

ASRにより劣化したコンクリート構造物の補修工法 ～ASRリチウム工法～



所属名：極東興和株式会社
発表者：岡田 繁之

1. はじめに

アルカリ骨材反応（以下ASR）によるコンクリート構造物の劣化について従来は、表面にひび割れという形で顕在化するとされていた。しかし近年、コンクリート中で生じる膨張圧により内部の鉄筋が破断するという事例が報告され、ASRの進行は表面のひび割れだけでなく構造的にも深刻な事態を及ぼす事が分ってきた。しかし、ASRという劣化は従来根本的な抑制が難しいとされており、対策工法の確立が急がれていた。

本稿では、ASR抑制剤として、亜硝酸リチウム水溶液をコンクリート内部へ圧入する事により劣化の進行を抑制する『ASRリチウム工法』について施工事例と併せて紹介する。

2. ASRの劣化メカニズム

ASRとは、有害な反応性骨材が使用された多く構造物に潜在している劣化である。反応性骨材はNaイオン、Kイオンと反応するとアルカリシリカゲルを生成し、そこに水分が供給される事でアルカリシリカゲルが吸水膨張を生じる。膨張メカニズムを図-1に示す。この膨張圧によりコンクリート構造物表面に特徴的なひび割れが生じる事となる。鉄筋量の少ない構造物では格子状となり鉄筋やPC鋼材等で拘束されている構造物では拘束工法に沿ってひび割れが生じる。ASRにより劣化した橋台の事例を写真-1に示す。



写真-1 ASRにより劣化したコンクリート橋台

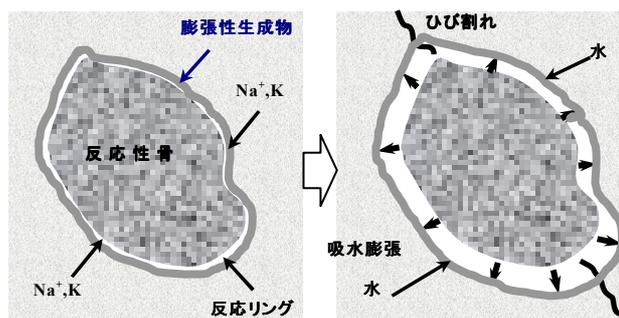


図-1 ASRの膨張メカニズム

3. ASRリチウム工法概要

『ASRリチウム工法』は、リチウムイオンのASR膨張抑制効果により以降の膨張反応を抑制し、劣化の進行を抑制する工法である。工法概要を図-2に示す。具体的には、対象とする構造物に小径の削孔を行う事で圧入孔を設け、その圧入孔に専用の治具（加圧パッカー）を設置し加圧装置と接続した後に、ASR抑制剤として亜硝酸リチウム水溶液を加圧注入する。施工手順を図-3に示す。

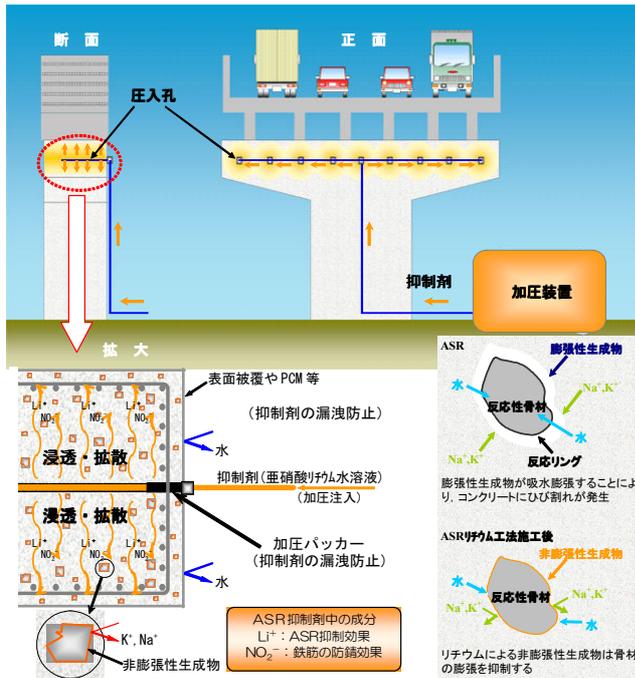


図-2 工法概要



写真-2 加圧パッカーの一例



図-3 施工フロー

4. 施工事例

4.1 工事概要

工事名：平成17年度管内補修工事

工事場所：一般国道32号 無名橋（陶橋）

一般国道11号 西庄高架橋

（図-4 参照）

工期：平成17年7月～平成17年12月

発注者：国土交通省四国地方整備局

対象構造物：道路橋下部工（橋台4基）

施工数量：コンクリート体積 235m³

圧入孔本数（φ20mm） 834孔

亜硝酸リチウム40%水溶液 5,156kg

4.2 事前調査

① 損傷調査

下地処理工（高圧水洗浄）完了後に損傷調査を行い表面漏出防止方法について検討した。損傷状況（A2 橋台下り線）を図-5 に示す。構造物全面で、ASRによる特徴的なひび割れが広範囲に生じていた。表面漏出防止は、ひび割れ注入及び表面シールにより行う事とした。

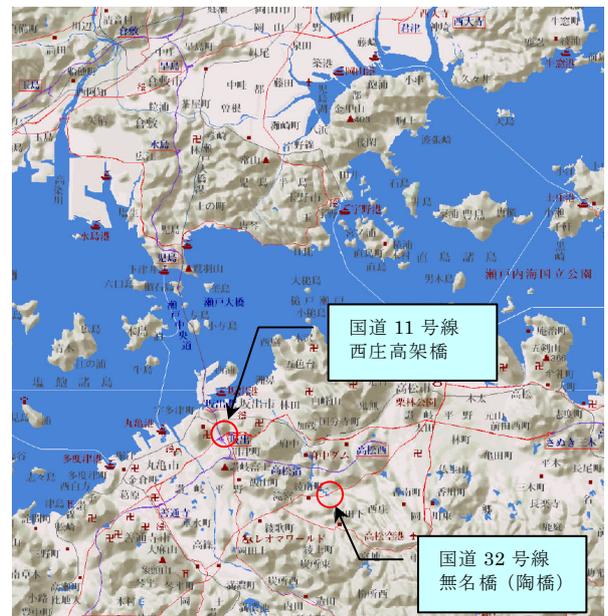


図-4 位置図

無名橋（陶橋） A2橋台損傷図

側面（南面）

正面（下り線）

名 称	表 示
ひび割れ（幅0.2mm以上0.5mm未満）	——
ひび割れ（幅0.5mm以上1.0mm未満）	——
ひび割れ（幅1.0mm以上3.0mm未満）	——
ひび割れ（幅3.0mm以上5.0mm未満）	——
ひび割れ（幅5.0mm以上10.0mm未満）	——
浮き・剥離	////
圧入孔位置	+

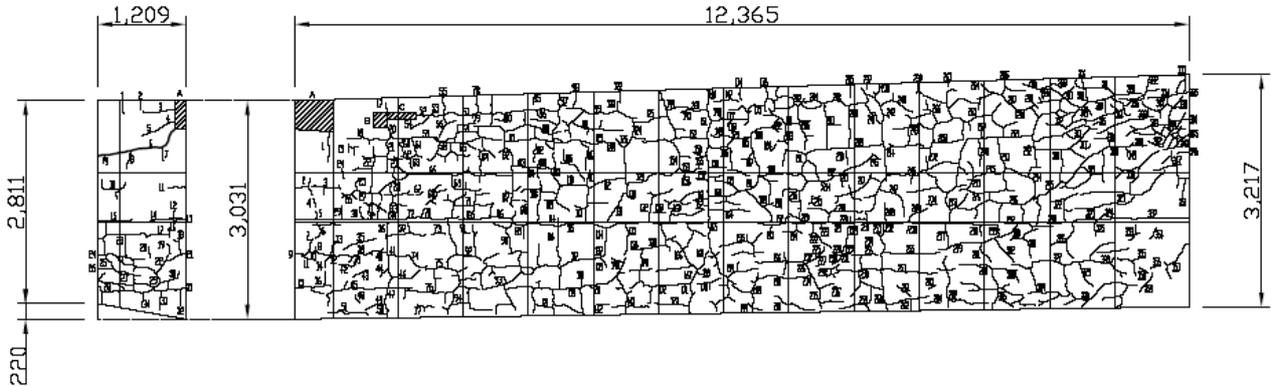


図-5 損傷図（A2橋台下り線）

②コンクリート試験

実構造物より、コアを採取してコンクリート試験を実施した。試験結果を表-1に示す。

表-1 コンクリート試験結果

箇所	圧縮強度	静弾性係数	アルカリ含有量
	N/mm ²	N/mm ²	kg/m ³
無名橋 A1橋台	35.4	12.7×10 ⁴	4.6
無名橋 A2橋台	29.0	10.5×10 ⁴	6.0
西庄高架橋 A1橋台 ONランプ	25.4	8.5×10 ⁴	4.4
西庄高架橋 A1橋台 OFFランプ	24.1	10.1×10 ⁴	3.9

結果より以下の所見を得る事ができた。

- ASRによる劣化の特徴として静弾性係数は低下していたが、圧縮強度は橋梁下部工として十分な性能であると判断した。
- 対象構造物のアルカリ含有量は全ての箇所で3.0kg/m³以上(3.9~6.0)であった。

4. 3 圧入仕様

事前調査結果より本工事での施工仕様を設定した。施工使用を表-4に示す。

表-2 施工仕様

箇所	コンクリート体積	抑制剤量	圧入孔数	注入圧力(上限)
	(m ³)	(kg)	(本)	(MPa)
無名橋 A1橋台	93.31	1853.1	344	1.1
無名橋 A2橋台	95.81	2481.5	344	0.9
西庄高架橋 A1橋台 ONランプ	23.83	452.7	73	0.8
西庄高架橋 A1橋台 OFFランプ	21.88	368.3	73	0.8

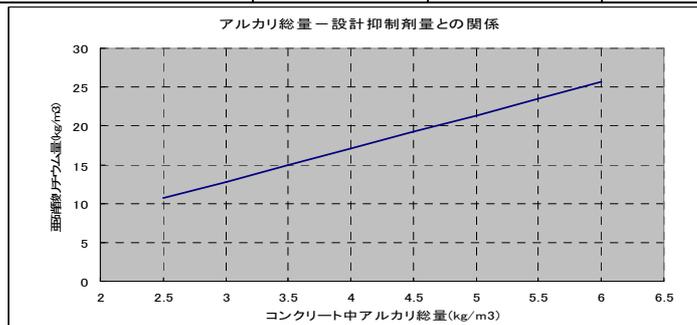
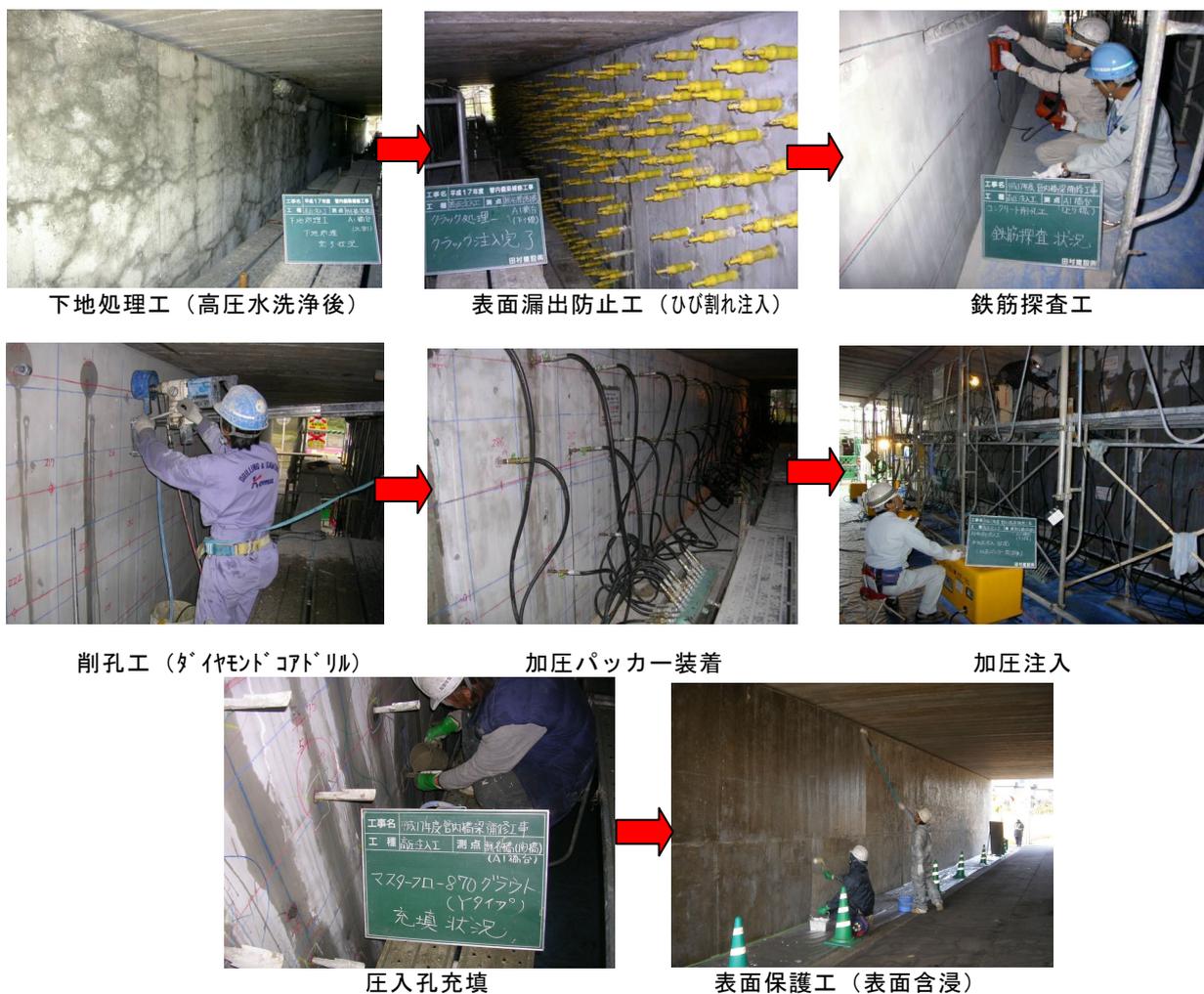


図-6 コンクリート中アルカリ総量と抑制剤量との関係（亜硝酸リチウム40%水溶液の場合）

- アルカリ総量試験の結果から Na/Li モル比が 1 となるように抑制剤（亜硝酸リチウム 40%水溶液）量を設定し、コンクリート体積に乗じて各橋台・橋脚毎の総抑制剤量を決定した。アルカリ総量と必要抑制剤量（亜硝酸リチウム 40%水溶液）との関係を図-6 に示す。
- 形状寸法及び配筋調査の結果から圧入孔の配孔計画を行った。
- 圧縮強度試験結果から構造物に加える注入圧力の上限値を設定した。（圧縮強度の 1/30）

4. 4 施工状況

施工状況写真を作業手順に沿って以下に示す。



4. 5 効果の検証

効果の検証は促進養生試験（カナダ法：温度 80℃ NaOH 溶液中に浸漬）により施工前・後のコンクリート残存膨張性能を確認した。促進養生試験結果を表-3、図-7 に示す。

表-3 促進養生試験結果

コア試料の膨張量(%)							
促進養生期間 (日)	0	1	3	7	14	21	28
①施工前	0.000	0.018	0.027	0.054	0.088	0.112	0.125
②施工後	0.000	0.010	0.029	0.048	0.065	0.081	0.085

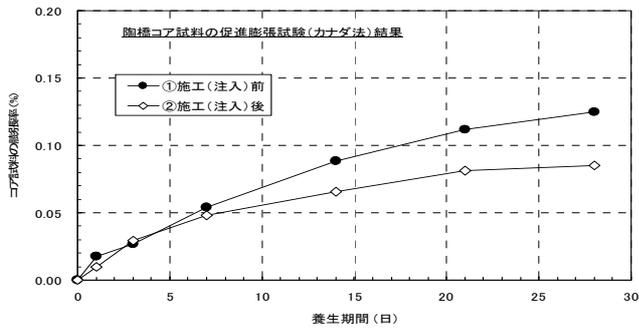


図-7 促進養生試験結果



写真-4 膨張量計測状況

促進養生試験の結果、促進 28 日で施工前の 0.125%、施工後は 0.085% (−0.04%) であった。また、施工前のコアでは促進 28 日時点で膨張傾向であるが、施工後のコアは促進 28 日時点で収束傾向が確認された。

5. まとめ

リチウムイオンが ASR 抑制に効果があるという事は、既往の研究により広く知られているが、既設構造物の内部により効果的にリチウムを供給する手法として、『ASR リチウム工法』が開発されこれまでに 17 件の施工実績を有している (平成 20 年 6 月現在)。しかし対象とする構造物毎に、劣化状況やコンクリート品質、周辺環境等の条件が異なる。適切な効果を得る為には、事前の調査を確実に実施し対象とする構造物毎の適切な施工仕様の設定が重要である。