

床版防水層に生じるプリスタリング現象に関する研究

(株)高速道路総合技術研究所 道路研究部 正会員 長谷 俊彦
正会員 松井 隆行

1. はじめに

道路橋のRC床版の耐久性を向上させるためには適切な床版防水システムを構築することが不可欠である。床版防水層は、力学的作用、化学的作用や温度変化等の要因が複雑に作用する環境にあり、様々な負荷を受けている。本研究は、試験施工などの結果を踏まえ、床版防水層の更なる性能向上を目的に、現地で発生するプリスタリング現象を模擬した性能評価法を提案するものである。なお、本試験により、防水層に生じるプリスタリング現象を再現可能なことを報告する。

2. プリスタリングの発生要因

RC床版面にはコンクリート打設時のエントラップドエアによる孔やブリージングによる細孔、微細なひび割れなどが多数存在し、これらを通じてコンクリート中の水分が水蒸気となってプリスタリングを発生させるものとする。シートを持ち上げた水分は、昼間に水蒸気(気体)の状態が存在し、シートを膨らませ、水分は気体の状態にあるため開削時には水分として認識できない。早朝には、水分が夜間に冷却され液体に戻るため、体積が小さくなり膨れが観察できなくなり開削時には液体の水が認識される。このように、発生メカニズムとしては、日射や舗設の影響により床版面の温度が上昇と共に床版中の水分が水蒸気となり上昇し、熱可塑性プライマーを破壊し貼付けアスファルト部分に浸入する。浸入した水分は昼間の高温時に水蒸気となり体積膨張しアスファルトシートを隆起させる。また、夜間の低温時には液体に戻る。このような気化と液化を繰り返しながら範囲が拡大していくと推察される。

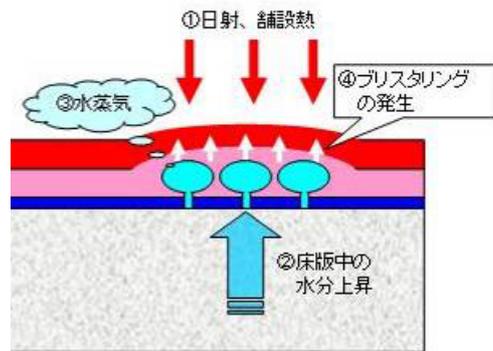


図1 プリスタリングの発生メカニズム(イメージ図)

RC床版面にはコンクリート打設時のエントラップドエアによる孔やブリージングによる細孔、微細なひび割れなどが多数存在し、これらを通じてコンクリート中の水分が水蒸気となってプリスタリングを発生させるものとする。シートを持ち上げた水分は、昼間に水蒸気(気体)の状態が存在し、シートを膨らませ、水分は気体の状態にあるため開削時には水分として認識できない。早朝には、水分が夜間に冷却され液体に戻るため、体積が小さくなり膨れが観察できなくなり開削時には液体の水が認識される。このように、発生メカニズムとしては、日射や舗設の影響により床版面の温度が上昇と共に床版中の水分が水蒸気となり上昇し、熱可塑性プライマーを破壊し貼付けアスファルト部分に浸入する。浸入した水分は昼間の高温時に水蒸気となり体積膨張しアスファルトシートを隆起させる。また、夜間の低温時には液体に戻る。このような気化と液化を繰り返しながら範囲が拡大していくと推察される。

3. RC床版面の状態

RC床版面には微細なひび割れや細孔が存在する。ひび割れや細孔については、表面のセメントペースト部分をスチールショットブラストなどで研掃すると多数の細孔(脆弱骨材の抜けも含む)が存在した。また、床版コンクリートの打設後、長期間放置した床版においては表面のセメントペースト部分が喪失し、表面に現れた細孔も多いことが判った。このようにRC床版面には様々な「孔」が多数存在しており、これらに滞留または通水した水分が影響を及ぼしていると考えた。したがって、試験に用いる供試体については

コンクリートの表面性状や吸水性などに着目し検討を行うこととした。



写真3 微細なひび割れ

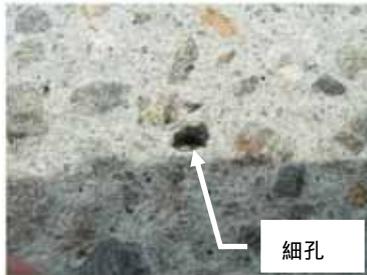


写真4 細孔の状態



写真1 研掃前の表面状態



写真2 スチールショットブラスト後の表面状態

キーワード：床版防水、試験法、プリスタリング、膨れ負荷試験

連絡先：〒194-8508 東京都町田市忠生1-4-1 (株)高速道路総合技術研究所 橋梁研究室 TEL：042-791-1943

4. 供試体の検証

床版の表面付近の性状による吸水性などをもとに、試験に用いる供試体は吸水性の高い供試体を用いる必要があると判断された。道路橋床版防水便覧（平成19年3月）社団法人日本道路協会（以下「防水便覧」という。）に示された供試体作製方法はJIS A 5371「プレキャスト無筋コンクリート製品」と規定されているが、市販されている製品には1層仕上げ平板と2層仕上げ平板の2種類が存在していることから、これらの種類によって吸水性の違いについて検証した。検証方法は、乾燥させた供試体をウラニン容器の入った水槽に全面水浸させ、1、3、5、7日後に割裂し、ウラニン溶液の浸透範囲や吸水量を計測することとした。

検証の結果、1層仕上げ版については均等にウラニン溶液が浸透しているのに対し、2層仕上げ版では表面のモルタル部分からの浸透が確認されない供試体も存在した。このことから、プリスタリング現象を模擬する上では均等に吸水できる1層仕上げ版を用いることが適切であると判断された。なお、吸水量については3日間水浸させることですべての供試体で飽和状態に至ることが判った。

5. 試験方法

現地では、昼間に温度上昇し、夕方から夜間に冷却されるサイクルを繰り返していることから、供試体への温度負荷条件を、温冷繰り返しとすることがプリスタリングの発生がし易い可能性がある。そこで、防水便覧の負荷試験に加え、23と60の温冷繰り返し負荷を与えることとした。

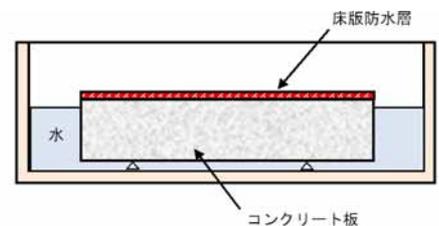


図2 供試体の水浸

供試体は、1層仕上げ版を用いるものとし、表面はディスクグラインダーなどを用いて研磨する。その後、供試体を水温 23 ± 2 の恒温水槽に72時間全面水浸させ、供試体を飽和状態とする。供試体を水中から取り出し、水を張ったバケツに水浸させ、水浸状態のまま、直ちに恒温槽 (60 ± 2) で4時間以上静置させ、その後供試体が常温になるまで2時間以上放置し再度、恒温槽 (60 ± 2) で4時間以上静置することとした。

6. 試験結果

水浸後および恒温槽で養生後、目視により、プリスタリング、気泡等の発生の有無を観察すると共に、赤外線カメラによりプリスタリングの状況を撮影する。

試験によって発生するプリスタリングの大きさは非常に小さなものから大きく膨れ上がるものまで様々である。現地で発生するプリスタリングは部分的な発生であれば補修可能であると考え、試験の照査方法は、供試体3体のうち、2体以上でプリスタリングの発生が確認された場合は不適とすることとした。なお、供試体1体でプリスタリングが発生した場合でも、その供試体でのプリスタリング発生個数が2個程度以下で、かつプリスタリング発生面積率が1%以下でなければならないものとした。

これらの試験法により従来の防水材料で試行試験を実施したところ2サイクルの負荷を与えることでプリスタリング現象の発生がすべての供試体で確認された。

7. まとめ

今回の検証により、防水層を施工し舗設までに数日間放置させるなど現地において防水層に温冷負荷が加わるような場合で、プリスタリングの発生が懸念されるような場合については、今回提案するようなプリスタリング抵抗性の照査を実施することが良いと考える。



写真5 2層仕上げ版の吸水状態



写真6 プリスタリングの発生状況（目視）

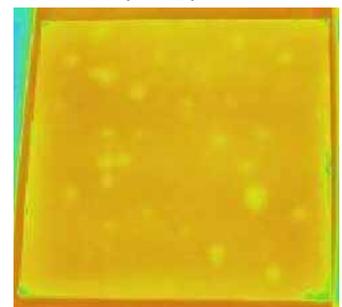


写真7 プリスタリングの発生状況（赤外線）