

## リチウムを用いたASR抑制工法の実構造物への適用

(株) 鴻池組 正会員 ○狩野 裕之  
 (株) 鴻池組 正会員 金好 昭彦  
 (株) 鴻池組 内田 博之  
 京都大学大学院 フェロー会員 宮川 豊章

### 1. はじめに

ASRの膨張作用に起因するひび割れはこれまではコンクリート表面部分に発生し、主筋より内部には達していないと考えられていた。しかし、時間の経過とともに橋脚等の部材断面の大きな構造物などでは、内部においてもASRが進行し部材表面部のみならず内部においてもひび割れが発生しており<sup>1)</sup>、コンクリート強度および弾性係数が著しく低下してきている。さらには、鉄筋がコンクリートの膨張により破断した例もある<sup>2)</sup>。筆者らは、これまで抜本的な対策方法の無かった大型コンクリート部材内部におけるASRの抑制を目的として、リチウムを含むASR抑制剤をコンクリート内部に加圧注入する工法について、供試体を用いてASR抑制効果の期待できる浸透・拡散規模の検討を行った<sup>3)</sup>。その後、その検討結果に基づき実構造物への試験施工を行ったので報告する。

### 2. リチウムを用いたASR抑制工法

ASRを抑制するための補修材料には亜硝酸リチウム水溶液や水酸化リチウム水溶液を主成分とする抑制剤があるが、従来の工法では断面修復材料中に混和<sup>4)</sup>、および硬化コンクリート表面から抑制剤を含浸<sup>5)</sup>させることにより、リチウムイオンがコンクリート中の反応性骨材の表面に非膨張性の反応性物質を生成することによる膨張の抑制効果<sup>6)</sup>および亜硝酸イオンの鉄筋防錆効果を期待するものであった。これら従来の工法ではコンクリート表面から内側への濃度勾配およびセメントマトリックスの毛細管現象による抑制剤の含浸・拡散でASRを抑制することを目的としているが、コンクリート表面から内部に抑制剤が含浸する距離はコンクリート表面より数cm程度であるのが実状である。本工法では、従来工法では難しいコンクリート内部でのASRの膨張抑制を目的として、構造物に削孔したφ34mmの圧入孔から亜硝酸リチウムを主成分とした抑制剤を0.5MPaで加圧注入し、構造物の内部より抑制剤を浸透・拡散させる。図-1に施工フローを示す。

### 3. 実構造物への適用

適用構造物は、構築後約25年経過したφ2.0mの橋脚柱部(写真-1)であり、12年前の調査でASRによる劣化と判断され、表面処理工法による補修が実施された。その後、ひび割れの進展や再発生が見られ、最近の調査でASRによる劣化の継続が確認されたため、実構造物における浸透・拡散規模およびASR抑制効果検討を目的として、本工法の適用に至った。圧入孔の配置を図-2に示す。供試体試験の結果<sup>3)</sup>に基づき、圧入孔1本当たりの浸透距離を0.5mと設定し、平面的に2列、鉛直方向に4段配置した。圧入孔口元および深部での液漏れ防止はゴム製パッカーで行った。抑制剤の必要圧入量は対象構造物のアルカリ量分析結果に基づき、過去の研究報告<sup>6)</sup>をもとにLi<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup>モル比が1.0(必要リチウム量1.09kg/m<sup>3</sup>)となるように1圧入孔あたり32.3kgとし、約2ヶ月間で圧入を完了した。

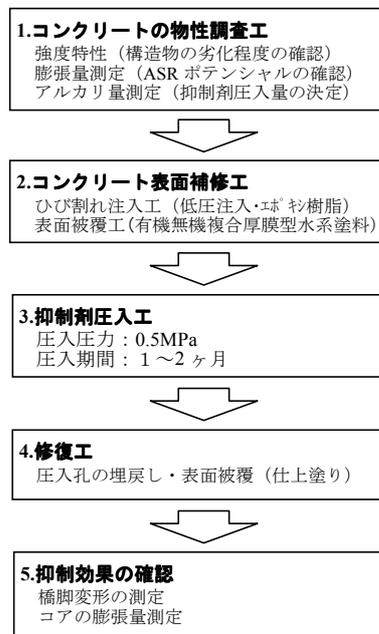


図-1 施工フロー

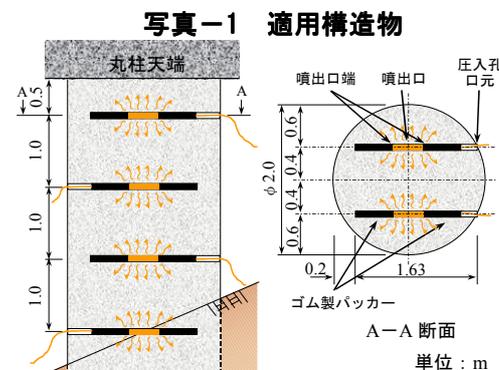


図-2 圧入孔の配置と浸透拡散のイメージ

キーワード：ASR, 亜硝酸リチウム, 抑制, 大型部材, 加圧注入

連絡先：〒541-0057 大阪市中央区北久宝寺町3-6-1 (株) 鴻池組 土木本部 技術部 06-6244-3617・3676(FAX)

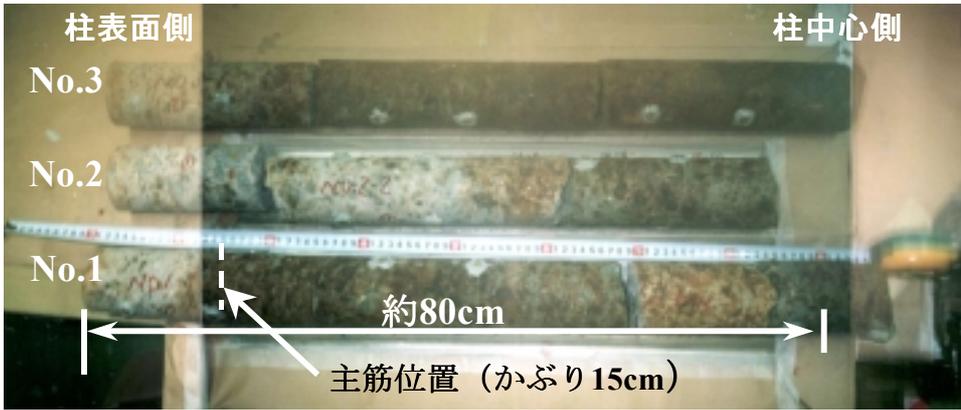


写真-2 呈色試験

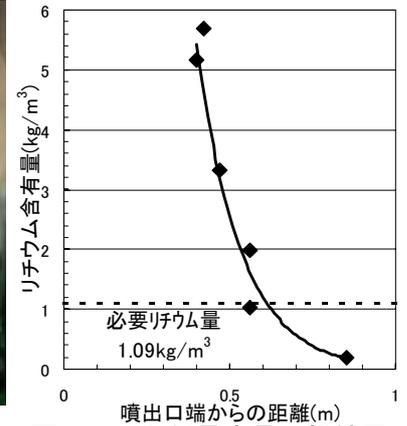


図-3 リチウム量定量分析結果

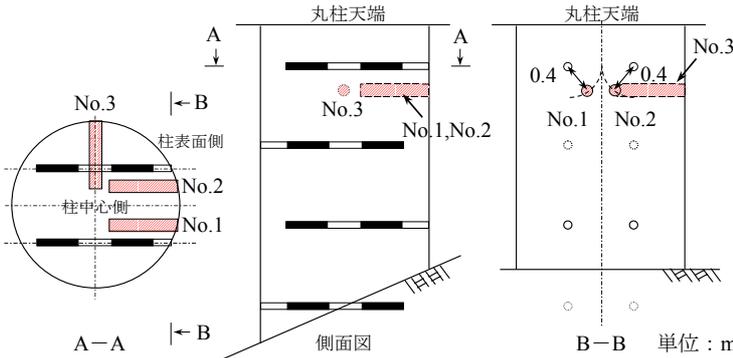


図-2 コア採取位置

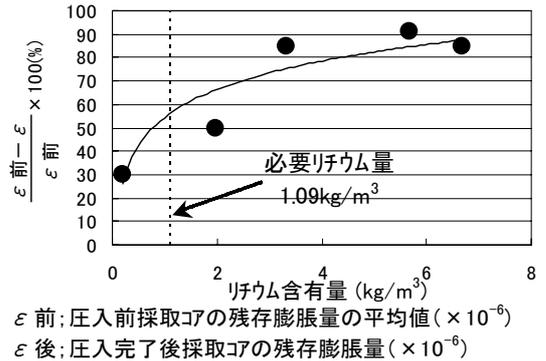


図-4 膨脹量低減率

#### 4. 抑制効果の確認

圧入完了後、直ちにコンクリートコア (φ75mm) を採取し (図-2 参照), 呈色試験, リチウム量の定量分析, 促進膨張試験を行い, 抑制効果の確認を行った。

- (1) 呈色試験：呈色液を噴霧すると亜硝酸イオン0.1%以上で褐色に着色するものである。コア採取時に現場で実施する事でおおよその浸透・拡散範囲が確認できる。写真-2より, No.1では柱主筋位置まで, No.2では柱表面側から約40cmの位置まで, No.3ではほぼ全面褐色に呈色している様子がわかる。
- (2) リチウム量の定量分析：リチウム量の定量分析により, 詳細な浸透・拡散状況の確認を行った。図-3より, 噴出口端から0.5mの位置までのリチウム含有量はASRを抑制するのに必要とされるリチウム量1.09kg/m<sup>3</sup>を満たしており, 実構造物においても抑制剤噴出口端から0.5mの浸透・拡散範囲を確保できることが確認できた。
- (3) 促進膨張試験：現在, ASR抑制効果の確認のため, 抑制剤圧入前後に採取したコンクリートコアの促進膨張試験を実施中である。圧入後コアの膨脹量低減率を図-4に示す。促進膨張試験6週目の残存膨脹量であるが, 必要リチウム量以上を含有しているコンクリートでは圧入前に比べ残存膨脹量が約50%以下に低減されている。

#### 5. まとめと今後の方針

今回, 実構造物に対してASR抑制工法の試験施工を実施し, 構造物レベルにおいても噴出口端から0.5mの浸透・拡散範囲で加圧注入を行えることが確認できた。促進膨張試験では通常の養生条件と抑制剤に浸漬した状態にしたものでも試験を実施しており, 常に抑制剤が供給され続ける場合との膨脹量の比較を行っており, また膨脹抑制効果はコアレベルだけでなく, 実構造物レベルでの評価も重要であるため, 圧入を実施した丸柱およびその隣に位置する圧入を実施していない丸柱 (写真-1 対象構造物奥の丸柱) にコンタクトゲージを取り付け, 膨脹量を定期的に計測しており, 適宜報告する予定である。

#### 参考文献

- 1) 小野紘一・田口守：AAR橋脚の長期挙動と内部劣化, 第53回土木学会年次学術講演会講演概要集, 第V部門, PP.192-193, 1998.10
- 2) 土木学会, コンクリート標準示方書 [維持管理編] 制定資料, pp.75, 2001.1
- 3) 金好昭彦・内田博之・狩野裕之：大型コンクリート部材におけるリチウムのASR抑制効果に関する研究, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.23, 2001 (投稿中)
- 4) M.D.A.Thomas, et al.: Use of Lithium-Containing Compounds to Control Expansion in Concrete Due to Alkali-Silica Reaction, 11th International Conference on Alkali-Aggregate Reaction, pp.783-792, Jun.2000
- 5) David B.Stoks, et al.: Development of A Lithium -Based Material for Decreasing ASR-Induced Expansion in Hardened Concrete, 11th International Conference on Alkali-Aggregate Reaction, pp.1079-1087, Jun.2000
- 6) 高倉・坂口・友沢・阿部：Li化合物によるアルカリ骨材反応の膨脹抑制に関する一実験, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.10, No.2, PP.761-766, 1988