

I-240 サンドイッチ制振鋼板溶接継手の疲労特性

(株)長大 正員 ○森野真之 名古屋大学 正員 山田健太郎
新日鉄(株) 保科安男 J R 東海 高野 正光

1. まえがき

現在問題となっている騒音を防止する一つ的手段として、制振鋼板を橋梁部材として用いることが考えられている。制振鋼板は、2枚の鋼板の間に粘弾性樹脂をサンドイッチした構造を持ち、曲げ振動に伴う粘弾性樹脂のずり変形によって振動エネルギーを熱エネルギーに変換し、振動減衰効果を発揮する材料である。

本研究では、制振鋼板を橋梁等の構造部材に用いた場合に問題となる疲労強度について破壊力学的手法を用いた疲労寿命解析を行い、実験値および日本鋼構造協会(JSSC)の疲労設計指針(案)との比較検討を行った。

2. 解析方法

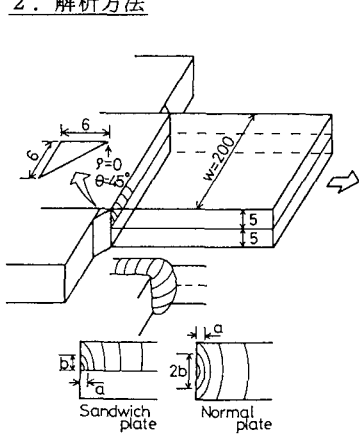


図1 き裂進展状況(GS系)

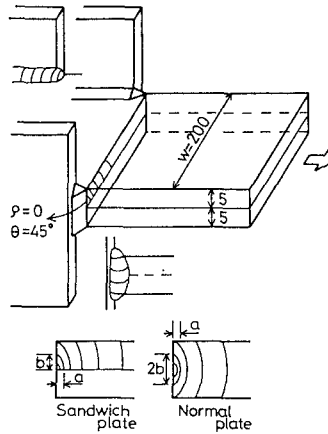


図2 き裂進展状況(TS系)

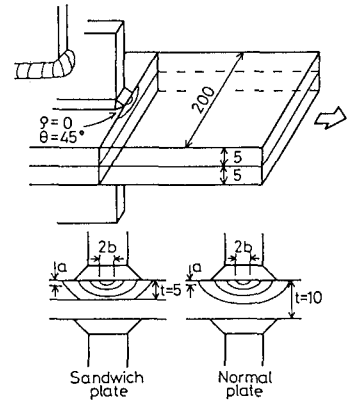


図3 き裂進展状況(MS系)

実際の橋梁等に多く用いられている5種類の溶接継手を対象とした。主板に制振鋼板を用い、ガセットは普通鋼板である。制振鋼板は、厚さ5mmの普通鋼板2枚を厚さ0.3mmの粘弾性樹脂で接着したものである。制振鋼板は2枚の鋼板を粘弾性樹脂で接着しているため、その疲労き裂は普通鋼板とは異なる発生・進展挙動を示す。そこで、疲労試験で得られた疲労き裂発生・進展挙動をもとに、制振鋼板と普通鋼板の疲労き裂進展挙動をモデル化し、破壊力学的手法を用いて疲労き裂進展寿命 N_p を求めた。各継手の疲労き裂進展状況を図1～図5に示す。また図5に示した継手を除いて、初期き裂長 $a_i = 0.1\text{mm}$ 、き裂形状比 $a/b = 1/2$ と仮定した。

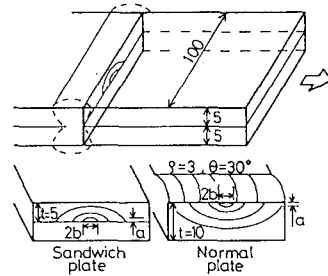


図4 き裂進展状況(CS系)

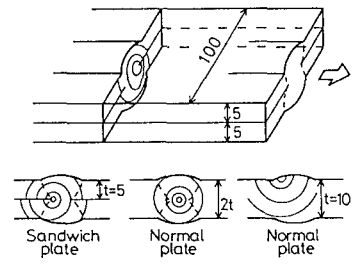


図5 き裂進展状況(LS系)

3. 解析結果および考察

図6～図10に疲労寿命解析結果を実験値とともに示す。図6～図10において、白丸印は実験値¹⁾、実線は制振鋼板の解析値、一点鎖線は普通鋼板の解析値、破線は各継手のJSSCの強度等級である。

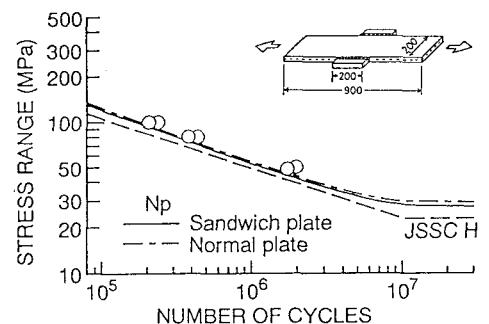


図6 疲労寿命解析結果(GS系)

図6～図8
にガセット
を溶接した
継手の解析
結果を示す。
制振鋼板の
実験値と解
析値はよく
一致してい
ると思われ
る。また、

制振鋼板と普通鋼板では N_p の違いは小さい。これは、GS系、TS系の場合、両者の違いがき裂進展の前半にあるにも関わらず、溶接止端の応力集中が大きく、この部分を比較的き裂が早く進展するためである。また、MS系の場合は、き裂進展の大部分を占めるき裂の初期部分が制振鋼板と普通鋼板で同様のためである。以上の結果より、制振鋼板と普通鋼板では、同等の疲労強度が期待できると思われる。

図9に横突合せ溶接継手の解析結果を示す。実験結果は、非仕上げの試験体3体(白丸印)、余盛り削除した試験体3体(半黒丸印)のものである。ある応力範囲で未破断のものは、さらに応力範囲を上げて疲労試験を続行しており、これらは実線の矢印で示した。制振鋼板の場合、疲労き裂が内部の溶接止端から進展するため、疲労寿命は表面の余盛りの有無には影響されない。図9より、余盛りの仕上げの有無に関わらずJSSC D等級程度とするのが妥当と思われる。

図10に縦方向突合せ溶接継手の解析結果を示す。き裂の発生位置となるブローホールを初期円形き裂に換算し、解析を行った。破断面の観察から、実際の等価き裂長は0.5～0.7mmである。初期き裂長を0.8mmに仮定した N_p がJSSC Dを上回っており、実験値とも比較すると、制振鋼板のこの継手は、普通鋼板より1ランク落としたJSSC D等級が適用できると思われる。

4. まとめ

制振鋼板にガセットを溶接した継手の疲労強度は、普通鋼板のそれと同等の強度が期待でき、現行の設計S-N線図において普通鋼板と同様に扱うことが可能であると思われる。制振鋼板どうしを横突合せ溶接した場合には、疲労き裂が制振鋼板の内部の溶接止端から発生するため、余盛りの有無に関わらず、普通鋼板の非仕上げの場合の強度等級であるJSSC D等級が適用できると思われる。また、制振鋼板どうしを縦方向に突合せ溶接した継手では、普通鋼板のそれよりも1ランク落としたJSSC D等級が妥当であると思われる。また、今回の試験体製作においては、溶接時に溶接欠陥をなくすような特別な工夫を行っていない。従って、将来、溶接性が向上し、普通鋼板と同等の溶接品質が期待できるようになれば、制振鋼板の疲労強度も普通鋼板のそれと同等の強度が期待できると思われる。

参考文献 1) 森野・山田ら：制振鋼板の疲労強度に関する研究、土木学会中部支部概要集、1993年3月

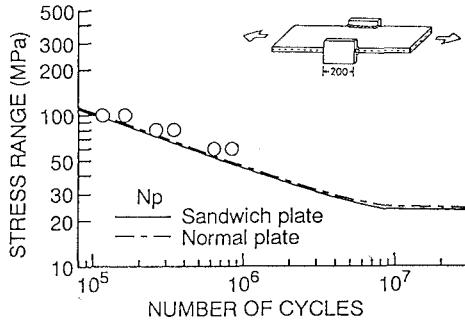


図7 疲労寿命解析結果(TS系)

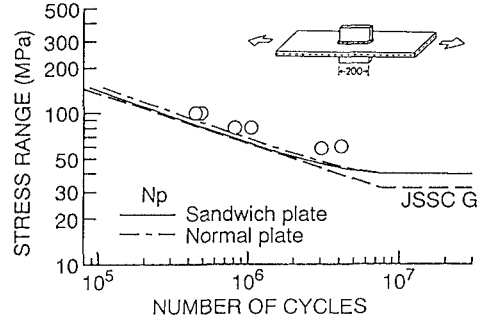


図8 疲労寿命解析結果(MS系)

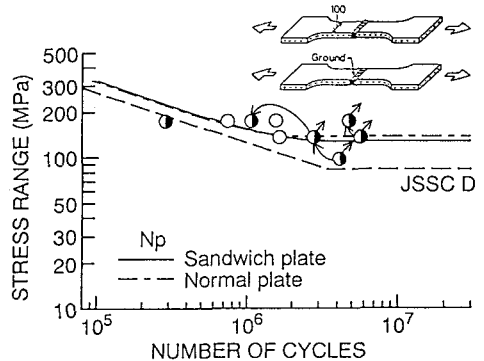


図9 疲労寿命解析結果(CS系)

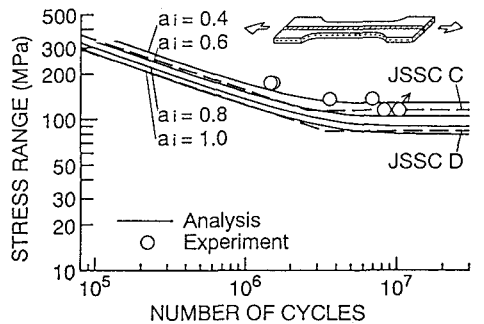


図10 疲労寿命解析結果(LS系)