

## CAE による道路橋設計手法の提案

パシフィックコンサルタンツ ○山本智弘, 小沼恵太郎, 永田佳世  
 関西大学 古田均

## 1. はじめに

近年, 道路橋等のインフラ構造物の高齢化が進み, それらの維持管理が社会的課題となっている. ようやく, 定期点検に基づく長寿命化修繕計画等<sup>1)</sup>により予防保全の仕組みが整いつつあるものの, 今後, 維持管理を実行するための財源や, 従事する官民の専門技術者数は減少する傾向にあると予想される<sup>2)</sup>. また, 近年の ICT の急速な進歩に伴い, BIM/CIM の導入が推進されつつあり, 国土交通省では「i-Construction」<sup>3)</sup>が推進されている. その主たる活用方法は, 従来の 2 次元から 3 次元へのデータ形式の移行と, 3 次元データを調査, 設計, 施工, 維持管理と一元管理することである. 一方, ひとつの 3 次元データを一貫して用いる設計手法は, 自動車等の機械製造分野において CAE(Computer Aided Engineering)が先行している. そこで, 土木分野においても CAE をベースとした土木構造物の設計方法及びデータベースシステム, さらにアセットマネジメントシステムを構築することで, 将来のあらゆるモノがつながる IoT(Internet of Things) 時代にふさわしい CAE を用いた設計手法を提案する. 具体的には, 使用材料や構造細目の工夫によって供用期間中の致命的な劣化損傷の発生を回避することで, 維持管理を最低限に抑制した橋である「メンテナンススモール橋」を開発し, 将来の維持管理における諸々の負担を軽減することを最終目的とする.

## 2. CAE の概要

本稿における CAE とは, 設計・製造・工程管理をコンピューターにより一元管理する手法のことで, 自動車等機械分野においては 1980 年～1990 年頃に導入されている設計手法である. 近年, 建築分野においては, ビル風や日照といった環境影響評価において CAE 的な試みが始められている.

CAE を用いる一般的なメリットは, 開発期間の短縮や試作や試験コストの削減, 実際の試験が困難な極端な条件下での検討, 実測が困難な挙動での計算が可能なこと, 設計時の品質向上等が挙げられる. デメリットは, 実際に起こっている現象を適切な計算モデルに置き換えることや精度の良い計算結果を算出すること, 計算から適切な判断を下すことの難しさ等が挙げられる.

土木分野におけるメリットは, 設計時の作業の省力化や品質向上が大きい. デメリットに関しては, 現象のモデル置換えや計算結果からの判定に関しては知識と技能が必要となることである. しかし, デメリットに関しては経験により克服可能と判断し, CAE を用いるメリットの中で特に最適材料・形状選定や品質向上による維持管理の低減および定期点検の簡略化が市町村管理道における道路橋の維持管理に対して与えるメリットが大きいと判断し, CAE を土木設計に採用することを提案する.

## 3. CAE による道路橋設計

CAE を導入した道路橋設計の概略フローを図-1 に示す. まず, 調査・計画段階における調査データは全て 3 次元データとし, 設計段階へ与条件として 3 次元データを提供する. その後, 設計時には 3 次元データで得た与条件に対して汎用解析コード (ANSYS 等) を用いて最適形状・最適材料の検討を

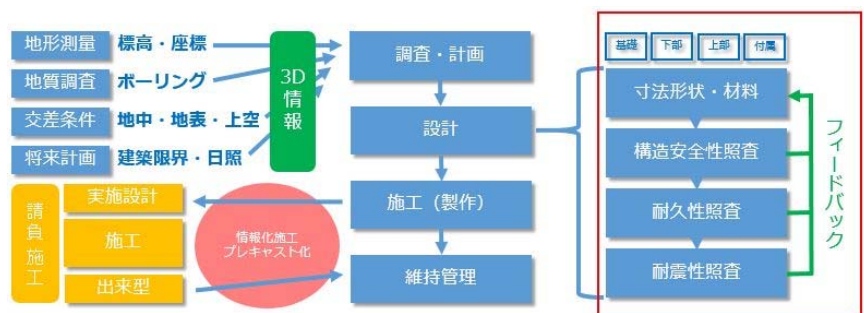


図-1 CAE を用いた道路橋設計概略フロー

Key Words : CAE, 橋梁設計, 構造設計, 最適設計, CIM

連絡先: 〒530-0004 大阪市北区堂島浜 1-2-1 新ダイビル 25F TEL: 06(4799) 7342 FAX: 06(4799) 7381

行い、図-2に示すような3次元モデルを作成し、構造的な検討・照査を行う。その後施工（製作）段階において設計段階で作成した3次元データを用いて製作・施工を行い、維持管理においても3次元データを用いて点検・補修・補強を行う。現行の設計においても、部分的に3次元データを用いて設計を行うことはあるが（動的解析や耐風検討、干渉チェック等）、検討ごとにモデルを作成しているのが現状であり、提案する手法においては全てを3次元データで一元管理するという手法である。

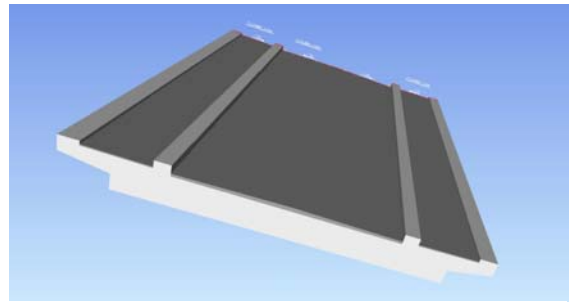


図-2 3Dデータを用いた設計例

この手法に関して、既に全てのデータを一元管理して設計を行っている機械製造分野と異なり、土木分野においては外的要因がそれぞれ異なり、各ケースに対して設計を行う必要があるため、設計の自動化を行うことによる実働作業に対するメリットは少ない。土木業界の実働作業における具体的なメリットは、業界間ギャップやツール間ギャップ、分野間ギャップを埋められることである。

業界間においては、調査・計画段階から設計段階・施工段階・維持管理段階の全てにおいて一元管理された3次元データを用いてこのギャップを埋めることで、品質の向上やフェーズ間作業の省力化、品質の向上による維持管理の簡略化が可能となる。

ツール間においては、例えば現行の設計において、動的解析用のモデルを作成後に耐風用のモデルを再作成しているといったツール間のギャップが生じている。これを一元管理した3次元データを用いて検討を行うことで、モデルの再作成や材料のトライアルといった作業の省力化が可能となる。

分野間においては、道路橋に対して河川や港湾といった周辺分野とのギャップを埋めることで、現行の周辺分野の2次元データを用いて行っている橋梁設計から、3次元データ上での周辺分野を含めた橋梁計画が可能となる。

また、CAEにより橋梁構造体としてではなく、断面・部材ごとに最適形状・材料の検討を行うことでより高い品質が確保されており、3次元データの一元管理により人為的ミスによる想定外の補修・補強が必要となることが少なく維持管理の省力化が可能となる。また、IoT(Internet of Things)を使用して橋梁の状態が容易に把握できるシステムを構築すれば、更に定期点検の効率化が可能となる。

維持管理を最小限とする最終的な目標は、供用年数の間補修・補強を必要としない橋梁設計手法の確立である。そのための将来展望は、FOA(First Order Analysis)の採用による各作業の分業化やクラウドコンピューティング化、AI(Artificial Intelligence)の導入による製造の自動化および自動化することによる人為的ミスの防止等が挙げられる。

#### 4. まとめ

本稿で扱った設計手法を提案する最終目的は、現在市町村管理道で定期点検の効率化および維持管理の低減化が望まれている状況を考慮して、「維持管理が容易な橋梁」の前提のもと「劣化しにくい橋梁」の施工である。本稿では、CAEを用いた道路橋設計手法の概要を示したが、FOAやAIの具体的な採用方法の検討は今後の課題である。

また、CAEによる製作の自動化やプレキャスト製作を行うのみではなく、プレキャスト化する製品自体が劣化しにくく、また維持管理をより簡略化できLCCに優れる構造とする必要がある。そのための形状および材料の検討を設計に盛り込む設計方法の検討は今後の課題である。

**参考文献** 1)自治体管理・道路橋の長寿命化修繕計画 計画策定マニュアル（案）国土交通省 2007.3 2)インフラ長寿命化基本計画 インフラ老朽化対策の推進に関する関係省庁連絡会議 2013.11 3)第1回CIM導入推進委員会資料 国土交通省 2016.6