

床版取替工事における橋変位シミュレーションシステムの開発

戸田建設(株) 正会員 ○神谷 侑吾, 小林 修, 島津 勝則, 吉田 勇介, 古賀 稜也
非会員 穂高電子(株) 滝沢 雅之

1. はじめに

高速道路の更新工事として道路橋梁のコンクリート床版を撤去・架設を行う『床版取替工事』が全国各所で施工されている(写真-1,2). 弊社が本工種を数件取組むにあたり、本工種の出来形管理項目である「床版の架設高さ」の管理に他土木工種にはない複雑さを



写真-1 夕張川橋床版取替



写真-2 中野橋床版取替

実感した。本論では、床版取替工の出来形管理における、現場施工支援と本工種の若手職員の経験不足を補うツールとして活用できる『橋変位シミュレーションシステム』の開発について報告する。

2. 開発背景

本工種は未経験者からすると土木工事現場に多く見られる仮設作業構台における覆工板を敷設する作業をイメージされることが多い。しかし、本工種は、仮設作業構台と違い架設作業のクレーンが同じ桁上の床版に設置されるため、荷重を受けた桁には支間位置ごとに異なる変位が生じる(図-1)。そのため、出来形計測時は事前のフレーム解析等によって施工サイクル毎に算出された変位を考慮して架設高さの管理を実施する。

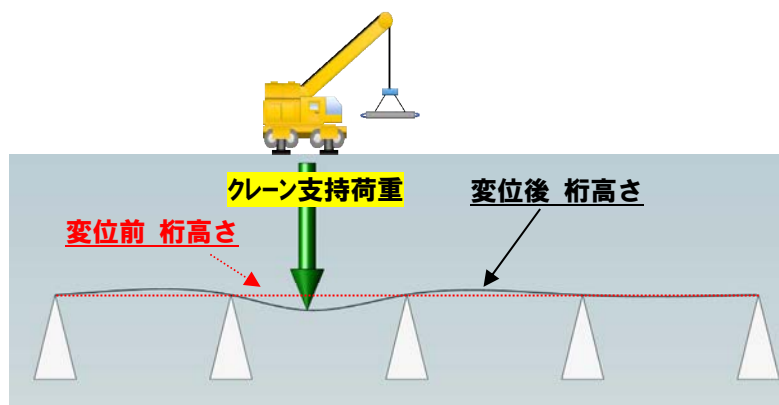


図-1 クレーンの荷重による桁の変位イメージ

クレーン支持荷重以外に桁の変位発生原因には、既設床版と新設床版の重量差・施工時の気温差・クレーンの横断方向の設置位置のズレ・施工足場となる吊足場の重量など様々な要素等を含んでおり、床版同士や床版と桁との剛性を考慮に含めると現況の施工サイクル毎に用意する解析結果は完全なものとは言えず、実測値から一定量の誤差が生じている。現場では、その一定量の誤差を、経験上または日々の実測値による傾向から補正を行い適切な出来形管理を行っている。しかし、経験の浅い若手職員には桁変位のイメージや解析結果との誤差原因への理解が足りないことで誤差を補正できずに、架設高さを調整する作業に時間を費やしてしまう。本工種は工事特性上、高速道路利用客の渋滞・事故発生を防止するために施工可能期間を制限されるため、作業量に比べて工程が非常に短い。そのため、調整・手戻り等の作業が増えることは工程超過のリスクがあり、受注競争における工程短縮競争が加速している昨今では最小限に抑えることが望ましい。これらにより、従来の解析手法より高精度な解析結果が得られるかつ視覚的に桁の変位イメージが理解できるシステムが必要と考えた。

また、施工サイクル毎の変位解析には結果算出までに多くの時間が必要であり、操作の複雑さから外注する事例も多いことから、機械トラブル等で1日の施工量が変動した場合には用意された解析結果が使用できなくなる可能性があるため、現場の状況に合わせて簡易操作かつ早期に結果が得られるシステムが必要である。

キーワード 床版取替工, 橋変位シミュレーションシステム, 簡易操作かつ迅速な解析, 作業所支援
連絡先 〒104-0032 東京都中央区八丁堀 2-8-5

戸田建設株式会社 TEL03-3535-1354

3. 開発内容

開発背景を基に開発した『橋変位シミュレーションシステム』を本章で述べる。本システムは、シミュレーションの理論式を構築する「AI 理論式構築機構」と、GUI 操作により設定した荷重条件による桁の変位を解析及び表示する「桁変位解析・表示システム」から構成される(図-2)。前章で述べた課題(①従来の解析手法より高精度、②視覚的に伝わる変位イメージ、③現場の状況に合わせて簡易操作かつ早期に結果が得られる)を解決できる機能を本システムに搭載した。

「AI 理論式構築機構」：①の課題解決として、ベースデータ(施工前:FRAME 解析結果, 施工中:変位実測値)との差分を取込むことで、変位実測値との誤差を最小化させる理論式を再構築する AI アルゴリズムを搭載した。AI による迅速かつ幾重ものシミュレーションにより、従来の解析では考慮されない条件(床版と桁の剛性など)を含んだ理論式を構築し、実測値に限りなく近い変位解析結果が得られる。また、施工経験者の感覚または変位実測値を長時間かけて分析して判断した誤差補正を、AI が瞬時に判断・補正を実施した結果で表示するため、施工経験を問わず桁の変位を予測した効率的な施工管理が可能となる。

「桁変位解析・表示システム」：②③の課題解決として、GUI 操作による荷重条件設定に連動して桁全体の変位がグラフ表示される機能とした(図-3)。システム画面では、クレーンの位置・床版取替の施工進捗を図上でドラッグ操作または距離の数値入力等の直感的な操作により荷重条件が理論式に入力されることにより変位解析結果がグラフに表示される。また、解析結果は GUI 操作による荷重条件の変更と連動して瞬時に計算・表示されるため、施工進捗やステップ毎の桁の変位傾向を視覚的に判断することができる。また、現場で簡易に荷重条件設定及び解析結果を得ることができるため、現場トラブルによる想定外の施工量調整や施工機械の変更にも迅速に対応することができる。解析結果の注釈機能として、グラフにはスケール機能を搭載し、荷重条件と同様にドラッグ操作と距離の数値入力で移動させて変位量を確認することができる仕様とした。

本システムは、昨今の本工種における様々な施工条件に対応できるように、複数のクレーンによる同時施工・門型クレーンによる施工にも対応可能としている。また、理論式の構築に橋梁毎にモデルを作成するため、床版取替の半断面施工や様々な形状の橋梁にも本システムを適用可能としている。

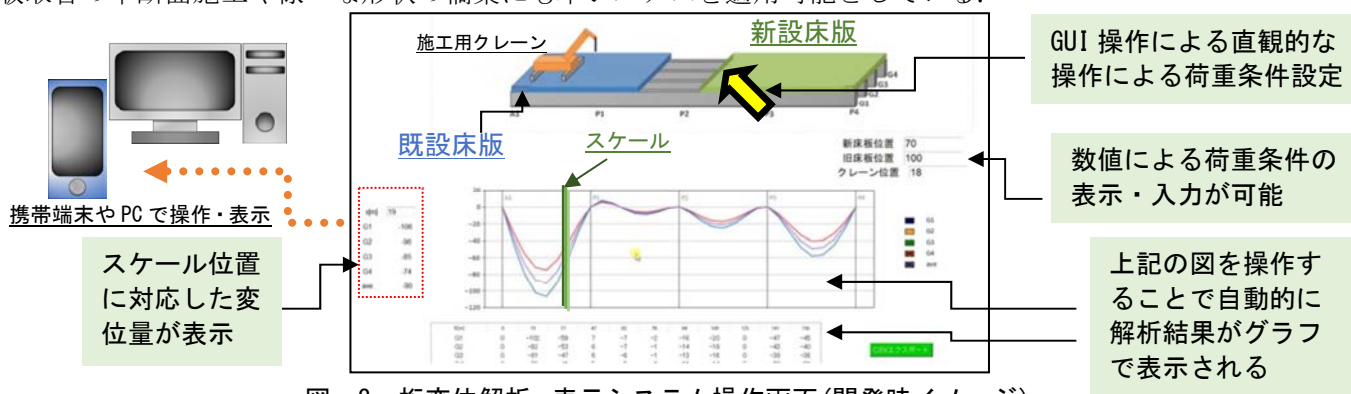


図-2 橋変位シミュレーションシステムの概要

図-3 桁変位解析・表示システム操作画面(開発時イメージ)

4. おわりに

本システムの現状は、従来の FRAME 解析データと弊社の実績データをベースに理論式が構築されている。そのため、様々な橋梁に施工初期段階から使用できるように今後も多くの現場の教師データを蓄積させていく。弊社作業所での活用によるシステム改善と機能追加を行い、より有効的な技術とする。