

左右の梁せいが異なる角形鋼管柱・梁接合部パネルの力学性状
(その3. 十字架構荷実験結果および考察)

熊野豪人*1

静荷実験 段違いパネル 荷重・変形関係
角形鋼管 せん断耐力

同 桑原 進*2
同 宮定 章*1
同 井上一朗*3

1. 序

本論その3では, その2で述べた角形鋼管柱・H形鋼段違い梁接合部パネルを対象とした十字架構荷実験の結果について報告し, 考察を行う. またその1で提案したパネルの耐力推定式による計算値と実験値とを比較・検討する.

2. 実験結果および考察

図1に梁せい差をパラメーターとして重ね合わせた骨格曲線を示す. 図の縦軸はその2(4)式から得られるパネル平均せん断力 \overline{jQ} , 横軸はその2(1)式から得られる平均せん断変形角 $\overline{\gamma}$ である. また, 図中の三角印はパネル平均せん断力 - 平均せん断変形角関係の0.35% offset値を示す. 本論ではこれを全塑性耐力の実験値 Q_{pe} と定義する. Q_{pe} は曲げモーメントを受ける部材の全塑性モーメント

に対応する指標で, パネル全体がせん断降伏応力度に達する状態を想定している. すなわち, 1軸引張応力状態の鋼材の降伏点は0.2% オフセット値で定義されるが, 純せん断応力状態では, $\overline{\gamma} = 0.35\%$ オフセット値がそれに対応すると考える. 図より軸力の有無に関わらず梁せい差100mmのとき耐力の低下が見られ, 梁せい差200mmのとき再び耐力が上昇する. 表1にその1(14)・(16)・(20)式から得られる $\overline{jQ}_P^A \cdot \overline{jQ}_P^B$ の計算値を示す. また, 図2はそれを図示したものであり, 縦軸に $\overline{jQ}_P^B / \overline{jQ}_P^A$, 横軸に梁せい差を示す. 計算値も同様の傾向を示し, 実験値と計算値の性状がよく一致していることが分かる.

図3に軸力比をパラメーターとして重ね合わせた骨格曲線を示す. 梁せい差が無い試験体では軸力による耐力の低下はほとんど見られない. これは軸力をパネルフランジが負担するためである. 一方, 梁せい差がある試験体では軸力により耐力は8%から10%低下する.

図4に幅厚比をパラメーターとして重ね合わせた骨格曲線を示す. 図の縦軸, 横軸はそれぞれ梁せい

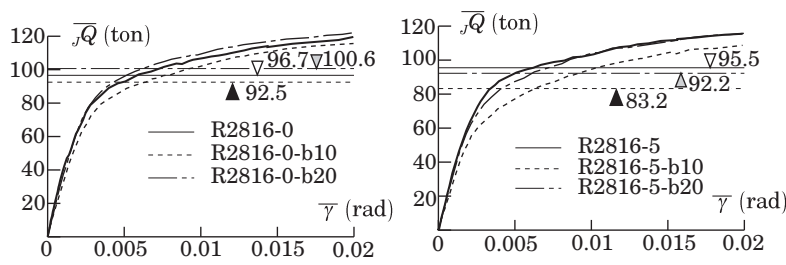


図1 骨格曲線 (梁せい差別)

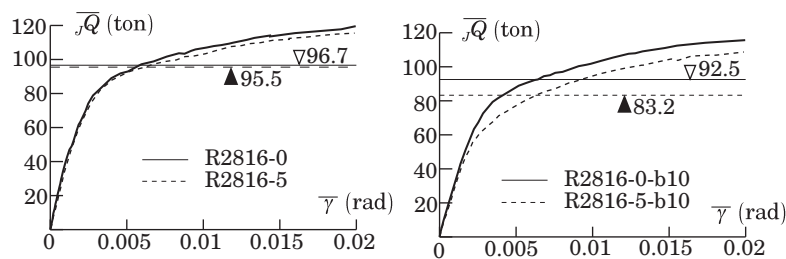


図3 骨格曲線 (軸力比別)

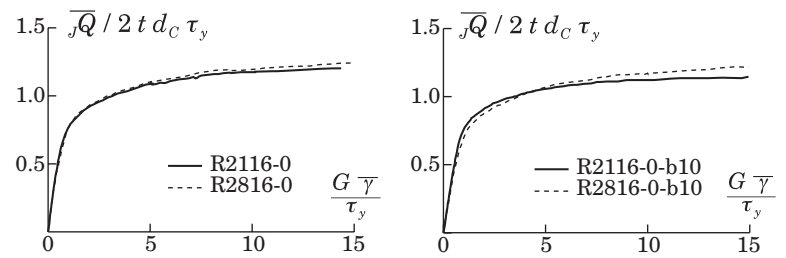


図4 骨格曲線 (幅厚比別)

表1 機構A・機構Bの耐力比較

試験体名	\overline{jQ}_P^A (ton)	\overline{jQ}_P^B (ton)	$\frac{\overline{jQ}_P^B}{\overline{jQ}_P^A}$
R2816-0	103.3	-	1.00
R2816-5	89.5	-	1.00
R2116-0	132.7	-	1.00
R2116-5	114.9	-	1.00
R2816-0-b10	103.3	93.6	0.91
R2816-5-b10	89.5	83.9	0.94
R2816-0-b20	103.3	99.0	0.96
R2816-5-b20	89.5	93.1	1.04
R2116-0-b10	132.7	118.5	0.89
R2116-5-b10	114.9	106.2	0.92

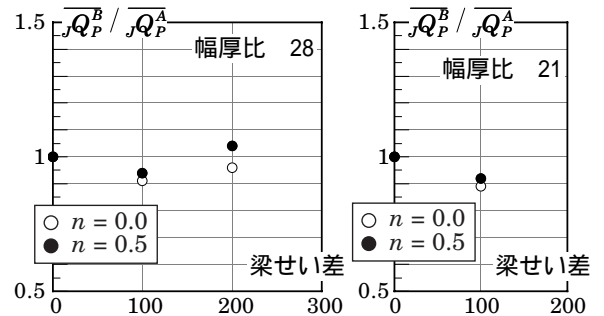


図2 耐力式における梁せい差の影響

The elasto-plastic behaviors of joint panels at the connection of rectangular steel column and two H-shaped beams with different depth (Part 3. Result and consideration of the test for cruciform subassemblies)

KUMANO Takehito, KUWAHARA Susumu, MIYASADA Akira and INOUE Kazuo

い差 0、軸力比 0 のときのせん断耐力とせん断変形角で無次元化している。図を見ると、軸力比、梁せい差に関わらず、降伏域において曲線はほぼ重なっており、本実験の範囲では幅厚比が耐力に及ぼす影響は見られない。

すべての試験体は測定上の限界から余力を残して载荷を終了しており、塑性変形能力は累積塑性せん断変形角で 0.35 rad 以上を有している。

図 5 に示す骨格曲線により、パネル 1・パネル 2 の変形性状を比較する。図の縦軸はその 2 (5) 式から得られるパネル 1 のせん断力 JQ_{C1} およびその 2 (6) 式から得られるパネル 2 のせん断力 JQ_{C2} 、横軸はその 2 (2) 式から得られるパネル 1 のせん断変形角 γ_1 およびその 2 (3) 式から得られるパネル 2 のせん断変形角 γ_2 である。図よりパネル 1 が大きく変形しているのに対し、パネル 2 の変形は小さいことが分かる。また、梁せい差が大きくなるとパネル 2 の変形も大きくなる。図 6 に試験体の载荷終了時の写真を示す。図よりパネル 1 が変形しているのにパネ

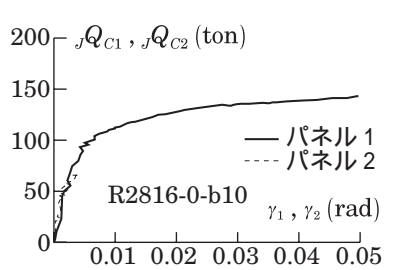


図 5 パネル 1・パネル 2 比較

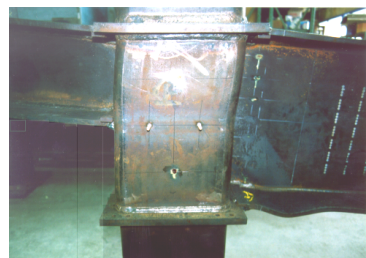


図 6 载荷後の試験体 (R2816-5-b20)

表 2 剛性・せん断耐力一覧表

試験体名	K_e (t / rad)	K_s (t / rad)	$\frac{K_e}{K_s}$	Q_{pe} (ton)	$\overline{JQ_P}$ (ton)	$\frac{Q_{pe}}{\overline{JQ_P}}$
R2816-0	40499	35195	1.11	96.7	103.3	0.94
R2816-5	36004	35195	0.99	95.5	89.5	1.07
R2116-0	53931	45239	1.14	122.5	132.7	0.92
R2116-5	41282	45239	0.87	121.5	114.9	1.06
R2816-0-b10	32213	35195	0.88	92.5	93.6	0.99
R2816-5-b10	29457	35195	0.81	83.2	83.9	0.99
R2816-0-b20	36763	35195	1.03	100.6	99.0	1.02
R2816-5-b20	34045	35195	0.96	92.2	89.5	1.03
R2116-0-b10	46860	45239	0.99	122.8	118.5	1.04
R2116-5-b10	36658	45239	0.78	112.4	106.2	1.06

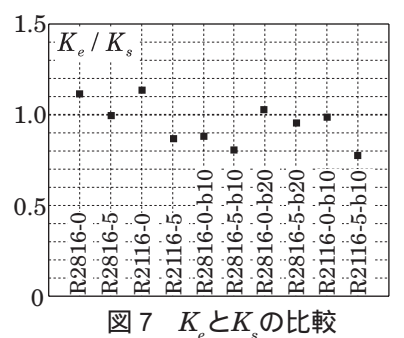


図 7 K_e と K_s の比較

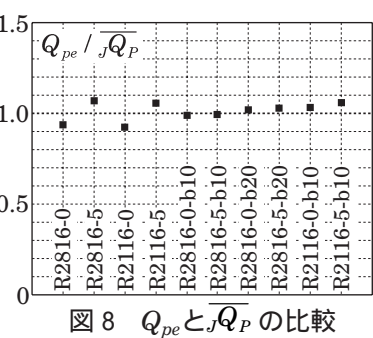


図 8 Q_{pe} と $\overline{JQ_P}$ の比較

ル 2 はほとんど変形していない様子が分かる。また梁フランジ・梁ウェブの一部が局部座屈している。梁せい差があるすべての試験体で同様の傾向が見られた。以上の結果より、実験では梁せい差を有するすべての試験体が機構 B で降伏したと判断できる。表 1 に示す計算値では、R2816-5-b20 を除く梁せい差を有する試験体が機構 B で崩壊すると予想しており、実験結果と一致する。R2816-5-b20 については $\overline{JQ_P^A}$ と $\overline{JQ_P^B}$ にほとんど差がなく、崩壊機構による差は見られなかった。このため実験では計算値と異なる機構で降伏したと考えられる。

3. 実験結果と計算結果の比較

表 2 に各試験体の剛性とせん断耐力の実験値および計算値の一覧を示す。また、実験剛性 K_e と計算剛性 K_s の比較を図 7 に示す。実験剛性 K_e は 1/3 耐力での割線剛性であり、計算剛性 K_s はその 1 (13) 式から得られる。図の縦軸は実験剛性を計算剛性で除した値で、横軸は試験体名である。図を見ると 0.78 ~ 1.14 と若干のばらつきが見られる。しかし、パネル剛性がフレーム剛性に及ぼす影響は小さいため、フレーム全体の剛性で考えるとほとんど影響はない。

せん断耐力の実験値 Q_{pe} とその 1 (20) 式から求まる計算値 $\overline{JQ_P}$ の比較を図 8 に示す。図の縦軸は実験値を計算値で除した値で、横軸は試験体名である。図より 0.94 ~ 1.07 となり計算値と実験値はよく対応している。

4. 結論

本論では、角形鋼管柱・H形鋼段違い梁接合部パネルの十字架構実験結果について述べた。得られた結果を以下に要約する。

- (1) 角形鋼管柱・H形鋼段違い梁接合部パネルではパネル 1、梁ウェブ・梁フランジの一部が降伏する機構 B で崩壊する場合がある。このときの耐力はパネル体積を全体積有効と考えた機構 A の耐力を下回る。
- (2) その 1 で示した耐力推定式により予測した崩壊機構は実験結果とよく一致し、せん断耐力の実験値は計算値の 0.94 ~ 1.07 となる。
- (3) 実験剛性は計算剛性の 0.78 ~ 1.14 となり若干ばらつく。しかし、フレーム全体の剛性で考えるとほとんど影響はない。

謝辞・参考文献
本論その 2 にまとめて記す。

*1 大阪大学大学院工学研究科建築工学専攻・大学院生
*2 大阪大学大学院工学研究科建築工学専攻・助手
*3 京都大学大学院工学研究科生活空間学専攻・教授

Dept. of Architectural Eng, Osaka Univ. / Graduate Student
Dept. of Architectural Eng, Osaka Univ. / Research Associate
Dept. of Architecture and Enviromental Design, Kyoto Univ. / Professor