

鋼製ラーメン橋脚はり部の正負交番載荷実験を対象とした再現解析

大阪大学大学院工学研究科

大阪大学大学院工学研究科

日立造船株式会社 機械・インフラ本部

大阪大学名誉教授

学生員 ○田川 陽一

正会員 小野 潔

正会員 美島 雄士

フェロー 西村 宣男

1. はじめに

兵庫県南部地震において道路橋の鋼製橋脚は初めて大きな被害を受けた。兵庫県南部地震での被害を踏まえ、鋼製橋脚の耐震性能評価、耐震設計法開発のための研究¹⁾が活発に行われ、具体的な耐震設計法もいくつか提案²⁾されている。これら鋼製橋脚の耐震性能に関する研究は、柱部材としての鋼製橋脚の耐震性能に関するものが殆どである。他方、鋼製ラーメン橋脚はり部についても兵庫県南部地震においてせん断座屈による損傷例が報告されている。それら鋼製ラーメン橋脚はり部(以下、「はり部」という)では、柱部材としての鋼製橋脚では断面力として曲げモーメントが卓越するのに対し、せん断力が卓越する事が知られている。しかし、はり部の耐震性能に関する研究は非常に少なく、塑性域での耐力および変形性能といった耐震性能も十分に明らかにされておらず、道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編²⁾でも具体的な耐震設計法が示されていない。そのような状況の中、はり部の耐震性能を把握し、耐震設計法の提案を行うための実験的・解析的な研究^{3),4),5)}も行われているが、柱部材としての鋼製橋脚と比較すると十分なデータが得られていない。解析によりはり部の耐震性能を把握するには、実験結果との比較によりその解析手法の妥当性を検証する必要がある。そこで本研究では、今後行う予定の解析によるはり部の耐震性能評価のため、既往の研究で行われた実験結果と解析結果との比較により、解析手法の妥当性の検証を行った。

2. 実験結果の再現解析

文献 7)における実験を対象とした。当該実験の試験装置全景を写真-1、供試体断面図を図-1に示す。供試体は試験装置中心に位置する箱型部分である。供試体は全部で4体あり、それぞれリブ数やウェブ板厚などが異なる。供試体諸元を表-1に示す。鋼材はSM490Yである。図-2に解析モデル図を示す。载荷は変位制御で、実験に準拠した漸増型の強制変位パターンを与えた。材料構成則の定数のうち、単調载荷に関する定数は、当該実験での引張試験結果から決定した。図-3に解析で使用した単調载荷曲線を示す。繰返しに関する定数は過去に大阪大学で行われたSM490Y材の材料試験の値を用いた。初期不整として図-4の残留応力を補剛板水平方向に導入した。なお、初期たわみは今回の解析では考慮していない。

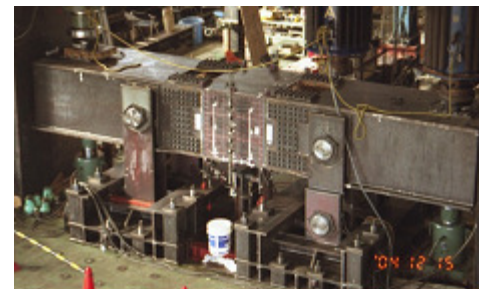
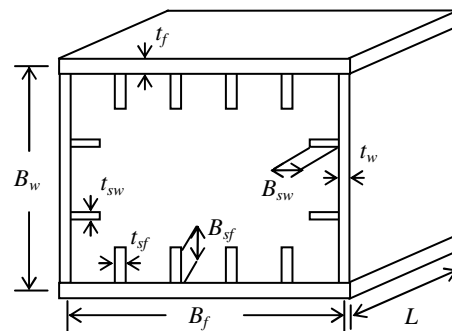
写真-1 再現解析対象実験の試験装置全景⁷⁾

図-1 供試体断面図

表-1 再現解析対象実験の供試体諸元等

供試体名	①	②	③	④
L (mm)	650	650	650	650
B_f (mm)	1200	1200	1200	1200
t_f (mm)	15	15	15	12
B_w (mm)	900	900	900	900
t_w (mm)	6	6	6	6
B_{rf} (mm)	80	80	80	80
t_{sf} (mm)	15	15	15	15
B_{sw} (mm)	55	65	80	65
t_{sw} (mm)	10	10	10	10
リブ本数 (フランジ)	4	4	4	0
リブ本数 (ウェブ)	2	3	4	3
せん断 幅厚比 パラメータ R_{tw}	0.81	0.64	0.53	0.64

キーワード 鋼製ラーメン橋脚はり部、弾塑性挙動、再現解析

連絡先 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 TEL06-6879-7598

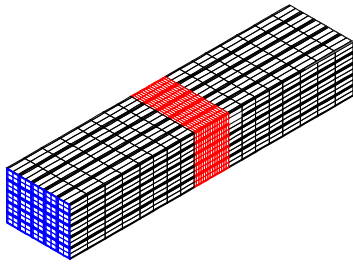


図-2 解析モデル図

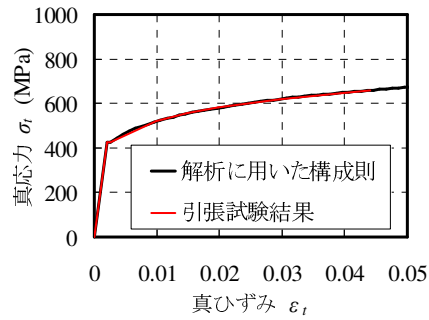


図-3 単調載荷曲線

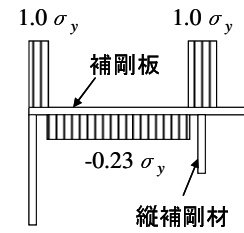


図-4 導入した残留応力分布

3. 解析結果と実験結果の比較

解析結果と実験結果の履歴曲線の比較を図-5に示す。グラフの縦軸は、ウェブ面2枚がせん断力を負担する時のせん断力 Q であり、ここでは $Q=0.981P$ (P :両端のジャッキ荷重)⁷⁾である。横軸のウェブ面せん断変形量 δ の定義を図-6に示す。図-5より、実験結果および解析結果の履歴曲線は良く一致していることがわかる。供試体②の最終的なウェブたわみの実験と解析の比較を図-7に示す。図-7より、座屈変形の性状も、解析結果と実験結果は良く一致していることがわかる。

4. まとめ

本研究では、解析により鋼製ラーメン橋脚はり部部の塑性域での耐力および変形性能などの耐震性能に関するデータを得るために必要な、解析手法の妥当性の検証を実験結果と解析結果との比較により行った。その結果、解析結果は実験結果の塑性履歴曲線および座屈性状を精度良く再現できた。なお、講演当日にはパラメトリック解析結果をいくつか紹介する予定である。

謝辞

阪神高速道路(株)より 本稿での対象とした鋼製ラーメン橋脚はり部の実験データに関する資料をいただきました。ここに感謝申し上げます。

参考文献 1) 建設省土木研究所, 首都高速道路公団, 阪神高速道路公団, 名古屋高速道路公社, (社)鋼材倶楽部, (社)日本橋梁建設協会: 道路橋橋脚の地震時限界状態設計法に関する共同研究報告書(I)~(VIII), (総括編), 1997~1999. 2) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編, 2002. 3) 森下宣明, 前野裕文, 岡本隆, 中村信秀, 青木徹彦, 宇佐美勉: 鋼製箱形断面はりのせん断耐力実験, 鋼構造物の非線形数値解析と耐震設計への応用に関する論文集, Vol.4, pp.171-176, 2002. 4) 葛西昭, 渡辺智彦, 天野麻衣, 宇佐美勉: 繰り返しせん断力を受ける補剛板強度と変形能評価, 構造工学論文集, Vol.47A, pp.761-770, 2001. 5) 平野敏彦, 西岡勉, 高岡佳彦, 吉川紀, 松田泰英: 阪神高速道路(株)技報, 第23号, pp.23-30, 平成19年. 6) 阪神高速道路(株): 鋼製ラーメン橋脚のはり部のせん断変形性能実験に関する研究業務・報告書平成17年. 7) 阪神高速道路(株): 鋼製ラーメン橋脚のはり部のせん断変形性能実験に関する研究業務(その2)報告書, 平成17年.

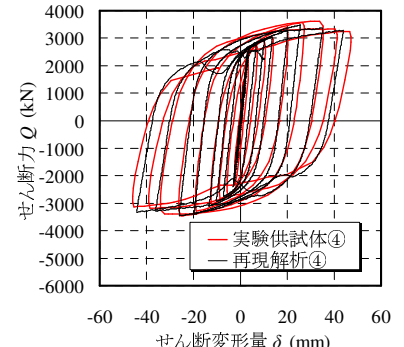
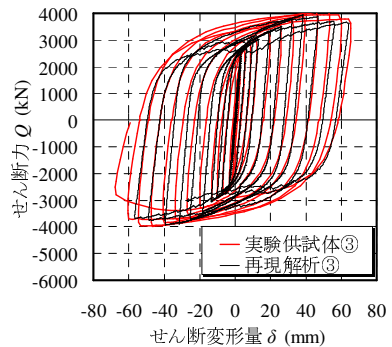
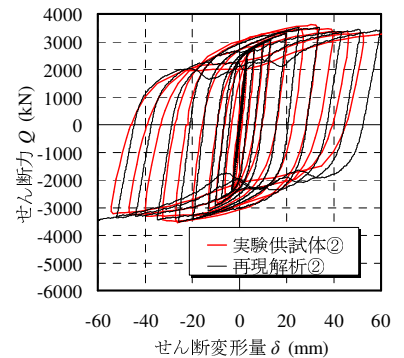
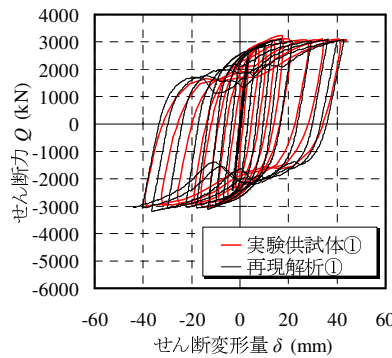
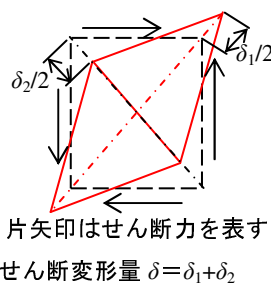
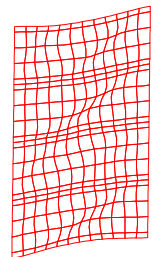


図-5 履歴曲線の比較

図-6 せん断変形量 δ の定義実験⁷⁾

再現解析

図-7 ウェブ面のたわみ形状(供試体②)