

長期間大気暴露されたリブ十字すみ肉溶接継手の疲労強度

名城大学 学生会員 小野彰之
名城大学 正会員 近藤明雅
名古屋大学 正会員 山田健太郎
名城大学 土井田徹

1. はじめに

耐候性鋼は、鋼材表面に発生する安定錆と呼ばれる緻密な錆が大気環境から素材を保護し、それ以上の錆の発生を防止するという性質を持つ。リブ十字すみ肉溶接継手のような溶接継手の場合には、大気暴露による腐食後の溶接継手の疲労強度は腐食前のものと比べて同等もしくはそれ以上となる事が知られている。¹⁾ 本研究は、約 25 年間大気暴露された耐候性鋼 (SMA490) リブ十字すみ肉溶接継手試験体の疲労試験を行うとともに、耐候性鋼と普通鋼の腐食の進行度を調べ、過去に行われた大気暴露試験体の結果と比較することにより長期間大気暴露が疲労強度に及ぼす影響を検討したものである。

2. 疲労試験

疲労試験に用いたリブ十字継手試験体の寸法・形状を Fig.1 に示す。試験体は 12 本あり、それを 3 種類に分けて疲労試験を行った。試験体には与える荷重と断面積から求めた応力範囲より予想される破断繰返し数の 1/4 回を暴露前に载荷した。与えた荷重と繰返し数は、183. 26 kN で 6 万回、130. 34 kN で 17 万回、108. 78 kN で 50 万回である。疲労試験は MTS 試験機を用いて一定振幅荷重载荷で行い、荷重繰返し速度は 10Hz とした。

3. 試験結果

本試験結果と無暴露材の比較を Fig.2 に示す。図中の実線は無暴露材の 50%破壊確率線、破線は 95%信頼区間である。25 年暴露材の試験結果の中で暴露前の载荷によってき裂が発生していた試験体の結果は○で、き裂の発生していなかったものについては●で示した。今回の疲労試験で、暴露前に与えた応力範囲と異なる応力範囲で試験を行ってしまったものがあるため、この試験体については暴露前に与えた繰返し数を今回与えた応力範囲での繰返し数に換算して図中に示した (図中◎印)。また、日本鋼構造協会 (JSSC) が定めるリブ十字すみ肉溶接継手の強度等級は E 等級であるので、これも同時に示した。これは腐食を考えない (塗装して用いられる) 設計 S-N 線図である。無暴露材と今回の 25 年大気暴露材ともにすべての試験結果が JSSC-E の設計 S-N 線図より長寿命側にある。過去に行われた 2, 4, 10 年大気暴露材の試験結果との比較と、暴露材の 50%破壊確率線、95%信頼区間を Fig.3 に示す。き裂の発生していた試験体はグラフの短寿命側にプロットされ、き裂のなかった試験体は過去の暴露材試験結果の 95%信頼区間の中にプロットされた。よって、き裂が発生していない 25 年大気暴露材は 2, 4, 10 年大気暴露材と比べて疲労強度の低下はみられず、ほぼ同等であると考えられる。

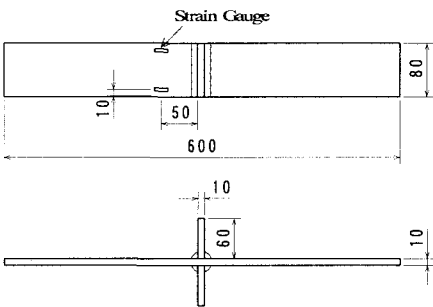


Fig.1 試験体寸法

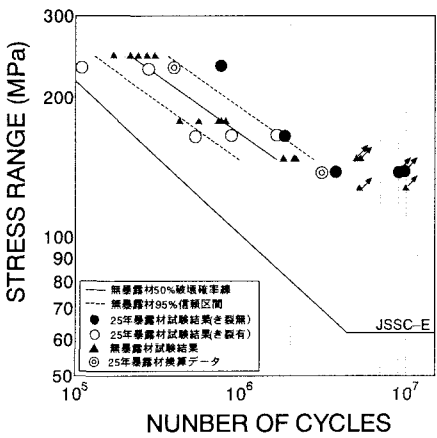


Fig.2 無暴露材試験結果との比較

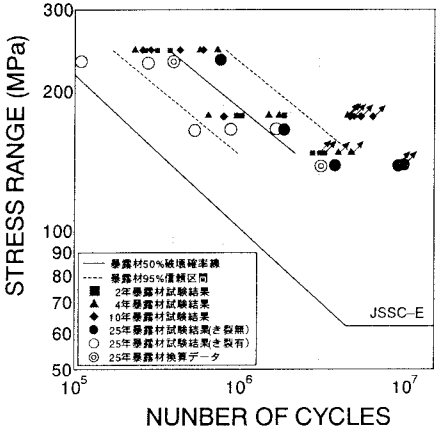


Fig.3 暴露材試験結果との比較

4. 溶接止端形状の測定

大気暴露による止端形状の変化を把握するため、試験体の溶接止端形状を測定した。測定方法は、薬品によって錆層を除去した後、止端部をシリコン印象材で型取り、それを 1mm 程度の薄片に分割し、スキャナーで読み取る事により止端半径 ρ と止端角 θ を測定した。過去のデータと今回のデータの比較を Fig.4 に示す。図中の下 2 つの測定結果が文教地区で大気暴露を行った試験体であり、それ以外は工業地区で暴露したものである。ここから暴露材は無暴露材に比べて、いずれも ρ が大きくなっている事がわかる。工業地区で 25 年大気暴露した試験体の ρ の下限値は約 1mm であった。また、10 年大気暴露材と比べてほぼ同等となっている。 θ は無暴露材と比べれば工業地区で 25 年大気暴露した試験体が平均値、95%信頼区間ともに多少大きい、他の暴露材との間には明確な差はみられない。文教地区で 25 年大気暴露した試験体の方が工業地区で暴露したものより ρ が大きい、これは暴露前の試験体の溶接形状が異なるためであると考えられる。

5. 腐食ピット深さの測定

長期間の大気暴露によって腐食がどの程度進行しているかを調べるため、腐食ピット深さの測定を行った。測定方法のモデルを Fig.5 に示す。鋼材が約 50% 見えた深さを腐食厚さ h_1 とし、 h_1 を研削した後、ピットが無くなるまで Δt ずつ研削し、 $\Sigma \Delta t = h_2$ とした。測定には精度 1/1000mm のダイヤルゲージを用いて 3 カ所測定し、その平均値を研削深さとした。腐食ピット深さの測定結果を Fig.6 に示す。SM490 の裏面が最も腐食ピットが深く 0.875mm、続いて SMA490 裏面、SM490 表面、SMA490 裏面 (school zone)、SMA490 表面の順となり、SMA490 表面 (school zone) が最も腐食ピットが浅く、0.282mm であった。結果はすべての試験体で裏面の方が腐食ピットが深く、文教地区が腐食量は少ない。10 年大気暴露材の測定結果と比較すると、どの結果も 10 年暴露材より腐食ピットは深くなっている。

6. 結論

- 1) 暴露前に载荷を行ってき裂の入った試験体の疲労強度はばらつきは大きい、無暴露材と比較して大きな差はない。
- 2) き裂の入っていない試験体の疲労強度は 2.4.10 年暴露材とほぼ同等である。
- 3) 25 年暴露試験体の試験結果は、日本鋼構造協会の定める E 等級の設計 S-N 線図よりも長寿命側にプロットされる。
- 4) 文教地区と 25 年間工業地区で暴露した試験体の止端半径 ρ はほぼ同等である。また、工業地区で 10 年間暴露したものとも同等である。
- 5) 腐食ピットは耐候性鋼、普通鋼ともに 10 年大気暴露材と比べて深くなっているが、腐食ピットの深さは耐候性鋼に比べ普通鋼の方が深い。

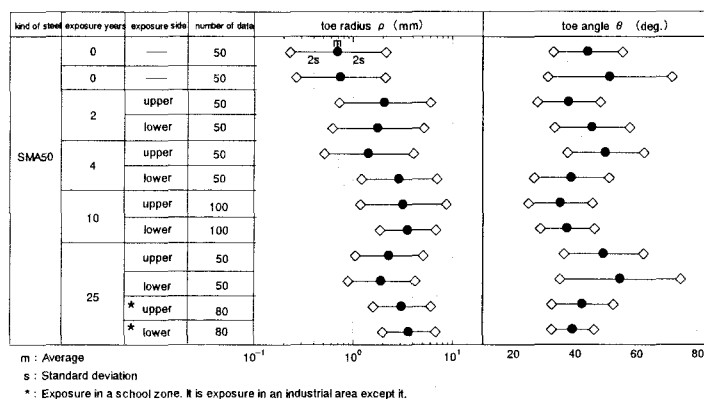


Fig.4 止端形状測定結果と過去のデータとの比較

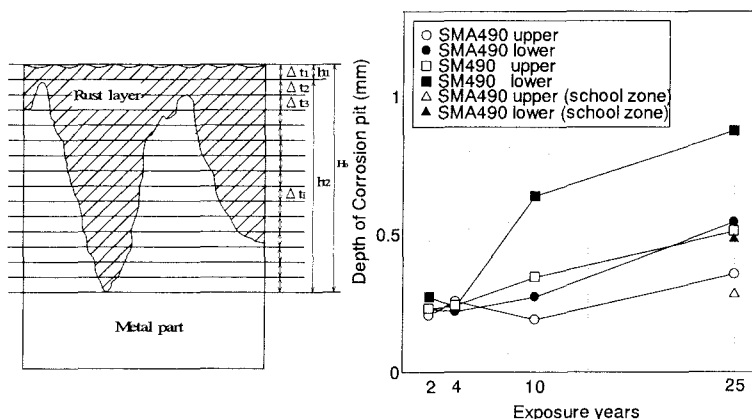


Fig.5 腐食ピット測定モデル

Fig.6 腐食ピット深さ測定結果

参考文献

- 1) 近藤明雅・山田健太郎・菊池洋一：10 年間大気暴露した耐候性鋼と普通溶接継手の疲労挙動，土木学会論文集 No.489/I-27, PP.121~127, 1994.4
- 2) 山田健太郎・村山眞・近藤明雅・菊池洋一：大気暴露された無塗装の耐候性鋼および普通鋼溶接継手の疲れ強さ，土木学会論文報告集 第 337 号, 1983.9