

曲線桁橋の疲労強度特性に着目した実験的研究

大阪市立大学工学部 正 員 中井 博 大阪市立大学工学部 正 員 北田俊行
 (株)横河橋梁製作所 正 員 明橋克良 大阪市立大学工学部 学生員 ○矢野直樹

1. まえがき わが国の鋼道路橋の設計においては、鋼床版などの特定の部材を除いて、とくに疲労に対する照査を行っていないが¹⁾、建設当初の予想を上回る自動車交通量の増加や重積載車の頻繁な通行などの種々な要因によって、鋼道路橋においても、疲労損傷事例が多数報告されている²⁾。しかも、最近、都市内高速道路橋では、道路線形の制約上、曲線橋が建設される機会が多くなってきているにもかかわらず、曲線桁橋の疲労に着目した研究は数少ない。

本研究は、模型桁による静的ならびに動的载荷実験を行うことによって、並列曲線1桁橋の構造詳細部の疲労強度に関する研究を行おうとするものである。ただし、本論文中の疲労実験結果については、まだ実験途中のため、中間報告として掲載した。

2. 実験供試体および载荷方法 本研究では、図-1(a)に示す並列2主桁の曲線模型桁を製作し、外桁下フランジの垂直応力が許容応力度 $\sigma_a=1,400\text{kgf/cm}^2(=137.3\text{MPa})$ になるような片振りの周期1.5Hzの正弦波荷重を与えて、横構取付け部のガセットプレートや下側リブプレートなどの構造詳細部に着目した疲労実験を行った。

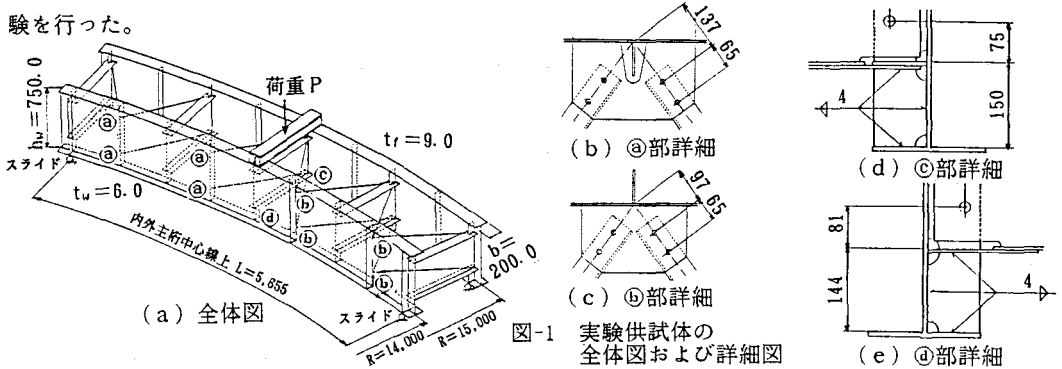


図-1 実験供試体の全体図および詳細図

3. 静的载荷実験結果 疲労実験に先立ち、実験供試体の構造詳細部全体にわたる静力学的挙動を把握するため、静的载荷実験を行った。その結果を以下に示す。

i) 载荷ケース 静的载荷実験は、次の5つの载荷ケースについて行った。

- ケース 1: 下側リブプレートなしの状態、荷重をスパン中央の両主桁間の中心に載荷。
- ケース 2: 下側リブプレートを取付けて、荷重をスパン中央の両主桁間の中心に載荷(基本系)。
- ケース 3: 荷重を外桁側へ6.2cm偏心载荷(ケース 3O)と内桁側へ10.2cm偏心载荷(ケース 3I)。
- ケース 4: 基本系に対して、両主桁の上フランジにH型鋼を固定して、床版の合成効果を再現。
- ケース 5: 供試体のL/4点と3L/4点との上フランジに重錘(=2tf)を載せることにより、死荷重を再現。

ii) 横桁取付け部の下側リブプレートの挙動

図-2(a)は、载荷ケース1の実験結果より、主桁の曲率に起因する水平力によって外桁腹板に発生する面外曲げ応力分布を示しているが、この面外曲げ応力がかなり大きいこと、リブプレートによる補剛の必

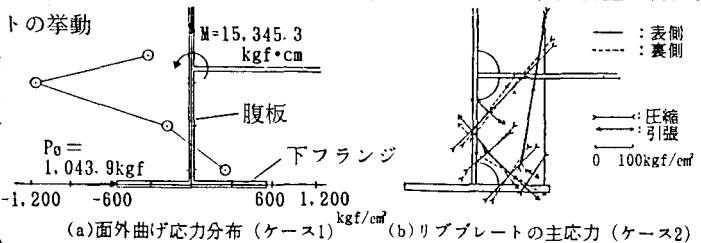


図-2 横桁取付け部の挙動

Hiroshi NAKAI, Toshiyuki KITADA, Katsuyoshi AKEHASHI and Naoki YANO

要性が確認された。なお図中には、水平力 P_0 ならびに、これに起因する曲げモーメント M も付記している。

また、同図(b)には、載荷ケース 2 の実験結果より、外桁下側リブプレートの主応力分布を示しているが、これより、スカーラップ近傍には、大きな局部応力が発生していることがわかり、疲労強度の面から、危険度が高いものと考えられる。

iii) 横構取付けガセットプレートに発生する応力

図-3は、載荷ケース 2において、外桁下フランジの垂直応力が許容応力度 $\sigma_a=1,400\text{kgf/cm}^2$ になるとき、ガセットプレートに発生する主応力を示している。同図(a)より、スカーラップ近傍の主応力は、横構軸力に依存している。しかし、端部については、横構接合面における主応力が横構軸力に依存しているものの、その裏面の応力には、ばらつきがあり、表裏で曲げ応力が発生している。

また、スカーラップ部の腹板における応力は、垂直補剛材を境として、正負が逆転するような面外曲げ挙動を呈しており、疲労強度の面から危険側であると考えられる。

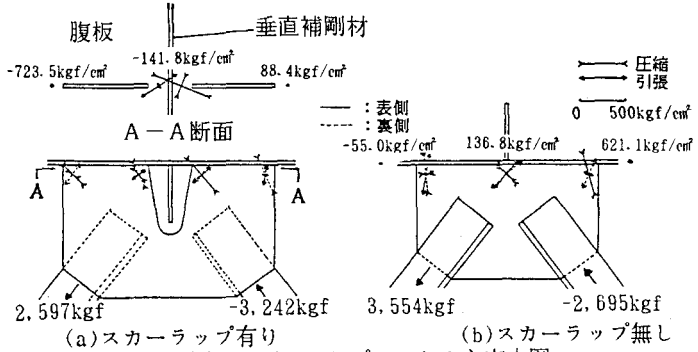


図-3 ガセットプレートの主応力図

4. 疲労実験結果

静的載荷実験結果にもとづいて最も厳しい載荷方法を選定し、疲労実験に移行した。表-2には、載荷繰返し数150万回までに目視によって確認した亀裂発生箇所をまとめる。図-4には、亀裂発生位置を示す。

表-2 亀裂発生箇所

亀裂発生位置 (図-4)	亀裂発生位置の概要	確認繰返し回数
AおよびB	外桁支点上補剛材の外側まわし溶接部	95万回
C	横構ガセットプレートのスカーラップまわし溶接部の腹板側止端部	100万回
D	横構ガセットプレートのスカーラップまわし溶接部の腹板側止端部	100万回 (40万回)
E	横構ガセットプレートのスカーラップまわし溶接部の腹板側止端部	100万回
FおよびG	荷重直下リブプレートのフランジ側隅肉溶接止端部	125万回

- (亀裂探傷方法)
- ・現像液：25万回毎の目視
 - ・弾性実験：50万回毎
 - ・ピーチマーク：100万回毎に30万回 (荷重振幅1/2, 周期2倍)

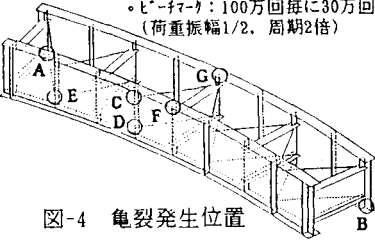


図-4 亀裂発生位置

5. まとめ 静的実験の結果、並列曲線1桁橋の構造詳細部のうち、とくに横桁取付け部の下側リブプレートや、スカーラップを有するガセットプレートに大きな局部応力が発生していることがわかり、疲労強度の面から危険性が高いものと予想された。さらに、疲労実験の結果においても、スカーラップを有するガセットプレートに多くの亀裂が発生していることが確認され、先の裏付けがとれた。

今後、載荷繰返し数が300万回に到達するまで疲労実験を行い、亀裂の発生状態を確認する。さらに、これらの亀裂に対して、その破面のピーチマークを検出することにより、亀裂の始点、進展速度および亀裂発生繰返し数を正確に推定し、さらに各種の疲労設計指針⁴⁾を用いて亀裂の評価を行うことにより、その発生原因を調べる必要があると考えられる。

なお、本研究は、文部省科学研究費一般研究(B)“曲線プレートガーターの疲労強度からみた限界状態設計法に関する研究(代表 中井博)”の補助として行ったものであることを付記する。

参考文献 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説、Ⅱ鋼橋編、丸善、1980年2月

2) 鋼構造委員会疲労変状調査小委員会：鋼橋の疲労変状調査、土木学会論文集、第368号/1-5、1986年4月、pp. 1~12

3) ㈱横河技術情報：COSMOS/M (ハードウェア1.5)、1988年1月

4) たとえば、日本鋼構造協会：疲労設計指針(案)、JSSCレポート、NO. 14、1989年11月