

高温環境下における繰り返し载荷が RC 床版の水平クラック発生に与える影響

東北学院大学大学院 学生会員 ○松田 伸隆

東北学院大学 正会員 武田 三弘

1. はじめに

道路橋コンクリート床版における劣化現象の一つに砂利化現象があり、この砂利化が生じている箇所の周辺では、上端筋近くに鉄筋に沿った水平クラックが生じていることが多い。本研究室では、この水平クラックから砂利化が進行しているのではないかという仮定から、水平クラックの発生原因についてこれまで検討を行ってきた。その結果、夏期においてアスファルト上面の温度が 60°C 程度まで高くなると、コンクリートと鉄筋の間にひずみの差が生じ、そこに荷重が加わることでその差が大きくなることが明らかとなってきた。本実験では、表面の温度に加え、繰り返し荷重による影響が水平クラックの発生に影響を及ぼしていないか確認するため確認実験を行った。

2. 実験概要

2.1 温度履歴及び繰り返し载荷を受ける供試体のひずみ挙動

RC 床版上面が高温状態のまま輪荷重を受ける状況を再現するため、図-1 に示す梁型の鉄筋コンクリート供試体（普通 24-12-20N、

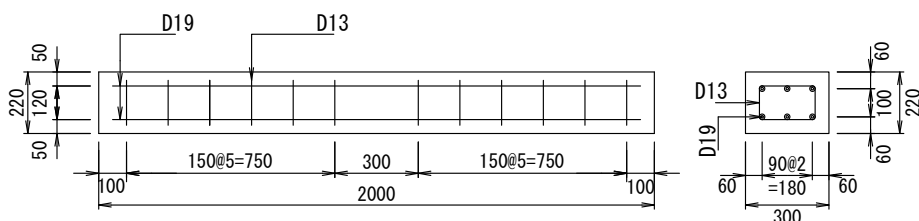


図-1 梁型供試体配筋図

300×220×2000mm) を作製した。実験では、供試体上面 (300×300mm の面) に対してニクロム線ヒーターを用いて加熱を行った。加熱温度は夏場の直射日光を想定したコンクリート表面温度 60°C とし、加熱時間は加熱を 8 時間、ヒーターを止め自然冷却を 16 時間とした。この自然冷却中に、上限荷重を供試体の終局耐力の 30% (30kN)、下限荷重 5kN、周波数 2Hz の条件で疲労試験を行った。なお、8 時間の加熱と 16 時間の自然冷却中の 10 万回の疲労試験を 1 サイクルとして 16 サイクル実施した。また、加熱終了直後に供試体の終局耐力 30% まで静的に荷重をかけ、5kN 毎に鉄筋、コンクリートのひずみを測定した。

2.2 X 線造影撮影法によるひび割れの解析

2.1 において発生したひび割れの連続性を評価するために X 線造影撮影法¹⁾を用いたひび割れの検出を行った。撮影は、供試体側面から水平状のひび割れが確認できた箇所を中心に $\phi 100\text{mm}$ のコアを採取し、湿式ダイヤモンドカッターを用いて、表層から厚さ 5mm、それ以降は鉄筋部分を除き厚さ 10mm の円板状にスライスしたものを採取し、スライスされた供試体をコンクリート用に開発された造影剤²⁾に 1 時間浸漬し、X 線フィルムにて検出を行った。なお、造影剤は X 線を透過しにくくする性質があるため、造影剤が浸透した箇所は画像上で白く写る。造影剤が浸透し、白く写った箇所がひび割れや空隙として評価される。

3. 実験結果および考察

図-2、図-3 は、各サイクルの加熱終了直後に行った静的载荷によるコンクリート及び鉄筋のひずみと荷重の関係を示したものである。コンクリートの圧縮ひずみは基準载荷と比較すると、サイクルを重ねる毎に増大する結果となった。しかし 14 サイクルを超えたあたりで増大量は収束する傾向が見られた。一方鉄筋のひずみはサイクルを重ねることで圧縮方向に増大しているがその増大量はコンクリートと比べ非常に小さく、サイクルを重ねることでコンクリートとの間に大きなひずみの差が生じるという結果となった。この結果が

キーワード RC 床板, 砂利化現象, 水平クラック, 表面温度, 疲労, X 線造影撮影法

連絡先 〒984-0075 宮城県仙台市若林区清水小路 3-1 TEL 022-354-8701

らコンクリートではクリープの増加と乾燥収縮の影響によって圧縮ひずみが増大するのに対し、鉄筋ではコンクリートの変形による拘束を受け、圧縮ひずみがやや増大するが、コンクリートほどではないため、両者の間でひずみの差がより開いていくものと考えられる。また、試験開始後 4 サイクルを超えたところで、梁中央部、上端筋部に沿った位置で水平状のひび割れが目視で確認できた。

ひび割れ幅は 0.05mm であり、その後の幅の進展は確認できなかった。ひび割れの長さはサイクルを重ねる毎に

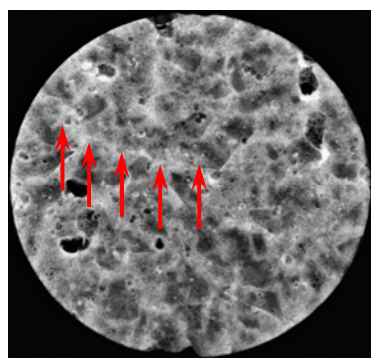


図-4 表層 1 枚目の X 線造影撮影結果

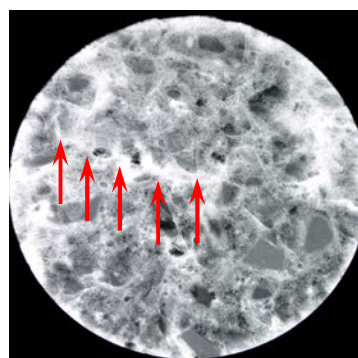


図-5 表層 2 枚目の X 線造影撮影結果

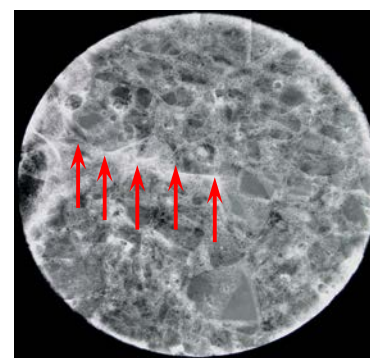


図-6 表層 3 枚目の X 線造影撮影結果

徐々に伸びていき、コンクリートの圧縮ひずみの増大が収束した時点で同時に伸びも収束した。

図-4 は、表層から 1 枚目、供試体側面の表面にあたるスライスの透過画像である。写真中の矢印がひび割れとなる。円盤状のスライス中央から左方にかけて、水平状のひび割れが確認できた。この位置のひび割れは目視で確認できたひび割れ箇所と一致していたため、同一のひび割れであり、画像上でも検出が可能であると判断した。図-5、図-6 は、表層から 2 枚目、3 枚目のコンクリート内部にあたるスライスの透過画像である。どちらにも図-4 と同様のひび割れが確認できた。このことからこの水平状のひび割れは奥行き方向に連続性があると言える。また、鉄筋を介した奥行き方向のスライスにはこのひび割れは確認できなかった。このことからこのひび割れは上端筋からコンクリート側面にかけてのかぶり区間に発生したものと考えられる。

4. まとめ

本実験では、道路橋の RC 床版に発生する水平クラックの要因について、直射日光による表面温度、通行車両による載荷荷重および繰り返し荷重による疲労が与える影響を調べるため、再現実験を行った。本実験の範囲内で以下のことが言える。

- (1) RC 供試体表面の加熱の繰り返しおよび荷重の繰り返しを行ったところ、コンクリートの圧縮ひずみは、加熱の繰り返しのみより増大する結果となった。一方鉄筋はひずみの増大量が小さいため、結果としてコンクリートとの差が大きく広がる結果となった。
- (2) 加熱および繰り返し載荷により発生したひび割れを X 線造影撮影法により解析した結果、供試体側面表層部から奥行き方向、上端筋にかけて連続した水平状のひび割れが検出できた。
- (3) 一連の結果から、コンクリートの加熱と繰り返し載荷が同時に作用する条件が、水平クラックの発生要因となっている可能性が示唆された。

参考文献

- 1) 武田三弘, 大塚浩司: X 線造影撮影によるコンクリート強度の推定, 土木学会論文集 E, Vol.62, No.2, pp.376-384, 2006

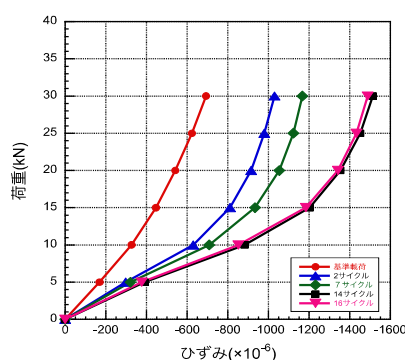


図-2 載荷荷重とコンクリートひずみとの関係

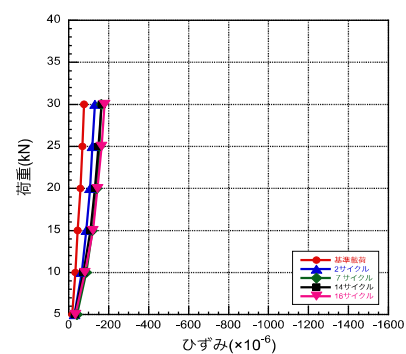


図-3 載荷荷重と鉄筋ひずみとの関係