

橋梁点検データによる RC 床版の劣化予測手法の検討

北見工業大学大学院 学生員 樋口 匡 北見工業大学 フェロー 大島 俊之
 (株)ドーコン 正会員 佐藤 誠 北見工業大学 正会員 三上 修一
 東邦コンサルタント(株) 正会員 工藤 英雄 北見工業大学 正会員 山崎 智之

1. はじめに

現在我が国の橋梁は老朽化が進み、著しい損傷を持つものが増加している。このような背景から、限られた予算を最大限に活かす包括的な橋梁維持管理システム（BMS）の開発が望まれている。本研究は橋梁点検、健全度評価、劣化予測、事業シミュレーションからなる BMS の一部として、RC 床版の余寿命を予測し補修補強計画をサポートする事を目的とし、その劣化予測手法を検討したものである。

2. 北海道における RC 床版の劣化傾向

我が国における道路橋の橋梁点検業務は、1988 年に旧建設省土木研究所が公表した橋梁点検要領(案)に基づいて実施されてきた。また、その結果はランクで表され、健全な方から OK, , , とされた。本章では北海道における RC 床版の点検データを用いて、その劣化傾向を考察する。

床版に関する点検項目には剥離、ひび割れ、その他がある。一般にひび割れ密度によって RC 床版の劣化度が概ね把握できることが知られている^{1),2)}ことから、本章では RC 床版の点検結果のうち、ひび割れによるものを劣化指標とした。また、RC 床版の劣化傾向をみるために、環境条件として日平均大型車交通量、年間の凍結融解回数、海岸からの距離、適用示方書、積雪量により点検データを分類した。図-1 は日平均大型車交通量が 2000 台以下、凍結融解回数 200 ~ 250 回/年の点検データを海岸からの距離により比較したものである。データ抽出の際には床版の各パネルから最低ランクのものを選び、補修、架け替えが行われたものは除いた。この図では曲線で示しているように、大型車交通量が多いデータに低ランクのものがみられた。また、全体として早期に点検ランクが低下している領域は大型車交通量が多く、かつ海岸に近いものである事がわかる。これは主として塩害と疲労の影響が考えられる。今後さらに多くの条件で点検データを抽出し、北海道における RC 床版の劣化傾向を明らかにしていく。

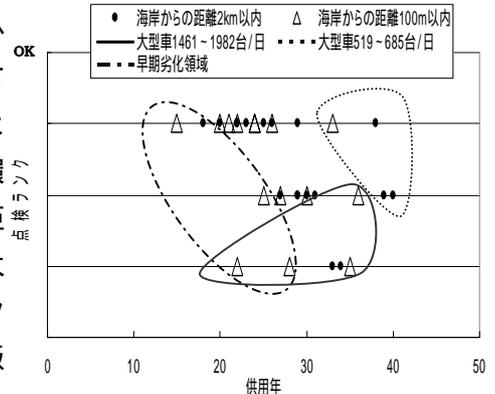


図-1 点検データ（海岸からの距離による比較）

3. RC 床版の劣化予測^{1),2)}

本研究では RC 床版の劣化に影響を及ぼす因子として塩害、凍害、アルカリ骨材反応、中性化、疲労に着目し、それぞれの劣化予測手法について検討を行ってきた。ここでは、その中の疲労について述べる。

走行荷重を受ける道路橋 RC 床版の疲労は、松井ら¹⁾によってその破壊機構、疲労強度が明らかにされている。さらに、RC 床版の疲労被害にはマイナー則が適用できることが知られている。従って輪荷重走行試験より得られた S-N 曲線にマイナー則を適用し、疲労寿命を推定する。

$$T f = N f / N e q \cdots (1)$$

ここに、N f : S-N 曲線から求める等価破壊回数

N e q : 輪荷重頻度分布、衝撃係数、自動車通行位置等を考慮して作用荷重を等価に換算した年間繰り返し回数

S - N 曲線 $\log(P_o / P_s x) = k \cdot \log N + \log C$ が与えられた場合

キーワード RC 床版, 劣化予測, 橋梁点検データ

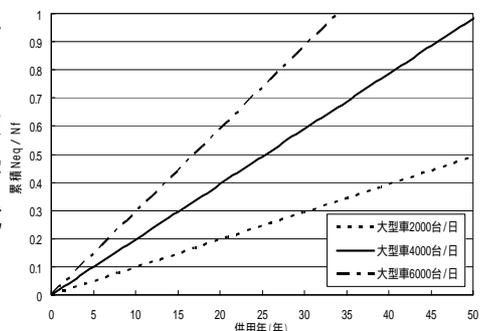


図-2 疲労予測結果

連絡先 : 〒090-8507 北見市公園町 165 番地 (0157)26-9488 Fax(0157)23-9408

$$N_f = 10^{\{ \log C - \log (P_o / P_{sx}) \} \div k} \dots (2)$$

P_o : 基本輪荷重, P_{sx} : 押し抜きせん断耐力, k : S - N 曲線における定数, C : S - N 曲線における定数

$$N_{eq} = (1+i)^m C_1 C_2 N_t \dots (3)$$

i : 衝撃係数, N_t : 日平均交通量, C_1 : 通行位置による補正係数, C_2 : 輪荷重頻度分布による補正係数

m : log-log 表示された S - N 曲線における傾き絶対値の逆数

大型車交通量を 2000, 4000, 6000 台/日とした時の疲労予測結果を図-2 に示す . この図は縦軸が累積 N_{eq}/N_f であることから, 縦軸の値が 1.0 になった時に床版が破壊に至ることを表す . 逆に, 縦軸の値が 0 に近い方がより健全な状態にあることを表す . 図-2 より大型車 2000 ~ 6000 台/日の RC 床版における疲労劣化予測の範囲が得られた . なお, 本劣化予測は交通量を常時一定としている .

4 . 疲労予測結果と点検データの比較

4 . 1 比較方法の検討 ^{2),3)}

疲労予測の対象となる指標は, 等価に換算した破壊回数と累積走行回数の比で表している . 一方, 橋梁点検では表-1 に示すように, ひび割れを対象として劣化度を判定している . 本章では両者の劣化度判定基準を同一にするために, 点検ランクと走行比の関連付けを行った . その関係を図-3 に示す . 図-3 は縦軸にひび割れ密度比, 横軸に走行比をとり, 両者の関係を示す松井らの実験値 ^{1),2)} に近似曲線をひいたものである . ここでは, 限界ひび割れ密度を $10m/m^2$ とする事で, 点検ランクのひび割れ密度の目安から, 点検ランクと走行比の関連付けを行った . なお, 走行比とは実験床版における破壊回数と載荷回数の比で表され, 疲労予測の劣化指標である累積 N_{eq}/N_f と等価と考えてよい . 従って, 図-3 より疲労予測結果と点検結果を比較する事が可能になる .

4 . 2 比較結果

前出の点検結果と予測結果の比較を図-4 に示す . また, グラフ右側には点検ランクの範囲を目安として記載した . 図-4 では多くの点検データが大型車交通量 2000 台/日の予測結果よりも下側にプロットされているのに対し, 図中丸部分のデータは予測結果よりも上側にプロットされている . 前者は予測結果が安全側だった事を表し, 後者は危険側だった事を表す . 丸部分の点検データは大型車交通量が約 1500 台/日でかつ海岸からの距離が 100m 以内の橋梁である . 従って, 丸部分のデータは疲労による劣化に加えて塩害の影響があった事が推測される .

5 . まとめ

本研究では, 北海道における RC 床版の点検データを環境条件により分類し, その劣化傾向を考察した . また, 疲労予測結果と点検データの劣化度判定基準の関係を示し, 両者の比較も行った . その結果, 塩害の影響が考えられる一部の点検データにおいては, 予測結果が危険側の評価となった . 今後, より多くの環境条件で点検データを抽出し, 予測結果と比較検討していくことで, 劣化予測の精度向上が期待出来ると考えている .

謝辞 本研究を行うにあたり, 北見工業大学客員教授 枚本正信氏 (株式会社フジエンジニアリング) に大変有益なアドバイスを頂きました . また, 本研究は平成 15 年度文部科学省科学研究費 (代表者 大島俊之) の補助を受けて行われました . ここに感謝の意を表します .

参考文献 1) 松井繁之, 前田幸雄: 道路橋 RC 床版の劣化度判定法の一提案, 土木学会論文集 No. 374/ -6, pp. 419-426, 1986. 10
 2) 阪神高速道路公団, 阪神高速道路管理技術センター: 道路橋 RC 床版のひび割れ損傷と耐久性, 1991. 12
 3) 旧建設省土木研究所: 橋梁点検要領 (案), 土木研究所資料, 第 2651 号, 1988

表-1 点検ランクの判定基準

判定	ひび割れパターン	ひび割れ幅	最小間隔	ひび割れ密度
OK	1方向	0.2mm未滿	-	4m/m ² 程度
	1方向	0.2mm ~ 0.3mm	50cm以上	
4 ~ 8m/m ²	2方向	0.2mm未滿	50cm以上	4 ~ 8m/m ²
	1方向	0.2mm ~ 0.3mm	50cm未滿	
	1方向	0.3mm以上	-	
	2方向	0.2mm未滿	50cm未滿	
8m/m ² 程度	2方向	0.2mm ~ 0.3mm	50cm以上	8m/m ² 程度
	2方向	0.2mm ~ 0.3mm	50cm未滿	
		0.3mm以上	-	

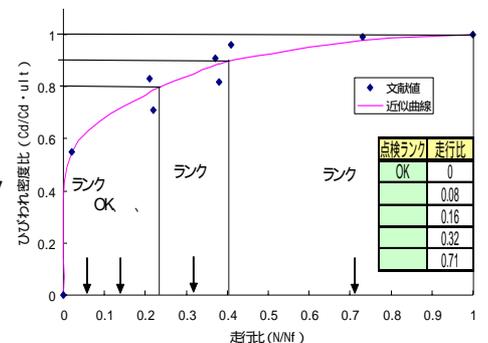


図-3 点検ランクと走行比の関係

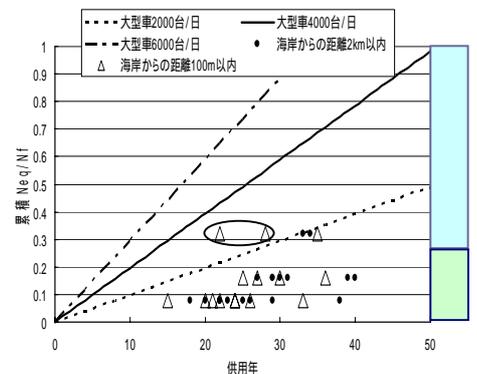


図-4 予測結果と点検結果の比較