

疲労と凍害との複合劣化を受ける RC 床版の劣化進行過程に関する一考察

(国研) 土木研究所 寒地土木研究所 正会員 ○林田 宏

1. 前回の点検で問題なかった床版が突然、陥没したのはなぜか？

写真-1 (b)は突如として陥没が発生した道路橋 RC 床版の状況である。写真-1 (a)は、当該橋梁の前回の点検時の状況であるが、陥没の兆候となるような変状は見られない。では、兆候のない状態から陥没に至るまで、急速に損傷が進んだのはなぜなのか？ 一つの要因として「疲労と凍害との複合劣化」による急速な劣化の進行が考えられる。本報告では、凍害劣化させたスラブの実験結果などを踏まえ、疲労と凍害との複合劣化を受ける床版の劣化進行過程について考えてみたい。



(a)点検時

(b)陥没時

写真-1 突如として陥没が発生した道路橋 RC 床版¹⁾

2. 複合劣化を受ける床版の損傷の特徴と耐力の低下

疲労と凍害との複合劣化を受ける床版の特徴的な損傷形態は「水平ひび割れ」と「土砂化」である(写真-2)。水平ひび割れは「疲労」と「凍害」のどちらの作用でも発生する。写真-3は、室内実験で再現された凍結融解作用による水平ひび割れである。



写真-2 疲労と凍害の複合劣化を受けた床版の断面²⁾

図-1は、凍害を受けたスラブの静的載荷試験結果である。健全なスラブでは、押し抜きせん断コーンのひび割れが下面に発生し、破壊に至った。一方、凍害を受けたスラブでは、押し抜きせん断コーンが発生しないまま、破壊に至り、耐力が大きく低下した。試験後の切断面には「斜め引張ひび割れ」と「水平ひび割れ」が発生していた(写真-4)。

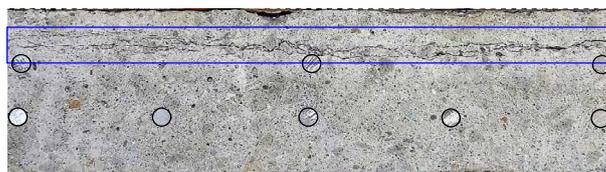


写真-3 凍結融解試験で再現された水平ひび割れ³⁾

3. 複合劣化を受ける RC 床版の劣化進行過程(仮説)

図-2は、疲労と凍害との複合劣化を受ける RC 床版の劣化進行過程を示す概念図である。また、図-3は、劣化進行に伴う耐力低下の概念図である。

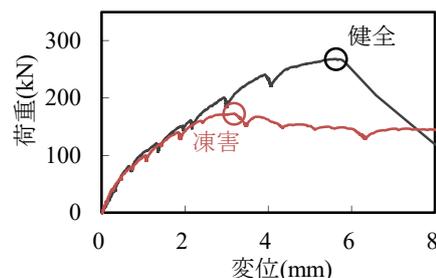


図-1 凍害を受けたスラブの耐力の低下⁴⁾

(1) 潜伏期

下面では曲げひび割れが進展する。上面では深さ方向に凍害劣化が進行するが、この劣化と下面のひび割れは独立して進行する。疲労と凍害は、ともに劣化速度が遅いため、長期間、耐力が低下しない(図-3)。

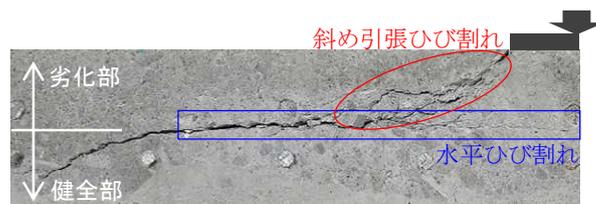


写真-4 凍害劣化部に発生した斜め引張ひび割れ⁴⁾

キーワード 床版, 疲労, 凍害, 複合劣化, 劣化進行過程, 耐力

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

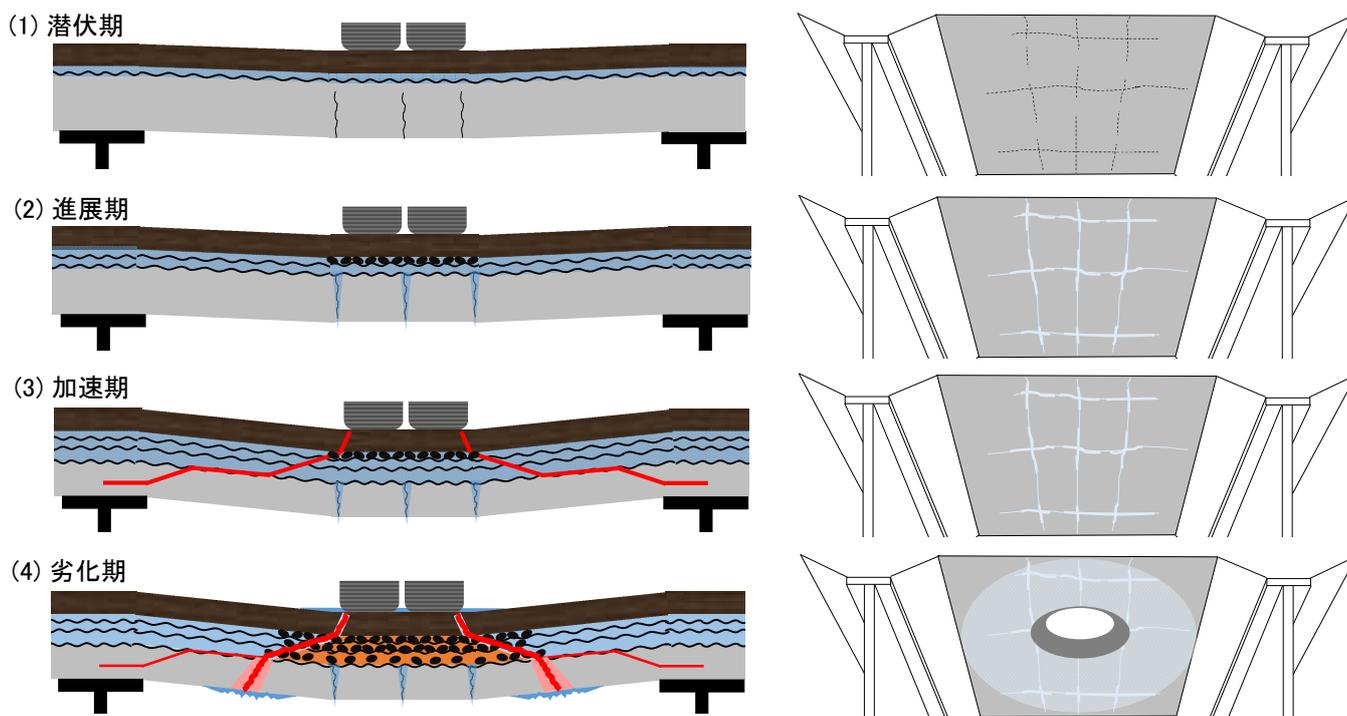


図-2 疲労と凍害との複合劣化を受ける RC 床版の劣化進行過程（概念図）

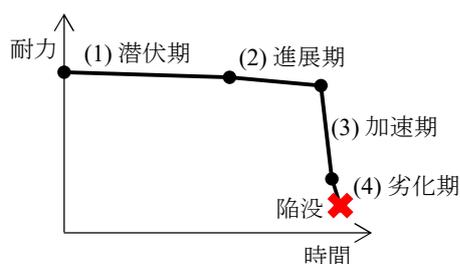


図-3 劣化進行に伴う耐力の低下（概念図）

(2) 進展期

凍害劣化が曲げひび割れの上端よりも深い位置まで進行する。このため、下面では、ひび割れ周辺に遊離石灰の発生が見られるようになる。

(3) 加速期

凍害劣化がウェブ相当部分にまで進行し、斜め引張ひび割れが急速に進展する。このため、床版の耐力は短時間で大きく低下する（図-3）。しかし、斜め引張ひび割れは下鉄筋に沿って進展するため、下面の状況は「進展期」とあまり変わらない（図-2(3)右、写真-1(a)の点検時は「加速期」であった可能性がある。

(4) 劣化期

図-2(4)に示すオレンジ色のせん断コーンが灰色の薄いコンクリート版を押し抜こうとする段階である。土砂化に伴って生じた遊離石灰が「加速期」で発生した幅の広い「斜め引張ひび割れ」を通じて、多量の水とともに下面に供給される。このため、下面一面に遊

離石灰が見られるようになる（図-2(4)右、写真-1(b)）やがて、薄いコンクリート版の薄赤色部分に疲労による損傷が蓄積して破壊し、最終的に陥没が生じる。

4. 複合劣化の損傷は内部で進み、下面には表れない

複合劣化を受ける床版では耐力に影響を及ぼす損傷は内部で進行し、陥没寸前まで兆候が下面に表れない。さらに、斜め引張ひび割れは急速に進行する。このため、点検時は下面の近接目視に加えて、内部の水平ひび割れや土砂化を非破壊試験等で把握する必要がある。

参考文献

- 1) 西川和廣：第10回道路橋床版シンポジウム 基調講演資料，土木学会，2018。
- 2) 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。
- 3) 林田宏：凍結融解作用により RC 床版内部に生じる水平ひび割れの再現実験，土木学会第74回年次学術講演概要集（V部門），V-251，2019。
- 4) 林田宏：凍害劣化の進行に伴う RC スラブの破壊形式の変化と耐力の低下，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19巻，pp.441-446，2019。