

# 有明海沿岸道路 筑後川・早津江川橋梁における C I M を活用した設計及び合意形成について

伊藤 浩和・松坂 千寛・田中 健二郎<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州地方整備局 福岡国道事務所 工務課 (〒813-0043 福岡県福岡市東区名島3-24-10)

本橋は、福岡県と佐賀県の筑後川下流域に架かる長大橋であり、架橋地周辺には土木遺産や産業遺産が多数存在する。それらに十分配慮するため、橋梁の圧迫感を軽減することができる単弦式の連続中路式鋼アーチ橋を採用することとした。一方で、採用した単弦式の中路鋼アーチ橋は特殊橋梁であり、構造的課題の解決が必要になること、さらには施工計画を策定する上で、河川利用者との合意形成が必要不可欠であることなど、それらの課題解決に向け、本橋に C I M を導入し検討を行った。

キーワード C I M, 三次元モデル, 鋼アーチ橋, 合意形成

## 1. C I M の概要

C I M (Construction Information Modeling) とは、調査・設計段階から三次元モデルを導入し、施工、維持管理の各段階での三次元モデルに連携・発展させることにより、設計段階での様々な検討を可能とするとともに、一連の建設生産システムの効率化を図るものである。三次元モデルは、各段階で追加、充実化され、維持管理での効果的な活用を図ることが期待される (図-1)。

C I Mには、3DCAD, VR (バーチャルリアリティ), 模型, パース図など三次元モデルで構成される様々なツールへ展開することが可能である。

九州地方整備局においても C I M 導入に向けた制度、基準及び課題の整理を目的に「九州地方 C I M 導入検討会 (委員長: 熊本大学 小林教授)」が平成 25 年 7 月に設立され、C I M 普及への検討を進めている。

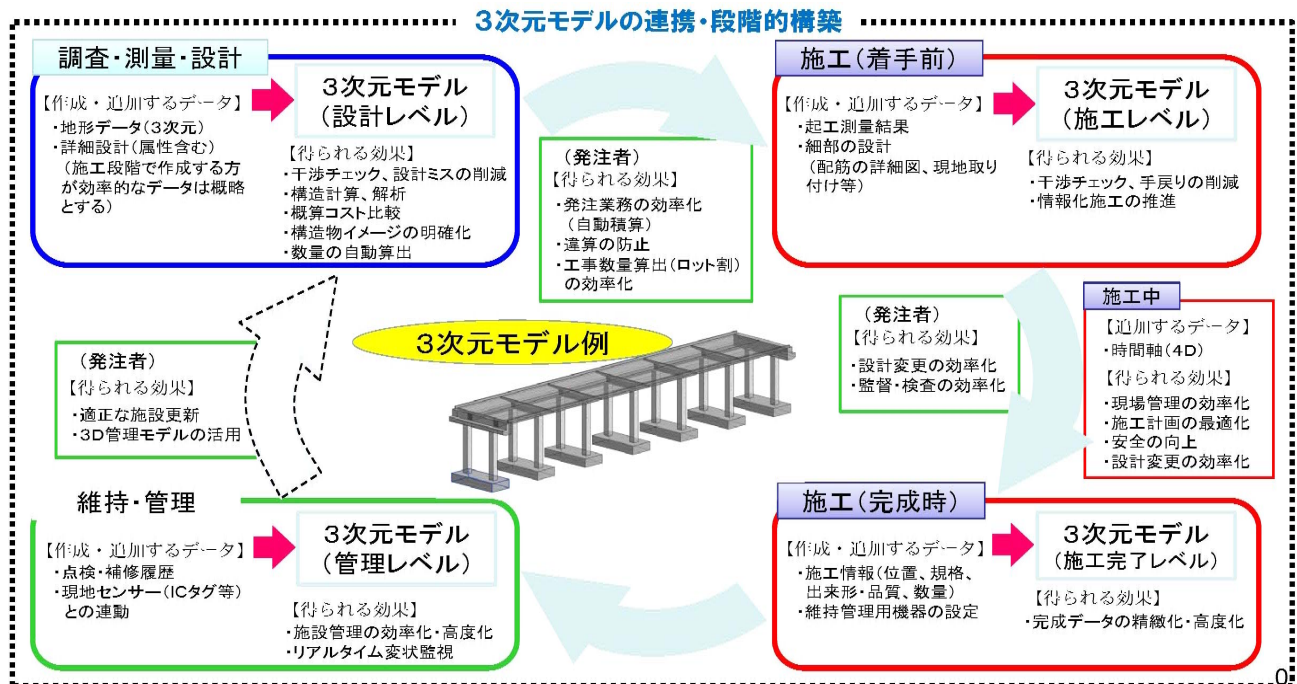


図-1 C I M の概念図

## 2. CIM導入の背景

筑後川橋梁及び早津江川橋梁が計画される筑後川下流域は広大な筑後平野に位置し、筑後川には土木学会選奨土木遺産であるデ・レイケ導流堤や、国指定重要文化財である昇開橋があり、早津江川には世界遺産暫定リストに登録されている三重津海軍所跡が存在する。

このため両橋の設計に際しては、これらの周辺風景や歴史遺産に十分配慮する必要があった。

両橋梁で検討することになった中路鋼アーチ橋のアーチリブ（主構）は、中央分離帯に配置する単弦構造と、車道の両外側に配置する複弦構造がある。このアーチリブは橋梁全体の印象に影響を与えるため、その形状について検討を行った。検討の結果、外部景観や内部景観においてすっきりとした印象があり、橋脚幅を小さくすることで歴史遺産への圧迫感を軽減できる単弦式のアーチリブを採用するに至った（図-2、図-3）。



図-2 単弦式（外部景観）



図-3 複弦式（外部景観）

一方、構造面において、単弦式の中路鋼アーチ橋は、桁内でアーチリブが断面変化することに加え、アーチスプリング（桁より下部のアーチリブ）が二股になることから奥行き（Z軸）の曲線形状も加味して構造検討する必要があった（図-4）。



図-4 アーチリブ形状

従来の二次元における図面（図-5）では「①煩雑な板組の製作性」、 「②維持管理の確実性」を把握することが不可能であるため、3DCADにより作成した三次元モデルを主幹として多岐にわたり検討を可能とするCIMを本橋に導入し、課題解決を行った。

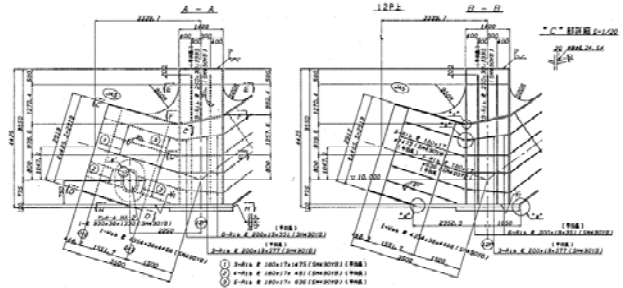


図-5 従来図（二次元）

## 3. CIMを活用した課題の解決

### (1) 煩雑な板組の製作性

主要接合部であるアーチリブと補剛桁の隅角部において、板組構造を明確に把握するため、3DCADにより板組形状の素案を作成した（図-6）。

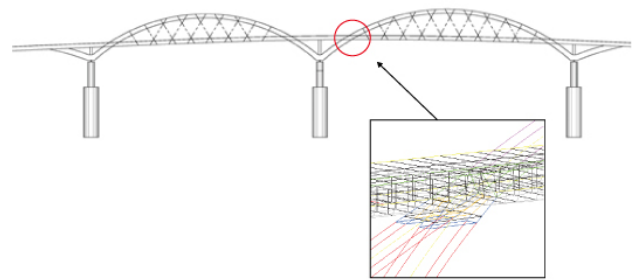


図-6 板組形状の素案

その素案を基に現場での組み立てや溶接手順の実現性が可能か、板組の製作手順を3DCADにてステップ毎に再現し、検証を行った（図-7）。並行して3DCADからモデルを作成し、板組製作性の可否や板組干渉の有無について物理的に確認し検証した（写真-1）。

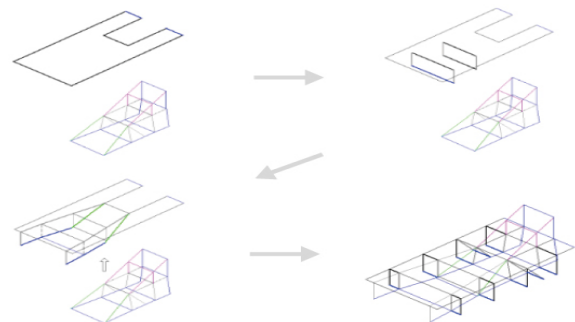


図-7 板組モデルの製作手順検証



写真-1 板組模型

板組の製作手順による検証の結果、図-8 に示すように補剛桁の中ウェブ（青）とアーチリブのウェブ（赤線）及び補剛桁の下フランジ（黄色）が一つの溶接線上に重なることが確認でき、溶接部の品質確保に問題があることが明らかとなった。それに対して図-9 の改善案は、補剛桁中ウェブ（青）とアーチリブのウェブ（赤線）の一部を一枚板にすることで、溶接箇所を少なくし、品質向上や製作性の簡略化を図る構造とした。

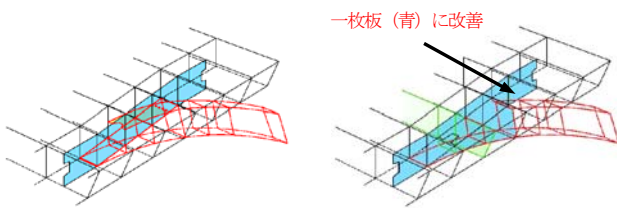


図-8 当初案

図-9 改善案

## (2) 維持管理の確実性

昨今、叫び続けられているインフラの老朽化対策に備え、また本橋が長大橋でもあることから、確実な維持管理が必要である。そのためには物理的に点検経路を確保した維持管理計画とする必要がある。

そこで3DCADから本橋を全体模型化し、検査路の配置計画を行い検証した（写真-2）。さらには板組が煩雑となる主要接合部においては、亚克力板等の透明板を用いて、部分模型を作製し、それに点検員（ミニチュア）を配置することで維持管理スペースを立体的に確認した（写真-3）。

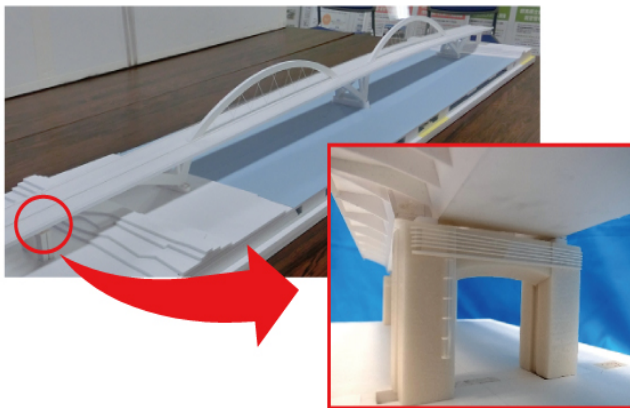


写真-2 模型化

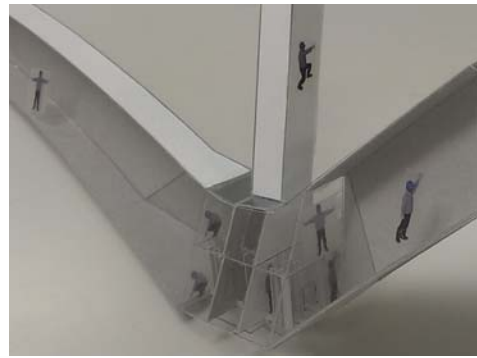


写真-3 点検員配置

標準的な箱桁橋や鈹桁橋など板が並行に組み立てられる場合、従来の二次元における図面で、板の離隔は寸法によって把握することができる。本橋の主要接合部のような煩雑な板組形状の場合、板が傾斜し各部材の位置関係やマンホールの有無などを考慮した点検スペースをリアルに検証するのは不可能である。

そこで3DCADだからこそ作り出すことが出来る模型により、実際に手に持って、立体構造を把握し、維持管理のスペースを明確に検証することが可能となった。

部分模型による検証の結果、煩雑な板組形状の中で補強部材が点検経路の妨げとなっていることが把握でき、その補強部材の配列を千鳥配置にすることで、点検空間を確保する構造とした（写真-4、写真-5）。

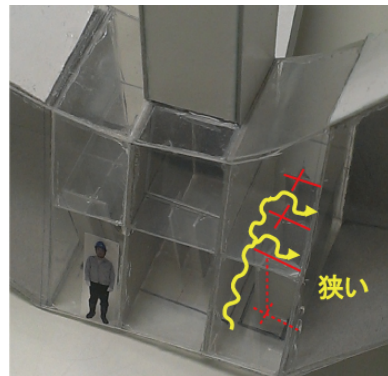


写真-4 当初案

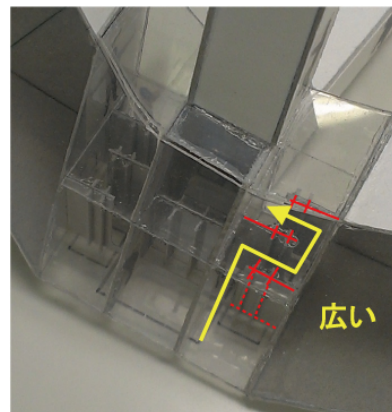


写真-5 改善案

#### 4. 多方面におけるC I Mの活用例

本橋は河川を跨ぐ長大橋であるため、河川内の施工に関しては、河川利用者と円滑に合意形成を図っていく必要があった。このため漁業や船舶航行への支障を避けるため、必要な航路幅は確保した上で、河川内に工作物（ベント）の設置を行う架設方法「クローラクレーン・ベント架設+送り出し架設」への理解が必要であった。

その案の説明にあたっては、二次元（従来）の架設要領図のみの提示では、河川利用者に対して正確な情報を与えることができず、河川内のベント設置に対して、理解が得られない可能性があった。

そこで施工段階のパス図を用いて説明することで、正確な説明を果たすことができ、架設工法の理解を促すことに繋がり、結果として漁協関係者をはじめとする河川利用者に理解を得ることができた。

このように3DCADの主幹データを更新することによって、構造検討で作製した模型やパス図を協議資料で活用するなどC I Mには幅広い効果があるといえる（図-10）。

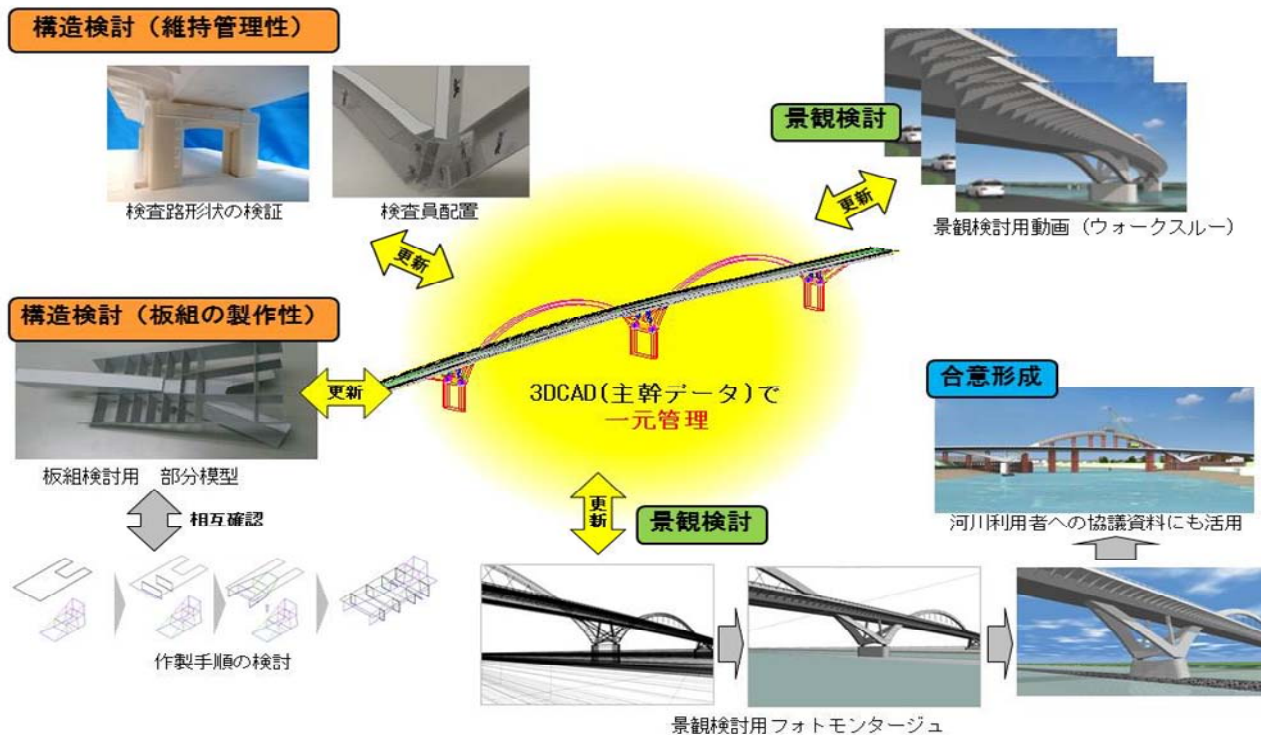


図-10 本橋におけるC I Mの活用イメージ

#### 5. おわりに

当該地区は周辺環境や点在する歴史遺産へ配慮する必要がある中、採用することになった単弦式の中路鋼アーチ橋は特殊な構造形状であったため、隅角部の板組製작성や維持管理性の検討は従来の二次元である図面では不可能であった。

そこで3DCAD用いたC I Mを活用した結果、煩雑な板組構造を分析でき、施工時に手戻りがない設計とし、また今後の維持管理の確実性も立証することが可能となった。

さらに可視化により景観検討はもちろん、構造検討で作製した3DCADを基に施工ステップなど説明資料の作成が可能となり、円滑に協議を整うことができた。

このようにC I Mは様々な場面で効果を発現することが可能であることから、今後の施工段階や維持管理段階において、データの更新及び追加を行い、効果的な活用を図るとともに、視覚化された資料により、円滑な協議遂行や広報ツールなど多岐にわたり活用できるものと期待する。

今回の特殊橋梁におけるC I Mを活用した事例が、今後、同種設計検討の参考や技術向上に向けて有用となれば幸いである。

#### 参考文献

- 1) 有明海沿岸道路 筑後川・早津江川橋梁設計検討委員会：中間報告（2012.1）、推奨橋種の選定（2012.6）