

I-414

合成I桁橋の局部応力に与える縦桁増設の影響

|          |    |    |    |
|----------|----|----|----|
| 首都高速道路公団 | 正員 | 木暮 | 深  |
| 首都高速道路公団 | 正員 | 青山 | 高司 |
| 横浜河メンテック | 正員 | 古閑 | 俊之 |

1. はじめに

交通量の非常に多い都市高速道路の鋼I桁橋において、主桁と横桁・対傾構の取合部に疲労亀裂が発見され、各方面で現地測定、数値解析等による発生原因の究明や亀裂補修方法の検討が行われてきた。これらの報告によると、上記取合部の亀裂発生の主な原因は床版のたわみ変形によって取合部の溶接部近傍に生じる大きな局部応力であると推定されている。床版コンクリートのひび割れ防止を目的として縦桁増設や床版の増厚等が施工されてきたが、これらには床版のたわみ変形を低減する効果があり、取合部の局部応力の低減も期待できる。本報告は、縦桁増設による床版補強が施工された合成I桁橋において、補強の前後で局部応力の測定を実施し、疲労の観点から縦桁増設の影響を検討したものである。

2. 試験方法

測定対象の橋梁（図-1）は、支間 39.3m、主桁間隔 2.90m、床版厚21cmの6主桁の合成I桁橋であり、昭和56年に供用開始された。本橋は東京都区内に位置する都市高速道路の高架橋の1つで、非常に厳しい交通荷重を受けている。なお、床版補強のため、主桁間に2本の縦桁が増設された。着目部を図-2に示す。試験方法は試験車による静的载荷試験および一般車両通行下における実働応力測定である。静的载荷試験は夜間に走行車線を交通規制し、着目部の直上に試験車（軸重：後輪16.6tf、前輪4.1tf）の後輪を载荷して、着目部の応力および床版のたわみの測定を行うもので、着目部の発生応力状態を知ingことを目的とする。また、実働応力測定は、ヒストグラムメーターを用いて着目各部の応力と頻度を3日間測定するものであり、疲労の検討のためのデータを得ることを目的とする。2つの試験を床版補強の前後で同様に実施した。

3. 試験結果

(1) 静的载荷試験結果

図-3に横桁位置の床版たわみを示す。床版のたわみは縦桁増設によって増設前の40~50%に低下した。図-4は主桁横桁取合いリブプレートおよび対傾構取付け補剛材上端部の発生応力状況を示したものである。リブプレートには横桁荷

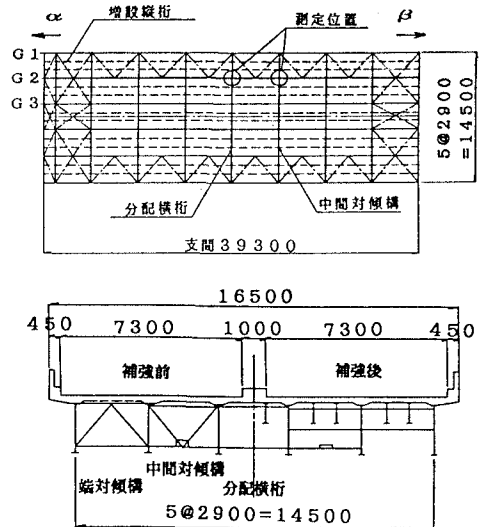
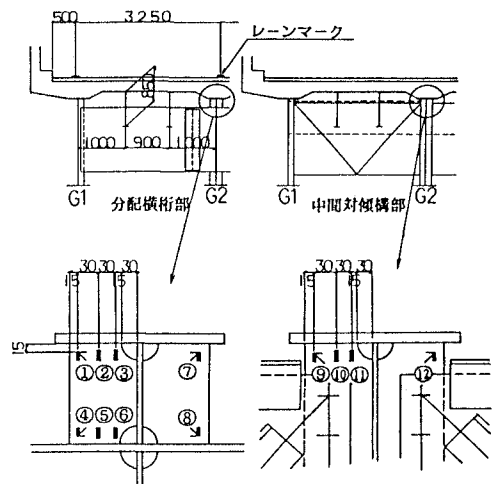


図-1 橋梁一般図



リブプレート、補剛材  $t=9$

3軸ゲージ  
1軸ゲージ

図-2 着目位置

重分配力、床版のたわみ変形に伴う力等が作用して複雑な応力状態となっている。補強前において、リブプレートにはG1側上端部に圧縮 900kgf/cm<sup>2</sup>、G3側下端部に圧縮 860kgf/cm<sup>2</sup>の大きな局部応力が生じており、G1側とG3側とで逆対称の応力状態となっている。したがって、これらの部位は、車両の重量、速度、載荷状態によって、大きな応力振幅を受けていると言える。床版補強後、リブプレート上端の応力は大きく減少して圧縮 150kgf/cm<sup>2</sup>程度になるが、リブプレート下端の応力はあまり改善されなかった。リブプレート上端の応力には床版たわみの影響が大きく、下端の応力には分配作用の影響が大きいためと考えられる。対傾構取付け補剛材上端部（対傾構払い込み裏面）については、補強前の圧縮 450-650kgf/cm<sup>2</sup>の応力が床版補強によって圧縮 200kgf/cm<sup>2</sup>程度に低下し、補強の効果が見られた。

## (2) 実働応力測定結果

図-5に応力頻度の測定結果から算出した各部の等価応力範囲、最大応力範囲および測定繰返し数を示す。ここで、等価応力範囲は、計測日の変動応力を線形被害則に基づき、疲労被害において等価な一定振幅応力に変換したものである。使用した疲労設計曲線は、各部ともJSSC疲労設計指針・案（平成元年）の強度等級E（ $\Delta\sigma_f = 80\text{MPa}$ ,  $N = 2 \times 10^6$ ,  $m = 3$ ）である。床版補強前において、リブプレート上下端部および対傾構取付け補剛材上端部は、等価応力範囲、繰返し数が大きく、非常に厳しい変動応力を受けている。床版補強によってリブプレート上端部および対傾構取付け補剛材上端部の変動応力は軽減される。一方、リブプレート下端部の等価応力範囲、繰返し数の低下は少なく、補強後も大きな変動応力を受け、床版補強の効果は少ない。この等価応力範囲および測定繰返し数を用いて疲労寿命を算出し、補強の前後で比較すると表-1のようになる。床版補強によってリブプレート上端部および補剛材上端部の疲労寿命は20倍以上に増加するが、リブプレート下端部の疲労寿命の増加率は2倍程度である。

## 4. まとめ

縦桁増設後床版たわみが抑制される効果によって、横桁リブプレート上端部や対傾構取付け補剛材上端部の局部応力はかなり改善されたが、リブプレート下端部の局部応力の軽減程度は少なかった。今後は構造諸元や車両通過位置が異なる場合の検討を行い、損傷部補修方法決定や新設橋設計の資料としたい。  
 <参考文献> 1) 岩崎、寺田他；鋼橋の疲労損傷事例と補修・補強対策、横河橋梁技報、第18号  
 2) 竹之内、三木他；実交通荷重による鋼鉄桁橋の応力変形挙動、構造工学論文集、Vol.33A、1987

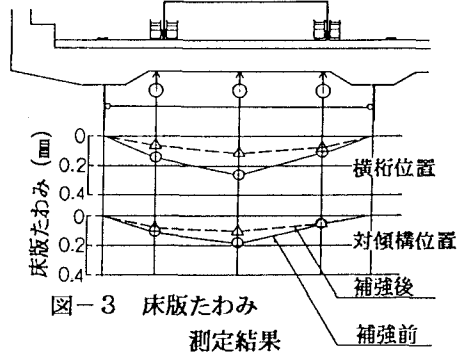


図-3 床版たわみ測定結果

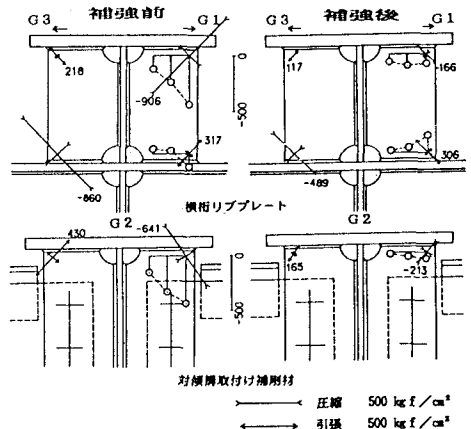


図-4 発生応力状況

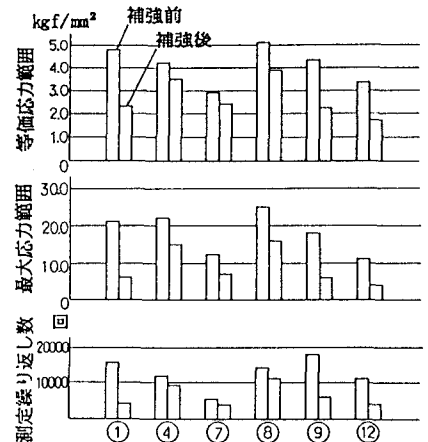


図-5 応力頻度測定結果  
○番号は図-2を参照

表-1 疲労寿命の比（補強後／補強前）

| 位置 | ①    | ④   | ⑦   | ⑧   | ⑨    | ⑫    |
|----|------|-----|-----|-----|------|------|
| 比  | 26.5 | 2.3 | 2.5 | 2.0 | 20.9 | 32.9 |