

実橋梁の効率的な三次元モデル化の試み

長崎大学 大学院

学生会員 ○角田枝里子

長崎大学 工学部

正会員 森田 千尋

長崎大学 大学教育機能開発センター

正会員 丹羽 量久

JIP テクノサイエンス(株)

正会員 野瀬 智也

1 まえがき

現行の橋梁設計法では、部材の断面を決定するための断面力は梁理論や格子桁理論に基づいて計算される。一般的には、簡便性が重視され、部材の簡略化や無効化が慣例的に行われ、橋梁を安全側に設計することを前提としてモデル化されている。一方、近年ではコンピュータ技術の発展が目覚しく、多様な機能を備えた有限要素解析ソフトが数多く実用化されており、3次元FEM解析の鋼橋設計への適用も検討がなされている¹⁾。しかしながら、実挙動を正確に表現できるモデルを構築するにはかなりのコスト(労力・費用)を要するのが現状である。3次元FEM解析を実務に活用していくためには、そのモデル化方法についてさらなる検討が必要である。

本研究では、設計に用いることができる実用的な3次元モデル化方法を提案することを目的とする。まずは、静的載荷試験が行われた単純合成鉄桁を取り上げて詳細な3次元モデルを構築し、FEMによる解析結果と載荷試験の計測値との比較によりこのモデルの妥当性を確認する。次に、このモデルから2次部材を削除する等の簡略モデル化を検討し、実用的に満足できる精度を確保できる解析モデルを提案する。

2 基本系モデルの妥当性

本研究では、静的載荷試験が行われた単純合成鉄桁（支間 35.6m，幅員 13.84m）を解析対象橋梁として取り上げて、忠実に3次元モデルを構築した。このモデルを基本系とする。

この基本系モデルの全様を図1に、モデル作成に使用した各部位の要素タイプ・材料定数を表1に示す。なお、解

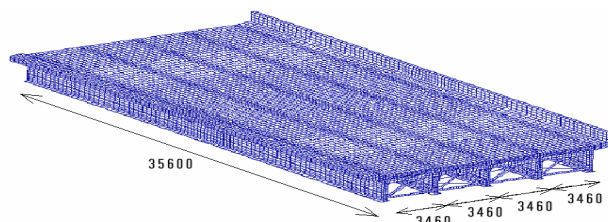


図1 解析対象橋梁のFEMモデル

表1 要素タイプ・材料定数

	要素タイプ	ポアソン比	ヤング率 (N/mm ²)
床版	ソリッド要素	0.167	2.857×10^4
主桁・横桁・補剛材・対傾構	シェル要素	0.3	2.0×10^5
横構	梁要素		

析モデルの節点数は 42,284，要素数は 35,596 である。

次に、汎用ソフト MARC を用いて、載荷試験と同じ荷重載荷パターンに対する FEM 解析を実施した。

積載荷重は総重量 208kN の大型車輛を載荷し、左タイヤ G1 直上(パターン1)、右タイヤ G2 直上(パターン2)、車輛中心 G3 直上(パターン3)の 3 パターンである。パターン3の載荷状態を図2に示す。モデル化の妥当性を確認するために、これら3パターンに対してFEM解析を行った。支間中央部における、たわみと下フランジ応力の2項目を対象として、各パターンにおける解析結果と計測値を比較する。これらの図には格子理論による解析値も同時に示している。

最大たわみについては、FEMによる解析結果は計測値との差異が最大 4.32% (パターン3) に収まっていることがわかる。また応力については、解析結果と計測値の差異

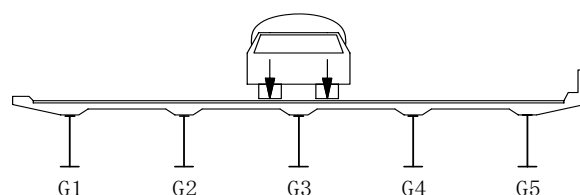


図2 載荷パターン3

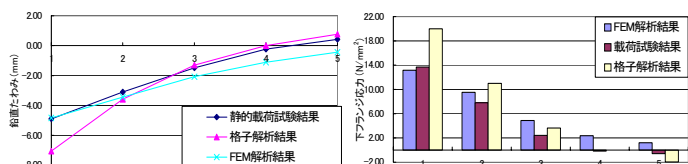


図3 解析結果と計測値の比較 (パターン1)

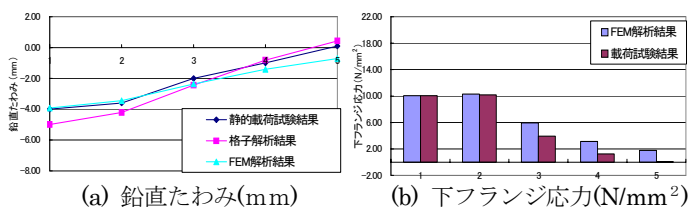


図4 パターン2

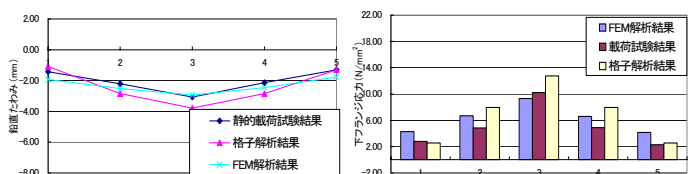
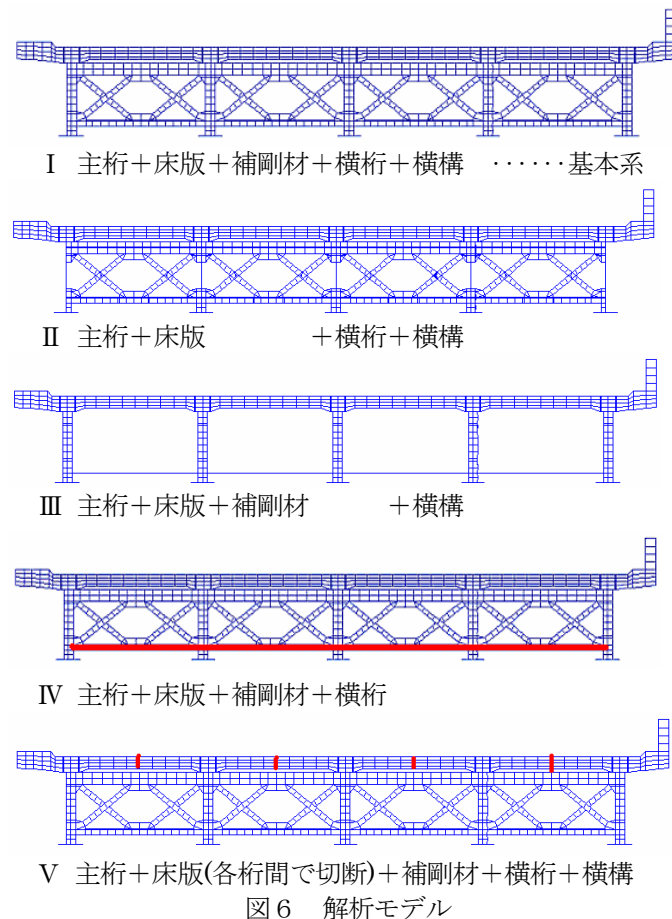


図5 パターン3

が最大 8.94% (パターン 3) に収まっていることがわかる。これまでの数多い研究報告と比べても妥当なものと判断できる。

3 簡略化モデルの検討

次に、2次部材を除き簡略化したモデルを検討するため、2次部材の有無によるたわみ、応力への影響を明らかにする。そのため、図6に示すように影響を見たい部材を基本系から取り除いたモデルを構築し、基本系との結果を比較する。



たわみを比較した結果を図7～10に示す。補剛材を除いた場合、たわみのわずかな増加が見られたものの、G1～G5 全てにおいて誤差 1%未満と小さく、補剛材によるたわみへの影響は少ないことが確認された。横桁を除いた場合、G1・G5の値は減少し、G2～G4の値は増加した。横構を除いた場合も同様に、G1・G5の値は減少し G2～G4の値は増加しているが、鉛直たわみへの影響は 1%程度と小さいことも確認された。床版を各桁間で切断した結果、大きなたわみの増減が見られた。G3における鉛直たわみ W_i (i = 解析モデル I ～ V) をまとめたものを表2に示す。これより補剛材・横構はほぼ影響がないが、横桁は 1 割程度、床版は 6 割程度の差が確認され、横桁と床版の影響が大きいことが分かった。

4 あとがき

解析結果より、実橋を忠実にモデル化することで、FEM 解析値は格子解析結果より載荷試験結果に近い値を得ることができた。

たわみにおいて補剛材・横構の影響は小さいが、横桁・

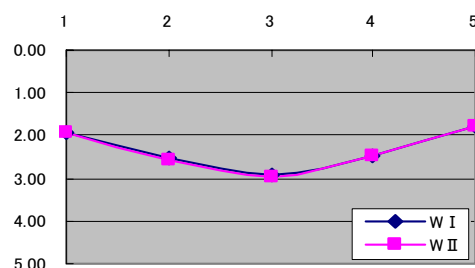


図7 補剛材の影響

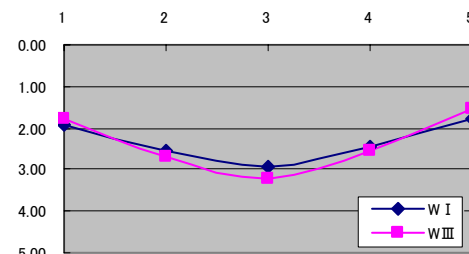


図8 横桁の影響

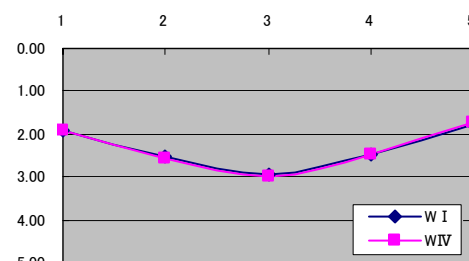


図9 横構の影響

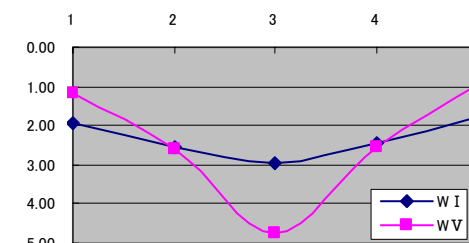


図10 床版の影響

表2 G3における鉛直たわみ W_i (mm)

	I	II	III	IV	V
W_i	2.94	2.97	3.21	2.99	4.73
$W_i - W_I$	0.00	0.03	0.27	0.05	1.79
$(W_i - W_I) / W_I$	0.00%	0.91%	9.33%	1.78%	61.03%

床版が大きな影響を与えることが分かった。

なお、これらは KABSE 道路橋の載荷試験結果に対する解析の検討研究分科会の成果である。

参考文献

- 1) 土木学会：3次元 FEM 解析の鋼橋設計への適用に関する研究小委員会報告書，2007
- 2) 社会法人日本橋梁建設協会：合成桁の設計例と解説，2005
- 3) 中井博・北田俊行：橋梁工学[上・下]，森北出版，1999