

場所打ち PC 橋における既存設計システムを活用した BIM/CIM モデルの検証

八千代エンジニアリング株式会社 正会員 ○佐藤 純弥
 同上 非会員 横田 敏広
 同上 非会員 上田 浩章
 JIP テクノサイエンス株式会社 正会員 三橋 徹

1. はじめに

国土交通省ではDXによる建設産業の生産性向上を推進するため、2025年度に全ての詳細設計において直轄事業でBIM/CIMの原則適用を目指している。将来的には構造解析ソフトから直接3次元モデルを出力することによる自動化が不可欠であるが、現状は鋼橋の設計ソフトは3次元モデルの出力機能があるものの、場所打ちPC橋の市販設計ソフトは対応していない。そこで、本検討では、自動出力モデルの精度と適用範囲を検証することを目的として、場所打ちPC橋の既存設計ソフト（以下、PCBOXと略す）と、JIPテクノサイエンス社で別途開発中のPC橋モデリングシステム（以下、BeCIMと略す）を併用して、現時点における2次元設計成果と3次元モデルにおける差異を検証した。

2. 検証方針および手順

対象としたPC橋の概要を図1に示す。分割施工に

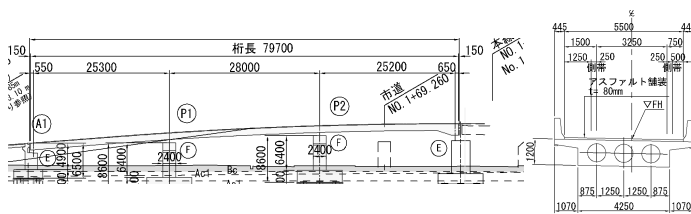


図1 検討対象のPC3径間連続中空床版橋

よるPC3径間連続中空床版橋であり、2次元図面と数量は作成済みである。

本検討におけるモデル化の手順及び検討方法の概要を表1に示す。PC橋の設計は線形計算と構造計算が異なるソフト・プロセスで実施される。BeCIMは2つの計算結果を組み合わせ自動的に3次元モデルの作成を行う。この時、本検討ではモデル作成方法を2つ設定した。CASE1は、既存ソフト・プロセスから作成できる部分を明らかにするため、線形計算結果及び構造計算結果から3次元モデルを作成することとし、作図段階において情報は付加しない。一方で、CASE2は、作図上段階的に必要となる情報を付加したうえで自動的に3次元モデルを作成できる部分を明らかにするため、桁端部の外形寸法情報、PC鋼材の平面配置及び鉄筋情報（軸方向鉄筋及び横方向鉄筋）を付加する。なお、各々の検証方法として、3次元モデルから出力した情報（断面や数量）と2次元成果物の整合性を確認するため、図面の重ね合わせ及び数量計算書に基づく算出項目を比較した。3次元モデルにおける数量算出は、BeCIMの属性情報から各々のモデルを抽出し集計した。重量は、別途単位体積重量を設定し算出した。

表1 モデル化手順、検討ケースごとの条件・検証方法

モデル化の手順		検証方法
<p>既存の設計プロセスより生じる情報</p> <p>線形計算 ・構造中心線 ・上床版外縁 ・主桁外縁</p> <p>構造計算 ・外形寸法情報 （断面形状、桁高変化） ・PC鋼材側面情報（高さ）</p>	<p>PC橋モデリングシステム (BeCIM)</p> <p>線形情報と、外形やPC鋼材、鉄筋の寸法をパラメータとして入力することにより、自動で3次元化を行えるように開発されたシステム</p> <p>CASE1 (付加情報なし)</p> <p>CASE2 (付加情報あり)</p> <p>追加外形寸法情報 ・伸縮装置 ・切り欠き ・床版下ろし</p> <p>鋼材情報 PC鋼材平面情報 【軸方向鉄筋】 鉄筋径 配置位置(ピッチ) 継手位置 【横方向鉄筋】 鉄筋径 配置位置(ピッチ) 加工形状</p>	<p>3次元モデル</p> <p>【外形】 3次元モデルから2次元データを起こして、作成済みの図面との一致を確認 【PC鋼材】 属性情報は算出済みの数量との一致を確認 【鉄筋】 属性情報は算出済みの数量との一致を確認</p>

キーワード 3次元モデル, 配筋図, 自動作成, 中空床版橋

連絡先 〒111-8648 東京都台東区浅草橋5-20-8 CSタワー TEL03-5822-2676

3. 検証結果

(1) 外形のモデル化

2次元構造一般図と3次元モデルを重ね合わせた結果を図2及び図3に示す。CASE1及びCASE2は概ね2次元図面と整合する。ただし、CASE1の桁端部においては伸縮切り欠きおよび打下し部の形状およびレアーはどちらも適用範囲外である。

(2) PC鋼材のモデル化

PC鋼材配置図において、3次元モデルを重ね合わせ図を図4に示す。CASE1及びCASE2の縦断形状は2次元図面と整合する。ただし、CASE1のPC鋼材平面形状はPCBOX内で平面形状の入力項目が無いため、適用範囲外である。一方で、CASE2は平面形状も正確に再現できる。

(3) 鉄筋のモデル化

2次元配筋図と3次元モデルを重ね合わせ図を図5に示す。主筋、横方向鉄筋、PC鋼材の位置が整合する結果となった。ただし、CASE1及びCASE2において特殊形状（定着具、組立筋、定着具補強筋など）は別途CADによる作成が必要であるため、本検証においては適用範囲外である。

(4) 数量比較

コンクリート重量、型枠、ボイド長、PC鋼材量、鉄筋量に関する数量計算上の集計結果と3次元モデルにおける数量の集計結果を比較した結果を表2に示す。いずれの属性情報についても、3次元モデルの集計結果はモデル化が可能な範囲内において、数量計算書の結果と整合する結果となった。CASE1についても、概略数量は精度よく計上可能である。

4. おわりに

CASE1では、コンクリート数量・PC鋼材は算定できるため、詳細度300程度までは適用可能である。一方CASE2は、モデル化対象の鉄筋数量まで精度よく算出できるが、全体の鉄筋に対し14%程度モデル化していない範囲に課題が残る。PC中空床版橋は、CASE2のとおり全自動ではなく半自動で精度の高いモデルの作成が可能であることを確認した。今後も、様々な橋種の検証を進めることで、自動化やBIM/CIM推進につながると考えられる。また、複雑な外形の場合は、主要点座標値などからモデル化の精度を確立する必要がある。今後のソフトの改良及び設計者が協力して効率化に取り組むことが期待される。

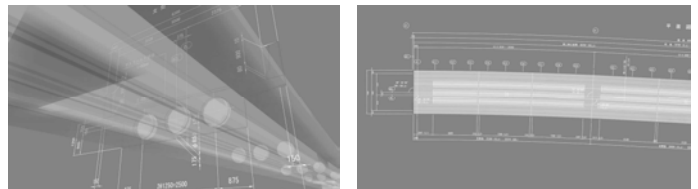


図2 外形情報の整合 CASE2(平面, 断面)



図3 端部の形状の違い

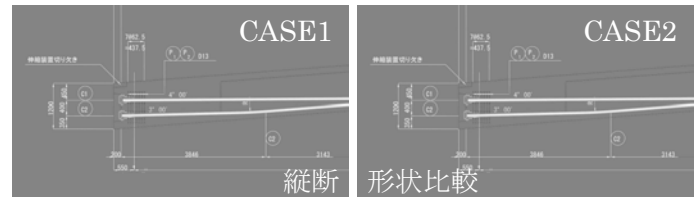


図4 PC鋼材情報の整合

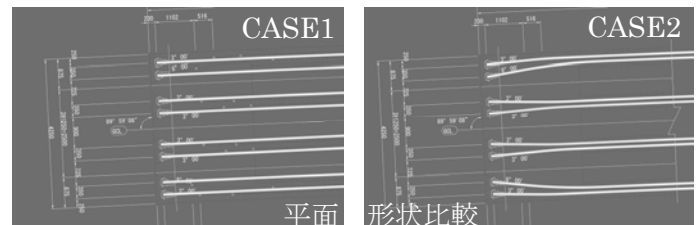


図5 配筋情報の整合

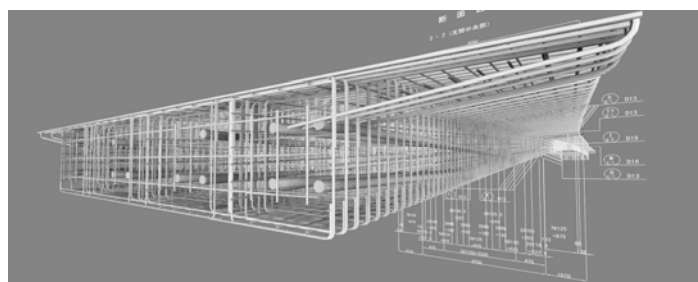


図6 配筋情報の整合

表2 数量比較

数量比較	2D図面	3Dモデル		誤差率 (CASE2)	
		CASE1	CASE2		
コンクリート重量	m ³	371	370	0%	
型枠	m ²	724	---	721	0%
ボイド総延長	mm	195860	---	196166	0%
PC鋼材質量	kg	14726	14726	14729	0%
鉄筋質量 (モデル化範囲)	kg	38518	---	38273	1%
鉄筋質量 (全数量)	kg	44368	---	38273	14%

記号	径	鉄筋表より			3Dモデルより			差異	
		長さ (mm)	本数	質量 (kg)	長さ (mm)	本数	質量 (kg)	質量 (kg)	誤差率
S1-1	D16	10000	36	562	10005	36	562	0	0%
S1-2	D16	3000	36	168	3000	36	168	0	0%
S1-3	D13	12000	36	430	12002	36	430	0	0%
S1-4	D13	8040	18	144	8039	18	144	0	0%
S1-5	D13	7040	18	126	7038	18	126	0	0%
S1-6								---	
S2-1	D16	10000	36	562	10005	36	562	0	0%
S2-2	D16	3000	36	168	3000	36	168	0	0%

参考文献

- 1) BIM/CIM 導入ガイドライン, 国土交通省
- 2) PC 上部工を対象とした設計・施工支援システム, 土木情報利用技術講演集 Vol. 30 2005, 木暮健, 前田宗宏, 大塚一雄