

広島工業大学 正員 皆田 理
 神戸大学 正員 西村 昭
 阪神高速道路公団 正員 江見 晋

1 まえがき 鋼材の表面性状と疲労強度との関係をみた研究によれば、鋼板表面の粗化は、疲労強度の低下要因となることを報告している。このことから、各種環境下で供用される鋼構造部材の疲労性状は、表面性状の変化、例えば発錆による錆層下鋼板素地の表面性状によって影響をうけることが予想される。そこで、本研究は、腐食した耐候性鋼、並びに普通鋼の表面性状解析結果に基づき、腐食鋼板の疲労亀裂発生条件、鋼板に生ずる錆の性質が疲労強度に及ぼす影響などについて検討を加え、鋼構造物、ことに、今後、使用頻度を増すことが予想される耐候性鋼を用いた無塗装鋼構造物の維持、管理、並びに疲労設計のための基礎資料を得ようとするものである。

2 供試体、及び試験要領 供試体の形状、寸法を図1に示す。供試鋼板は、7年間工場敷地内で大気暴露されたH型钢腹板から採取したSMA50に相当する耐候性鋼板、及び約25年間海浜部で使用されていた架設台H型钢フランジ、及び腹板から採取した軟鋼（SS41）で（以下、3種類の供試鋼板をそれぞれA、B、及びC鋼板と略称）、表1に使用鋼板の機械的性質を示す。供試鋼板は、疲労亀裂が鋼板面と側面との稜線、またはフィレット部で生ずるのを防ぐために、それらの部分をグラ

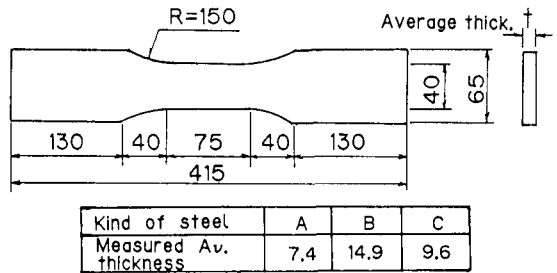


図1 供試体

インダー、紙ヤスリなどを用いて入念に仕上げた。腐食鋼板A、Bの表面性状と疲労亀裂との関係を見るための疲労試験は、疲労亀裂が5~10mm進展したところで終了した。疲労亀裂を生じた供試鋼板は、約90℃に煮沸したクエン酸アンモニウム（10%）、イビット（0.3%）溶液に浸潤して除錆し、疲労亀裂周辺部の表面粗さを測定した。また疲労強度に及ぼす錆の影響を見るために用

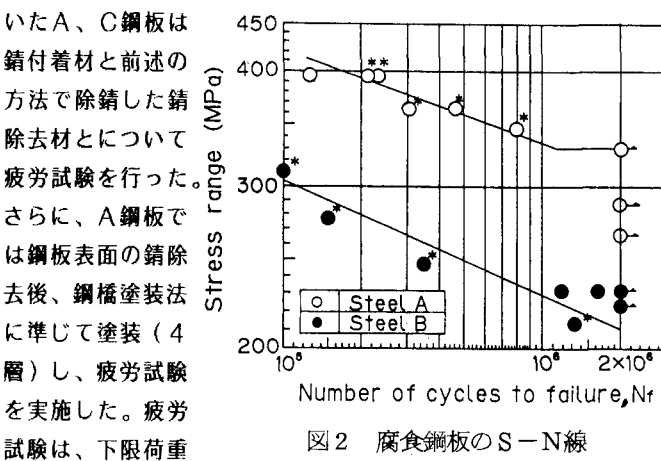


図2 腐食鋼板のS-N線

1 t、繰返し速度毎分600回とする部分片振荷重で行った。

3 試験結果、及び考察 図2は、A、B鋼板の疲労試験によって得たS-N線である。縦軸の全振幅は実測平均板厚を用いて算定してある。図中*を付したものは、表面粗さ測定を行った供試鋼板を示す。

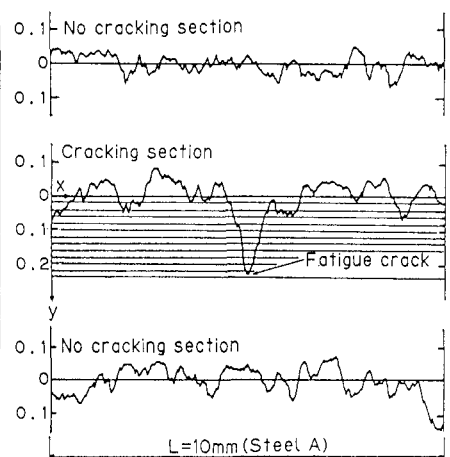


図3 腐食鋼板の表面形状

疲労亀裂を生じたA、B鋼板の表面を顕微鏡（倍率 20～80倍）で詳細に観察した結果、疲労亀裂の発生数は、B鋼板に比してA鋼板に多い。これは、B鋼板における疲労亀裂発生位置の腐食深さが、A鋼板の場合に比して非常に大きく、疲労亀裂が、この位置で集中的に進展するため、他の腐食部の応力集中が緩和されるためと考えられる。図3は、疲労亀裂発生領域と発生しなかった領域での表面粗さ状態をA鋼板について例示したものである。同図のように、疲労亀裂発生領域の表面粗さは疲労亀裂を生じない領域の表面粗さに比して明らかに異なる。そこで、図2に示すように、表面粗さ曲線の平均値を通る横軸をx軸にとり、それに垂直にy軸を、凹凸深さ方向にとる。いま、y軸を適当な間隔（ここでは約0.02mm）に等分し、各等分点からx軸に平行な直線を引いたとき、それらの各直線が表面粗さ曲線の谷の部分で切断する回数 n と測定長 L （10mm）との比 n/L と対応する y との関係をもとめると図4のようになる。同図はA鋼板について例示したものであるが、同類のもでも、疲労亀裂は、 n/L が大略1.0以下の場合に生じている。そこで、全資料について縦軸に n/L となる腐食深さ $\bar{y}$ と粗さ測定範囲各 L 間での最大高さ y_{max} との比をとり、横軸に各 L 間の $(n/L)_{max}$ （ $y \equiv 0$ ）をとって示したものが図5である。図に示すように、疲労亀裂を生じる腐食位置は図中破線で示した $n/L \leq 1.0$ 、かつ、 $\bar{y}/y_{max} \geq 0.56$ の領域内にある。同領域内で疲労亀裂を生じなかった腐食位置は、疲労亀裂を生じた腐食位置に隣接し、腐食深さも疲労亀裂発生部と大差はない。すなわち、これらの腐食部が独立して存在する場合、疲労亀裂は、それぞれの位置で生じ得るものと予想される。図6は、A、C鋼板の錆付着材、並びに錆除去材の疲労試験結果を示す。同図中には、A鋼板の錆除去後塗装したものの試験結果も併記してある。図にみられるようにC鋼板の場合、錆付着材の疲労強度は錆除去材の疲労強度とほぼ同等となる。これに対して、A鋼板では、錆付着材の疲労強度は錆除去材のそれに比して約18%程度高く、錆の有無によって疲労強度に明瞭な相違がみられる。また、試験資料は少ないが、塗装鋼板の疲労強度は錆付着材の疲労強度と同等、またはそれ以上となることが予想される。この結果は、応力集中率の高い切欠き材の疲労強度が、塗装などによる大気遮断によって向上すること²⁾を考慮すると、錆の性質が構造用鋼材の疲労強度に影響を及ぼしているものと考えられる。すなわち、耐候性鋼に生ずる安定錆は腐食の進展を抑制することのみならず、鋼板素地を保護し、疲労強度の低下を抑制する効果を有するものと予想される。

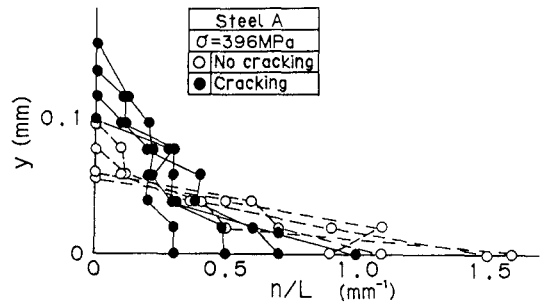
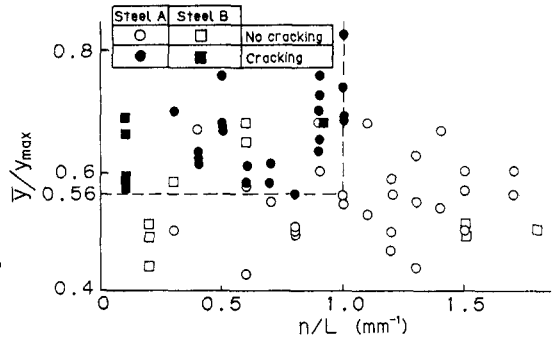
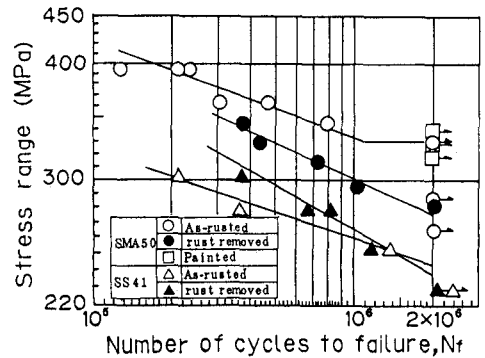
図4 $y - n/L$ 関係図5 $\bar{y}/y_{max} - n/L$ 関係

図6 S-Nf 線

4 むすび 腐食鋼板の疲労亀裂の発生にはある条件、本研究では、 $n/L \leq 1.0$ かつ $\bar{y}/y_{max} \geq 0.56$ が存在するようである。また、耐錆性鋼に生ずる安定錆は鋼板素地を大気環境から遮断すると同時に、疲労強度の低下を抑制する効果を有するものと推定される。参考文献省略。