

鋭角斜材溶接部の標準ディテールの検討

白井 嘉行^{※1}, 小林 光博^{※2}, 大竹 章夫^{※3}, 森田 耕次^{※4}

斜材の溶接接合部を完全溶込み溶接で施工する際、脚長は斜材の延長上まで求められることがある。斜材の交差角度が小さい場合、溶接量は一般部に比較して莫大な量になる。現在、溶接施工上その脚長や余盛をどの程度にすればよいか定かではない。そこで、本研究では斜材が鋭角に柱や梁に取付く溶接接合部の耐力に関して事前に極限解析による検討を行い、その結果に基づく試験体を製作し実大実験を行った。

その結果を基に、接合部耐力を全強とする斜材鋭角部の標準ディテールを提案する。

キーワード：溶接接合部，鋭角斜材，全強継手，開先形状，脚長，余盛

1. 序

鋼構造建築の接合部では柱や梁に鋭角に斜材を取付けることがあり、溶接施工上その脚長や余盛をどの程度にすればよいか問題となる。本研究はそのような場合の裏当て金を用いた完全溶込み溶接における一つの溶接標準を求めることを目的とする。溶接継手の性能目標は斜材の全強継手である。

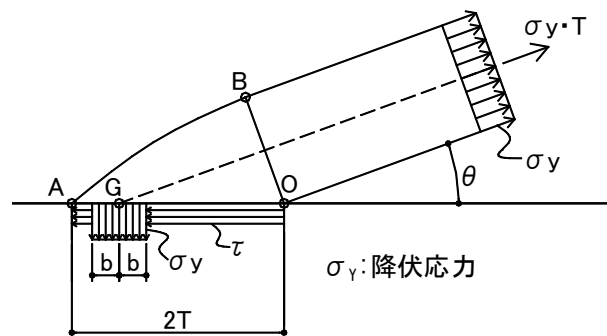


図1 極限解析の応力状態

2. 試験計画

(1) 極限解析による事前検討

図1に示す通り、溶接部脚長AOを斜材板厚Tの2倍と設定し、AO面の極限応力状態を仮定し、斜材降伏耐力($\sigma_y \cdot T$)との釣合いが成立する条件を考える。

① 垂直成分の釣合条件

$$2b \cdot \sigma_y = \sigma_y \cdot T \sin \theta \quad (1)$$

② 水平成分の釣合条件

$$(2T - 2b) \cdot \sigma_y / \sqrt{3} \geq \sigma_y \cdot T \cos \theta \quad (2)$$

③ b幅がAG間に収まる条件

$$b \leq 2T - T/2 \sin \theta \quad (3)$$

(1)と(3)より下記を得る。

$$\theta \geq \sin^{-1}(2 - \sqrt{3}) \approx 15^\circ \quad (4)$$

ここで、(2)は(4)の下で常に成立

(2) 標準ディテール案

事前検討結果から、ルートギャップがある場合の開先形状の標準ディテール案として図2を設定した。適用範囲は $\theta \geq 15^\circ$ である。図2は、図1の脚長にルートギャップ(g)の2倍の脚長を加えて脚長($2T + 2g$)

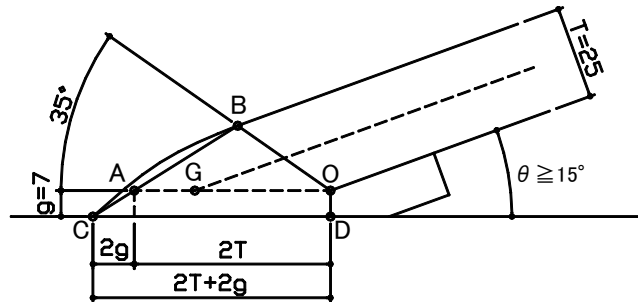


図2 開先詳細 (数値は試験体寸法を示す)

表1 鋼材の機械的性質 (ミルシート)

板厚	材質	降伏点 σ_y (N/mm ²)	引張強さ σ_u (N/mm ²)	伸び (%)	降伏比 (%)
PL-25	SN490B	390	529	26	74
PL-50	TMCP325B	382	524	30	73

としたものであるが、図1のA点は必ず余盛内に入るものとなっている。

※1 鉄構事業部鉄構富津工場技術課係長 修士(工学)

※2 鉄構事業部鉄構富津工場技術課長

※3 鉄構事業部鉄構富津工場技術部長 工学博士

※4 千葉大学名誉教授 工学博士

(3) 試験体及び試験方法

標準ディテール案の下での継手性能を確認するため図3に示す形状の試験体を用い引張試験を行った。試験体は、挟板にTMCP325BのPL-50、斜材にSN490BのPL-25を用いた。使用鋼材の機械的性質（ミルシート値）を表1に示す。裏当て金には12mm厚SN490Bを用いた。ルートギャップは7mm、開先角度は 35° で一定とし、交差角度 θ を $15\sim 30^{\circ}$ と変化させてある。実験パラメータを表2に示す。試験体開先寸法詳細を図2に示す。溶接はCO₂ガスシールドアーク半自動溶接で行い、溶接ワイヤはYGW-18を用いた。溶接姿勢は横向で行い、入熱30kJ/cm以下、パス間温度350℃以下で施工を行った。表3に試験体各部寸法表を示す。各試験体とも端面における初層の溶込み不良、表面ビードにおけるアンダーカット及びビード不整は見られなかった。本研究に採用した開先は逆開先となっているが、溶接施工に関する不具合は生じなかった。

実験は400t 万能試験機を用いて5mm/minの速度で引張試験を行った。

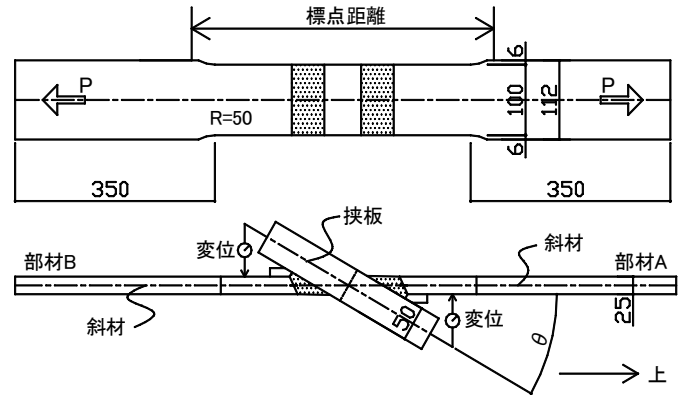


図3 試験体形状及び変位計測位置

表2 実験パラメータ

試験体名	交差角度 $\theta(^{\circ})$
NO-30	30
NO-25	25
NO-20	20
NO-15	15

表3 試験体各部寸法表

試験体名	各部寸法 (mm)		溶接部	交差角度
NO-30	脚長	部材A側	66	
		部材B側	64	
	板厚	部材A側	24.91	
		部材B側	25.00	
	平行部幅	部材A側	100.38	
		部材B側	100.13	
NO-25	脚長	部材A側	72	
		部材B側	62	
	板厚	部材A側	24.90	
		部材B側	24.94	
	平行部幅	部材A側	100.01	
		部材B側	100.07	
NO-20	脚長	部材A側	64	
		部材B側	85	
	板厚	部材A側	25.16	
		部材B側	25.06	
	平行部幅	部材A側	100.02	
		部材B側	100.40	
NO-15	脚長	部材A側	66	
		部材B側	66	
	板厚	部材A側	25.11	
		部材B側	25.07	
	平行部幅	部材A側	100.25	
		部材B側	100.01	

3. 実験結果及び考察

表4に実験結果一覧を、図4に荷重—変位関係を図5に試験後の試験体状況を示す。破断は全て斜材平行部で生じたことから、交差角度 $\theta=15^\circ$ においても全強継手となっていることが判る。荷重—変位関係にも顕著な差異は見られない。また、全ての試験体において溶接止端部にクラックの発生は確認できなかった。

表4 実験結果一覧

試験体名	Pmax(kN)	Pmax/A・ σ_y	破断位置
NO-30	1316.2	1.35	A側平行部
NO-25	1320.6	1.35	B側平行部
NO-20	1317.0	1.35	B側平行部
NO-15	1326.9	1.36	A側平行部

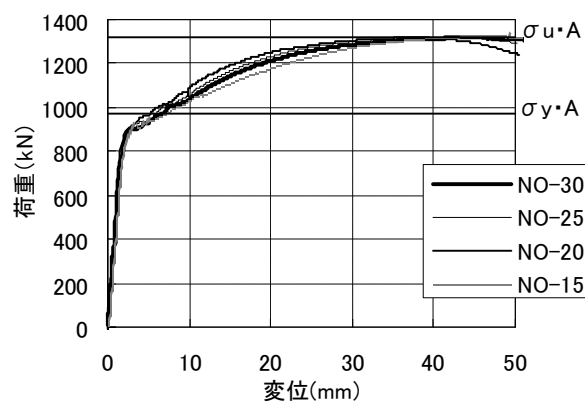


図4 荷重—変位関係

Pmax:最大荷重、A:斜材平行部断面積、
 σ_y :降伏点(ミリット)、 σ_u :引張強さ(ミリット)

試験体名	試験後状況
NO-30	 
NO-25	
NO-20	 
NO-15	 

図5 実験後試験体状況

図 6 に挟板の荷重一回転関係を示す。試験体 NO-15 のみ他の試験体と大きく異なった性状を示している。これは他の試験体の挟板がほぼ剛体変形であるのに対し、試験体 NO-15 では挟板が曲げ降伏を受け S 字に変形したことによる (図 5 参照)。試験体 NO-15 の曲げによる残留変形は 5mm 程度であった。試験体 NO-20 でも曲げによる残留変形がわずかに見られたが、試験体 NO-25, 30 では見られなかった。実際の建物では挟板は柱スキンプレートあるいは梁フランジに相当し、斜材の反対側はスチフナ等で補強され曲げ変形が拘束されるが、斜材との板厚差が小さい場合には曲げ変形に対する注意が必要である。

図 7 に溶接部のひずみを示す。溶接止端部及び裏当て金端部からそれぞれ 10mm の位置において、試験体各々の荷重が $0.9 \cdot P_{max}$ 時の主ひずみを算出した。交差角度 θ が小さくなるに従い、溶接止端部の主ひずみは大きくなり、交差角度 $\theta = 15^\circ$ で急増していることが観察される。一方、裏当て金側は交差角度 θ による主ひずみの差異は顕著ではない。

4. まとめ

交差角度 $\theta = 15 \sim 30^\circ$ の斜材の全強継手に対して図 8 に示す溶接標準ディテールを提案した。この溶接標準ディテールで斜材の全強継手可以实现できることを実大実験により検証した。

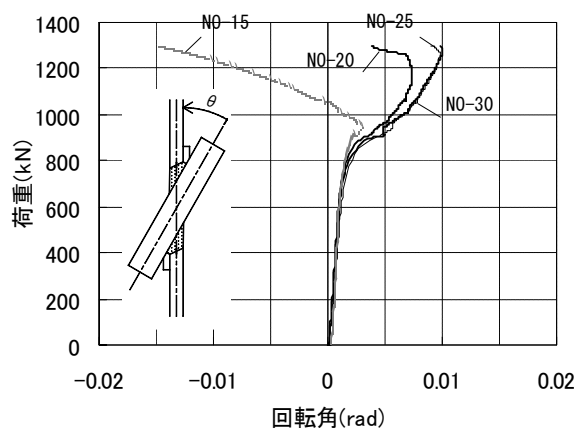


図 6 荷重—回転角関係

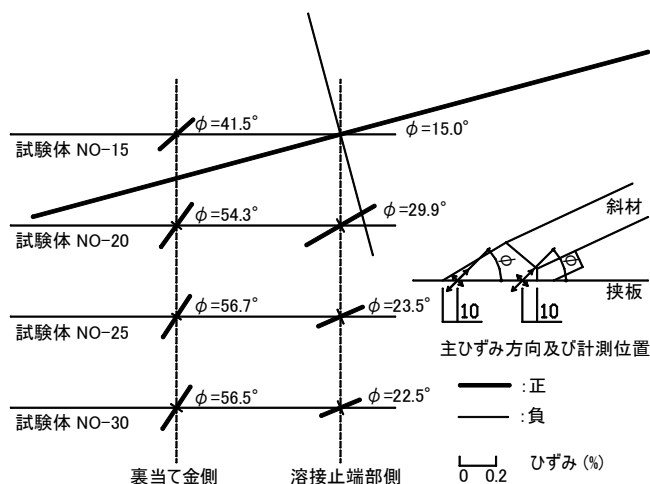


図 7 主ひずみ方向及び大きさ

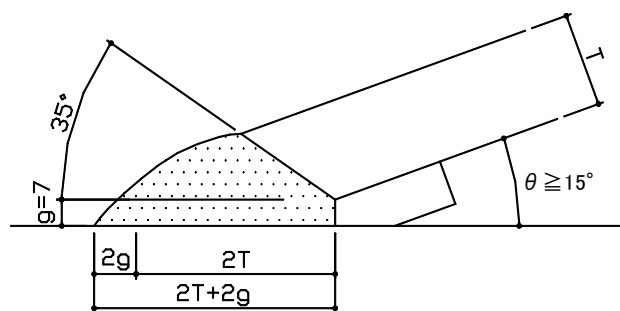


図 8 溶接標準ディテール