

鋼床版の疲労損傷評価方法と鋼材による疲労寿命の改善

第2報 耐疲労鋼適用による疲労寿命の改善について

(株)横河ブリッジ 正会員 一宮 充、正会員 春日井俊博、正会員 清川昇悟
住友金属工業(株) 正会員 ○安藤隆一、菅田 登、有持和茂

1. はじめに

Uリブ溶接部のルートから発生するデッキプレート貫通型疲労き裂について、デッキプレートに耐疲労鋼⁽¹⁾を用いた場合の疲労寿命改善効果を鋼床版の部分モデルによる実験で評価した。

2. 供試材

部分モデルは、Uリブおよび横リブを従来鋼とし、デッキプレートを従来鋼または耐疲労鋼とした。鋼材はいずれもSM490Aでデッキプレート厚は12mmである。耐疲労鋼は鋼材のフェライト相とベイナイト相の構成比を化学成分および加熱～圧延～冷却工程で制御することにより、鋼材中の疲労き裂進展抵抗性ならびに溶接部の疲労強度を向上させた鋼材⁽¹⁾である。

表1 供試材の化学成分と機械的性質

	C	Si	Mn	P	S	YP	TS	EL.
	mass %					N/mm ²		%
従来鋼	0.17	0.33	1.37	0.012	0.004	349	536	25.7
耐疲労鋼	0.05	0.40	1.50	0.009	0.002	455	595	19.9

3. 実験方法

図1の試験体により、Uリブとデッキプレート溶接部の継手疲労特性を評価した。荷重制御下で4点曲げ負荷を行い、疲労寿命を従来鋼と耐疲労鋼で比較した。次に、デッキプレートをそれぞれ従来鋼、耐疲労鋼としたUリブ、横リブ、デッキプレートからなる試験体⁽²⁾について、荷重範囲を $\Delta P=60\text{kN}$ 、 90kN の2水準として合計4体の疲労試験を行なった。疲労試験中は静的ひずみを定期的に多数計測し、疲労き裂の発生・進展・停留の様子を間接的に評価した。

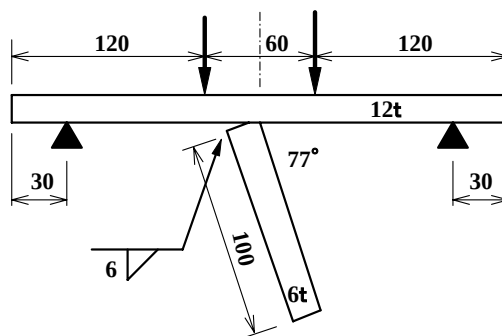


図1 Uリブ継手試験体の形状・寸法

4. 実験結果および考察

継手疲労試験の結果、図2に示すように、耐疲労鋼を用いるとSN曲線の傾きが小さくなる傾向にあり、長寿命域における寿命改善効果が顕著であることが判った。

Uリブ、横リブ、デッキプレートからなる試験体では、荷重範囲 $\Delta P=60\text{kN}$ の条件下では、疲労き裂は貫通することなく、デッキプレート内で停留した。一方、 $\Delta P=90\text{kN}$ の条件下では、き裂はデッキプレートを貫通し、デッキプレート表面に現われた後、繰り返しと共に橋軸方向に成長した。

図3に、き裂が停留した $\Delta P=60\text{kN}$ の場合のUリブ内で接合部から10mm離れたデッキプレート下面のひ

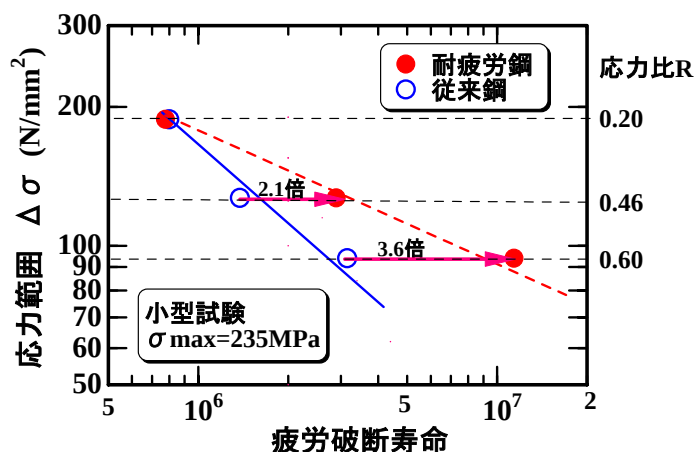


図2 Uリブ継手試験体の疲労試験結果

キーワード 鋼床版, 疲労試験, デッキ貫通き裂, 耐疲労鋼

連絡先

〒104-6111 東京都中央区晴海1丁目8番11号 住友金属工業(株)厚板技術部 TEL03-4416-6415

ずみの経時変化測定例を示す。耐疲労鋼では繰返し数が約 1E6 回で疲労き裂が発生しているのに対し、従来鋼では約 3E5 回でき裂が発生している様子が判る。ひずみ測定結果を基に推定した発生寿命(15%down で定義)を、貫通繰返し数とともに図 4 に示す。本図より、耐疲労鋼の適用により、発生寿命、貫通寿命が改善している様子が判る。

疲労試験後、横断面を 10mm ピッチで切出し、疲労き裂の起点、進展経路およびき裂寸法を観察した。図 5 には $\Delta P=60\text{kN}$ の試験条件で停留したき裂深さの橋軸方向分布を示す。図 3 の応力変化代に対応し、耐疲労鋼の停留き裂は浅く短く、従来鋼の停留き裂は深く長いことが判る。写真 1 には停留き裂の観察結果例を示す。

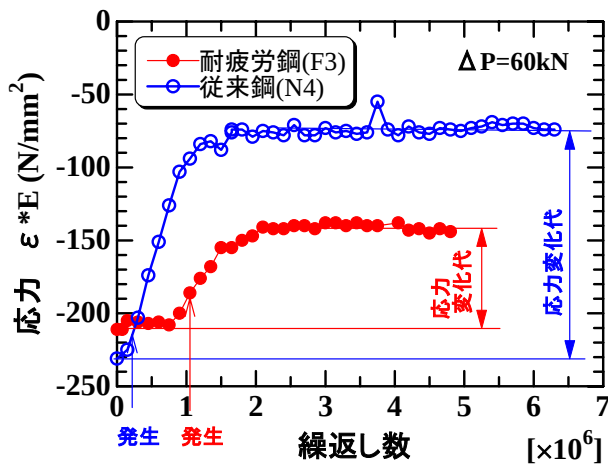


図 3 ひずみの経時変化測定例

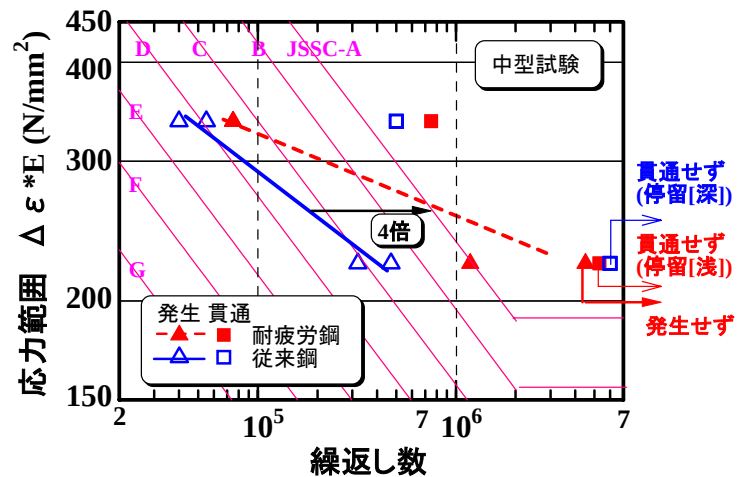


図 4 疲労試験結果

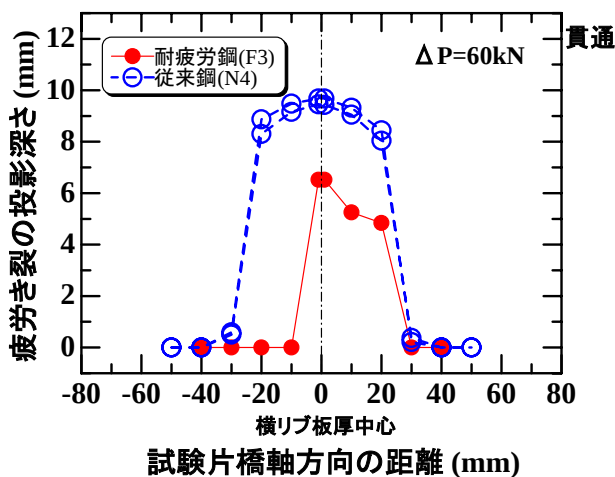


図 5 停留き裂の形状比較

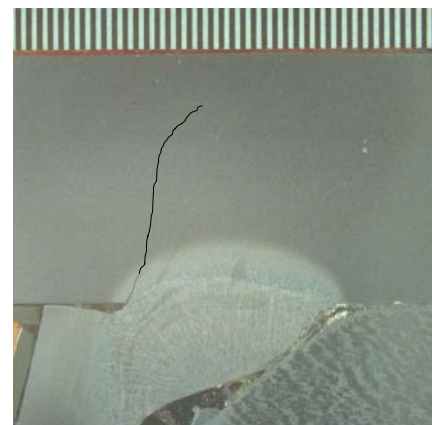


写真 1 停留き裂の観察結果例 (横リブ板厚中心)

従来鋼 $\Delta P=60\text{kN}$, $N=6E6$

(き裂は画像の圧縮により実際よりも強調されている)

5. まとめ

鋼床版の疲労対策として、設計面・施工面の検討などとともに、疲労特性に優れた鋼材の適用も選択枝となり得ることが確認された。鋼材による疲労強度耐久性の向上技術は、従来の設計・施工技術との併用も可能で、これらの組合せによる疲労特性の改善が期待される。

参考文献

- 1) 菅田ら、溶接学会誌、第 74 巻、第 4 号および第 6 号、2005. 4 および 2005. 6
- 2) 一宮・春日井・清川・安藤・菅田・有持、土木学会第 63 回年次学術講演会、2008. 9