

積雪寒冷地における道路橋鋼橋 RC 床版の ASR 劣化の現状

榎野村昌弘の研究所 正会員 ○野村 昌弘
石川工業高等専門学校 正会員 津田 誠

1. はじめに

道路橋鋼橋 RC 床版（以下、床版と略記）の損傷は昭和 40 年代から顕在化し、その多くが昭和 30 年代後半から 40 年代前半に建設されたものであった。その後、度重なる示方書の見直しにより床版の損傷は沈静化したように見えたが、ここ数年、道路の安全性確保の面から床版取換まで実施されるケースが増えてきた。筆者らは積雪寒冷地における床版の劣化が疲労に起因するものではなく、コンクリートの材料劣化、特に ASR の発生が大きく関与していると考えている。本論文では積雪寒冷地における劣化床版から貫通コアを採取し、ASR に関する分析結果について述べる。

2. 調査概要

調査対象は、表-1 に示す 1965 年～1975 年に供用した北陸、中部および東北地方で床版下面にひび割れや遊離石灰が認められるものである（写真-1 参照）。各橋では交通量に大きな差があり、高速道では日交通量 3 万台程度、市道および町道では日常の生活道路で大型車はほとんど通過しない。また、積雪寒冷地でも凍結防止剤が散布されるところは限らない。このような状況下のもとでも床版の劣化は発生しているのが現状である。

3. 試験結果

(1) ASR 反応性岩種の含有率

表-1 調査対象橋梁

橋名	地区	管轄	供用	凍結防止剤の使用
A 橋	北陸	県道	1975	あり
B 橋	北陸	高速	1975	あり
C 橋	北陸	県道	1973	あり
D 橋	北陸	県道	1967	あり
E 橋	北陸	高速	1975	あり
F 橋	中部	高速	1975	あり
G 橋	東北	市道	1965	なし
H 橋	東北	町道	1970	なし
I 橋	東北	市道	1971	なし

キーワード 道路橋鋼橋 RC 床版, ASR, 偏光顕微鏡, 薄片, 積雪寒冷地, 凍結防止剤

連絡先 〒921-8164 石川県金沢市久安 6-113 TEL076-255-7965



写真-1 床版下面の遊離石灰の発生状況
面積率

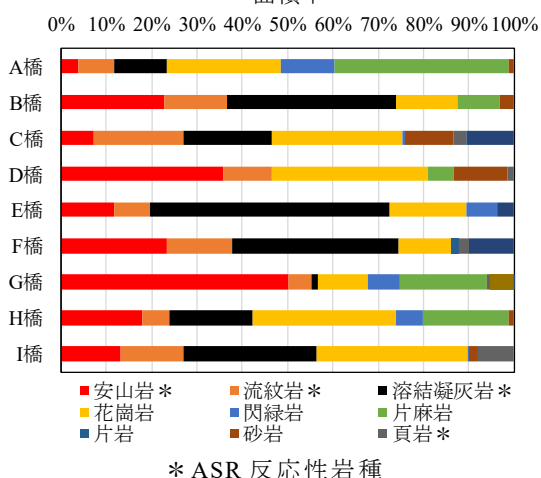


図-1 砂利の岩種面積率の算出結果

調査対象の床版コンクリートでは地元で算出される河川産骨材を使用していた。コア側面に現れた直径 5mm 以上の砂利を対象に岩種を判定するとともに面積を算出してその面積率を集計した結果を図-1 に示す。ASR 反応性を示す火山岩系岩石の安山岩、流紋岩および溶結凝灰岩、堆積岩系の頁岩、チャートおよび泥岩を含有し、その面積率は 23%～86%と大きくばらついた。このように潜在的に ASR 反応性岩種を含有することから、路面水の浸透があれば ASR が容易に発生することが推定できた。

(2) 偏光顕微鏡観察

偏光顕微鏡観察用に各床版のコアから断片試料（幅 50mm×床版深さ）を切出し、さらに 20mm×25mm のコンクリート片をメッシュ状に切出し

て薄片試料（厚さ $20\mu\text{m}$ 程度）を 20 枚程度作製した。一般に ASR の進行過程は、a)骨材の反応リムの形成 →b)骨材周辺のゾル・ゲルの取り巻き →c)骨材内のひび割れ形成・ゲル充填 →d)骨材を取り巻くセメントペースト内へのひび割れ形成・ゲル充填 →e)骨材から離れたセメントペーストの気泡内へのゲルの沈殿の順で進行する。図-2 は A 橋にて c) ~e)の ASR 進行過程を対象に倍率 200 倍までで反応が確認された骨材の個数を床版の深さ方向 10mm ピッチに整理した結果と塩化物イオン濃度の浸透状況を示したものである。ASR の進行過程が進むに連れてそれぞれのレベルの発生個数は減少した。なお、進行過程 c で ASR ゲルが残っているものはほとんどなかった。これは床版内では下部工に比較して部材厚が薄く乾燥状態が継続するため、一旦は ASR が発生するが ASR が継続できない環境にあるものと考えられた。なお、ASR の進行過程 e の発生は鉄筋位置に発生する傾向があった。これは路面から水や塩分が鉄筋周囲に発生するブリージングに伴う空隙中に長期間保持されるためと推察された。

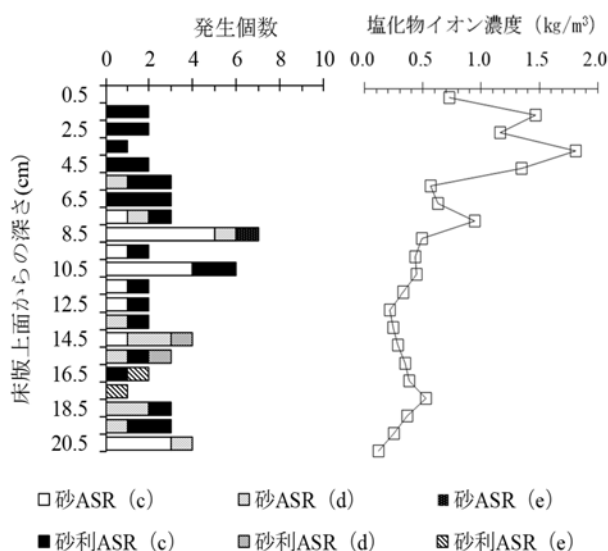


図-2 偏光顕微鏡観察に基づく集計結果 (A 橋)

ASR は、一般的に急速反応性の鉱物を含有する火山岩系岩石が早期に反応する。しかし、床版内では遅延型膨張性の頁岩や泥岩が激しく ASR を生じている事例が見受けられた (写真-2 参照)。床版厚が薄いことから粘土鉱物を含有する泥岩や頁岩は凍害の影響を受け、ひび割れが発生し ASR を促進させている可能性が考えられた。これは、床版における ASR の大きな特徴であった。

(3)アルカリ溶液浸漬法

コアで実施した促進養生試験アルカリ溶液浸漬法（基長 50mm，温度 80 度，1 N・NaOH 溶液浸せき）の結果を図-3 に示す。コアの膨張は右肩上がりに上昇し，試験日数 21 日での膨張率が 0.1% を越え，ASR による残存膨張性を十分に有していると判断された。今後，さらに ASR による膨張が進展する可能性が推測された。

4. まとめ

- 1) 積雪寒冷地では，交通量，凍結防止剤の散布に関係なく床版劣化が発生し，内部コンクリートには ASR が激しく進行していた。
- 2) 床版は部材厚が薄いことから乾燥状態が継続する場合があります，その影響を受けた反応性岩種では一旦は ASR が発生するものの反応は継続できないものもあった。一方，凍害の影響を受けることによって遅延膨張型の頁岩や泥岩でも激しい ASR が発生していた。

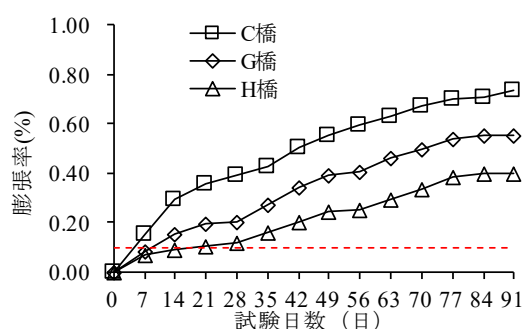
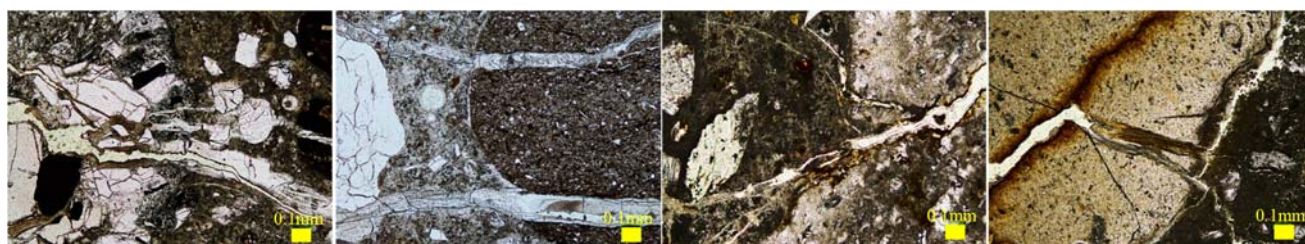


図-3 アルカリ溶液浸漬法の結果



(1)C 橋：安山岩（砂利）の反応（進行過程 e），(2)C 橋：頁岩（砂）の反応（進行過程 e），(3)G 橋：安山質溶結凝灰岩（砂利）の反応（進行過程 e），(4)G 橋：泥岩（砂利）の反応（進行過程 d）

写真-2 偏光顕微鏡観察（単ニコル）