

薄肉ハイブリッドガーダーの曲げ疲労試験(第1報)

大阪大学工学部 正 員 前田 幸雄
大阪大学大学院 学生員 川井 豊
大阪大学大学院 学生員 中西 延仁
高 田 機 工 正 員 矢 幡 健

1. まえがき 軽量かつ効率の良いプレートガーダーとして開発されたハイブリッドガーダーは、通常の静的強度試験⁽¹⁾により静的強度に關しては実用上何ら問題のないことが明らかになった。しかし、ハイブリッドガーダーは従来の均質材とは異なり、腹板に高い応力が作用することから、均質材に比べより多くの疲労強度に關する資料が必要となる。又、最近のプレートガーダーの薄肉化の傾向から、薄肉腹板に特有の疲労亀裂及び性状が報告^{(2),(3)}されてあり、薄肉プレートガーダーの疲労に關するより多くのデータを確保しておくことが望まれる。本研究は、4体の大型試験体を用いて、薄肉ハイブリッドガーダーの疲労試験の実験結果に若干の考察を行なったものである。

2. 実験 (i) 実験目的：腹板細長比の大きいハイブリッドガーダーの疲労寿命に關する資料を得ると共に、薄肉プレートガーダー特有の疲労亀裂と腹板細長比^{(2),(3),(5)}及び水平補剛材の剛比との関係を調べる。

(ii) 試験荷：試験荷は全長8.3m、支間長8.0mの全長試験体4体から成り、各々純曲げを受ける荷中央部の試験パネルとその両側の支持パネルを持ち、支持パネルは試験パネル内の疲労亀裂を生ずることは、このパネルから疲労破壊しないよう充分な強度を有させてある。4体の試験体は、腹板細長比が300(B3荷)と400(B4荷)の二種類あり、その各々に對して水平補剛材の剛比を $\beta = 1$ (L1), 6 (L6) 及び 7 (L7) と表えてある。試験パネルの寸法諸元は表-1に示す。又、使用鋼材は静的強度試験⁽¹⁾に合せ、圧縮フランジにSM58、引張フランジにHT80、腹板にSS41 及び補剛材にはSM50とした。材料試験の結果、屈服点は各々、59.4 kg/mm², 74.5 kg/mm², 31.6 kg/mm² 及び 38.8 kg/mm² であつた。

(iii) 試験装置及び測定：載荷にはローゼンハウゼン型疲労試験機(静的60°・動的40°)を用い、支桌より2.665mの位置に2点載荷し、ジャッキ間の試験パネルに純曲げを与えた。測定は、主に腹板の面外変形とそれに起因する腹板境界二次曲げ応力の資料を得ることに努めた。

表-1. 試験パネル諸元

試験荷	B4-L1	B4-L7	B3-L1	B3-L6
パネル縦横比(α)	1.0			
腹板細長比(β)	4/3		3/1	
腹板(mm)	1280×3.1		960×3.1	
圧縮フランジ(mm)	151×9.9	150×9.9	151×9.9	150×9.9
引張フランジ(mm)	100×10	100×10	101×10	101×10
補剛材(1/β)剛比	1	7	1	6

3. 実験結果と考察

(1) ハイブリッドガーダーの疲労強度：4体の試験体は、いずれも垂直補剛材下端の腹板との隅肉溶接基部から生じた亀裂が上下に進行し、引張フランジ内に入った後、引張フランジが破断して耐力を失つた。

図-1は、今回の試験結果とTexas大学における試験結果⁴⁾のうち垂直補剛材下端の亀裂についてのみS-N図上にプロットしたものである。図-1から今回の実験結果はTexas大学の資料とよく合うことが判る。ハイブリッドガーター²⁾は均質桁に比べ腹板に大きな応力を受けることから、垂直補剛材下端部への応力集中が、桁の疲労強度に最も影響を及ぼすものと思われる。この為、ハイブリッドガーターでは設計時にこの部分のディテールに充分な配慮が必要である。図1には横リブ引張試験片のS-N線が引かれ、113が、桁試験結果は、この種の小型試験結果よりかなり高い疲労強度を示すことが判り、小型試験の結果で設計するのでは不経済といえよう。

(2)腹板二次曲げ応力と腹板細長比及び水平補剛材の剛比： 薄肉プレートガーター特有の疲労亀裂とは、腹板が面外変形することによる腹板境界部の二次曲げ応力に起因する腹板境界部の亀裂である。^{2),3),5)} 図-2は、この二次曲げ応力の分布を示すために、腹板境界に沿って貼られたストレーンゲージによる歪の測定値を板の曲げモーメントに変換してプロットしたものである。この種の亀裂は、今回の実験では、腹板細長比 413 の水平補剛材剛比 $\beta=1$ のB4-L1桁のみに見られた。

この亀裂の発生位置で腹板二次曲げモーメントは、腹板材の降伏モーメント($M_b = 53.6 \text{ kg}\cdot\text{cm}$)に近い値を示している。図から判る様に腹板細長比 400 以上の桁では、水平補剛材の剛比を大きくすれば、この二次曲げ応力を全体的に小さく出来るが、 300 程度の桁では β が 1 以上であればそれほど顕著でなくなる。又、この種の亀裂の発生する限界細長比は、水平補剛材のない場合 200 前後であったが、⁵⁾ 剛な水平補剛材を用いることにより 400 以上に引き上げられることがいえる。

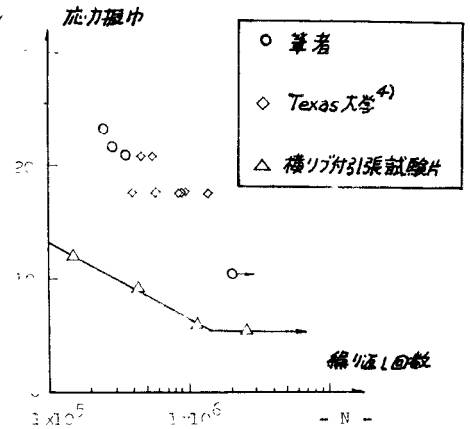


図-1. ハイブリッドガーターのS-N図

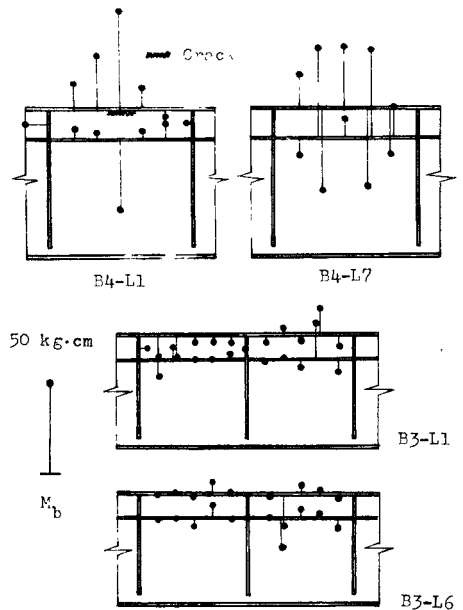


図-2. 腹板境界の二次曲げモーメント分布

- (参考文献) 1) 前田・川井: "水平補剛材を有するハイブリッドプレートガーターの曲げ耐力", 第18回橋梁構造研究発表会, 1971年12月
2) Patterson, Corrado, Huang and Yen: "Fatigue and Static Tests of Two Welded Plate Girders", WRC Bull. No. 153, Oct., 1970
3) Y. Maeda: "Ultimate Static Strength and Fatigue Behavior of Longitudinally Stiffened Plate Girders in Bending," IABSE London Seminary Reports, March 1971
4) A.A. Toprac: "Fatigue Strength of Full-Size Hybrid Girders," Proc. of the 1963 AISC National Eng. Conf.
5) 前田・花井・堀田: "繰返し荷重を受ける橋梁構造部材安全性の現象論的考察", 第19回橋梁構造研究発表会, 1972年12月