

名古屋大学工学部 正員 菊池洋一
 東京鉄骨橋梁製作所 〃 桜井 孝
 名古屋大学大学院 学生員 〇山田健太郎

くまえがき 構造様式の大型・軽量化にともなって、高張力鋼の高強度のものが盛んに使われだしており、この傾向は将来ますます盛んになってゆくであろう。一連の高張力鋼についての実験的研究のうちで、80キロ鋼プレートガーダーの疲労試験に関連して、溶接残留応力や疲労破損に影響をおよぼすのではないかと考えられる結果がえられた。そこで水平スティフナーのあるプレートガーダーについて溶接残留応力分布を求めて、プレートガーダーの疲労破損について考察をこころみた。

〈疲労破損例〉 80キロ鋼プレートガーダーの疲労試験の結果、表-1のような結果を得た。

表-1 疲労試験結果

供試体	曲げモーメント(t.m)	下フランジの引張応力(kg/cm ²)(応力振幅)	繰返し数	クラックの発生箇所
G-1	75.0 ~ 22.5	4020 ~ 1210 (2810)	123万回	桁中央水平スティフナー取付止端
G-2	67.5 ~ 20.0	3620 ~ 1070 (2550)	151万回	桁中央水平スティフナー取付止端

クラックの発生した箇所は圧縮側であり、(写真1) 応力振幅は、G-1で $-320 \sim -1080 \text{ kg/cm}^2$ 、G-2桁で $-290 \sim -970 \text{ kg/cm}^2$ である。

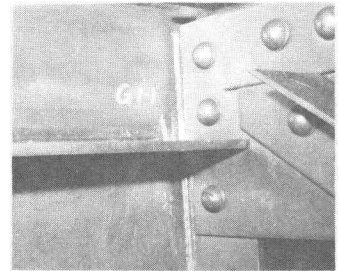


写真-1

クラック発生箇所を修復して水平スティフナーを連続させて、表-2のような条件で疲労試験を行った。その結果 200万回の繰返し数に対して G-1-1, G-1-2 とともに異常なかった。(図-1)

表-2 疲労試験条件

供試体	曲げモーメント(t.m)	下フランジの引張応力(kg/cm ²)(応力振幅)
G-1-1	57.5 ~ 22.5	3080 ~ 1210 (1870)
G-1-2	57.5 ~ 27.5	3080 ~ 1470 (1610)

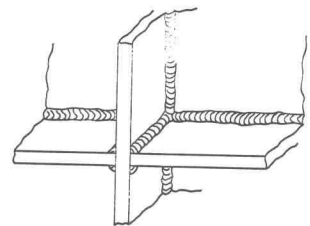


図-1

〈残留応力の測定〉 80キロ鋼プレートガーダーのクラック発生箇所の残留応力と水平スティフナーのあるプレートガーダーの残留応力分布をえる意味で、図-2のような約1/2の模型を作って実験した。材料は 80 kg/mm^2 級調質型高張力鋼(リバーエース K-0)を用い、溶接施工条件は表-3に示す。

表-3 溶接施工条件

溶接方法	予熱温度	溶接棒	溶接電流	電圧
板覆アーク溶接(手溶接)	120 ~ 150 °C	L-80 (ハ槽溶接棒)	90 ~ 130 A (板ワサ) 140 ~ 230 A	32 V (-定)

残留応力の測定には、分割法を採用し、ひずみの測定には、ワイヤーストレインゲージを使用した。

＜試験結果＞ 残留応力分布（橋軸方向応力）を図-3、図-4に示す。鉛直スティフナーの近傍では残留応力分布に大きなばらつきがある。これは鉛直スティフナーを溶接する際の微妙な条件のちがいに影響されると思われる。反対に鉛直スティフナーの影響の少ないところでは、ばらつきの少ない結果が得られた。上下フランジのビードで約2000 kg/cm²、水平スティフナーのビードで約3500 kg/cm²の引張残留応力の値を示した。

またプレートガーダーの疲労で問題になった水平スティフナーの取付止端部については、図-5のような結果が得られた。鉛直スティフナーの下端のスカールアップ部分も問題の箇所と類似しているので、あわせて測定した。

＜考察＞ 問題となった箇所では、2000～2500 kg/cm²の引張残留応力の値を示し、実際には拘束条件その他が厳しいので、恐らく2500 kg/cm²以上の応力が作用していたと考えられる。この応力が疲労クラックの発生の一要因になることがわかった。しかし下フランジのビードにも1500 kg/cm²程度の引張残留応力が存在している。これも同様に疲労クラックの原因になる可能性があるが、実際にはこの部分ではクラックの発生はみられなかった。

したがってプレートガーダーの疲労クラックは、複雑な溶接線による引張残留応力に、熱による材質の劣化が重なって生じたのではないかと考えられる。

＜あとがき＞ ここでは残留応力の分布を求めることを主眼点にしていたから、残留応力が材料の疲労強度によぼす影響を知ることはできなかった。一般に疲労には、材料の欠陥や形状の欠陥の影響が大きいと考えられている。したがって疲労と残留応力の関係について、他の因子を正確に取り除いて残留応力の因子だけの疲労試験を行いたいと考えている。

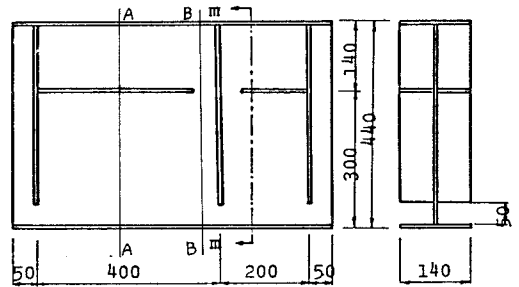


図-2 供試体

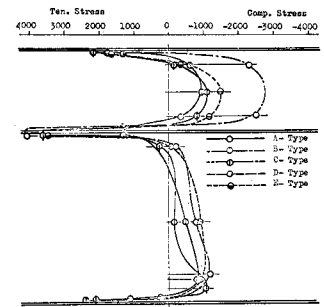


図-3 残留応力分布（A-A断面）

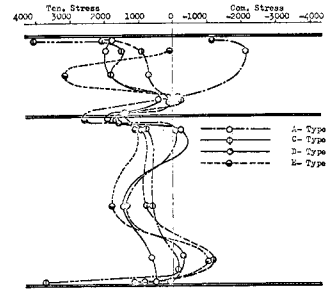
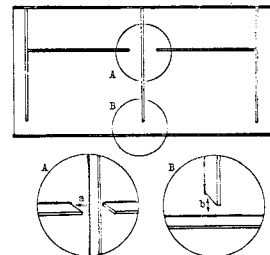


図-4 残留応力分布（B-B断面）



	A-type	B-type	C-type	D-type	E-type	
a	2020			2050	2500	(kg/cm ²)
b	-1600	950	2710	1680	1070	(kg/cm ²)

図-5