

溶融亜鉛めっきを施した面外ガセット溶接継手の疲労強度（その3）

サクラダ 正会員 ○堀川 秀信, 南 邦明 法政大学 正会員 森 猛
日本橋梁建設協会 正会員 小笠原 照夫 日本溶融亜鉛鍍金協会 横江 昇

1. はじめに

鋼橋の延命化の課題に腐食と疲労がある。腐食の対策として溶融亜鉛めっきは有効とされているものの、めっきの施工が溶接部の疲労強度にどのように影響するかは不明である。著者らは、鋼橋に用いられる継手の中でも特に疲労強度が低く、疲労損傷の発生が懸念されている面外ガセット溶接継手を対象とし、溶融亜鉛めっきの施工が疲労強度に及ぼす影響について実験的に検討してきた。ここでは、既に発表した実験結果に加えて新たに行った実験の結果をもとに、めっき施工が溶接部の疲労強度に及ぼす影響について検討した結果を報告する。

2. 試験体

使用鋼材は板厚 12mm の溶接構造用鋼材 SM490YA、SM490YB、SM400 の 3 種類である。SM490YB と SM400 は、耐めっき割れ用鋼材に相当する。これらの鋼板を用いて、面外ガセット溶接継手をモデル化した試験体を作成した。その形状と寸法を図 1 に示す。これらの試験体に溶融亜鉛めっきを施した。ここで用いた試験体の一覧を表 1 に示す。

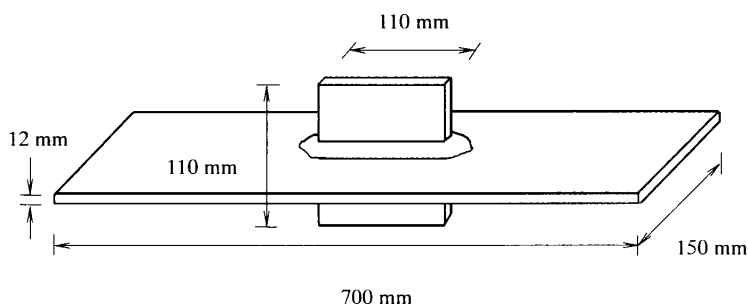


図 1 面外ガセット溶接継手試験体形状

めっき作業の焼鈍効果による残留応力の変化を調べる目的で、各試験体の残留応力を測定した。測定結果の例を図 2 に示す。残留応力測定は、試験体の表裏面およびコバ面に一軸のひずみゲージを貼り、切断法により行った。溶接ままの AW、Z-AW、400-AW 試験体の残留応力は 200MPa 以上となっているのに対し、溶融亜鉛めっきを施した試験体の残留応力は 100MPa 以下となっている。このようにめっき作業を行うことで残留応力が大きく低減されている。

表 1 試験体の一覧

鋼材	試験体名	試験体説明
SM490YA	AW	溶接のままの試験体
	AM	標準的な条件でめっきを施した試験体
	AH	AM試験体のめっきを剥いだ試験体
SM490YB	Z-AW	溶接のままの試験体
	Z-AM	標準的な条件でめっきを施した試験体
	Z-AT	表面にめっきが付着しないようにめっき槽に浸した試験体
	Z-AA	Z-AM試験体よりもめっきを厚くした試験体
	Z-AB	冷却槽には浸漬せず、完全空冷を行った試験体
SM400	400-AW	溶接のままの試験体
	400-AM	標準的なめっき条件でめっきを施した試験体
	400-AU	400-AM試験体よりもめっきを薄くした試験体

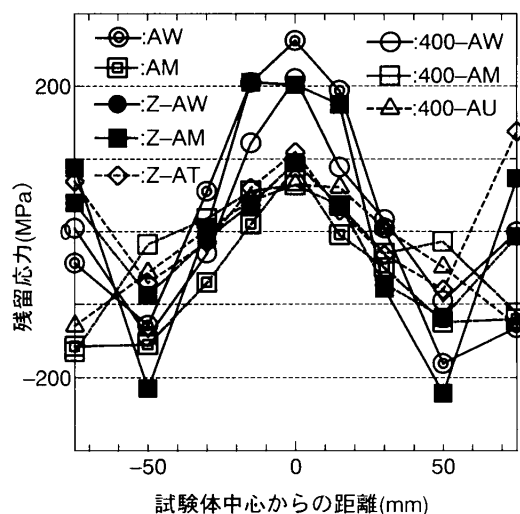


図 2 残留応力の測定結果

キーワード：面外ガセット溶接継手、溶融亜鉛めっき、疲労強度、めっき条件、マイクロ試験

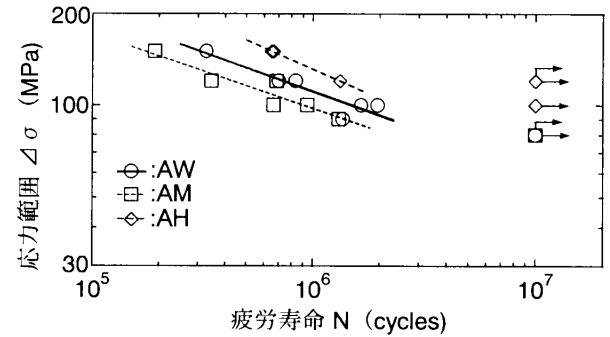
連絡先：〒272-0002 千葉県市川市二俣新町 21 TEL 047-328-3145 FAX 047-328-3156

3. 疲労強度

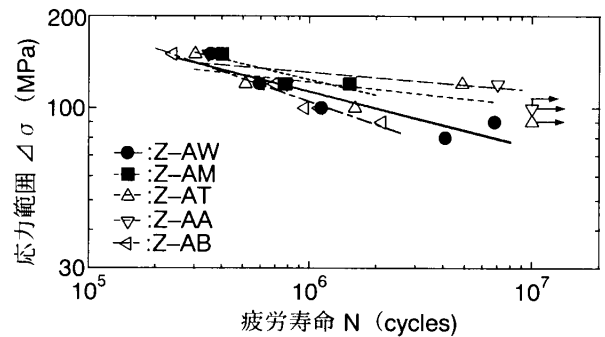
疲労試験は、電気油圧サーボ式材料試験機を用いて、軸引張荷重下で行った。繰返し荷重は、下限荷重を 10kN とし、応力範囲が 80～150MPa 程度となるように設定した。繰返し速度は、10～15Hz とした。このような試験から求めた応力範囲 $\Delta\sigma$ と疲労寿命 N の関係を試験体に用いた鋼材ごとに図 3(a)～(c) に示す。図 3(a) に示す AM 試験体の疲労強度は AW 試験体と比べて 15% 程度低下し、AH 試験体では 20% 程度向上している。図 3(b) では、各試験体の短寿命域における疲労強度に大きな違いは見られない。長寿命域では、Z-AM、Z-AA、Z-AT 試験体の疲労強度が Z-AW 試験体よりも高くなっている。Z-AB 試験体の疲労強度は、Z-AW 試験体よりも低くなっている。図 3(c) に示すように、溶融亜鉛めっきを施した各種試験体の短寿命域における疲労強度は、400-AW 試験体と比べて大きな違いは見られない。長寿命域では、400-AM 試験体の疲労強度が 400-AW 試験体とほぼ一致しているものの、400-AU 試験体の疲労強度は 400-AW 試験体よりも高くなっている。

4. ミクロ試験

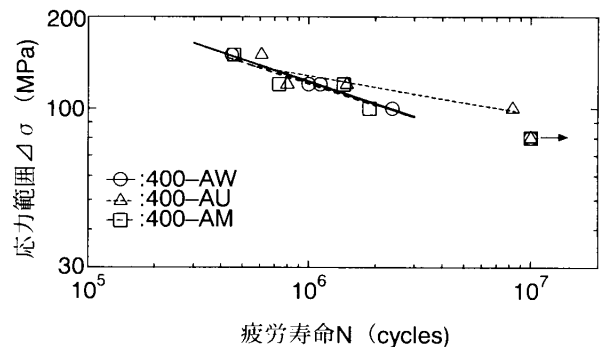
めっき層の組織をデジタルマイクロスコープで観察した例を写真 1 に示す。めっきを施すことにより、疲労強度が低下した AM 試験体では、めっき層と鋼材の境界部に大きな凹凸が見られるのに対し、疲労強度が若干向上した Z-AM 試験体、ほぼ一致していた 400-AM 試験体の境界部は滑らかとなっている。いずれの場合もめっき金属と鋼材の合金層は粗い柱状晶からなっており、ここが疲労亀裂の起点になったとも考えられる。



(a) SM490YA



(b) SM490YB



(c) SM400

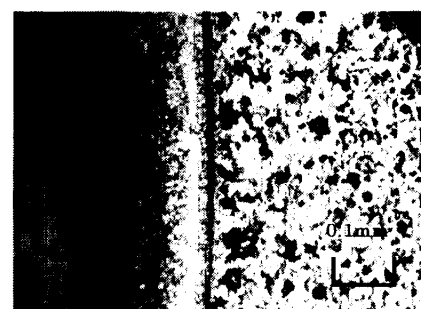
図 3 疲労試験結果



(a) AM 試験体



(b) Z-AM 試験体



(c) 400-AM 試験体

写真 1 ミクロ写真 (450 倍)

5. まとめ

溶融亜鉛めっきを施した試験体の疲労強度は、SM490YA を使用した場合に溶接のままの試験体よりも低くなった。SM490YB、SM400 を使用した場合、短寿命域では溶接のままの試験体と比べてほとんど差はないが、長寿命域では高くなる傾向が見られた。疲労強度が低くなる原因としては、めっきを施すことにより、めっき層と鋼材の境界部が凹凸状になること、めっき金属と鋼材の合金層が粗い柱状晶からなり、この部分から早い段階で疲労亀裂が生じることなどが考えられる。