

鋼製ラーメン橋脚はり部の耐力および変形能に関する解析的検討

大阪大学大学院工学研究科

大阪大学大学院工学研究科

学生員 ○浜村 圭太

正会員 小野 潔

1. はじめに

鋼製ラーメン橋脚はり部（以下、「はり部」という）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いないため、道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編¹⁾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、はり部の耐力および変形能を把握し、耐震設計法の提案を行うための実験的・解析的な研究^{2),3)}が行われているが、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。また数値解析により、はり部の耐震性能を把握するには、解析結果と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。そこで本稿では、既往の研究³⁾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。さらに、妥当性の確認された解析手法を用いて、SM490Y および SBHS700 を用いたはり部を対象とした解析を行い、鋼材の応力-ひずみ関係がはり部の耐力および変形能に与える影響について検討を行った。

2. 実験結果の再現解析

既往の研究³⁾における実験の試験装置概要を図-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り、4体の供試体で実験が行われており、いずれの供試体の鋼材も SM490Y である。各供試体の代表的なパラメータを表-1に示す。本稿では供試体①を例に示しており、供試体①の断面図および諸元を図-2に示す。

図-3に解析モデル図を示す。供試体を縦に二分割したハーフモデルで再現解析を行った。荷重は変位制御で、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、単調荷重に関する定数は、当該実験での引張試験結果³⁾から決定した。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⁴⁾を用いた。初期不整として図-4の分布形状で残留応力を補剛板水平方向に導入した。各値の大きさについては表-2に示す。図-5にウェブおよびフランジに導入した初期たわみ形状を示す。また補剛材には残留応力は導入しているが、初期たわみを導入していない。

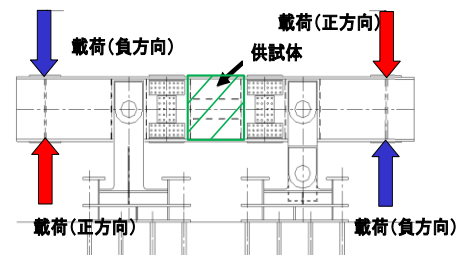
図-1 再現解析対象実験の試験装置概要³⁾

表-1 代表的なパラメータ

供試体名	ウェブのせん断幅厚比パラメータ R_{rw}	ウェブの補剛材本数	フランジの幅厚比パラメータ R_F	フランジの補剛材本数	フランジ内の板パネルの幅厚比パラメータ R_R
①	0.81	2	0.40	4	0.39
②	0.64	3	0.40	4	0.39
③	0.53	4	0.40	4	0.39
④	0.64	3	0.70	0	2.42

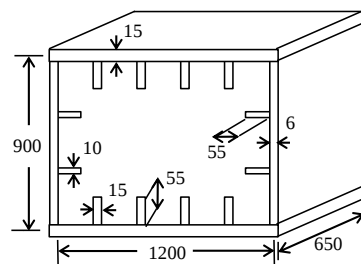


図-2 供試体①の断面図(単位:mm)

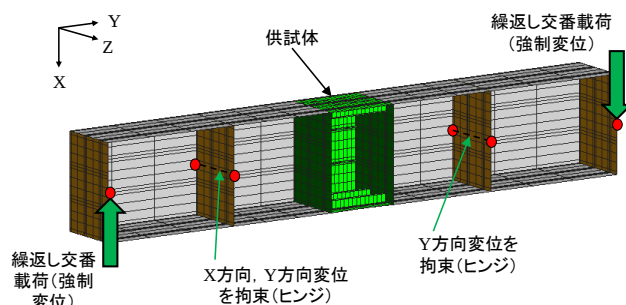


図-3 解析モデル図

キーワード 鋼製ラーメン橋脚はり部, 弾塑性有限変位解析, 耐力および変形能, SBHS700

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 TEL 06-6879-7598

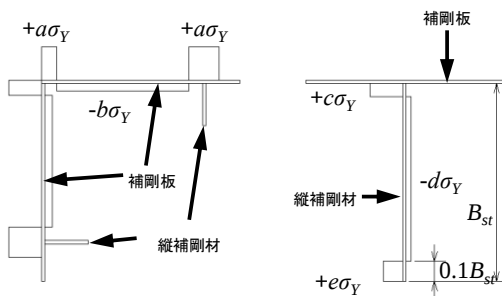


図-4 導入した残留応力分布

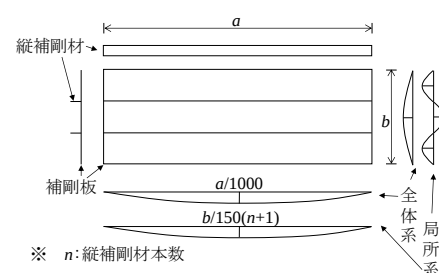
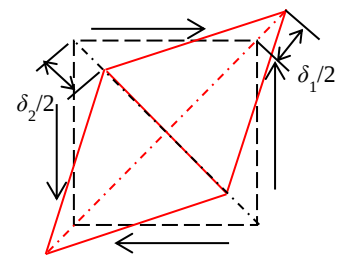


図-5 導入した初期たわみ



片矢印はせん断力を表す

せん断変形量 $\delta = \delta_1 + \delta_2$

図-7 せん変形量 δ の定義

表-2 残留応力の各値

	a	b	c	d	e
SM490Y	1.0	0.23	1.0	0.16	0.6
SBHS700	0.8	0.15	1.0	0.12	0.6

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-6 に示す。グラフの縦軸は、供試体のせん断力 Q であり、ここでは $Q=0.981P$ (P :両端のジャッキ荷重)⁴⁾としている。横軸のウェブ面せん断

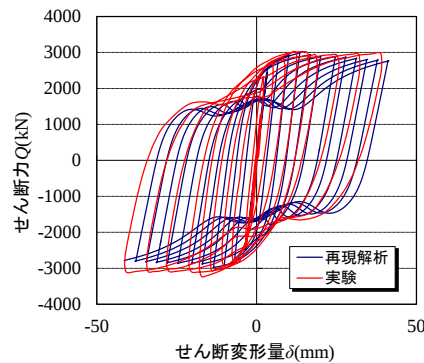


図-6 履歴曲線の比較

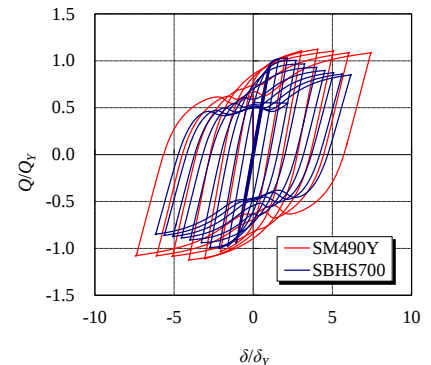


図-8 鋼種による比較

変形量 δ の定義を図-7 に示す。図-6 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。また、供試体②~④においても図-6 と同様に解析結果は実験結果と良く一致していることを確認している。

4. 鋼種の違いによる解析結果の比較

前章で再現解析を行った SM490Y を使用したモデルの他に SBHS700 を使用したモデルに対しても解析を行った。SBHS700 を使用したモデルは表-1 に示した供試体①の各パラメータと同じ値としている。また、解析で使用した SBHS700 の構成則は過去に大阪大学で行われた各材料試験の結果⁵⁾を参考に決定した。初期不整として残留応力を再現解析と同様に図-4 の分布形状で表-2 の大きさで補剛板水平方向に導入した。なお、初期たわみに対しても再現解析と同様に導入している。

図-8 に鋼種の違いによる解析結果の比較を示す。各解析結果のせん断力およびせん断変形量をウェブの降伏せん断応力時のせん断力および降伏せん断変形量で無次元化した値で比較している。図-8 より Q/Q_Y - δ/δ_Y 関係の包絡線に着目して Q/Q_Y の最大値および Q/Q_Y が最大となる δ/δ_Y を比較すると、鋼種に SBHS700 を用いたモデルの方が SM490Y を用いたモデルよりも小さくなることが分かった。

5. まとめ

本稿では、実験結果と解析結果との比較により、はり部の耐力および変形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行った。また、妥当性の確認された解析手法で **SBHS700** および **SM490Y** のモデルの解析を行たところ、鋼種に **SBHS700** を用いたモデルの方が **SM490Y** を用いたモデルよりも Q/Q_Y の最大値および Q/Q_Y が最大となる δ/δ_Y が小さくなる。

謝辞 阪神高速道路(株)より, 本稿で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) 日本道路協会：道路橋示方書・解説 V 耐震設計編，2002. 2) 葛西昭，渡辺智彦，天野麻衣，宇佐美勉：繰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. 3) 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. 4) 岡田誠司：高軸力が作用する矩形断面鋼部材の耐震性能および評価手法に関する研究，大阪大学博士論文，平成 17 年. 5) 橋本祥太，小野潔，北市さゆり，山田信司，岡田誠司：SBHS700 の構成則および既往の高張力鋼との比較，土木学会年次学術論文集，平成 25 年.