

積雪寒冷地における RC 床版の疲労耐久性の評価

近代設計
近代設計
北海道開発局
北海道開発土木研究所
大阪大学大学院

正会員
正会員
正会員
正会員
フェロー

○藤川 守
市川 竜也
渡邊 一悟
三田村 浩
松井 繁之

1. はじめに

道路橋の鉄筋コンクリート床版（以下、RC 床版という）の劣化要因は、大型車両の輪荷重の繰り返し作用による疲労劣化が主たる要因といわれているが、環境条件により劣化の進行が加速される。特に北海道においては、積雪寒冷地特有の凍結融解作用や凍結防止剤（塩化カルシウム等）の散布による塩害の影響が大きく、交通量が少ない路線においても、比較的早い時期に損傷を受けた事例もある。

本研究は、既設橋から切り出した RC 床版を用いて輪荷重走行試験（写真-1）を実施し、積雪寒冷地における RC 床版の疲労耐久性について評価したものである。

2. 供試体概要

供試体は、43 年間供用した既設橋から 3 体切り出した。設計は、昭和 31 年鋼道路橋設計示方書によるものであり、供試体諸元を表-1 に示す。

切り出した床版下面の状況は、二方向にクラックは発生しているものの、ひび割れ幅は 0.1mm 以下で、ひび割れ密度も 1~2m/m² 程度であった。床版上面の状況は、部分的に砂利化（写真-2）しており、最大で鉄筋位置まで影響を受けている箇所も存在した。供試体の砂利化現象は、供試体番号で N03・N02・N01 の順に影響を受けていた。また、地覆部は凍害によるスケーリングが発生していた。

（写真-3）

実橋からのコア採取による材料試験の結果、中性化・アルカリ骨材の反応は確認されなかった。また、塩分量試験での床版上面（表面位置）の塩化物イオン濃度値 1.14 kg/m³ は、腐食発生限界濃度 1.2 kg/m³ を下回っており、材料試験で凍害以外の環境劣化作用を受けていないことを確認した。

このようなことから、床版上面に発生していた砂利化現象は水による影響に積雪寒冷地特有の凍結融解作用が劣化を加速させたものであると推測される。

3. 実験概要

実験に際して供試体各辺の支持方式は、2 辺単純支持と実橋床版の 1 方向性を考慮した相対 2 辺弾性支持としている。

また、疲労耐久性の評価は、既往の S-N 曲線と既設橋から切り出した床版の輪荷重走行試験で得られた S-N データとの比較から行った。



写真-1 輪荷重走行試験機

表-1 供試体諸元

供試体寸法 (cm)		230×300×17
支 間	長 (cm)	200
主鉄筋 (mm)	上側	φ 16@250
	下側	φ 16@125
配力筋 (mm)	上側	φ 9@150
	下側	φ 9@150
コンクリート圧縮強度 (N/mm ²)		41.8 (静弾性試験値)



写真-2 床版上面の砂利化状況

キーワード RC 床版, 疲労耐久性, 輪荷重走行試験, 積雪寒冷地, 凍害

連絡先 〒065-0033 札幌市東区北 33 条東 16 丁目 2-1 (株) 近代設計 TEL 011-786-5660

4. 実験結果と考察

実験結果を表-2 に示す。供試体は、砂利化現象の影響が大きいほど早期に破壊した。破壊時のひび割れ密度は、既往の研究¹⁾で示されている、RC 床版の使用限界値 10m/m² とほぼ一致している。また、疲労耐久性が大きいほど、破壊時のひび割れ密度も大きくなる結果となった。

横軸に破壊までの走行回数、載荷荷重 (P) と供試体のせん断耐力 (P_{sx}) の比を縦軸とした S-N 図と 3 供試体の実験結果の関係を図-1 に示す。実橋から切り出した RC 床版は、N03・N02・N01 の順で劣化が進行していたことがいえる。

既設橋から切り出した RC 床版を水張りした状態で輪荷重走行試験を行った既往の研究²⁾ では、製作 RC 床版の S-N 曲線を基準に、以下の影響により RC 床版の寿命が低下すると示されている。

- ・ 初期乾燥ひび割れにより、約 15% 静的耐力が減少する。
- ・ 実交通下の載荷回数により、寿命が低下する。
- ・ 水の影響により、約 1/40 寿命が低下する。

以上の研究成果を踏まえると、切り出した RC 床版の耐久性低下の要因は、以下のように推察できる。

- ・ N01 供試体は、初期乾燥ひび割れと実交通の影響による劣化作用を受けていた。
- ・ N02 供試体は、上記＋水の影響による劣化作用を受けていた。
- ・ 砂利化の影響が最も大きい供試体 N03 では、N02 供試体の影響＋凍害による凍結融解作用の影響による劣化作用を受けていた。

また、凍害の影響により供試体 N03 の床版厚さは、5mm 程度欠損していた。この断面欠損による、供試体のせん断耐力低下を考慮した S-N 曲線と供試体 N03 の残存疲労寿命は、ほぼ一致する結果となった。

5. まとめ

本研究の結果を以下に示す。

- ・ 凍結融解作用の影響による RC 床版の疲労耐久性の低下は、S-N 曲線からも推察できる。
- ・ 破壊時のひび割れ密度は、凍結融解作用を受けている RC 床版においても、既往の研究で示されている、使用限界値 10m/m² とほぼ一致する。
- ・ 凍結融解作用を受けた RC 床版の残存疲労寿命は、断面欠損を考慮した S-N 曲線とほぼ一致する。

今後、数多く実験データを蓄積し、凍害・塩害の影響を定量的に評価する必要があると考える。

参考文献

1) 松井、前田：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、pp419-426、1986. 10
2) 石井、谷倉、庄中、國原、松井：23 年供用した RC 床版の損傷実態・残存疲労寿命と維持管理との関係に関する基礎的研究、土木学会論文集 No.537、pp155-166、1996. 4



写真-3 地覆部の凍害による劣化

表-2 実験結果

供試体	載荷荷重 (kN)	破壊回数 (回)	破壊時のひび割れ密度 (m/m ²)
実橋 N01	150	398,900	12.7
実橋 N02	150	36,700	10.1
実橋 N03	150	4,000	9.2

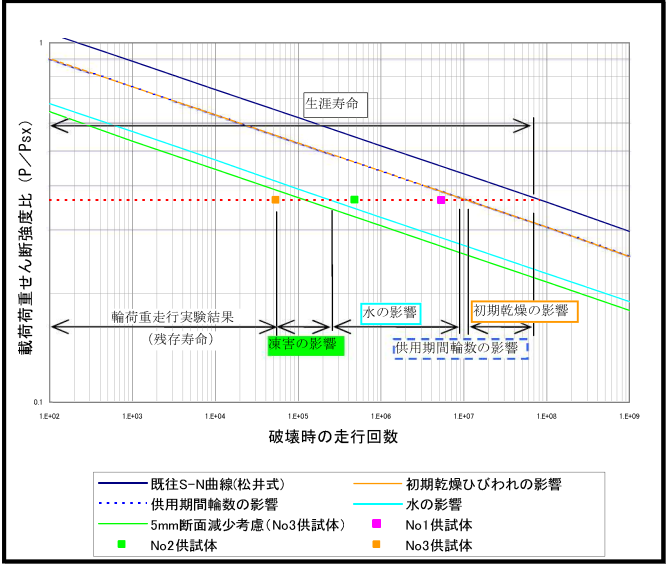


図-1 S-N 関係