

板木原 土木部 正員 渡辺 良治
 (株)長大橋設計センター ◯ 華原 義博
 " " 高月 廣行

§1 要旨 5~15m程度の比較的小スパンの橋梁では、鉄筋コンクリート橋の占める割合が圧倒的に多い。RC橋においては、その材料の性質上力学的に不明確な要素が多分に含まれており、耐荷力と推定することは容易ではない。とくに、大正年間から昭和20年の間に架設された橋梁では、設計・施工された当時の図面が現存している例は稀である。

本報告は、橋梁と維持・管理する観点から、簡便的にRC橋の耐荷力(使用荷重)と推定する1試案を紹介するものであって、ここでいう"耐荷力"とは、使用荷重の追跡という意味である。耐荷力推定にさいしては、まずつり合い鉄筋比を求め、弾性、塑性の両面から抵抗モーメントを計算することから出発し、いわゆる基本耐荷力を算定する。算定例として、板木原で測定したいくつかの鉄筋コンクリートT桁橋(RCT)にも適用して報告するものである。

§2 計算法概要 設計図面がない場合には、床版またはT桁部分の配筋量が不明であるため、鉄筋とコンクリートの許容応力度を設定し、つり合い鉄筋比 ρ と逆算する。つり合い鉄筋比の考え方は、例えば文献(1)、(2)等にも掲載されている。架設されている橋梁の設計は、弾性論に基づき、単鉄筋断面と仮定すれば、次の手順で計算できる。

$$\rho = \frac{\varphi(0.5\varphi - k)}{n(k-1)} \quad (\text{T型断面})$$

$$= \frac{k^2}{2n(1-k)} \quad (\text{矩形断面})$$

ここに $k = \frac{n\sigma_{ca}^*}{n\sigma_{ca}^* + \sigma_{ca}^*}$, $\varphi = \frac{x}{d}$

σ_{ca}^* , σ_{ca}^* ; 鉄筋とコンクリートの設計許容応力度
 n ; 鉄筋とコンクリートの弾性係数比
 x ; 床版厚
 d ; 有効高

$\sigma_{sa} = 1200 \text{ kg/cm}^2$ $\sigma_{sr} = 2400 \text{ kg/cm}^2$
 $\sigma_{ca} = 45 \text{ kg/cm}^2$ $\sigma_{cr} = 135 \text{ kg/cm}^2$

断面内での圧縮・引張の合力間距離 j を計算することにより、抵抗モーメント M_r は次式で表わせる。

$$M_r = b d^2 \rho^* \quad (3)$$

$$\rho^* = \rho j \sigma_{sa} \quad (\text{弾性})$$

$$= \sigma_{cr} \left[\left\{ \rho k + (\varphi - 1) \varphi \right\} \left\{ 1 - \frac{\beta}{\alpha} (\rho k + (\varphi - 1) \varphi) \right\} \right. \\ \left. + (1 - \varphi) \left(1 - \frac{1}{2} \varphi \right) \varphi \right] \quad (\text{塑性}) \quad (4)$$

$\varphi = b_o/b$ b ; フランジ有効中 b_o ; ウィブ中
 $k = \sigma_{sr}/\sigma_{cr}$ α, β ; 圧縮応力分布の仮定による定数
 (放物線の場合 $\alpha = 5/9, \beta = 2/5$)

σ_{sr}, σ_{cr} は鉄筋とコンクリートの降伏応力度である。
 ρ^* (抵抗係数と呼ぶ) は断面の中、高さに無関係であり、これを図表化しておけば便利である。通常の設計で

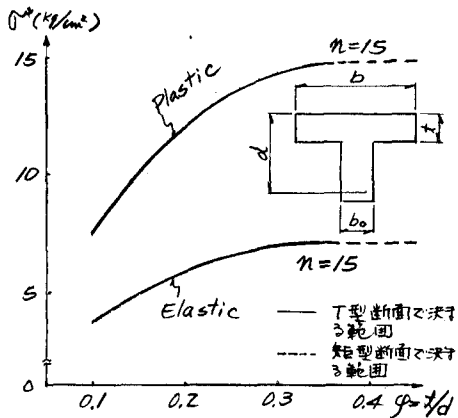


図-1 抵抗係数

基本耐荷力	栃木県内橋例 ()内は設計自動車荷重					現設計書例 ()内はコンクリートに於けるもの						
	山田	丸平	宮田	六川	若林	1等橋	2等橋					
25												
20												
15												
10												
5												
	(8)	(8)	(8)	(9)	(4)							
						A	B	C	D	E		
橋名	山田	丸平	宮田	六川	若林	設計書	1400	1400	1400	1400	1400	
年次	7	5	5	5	5	設計書	1272	1317	1225	1328	1318	
L	14	7	10	19	38	設計書	(66.7)	(66.2)	(61.9)	(55.6)	(52.1)	
B	9.8	9.2	9.5	8.3	13.4	設計書	0.88	0.83	0.77	0.93	0.89	
	6.1	6.0	5.1	5.5	6.5	設計書	(0.89)	(0.74)	(0.88)	(0.75)	(0.94)	

図-2 基本耐荷力計算例

では、自動車荷重の他に軸圧荷(ローラ)荷重についても照査し、このことが原因として挙げられよう。また現橋の断面寸法の測定誤差やつり合い鉄筋比と求める際、鉄筋とコンクリートの応力比が同時に許容応力比に達するとしに仮定も基本耐荷力の推定値に変動と与える。後者に対する検討を加えるため、設計書が存在する較橋の床版について許容応力比と設計応力比との両面からつり合い鉄筋比と導いて基本耐荷力と示したものが図-2(右)である。

許容応力比からつり合い鉄筋比と算定すると一般には1割程度危険に許容することになると考えられる。図-3は許容応力比として $\sigma_{ca} = 1200 \text{ kg/cm}^2$, $\sigma_{ca} = 45 \text{ kg/cm}^2$ と用い、鉄筋とコンクリートの設定応力比に対して抵抗係数 β^* がどのように変化するかを示したものである。

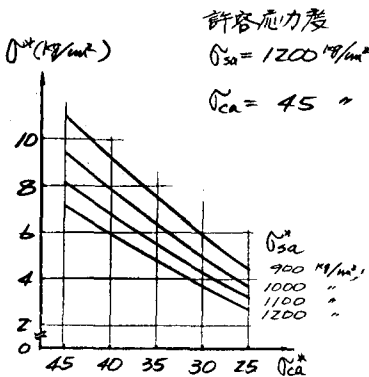


図-3 設定 σ_{ca}^* , σ_{ca}^* に対する抵抗係数 β^* の変化

— 参考文献 —

- 1) 近藤他; 鉄筋コンクリートの設計
- 2) 神山; 鉄筋コンクリート
- 3) 建設省: 道路局; 土木研究所; 既存橋梁の耐荷力と使用限界に関する研究

は $\beta = 1/5$ が用いられており、これに対する β^* を図-1に示す。床版厚には梁の支帯断面が曲げによって決定されるとすると基本耐荷力は次のように表わされる。

$$P = 20 \frac{M_T}{M_d + M_{20}} \quad (5)$$

ここに M_d ; 死荷重モーメント

M_{20} ; 現行示す者1等橋の活荷重・衝撃におもよぼすモーメント

基本耐荷力に橋梁の変状、交通量、架設年次、地域性等による補正係数と乗することにより使用荷重と推定する。この方法は文献3)と同様に扱うことができよう。

§3 基本耐荷力計算例 栃木県内のRC橋の断面寸法と調査し、許容応力比と設定したのち、弾性論に基づいた基本耐荷力と計算して図-2(左)に示した。設計自動車荷重に比べ基本耐荷力はかなり大きい値をとる。当時の設計

法と調査し、許容応力比と設定したのち、弾性論に基づいた基本耐荷力と計算して図-2(左)に示した。設計自動車荷重に比べ基本耐荷力はかなり大きい値をとる。当時の設計法では、自動車荷重の他に軸圧荷(ローラ)荷重についても照査し、このことが原因として挙げられよう。また現橋の断面寸法の測定誤差やつり合い鉄筋比と求める際、鉄筋とコンクリートの応力比が同時に許容応力比に達するとしに仮定も基本耐荷力の推定値に変動と与える。後者に対する検討を加えるため、設計書が存在する較橋の床版について許容応力比と設計応力比との両面からつり合い鉄筋比と導いて基本耐荷力と示したものが図-2(右)である。

許容応力比からつり合い鉄筋比と算定すると一般には1割程度危険に許容することになると考えられる。図-3は許容応力比として $\sigma_{ca} = 1200 \text{ kg/cm}^2$, $\sigma_{ca} = 45 \text{ kg/cm}^2$ と用い、鉄筋とコンクリートの設定応力比に対して抵抗係数 β^* がどのように変化するかを示したものである。この図から、つり合い鉄筋比と求める場合に設定する応力比は、鉄筋に対してはなるべく高く、コンクリートに対してはなるべく低くとり、耐荷力と安全側に詳細することと判断される。実用的には、鉄筋では許容応力比を、コンクリートでは許容応力比を何割か減じにせりと設定してつり合い鉄筋比と算定することが考えられる。

§4 結語 本報告では曲げモーメントのみについて触れているがせん断力についても同様の手法が適用されよう。

また、塑性論に基づく耐荷力は特認荷重と判断するところの資料に供しに。RC橋の耐荷力は、上記のような計算値だけと推測できるものではなく、変状その他の要素が重要である。これらに対する補正法は、橋梁別定期調査結果に基づいて現行検討中である。