

厚肉角形鋼管部材を用いたノンダイアフラム形式の柱梁接合部の力学性能に関する実験研究

その2 試験結果と考察

正会員 ○佐藤 由悟^{*1} 同 中野 英行^{*1}
同 聲高 裕治^{*2}

面外曲げ初期剛性 面外曲げ耐力 根抜け破断

1. はじめに

本報その2では、試験結果に基づいて考察を行う。

2. 評価方法

梁フランジの引張による面外曲げ全塑性耐力 P_p の評価は、文献1)で提案する降伏線モデルを用いることとし、降伏線の降伏モーメントを $t_p \cdot \sigma_y / 4$ として算出する。一般部の試験体は、コアと柱に降伏線を仮定して算出した。偏心梁の試験体は、偏心を考慮した降伏線を仮定して算出した。一般部と偏心梁で仮定した降伏線を図1に示す。

面外曲げ初期剛性 K は、文献2)のノンダイアフラ

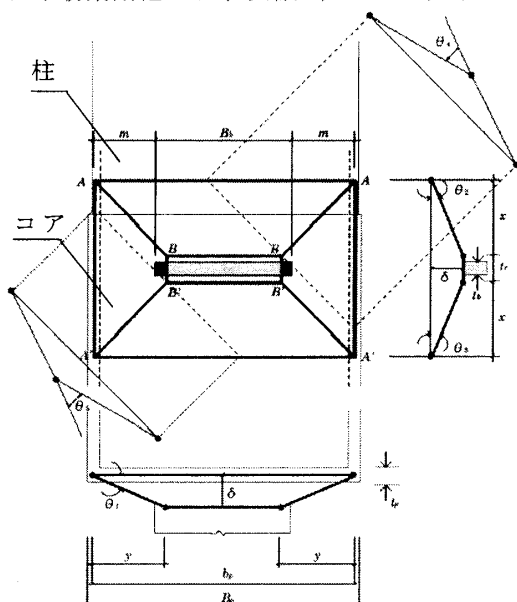


図1 一般部で仮定した降伏線

ム形式柱梁接合部の面外曲げ変形を回転バネとして評価する方法のうち、対称モーメントが作用する場合から算出した。回転バネの剛性から引張側梁フランジ接合部の面外曲げ初期剛性を求めて計算値 eK とした。

3. 試験結果と試験結果の比較

表1に計算結果、試験結果、試験結果と計算結果の比較を示し、図2に試験結果の引張荷重 P -面外曲げ変位 δ 関係を示す。柱頭部試験体の計算結果は、一般部の計算結果を用いている。梁フランジ幅の広い S300M、S300W、M300M、M300W では、荷重が試験機的能力限界に達したため加力終了点を最大耐力 eP_u とした。初期剛性 eK は、原点と $eP_u/3$ の点を繋いだ直線の傾きとし、接線の傾きが eK の $1/3$ となる点を降伏耐力 eP_y として図2中に○プロットしている。

加力開始直後は、 P - δ 関係が直線的に増加する。面外曲げ変形が進行すると緩やかに剛性が低下していき、その後図3に示す梁フランジ根本で管壁が抜ける根抜け破断を発生し、 eP_u を示す。一般部では、コアと合わせて柱材も面外曲げ変形を生じ、柱頭部では、プレートに大きな面内伸びを生じていた。

図4に各試験体の eK 、 eP_y 、 eP_u の値を M300S の値で無次元化した結果を示す。基本部 S300S と一般部 M300S を比較すると、M300S で eK 、 eP_y 、 eP_u が若干低下する。M300S では、応力の一部をコアより板厚の薄い柱材管壁の面外曲げ抵抗により伝達するため、S300S に比べ、負担できる塑性エネルギー量が少ないためと考えられる。梁フランジ幅の広い試験体でも同様の傾向であった。一般部 M300S と柱頭部 TP300S を比較すると、TP300S は、M300S を上回る eK 、 eP_y 、 eP_u を示している。梁フラ

表1 試験結果一覧 ()は試験機的能力で決定した値、<>はM300Sの計算結果を準用した値

試験体名	計算結果			試験結果				試験結果/計算結果		
	初期剛性	降伏耐力	全塑性耐力	初期剛性	降伏耐力	最大耐力		初期剛性	降伏耐力	最大耐力
	eK	eP_y	eP_p	eK	eP_y	eP_u	終局状況	eK/eK	eP_y/eP_y	eP_u/eP_p
	(kN/mm)	(kN)	(kN)	(kN/mm)	(kN)	(kN)				
1 S300S	1,317	1,154	1,731	1,320	1,375	1,973	根抜け破断	1.00	1.19	1.14
2 S300M	2,578	1,478	2,217	3,029	1,856	(3004)	試験機限界	1.18	1.26	(1.36)
3 S300W	5,536	2,007	3,010	5,783	2,506	(3032)	試験機限界	1.04	1.25	(1.01)
4 E300S	1,733	1,398	2,097	2,340	1,429	2,247	根抜け破断	1.35	1.02	1.07
5 M300S	736	769	1,154	1,195	1,194	1,687	根抜け破断	1.62	1.55	1.46
6 M300M	1,785	1,085	1,627	2,716	1,655	(3002)	試験機限界	1.52	1.53	(1.85)
7 M300W	4,786	1,613	2,419	5,478	2,319	(3013)	試験機限界	1.14	1.44	(1.25)
8 ME300S	1,655	1,353	2,030	2,191	1,399	2,260	根抜け破断	1.32	1.03	1.11
9 ME300M	2,493	1,437	2,155	2,539	1,712	2,239	根抜け破断	1.02	1.19	1.04
10 TP300S	<736>	<769>	<1,154>	2,421	1,317	2,380	根抜け破断	<3.29>	<1.71>	<2.06>
11 TP300S-4.5	<736>	<769>	<1,154>	2,876	1,488	2,128	根抜け破断	<3.91>	<1.93>	<1.84>
12 TPC300S-4.5	<736>	<769>	<1,154>	3,074	1,462	2,087	根抜け破断	<4.18>	<1.90>	<1.81>

An experimental study on structural behavior of Beam to Column Connections assembled heavy wall SHS without diaphragm.

Part2 Experimental results and discussion

SATO Yugo, NAKANO Hideyuki, KOETAKA Yuji

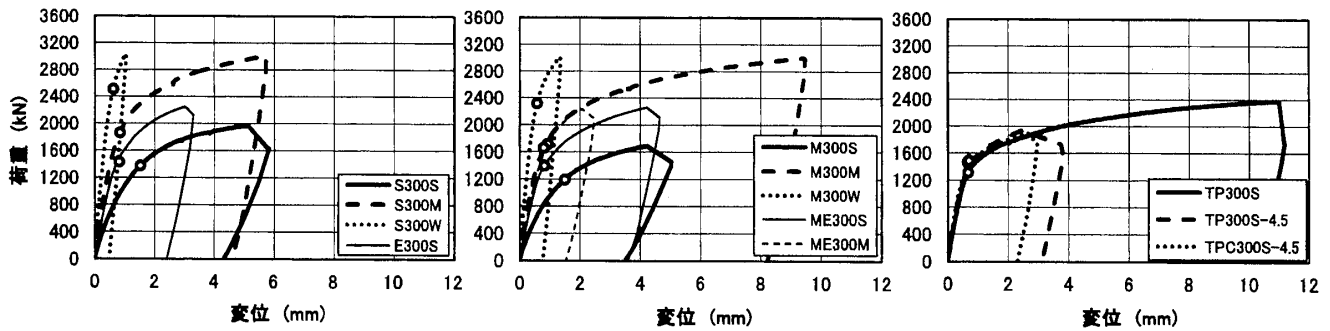


図2 引張荷重P-面外変位δ関係

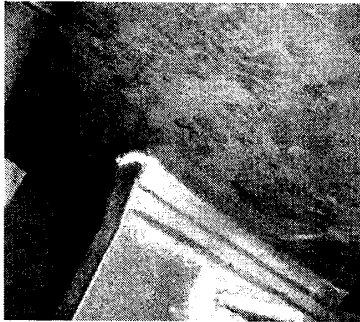


図3 根抜け破断状況

ンジ幅の影響を考察すると、梁フランジ幅が広がると、 eK 、 eP_y 、 eP_u が上昇する。梁フランジ幅が広がると、 eP_y は直線的な上昇を示し、 eK は大きく上昇している。梁フランジ幅が広がるとコア側壁の引張による応力伝達量が大きくなるため特に eK が大きく上昇したと考えられる。梁フランジ偏心の影響を考察すると、梁フランジ幅が狭い場合には、偏心すると eP_y と eP_u は若干上昇し、 eK は大きく上昇する。偏心したことによりコア側壁の引張による応力伝達量が大きくなったためと考えられる。梁フランジ幅が比較的広いME300Mの場合、M300Mに比べ、 eK は若干低い値となり、 eP_u が低くなった。M300Mでは、梁フランジ側端が内R部にあるが、ME300Mでは内Rが無い平板位置に応力が集中したため eP_u が低くなったと考えられる。傾斜梁としたTP300S-4.5および斜め切断したTPC300S-4.5は、TP300Sに比べ eK と eP_y は若干上昇し、 eP_u は若干減少している。

4. 試験結果と計算結果の対応

図5に試験結果と計算結果の比較を示す。 eK と eK の対応を見ると、ばらつきはあるものの全ての試験体で計算値は試験結果を安全側に評価している。基本部のS300Sは、非常に良い対応を示している。梁フランジ幅が広がると対応が若干悪くなるものの、良く評価できているといえる。一般部は、基本部と比べると対応が安全側になる傾向がある。偏心梁は、評価にばらつきはあるものの良く評価できている。 eP_u と eP_p を比較すると、全ての試験体で最大耐力試験値は、全塑性耐力計算値を上回っている。試験機の能力により加力を途中で終了した試験体であっても、その時点で eP_p を

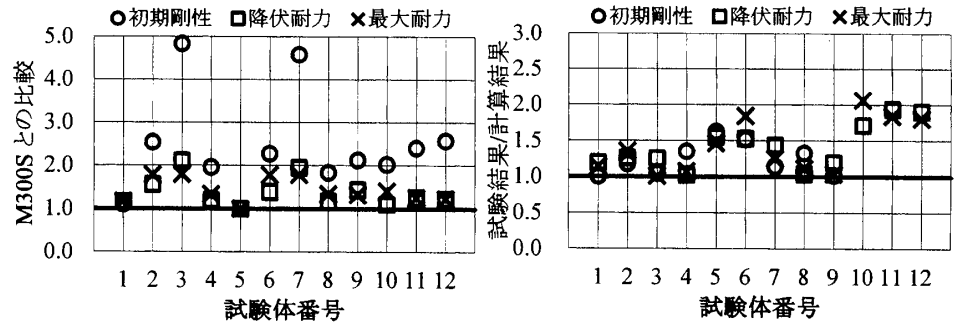


図4 M300Sとの性能比較

図5 計算結果と試験結果の比較

上回っていた。

eP_y は、 $eP_p/1.5$ とした値により、ばらつきはあるものの全ての試験体を安全側に評価することができる。表1には、 $eP_p/1.5$ を降伏耐力計算結果 eP_y として示している。この計算値は、 eP_p の算出と同じ位置に降伏線を仮定し、降伏線の降伏モーメントを $t_p \cdot \sigma_y/6$ として算出する考え方と概ね一致する。

5. まとめ

厚肉角形鋼管部材を用いた柱梁接合部の梁フランジ接合部を想定した仕口部引張試験の考察を行い、以下の知見を得た。

- ①各試験体の、面外曲げ初期剛性、面外曲げ降伏耐力、根抜け破断による最大耐力の比較を行い、基本部、一般部、柱頭部の挙動の違い、梁フランジ幅の違い、偏心梁の有無、傾斜梁、斜め切断の有無による挙動の変化を確認した。
- ②初期剛性と最大耐力の試験結果と計算結果の比較を行い、対応にばらつきはあるものの、全て安全側に評価できていることを確認した。
- ③降伏耐力は、面外曲げ全塑性耐力計算値を1.5で除した値を用いることで、ばらつきはあるが安全側に評価することができることが分かった。

謝辞 引張試験の実施および結果の整理に当たっては藤村剛丈君（元大阪工業大学）に御尽力頂いた。

【参考文献】 1) 森田耕次他；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，pp100-110，昭和63。
2) 日本建築学会；鋼構造接合部設計指針，2003，

*1 日鐵住金建材株式会社

*2 京都大学大学院工学研究科建築学専攻

Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co., Ltd

Dept. of Architecture and Architectural Engineering, Kyoto Univ.