

外ダイアフラム形式の角形鋼管柱-梁接合部の実験 (その4. 考察)

模型実験 架構実験 柱梁接合部
外ダイアフラム形式 局部変形

正会員○ 越智健之*¹ 同 甲山泰章*²
同 光成和昭*³ 同 松尾隆一*³

1. 単純せん断試験の耐力 外ダイアフラム形式の接合部の耐力は実験式(1)と降伏線理論の応用(2)による予測式が提案されている。文献(2)の手法は色々な形状の継手に使用されており、また、今回の実験の形状についても考察が可能であるために、ここでは文献(2)の手法を使用することとした。ただし、文献(2)における降伏耐力の定義は、接合部の全塑性耐力に対応するので、文献(6)で用いられた係数(2/3)を柱フランジ面の局部耐力(P_{np})に適用して許容応力に対応した降伏耐力の予測値を(1)式とした。また、ダイアフラム部と柱野溶接は隅肉溶接を前提にしているため、局部耐力に累加するダイアフラム部側面の耐力(P_{dy})には、鋼管の板厚の協力幅を累加していない。

$$P_{y,cal} = \frac{2}{3} \cdot P_{np} + P_{dy} \quad \text{ただし、} P_{dy} = 2 \cdot h_d \cdot t_d \cdot \sigma_{dy} \quad (1)$$

サイドプレート形式の場合には、文献(5)に従って耐力を算定した。ただし、基本となる外ダイアフラムの降伏耐力の算定には文献(2)の計算値(P_{np})を使用した。

図1. の○△□×に降伏耐力の実験値と計算値(1)式を比較する。両者は良く一致しているが、形式の違いによって両者の対応が若干異なっている。図1. の●▲は文献(1),(3)の耐力予測式と実験値とを比較したものである。実験値に対して文献(1)の提案式は若干高い値となる。

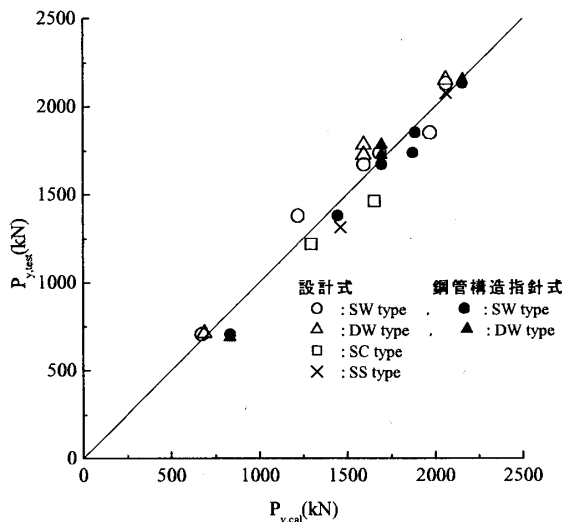


図1. 降伏耐力の実験値と計算値の比較

図2. に実験における終局耐力と降伏耐力を比較する。ただし、↑印がついた実験の終局耐力はさらに上昇すると考えられる。それらを含んだ全ての試験体の応力上昇率(終局耐力/降伏耐力)は平均値で1.97となる。サイドスチフナーを用いた試験体と鋼管角部の溶接がない試験体(SC)では、他の試験体よりも応力上昇率は低い。文献(1)の比較では両者の比率が1.6程度であった。その数値を今回の実験が上回っているのは、溶接施工技術が向上したことと応力集中部に溶接部がないためと考えられる。

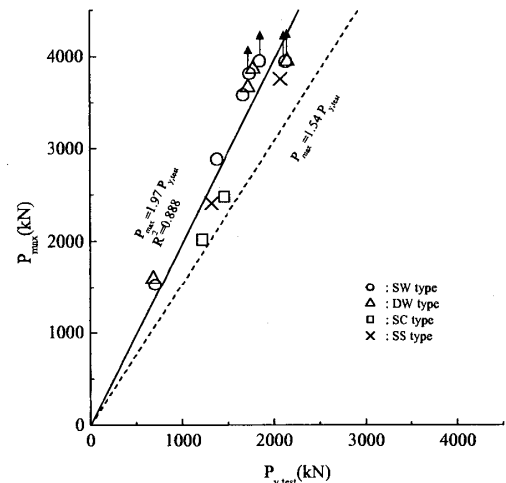


図2. 最大耐力と降伏耐力の比較

2. 架構実験の耐力 接合部全体の変形形状を考えた耐力推定は文献(6)がある。ただし、文献(6)ではノンダイアフラム形式の接合部を対象としているので、文献(2)と同様に、外ダイアフラムの出の分を累加した接合部の耐力を(2)式とする。

$${}_j M_y = \frac{2}{3} M_{np} + P_{dy} \cdot d \quad (2)$$

ただし、 d : ダイアフラム板厚中心間距離

実験における降伏耐力($M_{y,test}$)を前報(その2.)の定義と同様に求め、実験時の最大曲げモーメント(M_{max})と(2)式の予測値(${}_j M_{y,cal}$)とそれらの比率を表3.に示す。前報(その3.)の図4.に梁端モーメント(柱フェイス)と回転角の関係を示した。図中には、接合部の降伏耐力の計算値

Tests on moment connections between RHS columns and wide flange beams with external diaphragms
Part 4. Discussion

OCHI Kenshi, KOYAMA Yasuaki, MITSUNARI Kazuaki, MATSUO Ryuichi

に(2)式で計算した結果を破線で示した。また、降伏耐力の1.97 倍の値を最大耐力の予測値として一点鎖線で示した。前述のように、単純せん断試験の接合部の最大耐力と降伏耐力の比率はこの値が平均値であり、実験では一点鎖線の領域まで到達していない。両試験体とも梁の降伏耐力の1.5 倍程度まで最大耐力を発揮したが、接合部耐力の最大耐力には余裕があるので接合部の終局状態には到達していない。

表 3. 実験結果一覧

試験体	$M_{y,test}$	M_{max}	$jM_{y,cal}$	$M_{y,test}$	M_{max}
	(kNm)	(kNm)		$jM_{y,cal}$	$M_{y,test}$
A	581	867 以上	603	0.96	1.49
B	537	852 以上	508	1.06	1.59

既往の外ダイアフラム形式とサイドスチフナー形式の接合部を有するト形あるいは十字形部分架構の実験の中から、接合部で局部破壊した実験を選んで、前述の降伏耐力の定義にしたがって実験の降伏耐力を求め、図3. に降伏耐力の実験値と計算値を比較する。両者はよく一致しており形状が異なる接合部に対しても、(2)式によって適切に降伏耐力を評価することができる。

図4. は接合部の降伏耐力と最大耐力を比較したものである。ただし、この図の実験資料は接合部の降伏が梁の降伏よりも先行したものであるが、最大耐力は接合部の破壊で定まったものとは限らない。今回の外ダイアフラムが、応力集中部に溶接がないことから、文献4)の一枚板を用いた実験とほぼ同じ応力上昇率を発揮していることがわかる。文献1)の実験資料は、応力集中部に手溶接による完全溶け込み溶接があるために、降伏耐力に比較して最大耐力はあまり上昇していない。

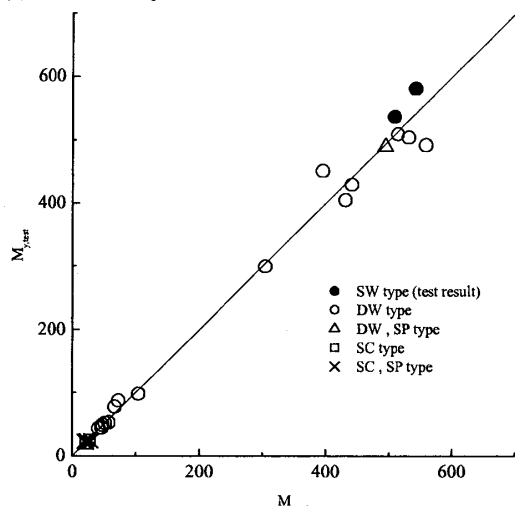


図 3. 既往の試験結果を含めた接合部の降伏耐力の比較

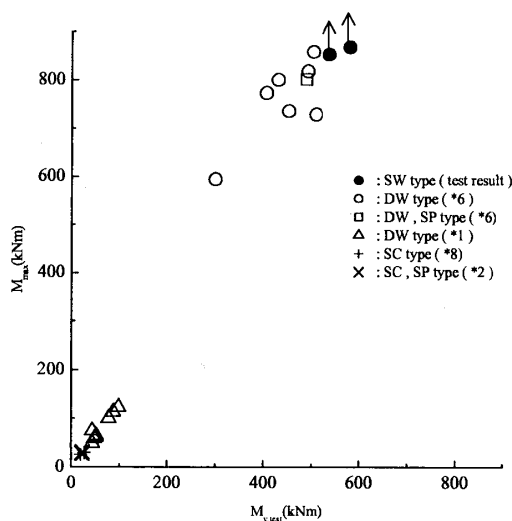


図 4. 接合部の降伏耐力と最大耐力の比較

まとめ 形状の異なる柱梁接合部に対して、単純せん断試験とト形架構試験を行った。外ダイアフラム形式の接合部の有効性を実験によって確認し、既往の提案を用いることで接合部耐力が予測できることを示した。また、外ダイアフラム形式では著しい応力上昇が期待出来る。

参考文献

- 1) 田淵基嗣, 金谷 弘, 上場輝康: 角形鋼管柱・H形はり接合部の局部耐力推定式—角形鋼管柱溶接接合部の実験的研究 2—, 日本建築学会構造系論文報告集, 第 352 号, 昭和 60 年 6 月
- 2) 森田耕次, 江波戸和正, 渡辺 仁, 山本 昇, 安田博和, 里中孝之: 箱形断面柱—H形断面はり接合部のダイアフラム補強に関する研究—接合部降伏耐力の評価—, 日本建築学会構造系論文報告集, 第 388 号, 昭和 63 年 6 月
- 3) 日本建築学会: 鋼管構造設計施工指針・同解説, 1990 年 1 月
- 4) K. Ikebata, Y. Makino, K. Ochi, Y. Kurobane and M. Tanaka, " Experimental Study on RHS Column to Wide Flange I-Beam Connections with External Diaphragms," Sixth International Conference on Steel and Space Structures, Sept. 1999
- 5) 松井千秋, 河野昭彦, 李熾曙: 中空およびコンクリート充填角形鋼管柱とH形鋼梁の新接合形式に関する実験的研究, 日本建築学会構造系論文報告集, 第 486 号, 1996 年 8 月
- 6) 原田幸博, 森田耕次, 横井圭司, 藤田謙一: ノンダイアフラム形式箱形断面柱—H形断面梁接合部の弾塑性挙動の評価, 鋼構造論文集, 第 7 巻, 第 26 号, 2000 年 6 月
- 7) 日本建築学会近畿支部鉄骨構造部会: 通しダイアフラム形式で角形鋼管に接合されるH形鋼梁の塑性変形能力に関する実大実験, 1997 年 7 月
- 8) 黒羽啓明, 越智健之, 山下優子, 徳留幸成, 田中正光: 梁フランジ端部溶接なしの新工法による角形鋼管柱・梁接合部の実験, 鉄構技術, Vol. 11, No.115, 1998 年 1 月

*1 熊本大学 Kumamoto Univ.
 *2 熊本大学 大学院生 Graduate School, Kumamoto Univ.
 *3 (株) 新井組 技術研究所 ARAIGUMI CO., LTD