

3次元 CIM の作業時間と効果検証例

パシフィックコンサルタンツ(株)	正会員	○副島	飛宙
パシフィックコンサルタンツ(株)	正会員	大宅	克幸
首都高速道路(株)	正会員	神田	信也
首都高速道路(株)	非会員	天野	寛大

1. はじめに

生産性向上などを目的とし、設計、施工、維持管理における生産プロセスにおいて、BIM/CIM を活用する試みが様々な場面で取り込まれている。例えば、橋梁設計においても、鉄筋や部材等の干渉チェック、3次元施工シミュレーションによる施工状況の把握、打合せや関係機関の円滑化などを目的とし、3次元 BIM/CIM モデルを活用している。一方、モデル作成には一定の時間と費用を要し、3次元 BIM/CIM モデル作成にかかる時間や、活用による費用対効果が不明確といった課題がある。本稿では、竣工した鋼道路橋をもとに、国土交通省 CIM ガイドラインにおける詳細度 300~500 の3次元モデルを作成し、モデル作成時間の集計、実際の活用シーンを想定した活用の効果を検証した。

2. 作成モデル概要とモデル作成時間

(1) 対象橋梁

首都高速10号晴海線の東雲JCT部A連結路を対象とし、図-1及び表-1に示すケースをモデル化した。対象橋梁は起点側が鋼4径間連続RC床版桁橋(3主桁)、終点側が鋼5径間連続鋼床版桁橋(1主桁)であり、詳細度に応じてこれらを部分的にモデル化している。

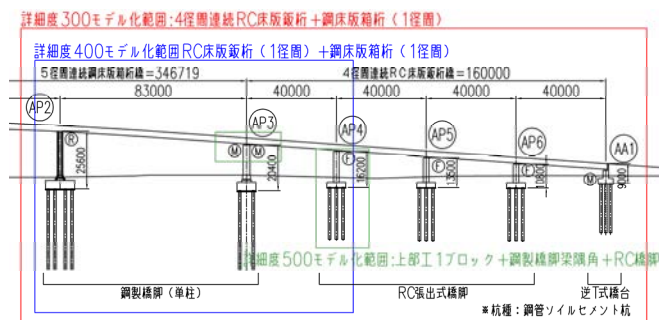


図-1 対象橋梁側面図とモデル化範囲

(2) 作成モデル

作成した3次元モデルを表-1に示す。上部工及び附属物のモデル化は、CIM-girder(オフィスケイワン)及び

AutoCAD(AutoDesk)、下部工はAutoCADを用いてモデル化した。なお、詳細度400,500の下部工は数量算出も見据え、Revit(AutoDesk)でモデル化し、詳細度500は属性情報も付与した。

表-1 詳細度別作成モデル一覧表

詳細度	300	400	500
作成モデル範囲	RC床版桁橋160m 鋼床版桁橋83m(1径間) 橋台、RC橋脚3基、鋼製橋脚2基 支承・伸縮・その他附属物	RC床版桁橋40m(1径間) 鋼床版桁橋83m(1径間) RC橋脚1基、鋼製橋脚1基 支承・伸縮・その他附属物	RC床版桁橋1ブロック 鋼床版桁橋1ブロック RC橋脚1基、鋼製橋脚隅角部のみ 支承・伸縮・その他附属物
概要	外形を正確にモデル化。 箱桁内部や鋼製橋脚内部、補剛材 やその他二次部材、鉄筋等はモデル 化していない。	詳細度300に加え、内部構造や配筋 までモデル化 添接部やボルトはマークで表現	詳細度400に加え、ボルトや部材の 孔引きまでモデル化
上部工			
下部工 基礎工			
附属物			詳細度400と同様

3. モデル作成時間

各モデルの作成時間を図-2、表-2に示す。詳細度500は表-1より、一部分しか作成していないため、橋長あたりに換算し、作業時間を推定した。また、上部工の作業時間は1mあたりに換算した。

上部工は鋼床版桁橋の部材数が多く、モデル作成に時間がかかる傾向がみられたが、詳細度400ではRC床版桁橋の作業量が多い結果となった。これは、RC床版の配筋のモデル作成に多くの時間を費やしたためである。特に、道路線形に合わせて各鉄筋を配置していく必要があったことが起因している。

橋脚はRC橋脚に対し鋼製橋脚の作業量が多くなる結果となった。鋼製橋脚は柱内にダイヤフラムや補剛材が多数存在し、板厚の違いや添接部なども表現することから、RC橋脚より作業時間が多い結果となった。

本橋の各附属物の作業時間を参考として表-2に示す。

キーワード BIM/CIM, 3次元モデル, 詳細度, 数量算出, 鋼道路橋

連絡先 〒101-8462 東京都千代田区神田錦町三丁目22番 パシフィックコンサルタンツ(株) TEL03-6777-4710

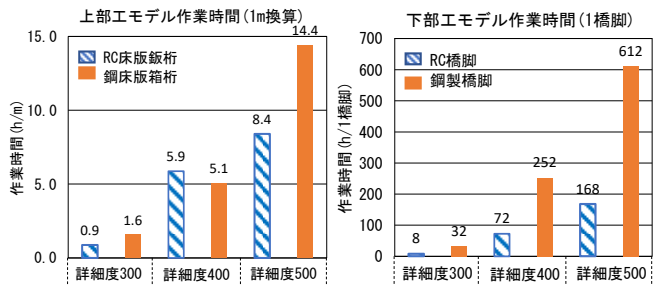


図-2 上部工・下部工モデル作成時間

表-2 詳細度 400 附属物モデル作成時間

附属物	諸元 (詳細度400)	作業時間 (h)
落橋防止構造	PCケーブルタイプ 2箇所 (ケーブル10本)	8
柵	投棄物防止柵 25m ※アンカー部含む	10
門型標識	鋼製門型標識 1基 ※アンカー部含む	7
支承	ゴム支承 5種類 17基	12
検査路	橋長160mに1条配置	40
排水設備	橋長160m+支間長82.3mに排水管及び排水樹配置 ※吊り金具含む	28
伸縮装置	鋼製フィンガージョイント 2基	32
	合計	137

4. モデル活用効果の検証

(1) RC 橋脚における鉄筋干渉チェック

詳細度 400 の AP4 橋脚 (RC) に着目し、鉄筋の干渉チェックを実施し、実際の費用対効果を検証した。干渉チェックには、Navisworks (AutoDesk) の自動干渉チェック機能を用いた。作業時間を表-3 に示す。

2次元図面で行う干渉チェックに対し、3次元モデルを活用すると、モデル作成時間まで含めた場合は1橋脚あたり67時間多くかかるが、モデル化を前提としたチェック時間では3次元モデル活用の方が1/4程度となった。また、2次元図面では配筋を立体的に捉えられず、干渉を見落とすリスクがある反面、3次元モデルでは確実に干渉箇所を発見できるという利点がある。したがって、干渉による手戻りなど、プロジェクトで度々起こりうるリスクを回避するために、フロントローディングにより初期段階から3次元モデルを用いて干渉チェックすることは有効である。更に、他の用途も含めた3次元モデル活用を前提とすることができれば、費用対効果をより大きくすることにつながる。

表-3 1橋脚あたりの配筋干渉チェック時間

	従来手法	3次元モデル活用
概要	2次元図面をCAD上で重ね合わせ、干渉箇所を確認	モデル作成及び、Navisworksによる干渉チェックを実施
チェック時間	8時間	2時間 (別途、モデル作成73時間)

(2) 3次元モデルを用いた鋼部材の数量算出

近年、3次元モデルからの数量算出による生産性向上が課題となっている。本稿では鋼上部工の数量を3次元モデルから算出し、その費用対効果を検証した。なお、通常的设计業務では、鋼部材は数量算出ソフトにより数量をある程度自動で算出している。

鋼上部工は、1主桁1ブロックを抜粋し、塗装面積、溶接延長の数量を算出するため、表-1「詳細度 500」のモデルに対し新たに塗装区分を面要素、溶接をソリッド要素でモデル化した。このモデルから数量を算出した結果、数量計算の作業時間は表-4 に示す結果となった。「設計業務等標準積算基準書(令和3年度版)」(国交省)にある(鋼)連続版桁橋の数量計算人工と比較したところ、詳細度 500 モデル化時間を含まずとも、3次元モデルからの数量算出の時間が多い結果となった。モデル作成時間を考慮すると更なる作業量の多さは明らかである。また、鋼材のネット率はモデルからは算出できない。ソフトからある程度自動で数量を算出できることから、鋼構造における3次元モデルからの数量算出は現時点では現実的ではない結果となった。

表-4 数量算出時間

項目	作業時間 (h)		備考	3次元モデル 作業人工	標準積算基準 設計人工
	1ブロック	1橋(160m)			
塗装面積	6.5	292.5	塗装区分ごとにサーフェスモデルを作成し、CADから数量を抽出	40	36.5
鋼重	1	5	CADから体積を算出し、鋼重を算出 体積はCADから自動抽出		
溶接延長	0.5	22.5	溶接延長をCADから数量を抽出		
合計	8	320			

※塗装面積、溶接以外のモデル作成時間は含まない

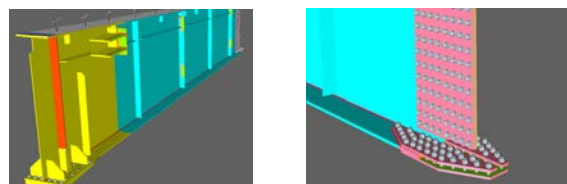


図-3 数量算出モデル

5. まとめ

詳細度別のモデル作成時間を整理できた。モデル活用効果の検証において、干渉チェックはモデル化時間を要するが、施工時の手戻り防止の観点から3次元モデル活用は有用であることが分かった。一方、数量算出は従来手法に対し多大な労力を要する結果となった。

現状、モデル作成に大きな労力を要するため、一つのモデルに対しマルチユースとすることで3次元モデルはより有用なものとなる。さらにモデル作成もソフトが日々発展し、作成時間は省力化されている。今後はソフトの発展に応じた作業時間の更新と、マルチユースによる業務全体の効率化について検討する必要がある。本稿がCIM利活用の一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) BIM/CIM 活用ガイドライン (案), 令和3年3月, 国土交通省
- 2) 首都高速道路におけるCIM導入ガイドライン, 2021年7月, 首都高速道路株式会社