

RC 中空床版橋の損傷要因分析

九州工業大学
九州工業大学

学生会員 荒木茂
正会員 北原秀樹

九州工業大学
構造技術研究所

正会員 幸左賢二
正会員 小郷政弘

1. はじめに

平均供用年数が比較的に長い道路橋は、車両の大型化、交通量の増加に伴い耐荷力不足が懸念されている。中でも特に RC 中空床版橋は著しい損傷をうけているため、損傷要因を明らかにし、各要因に対応した効果的な補強・補修を行なう必要がある。そこで RC 中空床版橋を補強対象として、損傷要因分析を行なった。まず、床版下面の損傷を分類し、損傷と耐荷力不足の関係を検討した。次に、クラックと耐荷力不足の相関について検討を行なった。

2. 対象橋梁と損傷状況

検討対象として供用年数約 30 年の都市内高速道路橋より RC 中空床版橋を 2 橋選定した。損傷が特に著しい 5 径間連続橋の A 高架橋と、損傷が比較的軽微である 6 径間連続橋の B 高架橋を検討した。図-1 に A 高架橋の第一径間における損傷図を示す。A 高架橋は床版起点部と終点部、中央分離帯付近にコンクリートの剥離・欠落が見られ、支間中央部に幅 0.3mm 程度のクラックが橋軸直角方向に発生している。一方、B 高架橋は橋脚支点付近にコンクリートの剥離・欠落が見られ、鉄筋が露出している。クラック損傷は支間中央部に幅 0.1mm~0.2mm のクラックが橋軸直角方向に発生している。

3. 検討方法

3.1 損傷度の評価方法

図-2 に検討フローを示す。まず、橋梁の損傷を評価する指標として損傷度を設定する。損傷度は表-1 に示すように、クラック損傷とクラック以外の損傷を点数化し、床版下面を橋軸方向に 1m 単位で区切り算出している。損傷度算出方法を式(1)、(2)に示す。

$$\text{クラック損傷度} = \text{クラック数} \times \text{点数} \quad (1)$$

$$\text{クラック以外の損傷度} = \text{損傷面積} \times \text{点数} \quad (2)$$

クラック幅による点数は、コンクリート標準示方書に準じて、式(3)に示すクラック幅算出式を用いて設定した。

$$w = k \{4c + 0.7(Cs - \phi)\} \{ \sigma_s / E_s + \epsilon'_{csd} \} \quad (3)$$

式(3)よりひび割れ幅(w)が発生した時の鉄筋応力(σ_s)を算出すると、 $w=0.1\text{mm}$ の場合 $\sigma_s=50(\text{N/mm}^2)$ 、 $w=0.2\text{mm}$ の場合 $\sigma_s=100(\text{N/mm}^2)$ 、 $w=0.3\text{mm}$ の場合 $\sigma_s=180(\text{N/mm}^2)$ となる。これらの応力の比率から点数を 1, 2, 4 点と設定している。クラック以外の損傷の中で、漏水・遊離石灰は床版を貫通する特に重大な損傷と考え、コンクリートの剥離・欠落、鉄筋露出と比べ、点数を高くしている。

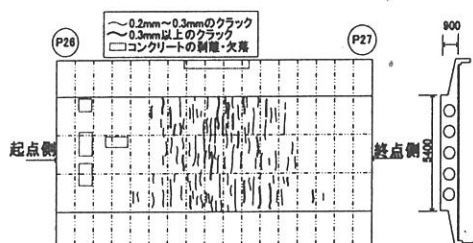


図-1 A 高架橋の第一径間における損傷

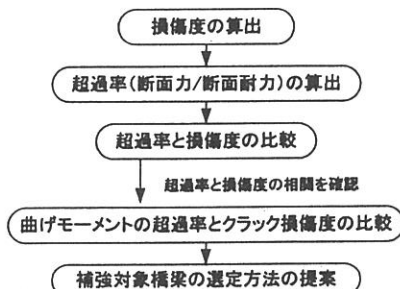


図-2 検討フロー

表-1 損傷の分類と点数化

	損傷の分類	点数
クラック損傷	0.2mm以下のクラック	1
	0.2mm～0.3mmのクラック	2
	0.3mm以上のクラック	4
クラック以外の損傷	かぶりコンクリートの剥離・欠落	1
	鉄筋露出	2
	漏水・遊離石灰	4

表-2 超過率の選定における耐力のケース

着目	耐力	耐力状態
曲げモーメント	Mc	$\sigma_c = 0.5 \sigma_{ck}^{2/3}$ 引張側コンクリート応力度が曲げ引張強度に達する
	Ma	$\sigma_s = 180 \text{ N/mm}^2$ 引張主鉄筋応力度が180(N/mm ²)に達する
せん断力	Sc	$\tau = 0.39 \text{ N/mm}^2$ コンクリートのせん断応力度が許容値に達する
	Sc+Ssa	$\sigma_s = 180 \text{ N/mm}^2$ 帯鉄筋応力度が許容値に達する

3. 2 耐力の評価方法

床版部の安全性を照査する指標として、超過率を設定する。断面力を算出する際に用いた活荷重は、現行の B 活荷重(TL25)であり、設計当時の TL20 よりも大きい。超過率は、曲げモーメント M とせん断力 S について、式(4)～(7)のケースを算出する。なお、表-2 に超過率算定における耐力のケースを示す。

$$\text{超過率} = S(\text{死荷重} + \text{活荷重作用時}) / S_c \quad (4)$$

$$\text{超過率} = S(\text{死荷重} + \text{活荷重作用時}) / (S_{sa} + S_c) \quad (5)$$

$$\text{超過率} = M(\text{死荷重} + \text{活荷重作用時}) / M_c \quad (6)$$

$$\text{超過率} = M(\text{死荷重} + \text{活荷重作用時}) / M_a \quad (7)$$

5. 検討結果

図-3 に A 高架橋の第一径間における超過率とクラック損傷度の関係を示す。また、図-4 に A 高架橋の第一径間における超過率とクラック以外の損傷度の関係を示す。まず、図-3 より曲げモーメントの超過率とクラック損傷度は支間中央部で大きくなっており、せん断力の超過率は中間支点部で大きくなっている。このことからクラック損傷の主な発生原因として曲げ耐力不足が考えられる。よってクラック損傷に対しては曲げ耐力を増強するような補強を行なう必要があると考えられる。次に、図-4 よりクラック以外の損傷は、曲げモーメントの超過率、せん断力の超過率とも相関が確認できない。よってクラック以外の損傷は、耐力不足以外、例えば施工性などの要因により生じていると考えられる。

また、図-5 に A 高架橋と B 高架橋のクラック損傷度と曲げモーメントの超過率の関係を示す。これによると、損傷度 12 を越える範囲では超過率は 5% 超過直線より 0.6 以上となる。つまり超過率 0.6 以下であれば損傷は軽微である事が判断できる。以上より RC 連続中空床版橋の補強対象について超過率 0.6 以上を目安として選定することを提案する。

6. まとめ

- (1) RC 中空床版橋のクラック損傷は、曲げモーメントの耐力不足が原因で発生していると考えられ、クラック損傷の著しいものに対しては、曲げ耐力の補強を行なうことが望ましい。
- (2) RC 連続中空床版橋でクラック損傷が大きい場合、超過率は 0.6 以上となる。よって超過率 0.6 以上となるようなものを補強するのが望ましいと考える。
- (3) RC 中空床版橋のクラック以外の損傷は、耐力不足以外の要因により生じていると考えられる。

参考文献：1)北九州道路公社：都市内高速道路健全度調査，2000

2)北九州道路公社：都市内高速道路橋梁台帳，1993

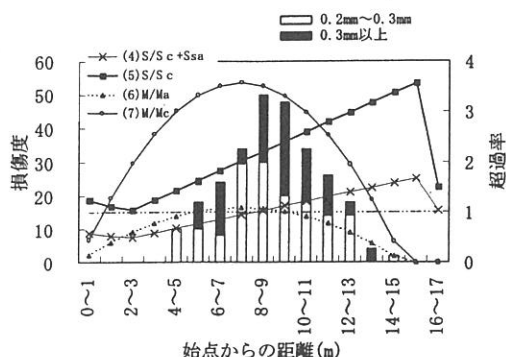


図-3 A 高架橋の第一径間における
超過率とクラック損傷度の関係

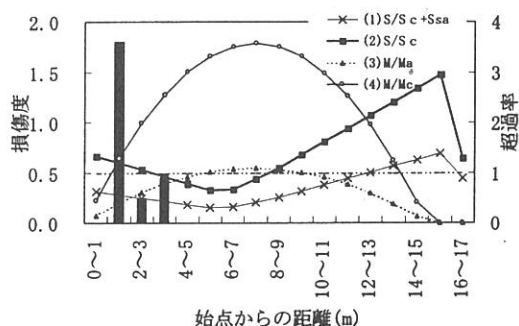


図-4 A 高架橋の第一径間における
超過率とクラック以外の損傷度の関係

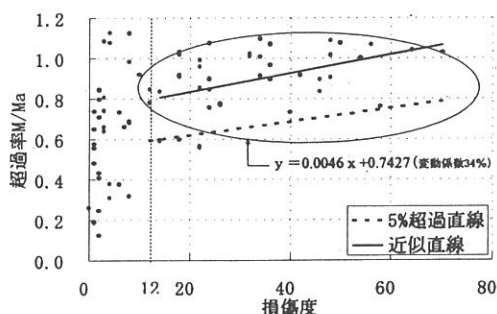


図-5 A 高架橋と B 高架橋のクラック損傷度と
曲げモーメントの超過率との相関