

I-131 溶接橋梁部材の簡便な疲労強度予測方法の提案

東京工業大学 正員 森 猛
 東京工業大学 正員 三木 千寿
 川崎重工業(株) 覆土 尚宏

1. はじめに

溶接継手の疲労強度は破壊力学の手法を用いた疲労亀裂進展解析で精度よく予測できることが、これまでの研究により確かめられている。しかし、亀裂進展解析はかなり煩雑であり、また継手の寸法や溶接形状が変るごとに解析を行なう必要がある。

本研究では、比較的容易に求めることのできる継手部の応力集中係数のみを用いて溶接橋梁部材の疲労強度を簡便に予測することを目的とし、鋼橋の代表的な継手に対してパラメトリックな疲労亀裂進展解析を行ない、その結果に基づき継手部の応力集中係数と疲労強度減少係数の関係について検討する。

2. 疲労強度減少係数と応力集中係数の関係

対象とする継手型式は図1に示す(1)表面を平滑に仕上げた突合せ溶接継手(2)ウェブガセット(3)フランジガセット(4)垂直スティフナー(5)カバープレートである。(1)の継手部の応力集中係数 K_t は1である。継手疲労強度減少係数 K_f は、(2),(3),(4),(5)などの応力集中を有する継手の疲労強度 $\Delta\sigma_k$ が(1)の継手の疲労強度 $\Delta\sigma$ 。に比べどの程度減少するかを表わす指標であり、次式で定義される。

$$K_f = \Delta\sigma_0 / \Delta\sigma_k \quad (1)$$

疲労亀裂進展解析は以下の条件で行なった。

- (1) 初期亀裂：深さ 0.05mm の半円形の表面亀裂
- (2) 限界亀裂：最大応力拡大係数が破壊じん性値 (100MPa/m) に達するときの寸法
- (3) 疲労亀裂進展速度 da/dN と応力拡大係数範囲 ΔK の関係：

$$da/dN = 5.4 \times 10^{-9} (\Delta K)^3 \quad (2)$$

- (4) 解析方法：亀裂の深さ方向および幅方向の進展を考える。
- (5) 応力拡大係数範囲：応力集中、表面亀裂、亀裂形状、継手の寸法を考慮した次式から求める。

$$\Delta K = F \cdot S_r \sqrt{\pi a} \quad (3)$$

F ：補正係数、 S_r ：公称応力範囲、
 a ：亀裂深さ

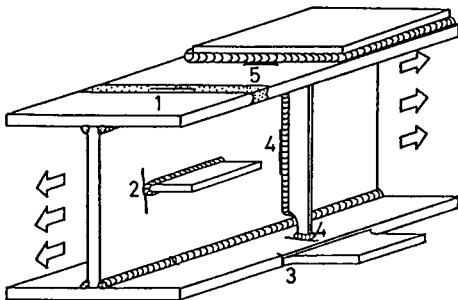


図1. 対象とする継手の型式

公称応力範囲 S_r と疲労寿命 N_p の関係は(2)式を(1)式に代入し、それを初期亀裂から限界亀裂まで積分することにより求められる。

基準とする突合せ溶接継手の $\Delta\sigma$ - N_p 関係は、板厚を30mm、板幅を500mmとして求めた。

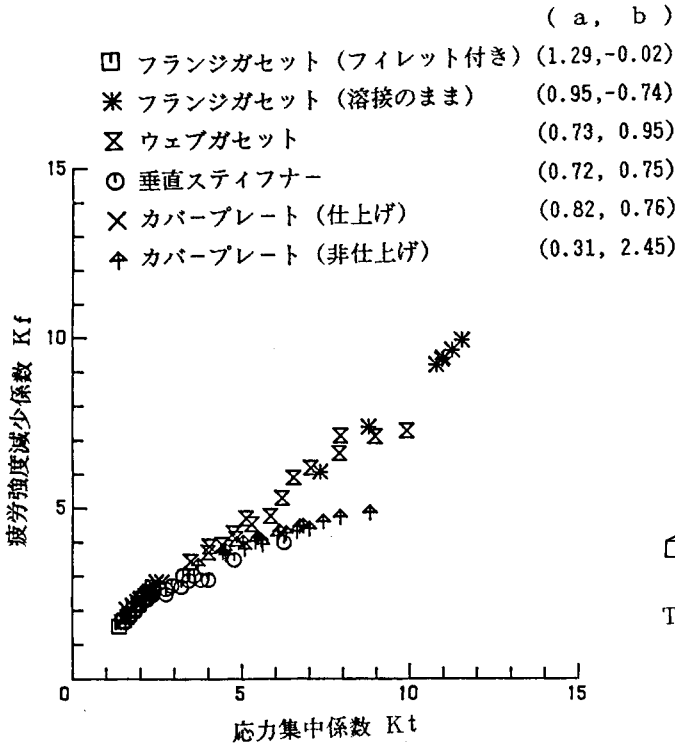
$$\Delta\sigma_0^3 \cdot N_p = 7.425 \times 10^{13} \quad (4)$$

(2)-(4)の継手については、図2に示すように寸法や形状を実橋梁で想定される範囲でパラメトリックに変化させ疲労亀裂進展解析を行なった。その結果得られたそれぞれの継手に対する疲労強度減少係数 K_f と応力集中係数 K_t の関係を図3に示す。 K_f と K_t の関係は継手の型式および溶接部の仕上・非仕上によりまちまちである。しかし、同一の型式の継手ごとの K_f - K_t 関係はいずれの場合もほぼ直線となっている。したがって、各型式継手部の K_f と K_t の関係は、次式のように表わすことができる。

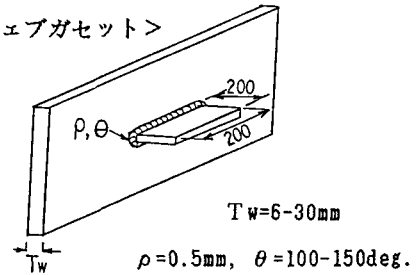
$$K_f = a \cdot K_t + b \quad (5)$$

a, b : 継手定数

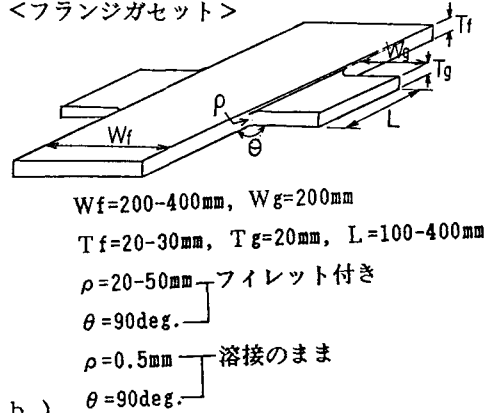
疲労強度減少係数 K_f の継手の $\Delta\sigma_k$ - N_p 関係は、(4)式の $\Delta\sigma$ を $\Delta\sigma_k \cdot K_f$ とおくことにより求められる。



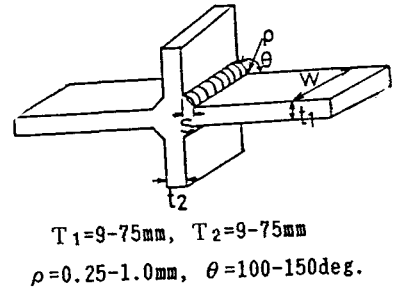
<ウェブガセット>



<フランジガセット>



<垂直スチフナー>



<カバープレート>

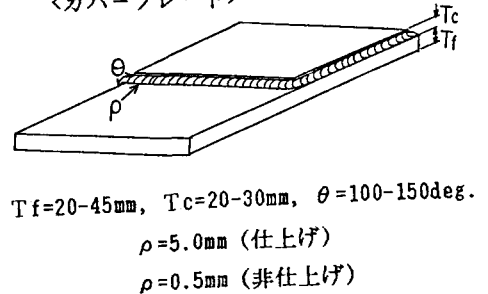


図2. 解析対象とした継手の形状・寸法