

## 1960~1970年代の鋼材で構成された十字溶接継手の板厚方向強度特性

○琉球大学 学生会員 許田千晶  
琉球大学 正会員 有住康則

琉球大学 正会員 下里哲弘  
東京工業大学 フェロー 三木千尋

### 1. はじめに

1960~1970年代の鋼材(以下、古材)は、硫黄(S)などの非金属介在物量が多く板厚方向の絞り値が低いことが知られている<sup>1)</sup>。本研究では、1960~1970年代の鋼材で構成された十字溶接継手の板厚方向強度特性について、引張試験及び疲労試験によって検証する。

### 2. 試験方法

#### 2.1 試験体

実橋から採取された1960~1970年代の古い鋼材を用いて、写真1に示すような十字溶接継手を製作した。試験体の製作は、研究対象の古材を十字溶接継手の挟まれ板に用いて、その両側は現代の鋼材をFP接合した後、写真2に示すようにJIS規格7号試験片の形状に切断加工した。疲労試験では、写真3に示すように板厚方向鋼材の中心部に円孔ノッチ( $\phi=2\text{mm}$ )を設け<sup>2)</sup>、板厚方向の鋼材の疲労強度の特性を調べた。

#### 2.2 試験パラメータ

表1に十字溶接の挟まれ板に用いた古材の $\phi_z$ 、S量及び製鋼年を示す。ここで $\phi_z$ は、板厚方向の絞り値を示す。試験片の板厚方向絞り値の区分として、現行基準<sup>3)</sup>の $\phi_z$ の最低ランク15%を考慮して、5%未満を低ランク、5%以上15%未満を中ランク、15%以上を高ランクとする。

#### 2.3 試験方法

引張試験は2000kN万能試験機を用いてJIS Z2241に準じて試験を行った。なお、試験では弾性域、塑性域で各々徐荷を行い、変位制御にて試験を行った。

疲労試験は、200kNのサーボ型疲労試験機を用いて、片振り载荷とした。

### 3. 試験結果

#### 3.1 引張強度特性

表2に引張試験で得られた降伏強度(YP)、破断強度(TP)を示す。試験では、試験体総数18体中14体が古材の板厚内で破断した。

図1~3に引張試験から得られた応力-歪曲線を示す。図1は現代の鋼材、図2は $\phi_z$ が低ランクの結果を示す。図1より、現代の鋼材では十分な伸び性能が確認できる。図2より古材の伸び性能は現代の鋼材の半分も満たしておらず著しく低いことが分かる。

写真3~4に図1、2に対応した破面写真を示す。写真3より現代の鋼材は、延性破面を呈しているのに対して、古材は、ほとんど絞りが無い脆性破面を示している。またこの破面は、階段状の破壊形態を示すラメラテアに近い破面を呈していた。

#### 3.2 含有硫黄量との関係

図4に引張試験から得られた破断時の板厚方向絞り値と鋼材の含有硫黄量との関係を示す。絞りは破断後

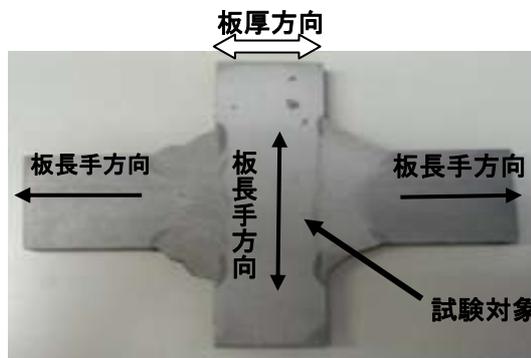


写真1 十字溶接継手 (切断前)



写真2 引張試験片の形状 (JIS7号試験片)



写真3 疲労試験片の形状

表1 古材試験片パラメータ

鋼種	板厚方向			試験体数	
	$\phi_z$	S量[%]	製鋼年	引張試験	疲労試験
SM50B	低	0.010	1967年	3体	5体
	中	0.022	1967年	3体	6体
SM58	低	0.005	1980年	6体	10体
	高	0.008	1969年	-	7体
		0.007	1971年	3体	8体
SM60	高	0.005	1967年	3体	10体
計				18体	46体

表2 引張強度 (古材を用いた鋼材)

鋼種	$\phi_z$	S量[%]	YP[N/mm <sup>2</sup> ]		TS[N/mm <sup>2</sup> ]	
			試験値	規格値	試験値	規格値
SM50B	低	0.010	353.37	373	429.48	457.33
	中	0.022	336.95	334	469.89	452.33
SM58	低	0.005	493.69	496	501.77	531.67
	高	0.007	455.98	526	527.79	615
SM60	高	0.005	484.60	486.67	595.60	605.67

の断面積から得た値である。表より、古材を用いた場合は、現代の鋼材よりも著しく低い結果となった。また多少のバラつきはあるものの、S量が多くなるに従って破断時の絞り値は低い傾向を示した。

キーワード 1960~1970年代鋼材、板厚方向強度、 $\phi_z$ (板厚方向絞り値)、S量(含有硫黄量)、疲労強度  
連絡先 〒903-0213 沖縄県中頭郡西原町字千原1番地 TEL098-895-8666

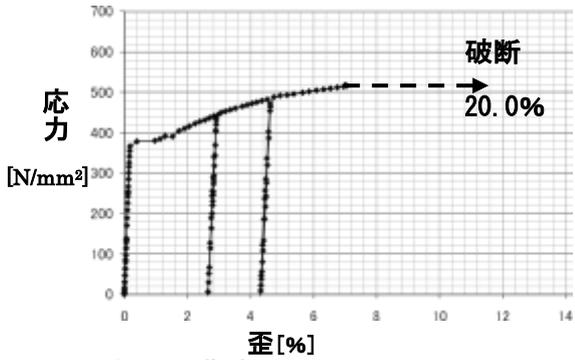


図1 応力-歪曲線 (SM490:2008年:S=0.004%)



写真4 引張試験結果:破断状況(現代の鋼材)



〈破断面〉

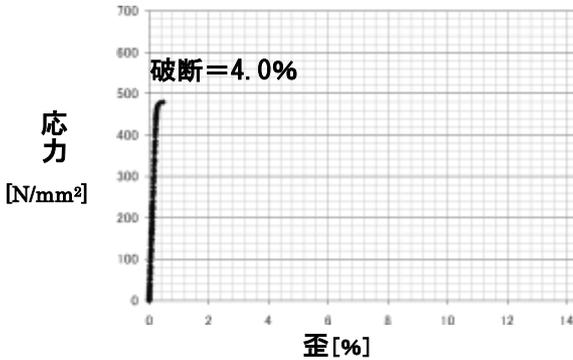


図2 応力-歪曲線(SM58:1980年:φz=低:S量=0.005%)

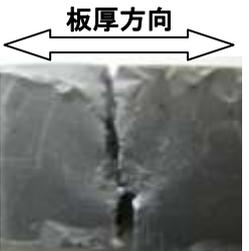


写真5 引張試験結果:破断状況(φz=低:S量=0.005%)



〈破断面〉

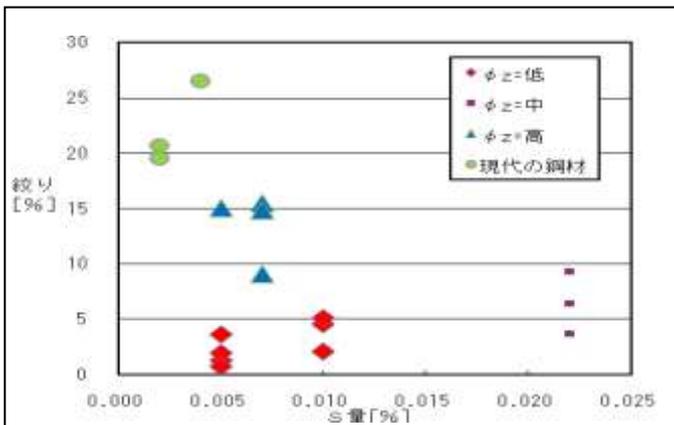


図3 破断時の歪と含有硫黄量との関係

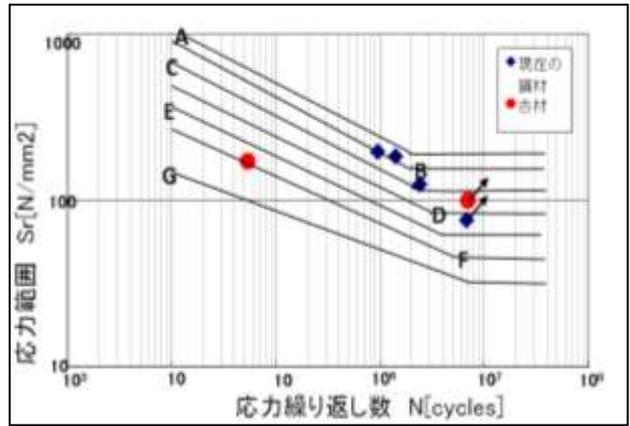


図4 疲労強度曲線



写真7 破面観察結果(現代の鋼材)



写真8 破面観察結果(φz=低:S量=0.005%)

3.4 疲労強度特性

図4に疲労試験結果を示す。図より、現代の鋼材では、円孔ノッチの影響によりJSSC-B等級程度の疲労強度となった。一方古材の場合では、JSSC-F等級程度であり、疲労強度が大幅に低下している。

写真7、8は破断面を示す。現代の鋼材では、疲労破面が確認できるが、古材では、疲労破面がほとんど確認できず脆性破面となっている。

4. まとめ

- 1) 板厚方向の絞り値が低く、含有硫黄量が高い鋼材で構成された十字溶接継手では、十分な静的強度を満たしたが、伸び性能、疲労強度が非常に小さい。
- 2) 破面の一部は、ラメラテアの発生機構(ステップ、ウォール)と類似した破壊機構が観察された。

今後、疲労試験の継続、脆性破断試験を行ない1960~1970年代の十字溶接継手の耐震性、耐久性を検証していく。

本研究は、科研費基礎盤(S)「重度の疲労損傷を受けた鋼橋の機能回復・機能向上を目的とする橋梁再生工学の確立」の補助を受けて行ったものである。

参考文献

- 1) 三木千尋・富永知徳・柳沼安俊・下里哲弘: 既設鋼製橋脚の補修溶接におけるラメラテアの発生の可能性検討、土木学会論文集, No759/I-67, pp69-77, 2004.4
- 2) 三木千尋・Fauri FAHIMUDDIN・穴見健吾・大橋治一・町田文孝: 鋼材十字溶接継手の板厚方向鋼材強度特性に関する研究
- 3) 日本道路協会: 道路橋示方書、平成14年3月
- 4) 日本道路協会: 鋼道路橋に疲労設計指針(平成14年3月)