

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2 十字継手引張実験結果

正会員 ○ SOK PISETH*¹ 同 川端 洋介*² 同 中野 達也*¹
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

異強度材 十字継手 引張実験
冷間成形角形鋼管 通しダイアフラム 最大耐力

1. 序

本報では、溶接部性状および十字継手引張実験結果について述べる。

2. 溶接部性状

十字継手試験体を採取した実大継手の溶接部は、積層を6層8パスとし、入熱30kJ/cm、パス間温度250℃以下で管理している。表1に実大継手の溶接施工実績の一例を示す。溶接部性状を確認する目的で、マクロ試験およびビッカース硬さ試験（試験荷重98N）を実施する。

試験片は十字継手試験体と同条件の実大継手の角部より採取しており、写真1にマクロ試験結果を示す。ビッカース硬さ試験測定位置と結果を図1と図2に示す。コラム(UBCR365)側のHAZ部は軟化傾向にあるが、Line2よりC断面に含まれるHAZ部の軟化は小さい。

マクロ試験およびビッカース硬さ試験より、通しダイア(SN400B)に溶接金属(YGW18)が2mm程度溶け込んでいることが分かり、D断面は溶接金属の硬さを有している。

3. 十字継手引張実験

3.1 実験結果

実験結果一覧を表2に示し、表2中の破断モードを写真2～4に示す。試験体T-Yはコラム母材破断（以下、破断モードT1と称す）である。試験体T-NYもコラム側で破断しているが、溶接止端部側のHAZ部に発生した延性き裂が母材方向に進展して破断（以下、破断モードT2と称す）する試験体と、溶接止端部側と溶接初層側のHAZ部に延性き裂が発生し、HAZ部に沿って破断（以下、破断モードT3と称す）する試験体に分かれる。

荷重 P -変位 δ 関係を図3に示す。試験体T-Yは破断モードT1であるが、最大引張耐力の実験値 eP_u はコラム母材破断の計算値 P_{u4} より約12%低い。その要因の一つに、余盛による偏心の影響が考えられ、前報³⁾でも偏心の影響で最大引張耐力が低下することが報告されている。試験体T-Yの板厚 t に対する余盛高さ h_1 の割合 h_1/t は、前報³⁾の h_1/t よりも大きく偏心が大きい。試験体T-NYの最大引張耐力実験値 eP_u は、破断モードT2の場合よりも破断モードT3の場合の方が低い。なお試験体T-NYは破断モードと最大引張耐力がばらついたため、試験数を5としている。

本試験体の材料の強度比およびディテールの場合、余盛の有無に関わらずコラム側の破断となったため、余盛高さによる最大引張耐力の上昇はなかった。

3.2 ひずみ性状

余盛がない試験体T-NYが素材強度の高いコラム側で破断したこと、最大引張耐力と破断モードのばらつきが生じ

表1 溶接施工実績の一例

パス数	電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	入熱 (KJ/cm)	パス間温度	
					開始 (℃)	終了 (℃)
1	318	35	34.4	19.4	77	160
2	283	35	31.6	18.8	130	215
3	283	35	27.7	21.5	218	252
4	285	34	39.3	14.8	235	255
5	277	34	32.4	17.4	205	255
6	275	34	40.0	14.0	214	260
7	270	34	30.9	17.8	244	265
8	270	34	32.6	16.9	211	-

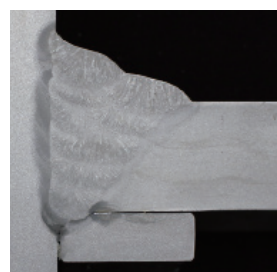


写真1 マクロ写真

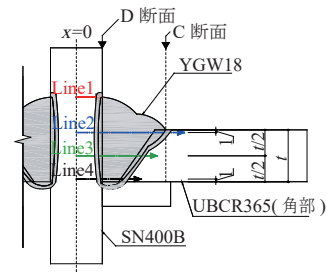


図1 ビッカース硬さ測定位置

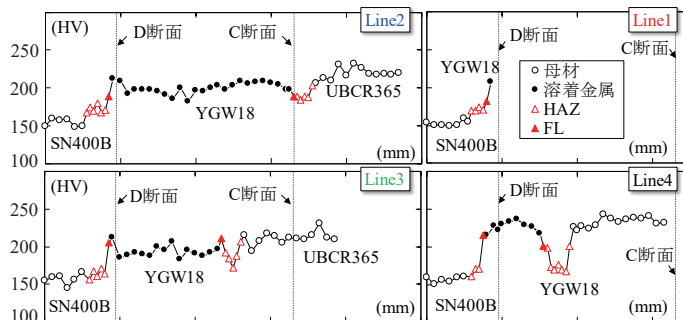


図2 ビッカース硬さ測定結果

表2 十字継手引張実験結果一覧

試験体		余盛 形状	最大引張耐力				破断 モード	
			D断面計算値 ^{※1}		C断面計算値 ^{※1}			実験値
			P_{u1} $dA \cdot \sigma_{su}$ (kN)	P_{u2} $dA \cdot \sigma_{su}$ (kN)	P_{u3} $cA \cdot \sigma_{su}$ (kN)	P_{u4} $cA \cdot \sigma_{su}$ (kN)		
						eP_u (kN)		
T-Y	01	as weld	370	478	315	336	298	T1
	02						301	T1
T-NY	01	なし	244	315	315	336	292	T3
	02						307	T2
	03						305	T2
	04						289	T3
	05						309	T2

σ_{su} : コラム角部引張強さ, $d\sigma_{su}$: ダイアフラムL方向引張強さ

σ_{su} : 溶接金属引張強さ ※1 板厚 t とコーナー R の実測値を用いて算出

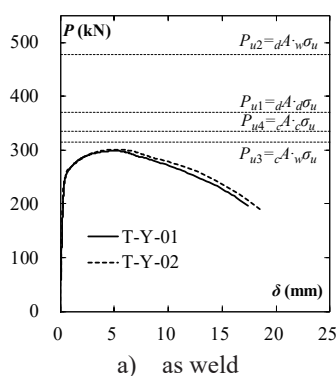
T1: コラム母材破断, T2: コラムHAZ部から母材に延性き裂が進展して破断

T3: コラムHAZ部に沿って延性き裂が進展して破断

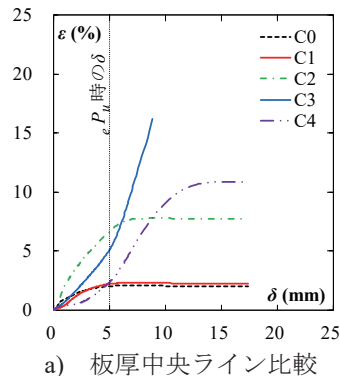
Evaluation on Strength of welded Joints of Different Strength Materials between Column Corner and Through Diaphragm

Part2 Cross joint tensile test result

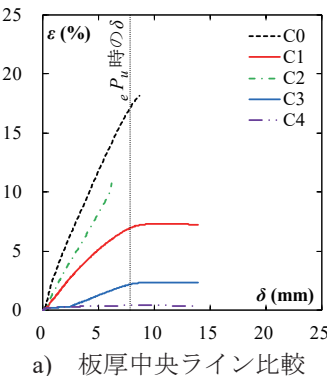
SOK Piseth, et al



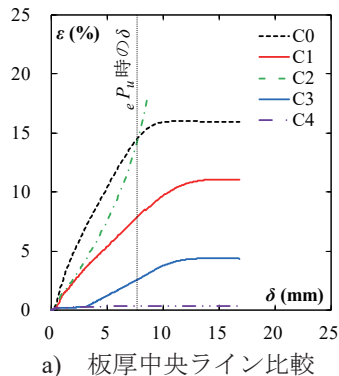
a) as weld



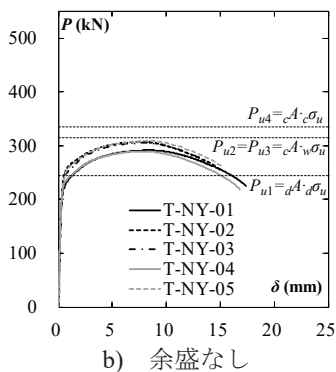
a) 板厚中央ライン比較



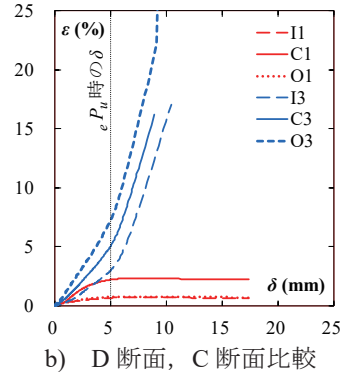
a) 板厚中央ライン比較



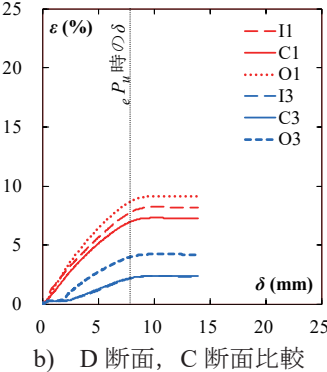
a) 板厚中央ライン比較



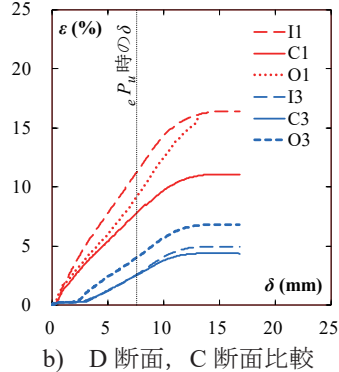
b) 余盛なし



b) D断面, C断面比較



b) D断面, C断面比較



b) D断面, C断面比較

図3 荷重 P -変位 δ 関係

図5 T-Y-01 ひずみ性状

図6 T-NY-03 ひずみ性状

図7 T-NY-04 ひずみ性状

た原因を考察する目的でひずみ性状の比較を行う。図4にひずみ測定位置、図5～図7に破断モードがT1, T2, T3である試験体のひずみ性状を示す。

板厚中央を比較すると、as weldの試験体 T-Y-01 は、通しダイア側 C0, C1 のひずみが小さいことが明らかである。一方で余盛なしの試験体 T-NY-03, T-NY-04 は、C0 のひずみが一番大きい、通しダイアで破断していない。これは前報³⁾と同様に余長 h_2 の影響が大きいと考えられる。また、通しダイア HAZ 部の C1 よりも、コラム HAZ 部のひずみ C2 の増加が速い。D 断面上の C1 は通しダイアに拘束されるため、ひずみ増加が遅く破断しづらいと推測される。

破断モードが異なる試験体 T-NY-03 と T-NY-04 の D 断面と C 断面のひずみ性状を比較すると、T-NY-04 の方が D 断面のひずみ I1, C1, O1 の増加が早い。コラム母材よりも両側の HAZ 部を含む溶接金属周りの塑性化が早いと、図2のビッカース硬さ試験結果で確認しているコラム HAZ 部の軟化域で破断が生じやすくなる可能性がある。図2で溶接初層を測定した Line4 のコラム HAZ 部は軟化が大きく、破断モード T3 はそこから延性き裂が発生していることから最大引張耐力が低下したと推測される。試験体 T-NY の試験結果のばらつきに関する詳細検討は、今後の課題である。

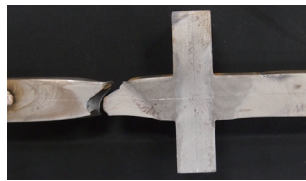
4. 結

本十字継手引張実験の範囲で以下の知見を得た。

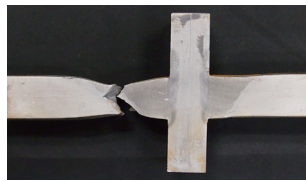
- [1] 余盛なしの場合でも、通しダイア側で破断が生じなかった。
- [2] 余盛の有無に関わらずコラム側で破断したため、余盛



コラム母材破断
写真2 破断モード T1



コラム HAZ-母材破断
写真3 破断モード T2



コラム HAZ 破断
写真4 破断モード T3

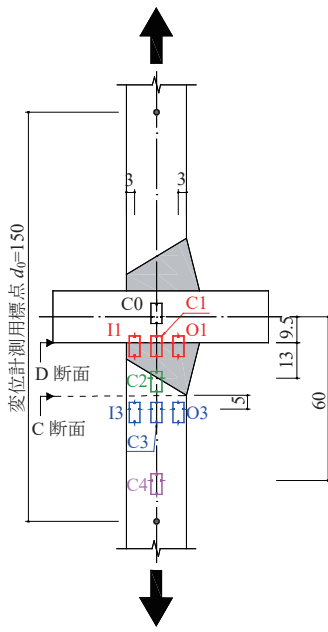


図4 ひずみ測定位置

高さによる最大引張耐力の上昇はなかった。

- [3] 余盛高さ h_1 が高い場合、偏心により最大引張耐力が計算値よりも低下する傾向があった。
- [4] 通しダイア側 HAZ 部よりもコラム側 HAZ 部の方がひずみの増加が速い。

参考文献・謝辞
その1にまとめて示している。

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

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