

橋梁設計におけるCIMモデルの活用目的とモデルの詳細度に関する一考察

中央復建コンサルタンツ(株) ○石井 麻織
中央復建コンサルタンツ(株) 手皮 章夫
中央復建コンサルタンツ(株) 工藤 新一

論文要旨

CIM導入に向け、平成24年から多くのCIMの試行業務や工事が実施され、景観検討や構造比較検討などCIM導入の効果が明らかとなってきた。その一方で、課題も多くあることが分かってきた。

平成29年3月には、国土交通省 CIM導入推進委員会から「CIM導入ガイドライン」が公開され、CIMの導入が本格化しつつある。しかし、まだ多くの課題が解決されていない。なかでも、CIMモデル作成にかかる手間の軽減が大きな課題となっている。

本稿では、CIMモデル作成の手間とモデル詳細度および活用目的が大きく関連していることに着目し、一般的な橋梁設計をサンプル事例として、CIMの活用目的とモデルの詳細度の関係性の一例を示し、橋梁設計においては一定以上のモデル詳細度であればCIMの効果を得られることについて確認した。

キーワード：CIM, 詳細度, 橋梁設計

まえがき

CIMの導入が本格化される中、モデル作成にかかる手間の軽減が一つの課題となっている。設計業務において、効率的にCIMを活用するためには、短時間かつ低コストでモデルを作成できるのが鍵となる。

このような課題認識のもと、これまで約200を超える三次元設計・CIM案件の取り組みを通じて、活用目的に応じたモデルの作り込み度(以下「詳細度」と称す)を見極めるべく、試行錯誤を繰り返してきた。

なかでも取り組み実績の多い「橋梁設計におけるCIM活用」を対象に、最適なモデルの詳細度を見極める指標として、モデルの詳細度と目的の達成度における数値化を試み、橋梁設計における効果的なモデルの詳細度について考察する。

1. 橋梁設計におけるCIMの活用

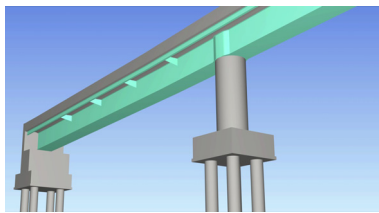
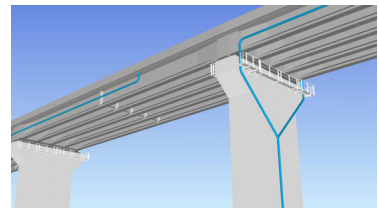
橋梁設計において期待される効果は、概略検討及び詳細設計の効率化、検討内容の綿密化、設計品質の向上などが挙げられる。¹⁾

また、その効果は、設計プロセスにおいて様々な目的でモデルを活用することで大きくなる。

ここでは、活用目的と効果との関係性を分析するために、CIMを適用した橋梁設計を2ケース(表-1)想定し、設計プロセスにおけるCIMの活用目的とモデル作成に

要する時間(手間)と効果を整理する。

表-1 想定した橋梁設計2ケースの概要

【ケースX】
<ul style="list-style-type: none">・上部工：鋼4径間連続非合成箱桁・下部工：逆T式橋台、柱式橋脚・基礎工：場所打ち杭φ1,500、φ1,200・橋長：約200m 
【ケースY】
<ul style="list-style-type: none">・上部工：PC4径間連続ポストテンションコンボ桁・下部工：逆T式橋台、張出式橋脚・基礎工：直接基礎、深礎杭φ2,500・橋長：約200m 

(1) 活用目的の整理

これまでの多くの実績から、橋梁設計における代表的なC I Mの活用目的を以下に抽出・整理した。

- ①視認性の照査
- ②景観検討
- ③建築限界の照査
- ④配筋(PC鋼材)の干渉照査
- ⑤数量算出
- ⑥地下埋設物と構造物との干渉照査

(2) モデル作成に要した時間

今回、ケースX、Yの詳細度が異なるC I Mモデルを作成し、モデル作成に要した時間を表-2に整理した。なお、要した時間は、三次元C A D操作の技術レベルの高い技術者によるものである。

ケースXは、外形形状のみの簡易なモデルとし、ケースYは、高欄や支承、検査路等の付帯構造物を含む、実物に近い精緻なモデルとした。各モデルの拡大図を図-1、図-2に示す。

表-2 モデリングに要した時間(単位:時間)

モデルの種類		ケースX	ケースY
位置図モデル		1	5
橋梁全体モデル	橋梁本体モデル	10	25
	配筋モデル	12	15
	道路モデル	10	35
	地下埋設物モデル	2	7
	地層モデル	2	7
合計		45	107

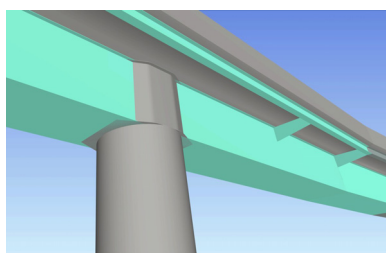


図-1 ケースXモデル(拡大)

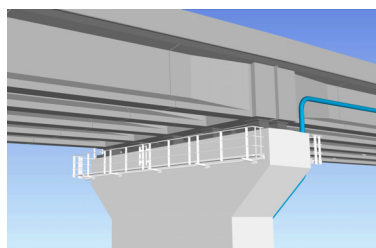


図-2 ケースYモデル(拡大)

(3) C I M導入の効果

C I M導入の効果は、モデル作成に要する手間などの効率面と、精度向上などの品質面がある。

そのため、ケースX、Yそれぞれの効率面、品質面を評価した。また、総合評価として、効率と品質の効果を総合的に判断した。それら結果を表-3、表-4に整理した。

なお、効率については、従来(二次元設計)で要した時間と比較し定量的に、品質については定性的に評価した。

表-3 C I M導入の効果(ケースX)

活用目的	効率*	品質	総合評価
①視認性の照査	↑30%UP	・安全性評価の高度化	○
②景観検討	↑25%UP	・判断の迅速化	○
③建築限界の照査	↑5%UP	・精度向上	○
④配筋(PC鋼材)の干渉照査	↓40%down	・ミス防止	×
⑤数量算出	↓20%down	・精度向上	×
⑥地下埋設物と構造物との干渉照査	↑10%UP	・照査の高度化	○

表-4 C I M導入の効果(ケースY)

活用目的	効率*	品質	総合評価
①視認性の照査	↑50%UP	・安全性評価の高度化	◎
②景観検討	↑30%UP	・判断の迅速化	○
③建築限界の照査	↑15%UP	・精度向上	◎
④配筋(PC鋼材)の干渉照査	↓40%down	・ミス防止	×
⑤数量算出	↓10%down	・精度向上	○
⑥地下埋設物と構造物との干渉照査	↑10%UP	・照査の高度化	○

※C I Mモデルのみで確認が不十分な箇所については、従来手法で補足した手間を含む。

ケースXでは、モデルの詳細度が不十分で確認ができない項目が多く、従来手法による補足を多く要した。一方ケースYのモデルでは、C I Mモデルのみで確認ができる項目が多く、ケースXよりも効率が向上し、総合的に高い効果を得られた。

この結果により、目的に応じて必要となる詳細度が異なることが明らかとなった。

2. モデルの詳細度と活用目的の達成度の関係性

本章では、モデルの詳細度と活用目的との関係性を定量的に測るため、詳細度と効果(目的達成度)を数値化した。

(1) モデルの詳細度

モデルの詳細度を、モデルの作成時間から以下4段階に設定した。

サンプルとして、下部工モデル例を表-5、配筋モデル例を表-6に示す。

寸法については、いずれの詳細度モデルもデフォルメせず、すべて正確な値であることと定義する。

- A : スケルトンモデル
B : ベースモデル
C : 付帯構造物モデル
D : 詳細モデル

表-5 詳細度例(下部工モデル)

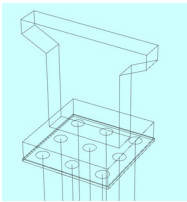
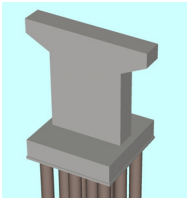
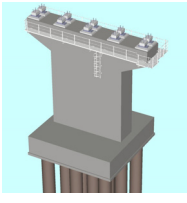
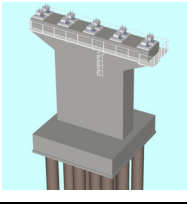
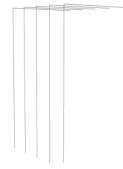
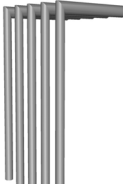
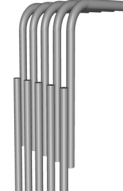
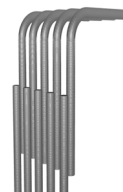
詳細度	下部工モデル	
	サンプルモデル	作成するモデル
A		<ul style="list-style-type: none"> 下部工の外形を線でかたどったモデル (作成時間目安) 約0.3時間/1脚
B		<ul style="list-style-type: none"> 本体構造物の形状が分かるソリッドモデル (作成時間目安) 約0.5時間/1脚
C		<ul style="list-style-type: none"> 詳細度Bのモデルに付帯構造物を追加したモデル (作成時間目安) 約1.5時間/1脚
D		<ul style="list-style-type: none"> 詳細度Cにボルトなど全ての部材を追加したモデル (作成時間目安) 約2.0時間/1脚

表-6 詳細度例(配筋モデル)

詳細度	配筋モデル	
	サンプルモデル	作成するモデル
A		<ul style="list-style-type: none"> 鉄筋の中心線のみモデル 曲げ、継手は考慮しない (作成時間目安) 約10.0時間/1脚
B		<ul style="list-style-type: none"> 鉄筋の中心線をバスとし、鉄筋径でスワイプしたモデル 曲げ、継手は考慮しない (作成時間目安) 約12.0時間/1脚
C		<ul style="list-style-type: none"> 鉄筋の中心線をバスとし、鉄筋径でスワイプしたモデル 曲げ、継手を考慮する (作成時間目安) 約15.0時間/1脚
D		<ul style="list-style-type: none"> 鉄筋の節等、実際の形状を全て表現したモデル 曲げ、継手を考慮する (作成時間目安) 約17.0時間/1脚

(2) 活用目的に対する達成度の設定

活用目的に対する達成度を0~3の4段階に設定した。

②景観検討を例に評価基準を以下に示した。

- 3 : 達成した
現実に近いイメージで確認できる
- 2 : 概ね達成した
ある程度のイメージが確認できる
- 1 : 一部達成した
周辺構造物との3次元的な位置関係が確認できる
- 0 : 達成していない
確認できない

3. モデルの詳細度と活用目的の達成度の関係性

ここでは、数値化した詳細度と達成度の関係性を折れ線グラフで視覚化した。(表-7)

なお、達成度は、実際に橋梁設計におけるCIMの担当者や自身の経験から評価した。

表-7 詳細度と達成度の関係

①視認性の照査	②景観検討
<p>— ケースX, Y共通 (凡例) — ケースXのみ — ケースYのみ</p>	

4. 考察

詳細度Aでは、ほとんどの活用目的を達成できない結果となった。詳細度Bでは、全ての活用目的で達成度3未満であった。

詳細度C・Dにおいては、6つの活用目的のうち5つ以上で達成度3となり、ほとんどの活用目的を達成できる結果となった。

しかし、詳細度Dは、全ての項目で活用項目が達成されているが、詳細度Cの段階で、すでに目的を達成しているため、必要以上の詳細度であると言える。

このことから、一般的な橋梁設計においては、詳細度C

程度が最適な詳細度であるといえる。

また、詳細度が低すぎると目的を達成できず、詳細度が高すぎると必要コストが高くなり、いずれも費用対効果が低くなる。活用目的に応じた最適な詳細度であれば、CIMの活用効果が最大となる。その関係性を図-3に示す。

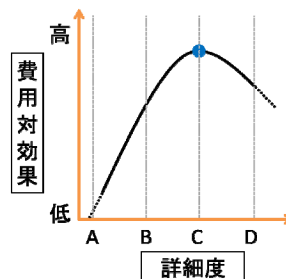


図-3 効果と詳細度の関係

あとがき

CIMの導入目的は、三次元モデルを作成することではなく、建設生産システムの効率化・高度化を図ることにある。

本稿では、橋梁設計を例とし、効率化の観点からモデルの詳細度と活用目的の関係性について示したが、CIM導入に関する課題は、モデル作成の手間だけではない。

技術者育成、ハード・ソフトの環境整備など解決すべき課題もある。

今後もCIM普及に向けた課題解決に取り組み、建設業界の発展に貢献していきたい。

謝辞

本考察を行うにあたり、ご指導を頂いた関係者各位に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) CIM導入ガイドライン(案)第5編 橋梁編, 国土交通省CIM導入推進委員会, H. 29. 3. P. 15