

## 北海道の既設道路橋 RC 床版の気泡間隔係数調査

(国研) 土木研究所 寒地土木研究所 正会員 ○中村 拓郎 正会員 角間 恒  
正会員 長谷川 諒 正会員 安中 新太郎

## 1. はじめに

北海道の道路橋 RC 床版では、床版内部に水平ひび割れが層状に発生する事例が報告されており、こうした層状ひび割れは RC 床版上面の土砂化を引き起こす要因のひとつと考えられている<sup>1)</sup>。このような劣化が生じた積雪寒冷地の RC 床版の点検調査等では、変状原因として凍害が挙げられることも少なくはない。現在、既設 RC 床版の耐凍害性を直接評価する調査手法は確立されていないが、室内試験において硬化コンクリートの気泡間隔係数は凍結融解作用による内部損傷やソルトスケリングと関連が深いことが確認されている<sup>2)</sup>。また、寒冷地の鉄道構造物を対象とした菅原らの調査の結果、内部に水平ひび割れが生じた RC 構造物では、空気量が小さく、気泡間隔係数が大きかったことも報告されている<sup>3)</sup>。本調査では、積雪寒冷地における道路橋 RC 床版の劣化状態と耐凍害性の関連性を確認することを目的に、北海道で約 50 年間供用された国道橋 RC 床版を対象にした気泡間隔係数調査を実施した。

## 2. 調査概要

調査対象とした RC 床版の概要を表-1 に示す。これらは、国土交通省北海道開発局が管理していた鋼鈹桁橋の RC 床版であり、撤去後に寒地土木研究所内で保管していたものである。いずれも供用開始年は 1960 年代であり、凍害の予想程度が大きい、または、やや大きいとされる地域で約 50 年間供用されている。撤去前の橋梁点検結果では、橋梁毎に劣化程度の違いはあるものの、いずれの橋梁の RC 床版においても剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰、床版ひび割れ等の変状に関する記載があった。また、E 橋を除くすべての橋梁の詳細調査等で、RC 床版上面の土砂化や層状ひび割れ等の変状が確認されており、B 橋、C 橋、D 橋では供用期間中に RC 床版の抜け落ちも生じている。

本調査における気泡間隔係数の測定は、ASTM C457-12 のリニアトラバース法に準じて行った。供試体として調査対象の RC 床版毎にコア試料 1 本を採取した。コア試料の直径は E 橋ではφ100mm、その他ではφ125mm とした。測定断面はコア試料 1 本当たり 2 面とし、断面位置は RC 床版上面側のかぶり部と、圧縮鉄筋と引張鉄筋のほぼ中間となる中央部とした。なお、既設 RC 床版のコンクリートの配合や AE 剤等の使用材料は不明であり、気泡間隔係数の算出に際しては、粗骨材の最大寸法を 25mm、ペースト率を 24.5% と仮定している。また、十分な耐凍害性を有するコンクリートの気泡間隔係数の参考値として、AE 剤を添加した試験室練りの供試体でも同様の測定を行った。

## 3. 調査結果

一般には耐凍害性を有するコンクリートの気泡間隔係数の目標値は 200~250 $\mu\text{m}$  とされている<sup>2)</sup>が、表-1 に示すように、劣化が著しかった A 橋、B 橋、C 橋、D 橋の床版から採取した試料では、この数値を大きく上回る結果となった。参考として測定した断面画像の一部を図-1 に示す。気泡以外にも粗骨材界面やペースト中にひび割れが生じていることがわかる。また、A 橋、B 橋、C 橋、D 橋のコア試料の断面では大きめの円状の気泡が観察され、E 橋

表-1 調査対象の既設 RC 床版の概要と気泡間隔係数の測定結果

ケース	上部工形式	供用開始年	適用道示	凍害危険度*	床版の劣化状態			気泡間隔係数	
					土砂化	層状ひび割れ	抜け落ち	かぶり部( $\mu\text{m}$ )	中央部( $\mu\text{m}$ )
A 橋	単純鋼合成 I 桁	1965	S39	3	発生	あり	なし	629	773
B 橋	単純鋼鈹桁橋 3 連	1965	S39	4	発生	あり	発生	808	723
C 橋	単純合成鈹桁橋 6 連	1962	S31	4	発生	なし	発生	478	289
D 橋	単純合成鈹桁橋 4 連	1968	S39	4	発生	あり	発生	571	622
E 橋	単純合成鈹桁橋	1967	S39	3	なし	なし	なし	198	247

※凍害危険度：凍害の予想程度が、極めて大きい(5)、大きい(4)、やや大きい(3)、軽微(2)、ごく軽微(1)

キーワード 道路橋 RC 床版、内部ひび割れ、耐凍害性、気泡間隔係数

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1 番 34 号 TEL 011-841-1698

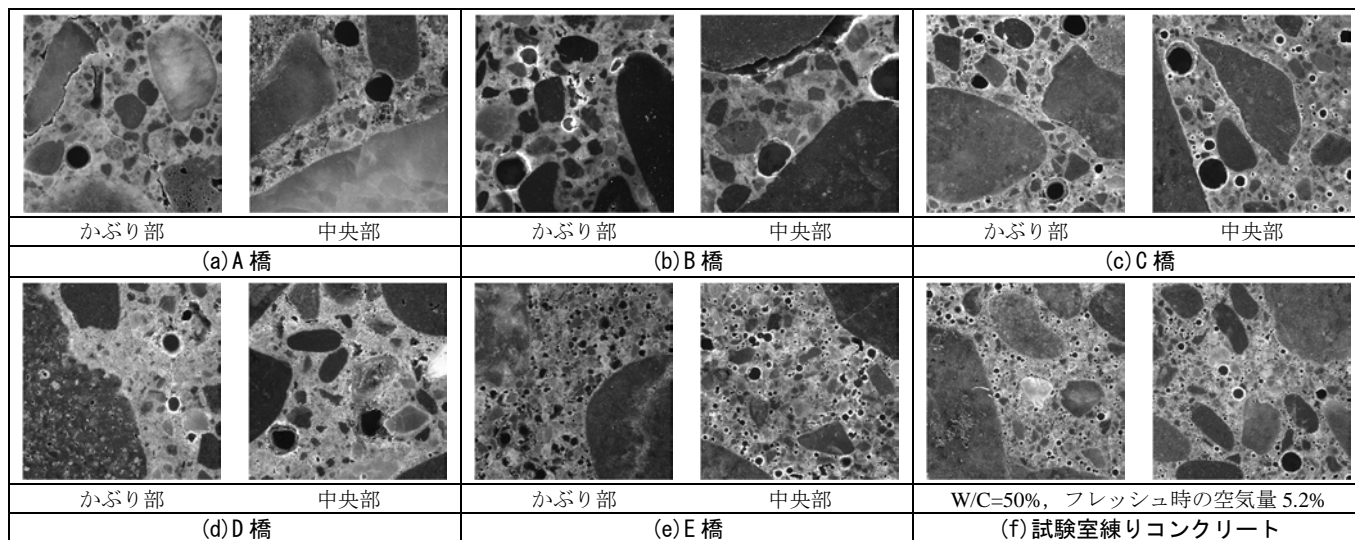


図-1 測定断面の一例（測定断面のうち5mm×5mmの範囲を抜粋）

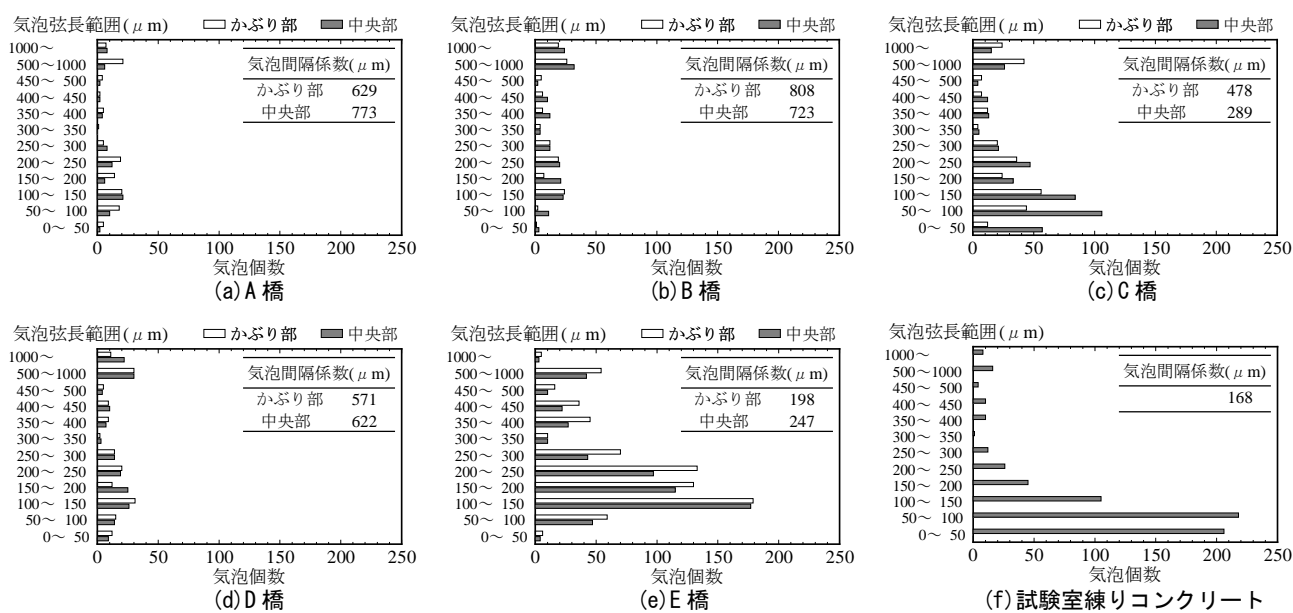


図-2 側線上の気泡弦長の個数分布

や試験室練りコンクリートでは、径の小さな円形の気泡が多数存在していた。図-2に示す側線上の気泡弦長毎の個数の分布からも、気泡間隔係数が小さい断面では、気泡弦長の小さい気泡が多数存在していたことがわかる。なお、本調査の範囲においては、かぶり部と中央部の気泡間隔係数には明確な差異等は認められなかった。

#### 4. まとめ

本調査で対象とした土砂化、層状ひび割れ、抜け落ち等が生じた既設RC床版のコンクリートでは、AE剤を添加した試験室練りコンクリートに比べて、かぶり部、中央部ともに気泡間隔係数が大きかったことを確認した。調査対象のRC床版の変状原因のひとつが凍害であるとするれば、気泡間隔係数を測定することで既設RC床版の耐凍害性を調査できる可能性がある。なお、本調査で対象としたコア試料では、凍結融解に起因したと考えられるような粗骨材のひび割れ等は確認されていない。RC床版に耐凍害性が低い粗骨材が使用されているような場合には、別の耐凍害性の調査手法の検討も必要であると考えられる。

#### 参考文献

- 1) 三田村浩, 澤松俊寿, 岡田慎哉, 角間恒, 松井繁之: 46年間共用した積雪寒冷地における道路橋RC床版の損傷状況調査, 平成24年度土木学会北海道支部論文報告集, 第69号, A-11, 2013.2
- 2) 土木学会: コンクリート構造物の耐凍害性確保に関する調査研究小委員会(359委員会)委員会報告書およびシンポジウム論文集, コンクリート技術シリーズ127, 2021.10
- 3) 鶴田孝司, 上原元樹, 松田芳範, 三浦秀一朗: 寒冷地で温度勾配が生じた構造物におけるひび割れに関する検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.40, No.1, pp.819-824, 2018.7