凍害劣化を模擬した RC 床版の輪荷重走行試験による検討

寒地土木研究所	正会員	〇三田村	浩
寒地土木研究所	正会員	西	弘明

1. はじめに

積雪寒冷地の道路橋においては、凍害劣化により、 RC 床版の上面が脆弱化すると、RC 床版の疲労耐久性 が大きく低下することが明らかにされている¹⁾.本研究 では、積雪寒冷地特有の劣化因子である凍害劣化が、 RC 床版の疲労耐久性や破壊性状に及ぼす影響を検討 するために、凍害劣化を模擬して供試体上面を切削し た供試体を用いて、輪荷重走行載荷試験を実施し、そ の実験結果について整理した.

2. 実験概要

本研究で製作した実験供試体は、実橋梁をモデルと して、供試体形状および配筋を決定した.実験供試体 は、表-1に示すように、基準となる上面切削を行わな い供試体 1 体と、床版上面の切削厚さおよび床版の劣 化度について異なる 3 体の供試体を用いた.上面切削 供試体の床版上面の切削範囲は、図-1の供試体構造図 に赤線で示した 2.40m×0.90m の範囲とした.いずれの 供試体も、丸鋼鉄筋 (SR235)を用いて、橋軸直角方向 に、上面側 φ 16 ctc 260mm、下面側 φ 16 ctc 130mm、橋 軸方向に、上下面 φ 13 ctc 230mm とした.

実験には、クランク式の輪荷重走行試験機を用いた. 供試体は支持桁上に丸鋼を介して2辺単純支持し、橋 軸方向の端部は横梁により2辺弾性支持とした.輪荷 重の輪荷重走行範囲は、図-1中に青線で示した範囲と し、幅 500mmの載荷板上を、橋軸方向に 2000mmの範 囲で鉄輪を往復させることにより載荷した.

上面切削供試体は,目標の劣化度に達するまで,後述の階段状漸増載荷の輪荷重走行を行なった後(以後,予備載荷),所定の切削厚さまで厚さ10mmずつ切削し, 各段階で,定点静載荷により床版下面の鉛直変位および鉄筋のひずみの計測と,ひび割れ状況の確認を行なった.各供試体で,所定の切削厚に達した後は,破壊 に至るまで輪荷重走行を行った(以後,本載荷).

基準供試体および上面切削供試体の本載荷において

北武コンサルタント(株)	正会員	坂口	淳一
大阪工業大学	フェロー	松井	繁之

表-1 供試体一覧

供試体	上面切削厚	劣化度	床版形状	床版厚
基準供試体	0 mm	-	橋軸直角方向	
切削供試体1	10 mm	0.6	2650 mm	160
切削供試体2	20 mm	0.5	~ 橋軸方向	160 mm
切削供試休3	30 mm	0.4	3300 mm	



は、走行回数 10 万回ごとに、120 kN、130 kN、150 kN、 170 kN、200 kN、230 kN、260 kN の順に輪荷重を漸増 させ、床版が破壊するまで走行載荷した.

3. 実験結果と考察

(1) 破壊状況

実験終了時のひび割れ状況および押抜きせん断によ る破壊領域を図-2に示す.破壊状態は、いずれの供試 体も、ハッチで示した部分が下方に落ち込み、床版が 押し抜かれる状態であった.各供試体の押抜きせん断 による破壊領域は、図中に赤線で示した範囲であった. 破壊領域の大きさは、切削深さが深い供試体ほど広く なる傾向が見られた.

マイナー則が適用できるものとして、荷重 150 kN の 等価繰り返し回数 N_{150} ¹⁾に換算すると、各供試体の破壊 時の走行回数は、基準供試体で N_{150} =1,326,810 回、切削 供試体 1~3 が順に、 N_{150} =110,050 回、 N_{150} =80,040 回、 N_{150} =19,450 回であった.基準供試体の疲労寿命を 100 とすると、切削供試体 1~3 の疲労寿命は、順に 8.3、

キーワード RC 床版,輪荷重走行試験,凍害劣化,疲労耐久性

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1-34 (独) 土木研究所 寒地土木研究所 TEL011-841-1698



6.0, 1.4 であり,上面の切削厚さが深い供試体ほど,疲 労寿命が短い傾向となった.

(2) ひび割れ密度

図-3に、劣化度とひび割れ密度の関係を示す.ここ に示すひび割れ密度は、荷重除荷後に確認できたひび 割れを対象として、図-2中に青線で示した中心から橋 軸方向に 1.8m、橋軸直角方向に 1.5mの範囲内の平均値 として算出したものである.図から、上面切削厚や初 期劣化度に関らず、破壊の段階において、ひび割れ密 度は、概ね9~10m/m²の範囲であることが確認できる.

(3) 平均剛性比と劣化度の関係

平均剛性比 (P/ δ) / (P/ δ_{D0}) と劣化度 D_{δ}の関係を 図-4 に示す.ここで,平均剛性比とは,平均剛性 P/ δ を,劣化度 0 のときの平均剛性 P/ δ_{D0} で除すことで, 無次元化したものである.ここに,Pは載荷荷重, δ は 床版下面の鉛直変位(以下,変位)の計測値, δ_{D0} は 劣化度 0 とした場合の変位の計算値である.図は,上 面切削供試体 3 体で,所定の切削厚さになるまで厚さ 10mm ずつ切削した各段階に行った定点静載荷の値を, 切削厚さごとに結んでいる.図から,切削厚さが増加 するにつれて,平均剛性が低下する傾向が確認できる.

(4) 中立軸の評価

上面鉄筋と下面鉄筋のひずみ計測結果を基に、中立



図-5 断面のひずみ分布(切削供試体3橋軸直角方向)

軸位置の検討を行った. 図-5 に、断面方向のひずみ分 布として、切削供試体 3 の橋軸直角方向の静載荷時の ひずみ分布を示す. 図から、切削深さが深くなるにつ れて、上面鉄筋のひずみが圧縮側となり、ひずみ分布 の勾配が大きくなることがわかる. これに伴い、中立 軸の位置が、床版の下面側へ移動している.

6. まとめ

本研究から得られた事項を以下にまとめる.

- 上面切削の厚さや初期劣化度に関らず、破壊の段階 においては、ひび割れ密度は、概ね9~10m/m²の範 囲となることが確認された。
- (2) 切削厚が増加するにつれて, 平均剛性が低下する傾向が確認された.
- (3) 鉄筋のひずみの計測値から、上面の切削厚が増える ことで、中立軸の高さが低下することが確認された.

参考文献

 三田村浩,佐藤京,本田幸一,松井繁之:道路橋RC床 版上面の凍害劣化と疲労寿命への影響,構造工学論文集, Vol.55A, pp.1420-1431, 2009.