

新技術調査表 (1)

					登録番号	1201008	
名 称	N-SSI工法					作成年月日	2012年 6月13日
						更新年月日	2017年 3月31日
副 題						開発年月日	1996年 3月31日
分 野	①共通 3公園 5海岸 7その他	2道路 4河川 6砂防	区 分	②材 料 3工 法 4製 品 5機 械 5その他	大 分 類	特 記 項 目	
					コンクリート工	耐久性：断面修復材の凍結融解抵抗性に関する付着強度1.5N/mm ² 以上	
開 発 者 等	開 発 会 社	会社等名	株式会社ジェイアール総研エンジニアリング、公益財団法人鉄道総合技術研究所、東日本高速道路株式会社、中日本高速道路株式会社、西日本高速道路株式会社、三菱マテリアル株式会社			担当部署	SSI工法推進室
		担当者名	石井壮一郎			TEL	042-501-2605
	提 案 会 社 兼 問 い 合 せ 先	会社等名	塩害対策工法研究会			担当部署	事務局：ジェイアール総研エンジニアリング
		担当者名	石井壮一郎	〒	185-0034	TEL	042-501-2605
		住 所	東京都国分寺市光町1-39-27			FAX	042-501-2838
ホームページ	http://www.jrseg.co.jp/			e-mail	s_ishii@jrseg.co.jp		

【概 要】

N-SSI工法は、塩分吸着剤を用いてコンクリート中及び鉄筋に固着した錆中の塩化物イオンを吸着し、亜硝酸イオンを放出することにより、鉄筋周辺を防錆環境に改質する断面修復工法である。

【特 徴】

1. 塩分吸着剤による塩化物イオン吸着・亜硝酸イオン放出機能
2. 構造物施工管理要領(平成22年7月)の要求性能に適合した材料
 - (1) 鉄筋防錆材
 - (2) 断面修復材
3. 過去の施工実績等から確認した長期的な防錆効果
補修後9年経過後においても安定した状態を維持している。
4. はつり深さおよび断面修復厚さの減少による工程短縮・コスト縮減



図1 N-SSI工法による吹付け断面修復

新技術調査表（2）

実績件数	東京都： 3件 国土交通省： 87件 その他公共機関： 306件 民間： 19件	（内 東京都）	建設局： 1件 都市整備局： 1件 港湾局： 1件	水道局： 1件 下水道局： 1件 交通局： 1件 その他： 1件	
特許	①有り	2出願中	3出願予定	4無し (番号：3196810, 4433490)	
実用新案	1有り	2出願中	3出願予定	④無し (番号：)	
評価・証明	1 技術審査 (番号：) 2 民間開発建設技術 (番号：) ・証明年月日 () ・証明年月日 () ・証明機関 () ③新技術情報提供システム[NETIS] 4 その他 () (番号：KK-100009-V 登録年月日：2010年6月28日)				
キーワード	①安全・安心 2 環境 3 ゆとりと福祉 ④コスト削減・生産性の向上 ⑤公共工事の品質確保・向上 6 リサイクル 7 景観 自由記入				
開発目標 (選択)	①省人化 ②省力化 ③作業効率向上 ④施工精度向上 ⑤耐久性向上 ⑥安全性向上 7 作業環境の向上 ⑧周辺環境への影響抑制 9 地球環境への影響抑制 10. 省資源・省エネルギー ⑪ 出来ばえの向上 12. リサイクル性向上 13. その他				
従来との比較	従来 material 名・工法名： 1 工程 ①短縮 (29%) 2 同程度 3 増加 (%)] () 2 省人化 ①向上 (28%) 2 同程度 3 低下 (%)] () 3 経済性 ①向上 (38%) 2 同程度 3 低下 (%)] () 4 施工管理 ①向上 ②同程度 3 低下] () 5 安全性 ①向上 ②同程度 3 低下] () 6 施工性 ①向上 ②同程度 3 低下] () 7 環境 ①向上 ②同程度 3 低下] () 8 汎用性 ①向上 ②同程度 3 低下] () 9 品質 ①向上 ②同程度 3 低下] () 10 その他 ()				
【歩掛り表】 標準 ・ 暫定					
【施工単価等】 直接工事費 (1箇所100m ² 当り)					
比較項目		単位	従来工法 一般的な断面修復工法	新規工法 N-S S I工法	効果
工程		日/箇所	85	60	29 %
省人化		人日/箇所	626	451	28 %
経済性	材料費	円/箇所	5,558,915	2,490,995	55 %
	工事費	円/箇所	11,207,066	7,958,692	29 %
	材工共	円/箇所	16,765,981	10,449,687	38 %
【施工上・使用上の留意点】					
(1) 事前調査に関する留意点 対象構造物の配筋、塩化物イオン量等に関する調査が必要である。					
(2) 施工に関する留意点 1) 施工は気温 5~35℃の範囲で行うことを標準とする。4℃以下の場合には別途保温対策を施す必要がある。 2) 夏季の養生では膜養生材を施し、急激な乾燥を避ける必要がある。					
【参考資料】					
N-S S I工法 施工要領&技術資料(塩害対策工法研究会)、 構造物施工管理要領(平成22年7月, 東日本高速道路株式会社, 中日本高速道路株式会社, 西日本高速道路株式会社)					

新技術調査表 (3)

1. 塩分吸着剤による塩化物イオン吸着・亜硝酸イオン放出機能

(1) 塩分吸着剤のメカニズム

塩分吸着剤は正に帯電させた層状構造で、層間に亜硝酸イオン(NO₂⁻)を保持させたものである。塩分吸着剤を用いて、コンクリート中及び鉄筋に固着した残存鏽中に含まれる塩化物イオンを吸着し、亜硝酸イオンを放出することにより、鉄筋周辺を腐食環境から防錆環境に改質する(図2参照)。

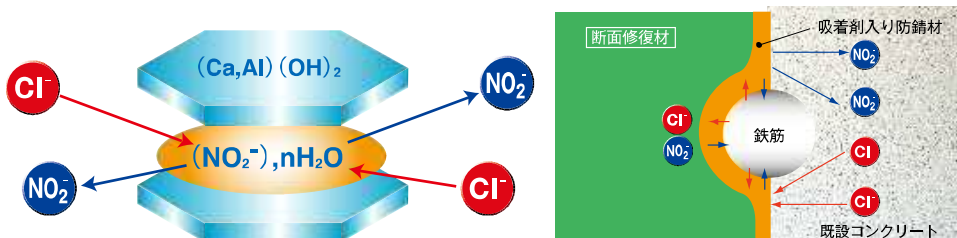


図2 塩分吸着および鉄筋腐食防止のメカニズム

(2) 塩分吸着剤の性能確認試験

表1に塩分吸着剤を含む各材料の塩化物イオン吸着量、亜硝酸イオン放出量、塩化物イオン浸透性を示す。

塩化物イオン量は電位差滴定法、亜硝酸イオン量はイオンクロマトグラフィ法により測定している。試験は平成23年8月に実施された。管理規定値以上の試験値が得られている。

表1 各材料の塩化物イオン吸着量、亜硝酸イオン吸着量等

材料の種類		塩分吸着剤 添加率	塩化物イオン吸着量 (mg/g)		亜硝酸イオン放出量 (mg/g)	
			管理規定値	試験値	管理規定値	試験値
鉄筋防錆材	防錆ペースト RJ1	20%以上	4.0 以上	4.6	15.0 以上	18.0
	防錆モルタル RJ2	15%以上	3.0 以上	4.1	10.0 以上	12.3
	防錆モルタル RJ3	10%以上	2.0 以上	2.7	7.0 以上	9.1
表面被覆材	予防モルタル RJ5	2%以上	1.0 以上	1.8	—	—
断面修復材	遮塩モルタル RP200	1%以上	0.5 以上	0.8	—	—

※(H29.3 更新) RJ1 の塩化物イオン吸着性能・亜硝酸イオン放出性能を高めた SJ1 の開発により RJ2・3 を廃止。RJ5 は RP200 により代替し、廃止。上表は H23 時点の性能のまま表記。

(3) 防錆効果の確認試験

鉄筋防錆の可否は亜硝酸イオンと塩化物イオンのモル比によって判定され、NEXCO の設計要領第二集橋梁保全編(平成21年7月)ではモル比を0.8以上確保することとしている。実際の補修では既設コンクリート中の塩化物イオン量に応じて、表1中の各材料を組み合わせて用いる施工パターンが標準化されているので、ここでは施工単価等で示した塩化物イオン量 5.0 kg/m³ の場合での検討結果を表2に示す。補修境界面からの深さが0~30mmまでは防錆効果がある結果になった。

表2 防錆効果の判定

項目	補修界面からの深さ (mm)			
	0~20	0~30	0~40	
全塩化物イオン量(kg/m ³)	5.0 (一定)			
対象塩化物イオン量	(g/m ²)	100	150	200
	(mol/m ²)	2.82	4.23	5.63
吸着塩化物イオン量(mol/m ²)	1.27 ^{*1)}			
残存塩化物イオン量(mol/m ²)	1.55	2.96	4.36	
放出亜硝酸イオン量(mol/m ²)	3.32			
モル比	2.14	1.12	0.76	
判定値	1.0 以上 ^{*2)}			
判定	OK	OK	(NG)	

*1) 表1中の RJ1 と RJ3 を用いる補修仕様から設定される。

*2) 本工法では安全側の措置として、判定値を1以上としている。

2. 構造物施工管理要領(平成22年7月)の要求性能に適合した材料

(1) 鉄筋防錆材

- 試験目的：防錆性、鉄筋との付着性等の調査
- 試験方法：鉄筋コンクリート造建築物の耐久性調査・診断および補修指針(案)・同解説 付1.3
- 試験日および機関：平成23年1月18日、日本塗料検査協会 西支部
- 評価機関および基準値：構造物施工管理要領(平成22年7月)
- 試験結果および評価：表3のとおりで、試験結果はいずれの項目も基準値を満足している。

検査・試験データ等

建設局
事業への
適用性

塩害・中性化などの影響を受ける構造物の補修・補強工事

新技術調査表（４）

表 3 防錆材に関する試験項目、試験結果等

要求性能	試験項目		基準値	試験結果
防錆性	防せい試験	処理部	防せい率 50%以上	90 %
		未処理部	防せい率 -10%以上	59 %
鉄筋との付着性	鉄筋に対する付着強さ		7.8 N/mm ² 以上	8.7 N/mm ²
コンクリートとの付着性	耐アルカリ性		塗膜に異常が認められないこと	塗膜に異常が認められない

(2) 断面修復材

構造物施工管理要領(平成 22 年 7 月)に要求性能に適合した吹付け工法用の断面修復材の試験結果を以下に示す。なお、N-SSI 工法に用いる断面修復材は左官工法用の要求性能にも適合しているが、左官工法用については紙面の都合により割愛する。

- 1) 試験目的：吹付け工法用の断面修復材の性能調査
- 2) 試験方法：NEXCO 試験法 432
- 3) 試験日および機関：平成 21 年 7 月 31 日、日本建設機械化協会
- 4) 評価機関および基準値：構造物施工管理要領(平成 22 年 7 月)
- 5) 試験結果および評価：表 4 のとおりで、試験結果はいずれの項目も基準値を満足している。

表 4 吹付け工法用の断面修復材に関する試験項目、試験結果等

要求性能	試験項目	基準値	測定値	合否
断面の修復に要する性能	ひび割れ抵抗性	幅 0.05mm 以上のひび割れなし	ひび割れなし	合
	コンクリートとの付着性 (N/mm ²)	1.5 以上	養生後：2.0 振動試験終了後：1.5	合
	鉄筋背面への充填性	有害な空隙がないこと	有害な空隙なし	合
	寸法安定性	0.05 %以下	0.0235 %	合
	熱膨張性(×10 ⁻⁵ /°C)	2.0 以下	1.9	合
耐久性に関わる性能	中性化抵抗性	補修設計で定めた中性化速度係数と同等	中性化速度係数：0	合
	凍結融解抵抗性	相対動弾性係数 60%以上	100.5 %	合
		付着強度 1.5N/mm ² 以上	1.6 N/mm ²	合
遮塩性	補修設計で定めた塩化物イオンの拡散係数と同等	0.81 cm ² /年	合	
力学的性能	圧縮強度 (N/mm ²)	設計基準強度以上	41.6	合
	静弾性係数 (kN/mm ²)	補修設計で定めた値と同等	20.3	合

3. 過去の施工実績等から確認した長期的な防錆効果

- 1) 試験目的：長期的な防錆効果の確認
- 2) 試験方法：補正自然電位の測定
- 3) 試験日および場所：平成 8 年 7 月～平成 17 年 7 月の 9 年間、千葉県 の海岸付近で土壌に塩分が含まれる箇所の鉄道高架橋
- 4) 試験機関：(財)鉄道総合技術研究所
- 5) 試験結果：図 3 のとおり
- 6) 評価：塩化物イオン量が 9 kg/m³ 程度あった箇所でも、補修後に腐食環境から防錆環境に移行し、補修後 9 年経過後も補正自然電位は十分に貴な状態にあり、鉄筋は長期間にわたり防錆されていることが確認された。

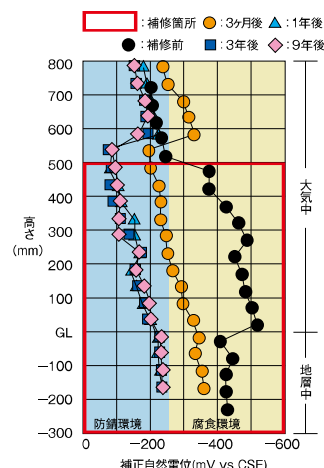


図 3 補正自然電位の経時変化

4. はつり深さおよび断面修復厚さの減少による工程短縮・コスト縮減

一般の断面修復工法では、鉄筋を防錆するために鉄筋背面までコンクリートをはつる場合が多い。これに対して N-SSI 工法では図 2 のように鉄筋半周程度まではつり深さにするこもできるため、はつり深さおよび断面修復厚さを小さくできる。これにより、工程短縮・コスト縮減が可能になる。

新技術調査表（5） 《実績表》

	局名	事務所名	工事件名	施工期間	CORINS 登録 No.
東京都における施工実績	建設局		吾妻橋長寿命化工事（その2）	平成25年	
	港湾局 不明		平成24年度岡田港海岸更衣室及び便所改修工事 大島御神火茶屋園地休憩舎改修工事	平成24年 平成25年	
【評価等がある場合、その内容】					
	発注者		工事件名	施工期間	CORINS 登録 No.
東京都以外の施工実績（国土交通省・地方自治体・民間等）	静岡県		静岡県賀茂郡向田橋補修工事	2010.09	不明
	岡山県		公共道路工事（橋梁補修工事）	2010.07	4004164266
	NEXCO東日本		北陸道長岡管内栄橋補修工事	2010.06	不明
	横浜市交通局		横浜市営地下鉄高島町立杭補修工事	2010.06	なし
	国土交通省		42号古座大橋耐震補強他工事	2010.06	4002766131
	東京臨海高速鉄道		りんかい高速鉄道新木場橋梁補修工事	2010.02	なし
	神奈川県		小田原市根府川護岸修繕工事	2010.02	不明
	新日鉄		新日鉄八幡製鉄所 貯水槽補修工事	2010.02	なし
	JR東日本		羽越本線吹浦スノーシート [®] 覆工修繕	2009.12	なし
	西日本鉄道		西鉄矢部川橋りょう補修工事	2009.10	なし
	NEXCO東日本		山形道笹谷ボックスカルバート補修工事	2009.09	不明
	NEXCO東日本		札幌自動車道札幌管内橋梁補修工事	2008.12	1240-2738W
国土交通省		国道9号玉湯大橋他耐震補強工事	2008.03	1213-1356V	
国土交通省		一般国道228号北斗市大当別橋補修外一連工事	2007.12	1213-1840V	
【評価等がある場合、その内容】					

参 考 意 見 欄

1. 評価選定会議参考意見

- ①塩害対策の必要な地域にニーズがある。
- ②採用に当たっては同様の効果のある工法との比較が必要である。