

鋼上部構造のコンクリート床板の解析モデルに関する検討

岐阜大学 学生会員 ○井上 一磨

岐阜大学 正会員 木下 幸治

1. はじめに

近年、大規模地震において鋼上部構造における損傷事例が多く報告されている。このため、鋼上部構造解析モデルの高度化を進めるためには、各部材の塑性化を適切に反映させることが肝要である。しかし、設計等で用いられる解析技術では、解析上の制限などから、例えば、床版や桁は塑性化を考慮しない弾性体としてモデル化されているが^{1), 2)}、そのモデルの妥当性について実験的に十分な検証が行われているとは言い難い。

そこで、本研究では、鋼上部構造のコンクリート床板の解析方法に着目し、コンクリート床板の弾塑性挙動の考慮の有無が解析結果に及ぼす影響について、既往の上部構造大型試験体の載荷実験³⁾と各解析結果のとの比較により明らかとする。

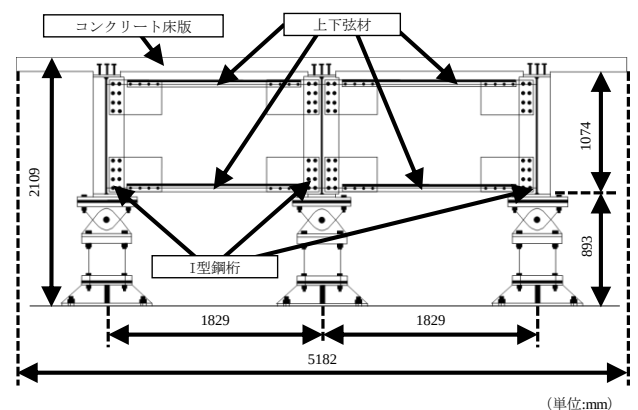
2. 既往の実験概要

図-1に既往の実験で使用された実大橋梁の0.42スケールの大型試験体を示す³⁾。この試験体は、典型的な鋼上部構造の一部を再現したもので、コンクリート床板を有する鋼I型断面3主桁である。各桁間に上下弦材が設置されており、主桁と上弦材、下弦材はガセットで結合されている。主桁下部はピン支点である。また、この試験体(図-1(a))を基準とし、さらに各桁間にブレースを適用した試験体(図-1(b))による実験も行われた。この試験体の主桁下部はゴム支承である。

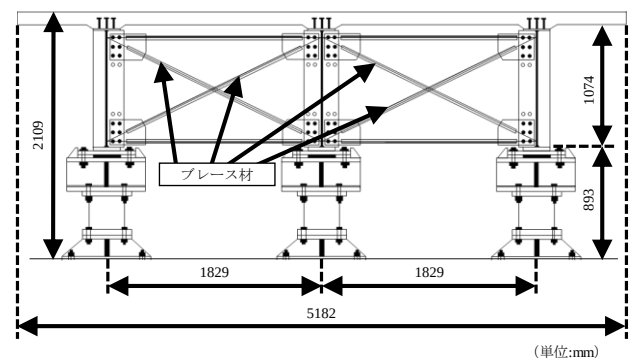
3. 解析モデル

図-2(a)にブレースなし試験体のファイバー要素を用いて作成した解析モデルを示す。このモデルでは橋軸直角方向にファイバー要素を用いている。各桁の下部はピン支点としてモデル化し、変位測定位置は中央の桁の上部とした。床版に水平荷重Pを作用させた。図-2(b)にブレースあり試験体の解析モデルを示す。この解析モデルは、ブレースなし試験体

のモデルを基準としてブレースを加えたモデルである。ファイバー要素解析では、コンクリート床板の弾塑性挙動を考慮したモデルと考慮していないモデルを解析した。図-3(a)にブレースなし試験体、図-3

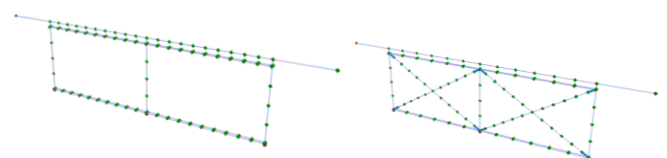


(a) ブレースなし試験体



(b) ブレースあり試験体

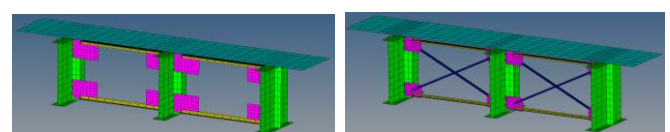
図-1 既往研究の試験体³⁾



(a) ブレースなし試験体

(b) ブレースあり試験体

図-2 ファイバー要素を用いた解析モデル



(a) ブレースなし試験体

(b) ブレースあり試験体

図-3 FEM 解析モデル

(b) にブレースあり試験体の FEM 解析モデルを示す。全ての部材にシェル要素を用い、各接合部は剛に結合した。FEM 解析では、コンクリート床板の弾塑性挙動を考慮しないモデルのみ解析した。

繰返し載荷は、桁高さに対する水平変位 δ の割合を Drift (%) とし、 $\pm 0.50\%$ までは $\pm 0.25\%$ ずつ、 $\pm 1.00\%$ までは $\pm 0.50\%$ ずつ、 $\pm 6.00\%$ までは $\pm 1.00\%$ ずつ増加させ各 2 サイクル載荷した。

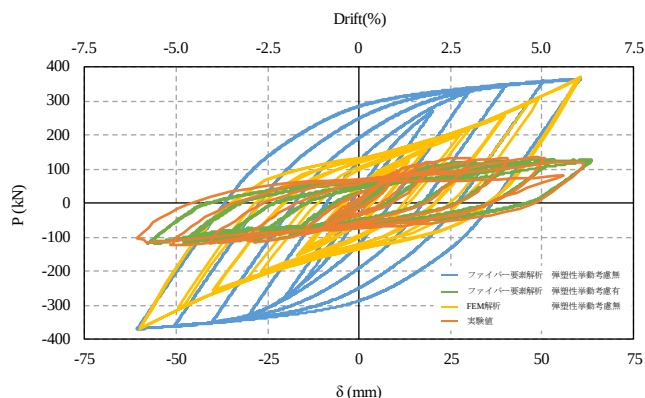
4. 解析結果

表-1 に実験と解析の初期剛性と最大耐力を示す。コンクリート床板の弾塑性挙動を考慮したファイバー要素を用いた解析の初期剛性・最大耐力は、ブレースなし試験体およびブレースあり試験体の実験値を良く再現していることが分かる。一方、コンクリート床板の弾塑性挙動を考慮しないファイバー要素を用いた解析および FEM 解析の初期剛性は実験値を良く再現しているのに対し、これらの最大耐力は実験値と比較して 60% 程度の差がある。これらの結果より、コンクリート床板の弾塑性挙動の有無により、初期剛性の解析結果には影響がないが、最大耐力の解析結果には影響があると考えられる。

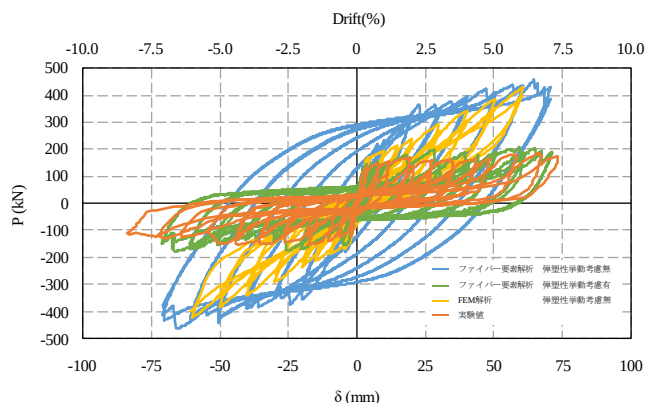
図-4 に実験値と解析値の比較として、荷重—変位関係のグラフを示す。コンクリート床板の弾塑性挙動を考慮したファイバー要素を用いた解析の履歴曲線の形状は、ブレースなし試験体およびブレースあり試験体の実験値と良く一致していることが分かる。しかし、コンクリート床板の弾塑性挙動を考慮しないファイバー要素を用いた解析および FEM 解析の履歴曲線の形状は、実験値と比較すると、大きな形状となっている。ブレースなし試験体では、初期の段階から形状が実験値と異なっている (図-4 (a))。ブレースあり試験体では、Drift=2% 程度までは実験値に近い形状であることが分かる (図-4 (b))。既往の研究におけるブレースあり試験体の実験結果より、Drift=2% 程度の時、中央の桁上部のコンクリート床板が浮き上がる損傷が見られた³⁾。これらの結果より、コンクリート床板の弾塑性挙動の有無により、コンクリート床板に損傷が見られない段階までは影響がないが、損傷発生以降は履歴曲線の形状に対して大きな影響があると考えられる。

表-1 実験と解析の初期剛性と最大耐力

試験体	モデル	コンクリート床板の弾塑性挙動の考慮	初期剛性 (kN/mm)	初期剛性の実験値との比率 (%)	最大耐力 (kN)	最大耐力の実験値との比率 (%)
ブレースなし試験体	ファイバー	無	15.5	16.4	366	63.3
		有	15.0	13.2	129	-4.4
	FEM	無	13.1	0.7	371	63.8
		実験	-	-	134	-
ブレースあり試験体	ファイバー	無	57.2	-6.9	457	59.8
		有	56.7	-8.0	207	11.0
	FEM	無	51.0	-20.0	428	57.0
		実験	-	-	184	-



(a) ブレースなし試験体



(b) ブレースあり試験体

図-4 実験値と解析値の比較

参考文献

- 1) 土木学会：鋼・合成構造標準示方書，古木守靖，pp.50-63，2008。
- 2) 日本鋼構造協会：ファイバーモデルを用いた鋼橋の動的耐震設計の現状と信頼性向上，JSSC テクニカルレポート No.93，2011。
- 3) Hamidreza Bahrami : Guidelines for the seismic design of ductile end cross frames in steel girder bridge superstructures, Center for Civil Engineering Earthquake Research, UNR, Report No. CCEER 09-04, July.2010.