

## 震災復旧した橋の維持管理で活用する施工段階のデータと CIM の活用

国土技術政策総合研究所 熊本地震復旧対策研究室 正会員 ○ 鈴木 慎也  
 国土技術政策総合研究所 熊本地震復旧対策研究室 正会員 西田 秀明  
 国土技術政策総合研究所 熊本地震復旧対策研究室 正会員 星隈 順一  
 国土技術政策総合研究所 熊本地震復旧対策研究室 正会員 瀧本 耕大

### 1. はじめに

橋の震災復旧工事においては、損傷していた箇所  
 の損傷進展の可能性や経年変化に伴う補修効果への  
 影響など、維持管理段階で懸念される不確実性が残  
 る。このため、地震により部材に生じた損傷と現場  
 で適用する補修工法の特性に於いて、当該補修工法  
 の効果を保持する上で必要となるデータを予め明確  
 にしておき、復旧工事のプロセスでしか得られない  
 データについてはその施工段階において適切に取得  
 した上で、それらのデータの相互関係がわかるよう  
 に記録・保存して維持管理に活用していくことが重  
 要である。

本研究では、熊本地震により被災を受け復旧工事  
 がなされた PC ラーメン箱桁橋を対象として、損傷  
 状況と補修工法を踏まえて復旧後の維持管理段階で  
 必要となるデータを明確化するとともに、それらの  
 データを復旧プロセスのどの段階で得おくべきか  
 を、地震後の橋の点検、診断、措置を行うにあつ  
 てどのように活用できるか、補修効果の持続性をど  
 のように確認できるか、といった観点から逆算的に  
 検討した。さらに、これらのデータの記録・保存方  
 法として CIM モデルに着目し、維持管理の段階での  
 活用方法について検討した。

### 2. 検討対象とした橋梁

本研究で検討の対象とした橋梁は 3 径間連続 PC  
 ラーメン箱桁橋である。熊本地震により上部構造、  
 下部構造ともに損傷が生じたが、本検討では PC 箱  
 桁の損傷と補修に着目する。地震後の調査により、  
 PC 箱桁の内面及び外面にそれぞれひび割れが確認さ  
 れたため、ひび割れ補修をした上で外面側のウェブ  
 面と下フランジ面を炭素繊維シートで接着する方法  
 により補修が行われた<sup>1)</sup>。

### 3. 維持管理に必要なデータの明確化

コンクリート部材においては、例えば、維持管理  
 の段階においてひび割れが確認された場合、それが  
 新たに生じたものなのか、又は、既存のものが進展  
 して生じたものかわかるようにしておく必要がある。  
 また、箱桁断面の部材の耐荷性能に及ぼす影響  
 という観点からは、内面及び外面のひび割れの位置  
 関係も重要であり、調査段階で得おくべき情報の  
 一つとしてひび割れの位置情報も挙げられる。この  
 ようなデータの活用目的に照らせば、時系列的に比  
 較ができるようにしておくことが重要であり、従っ  
 て位置情報には精度も求められることになる。

また、炭素繊維シートの接着部に水が浸入すると  
 接着剤の劣化が促進される可能性があり、最終的に  
 は炭素繊維シートの接着剥がれにつながるものが懸  
 念される。したがって、炭素繊維シートの施工段階  
 においては、接着面に水が浸入してくる可能性があ  
 るのかどうか等、排水状況にも配慮して施工されて  
 おり、このような配慮事項とあわせて情報を維持管  
 理に引継ぐことが必要である。

なお、炭素繊維シートに覆われた箱桁外面や床版  
 下面については既設のコンクリート面を直接目視す  
 ることができないため、本研究では、内藤らによっ  
 て開発された小型起振機による簡易振動試験<sup>2)</sup>を箱  
 桁の内面側から行い、局所的な共振周波数を 50cm  
 間隔の点群データとして取得した上で、これらを維  
 持管理の段階での変状の発生把握に活用するための  
 リファレンスデータとすることとした。

### 4. 維持管理段階における CIM モデルの活用

#### (1) CIM モデルの構築

上述した維持管理に必要なデータは、本橋で  
 はそれぞれが二次元の図面として記録されている。  
 これらのデータの相互関係を把握しやすくするた  
 め、本研究では CIM モデルを活用した 3 次元的な可

キーワード 道路橋 復旧 維持管理 施工管理記録 CIM 3D モデル  
 連絡先 〒864-1404 熊本県阿蘇郡南阿蘇村河陽 3574 熊本地震復旧対策研究室

視化に着目した。具体的には、CIMモデル化の対象範囲を上部構造並びに下部構造として、上記で抽出した損傷及び補修に関する二次元図面を3DCADで統合した。

ここで、CIMモデルの作成にあたっては、その詳細度を活用する目的に応じて設定する必要がある。本橋におけるCIMモデルの活用目的はデータの相互関係を明示できるようにし、維持管理の段階に引継がれている情報が何なのかを道路管理者が把握しやすくするとともに、診断の信頼性向上にもつなげることである。そのため、今回作成した既設橋のCIMモデル化においては、構造一般図に示されている部材の寸法を再現できればよいと考えた。

## (2) CIMモデルによるデータの可視化と活用方法

図1は、本検討で構築したCIMモデルの全景、および全景に調査、施工、維持管理段階で得られるデータを重ねたビューを示したものである。内面1には構造のみを表示させており、箱桁の打継ぎ目位置がわかる。内面2は、内面1の状態に、調査段階で得られた箱桁内面および外面のひび割れと遊離石灰が確認された箇所を追加した状態である。内面2からは、内面と外面のひび割れの位置関係を3次的に把握できる。また、遊離石灰が頂板下面の箱桁打継ぎ目に近接した箇所が生じており、箱桁打継ぎ目が水の浸入経路になった可能性が懸念される。床版下面は炭素繊維シートにより補修されていることから、既設のコンクリート面は直接目視が出来ないが、維持管理の段階においては箱桁打継ぎ目の周辺に注意して変状がないかを確認することが重要であるとわかる。

また、外面1は内面1にCFアンカー（炭素繊維シート端部の定着具）を追加した状態であり、外面2は内面1の状態に施工段階で得られたデータを追加した状態である。外面の遊離石灰と橋軸方向及び横断方向のシート継ぎ手位置が近接しており、炭素繊維シートの点検の際には定着部に変状が生じてい

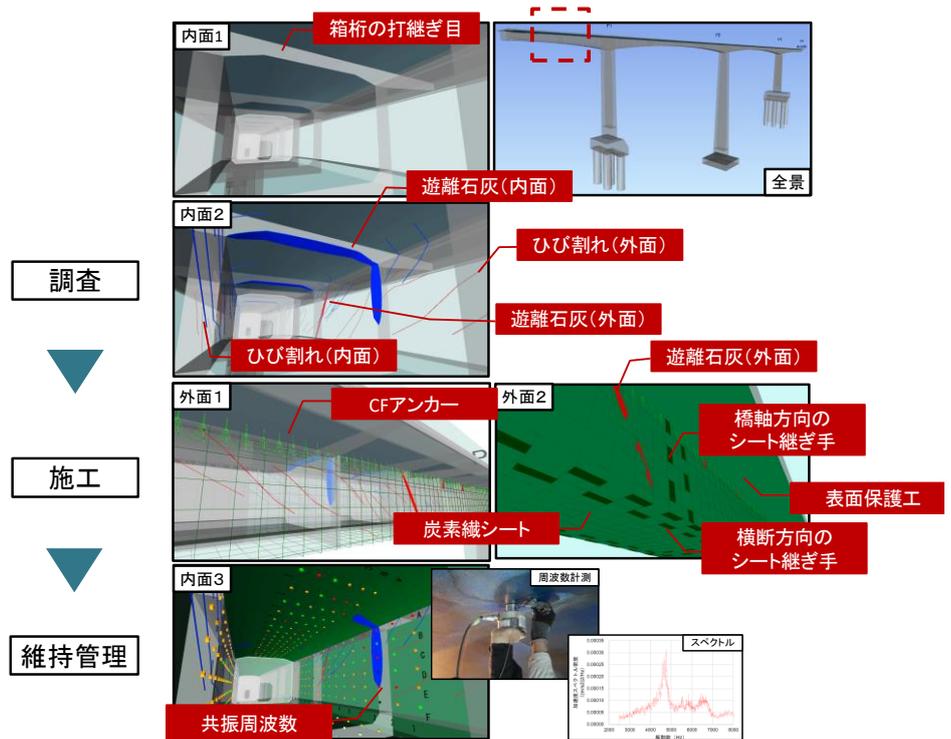


図1 構築したCIMモデル全景と内面・外面からのビュー

ないかについて注意が必要であることがわかる。内面3は、調査、施工段階で得られたデータに加え、維持管理段階で取得した共振周波数の計測結果をその値で色分けしたポリゴンを追加した状態である。このようにすると、損傷箇所や補修箇所と、局所的な共振周波数の関係が把握しやすくなる。

## 5. まとめ

本研究では、熊本地震で被災して復旧工事が行われたPCラーメン橋を対象として、復旧後の維持管理に必要なデータを逆算的に検討することにより、調査又は施工の段階で得ておくべき項目を明確にした。また、これらのデータの記録・保存の方法として、漏水が生じていた箇所と炭素繊維シートのシート継ぎ手の位置関係など、補修工事後の維持管理に活用しやすくするためのCIMモデル構築した

## 謝辞

本研究の実施にあたっては、国土交通省九州地方整備局 熊本復興事務所から資料の提供をいただきました。ここに記して感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) 辻芳樹, 星隈順一, 荒牧聡, 平原慎也, 宇土力, 三原真一: 熊本地震で被災した阿蘇長陽大橋の復旧, 橋梁と基礎, Vol. 60, 2018. 11
- 2) 内藤英樹, 齊木佑介, 鈴木基行, 岩城一郎, 子田康弘, 加藤潔: 小型起振機を用いた強制加振試験に基づくコンクリート床版の非破壊試験法, 土木学会論文集 E2, Vol. 67, No. 4, pp. 522-534, 2011.