

経年軌道スラブの埋込カラー劣化対策について

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○山根 寛史
 西日本旅客鉄道株式会社 谷口 勇介
 (財)鉄道総合技術研究所 正会員 本野 貴志
 (財)鉄道総合技術研究所 正会員 飯島 亨

1. はじめに

本稿は、新幹線の経年軌道スラブ（以下、「経年スラブ」という。）で発生している埋込カラー部周辺の変状について、その対策を検討した結果について報告するものである。

2. 埋込カラーの劣化メカニズム¹⁾

経年スラブの埋込カラーでは、線路補修時に直結8形レール締結装置のアンカーボルト(SCr440 相当品)（以下、「アンカーボルト」という。）が抜けないという事象が顕在化している。

筆者らのこれまでの調査¹⁾から、顕在化した事象は埋込カラー部周辺のコンクリートが酸劣化し、膨張した結果、カラーの割れおよび変形が生じたことによることが確認されている。

コンクリートの酸劣化は、アンカーボルトおよび埋込カラー内に敷設されたアンカープレート(FCD400 相当品)の防錆を目的として定期的に注入されていた止水油(フタル酸ジオクチル)が原因であることが確認されている。埋込カラー内部に雨水が流入し、止水油の加水分解で生成された弱酸が、コンクリートを中性化させ、酸劣化が進行したと推定されている。図1に変状した埋込カラーの例を示す。



図1 変状した埋込カラーの断面

3. 問題意識の所在

前章で示した劣化メカニズムが判明したため、当社では2006年1月よりレール締結装置補修の際の新たな止水油の注油を停止している。

図1に示すように、埋込カラー内部には過去に注油した止水油の泥化物が残存しており、雨水等の流入で弱酸が生成され続ける環境にある。このため、止水油の注油停止後も、コンクリートの酸劣化が進展する可能性が懸念される。また、埋込カラー内部で弱酸性溶液が生成される環境では、アンカーボルトやアンカープレートの腐食を促進させてきた可能性が懸念される。

これらの懸念を解消するため、弱酸性環境の緩和の方策を検討すると同時に、このような環境が鋼部材の腐食に及ぼす影響を確認することとした。

4. pH調整剤の効果確認試験

埋込カラー内部の弱酸を緩和させる手段として、pH調整剤の使用を検討した。pH調整剤は、ケイ酸ナトリウム(Na_2SiO_3)を主成分とする可溶性の固形物であり、その水溶液は加水分解されアルカリ性を示す。

(1) 試験概要

当社では、pH調整剤を2004年9月から一部経年スラブの埋込カラーに投入している。試験では、当該埋込カラー内部の水溶液のpH値を確認した。また、比較として、pH調整剤を投入していない埋込カラーでも確認した。試験箇所の詳細を表1に示す。

表1 試験箇所

No.	pH調整剤	環境条件	線形
1	無	トンネル/漏水有	曲線 R=10,000
2	無	明かり/高架	曲線 R=4,000
3	有	明かり/高架	曲線 R=4,000
4	有	明かり/高架	曲線 R=4,000
5	有	明かり/高架	曲線 R=4,000
6	有	明かり/高架	曲線 R=4,000

キーワード 軌道スラブ、埋込カラー、コンクリート、酸劣化

連絡先 〒530-8341 大阪府大阪市北区芝田 2-4-24 西日本旅客鉄道株式会社 鉄道本部 施設部 TEL 06-6375-2296

また、止水油の注油停止後の埋込カラー内部の状況を調べるために、残存する泥化物の分析を行った。分析は、採取した泥化物を遠心分離機により固体と液体に分離して、それぞれを赤外線吸収スペクトル法により実施した。

(2) 試験結果

試験結果として、pH 値の測定結果を表 2 に、No. 1, 2, 4 の埋込カラー内部の固液混合物の赤外線吸収スペクトル分析結果を図 2 に示す。

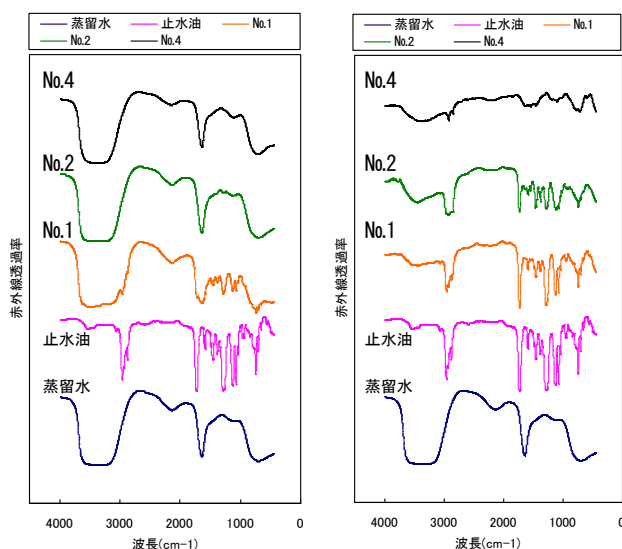
表 2 より、pH 調整剤を投入していない No. 1, 2 では弱酸性を、一方、pH 調整剤を投入した No. 3～6 では弱アルカリ性を確認できる。また、投入約 5 ヶ月後の測定値と投入約 5 年後の測定値に差異がなく、pH 調整剤の効果が持続していることが確認できる。

図 2 より、採取した液体は蒸留水と同様に水に由来するピークを示している。また、No.1 は止水油の成分に由来するピークを示しており、止水油が残存していることが分かる。採取した固体については、い

表 2 pH 値の測定結果

No.	pH 調整剤	pH 値	測定時経過年月
1	無	5.4	3 年 8 ヶ月
2	無	5.8	4 年 8 ヶ月
3	有	7.7	4 年 7 ヶ月
4	有	7.6	4 年 7 ヶ月
5	有	7.4	5 ヶ月
6	有	7.9	5 ヶ月

注) 経過年月は、pH 調整剤投入日からまたは、最後の止水油注油日からの年月を示す。



(a) 液体

(b) 固体

図 2 赤外線吸収スペクトル分析結果

ずれも止水油の成分に由来するピークを示しており、泥化物中に止水油成分が残存していることが分かる。

5. 経年アンカーボルトの引張強度試験

弱酸性環境下におかれた鋼部材は、腐食による部材強度の低下が懸念される。そこで、経年のアンカーボルトを採取し、現状の引張強度を確認した。

アンカーボルトには、緊締により 70kN 程度の軸力が常時作用する。本試験では、安全率 3 倍を見込み 210kN 以上の引張強度で実用強度を満足するとした。

引張強度試験結果を表 3 に示す。表 3 より、経年アンカーボルトはいずれも 227kN 以上の引張強度を有しており、実用強度を十分に満たしている。

表 3 引張強度試験結果

項 目		詳 細
試験数量 (任意採取)		30 本
試験での破断数量*		19 本
引張強度	最大値	291kN
	最小値	227kN
	平均値	268kN

*ボルト表面ですべり、破断に至らなかった供試体もあった。

6. 考 察

以上の各試験結果から、以下のことが言える。

- (1) 止水油注油停止後も、埋込カラー内部は残存する泥化物により弱酸性の状態が維持されている。
- (2) pH 調整剤を投入した埋込カラー内部は、止水油の泥化物が残存している環境で、約 5 年経過後も弱アルカリ性の状態を維持していた。
- (3) 任意に採取した経年アンカーボルトの引張強度は、実用強度を満足するものであった。

以上より、止水油の泥化物が残存する場合でも、pH 調整剤の投入により弱酸を緩和することができる。

また、経年アンカーボルトは、現時点で実用強度を満足しており、腐食環境の抑制により強度を維持し、継続的な使用が可能であると考えられる。

7. おわりに

埋込カラー内部の弱酸緩和策として pH 調整剤の有効性を確認した。また、経年アンカーボルトの部材強度により鋼部材の腐食に及ぼす影響を確認した。今後は、アンカープレート劣化状態について、引き続き確認を行い、経年スラブの寿命延伸を図る。

参考文献

- 1) 山根他：「経年軌道スラブの埋込カラーの健全性評価について」、第 62 回年次学術講演会、2007 年 9 月