

東京工業大学

正 員 森 猛

同 上

正 員 三木 千寿

同 上

学生員 津田 敏

本州四国連絡橋公団

正 員 鳥海 隆一

1. はじめに 本研究では、前面すみ肉溶接継手の疲労強度に対する板厚の影響を明らかにすることを目的とし、T継手の曲げ疲労試験および破壊力学解析を行なった。

2. 試験方法 SM58を母材とし、付加板の厚さを一定(16mm)として主板の厚さを 9, 15, 24, 34, 50 mmとした5種類のT継手試験体(PC9, PC15, PC24, PC34, PC50)および主板、付加板厚とも 50mmとした試験体(PS50)を作成した(図1参照)。以上のように、ここでは橋梁部材のダイヤフラムのごとく主板厚によらず付加板厚を一定とした場合および付加板の厚さを主板厚と同程度とした場合を対象としている。すべての型式の試験体について、溶接止端での曲率半径 ρ 、開き角 θ を測定したが、 ρ および θ は試験体の型式によってさほど変化しておらず、ほぼ $\rho=0.7\text{mm}$ 、 $\theta=120$ 度となっていた。これらの試験体を用いて、図1に示すごとく、4点曲げ疲労試験を行なった。

3. 試験結果 図2に各型式試験体での曲げ応力範囲 S_r と疲労寿命 N_f の関係を示す。図中の実線は各型式試験体での S_r - N_f 関係の回帰直線である。付加板の厚さを16mmとした試験体の疲労強度は、主板が薄いPC9試験体が最も高く、次いでPC15試験体が高く、PC24, PC34, PC50試験体の疲労強度は同程度となっている。付加板を主板とともに厚くしたPS50試験体の疲労強度は同じ主板厚のPC50試験体に比べ、かなり低い。すなわち、主板厚に伴い付加板を厚くした場合には主板厚の増加とともに疲労強度は低下するが、付加板厚を一定とした場合の主板厚の増加による疲労強度の低下は付加板に比べ主板がある程度以上厚くなると生じなくなる傾向が認められる。

4. 破壊力学解析 ここで用いたすべての型式の試験体について、破壊力学解析により亀裂進展寿命を計算した。その際、初期亀裂は深さ 0.1mmの半円形、限界亀裂深さは板厚の5割とした。これらの条件は、二段多重試験を行ない試験体の破面に残されたピーチマークの詳細な観察結果に基づいて定めている。疲労亀裂進展速度 da/dN と応力拡大係数範囲 ΔK の関係としては(1)式を用いた。

T.P.	t_1 (mm)	t_2 (mm)	W (mm)	S (mm)
PC9	9	16	50	6
PC15	15	16	50	6
PC24	24	16	65	6
PC34	34	16	90	6
PC50	50	16	130	6
PS50	50	50	130	19

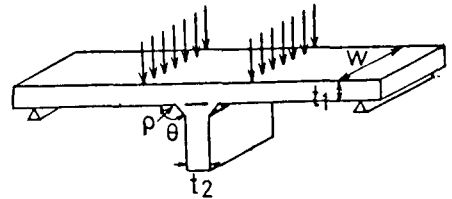


図1. 試験体

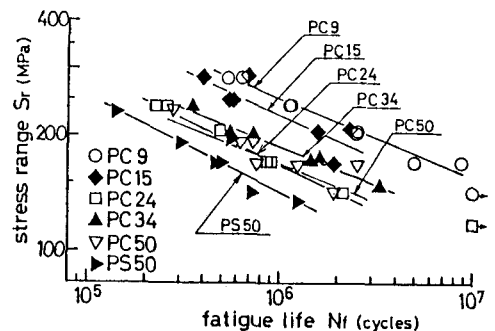


図2. 疲労試験結果

$$da/dN = 5.4 \times 10^{-9} (\Delta K^3 - 2.0^3) \quad (1)$$

△Kの算出においては、亀裂形状、表面亀裂、試験体の板厚・板幅および応力集中に対する補正を行なっている。進展寿命の計算結果を疲労試験結果とともに図3に示す。主板的薄い PC9とPC15試験体については、実線で示す進展寿命の計算結果が試験結果よりも短寿命側となっているが、主板が厚くなるにしたがって疲労寿命が減少する、また付加板厚が一定の場合には主板厚 25mm 以上で疲労寿命がさほど変化しない傾向など、実験結果とよく一致している。

3節で示した板厚の影響をより広範囲な条件下で明らかにするため、図4に示す型式の試験体について破壊力学解析を行ない、200万回疲労強度と主板厚の関係を求めた。結果を図5に示す。付加板の厚さが主板厚に伴い増加する場合、疲労強度は主板厚が増加するにつれて低下している。これは、曲げを受ける場合も、軸方向引張を受ける場合も同様である。また、板厚の増加に伴い、疲労強度が低下する程度も曲げと引張ではほぼ同じである。しかし、付加板の厚さを 16mm で一定として主板を厚くした場合には、主板厚が25mm以上で疲労強度はほぼ同じとなっている。

5. まとめ 前面すみ肉溶接継手の疲労強度は主板が厚くなるにつれて低下する。しかし、付加板の厚さを一定とした場合、付加板と主板の厚さの比がある程度以下（本実験および解析結果では、0.6程度以下）になれば、主板厚の増加による疲労強度の低下は生じなくなる。

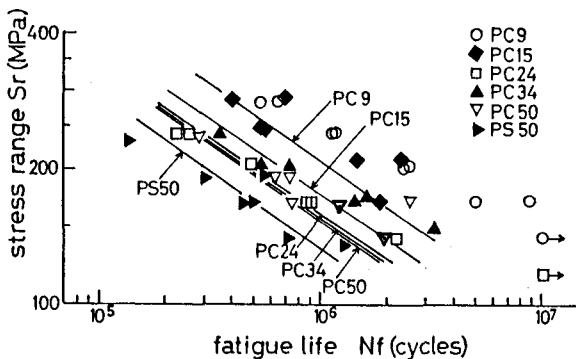


図3. 亀裂進展寿命の計算結果

t_1 (mm)	t_2 (mm)	W (mm)	S (mm)
9	9	27	4.5
16	16	48	8
25	25	75	12.5
35	35	105	17.5
45	45	150	22.5
75	75	200	37.5
9	16	27	8
16	16	48	8
25	16	75	8
35	16	105	8
45	16	150	8
75	16	200	8

$$\rho = 0.5 \text{ mm}, \theta = 135^\circ$$

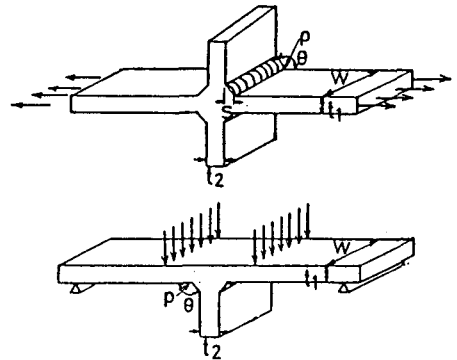


図4. 解析対象

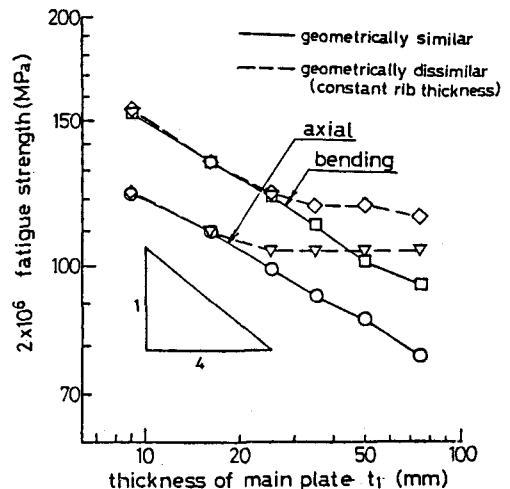


図5. 主板厚の影響