

ウレタン床版防水層施工後の路面変状に関する 追跡観察 ～一般国道38号豊頃大橋～

国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所 寒地技術推進室 ○村中 智幸
国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所 耐寒材料チーム 遠藤 裕丈

2012年10月、一般国道38号豊頃大橋にて床版劣化対策としてジョイントから30cm範囲の床版にウレタン防水層を施工し、さらにウレタン背面への水の浸入に起因するウレタンの剥がれを防止する観点から、ウレタン端部のコンクリートにシラン系表面含浸材を塗布する試験施工を実施した。現在は施工後の変状有無に関して、目視による路面観察を継続的に行っている。本論文では追跡13年目までの追跡調査の結果について述べる。

キーワード：床版防水、ウレタン、シラン系表面含浸材、追跡調査

1. はじめに

道路橋では、コンクリート床版面の凍害を抑制するため、橋面防水が施される。しかし、橋面防水を行ったとしても、コンクリート床版面と防水層の間に隙間が生じて水分が浸入し、スケーリングや土砂化が局部的に発生する不具合事例も報告されている¹⁾。このような事例は、防水層の端部からの水分の浸入に起因するため、特に入念な端部処理が必要となる。

このことをふまえ、著者らはこれまで、防水材料の一つであるウレタン被覆材を対象に、図-1に示すように、ウレタン端部のコンクリートに吸水抑制機能を有するシラン系表面含浸材を塗布し、ウレタン端部からの水分の浸入や、ウレタン端部の剥がれを抑制する技術について検討してきた²⁾。そして、この成果をふまえて、道路橋の伸縮装置の後打ちコンクリート（以下、ジョイントと記す）から30cm範囲のコンクリート床版面に防水層としてウレタンを施工し、さらにウレタン端部のコンクリートにシラン系表面含浸材を塗布する試験施工を行った。

現在は施工後の路面変状の有無を把握するため、路面観察を継続的に行っている。本論文では追跡13年目までの追跡調査の結果について述べる。

2. 試験施工

試験施工は、2012年10月22日～2012年11月9日に北海道豊頃町の一般国道38号豊頃大橋のコンクリート床版で行った。図-2に位置を示す。豊頃大橋は1983年9月に架設された橋長984m、幅員8.5mの鋼橋で、内陸部に立地し、冬期は凍結防止剤の散布が行われている。

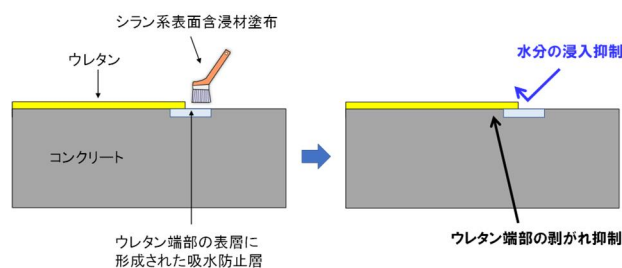


図-1 シラン系表面含浸材を活用したウレタン端部の剥がれ抑制の概念



図-2 豊頃大橋の位置

豊頃大橋では当時、路面の補修工事が予定されていた。補修前のジョイント付近のコンクリート床版表面の圧縮強度をシュミットハンマーで調べたところ、10～15MPa程度であり、中には脆弱で測定不能の箇所もあった。ジョイントからの距離が20cmまでの範囲の床版は塩化物イオンが多く、浸透しやすい報告もある³⁾ことから、ジョイントから30cmまでのコンクリート床版には防水層としてウレタンを適用し、さらに、ウレタン端部からコ

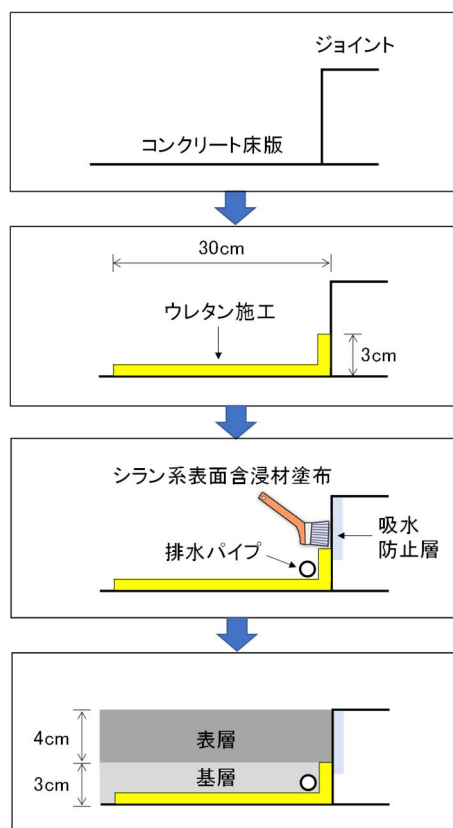


図-3 試験施工の流れ

ンクリート床版への水分の浸入につながるウレタン端部の剥がれを防ぐ観点から、図-1で示したように、ウレタン端部のコンクリート（ジョイント）にシラン系表面含浸材を塗布する施工を道路事務所へ提案した。そして、施工日は夕方までに基層と仮舗装スロープの施工を終え、交通開放を行うことを条件に承諾を得て、試験施工の実施に至った。

図-3は実施した試験施工の流れを示す。施工手順は、以下のように計画した

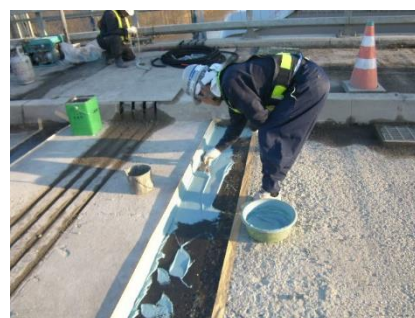
- 1) はじめに、舗装を切削・撤去し、ジョイント近傍の脆弱なコンクリート床版をはつり取り、その範囲をジェットセメントを使用したコンクリートで補修する。
- 2) 次に、ジョイントから30cmの範囲にウレタンを施工する。使用したウレタンの可使用時間（材料を混合してからの使用可能な時間）は35分、初期硬化時間（次の工程を開始できる時間）は5時間である。
- 3) ウレタンの施工から4時間後に、ウレタン端部のコンクリート（ジョイント）にシラン系表面含浸材を塗布する。
- 4) シラン系表面含浸材を塗布してから1時間後に基層ならびに仮舗装スロープを施工する。その際にシラン系表面含浸材の揮発を極力抑えるため、シラン表面含浸材の塗布面に養生シートを貼り付ける。
- 5) 数日後に仮舗装スロープと養生シートを撤去して、表層を施工する。



脆弱部の打換え



プライマー塗布



ウレタン施工



ウレタン端部へのシラン塗布

写真-1 試験施工の状況（P7）

表-1 1箇所あたりの作業時間

| 作業項目 | 施工面積 | 作業時間 |
|---------------|---------------------------|--------|
| プライマー塗布 | (30+3)×425cm ² | 3分30秒 |
| ウレタン施工および珪砂散布 | | 9分15秒 |
| シラン系表面含浸材塗布 | 4×425cm ² | 6分30秒 |
| 合計 | | 19分15秒 |

写真-1に試験施工の状況、表-1に1箇所あたりの作業時間を示す。試験施工は、P3、P6、P7、P10を対象に、1ピアあたり4箇所、計16箇所で行った。豊頃大橋から最

も近い池田のアメダス⁴⁾によると、施工期間の平均気温は5.0～10.8℃である。なお、ウレタン施工範囲以外のコンクリート床版には加熱型塗膜系防水材が施工された。

3. 追跡調査

追跡調査では、路面の変状有無を経年的に調べる目視観察を現在も継続的に行っている。図-4に示すように、試験施工を行った①～⑯の16箇所を対象に、歩道から路面の写真撮影を行っている（写真-2）。

写真-3は、試験施工から11年が経過した2023年1月に撮影したP6の路面の様子である。当日は晴天で、地覆に残雪があるものの、車両の走行路面は全体的に乾いていた。しかし、ジョイントと舗装の継ぎ目は濡れており、ジョイントへ水分が浸入している様子が確認された。このことから、ジョイント近傍のコンクリート床版の防水処理は特に重要であることが伺える。

表-2は、追跡13年目までの路面の目視調査の結果を示している。P3の①については、追跡5年目において路面に軽微なクラックが観察された。その後、6年目の追跡調査において、この箇所の舗装が補修されていることが確認された（写真-4）。しかし、7年目の追跡調査において、補修された舗装が剥離している様子が観察され、8年目の追跡調査において、舗装の再補修が行われていることが確認された。その後は現在に至るまで、①の路面には変状が認められていない。

次に、①以外の15箇所に着目すると、追跡調査7年目までは路面に大きな変状は確認されなかった。8年目の追跡調査でP7の⑩、9年目の追跡調査でP6の⑤と⑦およびP10の⑬、10年目の追跡調査でP7の⑪、13年目の追跡調査でP10の⑮において、舗装の補修が施されていることが確認された。P3の③については、写真-5に示すように、13年目の追跡調査において、ジョイントのコンクリートが破損したことに起因するウレタンの剥がれが観察された。一方で、P3の②と④、P6の⑥と⑧、P7の⑨、P10の⑭と⑯の計7箇所については、試験施工から13年が経過した現在も、路面に大きな変状は認められていない。

一般にコンクリート床版が土砂化すると、路面で土砂の噴き出しが発生するとされている⁴⁾が、これまでの追跡調査では観察されていない。13年目までの追跡調査において、ジョイントへ水分は浸入しているものの（写真-3）、ジョイントから30cm範囲に施工したウレタン防水層と、ウレタン端部の剥がれを防止するためにウレタン端部のコンクリート（ジョイント）に塗布したシラン系表面含浸材が概ね有効に機能している様子が伺えた。

4. まとめ・今後

追跡13年目までの調査において、試験施工で適用した技術は概ね有効に機能していることがわかった。今後も

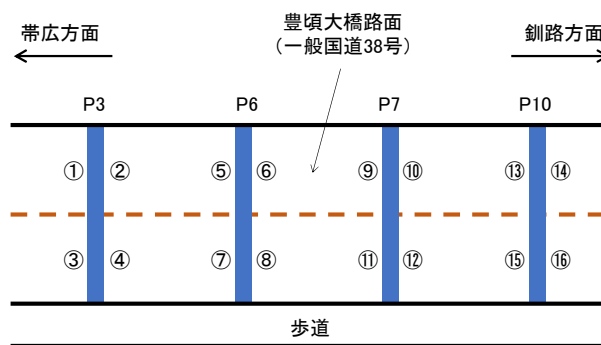


図-4 追跡調査箇所 (①～⑯)



写真-2 追跡調査の様子



写真-3 2023年1月に撮影したP6の路面の様子

引き続き、試験施工で適用した技術の有効性を検証するため、路面変状の経過観察を続ける予定である。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリート構造物の耐凍害性確保に関する調査研究小委員会（359委員会）委員会報告書およびシンポジウム論文集、コンクリート技術シリーズ127、p51、2021.10
- 2) 遠藤裕丈、島多昭典、鈴木哲：表面被覆材端部の剥がれ抑制技術に関する研究－剥がれ抑制効果の実験的評価、道路橋での施工性検証－、第57回（平成25年度）北海道開発技術研究発表会発表概要集、2014.9

表-2 追跡調査13年目までの路面の目視調査の結果

| 調査箇所 | | P3 | | | | P6 | | | | P7 | | | | P10 | | | |
|------|----------|----|---|---|---|----|---|----|---|----|----|----|---|-----|---|----|---|
| 追跡 | 調査年月 | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ | ⑨ | ⑩ | ⑪ | ⑫ | ⑬ | ⑭ | ⑮ | ⑯ |
| 1年目 | 2013年5月 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 2013年7月 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 2年目 | 2014年2月 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 2014年12月 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 3年目 | 2015年6月 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 2015年12月 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 4年目 | 2016年2月 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 2016年6月 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 2016年11月 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 5年目 | 2017年2月 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 2017年5月 | ク | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 6年目 | 2018年1月 | ク | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 2018年5月 | ク | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 2018年11月 | 補修 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 2018年12月 | ○ | ○ | ク | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 7年目 | 2019年11月 | 剥 | ○ | ク | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 8年目 | 2020年5月 | 剥 | ○ | ク | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 補修 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 2020年9月 | 補修 | ○ | ク | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ク | ク | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 2020年11月 | ○ | ○ | ク | ○ | ク | ○ | ク | ○ | ○ | ○ | ク | ク | ○ | ○ | ク | ○ |
| 9年目 | 2021年5月 | ○ | ○ | ク | ○ | ク | ○ | ク | ○ | ○ | ○ | ク | ク | ○ | ○ | ク | ○ |
| | 2021年10月 | ○ | ○ | ク | ○ | 補修 | ○ | 補修 | ○ | ○ | ○ | ク | ク | 補修 | ○ | ク | ○ |
| | 2021年12月 | ○ | ○ | ク | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ク | ク | ○ | ○ | ク | ○ |
| 10年目 | 2022年7月 | ○ | ○ | ク | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 補修 | ク | ○ | ○ | ク | ○ |
| 11年目 | 2023年1月 | ○ | ○ | ク | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ク | ○ | ○ | ク | ○ |
| | 2023年11月 | ○ | ○ | 剥 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ク | ○ | ○ | ク | ○ |
| 12年目 | 2024年9月 | ○ | ○ | 剥 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ク | ○ | ○ | ク | ○ |
| 13年目 | 2025年9月 | ○ | ○ | 剥 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ク | ○ | ○ | 補修 | ○ |

○：変状なし、ク：クラック確認、剥：剥がれ確認、補修：アスファルト補修



写真-4 2018年11月に撮影したP3の①の様子



写真-5 2025年9月に撮影したP3の③の様子

- 3) 社団法人日本コンクリート工学協会：融雪剤によるコンクリート構造物の劣化研究委員会報告書・論文集、pp.5-7、1999.11
- 4) 田口秀美：東北地方におけるRC床版の土砂化の現状、土木技術資料、Vol.61、No.7、pp.46-49、2019.7