

# RC 床版で発生する部分滞水現象の調査

Investigation of partial water stagnation occurring on RC slab

北海道大学工学部環境社会工学科 ○学生員 安田優子 (Yuko Yasuda)  
 (国研) 土木研究所 寒地土木研究所 正会員 角間 恒 (Ko Kakuma)  
 (国研) 土木研究所 寒地土木研究所 正会員 白戸義孝 (Yoshitaka Shiroto)  
 北海道大学大学院工学研究院 正会員 松本高志 (Takashi Matsumoto)

## 1. はじめに

降雨降雪により橋面に存在する水の排水は維持管理上重要であり、特に舗装面からの浸透水が床版面で速やかに排水されなかった場合、床版劣化が促進すると考えられている。そのため橋梁においては、橋面上の水を排出するために排水設備が設置される。排水ます、導水パイプ、床版水抜きなどの排水設備について防水便覧などで設置間隔が例示されているが、各設備及び橋面全体の排水能力については定量的な分担や性能が必ずしも明瞭になっていない。

また、排水設備に至る以前に、床版表面上では部分的に滞水が発生し得る。こうした部分的な滞水はその箇所での床版劣化を周辺より著しく促進する可能性がある。床版表面における部分的滞水現象には床版表面形状が影響すると考えられるが、道路構造令<sup>1)</sup>や道路橋床版防水便覧<sup>2)</sup>に部分的滞水の発生に関連した床版表面形状についての基準や規定は明記されていない。

このように、効果的な排水のためには床版表面から排水設備へと体系的で定量的な排水性能の把握と評価が必要となる。本研究では、この中でも床版表面上における部分的な滞水発生に及ぼす床版表面形状の影響を把握するため、供用開始前の橋梁において床版表面形状の測定および散水試験による滞水発生傾向の調査を行った。

## 2. 試験概要

### 2.1 対象橋梁

本試験で対象とした橋梁の諸元を表-1に示す。本橋梁は未開通であり、防水層、舗装の施工前に試験を行った。

### 2.2 試験方法

図-1中の斜線で示す、L側車線の約4分の1にあたる5m×15.47mの範囲を試験範囲とし、床版表面形状の測定を行う。また、同範囲において散水し、表面湿潤状態の経時変化を測定する。

#### (1) 表面形状の測定

表面形状の測定には牽引式路面性状測定装置(株式会社クマタカエンジニアリング、MRP-3000)を用いる。本装置では、レーザー光により装置と測定面との相対高さを、内蔵されたジャイロセンサにより装置の傾きを測定することで、絶対高さでの凹凸測定を可能にしている。測定は試験範囲を500mm×500mmの格子状に区切ったときの格子線上(縦断方向11測線、横断方向31測線)で実施した。写真-1に測定状況を示す。

表-1 橋梁の諸元

道路規格	第1種第3級
設計速度	V=80km/h
構造形式	単純合成鋼鈑桁橋
橋長	38m
支間	36.4m
幅員	19.842m~18.238m
曲線半径	2000m
斜角	80° 00'00"
縦断勾配	-0.33825%
横断勾配	2%
設計荷重	B活荷重

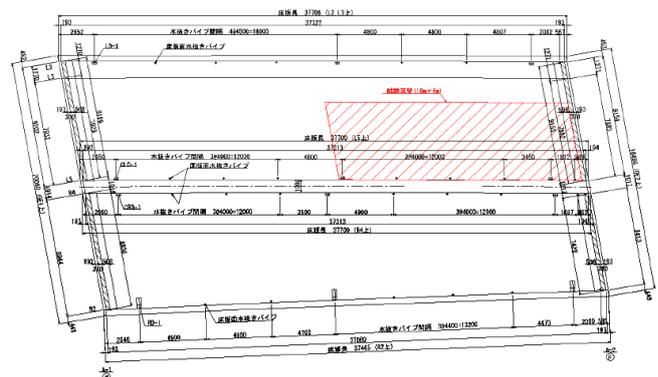


図-1 試験範囲



写真-1 表面形状の測定状況

#### (2) 表面湿潤状態変化の測定

試験範囲に散水した後、高周波容量式水分計(株式会社ケット科学研究所、HI-520)を用いて表面湿潤状態の経時変化を測定する。測定位置は試験範囲を1000mm×1000mmの格子状に区切ったときの格子点に対し千鳥状



写真-2 散水状況

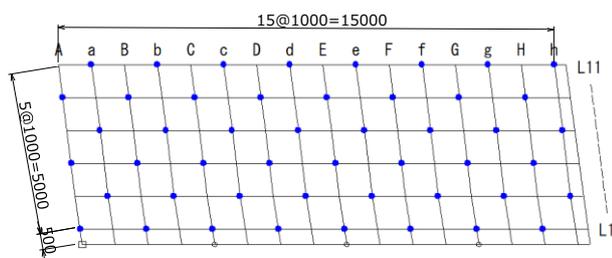


図-2 水分量の測定位置

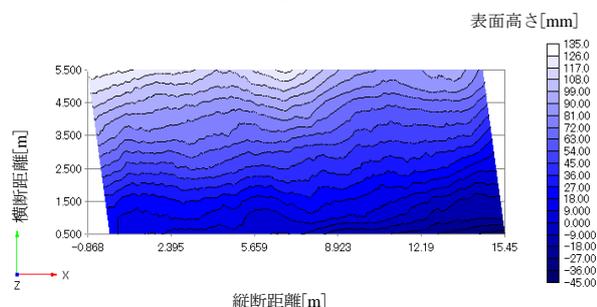


図-3 表面形状のコンター図

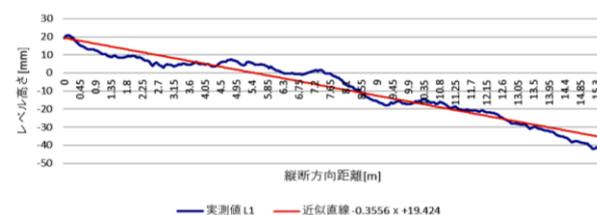


図-4 縦断図と平均縦断勾配 (L1 の例)

に設けた (図-2)。

散水の手順として、まず 12:00 に試験範囲全面に対し総容量 40L の散水を行い、2 時間後の 14:00 に 1 回目の測定を行った。その後 14:30 に試験範囲全面に 30L の追加散水を行い、その 30 分後の 15:00 および 1 時間 15 分後の 15:45 に 2 回目および 3 回目の測定を行った。なお、試験時の環境条件は気温 22.4℃、湿度 77% であった。

写真-2 には散水状況を示す。

### 3. 試験結果と考察

#### 3.1 表面形状の測定結果

表面形状測定で得られた床版表面の凹凸を図-3 のコンター図に示す。

##### (1) 平均縦断勾配

表面形状測定で得られた 11 測線の縦断図のそれぞれ

表-2 平均縦断勾配の一覧

測線	平均縦断勾配	設計縦断勾配との差
L1	-0.3556	-0.0174
L2	-0.2388	0.0995
L3	-0.2526	0.0857
L4	-0.2534	0.0849
L5	-0.2678	0.0705
L6	-0.2838	0.0546
L7	-0.2920	0.0463
L8	-0.2770	0.0613
L9	-0.2862	0.0521
L10	-0.2578	0.0805
L11	-0.3052	0.0331
差の平均		0.0591

(単位: %)

設計床版面との差[mm]

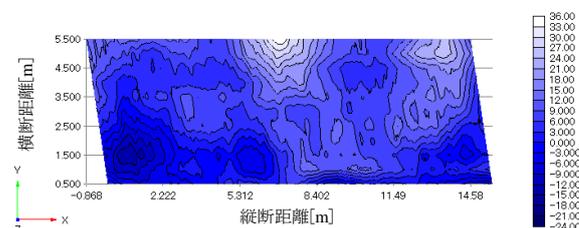


図-5 設計床版面との差

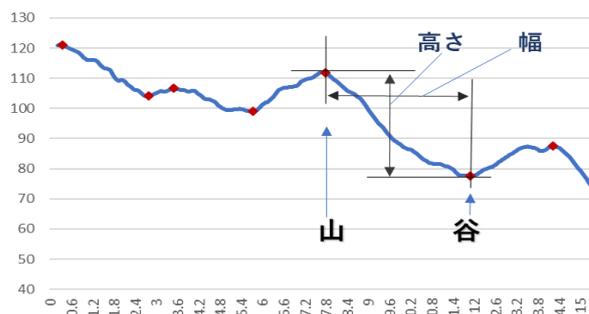


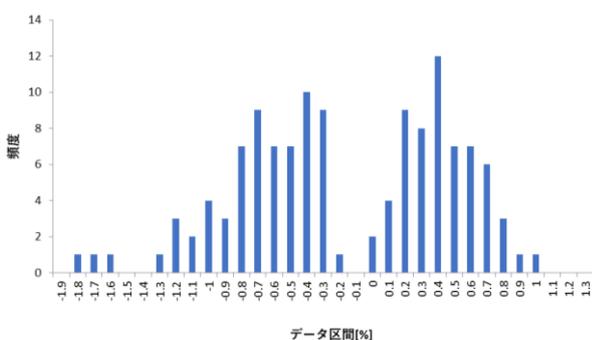
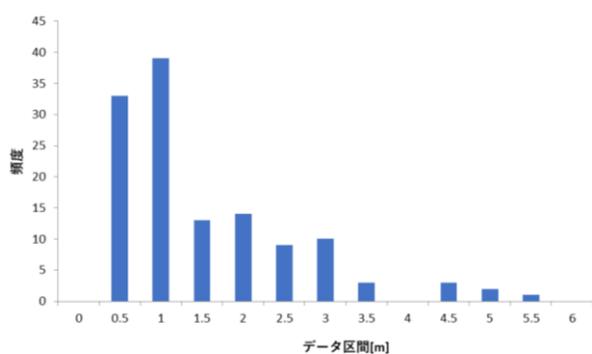
図-6 凹凸に関する定義

について最小二乗法を用いて近似直線を求め (図-4 参照)、近似直線の傾き (以下、平均縦断勾配) と設計勾配の差を計算した結果を表-2 に示す。表-2 から分かる通り、本測定で得られた平均縦断勾配は L1 を除いて設計勾配より小さい結果になった。また、道路構造令<sup>1)</sup>においては、縦断勾配 0.3~0.5%程度により路面排水は十分に行われるとしているが、測線 L2~L10 においてはこれを満たさない結果になった。

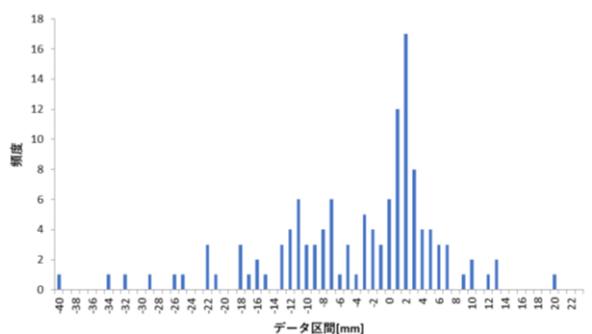
##### (2) 凹凸性状

次に、表面形状の実測値と、横断勾配および縦断勾配をそれぞれ 2%および-0.33825%とする設計床版面との差を図-5 に図示した。図より、本試験範囲において部分的に設計面より高いあるいは低い箇所が数箇所あり、設計床版面との差の最大値は、凸部で約 36mm、凹部で約 15mm であった。

凹凸性状を分析するため、11 測線の縦断図それぞれを移動平均により平滑化した後、図-6 に示すように、極大点および極小点から「山」および「谷」を抽出した。



(b) 局部勾配の頻度分布



(c) 高さの頻度分布

図-7 凹凸性状

抽出した山および谷から、隣り合う山と谷との距離(幅)、局所的な縦断勾配(局部勾配)、標高差(高さ)を求め、図-7にヒストグラムとして表示した。

図-7(a)から分かる通り、一つの山から谷までの長さが3.5mを超えるものは少なく、1m以内の不陸が連なって表面の凹凸が形成されていると考えられる。また、1~3mの幅を持つ凹凸も一定数ある。

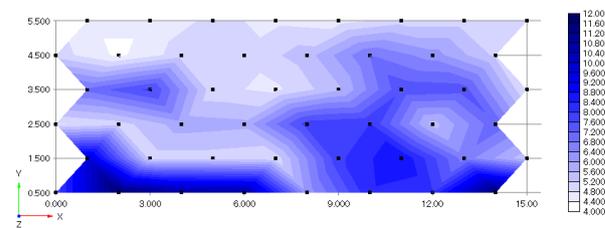
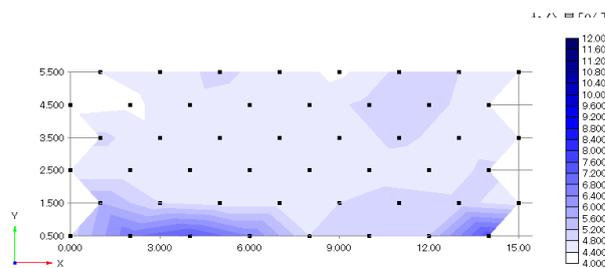
図-7(b)に示した局部勾配のヒストグラムはデータ数126個であり、そのうち排水を阻害する可能性がある上り方向の局部勾配となるデータは58個であった。

図-7(c)から、縦断方向に沿った山一谷の高低差は-4~7mm以内のものが多く、次いで-18~-7mmが多い。図-7(a)と合わせると、1m以内の幅の凹凸に関しては-4~7mm、1~3mの幅の凹凸に関しては-18~-7mmの高低差を持つものが多いことが分かる。

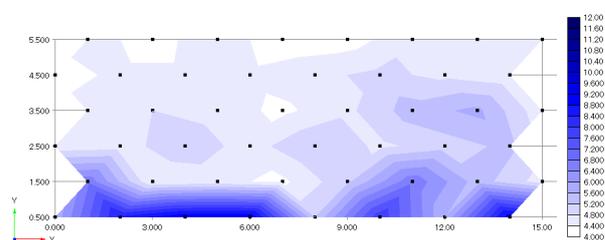
### 3. 2 散水試験の結果

#### (1) 水分量の分布

図-8に、測定範囲における散水後の水分量の経時変化を示す。図中の黒点が測定位置である。設計上2%の



(b) 15:00



(c) 15:45

図-8 水分量の経時変化



(a) 散水直後



(b) 散水 120 分後

写真-3 床版表面の湿潤状態の変化

横断勾配が設置されており、勾配下部側(Y=0.5~1.5m付近)で水分量が多くなっている。特に端部であるY=0.5に着目すると、排水ますや床版水抜きのない位置で水分量が高くなる傾向があることが分かる。これは、横断勾配に沿って地覆にたどり着いた水を縦断方向に排水できていないことを示している。結果として排水装置の

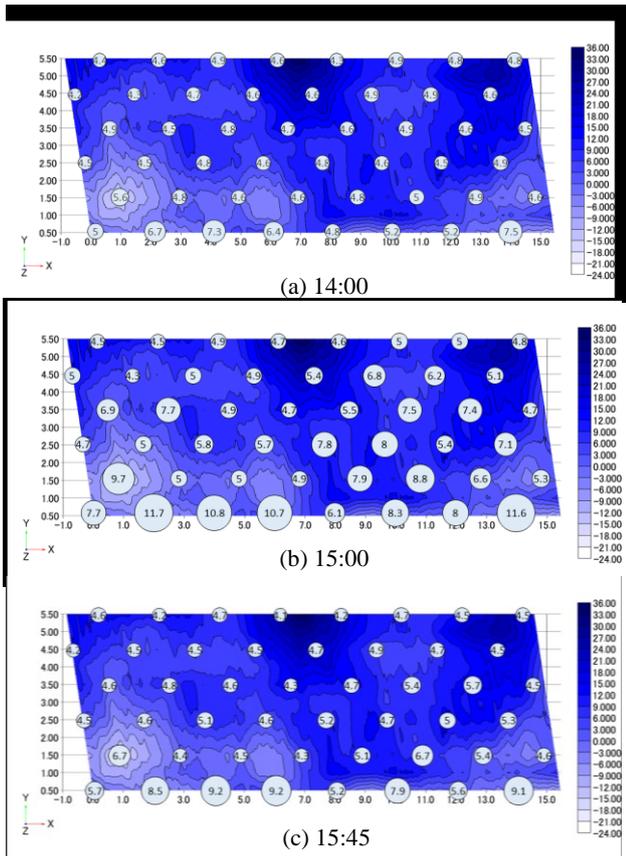


図-9 水分量の経時変化と床版表面形状

間に水が溜まりやすくなっており、供用後の変状要因になりうる。

また、3回の測定すべてにおいて周囲より水分量が多くなっている箇所が複数あり、部分的に滞水が生じやすい箇所があることを意味する。これは、散水後の床版表面の観察（写真-3）において部分的な湿潤箇所が確認されていることにも矛盾しない。写真では奥が地覆部であり、地覆部周辺に滞水していることもわかる。

#### (2) 表面形状と水分量の関係

上述のとおり、部分的な滞水が発生する傾向が見られるため、表面形状との関連性を考える。

水分量の測定値をバブル表示し、図-5に示した表面形状と重ね合わせたものが図-9である。

この図から、凹部では水分量が高くなる値になっていることが分かる。凹部の水分量は時間経過により減少しているが、滞水位置は変化していない。よって水分量の減少は勾配による排水ではなく蒸発によるものであると分かる。また、凸部では周囲より水分量が低くなっている。加えて、凸部の勾配上部で水分量が高くなっている箇所があり、これは凸部が排水を阻害していると言える。以上は、床版表面の凹凸が部分滞水の原因になっていることを表している。

#### 4. まとめ

本試験により、防水層施工前における床版表面の凹凸性状の把握を行った。これは、防水層や舗装のない状態であり必ずしも実橋での滞水状況を示すものではないが、試験の範囲内で床版上に生じる部分的な滞水と床版表面形状には関連性があることを確認できた。

本研究では、設計床版面に対する凹凸に着目して滞水状況の把握を行ったが、床版表面に滞水が発生するかどうかは、凹凸だけでなく縦断および横断勾配の大小にも依存することが想定される。1橋のみを対象とした本試験では、勾配の影響を評価するには至っておらず、表面形状と滞水傾向の関連性を詳細に検討するためには、複数の橋梁での調査を行い、結果を比較することが必要となる。

そうした調査に基づき、排水機能を阻害しない凹凸管理方法の検討を行うことが今後の課題となる。

#### 謝辞

本試験を実施するにあたり、北海道開発局網走開発建設部遠軽開発事務所には多大なるご協力をいただきました。ここに付記し、謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) 日本道路協会：道路構造令の解説と運用、2015.
- 2) 日本道路協会：道路橋床版防水便覧、2007.