

豊岡河川国道事務所における BIM/CIMの取り組み

中村 歩夢¹

¹近畿地方整備局 河川部 水災害予報センター (〒540-8586大阪府大阪市中央区大手前3-1-41)

本稿では、豊岡河川国道事務所で行っている豊岡モデルという点群とラインデータを組合せた統合プラットフォームにおける効果と実現に向けた課題を紹介する。

キーワード 点群, ラインデータ, 一元管理, 統合プラットフォーム

1. はじめに

一般国道483号北近畿豊岡自動車道は、豊岡市を起点とし丹波市に至る延長約73kmの高規格道路であり、兵庫県北部の但馬地域と丹波地域を直結し、さらには京阪神都市圏との連結を強化し、地域の活性化を支援する自動車専用道路である。北近畿豊岡自動車道は、事業毎に整備を進めており、2020年11月には日高豊岡南道路まで暫定2車線で開通している。引き続き豊岡道路、豊岡道路(Ⅱ期)の整備を推進し、豊岡道路については2024年9月23日に開通予定である。

また、兵庫県朝来市生野町円山を水源とした一級河川円山川では、2004年の洪水被害を契機に河川改修事業が本格化し、その一環として洪水時における下流部や豊岡市街地の河道水位低減を図るため、中郷遊水地の整備を行っている。

国土交通省近畿地方整備局豊岡河川国道事務所は、2019年3月にi-Constructionの取り組みをリードするモデル事務所に指定されてから今日まで、BIM/CIM活用による建設プロセスの改善に取り組み、建設生産システム全体の効率化・高度化に向けた改善を図るため様々な検討を行っている。本稿では、日高豊岡南道路及び中郷遊水地におけるBIM/CIM活用の取組の一例を紹介する。

2. 豊岡モデルの概要

当事務所では、高度かつ効率的な維持管理に繋がるBIM/CIM構築を目標に見据えている。

北近畿豊岡自動車道日高豊岡南道路L=6.1kmの開通に合わせ、MMS, UAVによる全線の3次元点群データを

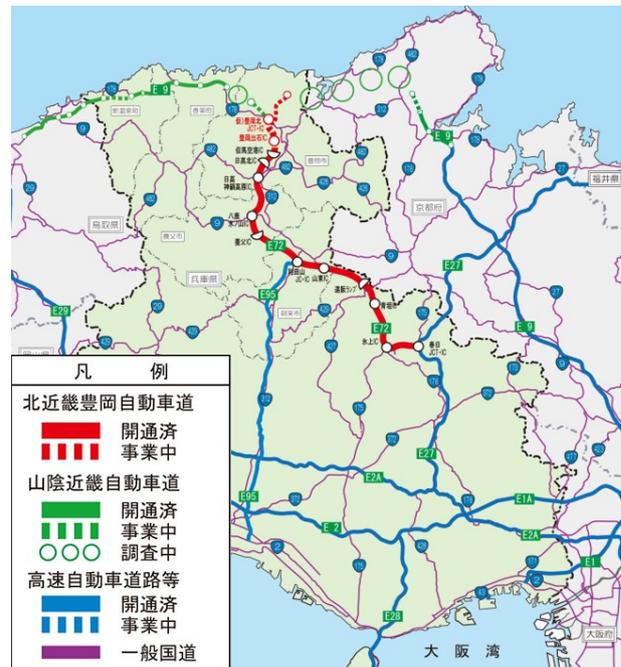


図-1 北近畿豊岡自動車道の概要

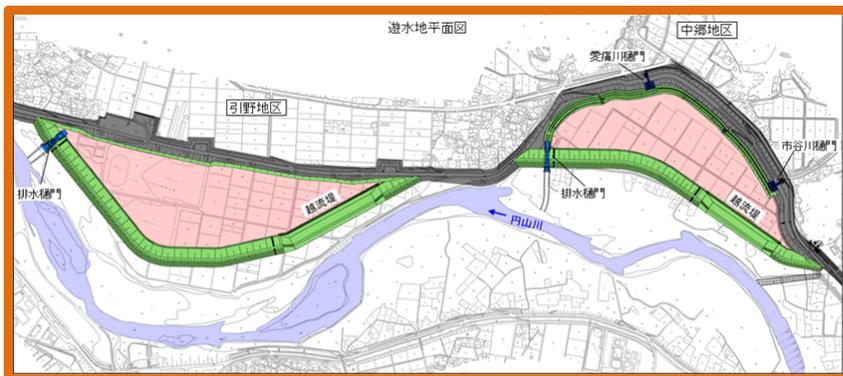


図-2 中郷遊水地事業の概要

取得した、3次元点群データは数億もの点の集合であり、取得した箇所の現地状況確認や二時期での比較による変状確認などに優れるが、データ容量が大きく一般的なPCでは動作に時間がかかるといった課題がある。

そこで、取得した点群データのうち、橋梁、擁壁、法面などの道路施設を3次元の線データ（以後、ラインデータと呼ぶ）で表現し、データ容量を小さくするとともに、各種維持管理データを紐づけることで情報の一元管理を可能とした。この相性を補完し合う点群データとラインデータを組合せた統合プラットフォームを「豊岡モデル」と呼ぶ。（図-3）

3. 豊岡モデルの機能と効果

豊岡モデルでの点群・ラインデータの機能を紹介する。

(1) 点群の機能

a) 現地状況確認機能

点群データを活用することで、確認困難部などの通常

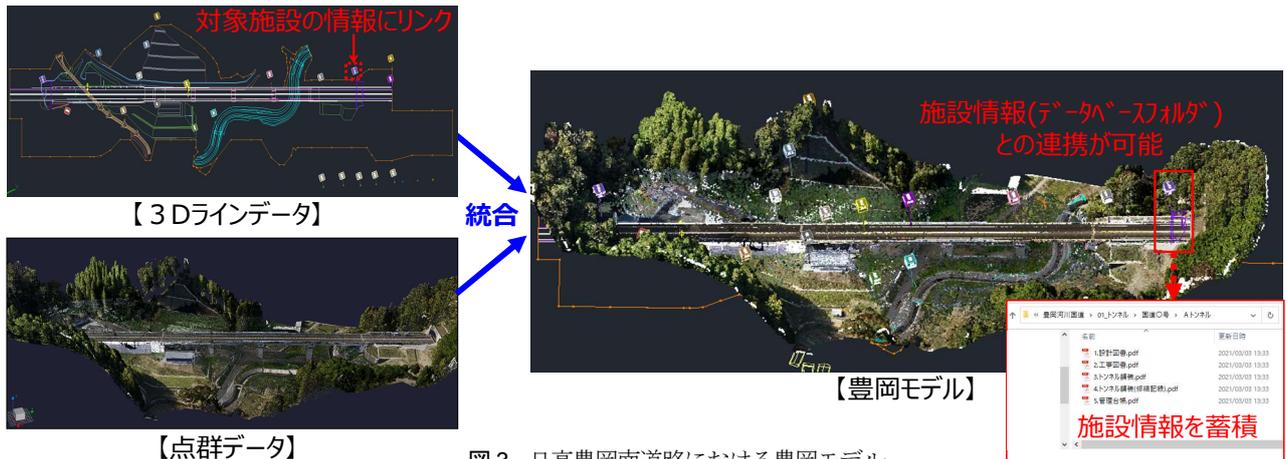


図-3 日高豊岡南道路における豊岡モデル

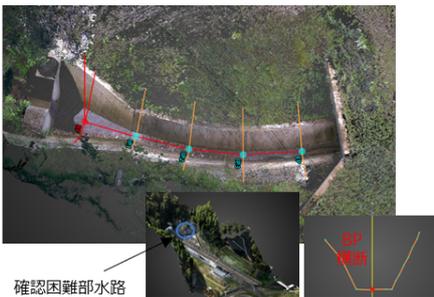


図-4 点群での現地状況確認



図-5 点群での土量算出例

時立ち入り出来ない箇所でも現地状況の確認ができる。

また、点群データ上で簡易な横断面の出力が可能であることから、任意の箇所での延長計測や断面などの確認ができる。（図-4）

b) 二時期での点群比較による変状確認

通常時の点群を取得した上で、UAV等で災害後の点群を取得することで、二時期での点群データの比較が可能となり、机上で現地状況や崩落土量等を迅速に把握することができる。（図-5）

(2) ラインデータの機能

a) 情報の一元管理

維持管理に関わる各種データをラインデータ上の各道路施設にフォルダを紐付けることで、デジタルデータとして確実に保管・蓄積することができる。また、データ管理ルール（命名規則・保管場所）を定め、検索機能を用いて必要データに迅速にアクセスできる。（図-6）

b) 地下埋設物の可視化

維持管理における不可視部分として地下埋設物がある。直轄国道の市街地部など様々な地下埋設物が輻輳する箇

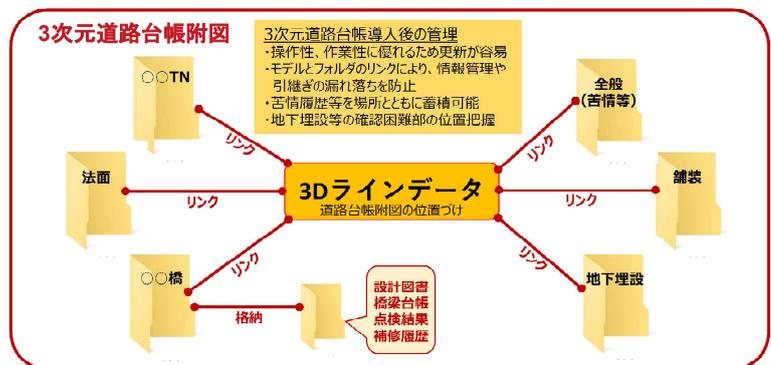


図-6 情報の一元管理の概念図

所についても、ラインデータは線で表現するため不可視部分の可視化が可能である。(図-7)

4. 豊岡モデルの課題

豊岡モデルの機能と効果について紹介したが、実現に向けてはいくつか解決しなければならない課題がある。

(1) ラインデータの構築

点群からラインデータを構築する際、専門ソフトを用いてライン化するが、自動車専用道路の単路部などの定規断面であれば構築手間は少なく、逆にIC部や交差箇所が多い一般道路であれば構築手間が増える。また、ラインデータ構築ノウハウの整備も必要である。このように構築手間や構築手法の課題をいかに解決していくかが重要である。

(2) 確実なデータ更新

構築された豊岡モデルを確実に更新していくには、データ管理体制及び実務レベルでの運用ルール設定が必要である。構築された豊岡モデルを誰が更新するかといった管理体制や、運用していくための維持管理現場に則した運用ルールを設定し、構築後も確実なデータ更新を行う必要がある。

(3) 現場に則した地下埋設物のデータ更新

豊岡モデルの機能と効果の一例として地下埋設物の可視化を紹介したが、地下埋設物は埋設物台帳通りに敷設されていない課題がある。そこで、試掘等で管路位置の更新があった際には、位置(x, y, z)を3次元のライ

ンデータとして確実に更新し将来に残すことで、効果的な地下埋設物の維持管理を行うことができる。参考までに地下埋設物の位置が確定した管路を実線、不確定の管理を点線で示したラインデータの例を示す。(図-8)

(4) 情報管理フォルダの構成

維持管理に関わる各種データの管理フォルダは、直轄国道の法定点検の点検要領の項目に則ったフォルダ名とし、排水、擁壁、占用物件など必要な項目を追加したフォルダ構成としている。また、設計段階(詳細設計)で取得する情報は確実に維持管理に引継ぐべき情報として、フォルダを作成している。情報管理フォルダの運用については、データ管理体制と併せて実務レベルで運用しながら改善していく必要がある。(図-9)

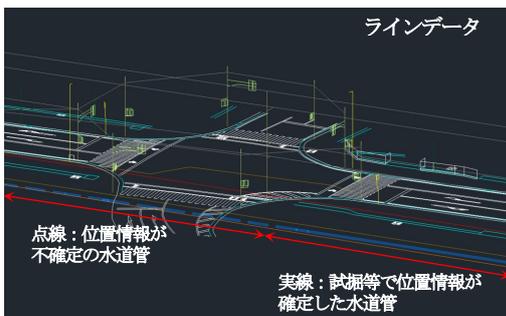


図-7 地下埋設物の可視化例



図-9 直轄国道におけるフォルダ構成案

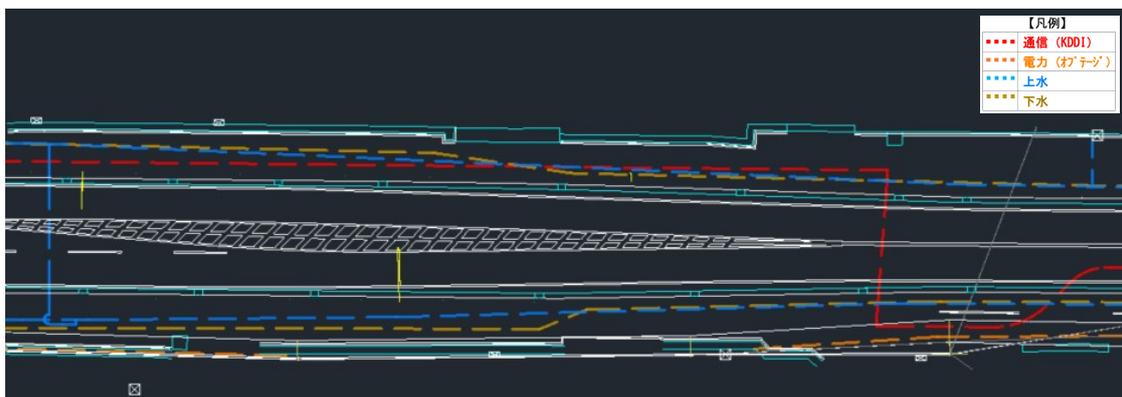


図-8 地下埋設物の点線・実線表示の例

5. 中郷遊水地での統合プラットフォームの活用検討

(1) 既存システムとの棲み分け

河川分野においては、維持管理を行う上でRiMaDISや三次元管内図といった既存システムがある。統合プラットフォームの活用範囲は、これら既存システムとの棲み分けを図る必要があるため、①工事、②治水計画、③環境、④維持管理の4つの観点で網羅的に整理した項目のうち既存システムの活用範囲外となる内容を抽出した。(図-10)

(2) 実務上の課題

遊水地事業において、施工上及び維持管理上課題となる項目について事務所内の実務者に対してヒアリングを実施し、統合プラットフォームの活用が可能な内容を確認した。幾つか課題がある中で、中郷遊水地は軟弱地盤であり、中長期的な堤防高の管理が求められる中で、喫緊の課題である「堤防高不足箇所の把握や、堤防の圧密量の推定」に着目し、点群データを活用した沈下分布の見える化を検討した。

(3) 圧密沈下解析による天端高の把握

a) 中郷遊水地の特徴

広域かつ層厚に分布する軟弱地盤上に遊水地囲繞堤の盛土を施工するため、施工時の沈下だけでなく、施工後も圧密沈下が発生する。一方、遊水地の機能を確保するためには、適正な堤防天端高を確保する必要がある。そのため、中長期的な堤防高の管理が維持管理上の課題となる。ただし、施工位置毎に沈下量も異なるため、堤防

高の不足箇所を把握するためには、全体の測量が必要となる。

b) 検討方針

沈下解析で算出した代表断面での沈下量を、3次元地層モデルの土層厚に応じて沈下量を推定し、沈下の大きい位置を事前に把握する。

維持管理段階では、沈下量が大きくなると想定される箇所について重点的に点群測量等を行うことにより、省力化を図り、堤防高不足箇所の早期発見につなげる。

圧密沈下解析手法は、一次元圧密沈下解析とFEM解析の大きく二通りが考えられる。本検討では、荷重の偏移や、土留めや構造物などの複雑な条件を考慮しないため、一次元圧密沈下解析を実施した。なお、解析位置は、地盤調査を実施した箇所、遊水地で地層の代表断面となる箇所、築堤盛土で沈下量を計測している箇所を考慮した2箇所 (No. 15, No. 28) に設定した。(図-11)

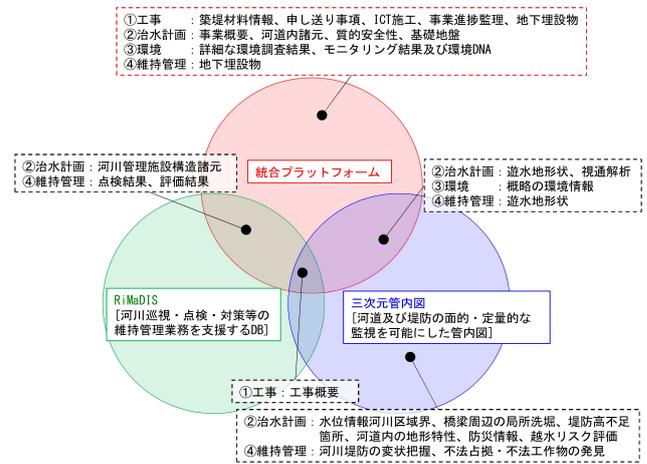


図-10 各システムの活用範囲

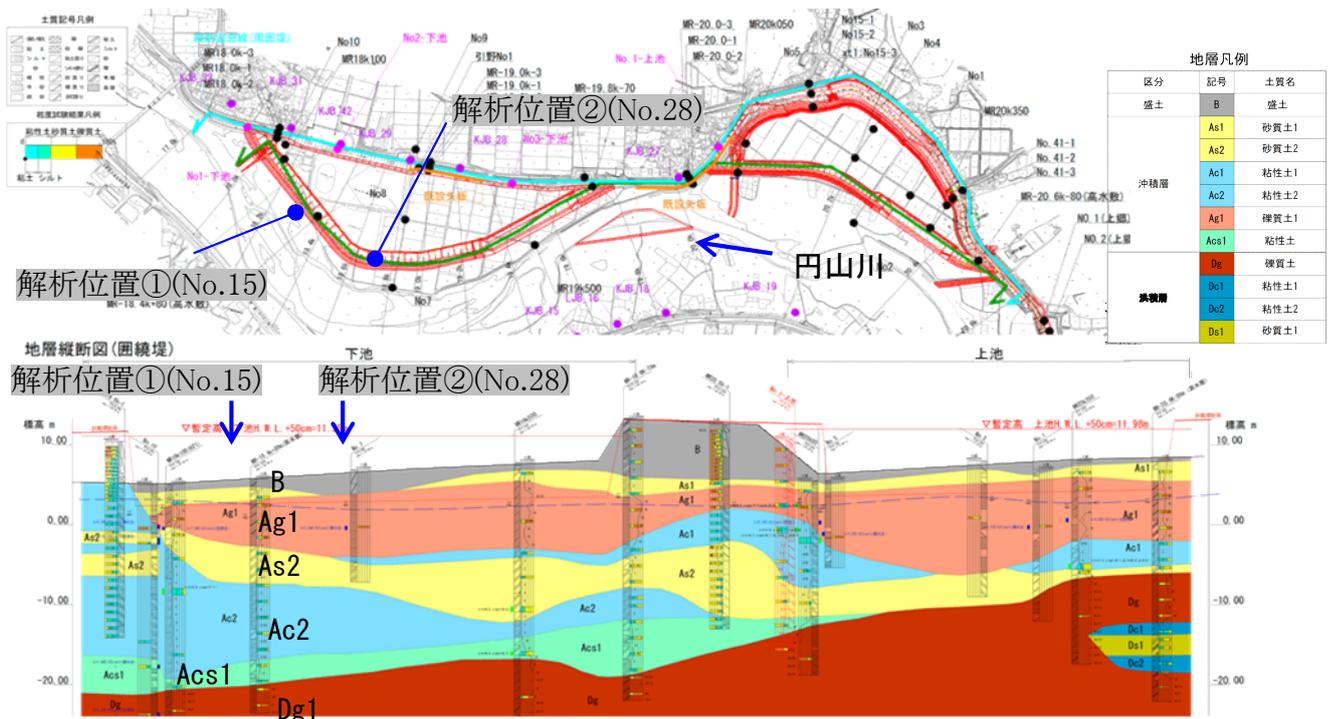


図-11 解析位置の設定

c) 解析結果

計算の結果、いずれも実測沈下量と比較すると、解析沈下量の方が大きい結果となった。

解析での沈下量は、表-1に示すように、解析値と実測値の即時沈下量(砂質土)の差が大きい。

一方、圧密沈下量(粘性土)の差は5cm程度で概ね整合が図れている。

また、粘性土層が厚い箇所は圧密沈下が大きく、粘性土層が薄い箇所は圧密沈下が小さい結果となった。これらの解析結果をCIMモデルに付与し、沈下リスクの高い区間(粘性土の厚い区間)を抽出しやすくする効果が期待できる。

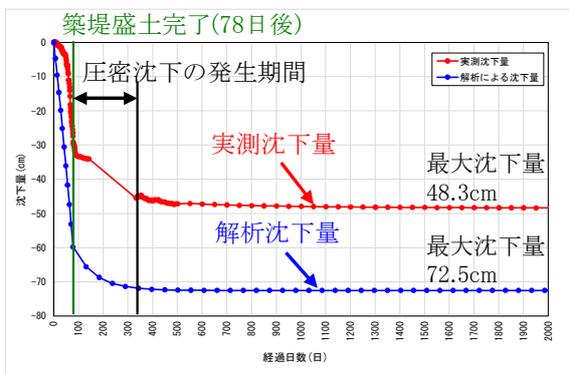
d) 沈下分布の可視化

既往の三次元測量結果を元に、定規断面情報を付与し、堤防高や堤防断面が不足する箇所を視覚的に確認できるCIMモデルを作成した。今後は、定期的に三次元測量を実施し、堤体沈下量を把握する必要がある。

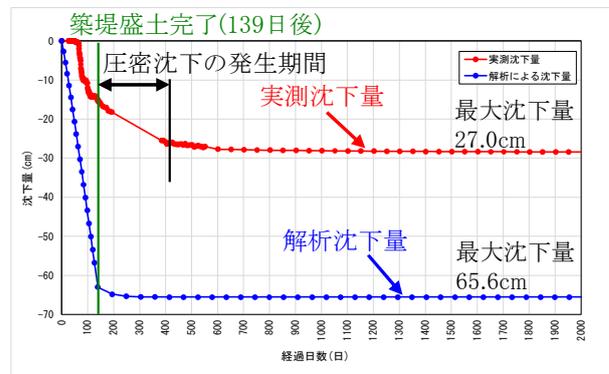
No. 16の横断面図に示すように、堤防天端高位置にラインデータを適用し、現況と暫定計画目標高の差を可視化するなど、活用方法を検討していく。(図-13)

表-1 解析結果

	検討位置①No. 15		検討位置②No. 28	
	解析値	実測	解析値	実測
即時沈下量(砂質土)	48.2cm	29.5cm	48.7cm	15.2cm
圧密沈下量(粘性土)	24.3cm	18.8cm	16.9cm	11.8cm
沈下量合計	72.5cm	48.3cm	65.6cm	27.0cm



No. 15



No. 28

図-12 解析と実測の沈下量

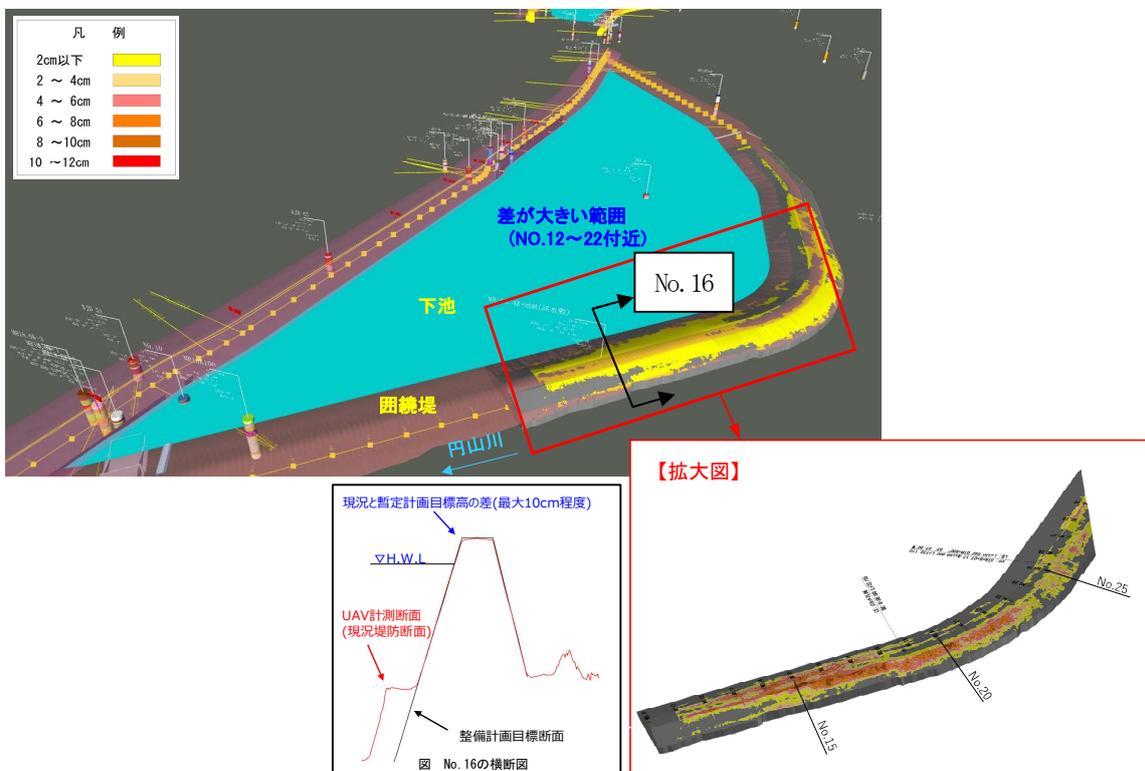


図-13 沈下分布の可視化

6. おわりに

豊岡河川国道事務所での高度かつ効率的な維持管理に繋がるBIM/CIM構築を目標に、北近畿豊岡自動車道での豊岡モデルの効果と課題を紹介した。一方、円山川の中郷遊水地では、点群データを活用した堤防沈下分布の見える化に取り組んでおり、今後は、円山川での豊岡モデルの活用も検討していく予定である。豊岡モデルの実現に向けては解決すべき諸課題はあるが、道路及び河川ともに、全国の関連する最新動向（道路：xROAD、全国道路基盤地図等データベース等、河川：三次元管内図、RiMaDIS等）に留意しつつ、引き続きi-Constructionの取り組みをリードするモデル事務所として、豊岡モデルの展開に向けた検討の深度化に取り組んでいく。

本論文は前任地である近畿地方整備局豊岡河川国道事務所での、道路・河川におけるBIM/CIMの取り組みについてまとめたものである。

謝辞：本論文作成にあたり、多大なるご協力を頂きました皆様に感謝を申し上げます。