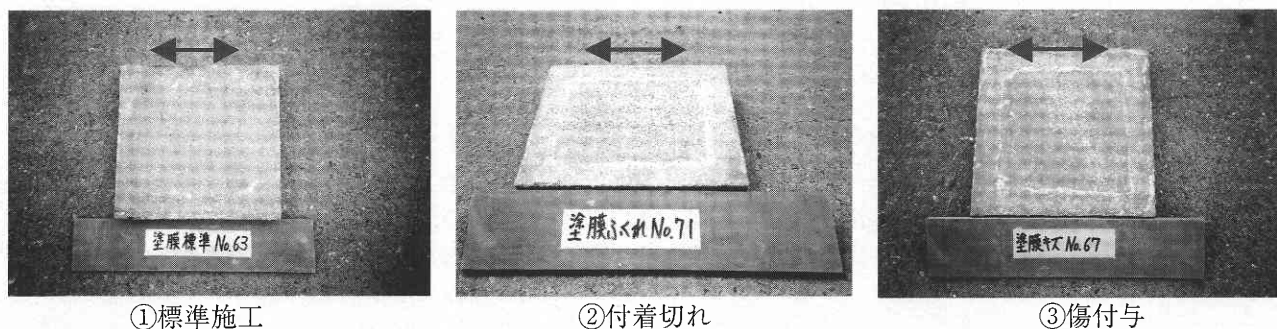


図6 表面骨材を除去した状況 (塗膜系防水工)

行方向である。この図から分かることは、シート系防水工とは異なり、塗膜系防水工の表面で骨材がきれいに除去できることである。塗膜系防水工は舗設時の熱によって溶けた形跡はなかった。

表面を観察すると、アスファルトとの付着を確保するために散布された珪砂の剥げ落ちは確認されたが、漏水を引き起こすような大きな損傷は見られなかった。初期に付与した傷もそのままの状態に残っており、舗設により助長されることはなかった。

4. 輪荷重載荷後の床版防水工表面の観察

4.1 実験概要

上記のように加熱骨材を締固めた後、図7に示すようにホイールトラッキング (WT) 試験機により供試体に輪荷重を載荷した。輪荷重の大きさは686 N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 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260 mmの距離を30往復する設定とした。輪荷重載荷回数は10800往復 (6時間) した。輪荷重載荷時の温度を 60°C とした²⁾。

輪荷重載荷後、数時間自然冷却して型枠を脱型し、表面の骨材を取り除き、床版防水工の状況を観察した。

4.2 実験結果

(1) シート系防水工

シート系防水工を用いた供試体の表面の骨材を除去した

状態を図8に示した。図中の矢印は輪荷重の進行方向である。この図から分かることは、輪荷重によりシート系防水工に元々染みこんでいたアスファルトが輪荷重進行方向に沿って鉛直上方向に浸透していることである。輪荷重載荷部と非載荷部の境界付近、その中でも特に輪荷重の静止点付近は、アスファルトの上方浸透が最も目立った。このことから、当該箇所付近はシート系防水工にとって最も厳しい環境にあると思われる。

輪荷重を載荷した場合の付着骨材重量を測定した結果を図9に示した。骨材の締固め時よりも骨材付着量が多くなっているが、骨材付着量の大きい順番は骨材の締固め時と変わらなかった。

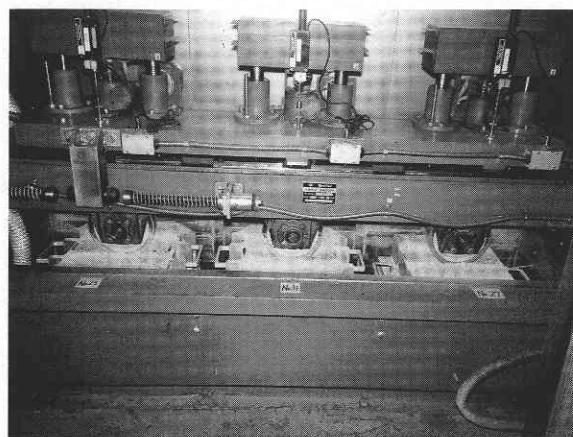


図7 WT試験機による輪荷重載荷状況



①標準施工



②付着切れ



③傷付与

図8 表面骨材を除去した状況 (シート系防水工)

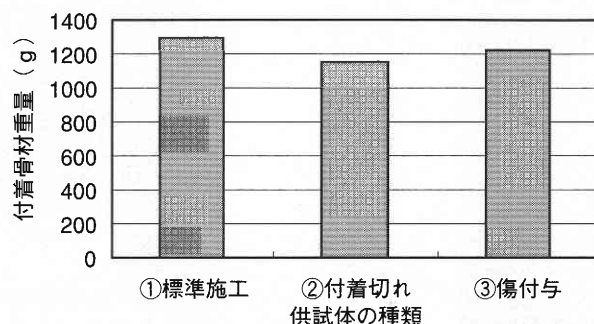


図9 シート防水工に付着した骨材重量

結局、シート系防水工を用いた場合は、骨材の締固めの場合と同じく、輪荷重載荷による損傷状況を確認することは困難であった。しかし、シート系防水工の最も厳しい環境と思われる箇所が前報²⁾で報告した付着切れを有する供試体に塩分浸透が確認された箇所付近とほぼ一致している。

(2) 塗膜系防水工

塗膜系防水工を用いた供試体の表面の骨材を除去した状態を図10に示す。図中の矢印は輪荷重の進行方向である。この図から分かることは、輪荷重載荷部分の珪砂が多く剥がれ落ちていること、特に付着切れを有する供試体では塗膜系防水工に目視可能な損傷が発生したことである。この損傷はコンクリート面まで到達していることを確認した。図11にその状況を拡大して示した。これを見ると、発生した損傷は付着切れ部分と付着部分の境界付近に生じているのが分かる。輪荷重の往復による床版防水工と骨材とが磨耗し、せん断ひずみが集中する付着切れ部分と付着部分の境界付近³⁾に損傷が発生したものと思われる。密粒度アスファルト混合物を舗設した実験²⁾では大きな塩分の浸透が確認されなかったことから、骨材のみの状態はかなり厳しい状態と思われる。

5. ま と め

(1) シート系防水工

以上の実験の結果から、シート系防水工の防水メカニズ

ムは次のように考えられる。

- ① 既製の瀝青シート系防水工に染みこんでいるアスファルトが舗設時の熱で溶ける。
- ② 締固めの圧力でシート系防水工から溶け出たアスファルトがアスファルト混合物中の空隙を浸透し上昇する。
- ③ シート系防水工の厚さは当初2mmであるがアスファルト分が浸透上昇し、骨材を含むアスファルトリッチな厚い防水層を形成し、防水機能を果たす。

シート系防水工を用いた場合、わだち掘れ量が大きい結果となったのは、アスファルトリッチな部分の厚さが増加し、変形容易な層が厚くなったためと思われる。また、シート系防水工の防水性能が低下する場合としては、次のことが考えられる。

- ① 骨材である碎石が割れ目を多く含む場合
- ② 骨材と浸透上昇してきたアスファルトとの付着が切れる場合

シート系防水工において、塩分浸透量がよく観察されたのは輪荷重載荷時であること、前報³⁾の熱影響を調べた実験の後に透水試験を行ない、その結果図12のように数分間で漏水が観察された。このことから、骨材と浸透上昇してきたアスファルトとの付着が輪荷重の繰り返し載荷により切れ、透水したという見方が妥当と思われる。

(2) 塗膜系防水工

塗膜系防水工は熱により溶けることはなく、敷設した時



図10 表面骨材を除去した状況(塗膜系防水工)

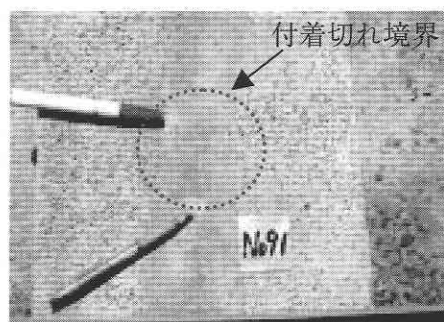


図11 付着切れを有する供試体の損傷箇所

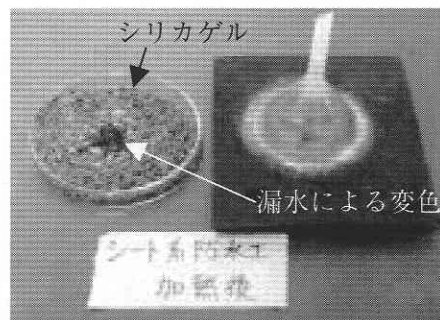


図12 シート系防水工に加熱した鋼球を埋めこみ撤去した後の透水試験状況

と変わらない形状の防水膜が防水機能を果たす。塗膜系防水工の性能が低下する場合としては、次のことが考えられる。

① 吹付け施工に伴うピンホールを検査時に見逃した場合

② 塗膜系防水工とコンクリート床版との間の付着切れを生じ、そこに繰り返し輪荷重が作用した場合

前報²⁾では、塗膜系防水工の付着切れを有する供試体において輪荷重載荷前に多くの塩分浸透を観察した。今回の実験からアスファルト舗設時の締固めの影響が小さいことが分かったため、この供試体の塗膜系防水工には吹付け施工に伴うピンホールが存在していた可能性が高いと考えられる。

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、(株)ポゾリス物産のノルベルト・パウマン氏に深く感謝致します。

(2001年5月23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1)」pp54～pp57 生産研究 2001年3月.
- 2) 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.
- 3) 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3)」生産研究 2001年5月.