

I-138 プレートガーダー橋の横桁連結部の疲労試験

関西電力(株) 正 員○出野 尚 大阪大学工学部 正 員 大倉一郎
 大阪大学工学部 正 員 福本 嘯士 大 阪 市 正 員 指吸政男
 大阪大学工学部 学生員 瀧川浩之 高田機工(株) 正 員 山田靖則

1. 序論 プレートガーダー橋の主桁と横桁の連結部に、図-1に示すような疲労亀裂が発生する。著者等は、この疲労亀裂に対して、(1):疲労亀裂の発生に対して主因となった横桁連結部の局部応力を明らかにし¹⁾、さらに、(2):鉄筋コンクリート床版独自の板曲げ変形に起因する主桁直上の床版の回転がこの局部応力に大きく影響していることを明らかにした²⁾。本研究では、プレートガーダー橋の横桁連結部の疲労に与える、鉄筋コンクリート床版の影響を明らかにするために、主桁と鉄筋コンクリート床版からなる試験体の疲労試験を行った結果について、以下に報告する。

2. 試験体 試験体を図-2に示す。試験体は、プレートガーダー橋の横桁の上フランジから上の主桁部と、鉄筋コンクリート床版の主鉄筋方向に切断された帯状の床版とからなっている。コネクションプレートに実橋に存在する引張の溶接残留応力を導入するために、横桁の上フランジの下に剛性の大きい箱断面の鋼部材を設け、その後でコネクションプレートを所定の位置に溶接した。疲労試験体の支持台となるHガーダーにこの箱断面の鋼部材の下端をHボルトで連結した。図-2(a)は外主桁の横桁連結部に対応する試験体(A-1)であり、図-2(B), (C)は中主桁の横桁連結部に対応する試験体(B-1, B-2)である。複鉄筋(SD30, 直径19mm)断面の鉄筋コンクリート床版と主桁の上フランジとの連結は、A-1, B-1にはスタッド(軸直径19mm、頭部直径32mm、高さ120 mm)を用い、B-2にはスラブアンカーを用いた。図-2に示すように、A-1, B-1に対しては、スタッドの本数が各々の横桁連結部で異なる。

3. 疲労試験の結果 サーボパルサー型疲労試験機を用いて、荷重制御で疲労試験を行った。段階的に変化させた荷重の大きさと、その最終繰返し数を表-1に示す。疲労亀裂の発生順序と進展状況を、それぞれ表-2と図-3に示す。疲労試験の結果から次のことが明かになった。

- (1) A-1の右側の横桁連結部では、タイプ1の疲労亀裂が発生したのち、タイプ4の疲労亀裂が発生した。左側の横桁連結部では、タイプ4の疲労亀裂が発生したのち、タイプ1の疲労亀裂が発生した。どちらの横桁連結部においても、タイプ1の疲労亀裂が停留している間にタイプ4の疲労亀裂が進展した。したがって、外主桁に発生するタイプ1とタイプ4の疲労亀裂の発生には順番がない。
- (2) B-1, B-2とも左側の圧縮応力の作用するコネクションプレートに非常に早期にタイプ1の疲労亀裂が発生した。B-1のこの疲労亀裂は26mm程度進展したのち停留したが、B-2の疲労亀裂は29万回でコネクションプレートの上端の隅肉溶接を破断させるに至った。B-1では遅れて右側の引張応力の作用するコネクションプレートにもタイプ1の疲労亀裂が発生し、スカラップ近傍まで急激に進展したが、B-2では発生しなかった。
- (3) B-1の右側のコネクションプレートを進展したタイプ1の疲労亀裂は、荷重範囲を減少させた荷重ステップⅡで最初少し進展したのち、完全に停留した。したがって、床版の変形を小さくすることにより、この疲労亀裂の進展を防止できる可能性がある。
- (4) コネクションプレートについて、疲労亀裂が発生する以前の試験体の主応力分布と、実橋の主応力分布¹⁾をそれぞれ図-4, 5に示す。両者とも、コネクションプレートの先端で大きな圧縮の主応力が鉛直方向に生じている。この圧縮の主応力に対するスカラップの周辺の主応力の比率は、試験体の方が実橋よりかなり小さい。したがって、タイプ2の疲労亀裂の発生に影響するスカラップの周辺の局部応力の発生には、主桁の鉛直変位に起因する横桁の回転が影響していると考えられる。
- (5) 図-6に示すように、主桁の上フランジと横桁の上フランジとの間の相対的な鉛直変位差に対する、

コネクションプレートの先端に生じる鉛直方向の膜応力の増加率は試験体に拘らず一定である。

参考文献 (1) Technol. Repts. Osaka Univ., Vol. 37, No. 1883, pp. 151-160, 1987. (2) I. Okura, M. Yubisui, H. Hirano and Y. Fukumoto, Proc. of JSCE Struct. Eng./Earthq. Eng., vol. 5, No. 1, April 1988.

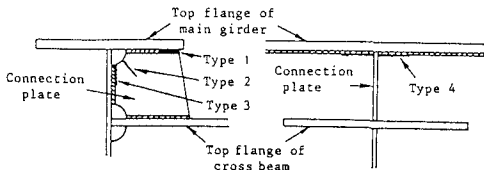
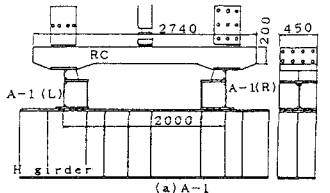
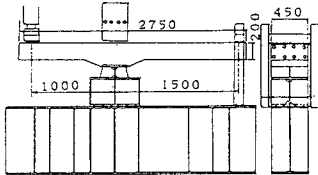


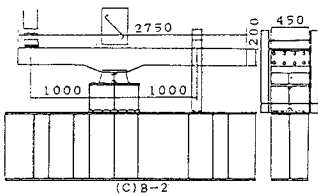
図-1 実橋の疲労亀裂



(a) A-1



(b) B-1



(c) B-2

図-2 試験体

表-1 荷重の大きさ

試験体	荷重ステップ	上限荷重 (tonf)	下限荷重 (tonf)	荷重範囲 (tonf)	終了回数 (万回)
A-1	I	10.0	0.5	9.5	233.31
	II	12.0	0.5	11.5	257.67
	III	14.0	0.5	13.5	206.21
	IV	16.0	0.5	15.5	116.47
B-1	I	5.0	0.5	4.5	219.8
	II	3.0	0.2	2.8	299.3
B-2	I	4.0	0.2	3.8	299.2

表-2 疲労亀裂の状況

A-1 試験体

荷重ステップ	発生回数	亀裂の種類	備考
左側の横筋溶接部	I 200.0 万回 36.5 万回 100.0 万回 65.0 万回	タイプ4 タイプ1 タイプ3 タイプ1	この疲労亀裂は荷重ステップⅣの最後まで進展を続けた。荷重ステップⅡの200万回からⅢの206万回までで停滞した。ウェブに6mm進展して荷重ステップⅡの138万回で停滞した。荷重ステップⅣの23.4万回で停滞した。
右側の横筋溶接部	II 0 万回 36.6 万回 64.8 万回	タイプ1 タイプ3 タイプ4	荷重ステップⅡの235万回からⅢの208万回までで停滞した。ウェブに12mm進展して荷重ステップⅣの23.4万回で停滞した。この亀裂は荷重ステップⅣの最後まで進展を続けた。

B-1 試験体

荷重ステップ	発生回数	亀裂の種類	備考
I	4.37 万回 64.1 万回 69.3 万回	タイプ1 タイプ1 タイプ2	左側のコネクションプレートに発生し、荷重ステップⅠの214.7万回で停滞した。左側のコネクションプレートに発生し、スカラー部の3mmまで進展した。右側のコネクションプレートに発生し、荷重ステップⅡの146万回で停滞した。

B-2 試験体

荷重ステップ	発生回数	亀裂の種類	備考
I	3.89 万回	タイプ1	左側のコネクションプレートに発生し、299.2万回でコネクションプレートの上端の隅肉溶接が破断した。

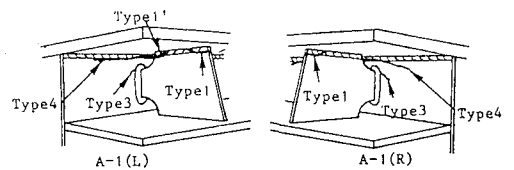
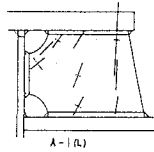
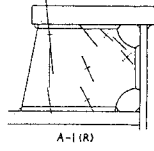


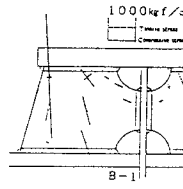
図-3 疲労亀裂



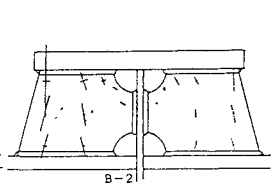
A-1(L)



A-1(R)



B-1



B-2

図-4 試験体の主応力分布

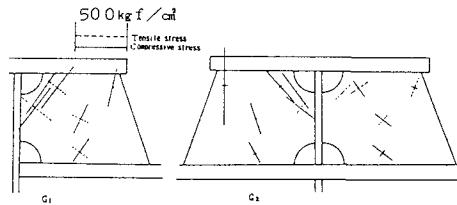


図-5 実橋の主応力分布

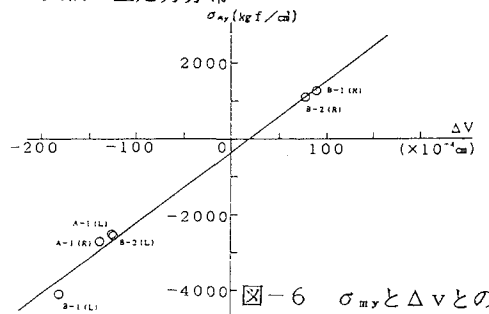


図-6 σ_{my} と Δv との関係