

ASR 劣化が生じた実道路橋 RC 床版の押抜きせん断耐力に関する実験的検討

日本大学 正会員○子田康弘 日本大学 正会員 岩城一郎 土木研究センター 正会員 大田孝二
 福井県奥越土木事務所 伊戸康清 島田守 太平洋セメント 正会員 岸良竜

1. はじめに

我が国の道路橋 RC 床版は、大型車交通量の増大による疲労損傷の進行に加え、寒冷地では凍結防止剤混じりの水の侵入による塩害や凍害という複合劣化を受けやすい部材であり、劣化によって取替を余儀なくされた床版も少なくはない。一方で近年、アルカリシリカ反応(以下、ASR)による劣化を受け損傷が生じた RC 床版の報告¹⁾がされている。しかし、RC 床版における疲労と ASR 劣化が疲労耐久性に及ぼす影響の解明は端緒に付いたばかりであり、その検討が急がれる現状にある。本研究では、既往の調査で ASR 劣化による損傷が判明した実道路橋 RC 床版の取替え時に切り出した供試体による押抜きせん断耐力を実験的に検討した。

2. 実験概要

2.1 対象橋梁

対象橋梁は、福井県大野市大谷地区内の一般国道 158 号に架橋されている。本橋梁は、1967 年に建設され、供用開始後 45 年で RC 床版の撤去・取替えに至った。取替えに至るまでも部分的な打替え補修や鋼板接着工法による補強が行われたが ASR 劣化が進行し取替を余儀なくされた。写真-1 に撤去時の床版上面の状況を示す。上面には砂利化した領域が観察され、鉄筋の露出箇所も点在する状況であった。本橋梁(橋長:64600mm)の構造形式は、2 径間の単純合成鋼桁橋であり、図-1 の断面図より桁間 2.8m、幅員が 7.0m であり、床版厚は 180mm であった。また、切出しにおける切断面より、主鉄筋には D19、配力筋には D13 が使用されていることがわかった。なお、主鉄筋比(引張側)は約 1.2%である。



写真-1 床版上面の状況

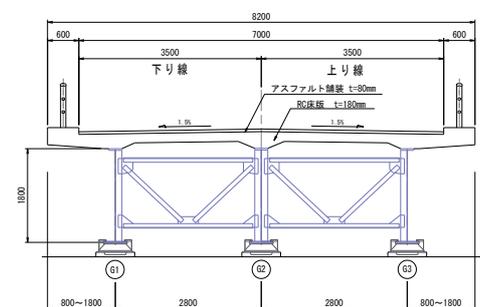


図-1 対象橋断面図



写真-2 押抜きせん断載荷試験の状況

2.2 押抜きせん断載荷試験

押抜きせん断供試体は、床版より橋軸方向と橋軸直角方向のそれぞれを 1.2m とする範囲で切り出すことで載荷試験機に設置可能なように整形した。載荷試験は 3 体の供試体で実施したものであり、その条件は切出し時の床版上面観察より、1)表面に若干のコンクリートのはく離が見られた 2 体(以下、No.1 と No.2)と、2)鉄筋の露出まではないが砂利化が生じていた 1 体(以下、No.3)である。なお、実験では ASR 劣化によるコンクリート-鉄筋間の付着状態が押抜きせん断耐力に及ぼす影響を見るため、切断面における鉄筋端部は鋼板などで定着せず自由端とした。押抜きせん断載荷試験は、橋軸方向の 2 辺回転支持(スパン 1100mm)による 100mm×100mm の載荷板を用いた 1 点集中荷重載荷方式とした。計測は、作用荷重と供試体中央の変位のそれぞれをロードセル(容量 1000kN)と高感度変位計(感度 1/100mm)により測定した。写真-2 は、載荷試験状況である。

3. 実験結果及び考察

図-2 に、凍結防止剤(NaCl)の侵入状況を把握するため、床版より採取したコア(3 箇所)による塩化物イオン
 キーワード RC 床版, ASR 劣化, 押抜きせん断耐力, 水平ひび割れ

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1 日本大学工学部土木工学科 TEL:024-956-8721

濃度分布を示す。図より、塩化物イオン濃度は最大でも 0.94kg/m^3 と高濃度の塩分が蓄積した状況にはなっておらず、NaClの侵入がASRの進行に影響を及ぼした可能性については今後の検討課題である。また、別途採取したコアによる圧縮強度は、約 17MPa 、 24MPa 、 27MPa であり、ばらつきを示した。写真-3に、切断面の荷重試験前のひび割れ状況を示す。写真より、切断面にはASR劣化した床版に見られる層状の水平ひび割れ¹⁾が確認され、上下鉄筋位置では鉄筋を横断するような形態であった。このひび割れは3体とも(4側面)発生していた。ここで疲労損傷が顕在化したRC床版の上側鉄筋近傍には、水平ひび割れが観察される。ASR劣化によって上側鉄筋付近に水平ひび割れが生じることは、疲労損傷が進行した状態に類似しており、換言すればこの種の劣化が疲労寿命の急激な低下を誘因させる可能性が示唆される。

図-3に、荷重-変位関係を示す。図中には別研究で同一試験機と荷重方法で行った健全なRC版供試体(以下、H)の結果も合わせて示す。なお、Hは厚さが 160mm で、主鉄筋比(引張側)が 0.93% 、圧縮強度が 34.4MPa と本実験とは異なるため荷重-変位関係の参考である。まず、Hは P_{\max} (337kN) 付近まで荷重の増加による変位の増加の程度は、ほぼ一定で破壊近くになり変位が急増し、 P_{\max} に達した直後急激に荷重が低下しつつ下面コンクリートが抜ける押抜きせん断破壊となった。これに対して本実験の供試体は、荷重直後より荷重の増加による変位の増加量がHよりも大きく、No.1とNo.2は約 150kN 、No.3は約 120kN より変位がさらに増加し、 P_{\max} を明確に示さず荷重が徐々に低下するという傾向を示した。次に、松井式²⁾による本実験供試体の押抜きせん断耐荷力は、 371kN と算定された(Hの場合： 374kN)。計算値に基づく耐荷力が約 60% 減少したと試算され、実験値は計算値よりも明らかに小さく押抜きせん断耐荷力が低下した可能性が示された。最終的な破壊形態は、面外方向へのコンクリートの抜け落ちが観察されず、本実験では押抜きせん断破壊とは判断できなかった。このように供試体諸元は違うもののHとは明らかに異なる耐荷挙動を示した。写真-4に、荷重試験中の切断面における下側主鉄筋とその周辺を示す。写真より、荷重の増加によって層状ひび割れの幅が徐々に大きくなり、また鉄筋の自由端が供試体内部へ変位するようなすべりが観察された。このひび割れの発生によりコンクリート-鉄筋間の付着力が低下した可能性が考えられる。すなわち、コンクリートと鉄筋の一体性が損なわれ、鉄筋が分担する力が減少しRC版の押抜きせん断耐荷機構を発揮せずに破壊したと考えられた。このようにRC床版におけるASR劣化は、床版の疲労破壊を評価する上で重要な押抜きせん断耐力を低下させる可能性が示唆された。

4. まとめ

実橋RC床版供試体による押抜きせん断荷重試験より、ASR劣化に起因する層状の水平ひび割れは、コンクリート-鉄筋間の付着力を低下させ、これが要因になり当初の押抜きせん断耐力が発揮されない可能性が示唆された。今後は、ASR劣化が床版の疲労耐久性に及ぼす影響を輪荷重走行試験により検討する予定である。

参考文献 1)久保善司 他：床版部材のASR膨張挙動とFRPシート貼付けによる膨張抑制，コンクリート工学年次論文集，Vol.31，No.1，pp.1243-1248，2009

2)松井繁之：道路橋床版 設計・施工と維持管理，森北出版，2007

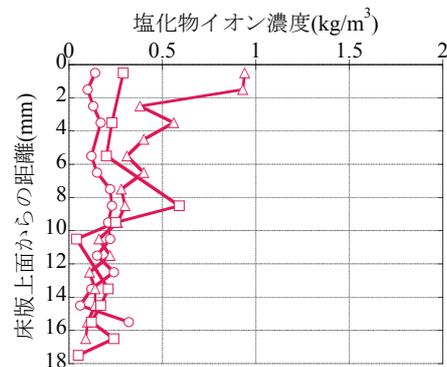


図-2 塩化物イオン濃度分布



写真-3 層状の水平ひび割れの例(No.2)

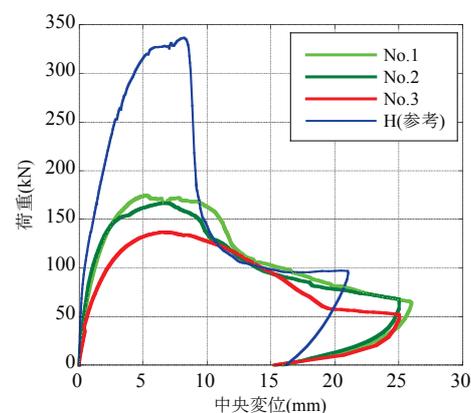


図-3 荷重-中央変位関係



写真-4 荷重中の供試体側面の状況