

融雪剤の影響を受けたASR損傷コンクリート橋脚の残留膨張性の評価

金沢大学大学院 学生会員 ○熊谷善明
金沢大学大学院 学生会員 掛布眞司
金沢大学大学院 学生会員 尾崎文亮
金沢大学工学部 正会員 鳥居和之

1. まえがき

石川県能登地方ではアルカリシリカ反応性を有する反応性骨材が長年使用されており、ASRによる損傷を受けたコンクリート橋脚が多く存在する。また、同地域のASR損傷コンクリート橋脚では近年の融雪剤散布量の増加により、塩分浸透による鉄筋腐食とASRによる複合劣化が懸念されている¹⁾。今回の調査では、融雪剤の影響を受けたASR損傷コンクリート橋脚の劣化状況および残留膨張性を採取コアの屋内試験の結果より比較検討した。

2. 調査概要

調査の対象とした石川県能登地方のコンクリート橋脚の特徴を表－1に示す。橋脚より採取したコンクリートコア(直径55mm)を用いて塩分含有量(2Nの硝酸溶解による全塩分量)および残留膨張量(デンマーク法, 50℃飽和NaCl溶液浸漬)を調べた後に、コア試験体の圧縮強度、弾性係数および超音波パルス速度を測定した。また、デンマーク法終了後に強度試験を実施し、残留膨張量と強度低下率との関係について検討した。

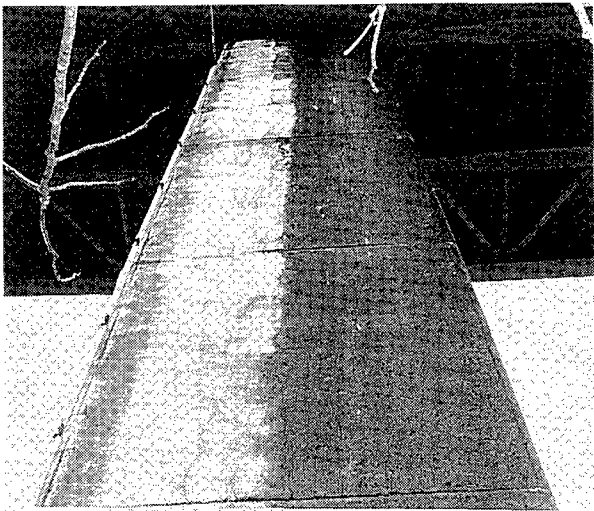
表－1 調査対象橋脚の特徴

橋梁名	橋梁形式	建設年月	使用骨材	最大骨材の寸法	設計基準強度	鉄筋腐食	ASRひび割れ	変色
A橋	単純鋼合成桁4連	S.54.9	安山岩碎石	25mm	21N/mm ²	有り	多い	有り
K橋	2径間連続鋼桁	S.53.5	安山岩碎石	25mm	21N/mm ²	無し	多い	無し
T1橋	単純鋼合成桁6連	S.54.8	川砂利	40mm	21N/mm ²	無し	無し	有り
T2橋	PC単純桁9連	S.54.3	安山岩碎石	25mm	21N/mm ²	無し	多い	有り

3. 調査結果および考察

A橋の橋脚の劣化状況を写真－1に示す。A橋脚では、降雨および日射の影響を直接受ける外側の面のひび割れが顕著であり、軸方向鉄筋に沿って数ミリ幅のひび割れが下端から上部に向かって発達していた。とくに、融雪剤の影響を直接受ける梁の劣化は著しく、コンクリート片の剥落が観察された。また、A橋梁は単純桁で路面に勾配があるため、ジョイントより融雪剤が流れる側面(a側面)とその反対側面(b側面)でASRによるひび割れおよび鉄筋の腐食度に相違が確認された。A橋の橋脚のジョイントより融雪剤が流れる側面(a側面)とその反対側面(b側面)から採取したコンクリートコアの全塩分の測定結果を図－1に示す。b側面から採取したコンクリートコアには、塩化物イオンがほとんど含有されていないことより、a側面のコンクリート内に多量に浸入した塩化物イオンはすべて融雪剤によるものであると考えられた。また、路面排水が流れたa側面の塩化物イオン含有量の分布は、表面から2～3cmで最大になる凸型の濃度分布を示した。これは表面部の塩化物イオンが降雨により流出したことや、炭酸化により遊離した塩化物イオンが内部に移動したことが原因と考えられた。a側面から採取したコアの観察では、軸方向鉄筋の腐食発生とともに表面部(0～3cm)に茶褐色の変色が観察された。

コンクリートコアのデンマーク法による残留膨張量の測定結果を図－2に示す。デンマーク法では、コンクリートコアの残留膨張性を浸漬後3ヵ月における膨張量より、0.4%以上を「膨張性有り」、0.1%～0.4%を「不明確」、0.1%未満を「膨



写真－1 A橋の橋脚の劣化状況

表-2 コンクリートコアの強度試験結果

橋梁	採取コアの強度試験結果			デンマーク法終了後の強度試験結果		
	圧縮強度 (N/mm ²)	静弾性係数 (kN/mm ²)	超音波パルス 速度 (m/sec)	圧縮強度 (N/mm ²)	静弾性係数 (kN/mm ²)	超音波パルス速度 (m/sec)
A橋	15.5～22.0 (19.1)	5.81～9.11 (7.30)	3360～3700 (3510)	12.5～4.3(13.5)	3.23～8.17(5.09)	3600～3980(3720)
				29%低下	32%低下	7%増加
K橋	26.5～32.4 (29.0)	9.86～16.7 (12.7)	3810～4300 (4080)	13.5～4.0(19.0)	4.90～6.20(5.40)	3570～3890(3700)
				57%低下	36%低下	10%低下
T1橋	25.1～31.7 (28.0)	22.7～28.2 (25.8)	3730～4550 (4270)	26.0～1.4(28.6)	21.3～2.70(23.5)	4440～4660(4580)
				2%増加	9%低下	7%増加
T2橋	19.3～28.1 (23.0)	6.03～21.5 (11.1)	3610～4300 (3950)	12.7～7.3(15.8)	3.71～5.30(4.57)	2980～3800(3560)
				32%低下	59%低下	10%低下

(); 平均値

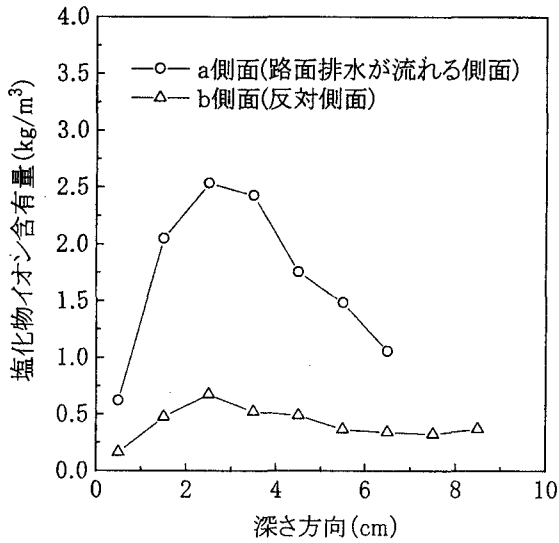


図-1 塩分の測定結果

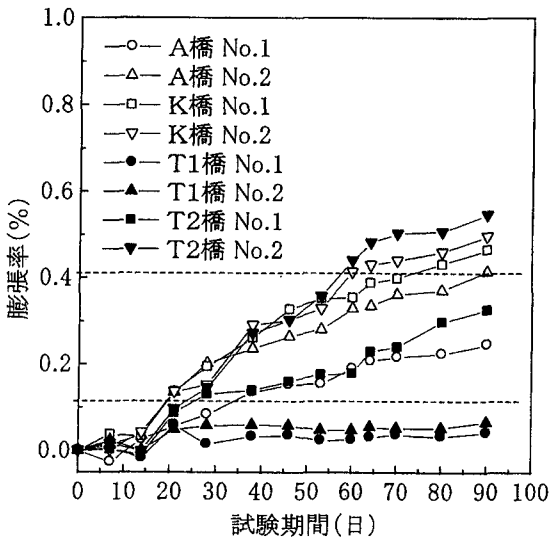


図-2 デンマーク法による膨張量の測定結果

張性無し」と判定する。T1橋から採取したコアはほとんど膨張しておらず、「膨張性無し」と判定された。これは目視観察の結果と一致しており、T1橋では骨材にASRを生じる反応性成分が含有されていなかったものと考えられる。一方A橋、K橋、T2橋の各橋脚の残留膨張量は、0.2%～0.6%の範囲にあり、膨張が測定期間中に収束することなく増加傾向にあることより、塩分が供給される環境下ではこれらの橋脚は今後膨張する可能性が高いと判断された。

デンマーク法終了後の強度試験結果を表-2に示す。コアの圧縮強度は、A橋以外の3橋で設計基準強度(21N/mm²)を満たしていた。しかし、T1橋以外はいずれの橋脚も静弾性係数が大きく低下しており、コンクリート内部ではASRによる損傷が進行しているものと考えられた。また、デンマーク法終了後の圧縮強度および静弾性係数は、T1橋を除いたA橋、K橋、T2橋の橋脚で大きな低下が認められた。デンマーク法は健全なコンクリートの強度に悪影響を与えないことより判断して、デンマーク法による残留膨張量と終了後の強度低下率の測定を合せて実施することにより、将来における橋脚の劣化度をより正確に評価できるものと考えられた。

4. まとめ

融雪剤の影響を受けた橋脚の残留膨張性の評価にはデンマーク法(50℃飽和 NaCl 溶液浸漬)が有効であった。また、デンマーク法終了後に強度試験を実施することにより、将来における橋脚の損傷の程度を予測することが可能であった。

謝辞;本研究においてご指導いただいた金沢大学 川村満紀教授および(株)ピー・エス 奥田由法氏に謝意を表します。

＜参考文献＞1) 奥田由法 他;融雪剤が散布されたRCラーメン高架橋の劣化度診断調査, 融雪剤によるコンクリート構造物の劣化調査委員会 報告書・論文集, pp131-138, 1999.11