

積雪寒冷地における CA モルタルの損傷原因とその補修用材料に関する一検討

ニチレキ株式会社 技術研究所 正会員 ○高橋 成汰
ニチレキ株式会社 技術研究所 正会員 三澤 祥文

1. はじめに

スラブ軌道のでん充層に用いられるセメント・アスファルト乳剤モルタル（以下、CA モルタル）は、気象条件が厳しい積雪寒冷地で剥落などの損傷が確認されている。北海道新幹線新青森保線区内においても CA モルタルの損傷が発生したため、凍結融解抵抗性に優れた寒冷地補修用 CA モルタルによる補修を行っている。

本稿では、寒冷地における CA モルタルの損傷原因の推定と、寒冷地補修用 CA モルタルの性能および補修効果について報告する。

2. CA モルタルの損傷状況と損傷メカニズムの推定

2-1 損傷状況

CA モルタルの損傷状況を写真-1に示す。路盤コンクリート（以下、路盤）と CA モルタルが接する面の損傷が顕著であり、手で崩せるほどに進行していた。特に、路盤が湿っている箇所の損傷が激しく、路盤上には CA モルタルから溶出したと推定される付着物が確認された。

2-2 損傷メカニズムの仮説

CA モルタルの損傷は、気象条件などの外的要因により、モルタル内部が破壊することで発生すると推測される。損傷形態および現場の環境条件を勘案して、以下に示す損傷メカニズムの仮説を立てた。

仮説①：凍結融解による損傷

ロングチューブの側面が凸状であるため、図-1に示すとおり、路盤と CA モルタルの隙間に雨水などが溜まりやすい構造となっている。したがって、特に路盤上に滞水しやすい箇所で、雨水が CA モルタルに侵入し、凍結融解を繰り返すことで、CA モルタルを脆弱化させる。

仮説②：飛来塩分による損傷

本現場は、海岸から直線距離で 2km の箇所にあり、図-2に示すとおり、高架の床版の一部がグレーチングの構造で、潮風がスラブ軌道に吹き付ける構造となっている。よって、CA モルタルに飛来した塩分が蓄積し、海水劣化と同様のメカニズムにより、CA モルタルの脆弱化を促進させている。

2-3 損傷メカニズムの検証

損傷メカニズムを明らかにするため、供用前と供用後の CA モルタルおよび路盤の付着物を対象として、走査電子顕微鏡（以下、SEM）による観察、およびエネルギー分散型 X 線分析（以下、EDX）を行い、供用前と供用後の組成を比較した（図-3）。

(1) 剥落した CA モルタルの分析

EDX による元素分析から供用前後の原子数割合を比較した結果を図-4に示す。供用前後で CA モルタルの構成元素の原子数割合が異なり、炭素数が減少し、酸素数が上昇していることが確認された。これは、アスキーワード スラブ軌道補修、寒冷地補修用 CA モルタル、CA モルタル、凍結融解抵抗性

連絡先 〒329-0412 栃木県下野市柴 272 ニチレキ株式会社 技術研究所 TEL0285-44-7111



写真-1 CAモルタルの損傷状況



図-1 凍結融解による損傷のイメージ



図-2 塩害による損傷のイメージ

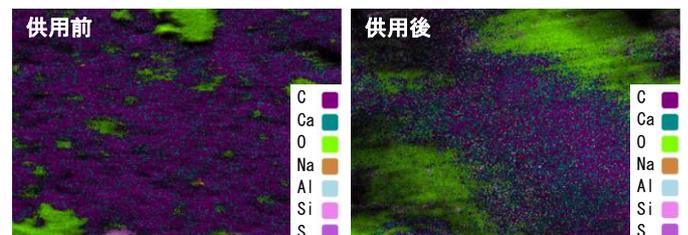


図-3 CAモルタルの元素分析結果

ファルト分の流失による炭素数の減少に加え、供用後における CA モルタルの酸化反応により、酸素数が上昇したことが要因と考えられる。なお、炭素数および酸素数を除くと、供用前後の CA モルタル表面の原子数割合は、変化がなかった。

(2) 路盤の付着物の分析

EDX により、路盤の付着物の元素分析をした結果を図-5に示す。主な構成元素は、カルシウム、酸素、炭素であり、各原子数の割合から、付着物は炭酸カルシウムであると推定された。これは、CA モルタルに含まれるセメント中のカルシウム分が凍結融解などで浸入した水で溶出し、モルタル表面付近に析出したものが空気中の二酸化炭素などと反応し、炭酸カルシウムを形成したと考えられる。

また、ナトリウム分の検出は微量であったため、塩害が CA モルタルの直接的な劣化原因ではないと考えられる。よって、劣化は、凍結融解作用により CA モルタル中のカルシウム分が流失することが主要因と推察される。

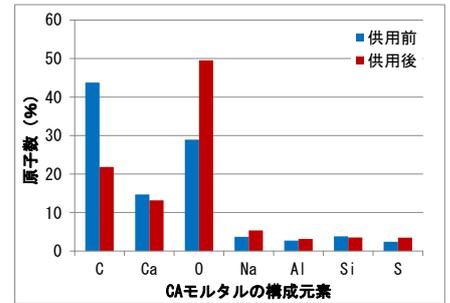


図-4 供用前後の原子数割合の変化

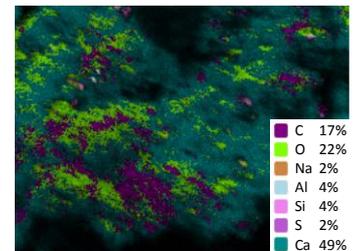


図-5 付着物の構成元素分析結果

3. 寒冷地補修用 CA モルタル

3-1 材料特性

この材料は、凍結融解抵抗性に優れた寒冷地補修用 CA モルタルであり、表-1のとおり、「新幹線軌道工事標準示方書（営業線）（JR 北海道工務部保線課）」で定められた品質規格を満たすものである。また、水浸状態において凍結融解作用を 300 サイクル与えた後の相対動弾性係数（耐久性指数）は、図-6に示すとおり寒冷地補修用 CA モルタルの規格を満足する。

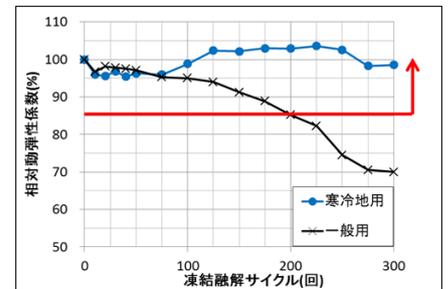


図-6 相対動弾性係数の推移

表-1 寒冷地補修用 CA モルタルの基本性状

試験項目	測定値	規格値	試験方法
フロータイム (秒)	25.5	25~35	J10 ロート法
ブリーディング率 (%)	0	0	ポリエチレン袋法
膨張率 (%)	0.1	0~1	メスシリンダー・ノギス法
圧縮強度(材齢1時間) (N/mm ²)	0.4	0.2以上	単軸圧縮法
圧縮強度(材齢28日) (N/mm ²)	3.2	2.0以上	載荷速度=1.0mm/min φ5×5cm供試体
耐久性指数 (%)	99	85以上	凍結融解試験(300サイクル)



写真-2 補修材の補修直後と8か月後の比較

3-2 施工状況

この補修材を用いて、北海道新幹線新青森保線区内で平成30年7月に20枚のスラブ版の額縁補修を行った。施工時には、補修材の流動性が高く、施工しやすいと現場担当者からも好評価であった。

3-3 追跡調査の結果

補修材の施工直後と補修8か月後の状態は、写真-2に示すとおりであり、一冬を超えた補修8か月後でも損傷および劣化は、認められていない。

4. まとめ

本検証から、積雪寒冷地における CA モルタルの劣化は、凍結融解作用により、モルタル内部からカルシウム分が溶出することが主要因と推察された。また、補修で用いた寒冷地補修用 CA モルタルは、供用8か月後の、一冬を経過した時点でも健全な状態であることを確認した。引き続き、供用調査により寒冷地補修用 CA モルタルの長期にわたる凍結融解抵抗性を検証していく。

参考文献 1) 三澤祥文, 城塚厚侑: 補修用 CA モルタルの凍結融解抵抗性向上に関する一検討, 土木学会, 第72回年次学術講演会講演概要集 VI-466, 2017.8

2) 原田豊: セメントアスファルト複合グラウトに関する研究開発史, pp493-504, 2003.12

3) JR 北海道工務部保線課: 新幹線軌道工事標準示方書（営業線）