

報告

亜硝酸リチウム高圧注入によるアルカリ骨材反応抑制効果の検証

江良 和徳^{*1}， 岡田 繁之^{*2}， 三原 孝文^{*3}， 河原 健児^{*4}

Verification of Controlling Effect of the Alkali-Aggregate Reaction by Nitrous Acid Lithium Power Injection

Kazunori ERA^{*1}, Shigeyuki OKADA^{*2}, Takafumi MIHARA^{*3} and Kenji KAWAHARA^{*4}

要旨：アルカリ骨材反応により劣化したコンクリート構造物に亜硝酸リチウム水溶液を高圧で注入し，以後の ASR 膨張を抑制する補修工事を実施した．亜硝酸リチウムによる膨張抑制効果を検証するために，亜硝酸リチウム浸透確認試験，リチウムイオン定量分析試験および促進膨張試験を実施した．これらの試験結果より，本工法によるリチウムの浸透効果，ASR 膨張の抑制効果に十分期待ができることを確認した．

キーワード：アルカリ骨材反応，亜硝酸リチウム，高圧注入，残存膨張率

1. はじめに

コンクリート構造物中の鉄筋がアルカリ骨材反応（以下，ASR と称す）によるコンクリートの膨張によって破断するという深刻な事態が明らかになったこともあり，現在，ASR は極めて注目を集めている劣化現象であると言える．

従来，ASR の補修工法は，外部からの水分供給遮断を目的とする表面保護工を中心とした工法が適用されてきた．しかしこれらの施工事例の中には，十分な効果が得られず再劣化しているケースも見受けられ，より根本的な対策方法が模索されてきた．

一方，リチウムによる ASR 膨張の抑制効果に関する研究¹⁾ が国内外でなされており，亜硝酸リチウムに代表されるリチウム塩をコンクリート中に供給することで，アルカリシリカゲルが非膨張性の物質へと変化し，ASR 膨張が抑制されるというメカニズムが提案されている．この

ようなリチウムの ASR 膨張抑制効果を期待し，コンクリート内部に亜硝酸リチウムを高圧で注入して骨材周囲のアルカリシリカゲルの膨張を抑制する ASR 補修工法の開発，実用化が図られている^{2) 3)}．

本稿では，亜硝酸リチウム高圧注入工の施工を実施した日御碕擁壁と海田高架橋の2件に関して，施工後に実施した ASR 膨張抑制効果の検証結果について報告する．

2. 施工概要

2.1 工事概要

(1) 工事その1 “日御碕擁壁” (写真-1)

工 事 名：日御碕地区 砂防修繕工事

発 注 者：島根県出雲土木建築事務所

施工場所：島根県大社町日御碕地内

施工数量：擁壁 15m³

工 期：H15 年 8 月～H15 年 11 月

*1 極東工業株式会社 技術本部技術部補修課

*2 極東工業株式会社 技術本部技術部補修課 課長

*3 極東工業株式会社 技術本部技術部補修課

*4 福德塗装工業株式会社 コンクリート補修部 次長



写真-1 日御碕擁壁施工状況

(2) 工事その2 “海田高架橋” (写真-2)

工事名：国道2号海田高架橋橋脚補強工事

発注者：国土交通省広島国道事務所

施工場所：広島県安芸郡海田町地内

施工数量：橋脚7基 150m³，橋台2基 50m³

工期：H16年6月～H16年10月



写真-2 海田高架橋施工状況

2.2 工法概要

日御碕擁壁および海田高架橋下部工は、ともに昭和50年代後半に建設されたRC構造物であり、ASRによる劣化が顕著に見られていた。特に海田高架橋の下部工は、過去にASR対策工事として有機系表面被覆材による表面保護工が施工されてい

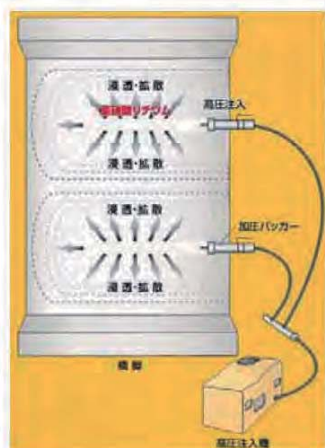


図-1 工法概要図



図-2 施工フロー

るが、再劣化により塗膜表面にまでひび割れが生じていた。このような構造物に対して今回施工した工法は、コンクリートに圧入孔を削孔し、そこから亜硝酸リチウム水溶液（重量濃度40%）を圧入するASR補修工法である。図-1に工法概要図を、図-2に施工フローを示す。

亜硝酸リチウムの必要量は、対象構造物のアルカリ総量（Na₂O換算）におけるNa⁺に対して、Li⁺のモル比が1.0となるように定めた。注入圧力や圧入時間などの施工仕様はコンクリートの物性や劣化状態に応じて設定する必要がある。過去の試験施工や供試体実験などで得られた知見をもとに定めた。表-1に両工事における施工仕様を示す。

表-1 施工仕様一覧

項目	単位	日御碕擁壁	海田高架橋
コンクリート試験結果			
圧縮強度	N/mm ²	10.9～18.3	20.8～33.3
アルカリ総量	kg/m ³	4.1	3.5～5.7
施工仕様			
亜硝酸リチウム必要量	kg/m ³	17.5	15.0～24.4
標準注入圧力	MPa	0.5～0.6	0.8～1.0
圧入孔間隔	mm	500	500
平均圧入時間	時間	40	60

3. 効果検証のための試験方法

3.1 亜硝酸リチウムの浸透確認

コンクリート中の亜硝酸リチウムの浸透状況を確認するために、日御碕擁壁、海田高架橋ともに呈色反応試験を実施した。試験実施時期は本注入作業完了の2日後とし、圧入孔間の中央部付近より $\phi 20\text{mm}$ 、 $L=200\text{mm}$ 程度のコアを採取し(図-3)、その表面に呈色液TDI(トルエン・ジイソシアナート；亜硝酸イオンと反応して茶褐色に呈色)を噴霧して呈色反応状況を観察した。試験頻度は $5\sim 10\text{m}^2$ につき1箇所とした。



図-3 呈色反応試験位置の例

3.2 リチウムイオン定量分析

コンクリート中に供給されたリチウムイオンの分布状況を定量的に確認するために、日御碕擁壁にてリチウムイオン定量分析を実施した。工事完了の1ヵ月後に擁壁天端より長さ1.2mの長尺コアを鉛直方向に1本採取し(図-4)、それを50mm間隔で粉碎採取した各粉末試料中に含まれるリチウムイオンを、ICPプラズマ発光分光光度法により定量分析した。

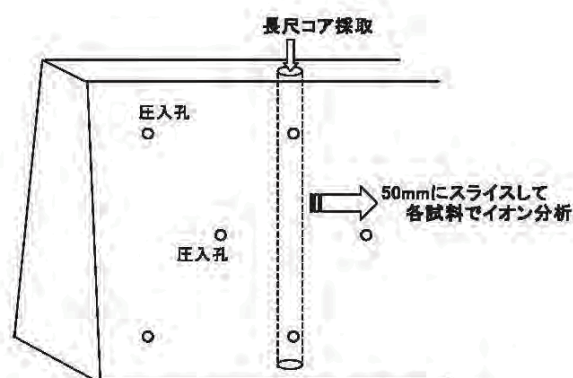


図-4 リチウムイオン分析試料の採取

3.3 促進膨張試験

亜硝酸リチウムによるASR膨張の抑制効果を定量的に確認するために、日御碕擁壁、海田高架橋ともに施工前、施工後に採取したコンクリートコア($\phi 100\text{mm}$ 、 $L=250\text{mm}$)を用いて促進膨張試験を実施した。施工前のコアは本注入工開始の14日前に、施工後のコアは本注入完了の7日後に採取した。コアの採取位置は圧入孔から250mm離れた位置とした。膨張率の測定は「40℃、RH100%」および「80℃、1mol/l NaOH溶液」の促進養生条件にて行った。

「40℃、RH100%」条件下での測定は、JCI-DD2「アルカリ骨材反応を生じたコンクリート構造物のコア試料による膨張率の測定方法(案)」に準拠し、コアの基長測定後、温度20℃、相対湿度100%の条件下で約2週間の標準養生を行い、その間の膨張ひずみを測定して開放膨張率とした。その後、温度40℃、相対湿度100%の条件下で13週間の促進養生を行い、その間の膨張ひずみを測定して残存膨張率とした。膨張ひずみの測定は、ゲージプラグを接着したステンレス製バンドをコアに取り付け、コンタクトゲージにて計測した。

「80℃、1mol/l NaOH溶液」条件下での測定は、80℃の温水中に24時間保ち、80℃における基長を測定した後、80℃、1mol/l NaOH溶液中にて14日～21日間の促進養生を行い、その間の膨張ひずみを測定した。

4. 試験結果とASR抑制効果の検証

4.1 亜硝酸リチウムの浸透状況

日御碕擁壁4本と海田高架橋43本の呈色反応試験結果を表-2に示す。全採取コアの約74%に当たる35本において、コア表面の70%程度以上の範囲に呈色反応がみられた(写真-3)。また、残り26%に当たる12本の採取コアにおいても、コア表面に斑状の呈色反応、またはコンクリート内部のひび割れ(コアの不連続箇所)に沿った範囲の呈色反応がみられており、全く呈色反応を示さないコアはみられなかった。