

非調質鋼面外ガセット部の低変態温度溶接材料による付加溶接の疲労強度向上の検討

川田工業 正会員・竹内健二 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

近年、面外ガセットまわし溶接部の疲労強度向上対策として、マルテンサイト変態点の温度を下げ、溶接止端部に圧縮残留応力を導入する低変態温度溶接棒の適用が試みられその効果が確認されている¹⁾²⁾。しかし、これらの研究では 60 キロ級鋼以上の調質高張力鋼を対象としており、鋼橋に主として用いられている 40 キロ・50 キロ級の非調質鋼についての検討はほとんどされていない。著者らは、SM490 材を用いた面外ガセット継手に低変態温度溶接材料を適用した場合の効果を確認している³⁾が、SM400 材・SM490Y 材など他の鋼種への効果については検討していなかった。またこの検討では、溶接施工方法として本溶接に用いた方法であり、既存構造物への適用を考えると、まわし溶接部への付加溶接による方法が望ましいと考えられる。そこで 40 キロ・50 キロ級の非調質鋼を対象として、低変態温度溶接材料を付加溶接することによる疲労強度改善効果について検討したので、その結果を報告する。

2. 検討内容

試験は、図 1 に示す面外ガセット試験体を製作し、残留応力測定、疲労試験を実施した。鋼材は、鋼橋でよく用いられている SS400、SM400A、SM490A、SM490YA 鋼の 4 種類とした。溶接は、ガセットを炭酸ガスシールド溶接にてまわし溶接した後、低変態溶接棒(ϕ 4mm)にて付加溶接を行った。溶接残留応力は、付加溶接止端部から 1mm の位置に 1 軸 5 連歪みゲージを貼付し切断法により測定した。疲労試験は、油圧サーボ型疲労試験機にて周波数 10Hz、応力比ほぼ 0 の正弦波により行った。供試溶接材料及び供試鋼材の化学組成を表 1 に示す。また、溶接条件を表 2 に示し、付加溶接部のマクロ写真を図 2 に示す。

3. 残留応力測定結果

図 3 に残留応力測定結果を示す。図中には比較のため、まわし溶接のみで付加溶接を施していない SM490A の残留応力測定結果も示す。まわし溶接のみの SM490A と 4 種類の鋼材の引張残留応力を比較してみると付加溶接により、止端部では 4 種類の鋼材とも大小はあるが残留応力は低減している。特に SS400 では止端から 1mm において圧縮残留応力が確認でき、止端部ではそれ以上の残留応力が導入されているものと考えられる。よって低変態温度溶接材料の残留応力低減効果を確認することができた。

4. 疲労試験結果

図 4 に疲労試験結果を示す。図中には日本鋼構造協会「鋼構造物の疲労設計指針・同解説」⁴⁾の疲労強度 D,E,F 等級の疲労設計曲線を示す。なお比較のため、まわし溶接のみで付加溶接を施していない SM490A の疲労試験結果も示す。付加溶接した SS400、SM400A、SM490A、SM490YA の疲労強度等級は当該ディテールの JSSC 疲労強度 F 等級を十分満足し、それ以上の JSSC 疲労強度 D 等級であった。疲労強度が向上した原因は、上述した残留応力の低減と付加溶接することにより脚長が長くなり応力集中が低減した⁵⁾ためと考えられる。なお、各試験体の残留応力と疲労強度の関係は、必ずしも 1 対 1 に対応していない。その原因としては、残留応力の板厚方向の分布の違い、とくに板表面止端部での残留応力の大きさの違い、および止端形状による応力集中の違い、などが考えられる。現在、板厚方向の残留応力分布測定と試験体数を増やしての疲労試験を実施中である。

キーワード 疲労 低変態温度溶接材料 付加溶接

〒764-8520 香川県仲多度郡多度津町西港町 17 TEL0877-32-5115 FAX0877-32-5847

5. まとめ

低変態温度溶接材料を使用した疲労向上を目的として SS400、SM400A、SM490A、SM490YA 鋼への適用を検討した。まわし溶接そのままよりも低変態温度溶接材料にて付加溶接することにより、溶接部近傍において引張残留応力が低減したことを確認した。また、疲労強度が飛躍的に向上したことを確認した。

【参考文献】

- 1) Akihiko OHTA 他：Fatigue Strength Improvement by Using Newly Developed Low Transformation Temperature Welding Material、IIW Document XIII-1706-98
- 2) 水ノ上、樋口、穴見、三木：土木学会第 54 回年次学術講演会、pp.52-53、平成 11 年
- 3) 藤田、吉家、町田、湯田、久保：土木学会第 54 回年次学術講演会、pp.54-55、平成 11 年
- 4) 日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説、技報堂出版、1993 年
- 5) 穴見、三木：第 5 回超鉄鋼ワークショップ、pp.240-241、平成 13 年

表 1 供試材の化学組成

供試材料 および 供試溶接材料	降伏点 (MPa)	引張強度 (MPa)	伸び (%)	化学成分 (mass%)								
				C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	
SS400	ガセット	282	422	31	0.14	0.19	0.62	0.010	0.003	-	-	-
	母材	289	429	36	0.11	0.17	0.92	0.009	0.003	-	-	-
SM400A	ガセット	281	426	33	0.16	0.10	0.69	0.009	0.003	0.01	-	-
	母材	306	442	31	0.11	0.25	1.28	0.016	0.004	0.01	-	-
SM490A	ガセット	468	575	23	0.17	0.33	1.24	0.016	0.004	-	-	-
	母材	382	520	27	0.17	0.33	1.23	0.012	0.002	-	-	-
SM490YA	ガセット	432	550	23	0.17	0.34	1.25	0.009	0.002	-	-	-
	母材	446	562	24	0.17	0.34	1.25	0.009	0.002	-	-	-
CO2ワイヤ (YM-26, φ1.2)	-	-	-	0.06	0.66	1.55	0.018	0.012	-	-	-	-
低変態温度 溶接材料 (φ4)	-	-	-	0.037	0.20	0.70	0.011	0.003	9.78	11.02	0.28	-

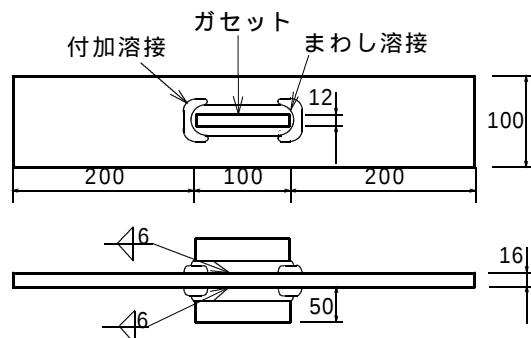


図 1 試験体形状

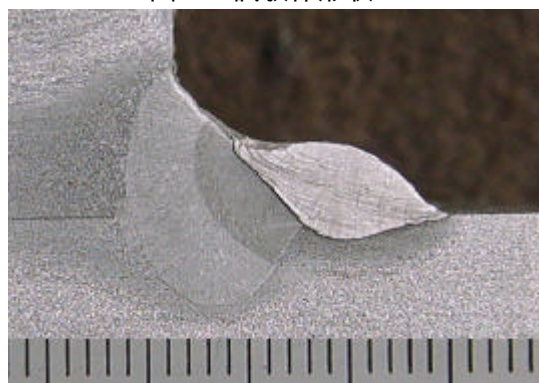


図 2 マクロ写真 (SM400A)

表 2 溶接条件

	電流(A)	電圧(V)	速度(cpm)	入熱量(kJ/cm)	予熱	積層
まわし溶接	240 ~ 260	30	27 ~ 36	12 ~ 17	なし	1 パス
付加溶接	180	32	27	13	なし	1 パス

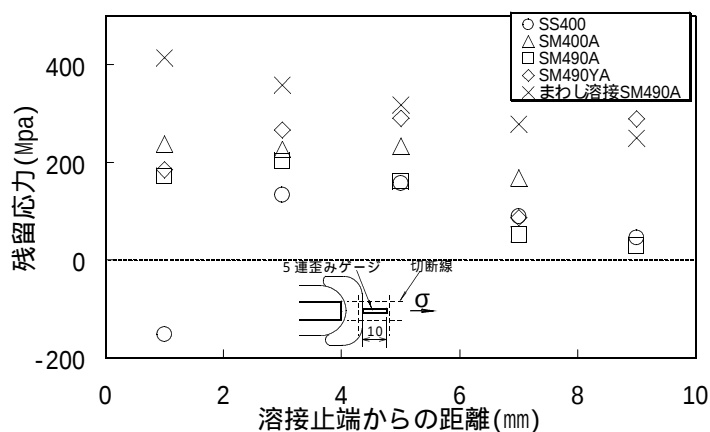


図 3 残留応力測定結果

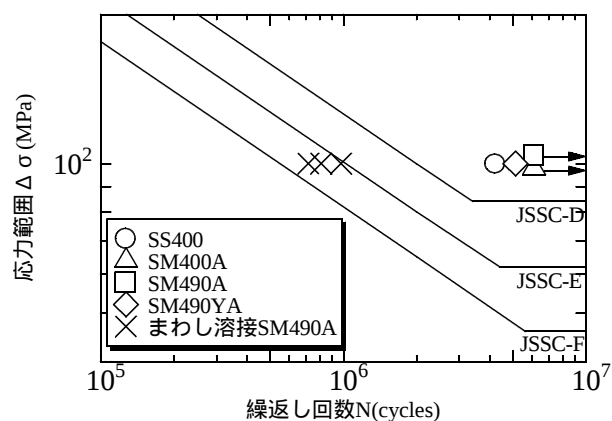


図 4 疲労試験結果