

A S R 損傷コンクリート橋脚の外部・内部損傷の実態

金沢大学工学部 正会員 ○鳥居和之

金沢大学工学部 フェロー会員 川村満紀

1. まえがき

アルカリシリカ反応（A S R）により発生するコンクリート橋脚のひび割れは、大部分がかぶり部分で止まっており、鉄筋の内部へのひび割れの進展および内部コンクリートの損傷は少ないと考えられてきた。しかし、最近の調査では、コンクリートの強度低下を伴う事例、曲げ加工部にて鉄筋の破断している事例、などが発見されている。このことより、コンクリート橋脚のA S R損傷に関しては、かぶりコンクリートと橋脚内部のコンクリートの両者についての検討が必要であり、前者については、ひび割れ・剥離、鉄筋腐食、美観・修景の問題、後者については、耐荷力、変形性能、耐震性の問題、が検討すべき項目になる。

本報告では、鉄筋コンクリート橋脚に発生したA S R損傷の調査事例に基づき、A S R損傷コンクリート橋脚の調査・診断および維持管理における疑問点を提起する。

2. かぶりコンクリートの損傷

2. 1 ひび割れおよび剥離

A S R損傷橋脚のひび割れの一例を写真-1に示す。本橋脚では、降雨および日射の影響を直接に受ける外側の面でひび割れが最も顕著であり、軸方向鉄筋（D 25）に沿って、数ミリ幅のひび割れが土に接した下端から上部へ向かって発達しているとともに、縦方向のひび割れを繋ぐ横方向のひび割れも同時に発生している。コアによる調査では、表面部のひび割れは必ずしもかぶり部分で止まっておらず、軸方向鉄筋の周囲に発生したひび割れも確認された。A S Rひび割れがこのようなレベルに達すると、かぶりコンクリートと鉄筋との付着強度はかなり低下しているものと判断でき、コンクリート橋脚の安全性および使用性の検討にて、付着の低下およびかぶりコンクリートの剥離の可能性を考慮する必要がある。

2. 2 鉄筋腐食

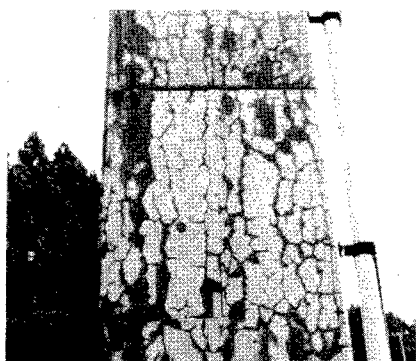
アルカリシリカ反応により生じたひび割れは、塩分、炭酸ガス、酸素、水分がコンクリート内部へ侵入する経路となる。また、コンクリート中でアルカリシリカ反応が進行する時、コンクリートの細孔溶液中の水酸化物イオンが消費されるので、鉄筋の腐食が促進される可能性がある。しかし、実構造物の調査では、塩化物イオンが含まれていないか、または塩化物イオンが含まれていても、その値が比較的小さい時には、ひび割れが鉄筋に達している場合でも、写真-2に示すように鉄筋は腐食していないことが多い。このことは、鉄筋周囲に存在するアルカリシリカゲルの緩衝作用により鉄筋の不動態被膜が保護されることによるものと思われるが、屋内実験および実構造物での検証がさらに必要である。

2. 3 美観および修景

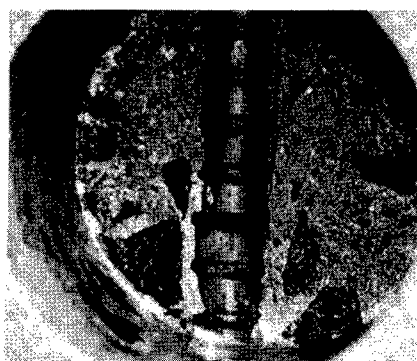
A S R損傷橋脚では、ひび割れ以外に、ゲルの滲出、エフロレッセンス、などが発生する。アルカリシリカゲルは排気ガスや汚染物質を吸着しやすい性質があるとともに、A S R損傷橋脚の表面部には写真-3に示すような茶褐色の変色部（0-20 mm）が観察されることが多い。E P M Aによる分析では、茶褐色の変色部には酸化鉄が多く存在しており、水和生成物に取り込まれていた鉄分が何かの理由で解離され、表面部への移動と濃縮が生じたものと思われる。アルカリシリカ反応はコンクリート構造物の美観および修景に重大な影響を与えることもあり、このような理由での補修が必要になる場合もある。

3・橋脚内部の強度低下

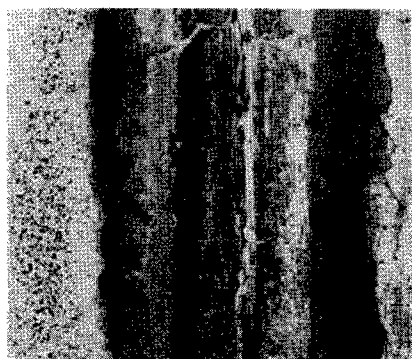
A S R損傷コンクリート橋脚の内部劣化が調べられた事例は非常に少ない^{1)、2)}。A S R損傷コンク



写真一 1 A S R ひび割れの発生状況



写真一 2 コア穴内の鉄筋の状況



写真一 3 コンクリート表面（変色部）の状況

表一 1 コア試験体の強度試験結果

	圧縮強度 (kgf/cm ²)	弾性係数 (10 ⁴ kgf/cm ²)	パルス速度 (m/sec)
A 橋脚	136～185 (160)	3.62～8.14 (5.80)	3110～3510 (3370)
B 橋脚	118～215 (177)	3.10～9.70 (6.59)	3130～3790 (3490)

* A 橋脚・構造体のパルス速度：2710 m/sec

B 橋脚・構造体のパルス速度：2640 m/sec

リート橋脚より貫通状態でコンクリートコアを採取し、橋脚断面内の圧縮強度、弾性係数、および超音波パルス速度の変化を調べた。コア試験体の強度試験の結果を表一 1 に示す。コンクリートコアのドリリングは、かなり慎重に実施しているが、それでも断面欠損を伴う破断が数箇所発生し、またコンクリートコアの内部には微細なひび割れおよび白色のゲルスポットが多数観察された。2 本の橋脚より採取したコンクリートコアの圧縮強度（9 本の平均値）は、それぞれ 1 6 0 および 1 7 7 kgf/cm² であり、いずれも設計基準強度（2 4 0 kgf/cm²）を大きく下回っている。コア試験体は比較的健全な部分より切り出されていることから、橋脚全体の耐荷力および剛性が長期にわたる A S R の進行によってかなり低下しているものと判断できた。このような調査事例は、他の橋脚でも確認されている。

4. あとがき

平成 5 年より開始した A S R 損傷橋脚の一連の調査では、実構造物での膨脹挙動の測定とともに、柱、梁、床版、フーチングなど、各部材ごとの A S R による損傷の特徴を詳細に調べてきた。北陸地方では、多雨多湿の気象条件が A S R の進行を促進しているとともに、最近では凍結防止剤による影響も顕在化してきており、新たな観点でのコンクリート構造物の維持管理計画が必要である。

参考文献

- 1) 小野紘一 他、A S R 橋脚の長期挙動と内部劣化、土木学会第 5 3 回年次学術講演会、平成 1 0 年。
- 2) 山口良弘 他、A S R により強度が低下した構造物の補強計画、土木学会第 4 8 回年次学術講演会、平成 5 年。