

疲労と凍害との複合劣化を受ける RC 床版の土砂化メカニズムに関する一考察

(国研) 土木研究所 寒地土木研究所 正会員 ○林田 宏

1. はじめに

写真-1 は、疲労と凍害との複合劣化を受けた道路橋 RC 床版の切断面であり、多数の水平ひび割れや土砂化が発生している。しかし、その発生メカニズムや進展過程は明確になっていない。そこで、本研究では、実物大の RC 床版供試体を対象として、輪荷重走行試験により疲労を与えた後、凍結融解作用を与えて、発生メカニズムや進展過程について検討を行った。



写真-1 疲労と凍害の複合劣化を受けた床版の断面¹⁾

2. 実験概要

2.1 床版供試体

床版供試体は平面寸法が 3000×2000mm、厚さが 160mm であり、昭和 39 年の道路橋示方書に準拠して設計されている。なお、コンクリートの水セメント比は 68%で、AE 剤は使用していない。打設後 4 週目の圧縮強度は 24.5N/mm²であった。

2.2 輪荷重走行試験

床版供試体が引張側コンクリートを無視したたわみ設計値 3.0mm に達するまで輪荷重走行試験を行った。支持条件については、走行方向は単純支持、支間方向は弾性支持とした。走行荷重は 110kN で一定とした。たわみ設計値に達するまでに要した走行回数は 11 万回であった。なお、計算上の疲労寿命は 27 万回である。

2.3 凍結融解試験

気中凍結水中融解の条件で、-18~5℃の凍結融解作用を 170 回与えた。

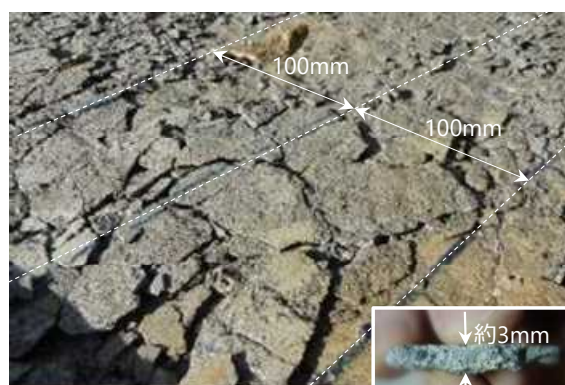


写真-2 疲労と凍害を与えた後の床版供試体の上面

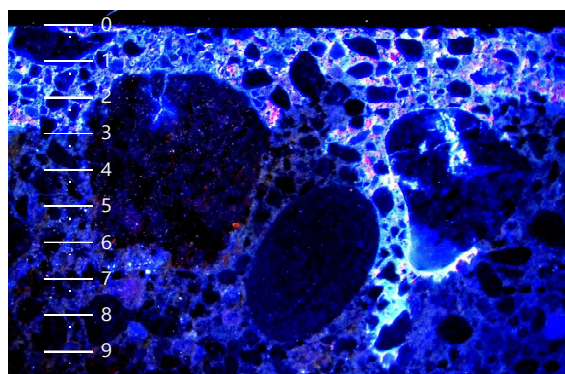


写真-3 疲労後に採取したコアの上部拡大写真

3. 疲労と凍害を与えた後の床版供試体上面の状況

写真-2 は、疲労と凍害を与えた後の床版上面の状況である。上面全体に薄い板状のコンクリート剥離片が生じていた。剥離片の厚さは約 3mm であった。一方、剥離片を取り除き、下側のコンクリート表面で打音検査を実施したところ、浮きや剥離は確認できなかった。

4. 剥離片の発生メカニズムに関する考察

写真-3 は、輪荷重走行試験終了後に、床版中央付近から採取したコアの上部拡大写真である。床版上面から概ね深さ 3mm までの範囲には、繰返し載荷により全体的に微細なひび割れが発生している。これは床版上面に発生した剥離片の厚さとも概ね一致する。

キーワード 疲労, 凍害, 複合劣化, 床版, 土砂化

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号 耐寒材料チーム TEL011-841-1719

図-1 は、剥離片発生メカニズムの概念図である。以下では、発生メカニズムについて説明する。図-2 に示すように、疲労を受けていない non-AE コンクリートは凍結過程で膨張するが、一軸圧縮による疲労を受けたコンクリートは凍結過程で収縮する²⁾。今回の実験でも、同様の現象が起こったと考えられる。すなわち、図-1 に示すように、疲労を受けた微細ひび割れ層は凍結過程で収縮したが、下側のコンクリートは膨張したと考えられる。このため、微細ひび割れ層では、引張応力によるひび割れが生じ、微細ひび割れ層と下側のコンクリートとの境界面では、ひずみ差により剥離が生じた。このようにして剥離片が生じたものと考えられる。

5. 疲労と凍害を交互に受ける場合の損傷深さ進展に関するシミュレーション

今回の実験と同様に、床版が疲労と凍害を交互に繰返し受けると仮定し、損傷深さ進展に関するシミュレーションを行った。図-3 は結果を示したものである。シミュレーションの手順を以下に述べる。まず、輪荷重によって生じる支間方向の曲げモーメントから中立軸と上面の圧縮応力を計算し、上面からの深さと応力との関係を求めた。次に、微細ひび割れ層や剥離片の厚さが 3mm であったことから、上面から 3mm 地点の応力を「剥離発生応力」と仮定した。次に、剥離発生応力を越えた部分が凍結融解時に剥離すると仮定して、剥離厚を減じた床版厚を用いて、再び剥離厚を計算した。4 回目までの計算結果を図-3 に示す。図中の矢印で示すように、床版厚の減少に伴い、剥離厚も次第に大きくなる。このように生じた薄い剥離層は、実際の道路橋 RC 床版では、車両の荷重作用を受けるため、さらに割れが生じ、次第に土砂化していくと考えられる。

また、床版厚が減少すると、押抜きせん断耐力が小さくなり、疲労寿命も短くなる。そのため、図-4 に示すように、床版厚の減少が加速的に進行する可能性がある。なお、図-4 の走行回数は図-3 に示す各床版厚に対する疲労寿命を求め、実験時の走行回数 11 万回と疲労寿命 27 万回の比率を適用して算出したものである。

参考文献

- 1) 澤松ほか：46 年間供用した寒冷地における道路橋 RC 床版の劣化損傷状況，土木学会第 68 回年次学術講演会講演概要集，I -414，pp.827-828，2013

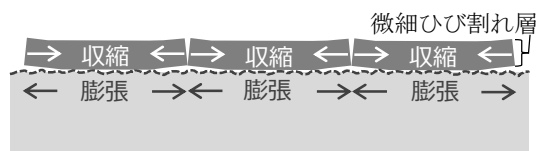


図-1 剥離片発生メカニズムの概念図

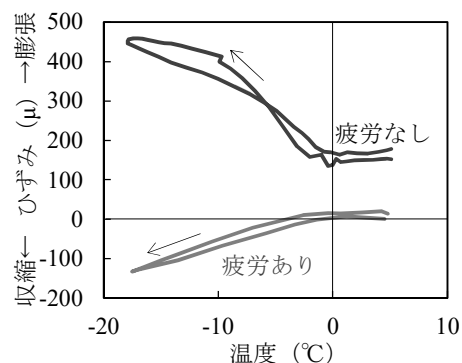


図-2 疲労の有無による凍結時の挙動の違い

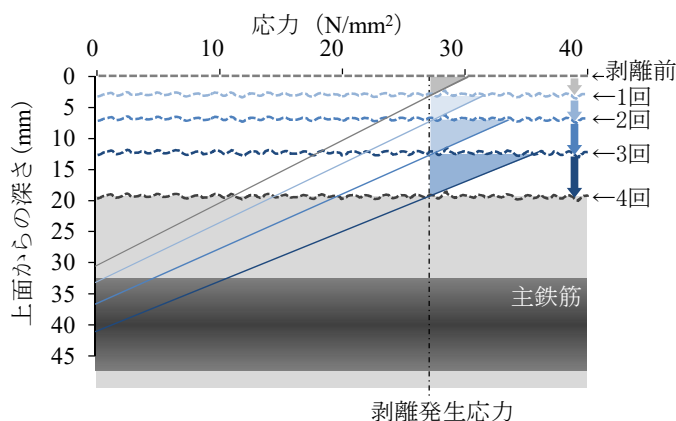


図-3 疲労と凍害を交互に受ける床版の損傷深さ進展

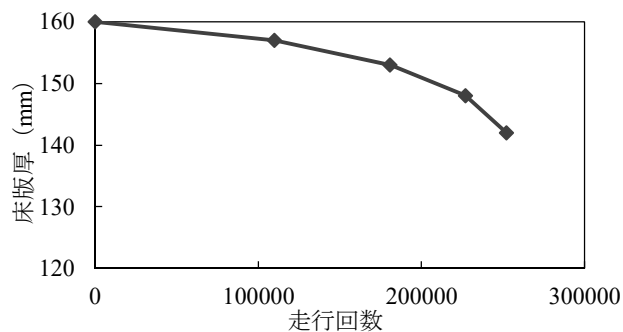


図-4 床版厚減少に伴う損傷進展の加速

- 2) 林田ほか：疲労と凍害の複合劣化を受けたコンクリートの力学特性評価に関する基礎的検討，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 14 巻，pp.149-156，2014