

## リアルタイムデザインで拓く新たな橋梁設計

中央復建コンサルタンツ株式会社 正会員 ○加藤 慎吾, 正会員 岡本 光平  
協和設計株式会社 正会員 谷口 潤, 田中 俊光  
東洋技研コンサルタント株式会社 田代 信雄, 西川 友輝

### 1. はじめに

近年、様々な分野で DX(Digital Transformation) が推進され、インフラ分野では、BIM/CIM の積極活用等が進められています。ここでは、橋梁設計分野における DX 推進として、設計プロセスを変革することで新たな価値創造を目指す、「リアルタイムデザイン」について考える。

### 2. 橋梁計画とリアルタイムデザイン

橋梁計画では、地形・地質や交差対象物など架橋地固有の条件や、橋梁構成要素（上部工・下部工・基礎工）個別の計算結果をもとに、主に二次元ベースの情報の重ね合わせや、最適化のためのトライアルを繰り返している。例として、ラーメン橋の計画途中で橋梁の支間割りを見直す必要が生じた場合を挙げると、橋梁全体系の断面力算出をやり直し、それをもとに動的解析を実施して柱断面の再検討、さらに基礎を見直す。ここまでの過程で交差条件に対して再度支間割り調整が必要になった場合には、はじめからやり直しである。大小さまざまな検討ループが輻輳する設計プロセスによって、多くの人的資源を消費している。

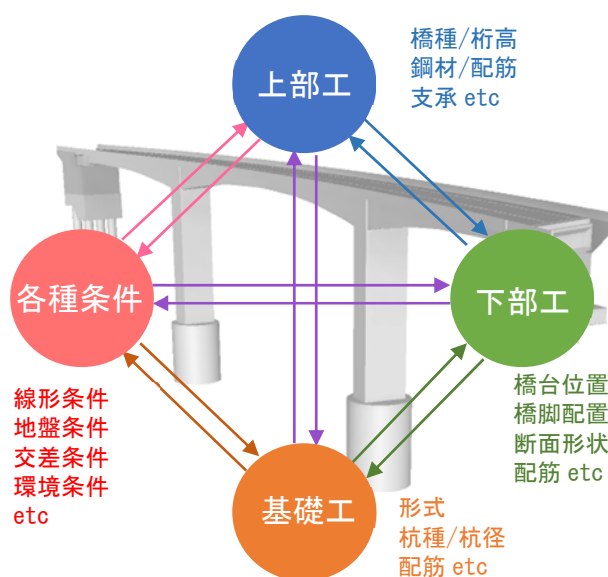


図1 橋梁設計における検討ループ

私たちがより良い社会インフラを後世に残していくためには、この高コストな設計プロセスから抜け出し、技術者のクリエイティビティを発揮する機会を創出せねばならない。条件変更やアイデアの検証など、それらのシミュレーションを瞬時にを行い、同時に議論を深度化する。それが「リアルタイムデザイン」である。

### 3. 構造検討の自動化

前述の検討ループを解くには、1つのソフトウェアで様々な検討を実行できることが望ましい。そのツールとしては、地形、土層、線形、構造物等のモデルを1つのプラットフォームで扱うことができる、三次元CADが適している。既に、国内で広く使われている市販三次元CADでも、掘削図作成や数量算出を瞬時に行えるだけでなく、一部の設計計算との連動も可能である。この基盤をもとに発展させ、動的解析や設計計算を含む構造検討全体を自動化することが出来れば、リアルタイムデザインが実現する。著者らは、その取り組みの手始めとして、(1)三次元CADソフト V-nas Clair(川田テクノシステム(株))が開発中であった橋台位置自動検討システムへの機能要求及び検証、(2)橋脚形状リアルタイムデザインの開発に取り組んだ。

#### (1) 橋台位置自動検討システム

山間部に計画される橋台は、地山斜面の状況により構造高さと設置位置が変化するため、最適な橋台位置の検討が必要となる。従来の設計プロセスでは、ツールとして二次元CADが用いられることが多く一般的には以下の手順となる。Step1 地形平面図より断面図を作成、Step2 仮の橋台形状で橋台位置検証、Step3 設計によ

キーワード インフラ DX, 三次元CAD, 三次元設計, 橋梁計画, 自動化

連絡先 〒533-0033 大阪市東淀川区東中島 4-11-10 TEL 03-3355-3442

り橋台形状確認, Step4 概算工事費算出, 検討位置毎に Step を繰り返して最適値を求める. この一連の設計プロセスには多大な時間を要するため, 三次元 CAD をツールとし橋台自動モデリングツールと組み合わせることで, 最適値を瞬時に求めるシステムの構築に取り組んだ. インプットはできるだけ簡易化し, 地形モデル, 道路線形, 橋台寸法とパラメーター(直接基礎では底版長と水平土被り)を指定する程度にとどめた. インプット情報をもとに, 複数プランのトライアル結果が瞬時に

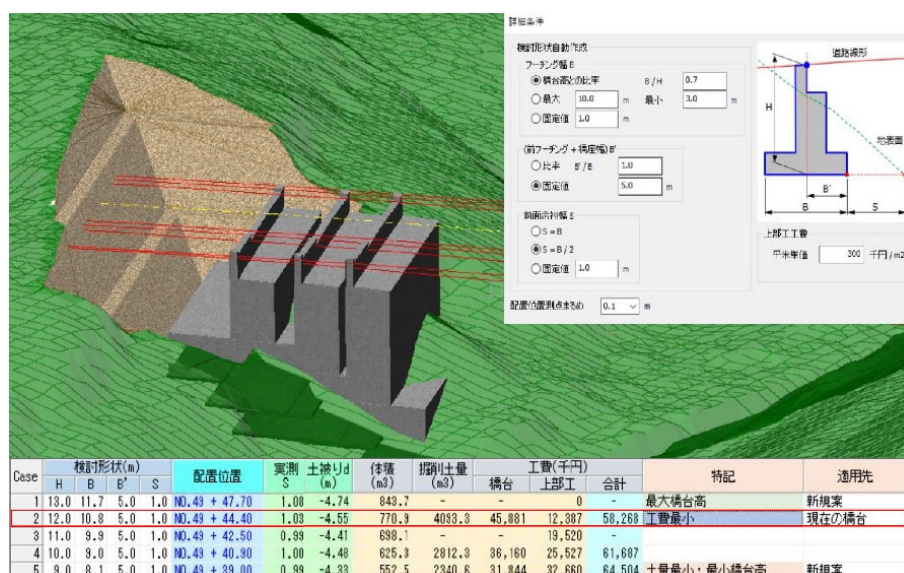


図2 橋台位置リストアップ結果

リストアップされ, 同時に算出される概算工事費により最適な橋台位置を求めることができる. 橋台位置は三次元モデルで確認できるため, 斜面との位置関係や施工時の掘削影響範囲等の確認も合わせて可能である.

## (2) 橋脚形状のリアルタイムデザイン

橋脚形状の初期値を決定するには, 橋種(PC, 鋼鈑桁・箱桁), 幅員, 上部工桁部幅, 支間長, 支承形式, 地盤種別など様々な要因を踏まえたエンジニアリングジャッジが現状は必要となっている. ソフトにより最小限の入力項目で自動決定するためには, これらの要因を過去の設計実績データから分析, モデル化する必要がある.

著者らはソフトへの実装化に向けて, 40 橋 144 基の橋脚サンプルより柱幅や柱厚がどの項目と相関関係が大きいかの試行分析を行った. 分析結果の一例とそれらを踏まえた実装ユーザーインターフェース (UI) イメージを図4, 図5に示す.

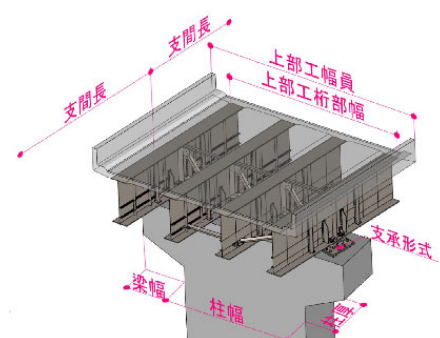


図3 形状に関する要素例

図4に示す入力項目程度で橋脚形状を決定出来る可能性を確認した. 柱幅は橋種に関わらず上部工の総幅員と, 柱厚は支間長 50m 以上と以下及び支承形式に相関関係があることが確認された. 今後はサンプル数を増やした上で AI 分析等のアプローチにより精度を向上させ CAD ソフトへの実装を目指していく考えである.



図4 橋脚形状自動決定の UI イメージ

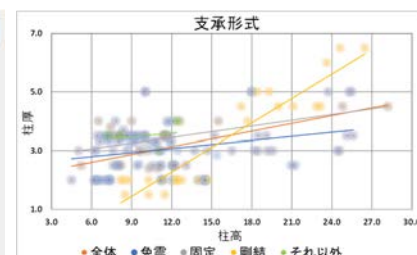


図5 分析結果例(支承形式)

## 4. おわりに

例えばクライアントとの打合せ時, アイデアを 2~3 分でモデル化しリアルタイムに共有することで, 高次元のコンセンサスを得られるだけでなく, 更なるアイデアが生まれる. その実現に向けて, 著者ら建設コンサルタント 3 社で構成する「橋梁設計高度化推進会議」の取り組みを報告した. 橋梁全体を対象とする複雑なシステムでリアルタイムデザインを実現するには, さらなる機能追加と操作性向上に取り組む必要がある.

## 参考文献

- 国土交通省: インフラ分野の DX アクションプラン, <https://www.mlit.go.jp/tec/content/001474432.pdf>