

鉄道施設の 3D モデル作成における詳細度の検討

西日本旅客鉄道（株）

ジェイアール西日本コンサルタンツ（株）

アジア航測（株）

正会員 ○村田 眞司

正会員 清水 智弘

非会員 佐々木 龍

1. はじめに

近年、建築ならびに土木分野では、設計・施工ならびにその後の維持管理段階も含めた効率化を目的とし、3次元モデルの作成と活用が進められている(図-1)。3次元モデルの作成の際には、構造物のどの部材を、どの精度で作成するかの詳細度(LOD)の設定が重要であるが、例えば「CIMモデル作成仕様(検討案)¹⁾」では、設計段階、施工段階については各部材の詳細度の検討も進められている。これらの詳細度の設定については、工事プロジェクト等の計画・設計・施工・維持管理に応じた検討が必要であるが、維持管理段階で3次元モデルを作成し利用する場合に求められる各部材の詳細度については明確に示されていない。

本検討では、鉄道施設の既設構造物を対象として、維持管理の観点から3次元モデル作成における詳細度の検討を行ったので以下に報告する。なお、本検討では「詳細度」を3次元モデルの「形状の作り込みレベル (LOd : Levels Of detail)」として論じる。

2. 目的による詳細度の違い

利用目的に応じて必要となる 3 次元モデルの詳細度は異なる。例えば、電化柱では施工計画時での資材の搬入経路の確認や重機の可動範囲の把握などの場合であれば、図-2 のように部材間の隙間部分を考慮せずに単純な矩形を組み合わせた概形のモデルで良い。一方、架線に関連する工事の検討など、個別の部材の位置関係を把握する必要がある場合では、図-3 のように細部を表現したものが必要となる。

3. 構造物による詳細度の違い

利用目的が同じ場合でも、対象物の種類により適切な詳細度が異なる。これは劣化状態を把握するための日常的な検査や調査の着眼点や実施方法の違いによるものであり、特にコンクリート橋梁と鋼橋とでは、適切な詳細度が異なると考えられる。

1) コンクリート橋梁

コンクリート橋梁では、著者らは現地で検査作業時に撮影した写真を 3 次元モデルに位置を対応付けて管理することで、3次元モデルを過大な詳細度にせず作成・利用する手法を検討している²⁾。この手法では、3次元モデル

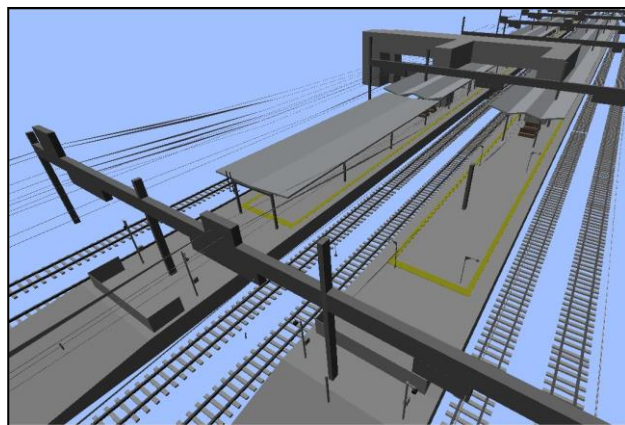


図-1 3次元モデル概観

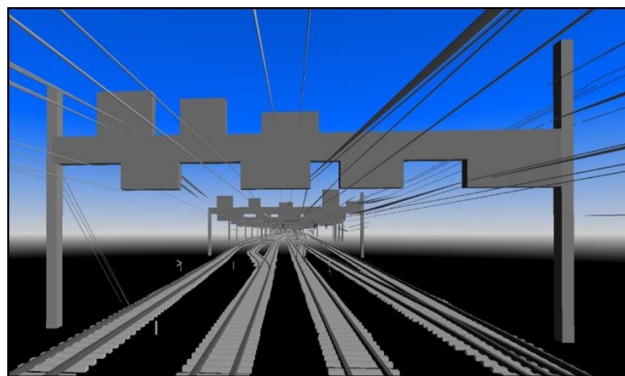


図-2 電化柱 3次元モデル(概形)

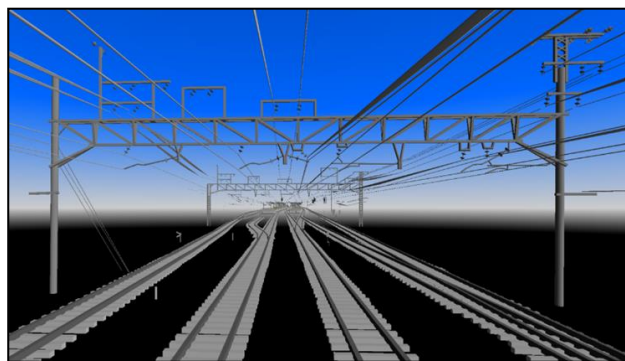


図-3 電化柱 3次元モデル(詳細)

キーワード 3次元モデル、詳細度、維持管理、鉄道施設

連絡先 〒530-8341 大阪府大阪市北区芝田二丁目 4-24 西日本旅客鉄道(株) 鉄道本部 施設部 TEL06-6375-2296

の主要部材の長さは 100mm 単位で作成する精度で十分であった。また付帯物については、変状の写真を登録することで細部のモデル化を行う必要はない。「CIM モデル作成仕様（検討案）」の詳細度(作り込みレベル)を基準とすると、橋梁本体はレベル 2 で整備し、排水設備等の付帯設備は省略することで対応できる。 図-4 に図面から作成したコンクリート橋梁の全体および支承部の 3 次元モデルの例を示す。

2) 鋼橋

鋼橋について、当初はコンクリート橋梁と同程度の詳細度で作成したが、箱桁内部で検査作業を試行した結果、より詳細な 3 次元モデルが必要であることが分かり、レベル 3 程度で作成した。詳細度を引き上げた理由として、現地の検査結果を 3 次元モデル上に記録することを考慮すると、変状の位置を把握するために補剛材などの細かい部材のモデルが必要になるためである。また支承部は変状位置を個別のボルトで把握できることが望ましく、こちらもレベル 3 とした。 図-5 に図面から作成した鋼橋の箱桁内部および支承部の 3 次元モデルの例を示す。

5. 今後の課題と展開

「CIM モデル作成仕様（検討案）」に示された設計・施工段階の詳細度に、3 次元モデルを作成し検討を行った結果からコンクリート橋および鋼橋の維持管理段階の詳細度を加え、表-1 に整理した。

本検討により、維持管理においては目的や対象構造物の種類により 3 次元モデルにおける適切な詳細度は異なることが確認された。今後は構造物の種類を増やしながら、検討を進める必要がある。また、既設の構造物については設計図書がない場合や、設計図書があっても改修などにより現在の形状が設計図書と大きく異なっている場合がある。このような場合、3 次元モデル作成には、対象構造物の計測が必要となるが、その方法については必要となる詳細度によって決定されることが考えられる。すなわち、3 次元モデルを活用した施設維持管理の効率化を実現する上では、詳細度を標準化し、その考え方を体系的にまとめることが必要となると考えられる。

参考文献

1) 国土交通省 国土技術政策研究所：CIM モデル作成仕様【検討案】 橋梁編
http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bimcim/yoryokijun/specification_bridge_cim_H28.pdf, 2016

2) 村田眞司・清水智弘・高橋康将・中澤明寛：構造物検査における三次元モデル作成手法の検討，鉄道工学シンポジウム論文集 第 23 号, 87-93, 2019

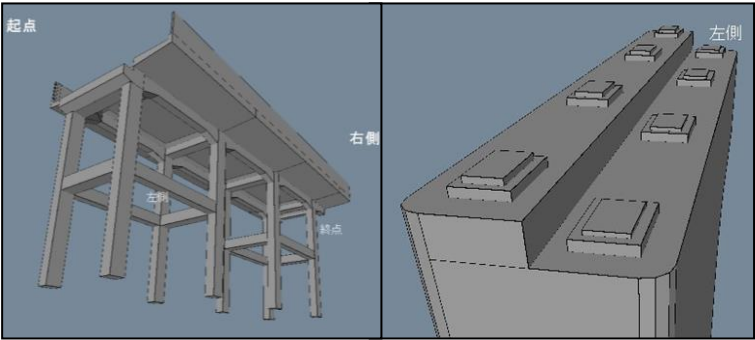


図-4 コンクリート橋梁 3 次元モデル
(ラーメン橋全体・支承部)

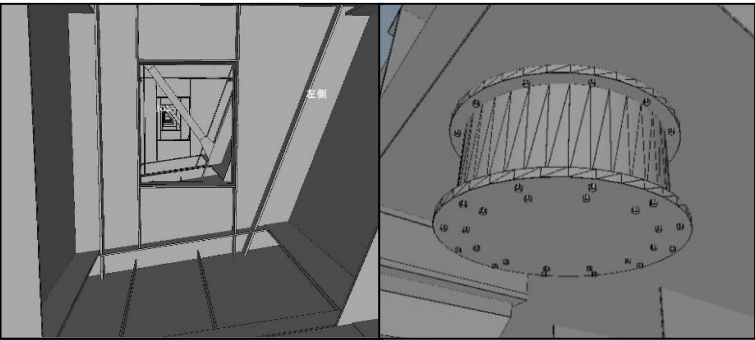


図-5 鋼橋 3 次元モデル
(箱桁内部・支承部)

表 1 橋梁検査における 部材ごとの詳細度（案）

段階・対象物	上部工（主桁）	上部工（横桁）	床板	鉄筋・S鋼材	地覆・壁高欄	下部工（RC橋台）	下部工（RC橋脚）	（支承本体・査座等）	落橋防止工	（排水管 排水柵）	排水施設	高欄・防音壁	（標識・証明等）	付帯物	地下埋設物
設計段階（点検結果）	2	3	2	-	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	-
施工段階（点検結果）	2	3	2	-	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	-
維持管理段階（コンクリ橋）	2	2	2	-	2	2	2	2	-	-	-	2	-	-	-
維持管理段階（鋼橋）	3	3	2	-	2	2	2	3	-	-	-	2	-	-	-

レベル 2：主要部材の外形形状が正確
レベル 3：レベル 2 に加え主要部材以外の一部部材の概形形状が正確
CIM モデル作成仕様【検討案】橋梁編 図 4.1 を基に加筆修正