

道路橋変動荷重下における 隅肉溶接継手の長寿命疲労特性

群馬大学 学生員 吉澤 努

群馬大学 正 員 坂野昌弘

東京工業大学 正 員 三木千壽

1. はじめに

道路橋部材に生じる変動応力の大部分は、一定振幅応力下で得られる疲労限よりもかなり小さい応力の繰返しで占められている。道路橋の疲労寿命を正確に評価するためには、そのような変動応力下の疲労寿命特性を把握することが必要である。本研究では、隅肉溶接継手を対象としてシミュレーションによる道路橋変動荷重下で疲労試験を行い、特に長寿命域における疲労特性について検討した。

2. 実験方法

(1) 変動荷重

本研究では、できるだけ実際の荷重条件に近づけるために、コンピューターシミュレーションによって発生させた変動荷重を用いた。シミュレーションは交通量と車種構成および桁のスパンを与え、車両の配列、重量及び車間距離を確率変量として行った。表-1にそれらの条件を示す。

車種	車種構成 (%)	重量(t)		
		平均	最大値	最小値
乗用車	10	1.2	4.0	0.5
小型トラック	5	3.1	9.0	0.8
2軸大型トラック	25	8.1	30.0	1.0
3軸大型トラック	50	17.7	45.0	2.0
4軸トレーラー	10	22.2	66.0	6.0

交通量：1500台/時

桁スパン：20m

表-1 シミュレーションの条件

図-1に疲労試験に用いた変動応力波形の一部、図-2にレインフロー法で求めたそれらの頻度分布を示す。なお、ここでは最大応力値の10%以下の微小応力を削除している。

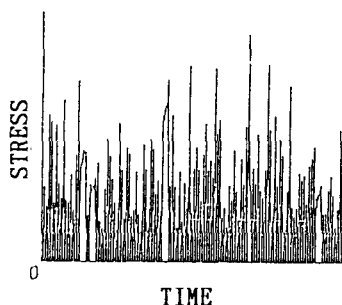


図-1 変動応力波形

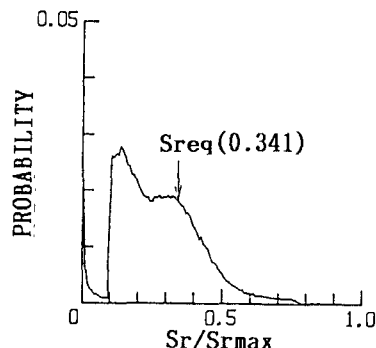


図-2 変動応力範囲の頻度分布

(2) 試験体と疲労試験

試験体は図-3に示すような、回し溶接部を持つ隅肉溶接継手とした。供試鋼材はSM50YA、溶接棒はLBF-52Aである。

疲労試験は4点曲げにより行い、交流ポテンシャル法により疲労亀裂発生を検知を試みた。ここで用いた装置では深さ0.2~0.5mm程度の疲労亀裂を検出することができた。ここでは、そのときの応力繰返し数を亀裂発生寿命 N_c 、それ以降破断までを亀裂進展寿命 N_p と定義し、両者を区別して疲労特性を検討した。

3. 実験結果および考察

図-4～6にそれぞれ N_c , N_p , N_f について疲労試験結果を示す。縦軸の S_r は一定振幅試験の応力範囲、 S_{req} は、全ての応力範囲が疲労被害を及ぼすと仮定して線形被害則により求めた等価応力範囲、 S_{req*} は、疲労限以上の応力範囲が疲労被害を及ぼすと仮定して線形被害則により求めた等価応力範囲である。 N_{c*} , N_{p*} , N_{f*} は、それぞれ疲労限以上の応力範囲の繰返し数である。 $S_{req} \sim N_c$, N_p , N_f は修正マイナー則による寿命評価、 $S_{req*} \sim N_{c*}$, N_{p*} , N_{f*} はマイナー則による寿命評価に相当する。

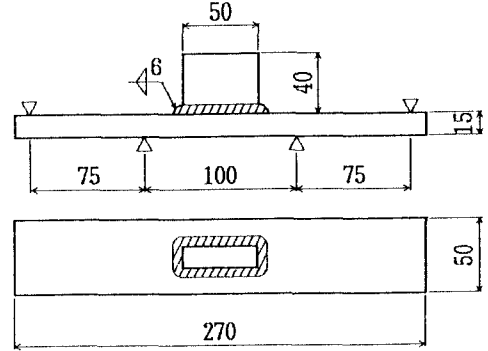


図-3 試験体の形状と寸法

一定振幅応力下では S_r が90MPa以下で亀裂が生じなくなり疲労限が存在する。それに対し変動応力下では、 S_{req} が疲労限よりかなり小さくても、疲労破壊が生じている。

図-4では、 $S_{req*} \sim N_{c*}$ 関係が、一定振幅応力下の $S_r \sim N_c$ 関係とほぼ一致し、 $S_{req} \sim N_c$ 関係が、 $S_r \sim N_c$ 関係よりもかなり長寿命側にあることから、 N_c に関してはマイナー則がほぼ成り立ち、修正マイナー則はかなり安全側の評価となる。

図-5では、 $S_{req*} \sim N_{p*}$ 関係が、 $S_r \sim N_p$ 線よりやや短寿命となり、 $S_{req} \sim N_p$ 関係が、 $S_r \sim N_p$ 線よりやや長寿命であることから、 N_p に関してはマイナー則が危険側、修正マイナー則が安全側の評価となることが示された。

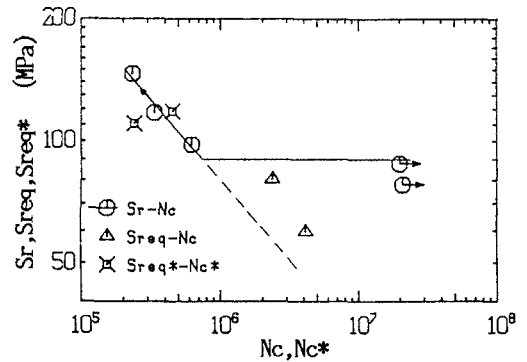


図-4 $S_r, S_{req}, S_{req*} \sim N_c, N_{c*}$ 関係

図-6では、 $S_{req*} \sim N_{f*}$ と $S_r \sim N_f$ 線の関係は、 N_f の大半が N_p であるために図-5とほぼ同様である。

以上より、道路橋荷重下の溶接継手の疲労寿命評価をする上で、疲労限以下の応力範囲成分の取扱が非常に重要であることが示された。

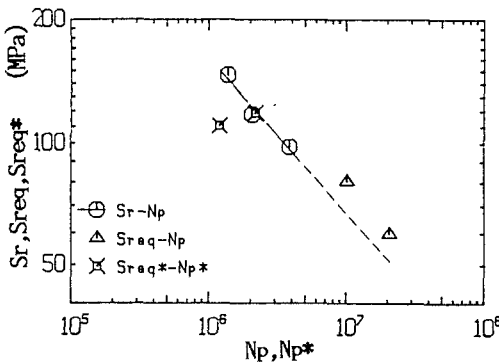


図-5 $S_r, S_{req}, S_{req*} \sim N_p, N_{p*}$ 関係

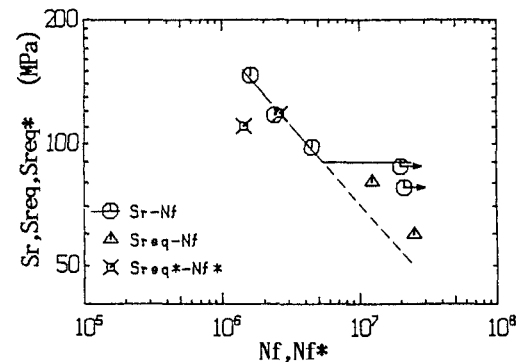


図-6 $S_r, S_{req}, S_{req*} \sim N_f, N_{f*}$ 関係