第Ⅰ部門　　鋼製ラーメン橋脚隅角部の耐震性能評価のための実験的研究

大阪大学工学部　学生員　○宮田　亮　　日立造船(株)　正会員　田原　潤
大阪大学大学院工学研究科　学生員　田中　耕太郎　　大阪大学大学院工学研究科　正会員　小野　潔
大阪大学名誉教授　フェロー　西村　宣男　　大阪大学大学院工学研究科　正会員　奈良　敬

１．まえがき

平成 14 年の道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋編 [1]および同解説Ⅴ耐震設計編 [2]の改訂により，鋼製橋脚については，その挙動を弾性域に留める従来の震度法に加え，その塑性域の耐力及び変形性能も有効に活用するという趣旨の内容が整備された．しかし，鋼製ラーメン橋脚のはりと柱の接合部である隅角部の塑性域の耐力および変形能は未解明な部分が残されている．隅角部の耐震設計において兵庫県南部地震クラスを想定すると，奥村らの研究 [3]によるせん断遅れを考慮したピーク応力に基づいた弾性設計法を適用した場合板厚が大きくなり不経済である．また，フィレットなどの疲労に考慮した構造詳細 [4]については，耐震上の影響について明確にされていない．そこで，本研究では隅角部の設計諸元の中でも隅角部ウェブパネル内面に設置する縦リブの本数が耐震性能に与える影響に着目し，フィレットを有する供試体を用いた正負交番載荷実験を行い，鋼製ラーメン橋脚隅角部の塑性域での耐力および変形能を明らかにし耐震設計の基礎データとすることを目的とする．

２．実験の概要

2.1 供試体

既往の実験的研究では実構造物と比較すると鋼材，補剛材，構造詳細等を十分に再現できているとは言い難い場合があり，実際の橋脚は違った挙動を示す可能性がある．そこで，可能な限り実構造物のパラメータ，鋼種および構造詳細を再現した供試体を用いることとした．本研究の目的を達成するため**表-1** に示す実構造物の約 1/3 スケールの 2 つの供試体を準備した．供試体 A は現在の設計法に準拠して縦リブを 3 本とし，供試体 B は弾性域で座屈しない程度の強度となるように縦リブを 1 本とした．

2.2 載荷方法

図-2 に示すように供試体をコの字型の載荷フレームに組み込み正負交番載荷実験を行う．ジャッキの角度は断面力図を実橋に極力近づけることを目的とし，35 度という角度を持たせて設置することとした．供試体の隅角部近傍において梁フランジまたは柱フランジのひずみが降伏ひずみに達した時点での隅角変位を+1

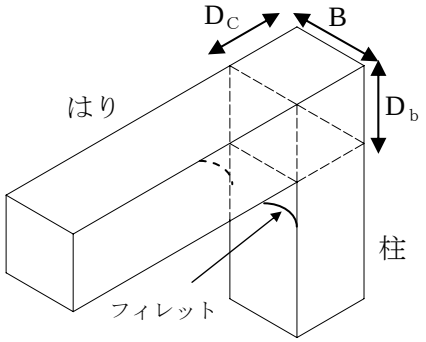

図-1　供試体の外形

表-1　供試体諸元

供試体諸元	鋼種	B (mm)	D_b (mm)	D_c (mm)	フランジ板厚 t_f(mm)	ウェブ板厚 t_w (mm)
供試体A	SM570	722	754	754	10	10
供試体B	SM570	722	754	754	10	10

リブ板厚 t_s(mm)	リブ高 h_s(mm)	ウェブパネル縦リブ本数	フランジパネル縦リブ本数	フィレットの有無
10	74	3	3	有
10	74	1	3	有

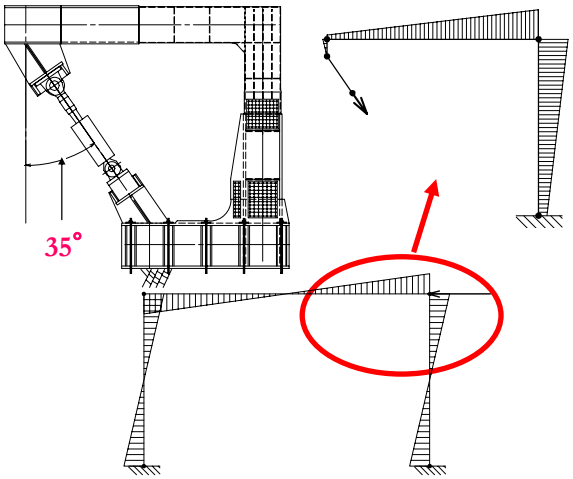

図-2　ジャッキ角度と断面力分布

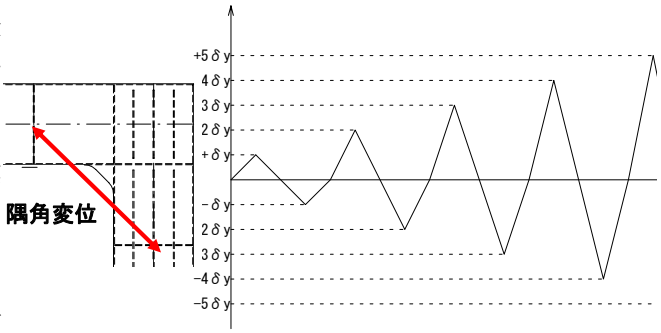

図-3　隅角変位の定義と載荷パターン

Ryo MIYATA，Jun TAHARA，Kotaro TANAKA，Kiyoshi ONO，Nobuo NISHIMURA，Satoshi NARA

δ_yとし，その後-1δ_y，+2δ_yと漸増させながら載荷を行い，当該サイクルのジャッキ荷重が低下するまで繰り返し載荷を行った（**図-3**）．

３．実験結果　各供試体の弾性域における隅角部近傍（隅角部から 50mm）のはり下側フランジの応力度分布と奥村らの研究によるせん断遅れを考慮したピーク応力度を**図-4** に示す．実験結果と奥村らの応力度とは明らかに開きがあり，フィレットを有する鋼製ラーメン橋脚隅角部に関しては奥村らの応力度では適切に評価できない可能性がある．各供試体の $P/P_y-\delta/\delta_y$ 関係を**図-5** に，その包絡線を**図-6** に示す．フィレットは+1δ_y 載荷時に面外に座屈変形したが荷重の低下は無くそのまま載荷を続けた．供試体 A は+4δ_y 載荷時まで安定した挙動を示し，フランジ部材の座屈により荷重が低下し，載荷を終了した．供試体 B については、+2δ_y 載荷時にウェブパネルの座屈により荷重が低下し，載荷を終了した．最大耐力については，両者に大きな差は見られなかった．供試体 A は縦リブを 3 本としたためフランジ部材よりもウェブパネルの方が相対的に強かったためフランジ部材の座屈により，荷重が低下したものと考えられる．また一方，供試体 B は縦リブを 1 本としたため，ウェブパネルよりもフランジ部材の方が相対的に強かったためウェブパネルの座屈により，荷重が低下したものと考えられる．

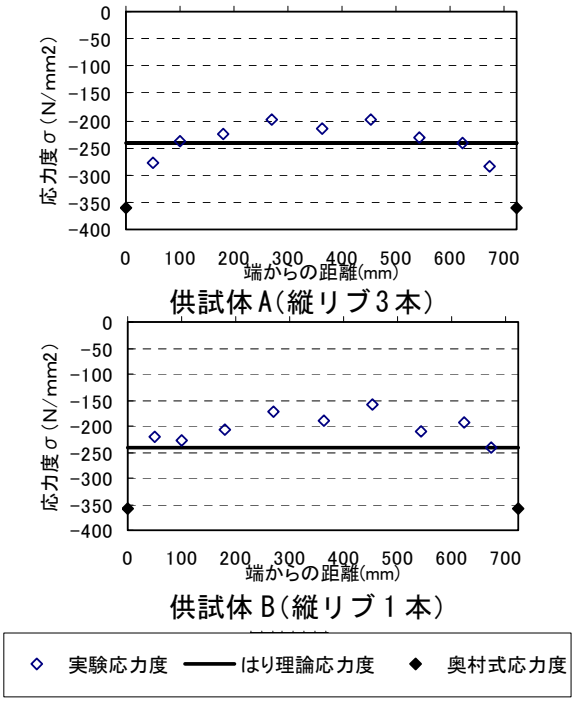

図-4　隅角部近傍のはり下側の応力度分布

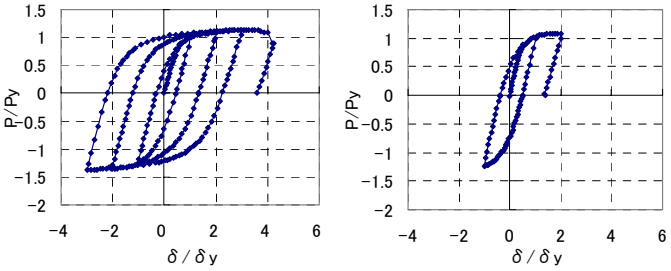

図-5　各供試体の $P/P_y-\delta/\delta_y$ グラフ

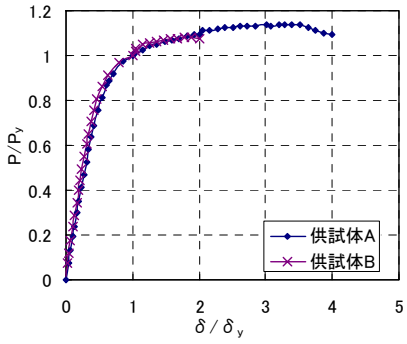

図-6　各供試体の $P/P_y-\delta/\delta_y$ 包絡線

４．結論　本実験結果より，疲労に配慮した構造詳細フィレットを有する鋼製ラーメン橋脚隅角部に関しては，奥村らの研究によるせん断遅れを考慮したピーク応力度では適切に評価できない可能性があることがわかった．また，今回行った実験供試体のパラメータにおいては，ウェブパネルの縦リブ本数は 3 本とした方が 1 本とした時よりも塑性域において安定した挙動を示すことがわかった．

謝辞

本研究は，(財)災害科学研究所の「鋼製ラーメン橋脚隅角部の耐震設計法に関する研究会」および「鋼製ラーメン橋脚の正負交番載荷実験」の一環として行ったものであります．関係各位のご協力に深く感謝いたします．

【参考文献】

1) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説　Ⅱ鋼橋編，平成 14 年 3 月．

2) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説　Ⅴ耐震設計編，平成 14 年 3 月．

3) 奥村敏恵，石沢成夫：薄板構造ラーメン隅角部の応力計算について，土木学会論文集，No.153，pp.1-18，1968.

4) 首都高速道路公団：首都高速道路　橋梁構造物設計要領Ⅱ鋼橋編，ppⅡ-58-59，平成 15 年 5 月．