

リチウムイオン内部圧入工を施工して4年経過したASR 構造物の追跡調査について

極東興和(株) 正会員 ○江良和徳
 福德塗装工業(株) 正会員 河原健児
 井上建設(株) 正会員 峯松昇司
 京都大学 フェロー 宮川豊章

1. はじめに

リチウムイオン内部圧入工は亜硝酸リチウムによるゲルの非膨張化を目的とした ASR 補修工法であり、その ASR 抑制効果は既往の研究により多くの実験的検証が行われている。しかし、実際に ASR 劣化したコンクリート構造物に適用されたリチウムイオン内部圧入工の ASR 抑制効果を追跡調査し、その長期耐久性について検討をおこなった事例は少ない。そこで本研究では、本工法を適用して4年経過した橋台および擁壁の外観目視調査、残存膨張量試験を実施して、ASR 抑制効果が長期間持続しているか否かについて検証を行った。

2. 検討概要

2.1 検討対象構造物

検討の対象とした構造物は、いずれも竣工後30年程度経過し、現在も供用中の擁壁（施設内擁壁）および橋台（陶橋）である。これらの構造物の詳細調査の結果、ASR による劣化と判定され、ともに2005年度にリチウムイオン内部圧入工が施工された。いずれの構造物もコンクリート中のアルカリ含有量を基に Li/Na モル比 1.0 となる量の亜硝酸リチウムを内部圧入した。そして現在、施工後4年が経過している。図-1、図-2 に対象構造物の外観または施工状況を示す。



図-1 陶橋 施工状況



図-2 施設内擁壁 施工前外観

2.2 検討方法

リチウムイオン内部圧入工による ASR 膨張性の低減効果は、施工前後の残存膨張量試験の結果を比較することによって定量的に検証することができる。施工後の ASR 残存性が低減された状態とは、コンクリート内部のアルカリシリカゲルがリチウムイオンによって非膨張化され、以後の ASR 膨張進行の可能性が低減された状態を指すものと考えられる。リチウムイオンによって一旦非膨張化されたゲルは、Na と Li とのイオンバランスが急激に変化しない限り、再び膨張性を獲得することはないと推察され、このことからリチウムイオン内部圧入工を施工した構造物は基本的に ASR による再劣化を引き起こす可能性は極めて低いと考えられる。

本研究では、図-1 に示した陶橋橋台に対して外観変状追跡調査を行い、リチウムイオンを内部圧入して4年経過した段階での外観変状の有無、ASR 再劣化の兆候の有無などについて確認を行った。これは、施工後の構造物に ASR による再劣化が生じていない状態を ASR 抑制効果が持続している状態とみなすものである。

次に、図-2 に示す施設内擁壁に対して施工後4年経過した段階で再びコアを採取し、JCI-DD2 法による残存膨張量試験を実施した。この構造物は施工直後の残存膨張量が施工前の値に比べて大幅に低減されていることを確認している。その構造物にて施工後4年目においても施工直後と同様に残存膨張量が低減されている状態が示されれば、リチウムイオン内部圧入工による ASR 抑制効果が持続していると定量的に判断することができる。

キーワード：ASR，リチウムイオン，内部圧入，追跡調査，長期耐久性

連絡先：〒732-0052 広島市東区光町 2-6-31 極東興和(株) 事業本部事業推進部 Tel : 082(261)1204 Fax : 082(261)1269

3. 検討結果

3.1 外観目視調査結果

陶橋橋台の施工前状況（2005年9月撮影）を図-3に、リチウムイオン内部圧入施工後4年経過した外観状況（2009年8月撮影）を図-4～図-6に示す。本橋の施工では、亜硝酸リチウムを内部圧入した後のコンクリート表面に表面被覆工を施していないため、コンクリート表面の状況を直接確認することができる。

橋台前面に見られるひび割れ注入跡を図-5に示す。これは亜硝酸リチウムを内部圧入する前処理として幅0.2mm以上のひび割れに超微粒子セメント系ひび割れ注入材を注入した痕跡である。この注入材はひび割れ追従性を持たない材料であるが、このひび割れ注入跡付近は健全な状態が保たれていた。橋台側面の施工範囲と未施工範囲の境界付近の状況を図-6に示す。未施工部分には幅2.0mm程度のひび割れが見られたが、施工範囲には新たなひび割れなどの変状は見られない。これらの結果から、リチウムイオン内部圧入工を施工してから現在までの4年間でASRの進行を伺わせるような変状やその兆候は認められず、リチウムイオン内部圧入工によるASR抑制効果は持続しているものと判断することができる。



図-3 施工前の外観状況



図-4 施工4年後の外観状況



図-5 ひび割れ注入跡



図-6 施工境界付近の状況

図-6に示す。未施工部分には幅2.0mm程度のひび割れが見られたが、施工範囲には新たなひび割れなどの変状は見られない。これらの結果から、リチウムイオン内部圧入工を施工してから現在までの4年間でASRの進行を伺わせるような変状やその兆候は認められず、リチウムイオン内部圧入工によるASR抑制効果は持続しているものと判断することができる。

3.2 残存膨張量試験結果

施設内擁壁における施工前、施工直後および施工後4年経過時の残存膨張量試験結果（JCI-DD2法）を図-7に示す。まず、施工前と施工直後に着目して両者の膨張傾向を比較する。全膨張量を見ると施工前では0.081%を示していたのに対し、施工後は0.018%となっており、施工前に比べて22.2%にまで低減されていた。残存膨張量を見ると施工前で0.052%、施工後で0.014%となっており、施工前に比べて26.9%にまで低減されていた。これらより、施工直後においてはリチウムイオン内部圧入によるASR抑制膨張効果が得られていたと判断することができる。

次に、施工直後と施工後4年経過時に着目して両者の膨張傾向を比較する。全膨張量を見ると、施工直後で0.018%を示していたのに対し、施工後4年経過時には0.026%を示した。ただし、施工前の値0.081%と比べると、施工後4年経過しても32.1%にまで低減された状態を維持しており、依然として高いASR膨張低減効果が持続していると判断することができる。

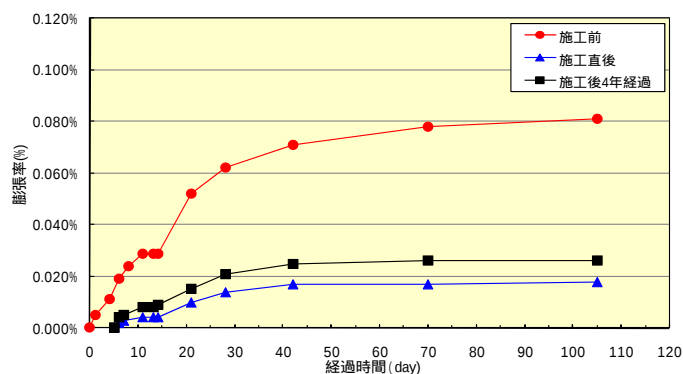


図-7 施設内擁壁の残存膨張量の経時変化

4. まとめ

リチウムイオン内部圧入工の長期耐久性の検証を目的とした本研究の範囲内で、以下の知見が得られた。

- (1) 施工後4年経過した橋台の外観目視調査を行った結果、ASRの進行を伺わせるような変状やその兆候は認められなかった。
- (2) 施工後4年経過した擁壁からコアを採取し、JCI-DD2法による残存膨張量試験を実施した結果、施工直後の残存膨張量と同程度の残存膨張量が維持されていることが示された。