

形状の異なる固形エンドタブを用いた突き合わせ溶接継手の引張試験

その2 実験結果及び考察

正会員○村松 亮介*5 同 中込 忠男*1 同 山田 丈富*2
同 的場 耕*3 同 原 章*4

柱梁溶接接合部 固形エンドタブ 最大荷重
端部欠陥 亀裂 低温試験

1. はじめに

その1で報告した、固形エンドタブ（在来：F型、改良：Y型）と端部の欠陥を変数とした溶接部の引張実験の破断性状と荷重変形関係を報告し、タブの違いや欠陥が継手性能に与える影響について考察する。

2. 実験結果

2.1 破壊性状

欠陥寸法の計測及び破壊形態を確認するため、破断した試験体のフランジ側破断面を目視で観察した。実験結果を表1に、破断面の写真を写真1に、破壊性状を図1に示す。欠陥無しのFn、Yn両試験体は、延性亀裂が進展した後、溶接金属部で脆性破壊した。Ynは、すみ肉溶接の始端部が起点となった。欠陥を挿入した試験体は全て欠陥を起点とし、ダイアフラム側HAZ（熱影響部）近傍で破壊に至った。F20-5は左右両方の欠陥から延性亀裂が進展した後、脆性破壊した。Y20-5は片側の欠陥から延性亀裂が進展した後、脆性破壊した。7-20の両試験体は片側の欠陥を起点とし、ダイアフラム側HAZに沿って脆性破壊した。

2.2 欠陥寸法

実測した欠陥寸法は、挿入した鋼板の一部が溶け込み、計画した寸法より小さくなる傾向にあるが、およそ予定した欠陥寸法となっていた。UT試験結果と実測した欠陥寸法を比較すると、概ね形状を捉えているが、長さは4mm程の誤差があった。高さは欠陥が大きくなると精度が悪くなり、4mm程の誤差であった。

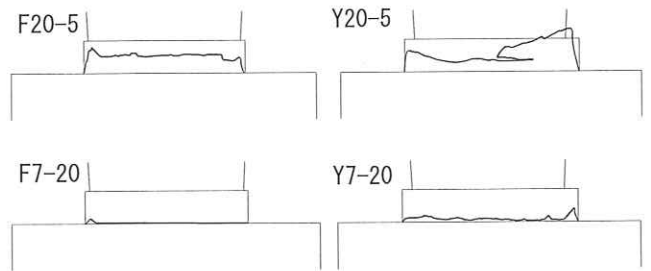
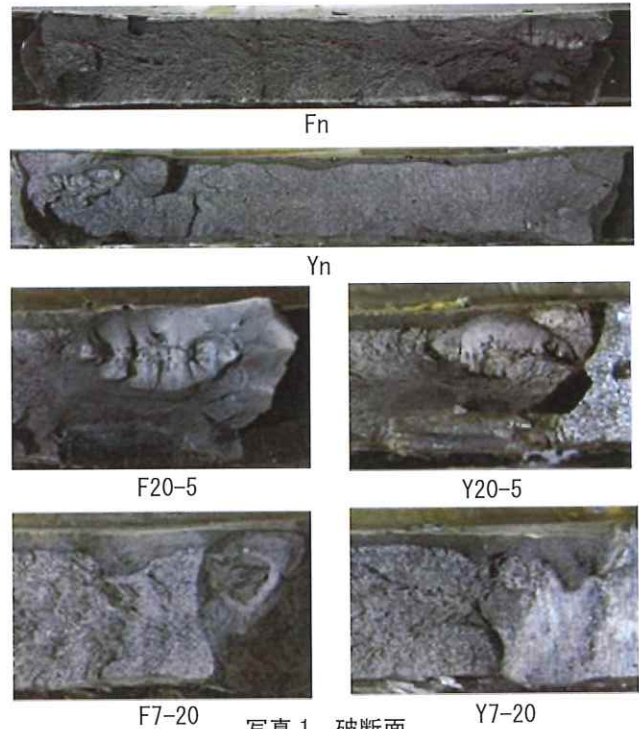
2.3 荷重変形関係

図2に荷重-変形関係を示す。欠陥無し、7-20の両試験体は、わずかに荷重低下した後破壊した。20-5の両試験体は、かなり荷重低下した後破壊した。欠陥無し、欠陥のパラメータが同一の試験体でタブの違いを比較する。Y型はF型に比べ、最大荷重、変形能力ともに上回った。欠陥の大きさに着目すると、F型、Y型ともに欠陥寸法が大きくなるに従い、最大荷重が小さくなる傾向がある。その傾向はY型の方が顕著であり、欠陥寸法が小さくなると、Y型とF型との最大荷重の差が大きくなる。欠陥無しの試験体ではF型とY型の差が大きく現れた。7-20では最大荷重、変形能力ともにタブの違いによる差は少ない。

表1 実験結果

試験体名	欠陥位置	最大荷重 (kN)	破断荷重 (kN)	破断パターン	UT(mm)		実欠陥(mm)	
					測定長さ	推定高さ	長さ	高さ
Fn	左	1410	1400	C	0	0	-	-
	右				0	0	-	-
F20-5	左	1555	1543	D	22	4.3	18	5
	右				20	10.6		
F7-20	左	1320	1201	B	7	18.6	20	5
	右				7	15.9		
Yn	左	1425	1357	B	0	0	-	-
	右				0	0	-	-
Y20-5	左	1281	1273	A	16	3.2	7	12
	右				19	5.9		
Y7-20	左	1307	1278	A	7	13.3	10	15
	右				7	15.4		

A: 欠陥から脆性破壊 B: 欠陥から延性亀裂進展後、脆性破壊
C: 溶接部銀点から脆性破壊 D: すみ肉溶接始端部から微小の延性亀裂進展後、脆性破壊



3 考察

3.1 固形エンドタブの違い

欠陥パラメータ毎に Y 型と F 型の最大荷重を比較し、図 3 に示す。Y 型は F 型と比べ、欠陥寸法が小さくなるにつれて、荷重の上昇率が向上する傾向があり、タブ形状の違いによる影響があると思われる。Y 型のタブはダイアフラム側が表層に向かって広がる形状となっており、溶接部の幅が F 型に比べて Y 型の方が大きくなる。試験体の板厚 20mm の表層を実測値すると平均で 8.3mm 大きかった。母材幅が 100mm のため、Y 型の溶接部の断面積が 1 割弱増えることになる。

欠陥が無い n シリーズについて、断面積は開先側の方が小さく、フランジ母材が塑性変形し開先側で破断しており、Yn の最大荷重、変形能力が向上したと考えられる。初層に挿入した 20-5 シリーズについて、Y20-5 は片側の欠陥から亀裂が進展し、F20-5 は両端の欠陥から延性亀裂が進展し破断した。Y 型の方が最大耐力、最大荷重時の伸びは大きい、n シリーズほどではない。欠陥の高さを板厚分とした 7-20 シリーズは、欠陥が端部の貫通欠陥に近い形状であり、溶接部の幅が違う効果が現れにくく、変形性能にあまり違いがない。最大荷重は Y 型の方が大きい、その差は少ない。以上より、Y 型が F 型より高い性能を確保し、欠陥寸法が小さい試験体ほどその差が大きくなると考えられる。但し、本試験体は溶接幅が 100mm であり、一般的な大梁のフランジ幅の 1/2~1/4 程度である。タブ形状の違いが溶接部の幅に影響する割合が大きく、違いが顕著に出る傾向にあったと考えられる。

3.2 溶接欠陥の影響

破断面から実測した欠陥寸法は、予定した形状に近いが、厳密には同じパラメータでも欠陥寸法は同じではない。欠陥の大きさの違いを考慮するため、既報と同様に日本溶接学会 WSE2805¹⁾の亀裂特性寸法 (Aeq) の等価則を用いて溶接部の性能を評価する。図 4 に平均破断応力と引張強さの比と亀裂特性寸法関係を示す。亀裂特性寸法は 7-20 シリーズ、20-5 シリーズ共に Y 型の方が大きい。このことから、F 型に比べ、Y 型の方が高い性能であったと考えられる。

4. まとめ

改良された固形エンドタブ (Y 型) は在来の固形エンドタブ (F 型) と比較し、耐力、変形性能ともに Y 型が上回った。欠陥寸法が大きくなるに従い、Y 型と F 型の差が縮まる傾向にあった。

なお、本研究は (社) 日本溶接協会ロボット溶接研究委員会厚板向けの最適ロボット溶接施工技術開発プロジェクトの研究活動の一環として行われたものである。

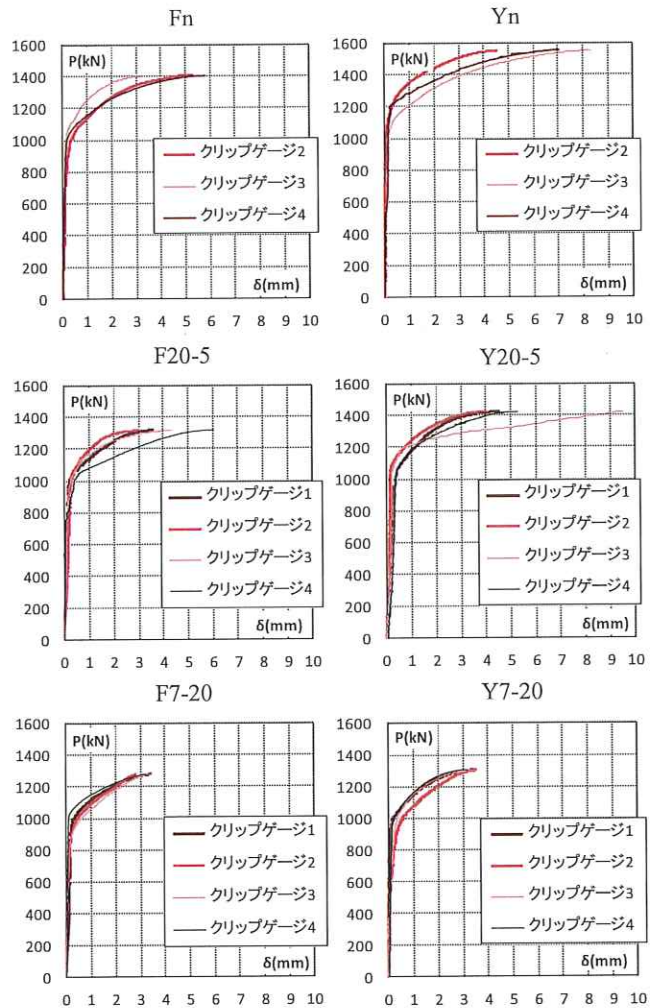


図 2 荷重-変形関係

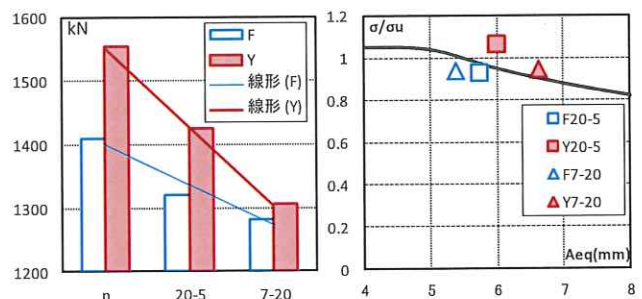


図 3 最大荷重の比較

図 4 δ - Aeq 関係

【参考文献】

- 1) (社) 日本溶接協会: WSE2805-2011, 溶接継手の脆性破壊及び疲労亀裂進展にたいする欠陥評価方法, 2011, 10

*1 信州大学工学部建築学科 教授・工博

*2 千葉工業大学工学部建築都市環境学科

*3 榎角藤 鉄構事業部・博士(工学)

*4 榎スノウチ 技術開発部

*5 信州大学工学部大学院生

Prof., Faculty of Engineering, Shinshu Univ., Dr. eng.
 Prof., Faculty of Engineering, Ciba institute technology Univ., Dr. eng.
 Kakuto Corporation, Steel Structure Division, Dr. eng.
 Sunouchi Corporation, Technology Development Division
 Graduate Student Faculty of Engineering, Shinshu Univ.