

V-143

供用状態下の既設コンクリート道路橋の鉄筋応力

九州共立大学工学部 正員 牧角龍憲

1. まえがき

既設コンクリート道路橋の維持管理あるいは新設計荷重に対応する補強検討において、コンクリート主桁の耐荷力をどのように評価・判定するかは重要な課題である。しかしながら、その判断材料となる実橋からのデータは、供用開始時の性状が不明であるとともに道路を供用しながらの限られた条件下でしか得られず、実際の耐荷力について正確な判断を行うことが容易でないのが現状である。また、供用中のコンクリート道路橋の多くは、現在の交通荷重より小さな車両荷重を用いて設計されているにもかかわらず、日常の供用において機能上ほとんど支障がないのが実態であり、計算上の状態とは明らかに違う性状を呈している。

これは、実際の部材においては作用断面力がひび割れ荷重よりやや大きい程度の大きさであり、それに対応する部材断面の状態は全断面有効ではないがコンクリートの引張抵抗をすべて無視するまでには至らない状態にあるためと考えられる。したがって、供用状態下のコンクリート部材の実態を的確に把握するためには、実際に作用する断面力の範囲に対応する鉄筋コンクリートの応力解析手法を明らかにする必要がある。

本研究は、以上の観点から、曲げを受ける鉄筋コンクリートにおける鉄筋応力の、実態に対応した新しい鉄筋応力の算定手法について検討したものである。

2. ひび割れ曲げモーメント近傍になるスパンの試算

橋梁主桁のモデルとして、幅 $b \times$ 高さ h の長方形断面でスパン長 L の単純ばりについて考える。道路橋の床版、舗装や地覆高欄などの増分を考慮した死荷重を桁自重の1.3倍と仮定する。また、一般にコンクリート道路橋においては活荷重と死荷重による曲げモーメントの比率は約1:2に近いのが現状である。そのことを考慮して、死荷重曲げモーメントの1.5倍が総曲げモーメントに相当すると仮定する。

次に、床版・舗装などが主桁の剛性に寄与することを考慮して、断面応力の算定には主桁剛性を1.2倍した値を用いると仮定する。これによる下縁応力が、コンクリートの曲げ強度 F_b より小さい場合にはひび割れは発生せず、全断面有効の状態に近いと想定できることになる。ひび割れが発生しないと考えられるスパン L は、次式で求められる。

$$L < \frac{4}{5} \times \frac{h}{L} \times \frac{F_b}{\gamma} \quad \dots \dots (1)$$

一般に、コンクリート橋においては $h/L = 1/10 \sim 1/15$ の範囲内で設計されている。また、コンクリートの単位重量 $\gamma = 23 \text{ kN/m}^3$ ならびに圧縮強度 F_c と曲げ強度 F_b との関係式 $F_b = 0.42 F_c^{2/3}$ を(1)式に代入して得た結果を図-1に示す。

図にみられるように、一般的なコンクリートを用いた場合にはスパン 10 m 以下ではひび割れが発生していないことになる。このことから、実際のコンクリート道路橋のほとんどにおいては、ひび割れ荷重近傍またはそれよりやや大きい程度の断面力が作用していることになるといえる。

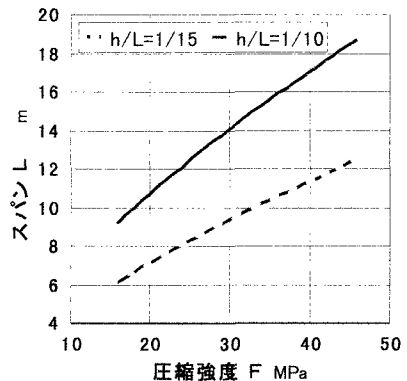


図-1 ひび割れが発生しないと想定されるスパン

キーワード：RCはり、 $M-\sigma$ 関係、引張抵抗、ひび割れモーメント、コンクリート道路橋

連絡先：〒807-8585 北九州市八幡西区自由が丘1-8 九州共立大学工学部土木工学科 TEL.093-693-3233

3. 新しい鉄筋応力の算定手法

鉄筋コンクリートの設計計算は、コンクリートの引張抵抗を無視して鉄筋のみが引張力に抵抗する仮定のRC断面にて行われる。しかしながら、ひび割れ発生により全断面有効の状態から瞬時にRC断面の状態に移行するのではなく、コンクリートの引張抵抗を考慮できる状態が存在すると考えられる。

ここで、ひび割れ幅が微細な範囲までは、引張強度に相当するコンクリートの引張抵抗が存在すると仮定すると、 $M-\sigma_s$ 関係は図-2に模式的に示すようになる。 M_{ct} は桁下縁応力がコンクリートの引張強度になる曲げモーメントで、①は全断面有効の状態、③は M_{ct} 以上の曲げモーメント増分を鉄筋のみが受け持つ状態、②は①と③の中間の状態を表している。RC断面の値に比べると提案式の鉄筋応力の値はかなり小さくなるのがわかる。また、死荷重による断面力が M_{ct} 近傍の場合には活荷重に対応する応力変動が小さくなることもわかる。

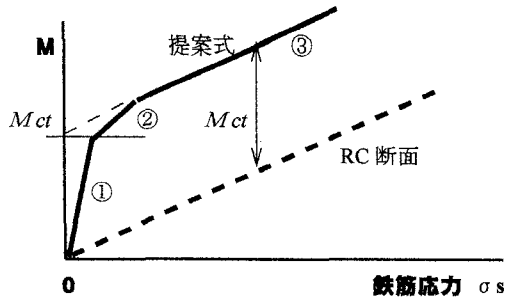


図-2 提案する $M-\sigma_s$ 関係

図-3は、60年供用されたコンクリート道路橋主桁を解体して取り出し、曲げ載荷試験を行った結果である。提案する理論値は実測値にほぼ近似していることがわかる。この桁は健全な状態が保たれており、そのような場合には本式を用いた耐荷性評価が妥当であるといえる。

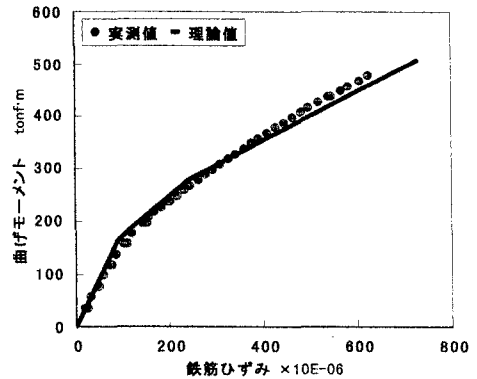


図-3 実橋解体 RC 主桁の載荷試験結果¹⁾

次に、幅 20cm、高さ 28cm、鉄筋比 0.8 % の長方形断面を有する RC はりを、スパン 2.8m、載荷点間隔 60cm の 2 点載荷で試験した結果を図-4に示す。ひび割れ荷重の約 2 倍近くの荷重まで提案式が実験値に一致することがわかる。また、同じはりで、ひび割れ荷重前後の荷重を 2Hz で 8 万回繰り返し載荷した後に静的載荷試験をした結果を図-5に示す。鉄筋ひずみを測定した位置には、ひび割れが発生しているにもかかわらず、鉄筋応力の測定値は RC 断面の仮定による値よりも本提案式の値に近いことがわかる。

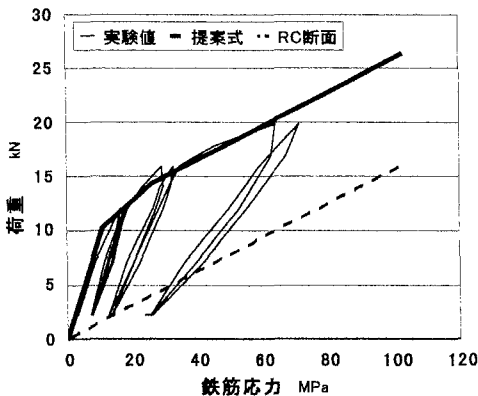


図-4 RC はりの載荷試験結果

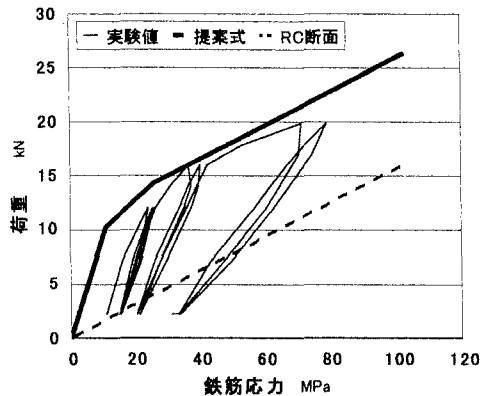


図-5 繰り返し載荷後の試験結果

参考文献(1) 牧角他、土木学会構造物の診断に関するシンポジウム論文集、1998年7月、pp.5～10