

(16) 維持管理のための橋梁3次元プロダクトモデル の最適詳細度に関する基礎的検討

板倉 崇理¹・矢吹 信喜²・福田 知弘³・道川 隆士⁴

¹学生会員 大阪大学大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻 博士前期課程

²フェロー会員 大阪大学教授 大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻
(〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1)

E-mail: yabuki@see.eng.osaka-u.ac.jp

³正会員 大阪大学准教授 大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻

⁴非会員 大阪大学特任助教 環境イノベーションデザインセンター

既設橋梁の維持管理の重要性が高まっており、維持管理の効率化のために3次元プロダクトモデルを利用する方法が考えられる。しかし、従来のプロダクトモデルは詳細度が高いため、維持管理には必ずしも必要のないレベルであると考えられる。本研究では、既設橋梁をプロダクトモデルで表現する際の最適な詳細度を決定することを目的としている。本稿では、モデルの最適な詳細度を求めるために必要となる、モデルの詳細度案の設定およびモデル作成にかかるコストの算出を試みた。

Key Words : bridge, maintenance, product model, level of development

1. はじめに

近年、既設橋梁の維持管理の重要性が高まっている。その理由として大きく分けて2つ挙げられる。1つは、高度経済成長期に建造された多くの橋梁が更新時期を迎えつつあることである。もう1つは、橋梁保全の考え方として事後保全から予防保全へとシフトし、ライフサイクルコストを抑え橋梁を長寿命化させることである。

既設橋梁の維持管理を効率的に行なっていくために、既設橋梁を新IFC-BRIDGE¹⁾などの3次元プロダクトモデルで表現する方法が効果的である。膨大な2次元図面が1つの3次元モデルに置き換わるだけでなく、点検や補修工事に関わる様々なデータをモデルに関連付けることで、維持管理に関する情報を一元的に管理できる。

新IFC-BRIDGEなどの既存のプロダクトモデルは、かなり詳細に3次元モデルを作成することができる。しかしながら、膨大な数の既設橋梁のモデルを作成するためには、既存のプロダクトモデルは、維持管理には必ずしも必要のないレベルの詳細度であると考えられる。

本研究では、既設橋梁を3次元プロダクトモデルで表現する際の最適な詳細度を決定することを目的としている。本稿では、最適な詳細度を求めるために必要となる既設橋梁モデルの詳細度案の設定およびモデル作成コストの算出を試みた。

2. 最適詳細度を求める方法

一般に、モデルの詳細度が高くなるほど、モデルの表現力は高くなり便益は増大する。一方で、モデルの詳細度が高くなるほど、モデル作成に要する時間やコストも増大する。便益とコストのバランスを取ると、(便益-コスト)が最大となる点が最適な詳細度になる。したがって、プロダクトモデルの詳細度と便益・コストの関係は図-1のようになると考えられる。

最適詳細度を求めるためには、詳細度を何段階か

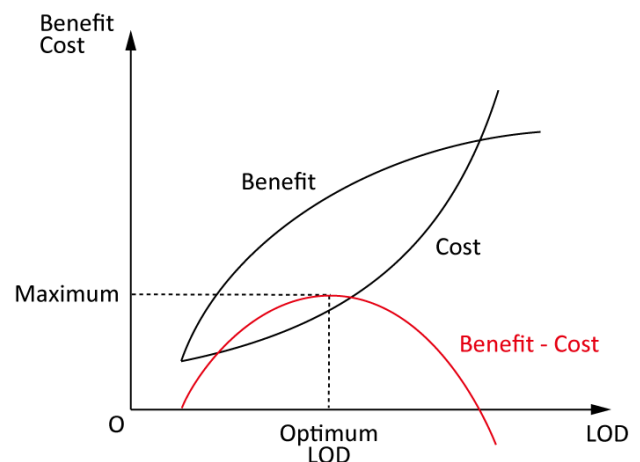


図-1 詳細度と便益・コストの関係

設定し、詳細度ごとに便益およびコストを求め、
(便益－コスト) が最大となる詳細度を最適な詳細度とする。

3. 詳細度案の設定

詳細度は、モデルにおける作り込みの度合いを表す指標で、LOD: Level of Developmentとも呼ばれる。LODについては、BIMForum等で定義されている事例²⁾があるが、これらは建築分野での設計および施工段階に関するものであり、土木分野での維持管理に関するものは見当たらない。そこで本研究では、橋梁モデルのための詳細度案の設定を独自に行なった。設定した詳細度案を表-1に示す。橋梁はT桁PC橋を想定している。LODの値が大きくなるほど詳細度は高くなる。作成した橋梁モデルの例としてLOD3および3.5を図-2に示す。

表-1 設定した詳細度案

LOD	モデルを構成する要素	要素の形状
LOD1	橋梁	長方形
LOD2	橋台、主桁、横桁、床版、地覆	直方体
LOD2.5	+ 支承、伸縮装置	直方体、円柱
LOD3	橋台、主桁、横桁、床版、地覆	実際の形状
LOD3.5	+ 支承、伸縮装置	
LOD4	+ 付帯構造物(防護柵・高欄)	
LOD5	+ シース管・PC鋼材	
LOD6	+ 鉄筋	

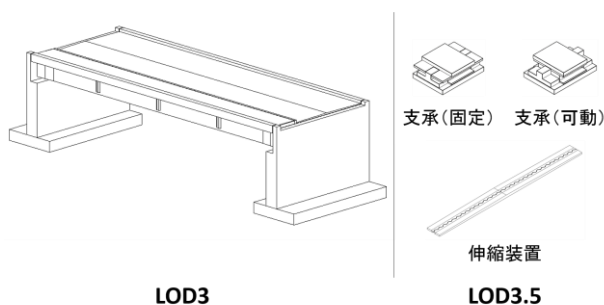


図-2 作成した橋梁モデルの例 (LOD3および3.5)

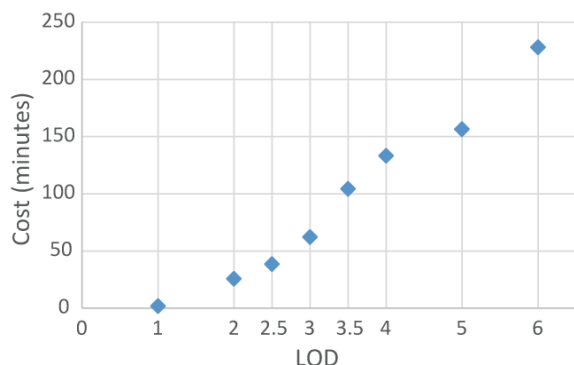


図-3 詳細度とコスト (モデル作成時間) の関係

4. コストの算出

モデル作成のコストは、モデル作成にかかる人件費とモデル作成にかかる時間をかけ合わせたものとする。すなわち、モデル作成にかかる時間を測定することでコストを求める。本論での時間測定に用いた橋梁モデルは架空のものであり、形式は単純T桁PC橋、桁長は30.000mである。また、モデリングにはAutodesk社のRevit 2014を用いた。モデリングの流れとしては、まず要素を定義した後、要素を配置するという流れになる。そこで時間測定の方法として、要素の定義にかかる時間および要素の配置にかかる時間のそれぞれを測定し、両者を足し合わせることでモデル作成の所要時間を算出した。設定した詳細度案とモデル作成時間の関係を図-3に示す。

5. 便益の算出

橋梁の維持管理において3次元モデルを利用することにより、3次元モデルを利用しない場合に比べて様々な便益が得られる。このような便益は、どのLODに基づいて橋梁をモデリングするかによって変わってくる。便益とコストの差分を計算するためには、各LODの便益を金額に換算して把握する必要がある。その方法については現在検討中である。

6. まとめ

本研究では、既設橋梁の3次元モデルの最適詳細度を求めるための基礎的な検討を行った。まず、モデルから得られる便益とモデル作成コストより最適詳細度を決定する方法を提案した。次に、最適詳細度の決定のために必要となる、モデルの詳細度案を維持管理に着目して設定し、モデル作成コストを算出した。また、モデル作成コストについては、モデル作成にかかる時間を測定することで算出する方法を提案した。

今後は、便益とコストを比較するために便益の算出方法を決定する必要がある。また、現在はT桁PC橋のみを対象としているが、RC・PC橋に汎用的に用いることのできる詳細度案を設定することが今後の課題として挙げられる。

謝辞：本研究は、科研費基盤(C) No. 23560551による助成を受けた。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) N. Yabuki, E. Lebegue, J. Gual, T. Shitani and Z. Li : International collaboration for developing the bridge Product model "IFC-BRIDGE", Joint International Conference on Computing and Decision Making in Civil and Building Engineering, (June 14-16, 2006) 1927-1936.
- 2) BIMForum : Level of Development specification, (2013) (<https://bimforum.org/lod/>) (参照 2014.5.13)