

# MMSデータを使った路面の滞水状況とひび割れの把握手法

## 道路橋のRC床版土砂化危険箇所の特定

キーワード：床版土砂化, 車載型レーザ計測システム(MMS), 舗装ひび割れ解析, 滞水状況, 道路橋メンテナンス

社会インフラ技術部 青柳 健二  
 社会基盤システム開発センター 佐野 実可子・松井 晋

### はじめに

近年、道路橋のRC床版の土砂化による損傷が増えてきており、土砂化の検出、補修が大きな課題となっています。床版の土砂化の原因については、「床版中の空洞に溜まった水が道路を走行する車両から圧力を受け、周囲のコンクリートを破碎することによって発生する」という仮説が提唱されています（西川<sup>1)</sup>）。

この仮説が正しいとすれば、水が滞水しやすく、ひび割れの存在する箇所では床版の土砂化が起こりやすく、そうしたところで土砂化を防止するための対策をとるこ

とが効果的であると考えられます。

こうした考えにもとづいて、実橋を対象に、車載型レーザ計測システム（以下、MMS と略す）車両を使って収集した点群データを用いて路面で水が滞水しやすい箇所を特定するとともに、路面のひび割れデータを収集することを試みました。本稿では、MMS によるデータ収集の概略を述べるとともに、水が滞水しやすい箇所を特定する方法を解説し、実際の橋梁に適用した結果を示します。

### MMS車両によるデータ収集と滞水箇所の特定

今回計測に用いた MMS 車両には、レーザスキャナ、GNSS アンテナ、IMU、カメラ（全周囲カメラ、ラインカメラ）等が搭載されており（図 1）、通常で走行しながら道路とその周辺の三次元情報および路面のひび割れを取得することができます。

こうしたデータを使って、以下の手順で路面上で水が滞水しやすい箇所を特定します。

MMS によって路面の各点の座標を計測し、この座標値をもとに数値標高モデル（DEM）を作成します。本検討では 10 センチ間隔のメッシュを使って DEM を作成しました。作成した DEM データを用いて地理情報システム（GIS;ここでは ArcGIS<sup>2)</sup> を利用）の「累積流量ラスタ作成」機能によって行うことができます。この機能では、まず各セルの傾きを計算します。その傾きに従って水がながれるものと想定し、各セルに流れ込んでくる「セルの数」を計算します（図 2）。この手法では路面の水の流れを動的にシミュレーションしているわけではありません。またこの機能は、もともと流域の特定等につかわれるものですが、本稿では水が溜まりやすい箇所を特定する目的で利用しています。



図1 左上にMMS車両、右上にセンサー取付け状況、右下に点群データをそれぞれ表示します

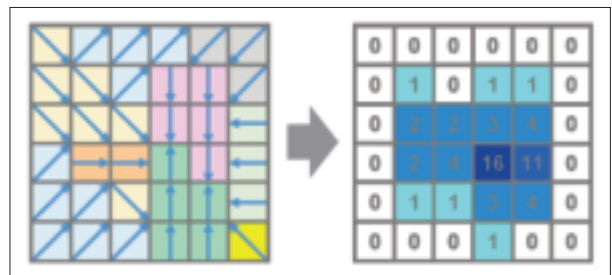


図2 左図はDEMから計算した各メッシュの傾斜方向を示しています。この傾斜をもとにしてそれぞれのメッシュから水がどの方向に流れるかを求め、各メッシュに流入するメッシュの総数を得ます。色の濃いメッシュほど流入が多い。

## 実橋での計測結果

ここでは、実際の道路橋で MMS データを使って計測した結果を示します。

図3は、床版の土砂化に対する補修が行われた橋梁で滞水しやすい個所を求めた結果を示しています。図中の黄色で示した矩形部分が補修箇所になります。この図からは、道路の側方への排水が行われており左右の端部に水が滞水しやすいことがわかります。一方、補修は端部ではなく道路の中央部で実施されています。この橋梁では補修が終わった後の路面を対象に MMS の計測が行われており、計測結果からは補修が行われる前の路面状態（ひび割れを含む）を知ることは難しい状況でした。さらに、舗装のひび割れだけではなく、打ち継ぎ目からも水が浸透する可能性があると言及されており、打ち継ぎ目がどこに存在するかを把握しておくことも必要になります。

図3に示したものは別の道路橋でも MMS データの取得とひび割れの計測を行い（結果は省略）、MMS データを使って路面の滞水状況を求めました。この結果とひび割れデータを組み合わせて、土砂化の発生する可能性

の高い個所を推定する予定でしたが、最近路面の補修が行われたため、ひび割れがほとんど存在せず、推定はできませんでした。

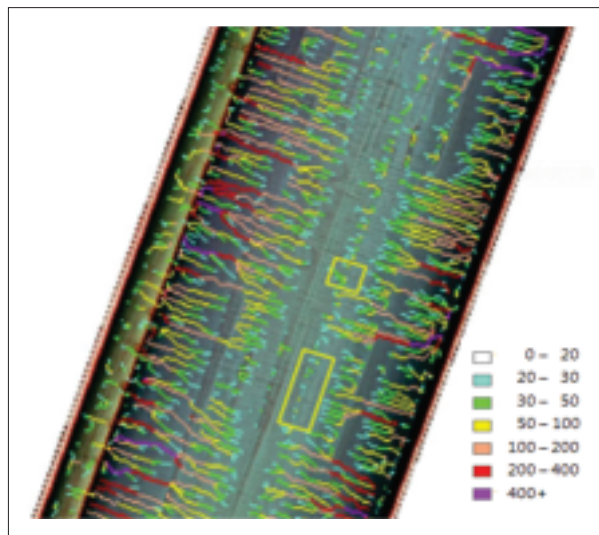


図3 実橋における路面の滞水状況：10センチメッシュを使って計算した結果で、それぞれのメッシュに流れ込むメッシュの数を色分けして表示しました。黄色の矩形は土砂化の補修が行われた箇所になります

## おわりに

本稿では、MMS 車両によって得られる点群データから DEM を作成し、その結果を使って路面で水の滞水しやすい個所を特定する手法について述べました。さらに、MMS 車両のラインカメラによって路面のひび割れデータを取得できることも示しました。路面の土砂化が床版のコンクリート空隙中の水分の圧力によって生じるといふ仮説が正しいとすれば、これらの成果を使うことによって土砂化が発生する危険性の高い個所を特定できるようになると想定できます。これによって、土砂化の予防的な保全を行えるようになることも期待できます。

ただし、この仮説が正しいことを確認する必要があります。そのためには、路面の滞水状況、ひび割れデータに加えて、土砂化の状況を把握することが求められます。土砂化の状況を把握するためのセンサーの開発がすすめ

られていることから、こうしたセンサーを MMS 車両に搭載して次年度以降関連データを収集し、分析を行う予定です。

また、土砂化がどのように進行していくのかについての知見も必要になります。すなわち、どの程度の時間をかけて土砂化がどのように進んでいくのかという点を明らかにする必要があります。このことが明らかになれば、どの時点でどのような補修を行うべきかが判断できるようになるはずです。さらに土砂化しているのか・していないのかの境界となるのがどういう状態なのか、という点についての知見も必要になります。

最後に、本稿の内容は土木研究所と実施している「AIを活用した道路橋メンテナンスの効率化に関する共同研究」の成果の一部であることを記しておきます。

### 参考文献

- 1) 西川和廣: AIを活用した道路橋メンテナンスの効率化に関する共同研究資料, 土木研究所, 2018年.
- 2) <https://pro.arcgis.com/ja/pro-app/tool-reference/spatial-analyst/how-flow-accumulation-works.htm>