

I-55

鋼製ラーメン隅角部の耐荷力と変形性能に関する実験研究

川崎製鉄 正員 ○宇都宮紳三 大阪大学 正員 西村宜男
 川崎製鉄 正員 田中祐人 川崎製鉄 楠原祐司

1. まえがき

都市内高速道路に主に用いられるラーメン橋脚の隅角部は大きな曲げモーメントが作用し、耐震上十分な耐荷力と変形性能が要求される。しかし許容応力度法に基づく現行設計基準では全体降伏後の挙動に対する定量的な規定がなく、限界状態設計法への移行に備え地震時の安全性評価のために変形挙動のデータを蓄積しておく必要があり、過去にもいくつかの研究が行われている。¹⁾²⁾

そこで本研究では、実物の構造詳細を再現できる大きさの隅角部供試体の載荷実験により、圧縮単調載荷および圧縮・引張りの両振り繰返し載荷による耐荷力および変形挙動の調査を行った。

2. 実験概要

実験に用いた供試体を図1に示す。供試体は高さ15m程度の一層一径間鋼製ラーメン橋脚の隅角部を想定し溶接などの影響を再現できるように約1/2.5の大きさとした。供試体は4体製作し、外寸、板厚および材質(SM570Q)は全て統一したが、内部の補剛材のサイズを2種類とし、それぞれ圧縮単調載荷および繰返し載荷を行った。供試体各部分材の幅厚比パラメータを表1にまた補剛材の諸元を表2に示す。幅厚比パラメータRは各部分材の材料試験結果に基づいて計算している。BLH-1M, 1Cは補剛材の剛比とその必要剛比の比が約1であり、BLH-2M, 2Cはその約4倍としている。

載荷方法を図2に示す。供試体を縦方向に設置し、両端にヒンジを介して圧縮または引張荷重を加え、隅角部に対して曲げとせん断を加えた。繰返し載荷試験においては、地震時にラーメン橋脚の変形が一方向に進行してゆく状況を想定し、単調載荷試験での降伏時変位量 δ_y をもとに繰返しサイクル毎に圧縮方向の最大変位量を $2\delta_y$ 、 $3\delta_y$ と増加させるといふ載荷を行った。

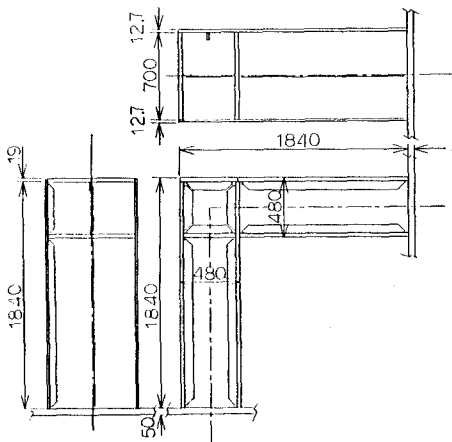


図1 供試体

表1 供試体各部分材の幅厚比パラメータ

項目 部材	板厚 mm	幅 mm	降伏点 kg/cm ²	R
フランジ	19.4	700	5640	0.492
ウ一般部	12.6	480	6260	0.206
ウ隅角部	12.6	480	6260	0.218

表2 各供試体の補剛材諸元(単位:mm)

載荷法	供試体	板厚	高さ	
			フランジ	ウェブ
単調	BLH-1M	12.6	65	50
載荷	BLH-2M	12.6	100	80
繰返し	BLH-1C	12.6	65	50
載荷	BLH-2C	12.6	100	80

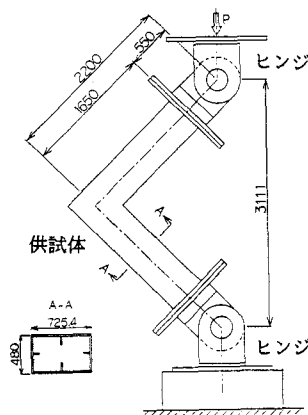


図2 載荷方法

3. 実験結果と考察

表3に実験結果、図3、図4にそれぞれ供試体BLH-1M, 1C(補剛材小)、BLH-2M, 2C(補剛材大)の荷重と基部間変形量の関係を示す。圧縮単調載荷では、供試体BLH-1M, 2Mとも降伏後は変形量 $5\delta_y$ 程度までウェブパネルのせん断変形が進行し、圧縮部材の座屈により荷重が急激に低下することはなかった。 $6\delta_y$ 付近でウェブとフランジの溶接部が破断して耐荷力が低下した。

繰返し载荷では、BLH-1Cでは3サイクル目(最大変形量 $4\delta_y$)までは単調载荷とほぼ同じ耐荷力を維持したが、4サイクル目圧縮域で強度が単調载荷の場合を下回り、その後引張り域においてウェブ・フランジ間の溶接部破断とともに隅角部ウェブパネルが面外変形を起こし、耐荷力が低下した。BLH-2Cでは、4サイクル目圧縮域(最大変形量 $5\delta_y$)では単調载荷とほぼ同じ耐荷力を維持したが、その後の引張り域において溶接部が同じ位置で破断し、耐荷力が低下した。

破壊形態は、圧縮単調载荷の場合は上フランジと隅角部ウェブパネルの溶接部の破断のみ、繰返し载荷の場合は同じ位置の溶接部破断の他に下フランジの交差部にも亀裂が発生し、またBLH-1Cでは溶接部破断後隅角部ウェブパネルに大きな面外変形が発生した。

表4に材料試験結果に基づくウェブパネルのせん断降伏荷重の計算値(最大せん断応力説に基づく降伏荷重 P_{wy1} およびせん断ひずみエネルギー一定説に基づく降伏荷重 P_{wy2})を示す。これを図3および図4にも示すが、実験での降伏荷重は P_{wy1} と P_{wy2} のほぼ中間に位置し、最大せん断応力説に基づく現行設計法³⁾は安全側の降伏荷重を算出しているといえる。

表3 各供試体の耐荷力(単位:ton, mm)

項目	降伏時		最大荷重時	
	荷重	変位	荷重	変位
BLH-1M	145.0	16.5	171.5	94.7
BLH-2M	148.0	15.0	171.5	79.5
BLH-1C	149.0	14.0	167.2	59.5
BLH-2C	151.0	15.6	170.6	59.9

表4 せん断降伏荷重に対する計算値

ケース	材料降伏点 kg/mm ²	降伏荷重 TON
1	$\tau_{y1} = \sigma_y / 2 = 31.3$	$P_{wy1} = 137$
2	$\tau_{y2} = \sigma_y / \sqrt{3} = 36.1$	$P_{wy2} = 159$

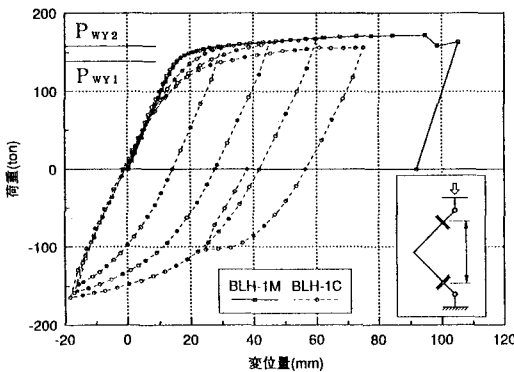


図3 試験体BLH-1M, 1Cの荷重変形曲線

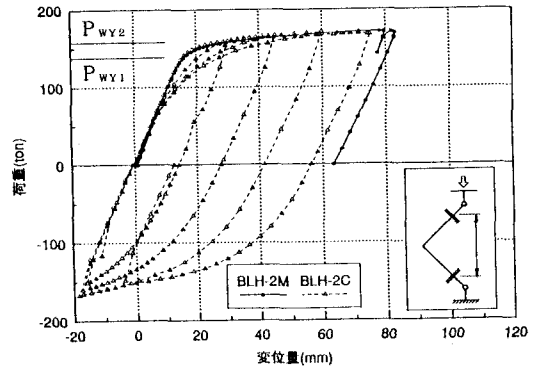


図4 試験体BLH-2M, 2Cの荷重変形曲線

4. まとめ

本研究では鋼製箱型ラーメン隅角部の耐荷力と変形能について、実物の構造詳細を再現できる大きさの供試体により载荷試験を行った。その結果、以下の知見が得られた。

- ①単調载荷では降伏後も耐荷力が低下することなく降伏時変形量の5倍程度まで変形した。繰返し载荷では4倍程度まで単調载荷とほぼ同じ耐荷力を有していた。
- ②各供試体は降伏後ウェブパネルのせん断変形が全体変形を支配し、溶接部の破断が起こるまで局部座屈等により耐荷力が低下することはなかった。
- ③現行設計法によるせん断降伏荷重の評価方法は実験値に対して安全側の値を与えており、妥当であるといえる。

参考文献

- 1) 西村, 黄, 佐々木, 小林: 鋼製ラーメン隅角部の極限強度に関する実験的研究, 第45回年次学術講演概要集I-57
- 2) 黄, 西野, 西村: 鋼製ラーメン隅角部の履歴特性に関する実験, 第46回年次学術講演概要集I-PS6
- 3) 奥村, 石沢: 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, 1968年5月