

低降伏比高張力鋼を用いた鋼製ラーメン隅角部の塑性挙動

大阪大学大学院 学生員 ○黄 元燮

大阪大学大学院 学生員 西野滋博

大阪大学工学部 学生員 高津秀俊

大阪大学工学部 正会員 西村宣男

1. まえがき 都市高架橋の橋脚構造として、箱型断面の柱とはりからなる門型鋼製ラーメン構造が多用されている。これらの鋼製ラーメン隅角部の設計に対しては、大地震が起こったときの厳しい载荷条件における強度と変形能に関しては、ほとんど考慮されていないのが現状である。それを踏まえて本学研究室では過去2回の実験的・解析的研究^{1)・2)・3)}が行われてきている。

また、低降伏比高張力鋼（以下LYR鋼と称す）が開発されておりLYR鋼を使用した建造物の特性などを総合的に検討する研究が行われている。本研究では、鋼製ラーメン隅角部に関する研究の一貫として、隅角部に従来の高張力鋼を用いた場合とLYR鋼を用いた場合の比較検討を行い、LYR鋼隅角部についてはさまざまな繰り返し载荷を試み変形特性を検討することを目的として、実験的研究を行った。

2. 実験方法 供試体は図-1および表-1に示すような、はりと柱部材が直交する6体のL形隅角部模型である。BLH-3タイプではSM58を使用し、BLL-1タイプではLYR60を使用してすべて同寸法とした。本研究のモデルの特徴として幅厚比を小さくしてパネル

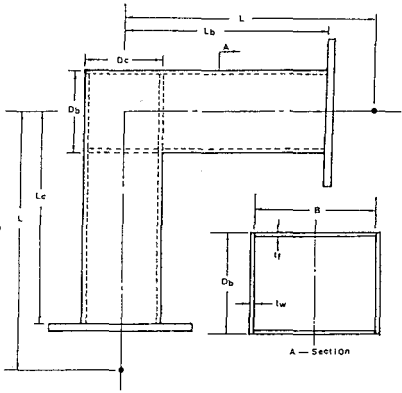


図-1 供試体図

表-1 供試体諸元

供試体名	使用鋼種	B (mm)	D _p (mm)	D _c (mm)	t _f (mm)	t _w (mm)	L _b , L _c (mm)	t _s (mm)	L _s (mm)	L (mm)	幅厚比			R _t κ=4.00	R _w κ=23.9	R _{wp} κ=9.34
											B/t _f	D _p /t _w	D _c /t _w			
BLH-3W	SM58	240	170	170	12.5	8.9	768	32	200	1000	18.9	18.9	18.9	0.544	0.304	0.190
BLH-3C	SM58	240	170	170	12.5	8.9	768	32	200	1000	18.9	18.9	18.9	0.544	0.304	0.190
BLL-1W	LYR60	240	170	170	12.7	8.9	768	32	200	1000	18.9	18.9	18.9	0.480	0.278	0.174
BLL-1CA	LYR60	240	170	170	12.7	8.9	768	32	200	1000	18.9	18.9	18.9	0.480	0.278	0.174
BLL-1CB	LYR60	240	170	170	12.7	8.9	768	32	200	1000	18.9	18.9	18.9	0.480	0.278	0.174
BLL-1CC	LYR60	240	170	170	12.7	8.9	768	32	200	1000	18.9	18.9	18.9	0.480	0.278	0.174

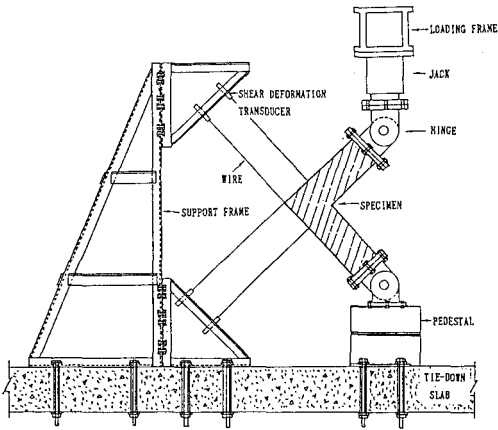


図-2 载荷装置および計測装置

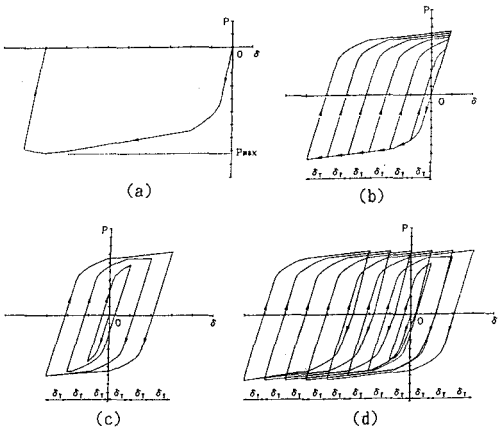


図-3 载荷経路図

の局部座屈を避けるようにした。ここで各供試体名末尾のMおよびCはそれぞれ単調載荷および繰り返し載荷を表す。載荷装置および計測装置を図-2に示す。載荷方法は、図-3(a)に示す単調載荷、図-3(b)の片振り繰り返し載荷、図-3(c)の両振り繰り返し載荷そして図-3(d)の片側進行型繰り返し載荷を行った。変位計を用いてウェブパネルのせん断変形を計測し、荷重および変位はジャッキ内蔵の計測機より得た。

3. 実験結果 単調載荷を行った

供試体BLH-3MおよびBLL-1Mの結果を表-2に示す。隅角部強度が材料特性値から得られるSM58とLYR60との比と非常に酷似している。また今回の

表-2 強度総括

供試体名	P_Y (tf)	δ_Y (mm)	P_{rs} (tf)	P_{max} (tf)	δ_{max} (mm)	γ_{max} (rad)	降伏強度 P_Y の比 (BLL-1M)/(BLH-3M)	最大強度 P_{max} の比 (BLL-1M)/(BLH-3M)
BLH-3M	-24.01	-13.88	-25.97	-31.54	-91.98	-0.07415	0.828	0.954
BLL-1M	-20.53	-10.66	-21.51	-30.08	-98.61	-0.07753	(0.831)	(0.959)

実験では荷重-せん断変形関係を用いて降伏強度 P_Y を決定したところ

注) P_{rs} はBeedle理論による値
()内は、材料試験結果による値

Beedle理論⁴⁾を使用した算定式に良い適合性を見た。片振り繰り返し載荷を行った供試体BLH-3CおよびBLL-1CAの荷重-変位履歴を図-4に示す。SM58を使用したBLH-3Cは $6\delta_Y$ に達した後、繰り返し毎の強度の低下がやや大きく、さらに少ない回数で崩壊に至った。これは、BLH-3Cの繰り返し載荷がやや大きな変位で繰り返し

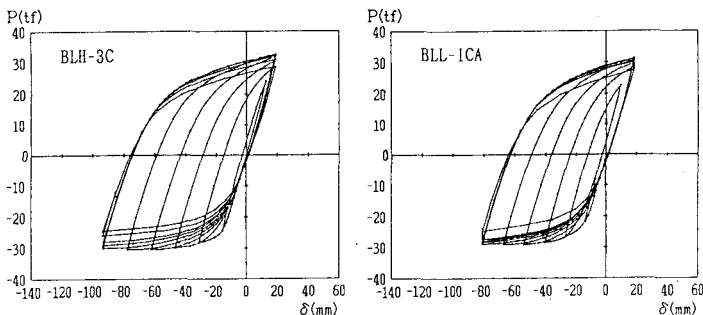


図-4 荷重-変位

載荷を行ったためである。SM58とLYR60との間に明瞭な差は見られなかった。また、LYR60を使用した隅角部でパターンの違う繰り返し載荷を行った供試体BLL-1CA, BLL-1CBそしてBLL-1CCの荷重-繰り返し回数関係を図-5に示す。これより繰り返し載荷方法の違いによる強度の差が非常に少ないことがわかる。また今回の実験では、板厚を大きくし幅厚比(B/t)を小さくした。そのため、前

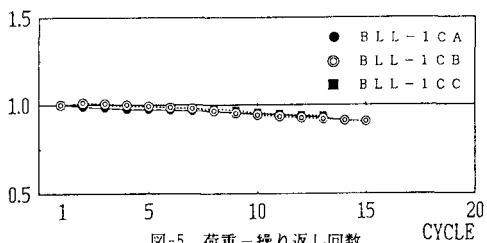


図-5 荷重-繰り返し回数

回実験のような隅角部のパネルのたわみによる崩壊にはつながらなかったが、ウェブとフランジの間の溶接部分にせん断による亀裂が生じそれが進展して亀裂を深め崩壊に至った。

4. 結論 本研究では鋼製ラーメン隅角部に着目し従来の高張力鋼とLYR鋼の比較検討ならびにLYR鋼隅角部の繰り返し載荷方法の違いによる強度特性および変形能に関して検討を行った。今後、有限要素解析により隅角部の強度と変形能を解明し隅角部の極限状態の合理的な評価方法を提案する方針である。

《参考文献》

- 1) Hwang, W.S. et al. : Technol. Repts. of the Osaka Univ. Vol.40, pp.323-330, Oct, 1990.
- 2) Nishimura, N. et al. : U.S.-Japan Seminar on Cyclic Buckling of Steel Structures, Osaka, 1991.
- 3) Hwang, W.S. et al. : Tech. Repts. of the Osaka Univ. Vol.41, pp347-357, 1991.
- 4) Beedle, L.S. et al. : Welding Journal, Vol. 30, pp.359s-384s, 1951.