

コラム角部と通しダイアフラムの異強度材溶接継手に関する耐力評価 その1 実験計画

高強度鋼材 異強度材 十字継手
冷間成形角形鋼管 通しダイアフラム 最大耐力

正会員 ○川端 洋介*¹ 同 中野 達也*² 同 宗川 陽祐*³
同 服部 和徳*³ 同 原田 幸博*⁴ 同 佐々木 正道*⁵
非会員 須永 悟*⁶ 同 渡辺 亨*⁷ 同 SOK PISETH*²

1. 序

近年、高強度鋼材の使用頻度が高まり、溶接継手が異強度材の組合せとなるケースが散見される。しかし、建築分野での中板がアンダーマッチングとなる十字継手に関する研究は、同強度レベルの鋼材を溶接した場合を対象としたものがわずかに見られる程度である¹⁾²⁾。本研究では、冷間成形角形鋼管（以下、コラムと称す）の角部と通しダイアフラム（以下、通しダイアと称す）の溶接部に着目し、十字継手の中板となる通しダイアがアンダーマッチングの場合を対象として、耐力評価を試みる。

前報³⁾では異強度材の十字継手試験体で一軸引張実験を実施し、溶接部の余盛高さと同強度材の余長が最大耐力と破断位置に影響を及ぼすことを確認している。その知見に基づき本報では、2.1節で詳述するような特徴を有する490N/mm²級コラム角部と400N/mm²級通しダイアの十字継手試験体を用いて、引張実験と3点曲げ実験を実施し、余盛高さと同強度材の関係を明らかにすることを目的とする。

2. 実験概要

2.1 実験計画

前報³⁾より、余盛高さの変化が最大耐力と破断位置に影響することは確かである。今回は余盛の効果を定量的に評価し、低強度の通しダイア側で破断する条件を明確化したい。しかし、実大実験を行うのは困難なため、実大継手のコラム角部周辺から採取した十字継手試験体を用いて2種類の要素実験を計画する。

実験の加力方法は、一軸引張および3点曲げとする。前者は、前報³⁾の加力方法を踏襲している。コラム端接合部では、ポアソン効果に起因する面外曲げモーメントが作用し、当該曲げモーメントは引張側のコラム角部では板厚内側で圧縮、外側で引張として作用する⁴⁾。既往の実験では日本建築学会超音波探傷検査基準⁵⁾に示される許容限界サイズの初層欠陥によらず、板厚外側で破壊する結果が得られている⁶⁾⁷⁾。これらの知見に基づき後者は、コラム板厚外側にき裂を生じさせることを意図して計画している。

2.2 試験体計画

コラム□-300×300×19(UBCR365)と通しダイアPL-19(SN400B)の組合せで、溶接材料はJIS Z3312 YGW18(φ1.2)とし、建築鉄骨溶接ロボットを用いて製作する実大継手を図1に示す。開先形状は35度のレ形とし、裏当て金はFB-9×25(SN490B)を用いて、ルート間隔は6mmとしている。溶接止端部のグラインダー処理等は行っていない。

実大継手のコラム角部頂点を中心に幅25mmの十字継手引張試験体および3点曲げ試験体を採取する。図2に十

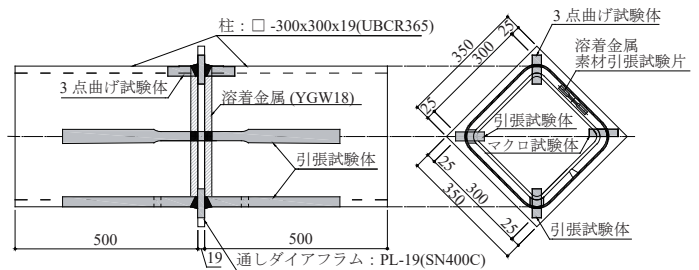


図1 実大継手および試験体採取位置の一例

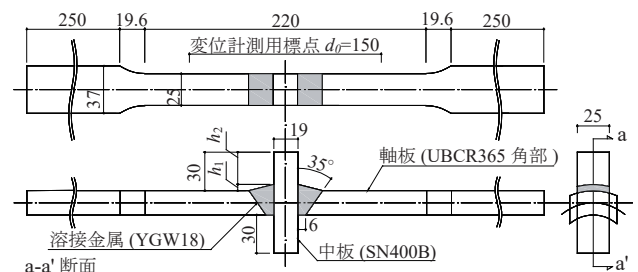


図2 十字継手引張試験体

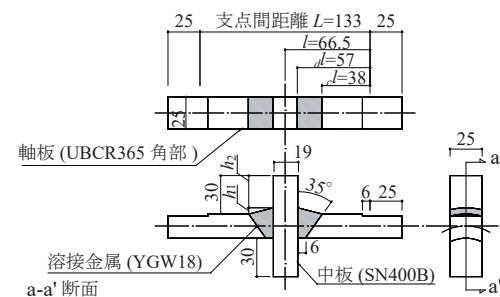


図3 十字継手3点曲げ試験体

字継手引張試験体、図3に十字継手3点曲げ試験体を示し、図1中には採取位置の一例を示している。

通しダイアと溶接金属の界面（以下、D断面と称す）に作用するモーメントがコラム側の溶接止端部の断面（以下、C断面と称す）に作用するモーメントの1.51倍となるように3点曲げ試験体形状を設定し、D断面で破断しやすい条件としている。

2.3 実験パラメータ

十字継手引張試験体一覧を表1、十字継手3点曲げ試験体一覧を表2に示す。両試験ともパラメータは余盛高さとする。余盛の切削は材軸に平行に行っており、余盛高さの概要を図4に示す。引張実験の試験体は溶接したままの状態のas weldと、余盛を完全に切削した余盛なしの2水準である。3点曲げ実験の試験体は、それらの2水準に、余

Evaluation on Strength of welded Joints of Different Strength Materials between Column Corner and Through Diaphragm

Part1 Experiment plan

KAWABATA Yosuke, et al

表1 十字継手引張試験体一覧

試験体名	余盛形状	余盛高さ h_1 (mm)	余長 h_2 (mm)	出寸法 h_1+h_2 (mm)	断面積 (公称値)		最大引張耐力計算値 ^{*1}				N 数
					D 断面	C 断面	D 断面		C 断面		
					dA (mm ²)	cA (mm ²)	P_{u1} $dA \cdot \sigma_u$ (kN)	P_{u2} $dA \cdot \sigma_u$ (kN)	P_{u3} $cA \cdot \sigma_u$ (kN)	P_{u4} $cA \cdot \sigma_u$ (kN)	
T-Y	as weld	10.5	19.5	30	750	485	358 (1.55)	463 (2.00)	299 (1.29)	319 (1.38)	2
T-NY	なし	0	30	30	485	485	232 (1.00)	299 (1.29)	299 (1.29)	319 (1.38)	5

σ_u : コラム角部引張強さ, $d\sigma_u$: ダイアフラム L 方向引張強さ, σ_u : 溶着金属引張強さ
 ※1 括弧内の数値は、余盛なし T-NY の P_{u1} に対する比

表2 十字継手3点曲げ試験体一覧

試験体名	余盛形状	余盛高さ h_1 (mm)	余長 h_2 (mm)	出寸法 h_1+h_2 (mm)	断面係数 (公称値)		モーメント比 dl/cl	最大曲げ耐力計算値 ^{*1}				N 数
					D 断面	C 断面		D 断面		C 断面		
					Z_p (mm ³)	Z_p (mm ³)		M_{u1} $Z_p \cdot \sigma_u \cdot l/d$ (kN·mm)	M_{u2} $Z_p \cdot \sigma_u \cdot l/d$ (kN·mm)	M_{u3} $Z_p \cdot \sigma_u \cdot l/c$ (kN·mm)	M_{u4} $Z_p \cdot \sigma_u \cdot l/c$ (kN·mm)	
B-Y	as weld	10.5	19.5	30	5,621	2,349	1.51	3,135 (2.39)	4,046 (3.09)	2,727 (2.08)	2,727 (2.08)	2
B-t/4	板厚 $t/4$	4.8	25.2	30	3,672	2,349	1.51	2,048 (1.56)	2,643 (2.02)	2,727 (2.08)	2,727 (2.08)	3
B-t/8	板厚 $t/8$	2.4	27.6	30	2,974	2,349	1.51	1,659 (1.26)	2,141 (1.63)	2,727 (2.08)	2,727 (2.08)	2
B-NY	なし	0	30	30	2,349	2,349	1.51	1,310 (1.00)	1,691 (1.29)	2,727 (2.08)	2,727 (2.08)	2

σ_u : コラム角部引張強さ, $d\sigma_u$: ダイアフラム L 方向引張強さ, σ_u : 溶着金属引張強さ
 l : 支点-加力点距離, d : 支点-D断面位置の距離, c : 支点-C断面位置の距離
 ※1 括弧内の数値は、余盛なし試験体 B-NY の M_{u1} に対する比

表3 素材の引張試験結果一覧

鋼種	板厚 (mm)	試験体部位	試験片形状	σ_y (N/mm ²)	σ_u (N/mm ²)	EL (%)	YR (%)
UBCR365	18.95	コラム平板部 L 方向 (参考)	JIS Z2241 5号	456	562	39.3	81.2
	20.14	軸板 コラム角部 L 方向	JIS Z2241 12B号	607	658	32.8	92.2
SN400B	18.95	中板 ダイアフラム L 方向	JIS Z2241 5号	296	478	46.7	61.9
YGW18	-	溶接金属	JIS Z3111 A2号	535	617	29.0	86.8

σ_y : 降伏点, σ_u : 引張強さ, EL: 破断伸び, YR: 降伏比

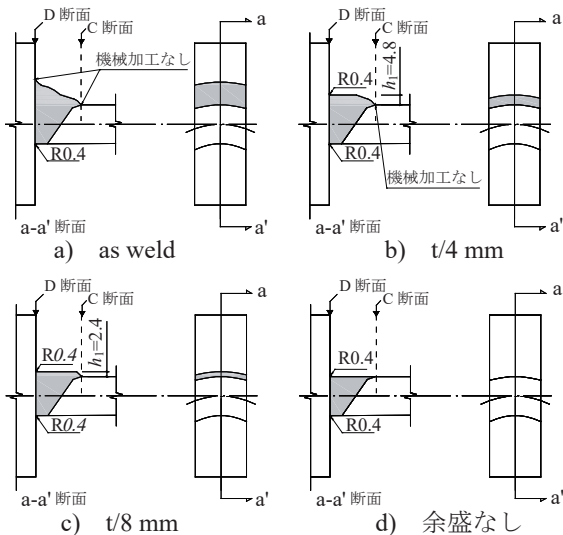


図4 試験体余盛高さ概要

盛高さ h_1 を $t/4$, $t/8$ (t : 軸板の板厚) に切削した試験体を加えた4水準である。引張試験体 T-Y 以外は裏当て金を除去しており、通しダイアと溶接金属の入隅部は、コラム板厚内側と外側の両側とも半径 0.4mm で仕上げている。

2.4 素材の機械的性質

素材の引張試験結果一覧を表3に示す。各素材のN数は3とし、溶接金属については、実大継手平板部の溶接部より図5に示す位置で採取している。図6に素材引張試験から得られた応力-ひずみ関係一例を示す。コラム角部十字継手を構成する素材の引張強さは、コラム角部>溶接金属>通しダイアの順で大きく、通しダイアL方向の引張強さはコラム角部の引張強さの73%となっている。

5. 結

本研究の概要および実験計画を示した。

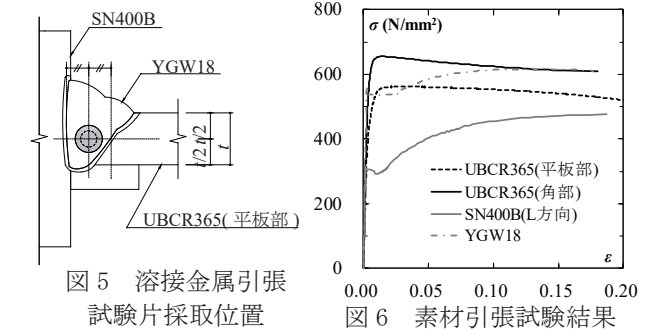


図5 溶接金属引張試験片採取位置

図6 素材引張試験結果

参考文献

- 1) 高味えり, 石原清孝, 宿里勝信, 山崎賢二, 宇佐美徹: 板厚方向引張を受ける十字溶接継手の力学性状に関する実験的研究, 鋼構造年次論文報告集, 第23巻, pp.236-240, 2015.11
- 2) 中川治彦, 佐藤由悟, 岡田忠義: 建築構造用 490N/mm² 級冷間ロール成形角形鋼管の構造性能 その1, その2, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造III, pp.967-970, 2014.9
- 3) 宗川陽祐, 中野達也, SOK PISETH, 川端洋介, 服部和徳, 佐々木正道, 渡辺亨, 須永祐, 原田幸博: 高強度鋼と従来鋼を用いた溶接継手の耐力評価, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 材料施工, pp.1091-1094, 2019.9
- 4) 国土交通省住宅局建築指導課, 日本建築センター: 2018年度版冷間成形角形鋼管設計・施工マニュアル, 3.1 柱はり接合部, pp.85-87, 2018.2
- 5) 日本建築学会: 鋼構造建築溶接部の超音波探傷検査規準・同解説, 2018.12
- 6) 放生政志, 見波進, 西川友也, 笠原基弘, 中野達也, 中込忠男, 岡本晴仁: 25度狭開先溶接接合部の部分断面モデル試験体による破壊実験 鉄骨造建築物の安全性向上に資する新自動溶接技術の開発 その9, 10, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 材料施工, pp.63-66, 2011.9
- 7) 服部和徳, 見波進, 西山功: 25度狭開先を適用した冷間成形角形鋼管-通しダイアフラム接合部の3点曲げ実験, 日本建築学会構造系論文集, 第80巻, 第718号, pp.1991-1999, 2015.12

謝辞

本研究は、一般財団法人ベターリビングに設置された「異強度材の溶接部品質に関する研究委員会 (委員長: 原田幸博 千葉大学・教授)」における活動の一環として実施したものである。

*1 日鉄建材 *2 宇都宮大学 *3 ベターリビング
 *4 千葉大学 *5 日本製鉄 *6 冬木工業
 *7 岡部

*1 Nippon Steel Metal Products *2 Utsunomiya Univ. *3 Better Living
 *4 Chiba Univ. *5 Nippon Steel corporation *6 Fuyuki kogyo corporation
 *7 Okabe corporation