

道路橋鉄筋コンクリート床版の水平ひび割れ原因に関する基礎的検討

大日本コンサルタント フェロー会員 ○横山 広 寒地土木研究所 正会員 中村 拓郎
金沢大学 フェロー会員 梶谷 浩 国土開発センター 正会員 亀田 浩昭
川田工業 正会員 街道 浩 中日本ハウェイ・エンジニアリング名古屋 正会員 橘 吉宏

1. 目的

劣化した道路橋鉄筋コンクリート床版（以下、RC 床版と称す）の打ち替えでは、撤去床版の切断面に水平ひび割れが確認されることが多い。それらは RC 床版内の上側に配置された鉄筋付近に発生する傾向があり、水平ひび割れより上側のコンクリートは、通行車両の繰り返し载荷によってコンクリート組織中のセメントペーストが粉砕され、土砂化に進展することが推察される。これまで、水平ひび割れの発生原因に関しては数多くの検討¹⁾が行われてきたが、多岐にわたる要因が影響している可能性が高いため、原因究明に至っていないのが実情である。本研究では反応性骨材を用いて製作した実物大床版供試体の輪荷重走行試験を実施し、その過程で水平ひび割れの発生原因を把握するための基礎的な検討を実施したので結果を報告する。

2. 実物大供試体と水平ひび割れ検知手法

実験供試体は図-1 に示す形状で、道路橋示方書（昭和 39 年）に準じた鉄筋量とし、鉄筋腐食を防止するためエポキシ樹脂塗装鉄筋を使用した。粗骨材、細骨材の両方に反応性骨材を使用し、コンクリート中のアルカリ添加には NaCl を使用した。試験時のコンクリートの圧縮強度は 43.5N/mm^2 でヤング係数は 27.1kN/mm^2 であり、ASR の影響でコンクリート強度に対してのヤング係数がやや低い値になっている。図-2 は鉛直方向のひずみを計測するためのゲージとその設置位置であり、直径 15.5mm の孔を深さ 80mm まで穿孔し、孔の内部にひずみゲージを貼り付けたプラスチック板を装填してエポキシ樹脂グラウト材を充填して固定した。ゲージは主鉄筋高さ（ゲージ名 Kn-1）とその 20mm 下側（ゲージ名 Kn-2）の位置に貼り付けた。この計測方法では得られるひずみ値がヤング係数の小さいエポキシ樹脂の影響を受けるため、コンクリートに発生するひずみとは差異が生じることが想定されるが、水平ひび割れ発生による影響が樹脂層で緩和されるため、水平ひび割れ発生後も鉄筋周辺の状態把握が可能になる利点がある。なお、载荷終了後に供試体中央を切断したところ主鉄筋位置は設計 40mm に対して 39mm であった。

使用した試験装置は写真-1 に示す国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所が所有する輪荷重走行試験機であり、载荷荷重は 140kN である。

3. 試験結果

輪荷重走行試験結果のたわみの経時変化を図-3 に

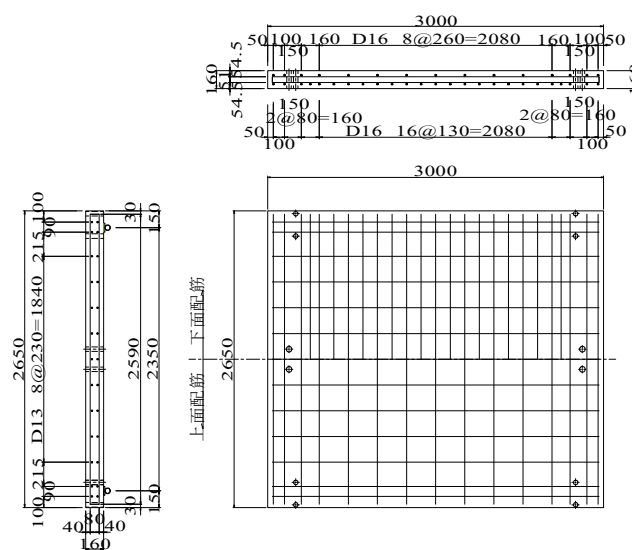
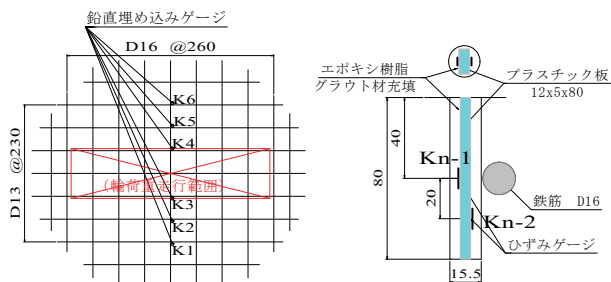


図-1 供試体形状（単位：mm）



(a) 計測位置 (b) ゲージの埋め込み

図-2 鉛直方向ひずみ計測

キーワード 道路橋床版、水平ひび割れ、輪荷重走行試験、鉛直ひずみ、鉄筋剛性

連絡先 〒330-6011 さいたま市中央区新都心 11-2 大日本コンサルタント(株) TEL 048-615-2224

示す。載荷時たわみは走行 20 万回程度まで増加した後は一定値で推移し 50 万回走行後から増加傾向となった。供試体外観に明確な押抜きせん断破壊は確認できなかったが、たわみ増加傾向から 900,000 回で試験を終了した。図-4 は図-2(a)に示す走行軌道直近



写真-1 輪荷重走行試験機

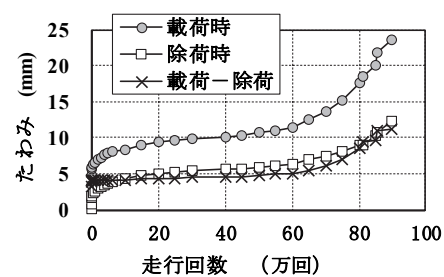
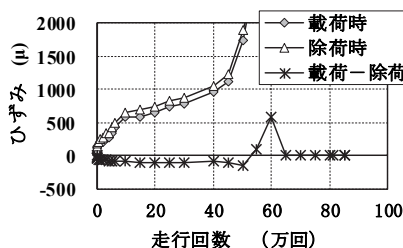
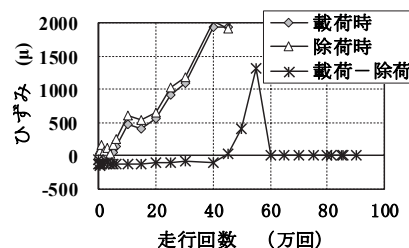


図-3 たわみの経時変化

(図-4(a)K3, (b)K4) の下側の鉛直方向ひずみの経時変化を示したもので、初期には載荷時と除荷時がほぼ同様の値で推移するが、走行回数 50 万回付近でその差が大きくなっていることが分かる。よって、この時点で水平ひび割れが拡大し、その影響で図-3 に示した載荷時たわみが進展したと推察される。図-5 は走行軌道直近 (K4) の上下のひずみ値の経時変化を示したもので(a)が試験全体で、(b)が載荷初期の 5 万回までの推移である。図-5(b)によれば、初期の段階で鉄筋横のひずみは 300 μ 程度でその 20mm 下側は -100 μ から 0 μ の範囲となっており、上下で異なる傾向となっている。

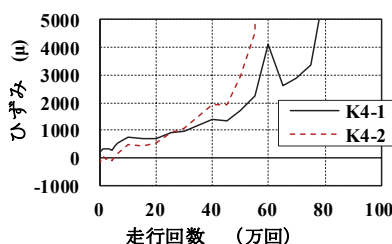


(a) K3-2

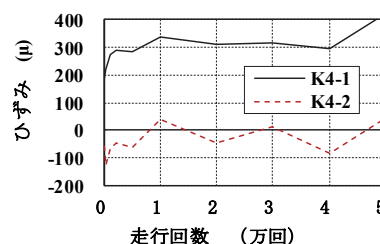


(b) K4-2

図-4 鉄筋近傍の鉛直ひずみの経時変化 (下側ゲージ)



(a) 試験中の経時変化



(b) 載荷初期の推移

図-5 載荷初期の鉄筋近傍の載荷時の鉛直ひずみ (K-4)

抵抗する際の鉄筋単体の剛性の影響が考えられる。即ち、鉄筋の曲げ変形が周囲のコンクリートに作用することで鉛直方向ひずみに繋がった可能性があるということである。ただし、載荷初期でも中央床版たわみが 7mm 程度であることからプラスチック板の曲げ変形や、ASR による微細ひび割れも影響している可能性がある。

4. まとめ

本研究では、ASR 実物大供試体を用いた輪荷重走行試験で水平ひび割れの発生時期とその原因に関する基礎的な検討を行った。以下に得られた知見を列挙する。

- 1) 載荷時たわみが走行回数 50 万回程度から増加傾向となっているが、これは鉛直方向に鉄筋の下側に設置したゲージによるひずみから、水平ひび割れが増大した影響によると考えられる。
- 2) 載荷初期の走行軌道直近のひずみは主鉄筋横とその 20mm 下で発生傾向が異なり、鉄筋横の方が大きい引張ひずみが発生していた。この原因として、水平ひび割れを発生させる方向の鉄筋作用の可能性がある。

本研究では ASR 供試体を使用しており、それが試験結果に影響している可能性があるため、ヤング係数を変化させた非反応骨材による供試体と同様の試験を計画している。その際には、鉛直方向のひずみゲージ数を増加させてプラスチック板の曲げによる影響と、FEM によりコンクリート位置とゲージ位置のひずみ差も確認する予定である。本研究では北陸・道路メンテナンス会議に設置された「道路橋の維持管理における各構成部材の限界状態ならびに AI 技術の活用に関する検討 WG」にご協力いただいた。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 例えば、横山広、関口幹夫、梶谷浩、堀川都志雄：道路橋床版への水圧作用による劣化現象の解析的検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.34，No.2，2012