

I-A27

非調質鋼面外ガセット部の低変態温度溶接材料による疲労強度向上の検討

川田工業 正会員○藤田敏明 川田工業 吉家賢吾
川田工業 正会員 町田文孝 川田工業 湯田 誠
川崎製鉄 久保高宏

1. はじめに

鋼橋の面外ガセット溶接部の疲労強度の向上化手法として、フィレット加工による継手形状の改良およびグラインダー処理やTIG処理等による止端形状の改善による応力集中低減方法が多く用いられている。これに対し近年、残留応力の改善を目的として開発された低変態温度溶接材料(10Cr-10Ni-Fe)^{1)・2)}を用いた手法は、溶接施工のみの作業により疲労強度の向上がはかれるため、製作工程上簡便な手法として注目されている。しかし、この溶接材料は、高強度鋼(例えばHT590、HT780)の疲労強度の向上を目的として開発されているため鋼橋の製作において多く用いられる50キ口級鋼に関する検討はなされていない。また、溶着金属の引張強度は800MPaと高く、50キ口級鋼に使用した場合、母材との強度差も大きなものとなる。

そこで50キ口級鋼に関して、文献1), 2)と同じ開発溶接材料と従来の溶接材料を用いて、疲労強度向上効果を比較検討した。なお、疲労強度の比較とともに、開発溶接材料の溶接性、同溶接継手における止端部の残留応力についても検討を行った。

2. 検討概要

供試鋼材および供試溶接材料を表-1に示す。

シールドガス組成による溶接性比較は、表-1の開発溶接材料(T)に100%Ar、80%Ar-20%CO₂および100%CO₂の3種を用いてすみ肉溶接を行い、ビード外観観察と断面マクロ観察を行った。

残留応力の測定は、シールドガス組成を100%Arと80%Ar-20%CO₂とした開発溶接材料(T)および従来溶接材料(S)にて廻し溶接を行った図-1に示す試験体の廻し溶接止端部から1mmの位置に1軸5連歪みゲージを貼付し、切断法により行った。

疲労試験は、図-1に示す面外ガセット試験体を製作し、油圧サーボ型疲労試験機にて周波数4~10Hz、応力比0、応力範囲100MPaの正弦波により行った。試験体は、止端非仕上げ試験体として(T、S)、止端仕上げ試験体として試験体Sに対しグラインダー処理(G)および付加溶接処理(K)を行った計4種類とした。なお、溶接止端部の形状が疲労強度に大きく影響を与えることから、廻し溶接部止端形状の測定を行った。

3. 溶接性の比較

開発溶接材料(T)についてシールドガス組成を変更し溶接性を検討した結果、80%Ar-20%CO₂が最も良好な結果であった(写真-1)。また、100%Arおよび100%CO₂においては、溶接中に溶融池の安定性が得られない、良好な外観や止端形状が確保されないなどの問題が残った。

表-1 供試材の化学組成

供試鋼材 および 供試溶接材料		化学成分 (mass%)								
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	
鋼材 (SW490A)	ガセット t=12	0.17	0.33	1.47	0.013	0.002	-	-	-	
	母材 t=16	0.17	0.41	1.43	0.02	0.005	-	-	-	
開発溶接材料 (T)		0.025	0.32	0.70	-	-	10.0	10.0	0.12	
従来溶接材料 (S)		0.1	0.52	1.11	0.017	0.011	-	-	-	

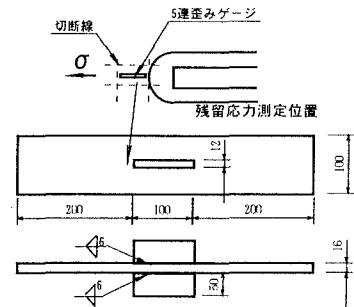


図-1 試験体形状

キーワード 疲労 低変態材料 非調質鋼 面外ガセット
〒764-8520 香川県仲多度郡多度津町西港町1-7 TEL0877-32-5115 FAX0877-32-5847

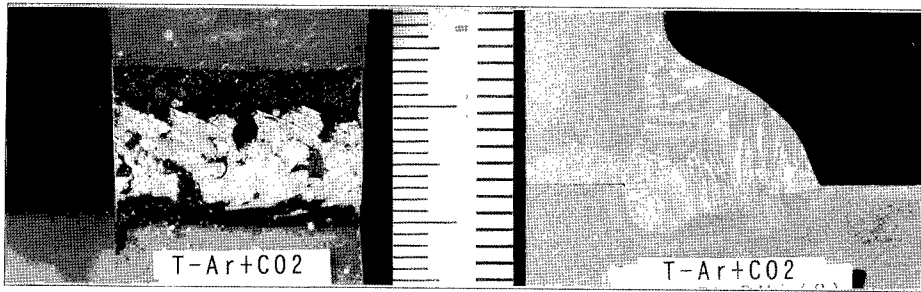


写真-1 T-Ar+C02の外観および断面マクロ

4. 残留応力測定結果

残留応力測定結果を図-2に示す。従来溶接材料（S）は溶接止端部に近づくにつれ、引張残留応力が増加した。これに対し、開発溶接材料の（T-Ar、T-Ar+C02）は、止端部に近づくにつれ引張残留応力が低減していた。特に（T-Ar）は止端部より1mmの位置において約0MPaであったことから、さらに止端部に近づく圧縮の残留応力となっていることが推定される。開発溶接材料（T）のシールドガス組成を変更した場合の残留応力については、母材希釈によって溶着金属の化学成分が異なり変態温度に影響³⁾したためか、低減効果が異なっていた。

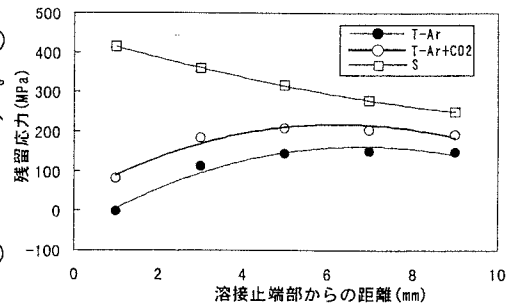


図-2 残留応力測定結果

5. 疲労試験結果

疲労試験結果を図-3に示す。図中には、当該ディテールの疲労強度等級F等級と止端仕上げのE等級の疲労設計曲線⁴⁾を示す。従来溶接材料（S）の疲労強度は、当該疲労強度のF等級とほぼ等しかった。また、止端部の形状が不整で応力集中が高くなり疲労強度の低下が起こりかねない開発溶接材料（T-Ar）は、残留応力低減による影響が大きく、疲労強度は向上し、E等級をほぼ満足していた。また、付加溶接試験体（K）は止端形状の改良によって疲労強度の向上がなされ、当該疲労強度のE等級を十分に満足していた。

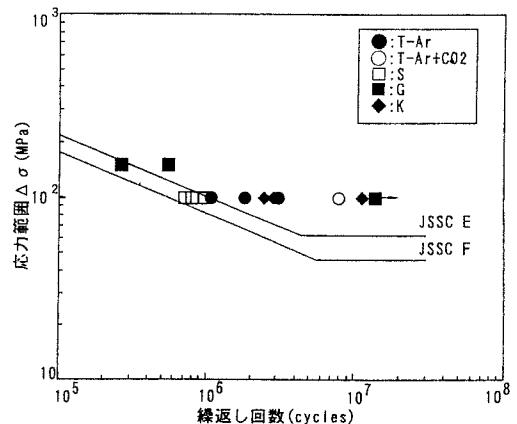


図-3 疲労試験結果

6. まとめ

低変態温度特性の溶接材料の50キロ級鋼への適用性について検討を行った。残留応力測定の結果では、50キロ級鋼においても残留応力の低減効果が確認され、シールドガス組成によって残留応力の低減効果が異なる結果も得た。シールドガスが100%Arの試験体において止端形状が不整で応力集中が大きい状態ではあったが疲労試験の結果は、JSSCのE等級を十分に満足していた。なお、現在開発溶接材料（T-Ar+C02）について疲労試験を実施中である。

【参考文献】

- 1) 志賀, 太田, 平岡, 塚本: フロンティア構造材料の溶接, 溶接学会誌, 第66巻(1997)第8号, P. 609
- 2) Akihiko OHTA他: Fatigue Strength Improvement by Using Newly Developed Low Transformation Temperature Welding Material, IIW Document X III-1706-98
- 3) 村田, 加藤, 田村: 応力緩和におよぼす合金元素および変態温度の影響, 溶接学会論文集, 第9巻(1991)第1号, P. 160
- 4) 日本鋼構造協会: 鋼構造物の疲労設計指針・同解説, 技法堂出版, (1993)