

都市橋梁の可視化データから 6 面体ソリッドのみの有限要素モデルを作成する一手法

鹿島建設(株) 正会員 ○高谷周平 飯山かほり

1. 背景および目的

統合地震シミュレータ¹⁾の研究の一環として、デジタル道路地図を基にした都市橋梁の自動モデル構築が行われている²⁾。本稿では、このモデルの可視化用データを活用した、6面体ソリッド要素のみを用いる有限要素モデルの作成について報告する。

橋梁のように多数の部品で構成される対象をモデル化する場合、整合性を考慮することなく部品毎にメッシュを作成し、それら複数のメッシュの界面を多点拘束で結合するという事がよく行われる(例えば、坂ら³⁾)。これに対し、本稿では多点拘束を使わずに、部品毎の整合性を考慮したメッシュを作成した。

都市橋梁の可視化データの例を図-1に、都市橋梁のバウンディングボックスの概要を表-1に示す。可視化用データはすべて8節点の6面体で構成されている。上記のデータはあくまでも可視化用であるため、6面体ソリッド要素のみで構成され、整合性のある有限要素モデルを作成するためには、いくつかの問題がある。第一に、上記の可視化データの座標は平面直角座標であるため、表-1のように橋梁自体は約360m四方の領域に入るのに対し、座標値は(-46391, -145070) ~ (-46025, -144710)の間にある。このような場合、桁数の大きい平面直角座標のまま形状処理を行うと、無視できない丸め誤差が包含されてしまう。第二に、部品が接触している箇所の一部において、辺や面の間に隙間や食い込みが生じている。第三に、同じく部品の接触部において必ずしも4角形の形状が一致しておらず、このため要素分割の結果に整合性が無い場合がある。次章以降では以上の3点に対する対処法としての形状改良と、生成された有限要素モデルについて説明する。

2. 形状改良の概要

2.1 相対座標への変換

都市橋梁の X および Y 座標の範囲が概ね -180m ~ 180m になるよう水平方向に平行移動させて相対座標に変換する処理を施すことで、座標値の桁数を小さくした。

2.2 部品の接触面の改善

接触面上の頂点を辺や面に射影することで、辺や面の食い込みを解消した。図-2に改善例を示す。上側接触面の節点を下側接触面に射影することで、左側にある上側接触面から下側接触面への食い込みと右側の隙間が解消されている。

2.3 部品の分割

6面体要素で構成され、かつ整合性のあるメッシュを作成するために、部品を分割する。図-3の(a)に分割前の例、(b)に分割後の例を示す。分割により、上下の接触面で四角形の形状が一致するようになった。

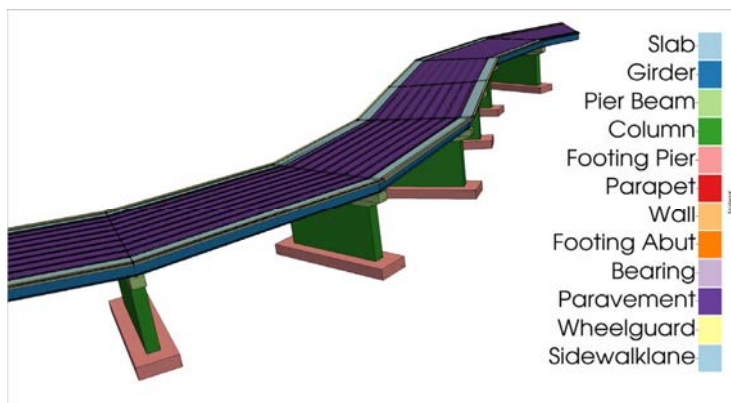


図-1 都市橋梁の可視化データ

表-1 都市橋梁のバウンディングボックスの概要

軸	最小値[m]	最大値[m]	幅[m]
X	-46391	-46025	366
Y	-145070	-144710	360

キーワード：都市内橋梁, 6面体ソリッド要素

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株) 技術研究所 TEL 042-485-1111

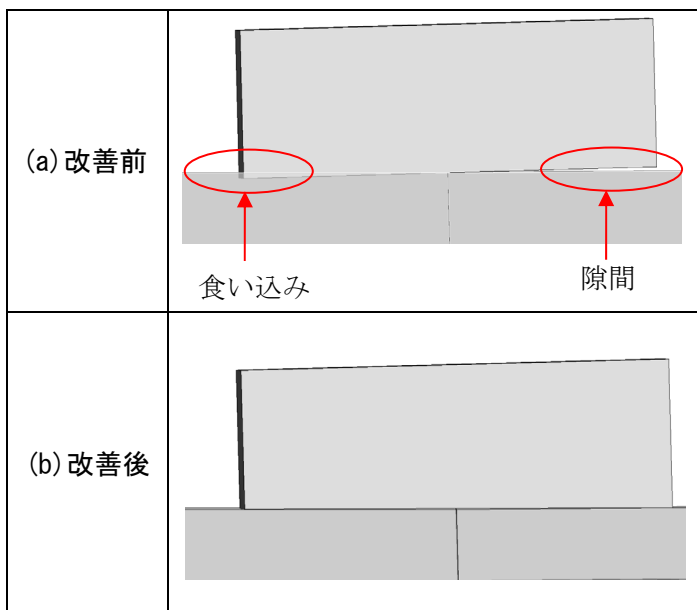


図-2 部品の接触面の改善例

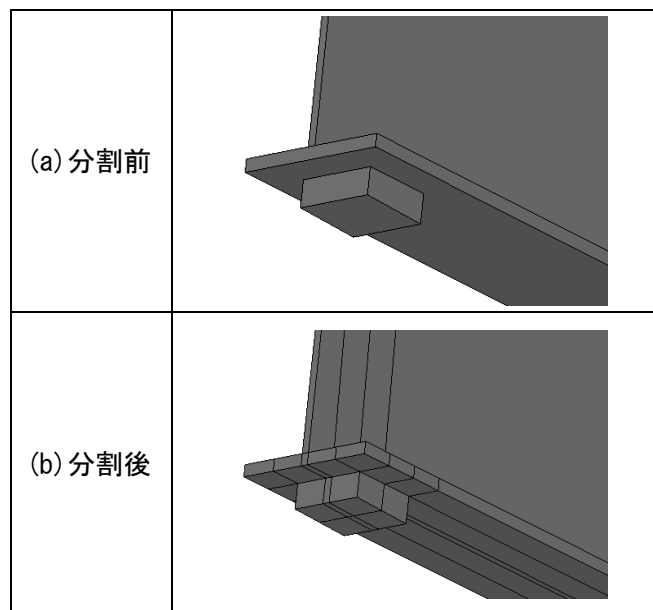


図-3 部品の分割例

3. 作成された有限要素モデル

形状処理の結果を Girder と Bearing のメッシュを作成することで確認する。Salome Platform の Hexahedron (i, j, k) meshing algorithm⁴⁾を適用して生成されるメッシュを部品の分割の有無で比較したのが図-4である。部品の分割をしない場合には Girder と Bearing のメッシュが整合していないのに対し、部品の分割をした場合には両者が整合している事がわかる。

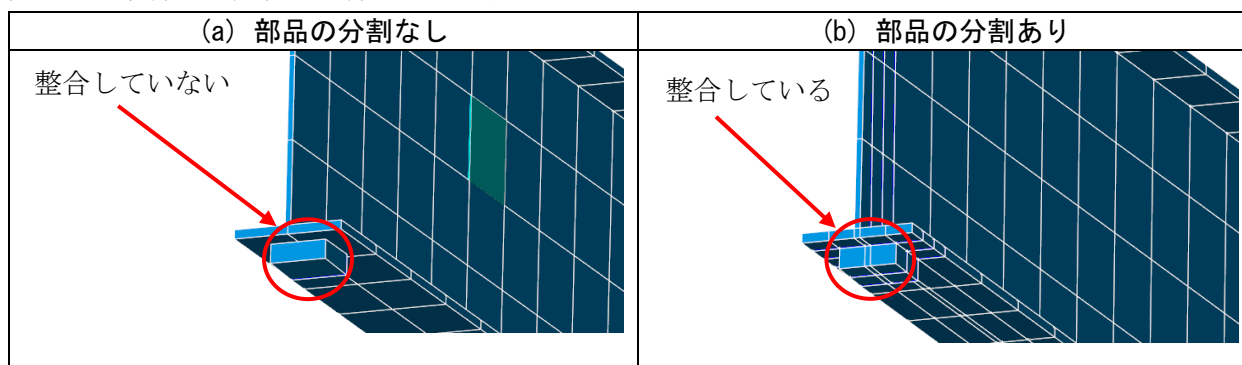


図-4 Girder および Bearing のメッシュ

4. まとめ

統合地震シミュレータ¹⁾の研究の一環として行われている、デジタル道路地図を基にした都市橋梁の自動モデル構築²⁾において生成された可視化データから、6面体ソリッド要素のみを用いた有限要素モデルを構築した。その際、座標を平面直角座標からその相対座標に変換し、部品の接触面を改善し、そして部品を分割する事によって、多点拘束を使わずに、部品毎の整合性を考慮したメッシュを作成する事ができた。

参考文献

- 1) 堀宗朗, 統合地震シミュレーションの現状と将来, 日本地震工学会誌, 第30号, 2017年2月.
- 2) H. O-tani, et. al., Automated model construction of urban structures with limited digital data, Journal of Earthquake & Tsunami 2022.
- 3) 坂敏秀, 山東篤, 小磯利博, 対面の多点拘束を用いた有限要素法の静的問題での精度検証, 鹿島技術研究所年報, 第68号, 2020年12月1日.
- 4) SALOME Mesh User's Guide, (最新閲覧日 2022年3月15日).
https://docs.salome-platform.org/7/gui/SMESH/basic_meshing_algos_page.html.