

小径コアの細孔径分布を用いた RC 床版の疲労劣化予測

太平洋コンサルタント 正会員 ○小川 洋二
 日本大学 正会員 岩城 一郎
 日本大学 正会員 子田 康弘

1. はじめに

膨大な建設ストックがある道路橋鉄筋コンクリート床版（以下、RC 床版）は、老朽化に加え近年の交通量の増大や車両の大型化の影響を受け、早期の疲労劣化が顕在化している。現状実施されている維持管理では、目視による RC 床版のひび割れ調査が主体であるが、観察自体が困難な環境にあることも多い。また裏面のひび割れ密度と RC 床版の劣化度とが必ずしも一致していない。そのため、劣化が顕著となった箇所の補修・補強が優先される対症療法的な管理となりがちであった。LCC 評価を適切に行うには、目視に代わる床版劣化の評価手法が望まれている。本報では、小径コアを用いて床版コンクリートの細孔径分布に着目し、RC 床版の輪荷重載荷による疲労劣化との関係を把握することにより、劣化度を定量的に評価することを試みた。

2. 実験方法

2. 1 RC 床版と荷重載荷方法

輪荷重載荷試験に用いた RC 床版の仕様を表 1 に示す。輪荷重は 98kN を 20 万回繰り返し、20 万回以降は約 30kN 荷重

表1 RC 床版の仕様

コンクリート種別	普通コンクリート, W/C=64.3%
試験時圧縮強度	26.7N/mm ²
床版形状	長辺 3000mm, 短辺 2000mm, 版厚 160mm
主鉄筋	SD295A, D16(引張側 150mm, 圧縮側 300mm 間隔)
配力鉄筋	SD295A, D13(引張側 125mm, 圧縮側 250mm 間隔)

を増加して疲労試験を促進した。約 1 万回経過ごとに活荷重たわみを測定し、床版下面のひび割れを観察した。載荷下面のひび割れ密度が急増した 31.5 万回まで試験を継続し、疲労限界とした。試験装置を写真 1 に示す。20 万回以降の荷重増加の影響は、式 (1) により基準輪荷重 98kN に対する等価繰り返し荷重走行回数に換算して評価した。

$$N = \left(\frac{P}{98}\right)^{12.76} \cdot n \cdots \text{式 (1)}$$

ここで、N：等価繰り返し走行回数、P：載荷荷重 127.4 (kN)、n：荷重 P での走行回数



写真 1 試験装置

2. 2 小径コアの採取および細孔径の測定

コアは図 1 に示すように、床版中心から概ね左右対称となるように主鉄筋と配力鉄筋とに囲まれた領域から採取した。採取回数は、初期値（走行 0 回）から疲労限界の 31.5 万回までの間に 8 回実施した。コアの直径は 25mm とし、床版上面側から全断面削孔した。コアは断面方向に半割りし、主鉄筋位置近傍での変状に着目して中立軸より上面側、下面側の各中心部分 40mm を測定区間として約 5mm 角の大きさに調製した。粗骨材はできるだけ取り除き、アセトン浸漬、真空乾燥、および D-乾燥を実施して測定用試料とした。細孔径の測定は水銀圧入式ポロシメータを用いて行い、加圧・減圧を 2 回繰り返した。

キーワード 道路橋 RC 床版, 疲労劣化, 細孔径, 毛細管空隙, インクボトル空隙, 小径コア
 連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2 TEL 043-498-3882

3. 実験結果

3.1 細孔径分布の変化

全細孔空隙容積は、上面・下面位置での平均が、
 載荷 0 回時に 0.10ml/g、疲労限界 31.5 万回経過時
 に 0.10ml/g をそれぞれ示し、輪荷重載荷試験にお
 いてほとんど変化しなかった。RC 床版下面では、
 輪荷重回数が 1000 回を越えた頃からひび割れが
 観察され、その密度は輪荷重回数の増加に伴って
 増大した。以下、床版下面側の細孔径分布に注目
 して考察する。**図2**に細孔径の範囲を、ゲル空隙、
 毛細管空隙、および粗大な空隙に区分し、全細孔
 容積に対する各細孔径容積の割合の変化を示す。
図2より、 $0.05 \sim 2.2 \mu\text{m}$ の領域において、輪荷重
 回数の増加にしたがって容積割合に減少傾向が
 見られた。本領域は特に遷移帯空隙とも呼ばれる
 毛細管空隙であるが、疲労劣化の兆候を示す指標
 となる可能性が見られた。

3.2 インクボトル空隙の変化

水銀圧入の加圧・減圧を繰り返すことにより得
 られたインクボトル空隙量の変化を、輪荷重回数
 0 回を 100%とした変化率で**図3**に示す。横軸は
 載荷回数を等価繰返し回数に換算してプロッ
 トした。**図3**より、下部コアにおいて、輪荷重回
 数の増加にしたがってインクボトル空隙の容積
 は減少傾向を示した。一方上部のコアでは同様な
 減少傾向が見られなかった。今回図示していない
 が、**図2**の細孔径分布でも同様の傾向であった。

RC 床版下面のひび割れ密度は、概ね $15\text{m}/\text{m}^2$
 を閾値として疲労限界に達することが既往の研
 究例から示されている¹⁾²⁾。本試験では、等価繰
 返し回数で、およそ 100 万回～500 万回の時ひ
 び割れ密度が $15\text{m}/\text{m}^2$ に達した。**図3**よりイン
 クボトル空隙の変化はそれ以前から始まっており、
 疲労劣化の兆候を早期に示し得る可能性がある。

4. まとめ

道路橋 RC 床版の輪荷重による疲労劣化は、床
 版コンクリートの毛細管空隙やインクボトル空
 隙容積が指標となる可能性が示された。

参考文献

- 1) 土木学会鋼構造委員会：道路橋床版の要求性能と維持管理技術，道路橋床版の輪荷重走行による共通試験の評価，pp. 22-23，2008
- 2) 子田康弘，斉藤卓也，岩城一郎：輪荷重走行試験による材料劣化を受けた道路橋 RC 床版の疲労耐久性評価，コンクリート構造物の補修，補強，アップグレード論文報告集，第 9 巻，pp. 145-150，2009

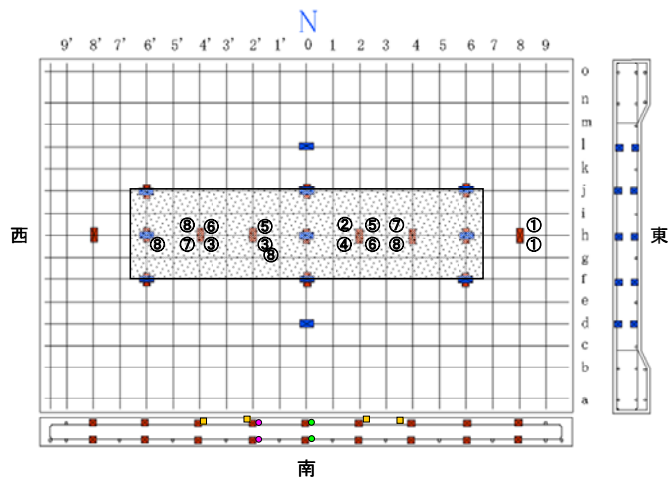


図1 小径コア採取位置

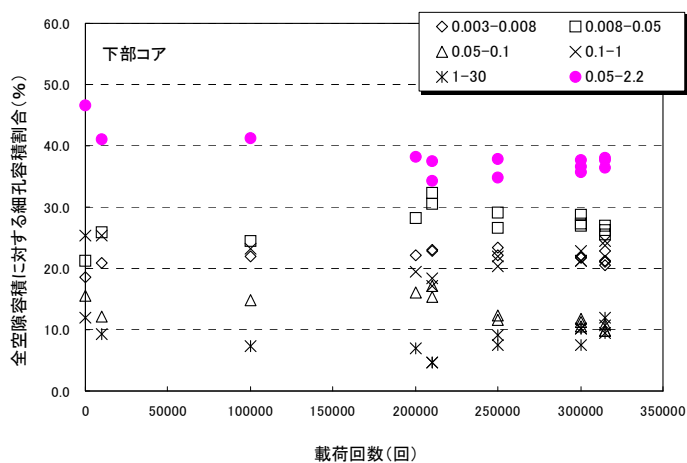


図2 下部コアの細孔径分布

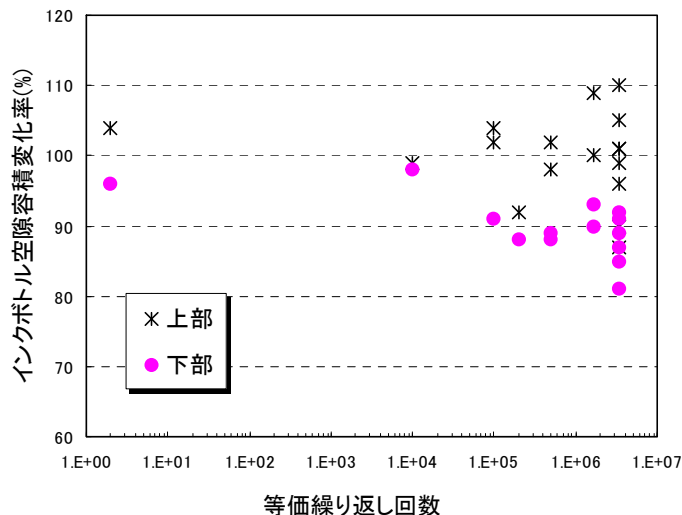


図3 インクボトル空隙容積変化