

鋼製ラーメン隅角部の変形特性

九州工大 学生員 久保知徳 仰木芽久美 南野能克
九州工大 正会員 山口栄輝 久保喜延

1. はじめに

1995年の兵庫県南部地震以降、大きな繰返し荷重下での変形挙動の把握が耐震設計上重要となっている。筆者らは、先に、池田ら¹⁾により行われた実験を参考に、鋼製ラーメン隅角部の板厚、ハンチの有無が隅角部の変形挙動に及ぼす影響を解析的に検討した²⁾。本研究では、同様の解析を行うことにより、隅角部のひずみ集中やせん断変形について検討を加える。

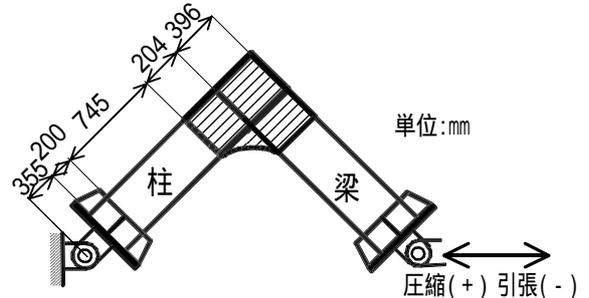


図1 供試体概略図

2. 解析対象

解析対象とする隅角部モデルとして、池田ら¹⁾の実験供試体から2つ(G-1, G-3)を取り上げ、概略を図1に示す。図1の斜線部を隅角部と定義し、載荷点側の部材を梁、反対側の部材を柱と呼ぶ。G-1とG-3の違いは隅角部の板厚で、G-1は平均応力を基に定めた16mm、G-3はせん断遅れを考慮して定めた22mmである。また、G-1, G-3は、隅角部内側に曲線型ハンチを取付けた構造となっており、ハンチを取り外した供試体モデル(H-1, H-3)の解析も行い、ハンチの効果についても検討する。本研究ではG-1, H-1をシリーズ1, G-3, H-3をシリーズ3と呼ぶ。供試体諸元を表1にまとめる。

表1 供試体諸元 単位(mm)

供試体	ハンチの有無	柱および梁部材		隅角部の板厚
		フランジ	ウェブ	
G-1	有	410 × 12	380 × 12	16
G-3				22
H-1	無	410 × 12	380 × 12	16
H-3				22

3. 載荷方法

図1に示すように、両端をヒンジ固定(一端は水平方向可動)し、梁部材端部を変位制御により載荷する。フランジ隅角部近傍における軸方向ひずみの平均値が降伏ひずみに達した時点を降伏点とし、その時の変位 y を用いて、 $y, 2y, 3y, \dots$ と振幅を大きくしながら、各振幅で1サイクルずつ繰返し載荷する。圧縮、引張の定義は図1に示す通りである。なお、 y はシリーズ1で11mm、シリーズ3で9.5mmである。

4. 解析モデル

有限要素解析においては、対称性を考慮し、供試体の1/2をモデル化する。解析には有限要素解析ソフトABAQUSを用いる。解析で使用する要素は4節点低減積分シェル要素(S4R)4096個、2節点開断面空間梁要素(B310S)2個である。梁要素は供試体端部の載荷治具部分をモデル化しており、本解析では剛とする。実験供試体の鋼材はSM490で、その一軸引張試験結果からパラメータ値を定めた三曲面モデル³⁾を構成則として使用する。初期たわみと残留応力は無視する。

5. 解析結果と考察

池田らの載荷実験では¹⁾、3サイクル載荷が行われている。先にこの荷重条件下における解析を行い、最大耐力以降で耐力を小さめに評価するが、最大耐力までは実験結果と非常に良く一致した結果を得ている²⁾。本研究では1サイクル載荷の解析を行う。解析結果として、水平荷重 H と水平変位 δ の履歴曲線の包絡線を図2に示す。この図には3サイクル載荷による結果も示している。繰返し回数の違いは最大耐力以降で認められるものの、ほぼ同じ傾向の曲線が得られている。変形性状もほぼ同じであり、H-1のみで局部座屈による

キーワード : ラーメン隅角部, ハンチ, 有限要素解析, ひずみ集中, せん断変形

連絡先 : 〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町1-1 Tel(093)884-3110 Fax(093)884-3100

面外変形が隅角部に及んでいる．図3にG-1, H-1の変形図を示す．

隅角部の内側フランジの柱・梁接合部における水平変位と直ひずみの関係を図4に示す．G-1とH-1, G-3とH-3のひずみを比較すると、いずれもハンチを有するGタイプの方がひずみは小さくなっており、ハンチがひずみ集中の緩和に有効であることがわかる．また、G-1とG-3, H-1とH-3の結果を比較すると、板厚の大きなシリーズ3の方がひずみは小さく、板厚を増してもひずみ集中が緩和されることが理解される．G-1とH-3を比較すると、G-1の方がひずみは小さい．G-1はH-1にハンチを取り付けたもの、H-3はH-1の板厚を増したものであることから、板厚を増すよりもハンチを取り付ける方が、ひずみ集中緩和により有効であると推察される．

水平荷重 H と隅角部ウェブパネルのせん断変形角 γ の関係（包絡線）を図5にまとめている．このせん断変形角は、パネル四隅の変位をもとに算出した平均的な角度である．

図5の解析結果でモデル間の変形特性を比較すると、板厚が同じモデル（同じシリーズのモデル）は最大耐力点まではほぼ一致した変形挙動を示すが、板厚の異なるモデル間では大きな違いを生じていることがわかる．これらのことより、隅角部ウェブパネルのせん断変形には、ハンチの有無はあまり影響がなく、板厚が大きな影響を及ぼすことが理解される．

謝辞

本研究を進めるに際し、東京工業大学の三木千寿教授、市川篤司教授、鉄道総研の池田学氏より有益な助言を頂いた．ここに記して感謝します．

参考文献

- 1) 池田他, 鉄道総研報告, 13(4), 1999.
- 2) 山口他, 構造工学論文集, 46A, 119-125, 2000.
- 3) 後藤他, 土木学会論文集, 591/I-43, 189-206, 1998.

