

V-111

アルカリ骨材反応によって劣化したコンクリート構造物の調査

真柄建設技術研究所 正会員 竹内 勝信
 金沢大学工学部 正会員 川村 満紀
 ビー・エス北陸支店 正会員 奥田 由法
 金沢大学工学部 学生員 武田 泰平

1. まえがき

北陸地方では、近年、塩害やアルカリ骨材反応によるコンクリート構造物の早期劣化が大きな問題となっている。これらの劣化現象は、北陸地方の気象が年間降水量が多くて多湿である点や、冬期間における融氷剤の散布や季節風による飛来塩分に伴う比較的多量の塩分の供給と関係していると考えられる。

アルカリ骨材反応の診断は、構造物の外観観察に加えて、ゲルの顕微鏡観察やコアの促進膨張試験などから総合的に判断する必要がある。また、劣化した構造物の補修においては、コンクリートの残留膨張量の予測も重要である。アルカリ骨材反応によって劣化したコンクリートの簡単な診断方法および残留膨張量の予測法として、酢酸ウラニール蛍光法¹⁾や飽和NaCl溶液浸漬法²⁾などが提案されている。

本報告では、アルカリ骨材反応によって劣化したと考えられる北陸地方のコンクリート構造物における損傷の状況および融氷剤や飛来塩分によるコンクリート中の塩分量の調査結果と、これらの劣化構造物に対して酢酸ウラニール蛍光法および飽和NaCl溶液浸漬法を適用した結果について報告する。

2. 調査方法

調査の対象としたコンクリート構造物は、表-1に示すような7橋梁の上部工および下部工である。この表に示すように、No. 1～4の橋梁は昭和47～48年にかけて沿岸地域に建設され、No. 5～7の橋梁は昭和53～54年にかけて山間部に建設された。

表-1 調査橋梁の一覧

No.	橋梁名	橋梁形式	橋 長(m)	幅 員(m)	架設時期	建設場所
1	U 橋	P C 3 径間連続桁	165.2	9.5	昭和48年	沿岸部
2	O 橋	P C 単純桁 2 連	50.0	9.5	昭和47年	沿岸部
3	M 橋	P C 単純桁 3 連	79.0	9.5	昭和47年	沿岸部
4	A 橋	P C 単純桁 1 連	20.0	10.5	昭和47年	沿岸部
5	U 高架橋	4 径間連続有ヒンジP C ラーメン箱桁	305.0	9.0	昭和53年	山間部
6	A 高架橋	単純鋼合成鈹桁 4 連	150.0	9.0	昭和54年	山間部
7	T 高架橋	P C 単純桁 9 連	320.0	9.0	昭和54年	山間部

2. 1 外観調査：コンクリート構造物のひびわれの大きさやパターンなどを目視により調査すると共に、写真撮影により劣化状況を記録した。

2. 2 塩分量測定：劣化構造物より採取したコアを用いて、表面からの各深さにおける塩分量を測定した。日本コンクリート工学協会の基準に準じて全塩分を測定し、コンクリートの密度を 2350kg/m^3 として 1m^3 当たりの全塩化物イオン量として求めた。

2. 3 酢酸ウラニール蛍光法：劣化構造物より採取したコアを水道水で洗浄した後、コアの表面に酢酸ウラニール溶液を塗布する。約3～5分間静置した後、水道水でコアに付着した酢酸ウラニールを除去する。暗室でコンクリート表面にUVライトを照射すると、酢酸ウラニールで処理されたアルカリシリカゲルは、黄緑色の蛍光色を発するのでその存在を容易に確認することができる。

2. 4 飽和NaCl溶液浸漬法：劣化構造物より採取したコアを 20°C の恒温室で約24時間保存して基長を測定し、 50°C の飽和NaCl溶液中に浸漬して時間に伴う膨張量の変化を測定する。構造物の残留膨張性は、浸漬後3ヵ月におけるコアの膨張量が0.4%以上を膨張性あり、0.1～0.4%を不明確、0.1%未満を膨張性なしと判定する。

表-2 劣化の特徴とゲルの観察結果

No.	橋梁名	劣化の特徴	ゲルの観察結果
1	U 橋	箱桁の海側側面の剥離、鉄筋の露出が著しい。橋脚は一部変色し、ひびわれがある。	中程度の骨材粒子内部にゲルが存在する。桁にはゲルが多いが、橋脚には比較的少ない。
2	O 橋	橋台の表面には、方向性のあるひびわれがあり、錆汁と白色の滲出物が見られる。	中程度以下の黒色の安山岩粒子とその周辺部にゲルが存在し、気泡内部にも多量にある。
3	M 橋	桁と橋台は、共に肌色に変色している。橋台には亀甲状のひびわれがある。	中程度以上の黒色の安山岩粒子とその周辺部にゲルが存在するが、モルタル部には少ない。
4	A 橋	主桁には、方向性の強いひびわれがあり、一部剥離して鉄筋が露出している。	比較的大きな黒色の安山岩粒子とその周辺部にゲルが存在し、モルタル部にも広がっている。
5	U 高架橋	橋台には、亀甲状および水平方向の著しいひびわれが見られる。	比較的大きな黒色の安山岩粒子とその周辺部にゲルが存在するが、発色は比較的少ない。
6	A 高架橋	橋脚の張出し部に、亀甲状の比較的大きなひびわれと白色の滲出物が見られる。	中程度の黒色の安山岩粒子の周辺部とモルタル部分に多量のゲルが存在する。
7	T 高架橋	橋脚の張出し部に、亀甲状のひびわれと水平方向のひびわれが見られる。	中程度以下の黒色の安山岩粒子とその周辺部にゲルが存在し、モルタル部にも広がっている。

表-3 各橋梁の全塩化物イオン量 (kg/m³)

No.	橋梁名	0~1cm	1~2cm	2~3cm	6~7cm	14~15
1	U 橋	2.91	2.19	1.33	0.44	0.29
2	O 橋	2.01	2.66	1.69	0.66	0.76
3	M 橋	4.53	5.20	3.95	1.33	—
4	A 橋	2.62	3.16	1.73	0.54	0.27
5	U 高架橋	1.44	1.33	1.02	0.31	—
6	A 高架橋	0.58	0.71	0.52	0.52	—
7	T 高架橋	0.67	0.58	0.48	0.33	—

表-4 飽和NaCl溶液浸漬法による結果

No.	橋梁名	3ヶ月の膨張量(%)	残留膨張性
1	U 橋	—	—
2	O 橋	0.000	なし
3	M 橋	0.068	なし
4	A 橋	-0.001	なし
5	U 高架橋	0.117	不明確
6	A 高架橋	0.106	不明確
7	T 高架橋	0.113	不明確

3. 調査結果および考察

表-2は、外観調査による劣化の特徴と酢酸ウラニール蛍光法によるゲルの観察結果をまとめたものである。この表より、外観調査ではアルカリ骨材反応が生じているか否かが不明確な橋梁においても、酢酸ウラニール蛍光法によってコンクリート中におけるゲルの存在が比較的簡単に確認できることがわかる。

表-3は、各橋梁の全塩化物イオン量を深度ごとに示したものである。この表より、No.1~4の橋梁の塩分量は表面部を中心に非常に高いが、No.5~7の橋梁では比較的少ないことがわかる。No.5~7の橋梁の塩分量が少ないのは、表-1に示すようにその他の橋梁と比較して供用期間が短いことおよび、海から離れた山間部に建設されているため飛来塩分がないことによると考えられる。

表-4は、飽和NaCl溶液浸漬法によって得られたコアの膨張量と構造物の残留膨張性を示したものである。この表より、No.2~4の橋梁は残存膨張性がないと判断できるが、No.5~7の橋梁は残存膨張が不明確と判定され、まだ膨張する可能性がある。No.5~7の橋梁は、上述したようにその他の橋梁と比較して建設後の経過年数が少なくコンクリート内部の塩分量も少ないので、アルカリ骨材反応が十分に進行していないと考えられる。したがって、これらの橋梁では残留膨張性を考慮した補修対策が必要であり、補修後もその挙動に注意する必要がある。

4. まとめ

(1) 酢酸ウラニール蛍光法は、コンクリート中のアルカリシリカゲルの存在を比較的簡単に確認することが可能であり、アルカリ骨材反応の診断に有効である。

(2) 本調査に関する限り、劣化コンクリート中の塩分量は、構造物の架設時期および建設場所と相関性が高く、飽和NaCl溶液浸漬法による残留膨張性とも関連性がある。

(3) 本調査の対象となった7橋梁のうち3橋梁のコンクリートについては、飽和NaCl溶液浸漬法によって残留膨張性が不明確と判断された。

参考文献

- 1) Natesaiyer K. and Hover K. C., Cement and Concrete Research, Vol.18, pp.455-463, 1988.
- 2) Struge H., Chatterji S. and Jensen A. D., il cement, 3, pp.158-162, 1991.