

四半世紀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 正会員 近藤明雅
 名城大学 学生会員 稲垣浩二 高木康伸
 名古屋大学 正会員 山田健太郎

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⁾これは、疲労に影響する溶接止端形状が腐食によって変化し、止端半径が増大したためと考えられている。本研究は、約25年間大気暴露された耐候性鋼(SMA50)リブ十字すみ肉溶接継手試験体の疲労試験を行い、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の大気暴露が疲労強度に及ぼす影響と、暴露前の荷重によるき裂の有無による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すみ肉溶接継手試験体の寸法を 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回を暴露前に荷重した。与えた荷重範囲と繰返し数は、183.26kNで6万回、130.34kNで17万回、108.78kNで50万回である。試験体の暴露は1978年1月から2002年8月までの295ヶ月間(約25年間)文教地区にある名古屋大学の屋上に架台を設置し、南向き30°の角度で雨ざらしにして実施した(Photo 1)。疲労試験はMTS試験機を用いて一定振幅荷重荷重で行い、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は●で示したが、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を与えて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回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てある(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年間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。今回の試験結果にはかなりばらつきがみられるが、これは暴露前の荷重試験によってき裂が発生していた試験体もあるためと考えられる。Photo 2 にそのようなき裂がみられた破断面を示す。

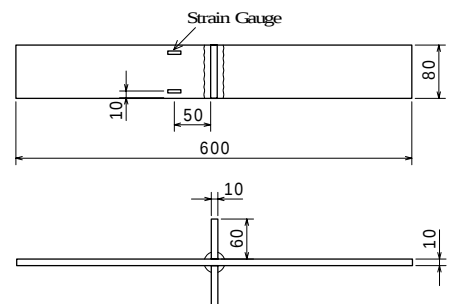


Fig.1 試験体寸法



Photo 1 暴露状況

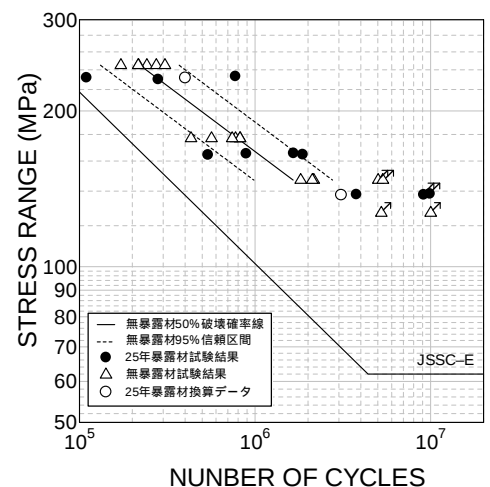


Fig.2 無暴露材試験結果との比較

(キーワード: 暴露材, 耐候性鋼, 疲労強度) 連絡先: 岐阜県各務原市松が丘 1-141-2 TEL 0583-84-8726

この試験体は今回の実験で少ない繰り返し数で破断に至った（Fig.3 参照）. Fig.2 と比べ，暴露前に発生したき裂のある試験体の結果を除けば，暴露材の 95%信頼区間の中に 25 年大気暴露材の結果が多くプロットされた．よって，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．

4. 破断面観察および溶接止端形状の測定

すみ肉溶接止端部に暴露前の载荷試験によって発生した疲労き裂の有無と形状・寸法を把握するため，疲労破面の観察を行った．観察方法としては，試験片の疲労破断後，破断面にあらわれた半楕円き裂の深さ a および幅 $2b$ を読み取り顕微鏡（精度 1/100mm）を用いて測定した．深さ a ，半幅 b を両対数座標でプロットしたものを Fig.4 に示す．25 年間大気暴露されたリブ十字すみ肉溶接継手の半楕円き裂形状比 a/b は，ほぼ 1/6 と 5/7 の間にプロットされた．この 1/6 と 5/7 の範囲は無暴露材の疲労き裂の範囲である．また，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．止端形状を測定するにあたり，溶接止端部の錆層をワイヤブラシを用いて除去した．測定方法は，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，スキャナーで読みと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.5 に示す．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．25 年大気暴露材では暴露面の上下を問わず，すべての ρ が 1mm を越えた．さらに，25 年大気暴露材の ρ の下限値は 10 年大気暴露材と比べて同等となっている． θ は無暴露材と比べれば小さくなっているが，他の暴露材との間には明確な差はみられない．

5. 結論

- 1)25 年間大気暴露された試験体の疲労寿命は無暴露材より大きく，2，4，10 年暴露材とほぼ等しく，長期間の大気暴露において疲労寿命の低下はみられない．
- 2)25 年大気暴露した耐候性鋼にも JSSC-E に定める設計 S-N 線図を用いても問題はない．
- 3)止端半径は 2 年，4 年大気暴露材より大きく，10 年大気暴露材とほぼ同等である．止端角は無暴露材よりは小さいが，暴露材では明確な差はみられない．

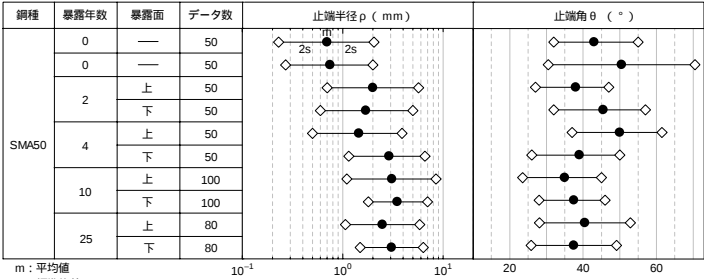


Fig.5 止端形状測定結果と過去のデータとの比較

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

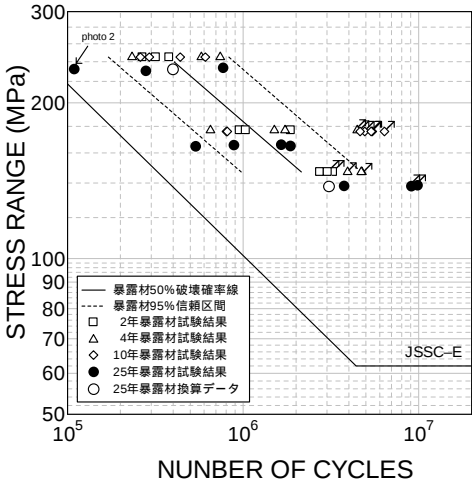


Fig.3 2.4.10 年暴露材試験結果との比較



Photo 2 疲労破面

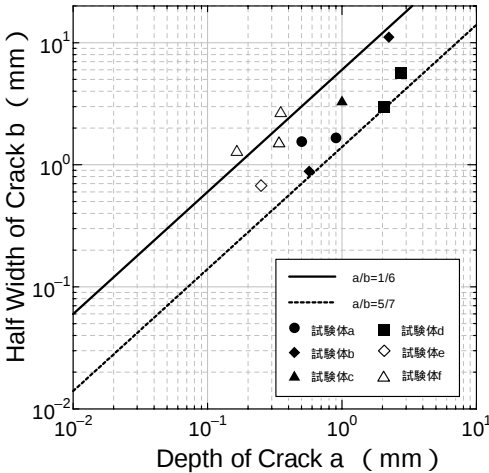


Fig.4 き裂形状比の比較