

変厚鋼板の材料特性と柱梁接合部試験体について 変厚鋼板を梁フランジに用いた増厚梁端接合部の塑性変形能力 その1

柱梁接合部 塑性変形能力 実大実験
変厚鋼板 溶接 破壊性状

正会員○井川大裕*¹ 同 坂井悠佑*²
同 吹田啓一郎*³ 同 多賀謙蔵*⁴
会員外 田邊義和*⁵ 正会員 塚越治夫*²

1. はじめに

鋼構造ラーメンにおける柱梁接合部の早期破断を防ぐため様々な研究が行われ、工場溶接形式ではノンスカラップ工法が高い変形能力を示すことが明らかにされている。しかし、現場溶接形式はスカラップ工法としなければならず、スカラップ底を起点に早期に亀裂が発生して破断に至る可能性が残る。これまでに梁端部に作用する応力を減少させ、塑性変形性能を向上させるハンチ形式¹⁾やRBS形式²⁾が提案されている。しかし、ハンチ形式はハンチ部分が適切に溶接されなかった場合、溶接部から破断が発生する可能性があることが報告³⁾されている。また、1枚の鋼板から切り出すのは効率的でなく、工場内の作業性にも不利である。

本研究では、可変ロール圧延機により製造され、1枚の鋼板で厚みを変化させた鋼材を梁フランジに用いて、ハンチ形式と同様に塑性変形能力を向上させる接合法を試作し、柱梁接合部試験体を用いてその性能を評価した。この接合法は柱幅や納まり上の梁幅制限に関わらず任意の接合部耐力を確保できるという設計上の利点がある。その1で変厚鋼板の材料特性と変厚鋼板を梁フランジに用いた柱梁接合部試験体について述べ、その2で載荷実験の結果を示す。

表1 鋼材の機械的性質

名称	板厚 mm	試験片	σ_{y1} N/mm ²	σ_u N/mm ²	破断伸び %	Y.R. %
TA40	40	JIS 1A 号	365	533	29.6	68.5
RA	変厚部	JIS 10 号	379	558	33.3	67.9
TA19	19	JIS 1A 号	386	540	26.7	71.5
TW19	19	JIS 1A 号	408	555	25.4	73.5

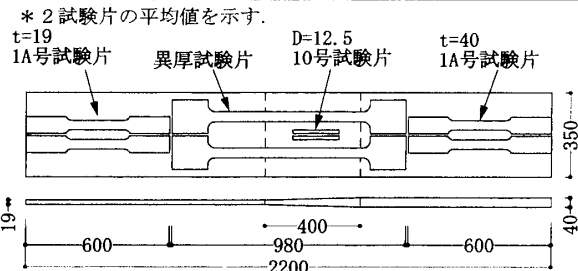


図1 変厚鋼板 (単位: mm)

2. 変厚鋼板の材料特性

本研究で用いた変厚鋼板の引張試験、シャルピー衝撃試験及びビッカース硬さ試験を行った。

2.1 鋼材の引張試験

SN490B材のビレットから製造した板厚を40mm~19mmに変化させた図1の鋼板を対象に、板厚が40mmの部分、19mmの部分及び変厚部から引張試験片を2体ずつ採取した。表1に引張試験結果を示し、化学成分(ミルシート値)を表2に示す。変厚鋼板はいずれの位置でもSN490B材の規格を満たしていた。

2.2 シャルピー衝撃試験

図1の鋼板からJIS Z2202 4号試験片を採取し、シャルピー衝撃試験を行った。図2に遷移曲線を示す。すべての部分で0℃での吸収エネルギーは27Jを超えていた。

2.3 ビッカース硬さ試験

図1の鋼板の長辺方向に変厚部を中央に含む長さ500mmの範囲で、板厚中心線上に10mmピッチでビッカース硬さを測定した。その結果、Hv=158~175の間となり、変厚部とそれ以外の部分で有意な差はなかった。

2.4 変断面鋼板の引張試験

図1の鋼板から切り出した図3に示す異厚試験片(DA)と、板厚19mmで40~85mmに幅を変化させた図4に示す異幅試験片(DW)の引張試験を行った。両者は同一のビ

表2 化学成分 (%)

部材	C	Si	Mn	P	S	V	Ni	Cr	Mo	C _{eq}
	×100	×100	×100	×1000	×1000	×100	×100	×100	×100	×100
変厚鋼板	17	24	127	18	4	55	7	12	4	43

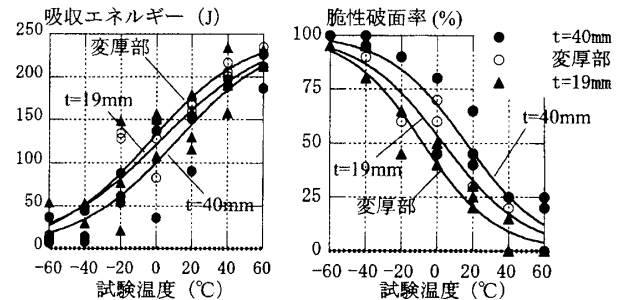


図2 シャルピー衝撃試験結果

Mechanical Properties of Steel Plate with Variable Thickness - Plastic Deformation Capacity of Moment Frame Connection with the Thickness of Beam Flanges Increased Near the Connection Region Part1-

SAKAI Yusuke, IKAWA daiyu, SUITA Keiichiro, TAGA Kenzo, TANABE Yoshikazu and TSUKAGOSHI Haruo

レットから圧延して製造されたもので変断面の比率も同一となっている。図のs1~s9は歪ゲージの貼付位置を示す。

各歪測定点の応力-歪関係を図5に示す。異厚試験片は板厚により降伏点に違いがあるが、異幅試験片はほぼ一定である。各歪測定点の降伏点を図6に示す。降伏した範囲は、異厚試験片はs6の位置まで、異幅試験片はs5の位置までで両者は異なっていた。これは、表1に示すように板厚が増加すると降伏点が減少する傾向に対応しており、降伏した範囲に違いが生じる主要因であると考えられる。次に変断面材の全断面の降伏耐力をみると、図7に示すように異厚試験片は降伏点が一ではないので板厚が厚い部分で異幅試験片より耐力がやや低い傾向があるが、その差はせいぜい4%であり有意な差ではない。

3. 柱梁接合部試験体

柱梁接合部の実大T字形試験体3体を製作した。梁端の形状は、(1)等断面試験体(SC)、(2)梁端のフランジ幅を広げた拡幅試験体(WC)、(3)梁端のフランジを増厚し



図3 異厚試験片形状 (単位: mm)

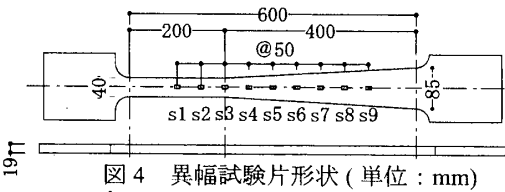
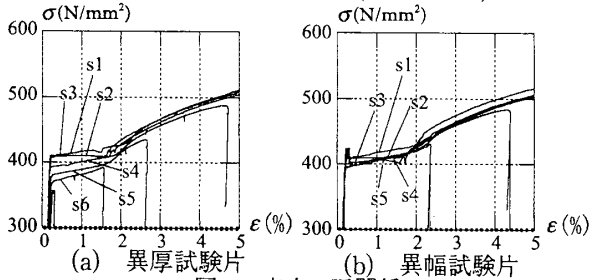


図4 異幅試験片形状 (単位: mm)



(a) 異厚試験片

(b) 異幅試験片

図5 応力-歪関係

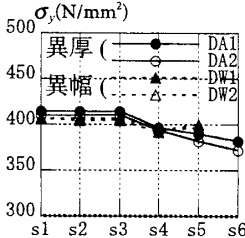


図6 降伏点の変化

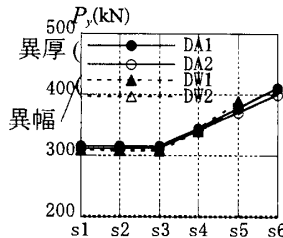


図7 降伏耐力の変化

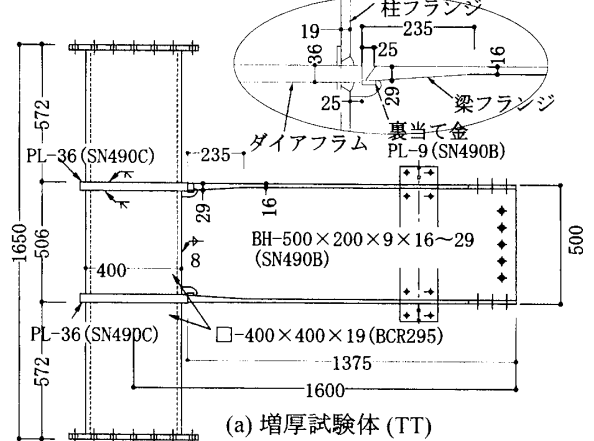
た増厚試験体(TT)の3種である。WC,TTの変断面部は梁の曲げモーメントが最大曲げ耐力に達したとき、梁端溶接部が全塑性に至らないように設計した。いずれも通しダイヤフラム形式のスカラップ工法による工場溶接とした(図8)。試験体に用いた鋼材の機械的性質を表3に示す。

4. まとめ

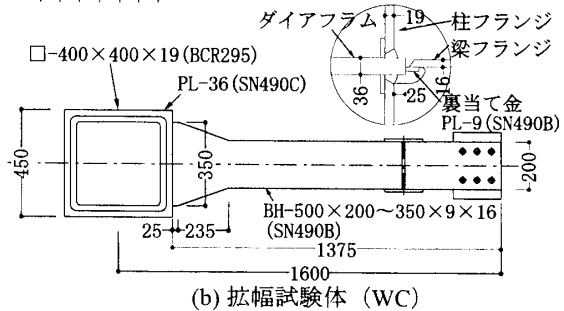
変厚鋼板の材料特性を調べ、梁フランジに変厚鋼板を用いた柱梁接合部試験体を製作した。

- 1) 鋼材はSN490Bの規格を満足することを確認した。
- 2) 変厚鋼板は板厚により降伏点に変化するが、断面の降伏耐力で見ればその影響は小さい。
- 3) 増厚及び拡幅による柱梁接合部試験体を設計した。

参考文献と柱梁接合部の実験結果はその2に示す。



(a) 増厚試験体 (TT)



(b) 拡幅試験体 (WC)

図8 試験体形状 (単位: mm)

表3 鋼材の機械的性質

試験体	部材	板厚 (mm)	σ_y (N/mm ²)	σ_u (N/mm ²)	破断伸び (%)	Y.R. (%)
WC,SC	梁フランジ	16	381	525	26.6	72.6
	梁フランジ	29	383	536	26.9	71.5
TT	梁フランジ	16	411	541	25.2	76.0
	梁フランジ 変厚部		422	571	35.4	73.9
共通	梁ウェブ	9	364	546	24.2	66.7
	柱	19	379**	422	28.7	89.8
	ダイヤフラム	36	336	500	32.5	67.2

**0.2% オフセット耐力

*変厚部は10号, それ以外は1A号とし, 2試験片の平均値を示す。

*1 日建設計 構造設計部
 *2 京都大学大学院工学研究科建築学専攻・修士課程
 *3 京都大学大学院工学研究科建築学専攻・教授・博(工)
 *4 神戸大学大学院工学研究科建築学専攻・教授・博(工)
 *5 トヨシマ

NIKKEN SEKKEI LTD
 Graduate student, Dept. of Architecture and Architectural Engineering, Kyoto Univ.
 Prof., Dept. of Architecture and Architectural Engineering, Kyoto Univ. Dr. Eng.
 Prof., Dept. of Architecture, Kobe Univ. Dr. Eng.
 TOYOSHIMA Co., Ltd