

V-246

載荷試験によるRC中空床版橋の引張抵抗部を考慮した有効断面と死荷重鉄筋応力の推定

日本道路公団 正会員 国原 博司 木水 隆夫 加藤 英樹
 ㈱千代田コンサルタント 正会員◎肥田 研一

1. はじめに

本文の対象とした東名高速道路三の宮橋は、支間17.3m、斜角約47°を有するRC単純中空床版橋である。三の宮橋は、ひびわれ損傷が著しく平成6年5月の一夜間に大型自走式台車を利用して、上り線の架替えが行われた。

撤去解体される既設三の宮橋を撤去ヤードにて自重を載荷荷重として20個のジャッキにて単純支持状態から種々の支点支持状態をジャッキアップにより作りだし、曲げモーメントの状態を種々に変化させた。

図1に示すように曲げモーメントの変動量によるひずみ、たわみを計測を行った。なお、既設三の宮橋には、鋼板が接着されていたために鋼板接着時と鋼板を撤去した状態のそれぞれについても試験を行った。

本報告は、自重を載荷荷重とした試験結果よりRC中空床版橋のコンクリート引張抵抗部を考慮した有効断面及び剛性を求めた後に鉄筋死荷重応力度を推定したことを述べるものである。

2. 有効断面の推定

RC部材は、全断面にてコンクリートが抵抗していた状態Ⅰのものが、荷重の増加によりコンクリートの引張強度を超えひびわれが発生し、コンクリート断面の一部が引張に抵抗している状態Ⅱに移行する。さらなる、荷重の増加に伴い、コンクリートの引張抵抗部が減少し、やがて、コンクリートの引張部を無視したRC断面である状態Ⅲに移行すると考えられる。RC部材の使用限界としては、コンクリートの引張抵抗部が最も減少するRC断面の状態（状態Ⅲ）であるといわれている。

RC部材のコンクリート断面の引張部を考慮した有効断面は、引張部を含めた有効高さ h とすると、部材に作用している曲げモーメントを仮定すれば $\epsilon_s = M \cdot (d - x) / \{E \cdot I(h)\} = M / \{E \cdot Z(h)\}$ のようにひずみは、 h の関数となる。

このため、単純支持状態と各多支点状態の曲げモーメント変動量を解析により求め、図4に示すように断面の有効高さを変化させ計測鉄筋応力度と一致する点を有効高さとした。単純支持から各多支点状態へ移行させたとき多数の計測をしており、全計測ケースについて有効高さを求めた。

図5には支間中央部の鋼板撤去前と鋼板撤去後の有効高さや鉄筋応力度の分布を示す。図5より鋼板撤去前と後では、明らかに有効高さの変化が見られ、有効高さの分布も鉄筋応力度に係わり無くほぼ一定値を示している。各断面の鋼板撤去前後の有効高さを表1に示す。表1より鋼板撤去前の有効高さは、約72cmであったのに対し、鋼板撤去後は、有効高さが約50cmとなっている。

なお、単純支持状態から支点状態の変化による曲げモーメント変動量は、RC中空床版橋を格子モデル化し求め、支点の変化は、各ジャッキに設置した圧力計の計測値を荷重として入力した。

3. 剛性の推定

鋼板撤去前後の有効高さから求められる断面2次モーメントは、表2に示すとおりとなった。鋼板撤去前

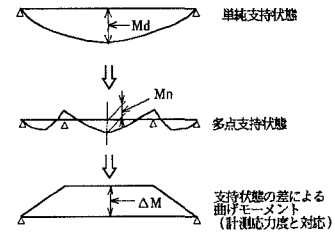


図1 支持状態の差による曲げモーメント

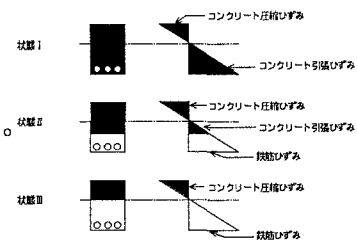


図2 RC部材の概念図

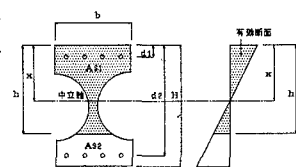


図3 有効断面概念図

後の剛性は変化するため、全断面とRC断面間での割り合いを示すものとして、式①に示すように全断面で1.0、RC断面で0.0となる剛性度を定義し評価する。

$$S = \frac{I - I_{rc}}{I_g - I_{rc}} \quad \text{-----式①}$$

S : 剛性度

I_g : 全断面有効時の断面2次モーメント(m^4)

I_{rc} : RC断面の断面2次モーメント(m^4)

I : 推定断面2次モーメント(m^4)

表2より、鋼板撤去後は、ほとんどRC断面に近く鋼板が有効に作用していたために既設三の宮橋を維持していたと考えられる。

4. 死荷重鉄筋応力の推定

死荷重による鉄筋応力度の推定は、単純支持状態から多支点状態のモーメント差を格子解析（全断面）により求め、このモーメント差と計測ひずみからコンクリートの引張部を考慮した有効断面を求めた。この有効断面の断面2次モーメントを求め、再度解析を行い、有効断面が収束するまでを行い、最終的な断面にて死荷重応力度をコンクリートの引張部を考慮した鉄筋応力度を求めた。

有効高さを考慮した死荷重応力度を求めた結果を表3に示す。なお、表3には、鉄筋切断による推定値を合わせて示す。表3より各死荷重推定値は、ほぼ同一の値を示し、有効高さより求めた鉄筋死荷重応力度の妥当性が確認できる。

表1 各断面の有効高さ(単位 m)

	鋼板撤去前	鋼板撤去後	差
SEC-A	0.746	0.745	0.001
SEC-B	0.628	0.588	0.040
SEC-C	0.679	0.439*	0.240
SEC-D	0.801	0.548*	0.253
SEC-E	0.752	0.538*	0.214
SEC-F	0.727	0.473*	0.254
平均	0.722	0.500	

RC断面計算では有効高さは0.24mとなる。

SEC-A～SEC-Cは、鋼板を撤去していない。

注) 平均値は、* 印を使って求めたもの。

表2 断面2次モーメントと剛性率

	断面2次モーメント	比率	剛性率
全断面(鉄筋換算)	0.811 m^4	1.000	1.000
有効高さ 0.72m	0.392 m^4	0.570	0.163
有効高さ 0.5m	0.323 m^4	0.469	0.026
RC断面	0.310 m^4	0.451	0.000

表3 死荷重による鉄筋応力度 (単位 kgf/cm^2)

	鉄筋応力度
RC断面計算	840
有効高さ0.48mとしての応力計算	790
鉄筋切断による応力度	700

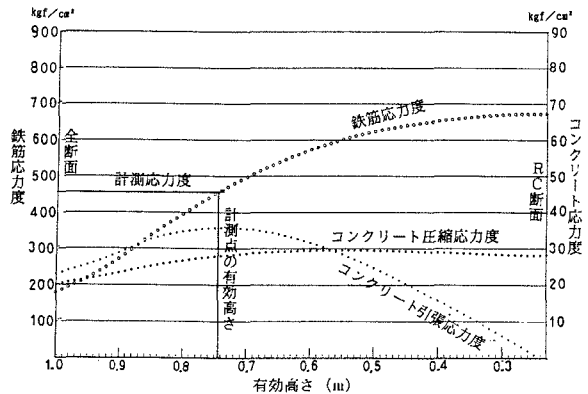


図4 有効高さと鉄筋応力度、コンクリート引張・圧縮応力度

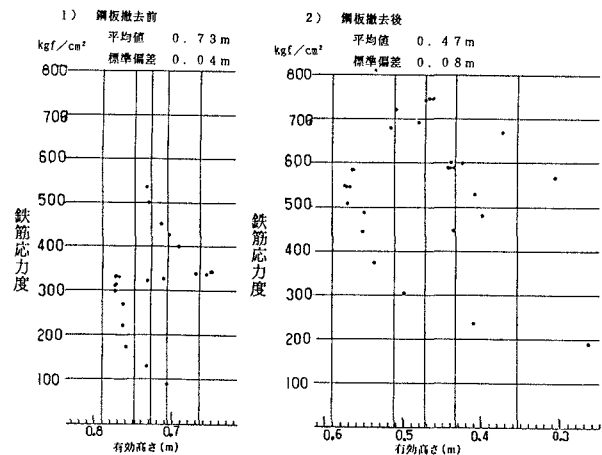


図5 鉄筋応力度と有効高さの分布

5. あとがき

既設三の宮橋にて行った、支持状態の変化に伴う曲げモーメントの変動量の計測及び解析の結果、コンクリートの引張抵抗部を考慮した有効断面を求められ、この有効断面から死荷重鉄筋応力度の推定が可能であることが確認できる。また、有効断面を求めたことにより、既設三の宮橋は、RC断面に極めて近く損傷は重大であり、主版下面に接着された鋼板により、現状を維持していた可能性が高いことも明らかとなった。