

I-196 トラス弦材角溶接部の疲労強度

本州四国連絡橋公団	正会員 奥川 淳 志
本州四国連絡橋公団	正会員 大江 慎 一
東京工業大学	正会員 三木 千 寿
(社)建設機械化研究所	正会員 安井 成 豊

1. はじめに

明石海峡大橋の補剛トラス弦材は800MPaクラスの高張力鋼が多用され、その品質要求基準は瀬戸大橋でのB等級となる予定である。すなわち角溶接部にはかなり大きいブローホールが残される可能性がある。そのため、B等級で製作された大型のトラス弦材を使用して、低応力レベル長寿命域での疲労強度を実験により確認することとした。また、疲労試験終了後、角溶接線をルート部に沿って露呈し、ブローホールの観察および疲労亀裂の観察を行った。

2. 試験体

供試体の形状寸法を図-1に示す。明石海峡大橋トラス弦材とほぼ同じ寸法の箱断面部材である。この試験体にはダイヤフラム、ガセットなどの多くの付属物が有るが、ここでは角継手のみについて報告する。使用した鋼材は800MPa高張力鋼である。溶接条件は仮付け溶接およびシーリング溶接が再溶融される条件を基本とした。ただし、目標寸法のブローホール(幅 $W \leq 3\text{mm}$, 高さ $H \leq 6\text{mm}$)を発生させるために、開先面内には所々にジンクリッチペイントを塗布した。

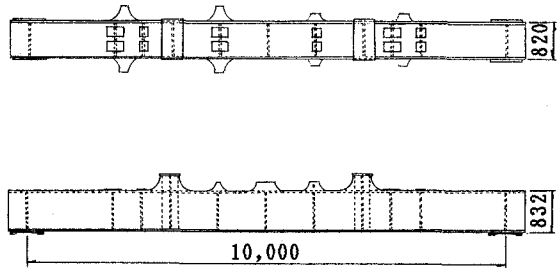


図-1 試験体

3. 疲労強度

疲労試験は両端を単純支持し、中央部分4m区間で等曲げモーメントが作用するように行った。載荷状態を図-2に示す。なお、試験荷重範囲は164tf ($P=10 \sim 174\text{tf}$)であり、500万回の繰返しを行った。

図-3に試験体表面で疲労亀裂を検出した回数(N)と、その公称応力範囲の関係を示す。図中の斜線は設計S-N線である。角溶接の品質等級Bということは作用応力/許容応力が0.7~0.5を意味しており、これは設計S-N線のD等級を用いることに対応している。実験値はそのことの妥当性を示している。

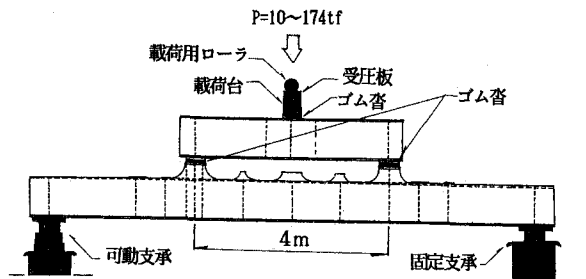


図-2 載荷姿図

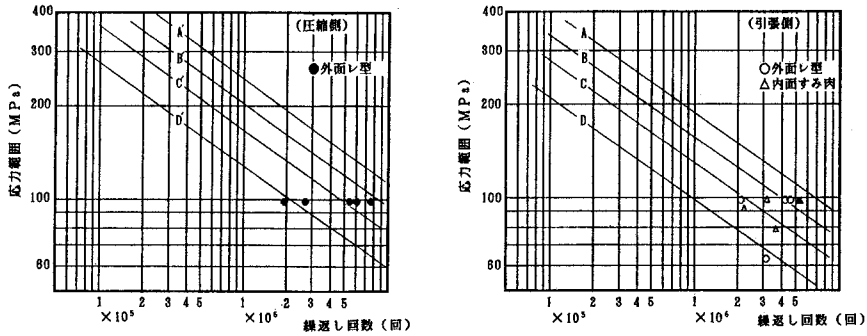


図-3 S - N 線 図

〔S：亀裂発生位置の公称応力範囲
N：亀裂長10mm換算時の繰返し回数〕

4. ブローホールからの疲労亀裂の発生

疲労試験後、角溶接部をルート部に沿って露呈し、ブローホールの寸法と疲労亀裂の発生について調査した。外面レ形溶接7m×4線=2.8mと内面すみ肉溶接2.8m×4線=11.2mにおいて観察されたブローホールの総数は1985個であり、そのうち21個のブローホールから疲労亀裂が発生していた。図-4はブローホールを(1)式を用いて等価な円板状の亀裂におきかえて計算した応力拡大係数Kを用いてブローホールの観察結果をまとめたものである。

$$2a = 0.94 \times W^{0.29} \times H^{0.48}$$

$$K = F_e \times F_s \times F_t \times F_g \times \sigma \sqrt{\pi a} \quad (1 \text{ 式})$$

- W, H：ブローホールの大きさ(幅, 高さ)
- F_e：亀裂形状に関する補正係数
- F_s：表面亀裂に関する補正係数
- F_t：有限板幅あるいは有限板厚に関する補正係数
- F_g：応力集中に関する補正係数

応力拡大係数が多いほど疲労亀裂の発生率は高くなること、2MPa√m以下では疲労亀裂が発生しないこと等が明らかである。

5. おわりに

今回実施した疲労試験の結果、品質要求規準B等級で製作されたトラス弦材角溶接部について長寿命域での疲労強度が確認された。また、疲労試験終了後、ルート部露呈観察を実施した。その結果として内在するブローホールでの応力拡大係数と疲労亀裂発生率の関係を整理した。

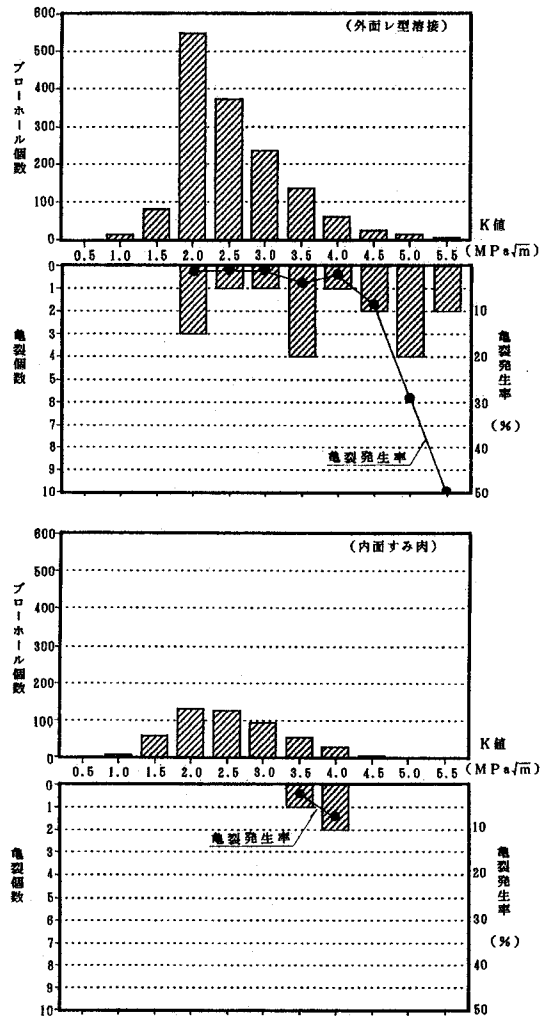


図-4 応力拡大係数による
ブローホール観察結果