

I-234 複合床版斜張橋の接合部の疲労強度に関する研究

トビー工業(株) ○正員 酒井 吉永 正員 篠原 義則 正員 原田 広紀
名古屋大学 正員 山田健太郎

1. まえがき

中央径間に比較して側径間が短い斜張橋では、端橋脚で死荷重あるいは活荷重載荷時に負反力が発生する。負反力低減対策として、中央径間を鋼床版とし、側径間は、鋼床版デッキプレート上にカウンターウェイトであるRC床版を直接載せた複合床版構造が提案されている。この場合、鋼床版部とRC床版部では、デッキプレートの高さに約30cmの段差が生じる。このため、デッキプレートに生じる主桁作用応力、床版応力等がこの接合部で円滑に伝達されることが重要になる。特に、床版は活荷重による疲労が問題となる。本実験では、段差が生じる接合部の上フランジ下面に補強縦リブを設ける案を対象とした。接合部の原寸大の部分試験体を製作し、架設を含めた実橋の応力状態に近い載荷条件で静的載荷試験および疲労試験を行い、コンクリートと鋼から構成される接合部の疲労耐久性を確認した。

2. 試験方法

試験体：試験体は図1のように、鋼床版とRC床版の接合部を横リブとダイアフラム2区間分、Uリブ1本、補強縦リブ1本を取りだした。試験体は、荷重載荷時期とコンクリート打設時期の違いにより、No.1, 2の2体製作した。No.1はコンクリートを桁架設後に打設し、No.2は桁架設前に打設するものと想定した。RC床版には、No.1では早強ポルトランドセメントを使用し、No.2では、普通セメントを使用した。フランジ上には、22φx150のスタッドジベルを3列配置した。なお、鋼床版デッキプレートはダイアフラムから450mmのばしてRC床版部に鋼セルを形成した。

静的載荷試験方法：前死荷重による水平方向の軸力(1880KN)はセンターホールジャッキとPC鋼棒で載荷し、後死荷重及び活荷重による水平軸力(469KN)および鉛直方向の床組荷重は構造物疲労試験機(容量：200t)で載荷した。試験状況を図2に示す。なお、静的載荷試験は次の順で行った。

- ① 前死荷重による軸力載荷 (No.1はコンクリート打設前、No.2はコンクリート打設後)
- ② 後死荷重および活荷重による全軸力載荷 (No.1, No.2ともにコンクリート打設後)
- ③ 床組荷重による曲げ載荷 (繰り返し載荷)
- ④ 前死荷重による軸力を1/2除荷 (No.1のみ)

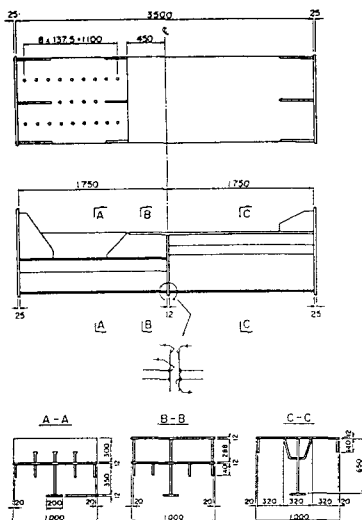


図1 試験体

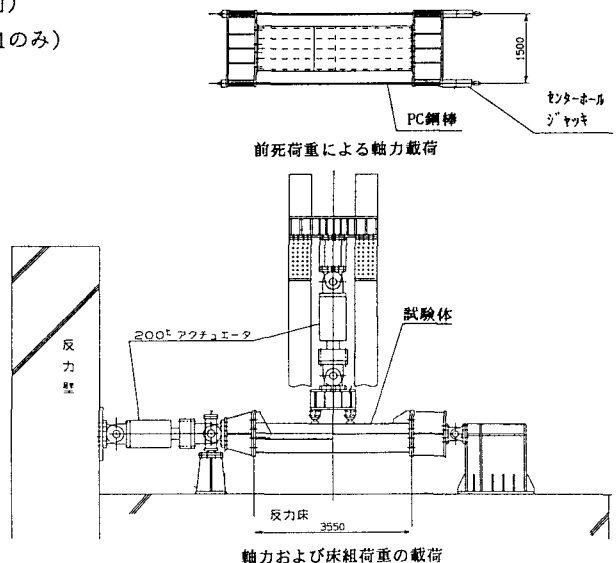


図2 試験状況

疲労試験方法：主桁作用による応力変動

成分は小さいため静的に載荷し、③の床組荷重のみ動的に載荷した。また、20～25万回毎に③の荷重について静的載荷試験を行った。載荷方法は、接合部で正の等曲げが生じるように、2点載荷 2点支持の4点曲げとし、載荷荷重は表1に示す。波形は正弦波、載荷速度は約1.0Hzとした。上限荷重は表1に示すように、No.1では3段階（疲労試験荷重1～3）に上げ、この時補強縦リブ下フランジの応力範囲 σ_r は、 $\sigma_r=120, 180, 240\text{MPa}$ であった。No.2では1段階で、この位置で $\sigma_r=150\text{MPa}$ であった。

3. 試験結果

静的載荷試験結果：図3にダイヤフラムから鋼床版側へ25mm離れた位置のひずみ分布を示す。前死荷重を載荷した時、No.1ではコンクリート床版のフランジで応力集中が見られたが、No.2では、コンクリート床版が荷重を分担するため、応力集中は見られなかった。

疲労試験結果：No.1では、床組作用力に相当する荷重を表1に示すように3段階（疲労試験荷重1～3）に上げたが鋼部にはき裂は認められなかった。そこで、前死荷重による水平方向の軸力を半減して、繰り返し載荷試験（疲労試験荷重4）を行ったところ、疲労き裂がダイヤフラムと縦リブフランジのまわし溶接部のフランジ側の溶接止端部から発生した。No.2では、表1の床組荷重を26万回載荷したところ、同様な位置から疲労き裂が発生した。疲労試験結果を図4に示す。この部分の疲労強度はJSSCの荷重伝達型リブ十字継手の設計疲労強度¹⁾を満足した。なお、No.1はNo.2よりも疲労強度が高い。静的載荷試験からNo.1ではこの部分に約100MPa、No.2では約50MPaの圧縮応力が作用している。応力比はNo.1では、それぞれ-5, -1.3, -0.7, -0.3, No.2では-0.5であり、疲労強度に軸圧縮力が影響していることが認められた。

4. 結論

今回行った2体の試験結果から鋼部の疲労強度はJSSCの基準を満足していることが確かめられた。

参考文献

- 1) 日本鋼構造協会：JSSCレポートNo.14, 疲労設計指針（案）1989.11

表1 試験荷重

試験体 No.	荷重 段階	荷重	軸力 N (kN)	床組荷重 (kN)				記 号
				下限	上限	ΔP	繰返し数	
No.1,2	①	前死荷重	1880	—	—	—	—	
	②	後死荷重+活荷重	469	—	—	—	—	
No.1	③	疲労試験荷重 1	2349	30	406	376	1000×10^3	R1
		疲労試験荷重 2	2349	30	596	564	1000×10^3	R2
		疲労試験荷重 3	2349	30	750	720	800×10^3	R3
	④	疲労試験荷重 4	1409	30	750	720	50×10^3	R4
No.2	③	疲労試験荷重 1	2349	50	450	400	260×10^3	

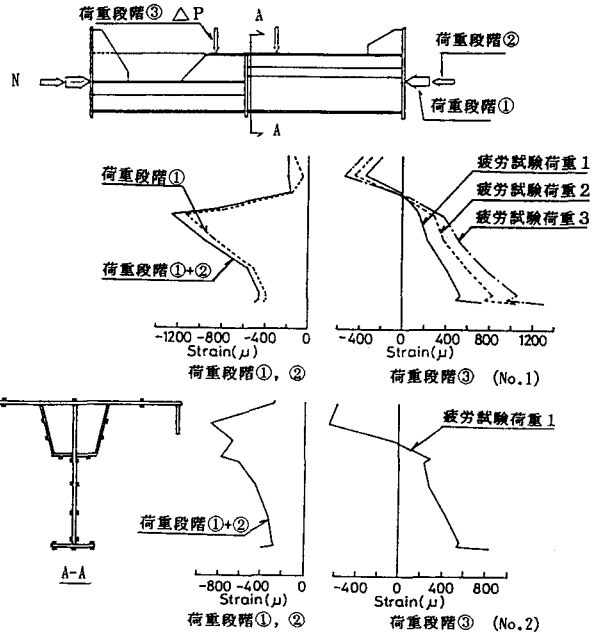


図3 ひずみ分布

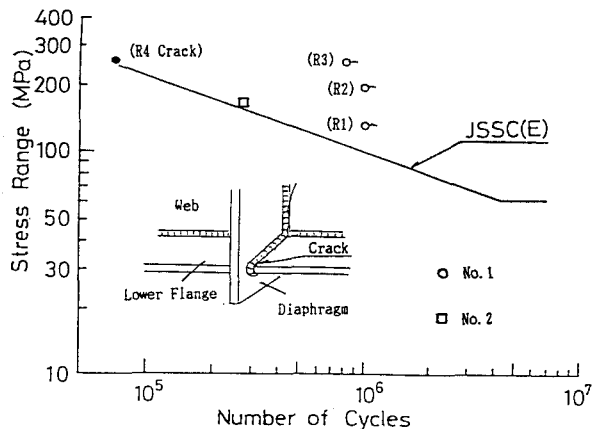


図4 疲労試験結果