

日本道路公団 ○正会員 上東 泰 日本道路公団 香山 幸夫
 ㈱構造技術研究所 正会員 中居 誠 ㈱千代田コンサルタント 相馬 直人

1. はじめに

本文の対象とした三の宮橋は、改築事業区間(厚木IC~大井松田IC)に位置する、支間17.3m、斜角約47°、を有するRC単純中空床版橋である。本橋は、開通後25年の経年変化、東名高速道路建設時には想定し得なかった交通量の増加及び車両の重量化に伴う繰返し荷重の増加、並びに斜角に対する当時の設計技術水準等の要因から、ひびわれ等の損傷が発生している。

損傷状況を図1に示すが、主版全市に渡るひびわれが支間1/4点間全面に発生しており、特に、1/4点付近には、斜めひびわれも発生しており、これらの対策として鋼板接着(带状)を実施している。

本橋は、改築事業に伴う一体化拡幅のため、平成元年度から各種調査・検討を行った結果、ひびわれ等の損傷が著しく、今後長期的に重交通に耐えていくには耐久性上問題があると判断し、一夜間での撤去・架設が可能となったこと等を総合的に勘案し架け替えることとした。架け替えは、社会的影響を最小限とするために大型自走式台車を利用し、東名改築事業にて行われるOV-BRの撤去時の一夜間で実施する予定である。

本文は、これらの損傷評価について述べるものである。

2. 調査項目

ダンプトラック2台を使用し試験車走行によるたわみ、歪の測定を行った。

たわみについては支間中央3箇所、各支点2箇所計7箇所、主鉄筋歪みについては支間中央3箇所所で測定した。圧縮強度、弾性係数は供試体をコア-6本(上がり線3本、下り線3本)ぬき、試験を行った。また目視にて0.1mm以上のひびわれを調査しひびわれ損傷図を作成した。

3. 損傷原因及び現状の剛性

1) 検討方法

三の宮橋では、死荷重載荷時にひびわれが発生した後に鋼板が接着され、鋼板は死荷重以外の活荷重などに作用していることになる。このため、現状の剛性を推定するためには死荷重によるひびわれ発生時の断面剛性を求める必要がある(図2)。

解析における損傷のモデル化はひびわれ状態を考慮し、ひびわれを剛性(EI)の低下として評価を行う。

ひびわれ断面の剛性は、ひびわれ発生モーメントにより、ひびわれの発生する断面と発生しない断面とを分け、剛性を変化させる。この時の剛性を死荷重によるひびわれ発生時の断面剛性とする。また、このときのひびわれ範囲と調査結果とを比較検討する。

ひびわれ発生モーメント M_{cr} は次式にて求めた。

$M_{cr} = f_{bd} \cdot I_g / y$ ここに、 f_{ck} :コンクリートの基準圧縮強度 y :中立軸より部材引張縁までの距離
 $f_{bd} = 0.9 f_{ck}^{2/3}$ f_{bd} :コンクリートの設計曲げ強度 I_g :全断面有効の断面2次モーメント

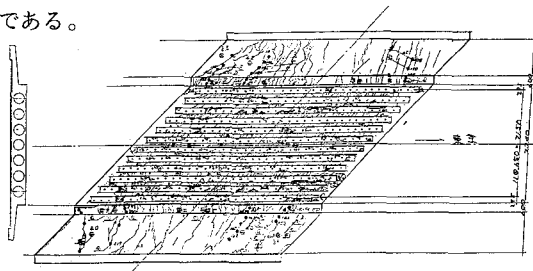


図1 ひびわれ損傷図

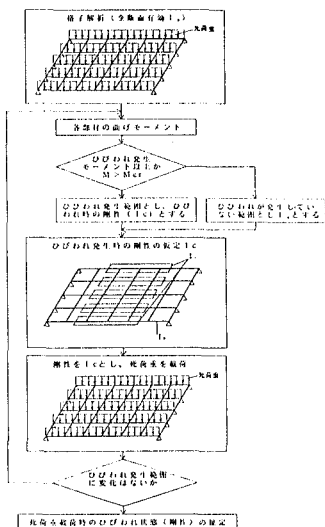


図2 ひびわれ断面剛性推定フロー

2) 損傷原因及び死荷重時の剛性

死荷重時のひびわれ発生の原因は荷重によるものと材料の特性によるものとが考えられる。前者については施工時に大型車両による過大荷重などが考えられ、後者は死荷重用直後（型枠脱型時）にコンクリートの強度が十分出現していなかったためであると考えられる。

荷重については、 $\sigma_{ck}=240\text{kg}/\text{cm}^2$ では、支間中央に40ton車両2台並列載荷しても調査結果と一致しなかった。

材料については、コア試験より得られた $\sigma_{ck}=425\text{kg}/\text{cm}^2$ とした場合には死荷重によりひびわれが発生しない結果となった。しかし、 $\sigma_{ck}=110\text{kg}/\text{cm}^2$ とした場合に調査結果のひびわれ分布とほぼ一致した（図2）。

したがって、三の宮の損傷原因は、コンクリートの低強度に死荷重が載荷された可能性が高いと考えられる。また、ひびわれの分布解析により $\sigma_{ck}=110\text{kg}/\text{cm}^2$ 時のひびわれ状態での主版本体の断面2次モーメントは 0.070m^4 と推定された。また、この剛度より推定される主版本体のひびわれ深さは下面より20cmであった。

3) 現状の剛性

現状の剛性は、死荷重載荷時にひびわれが発生した状態に鋼板が接着されているため、死荷重載荷後の増加荷重に対しては、鋼板の影響を考慮した剛性を評価する。

死荷重によるひびわれ発生時の断面剛性 I_1 （鋼板の寄与率は0%）とした場合のたわみを δ_{ni} 、コンクリート全断面たわみ有効時の剛性と鋼板を100%剛性に寄与していると仮定した剛性 I_n の場合の計測点のたわみを δ_{ni} として、 I_1 、 I_n 間を5等分し、剛性とたわみとの関係を求めた。この剛性とたわみ関係に図4で示すように計測たわみ値をプロット、鋼板の影響を考慮した現状の剛性を推定した。この結果現状の剛性は $I=0.091\text{m}^4$ と推定された。

4. 損傷評価

鉄筋コンクリート部材はひびわれが進行すると、引張側コンクリートを無視した断面のたわみに近づく。このコンクリートの引張を無視したたわみと発生たわみとの比により損傷評価を行う。

鋼板を考慮した現状の剛性現状にて解析より求めたたわみ比は0.42となっている。

また、本体の死荷重時ひびわれ状態での剛性（鋼板を無視）でのたわみ比は、0.67となっており引張側コンクリートを無視した断面のたわみに近い値であった。

したがって、本体のたわみ比は鋼板を考慮したたわみ比の約1.6倍となっており、本橋の本体の損傷はかなり進行しており、鋼板により現状を維持している可能性が高いと推定される。

5. おわりに

三の宮橋に生じているひびわれは、死荷重載荷時に発生し、現在に至っており、今回実施した調査及び解析により以下の点が明らかになった。

- ① 損傷の原因は、死荷重載荷時のコンクリート強度不足と推定される。
- ② 本体のひびわれは相当進行しており、劣化もかなり進行している。このため、橋梁側面の一体化拡幅するには、将来維持管理上の問題が生じる可能性があると考えられる。
- ③ 三の宮橋は、主版下面に接着された鋼板により、現状を維持している可能性が高いと推定される。

参考文献1) コンクリート構造物設計標準に関する委員会 報告書 平成3年3月（財）鉄道総合技術研究所

2) コンクリート標準示方書 設計編 土木学会

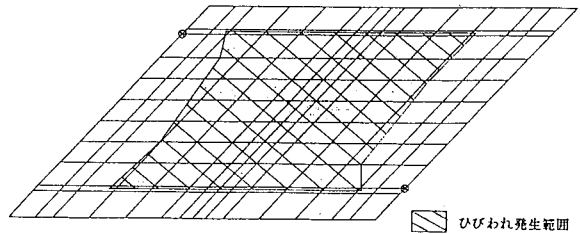


図3 解析によるひびわれ分布 $\sigma_{ck}=110\text{kg}/\text{cm}^2$

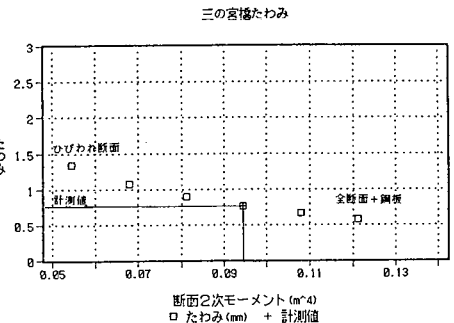


図4 現状の剛性の推定