

経年軌道スラブの埋込カラーの健全性評価について

○ (財)鉄道総合技術研究所 正会員 山根寛史
 西日本旅客鉄道(株) 正会員 溝口敦司
 西日本旅客鉄道(株) 正会員 黒田昌生
 (財)鉄道総合技術研究所 非会員 飯島 亨

1. はじめに

山陽新幹線で敷設年数 30 年を超える A55 軌道スラブでは、レール締結装置交換や止水油注入時のアンカーボルトを取外す作業で埋込カラーの破損が多発し、埋込カラーの劣化が顕著となっている。そこで、経年軌道スラブの埋込カラーの健全性を評価するため、埋込カラーの引抜荷重試験、コア採取による状態調査および止水油の成分分析を実施したので以下に報告する。

2. 埋込カラーの引抜荷重試験

2.1 試験概要

山陽新幹線の A55 スラブ軌道区間で、埋込カラーの劣化が特に著しい箇所で、引抜荷重試験を実施した。引抜荷重試験は、プレテンション式 PC まくらぎの埋込カラー引抜破壊試験(JIS E 1201)に準拠して実施した。表 1 に JIS 規格の引抜保証荷重および引抜破壊荷重を示す。引抜保証荷重はコンクリート表面にひび割れが生じてはならない荷重を指し、引抜破壊荷重は埋込カラーが抜き上がってはならない荷重を指す。

表 1 引抜保証荷重および引抜破壊荷重

種別	引抜保証荷重(kN)	引抜破壊荷重(kN)
埋込カラー	50	69

2.2 試験結果

図 1 に埋込カラーの引抜荷重試験結果を示す。試験結果から引抜強度は 90kN 以上であり、速やかな交換や補修が必要なほどの機能損失は無かった。

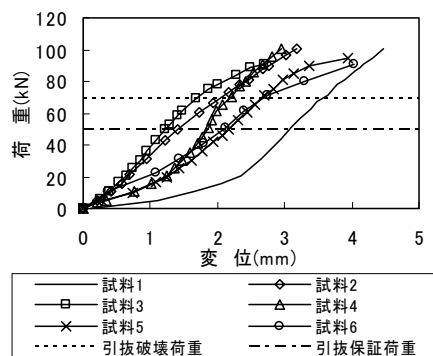


図 1 引抜荷重試験結果

3 コア採取による状態調査

3.1 試験概要

前章で引抜荷重試験を行った埋込カラー部のコンクリート劣化状態を確認するため、直径 67 mm のコア抜きを行った。図 2 にコア抜きを施工した範囲の概略を示す。採取したコア(以下、劣化部という)の切断面に対してフェノールフタレイン法により中性化状態を調査した。比較のため、止水油による補修を行っていない保守基地線の軌道スラブから採取したコア(以下、健全部という)についても同様の調査を実施した。

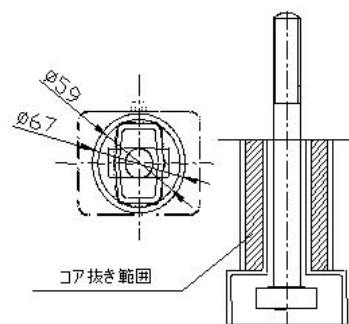


図 2 コア抜きの範囲

3.2 試験結果

表 2 に最大中性化深さと中性化面積率*を、図 3 に健全部と劣化部の切断面の状態を示す。コンクリートの劣化は、埋込カラーが下部で直角に曲がる位置で著しく、中性化による劣化の範囲はカラー表面から 5~15 mm 程度であった。

表 2 最大中性化深さと中性化面積率*

試料No.	最大中性化深さ	中性化面積率*
劣化部	1	10 mm
	2	10 mm
	3	10 mm
	4	15 mm
	5	5 mm
	6	7 mm
健全部	0 mm	0%

*中性化面積率=中性化面積/コンクリート面積×100

キーワード 軌道スラブ、埋込カラー、止水油
 連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (財)鉄道総合技術研究所 軌道構造 電話 042-573-7275

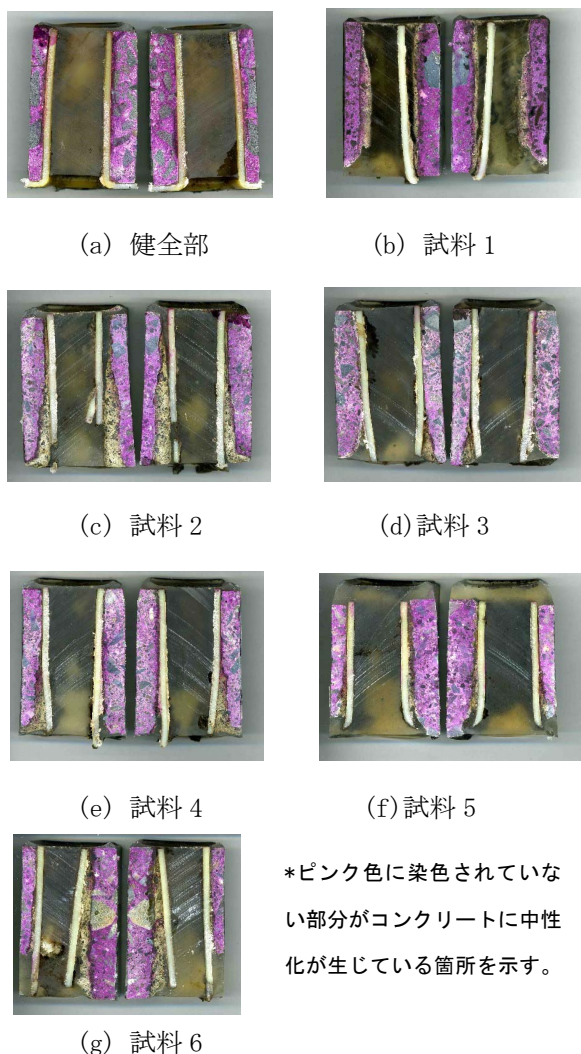


図3 埋込カラー部切断面の状態

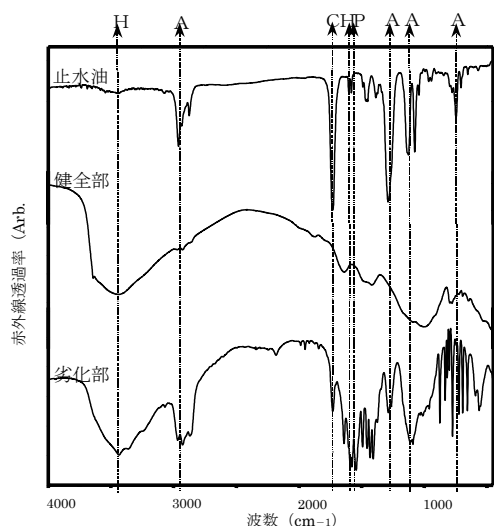


図4 赤外吸収スペクトル分析結果

図4に、図3(a)、(c)で示したコアのコンクリートと止水油の赤外吸収スペクトル分析結果を示す。図中のHは水に、Aは炭素原子と水素原子の化学結合に、Cは炭素原子と酸素原子の化学結合に、Pはベンゼン環(有機

物)に由来するピークをそれぞれ示す。劣化部では止水油と共通した有機物由来のピークが確認できる。埋込カラーに、止水油以外の有機成分が混入するとは考えられず、止水油の影響による劣化と推定される。健全部では有機物由来のピークは確認できず、止水油を使用していないため劣化が生じていないと推定される。

4 止水油のコンクリート劣化への影響分析

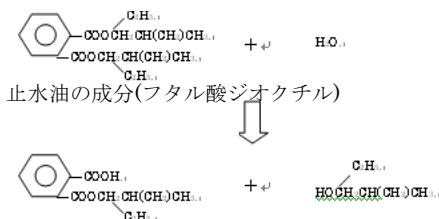
4.1 試験概要

前章の状態調査結果から、止水油によるコンクリート劣化が懸念されるため、室内試験を実施して検討した。なお、山陽新幹線で使用されていた止水油の主成分は、フタル酸ジオクチルである。試験は、ガラスビーカーに、止水油 50 g と蒸留水 10ml を入れ、加温攪拌機を用いて、50℃で4時間の連続攪拌を行った。

4.2 試験結果

攪拌の結果、蒸留水は止水油に吸水され 2ml に減少した。この上澄みの水溶液は、pH3の弱酸であったため、止水油が加水分解により弱酸になることが確認できた。図5にこの反応を化学式で示す。止水油の加水分解により生成された弱酸が、アルカリ性のコンクリートに接し、中性化が進行したと推定される。

1) フタル酸ジオクチルの加水分解(一部)



2) 生成物の一部は水に溶けて弱酸になる。

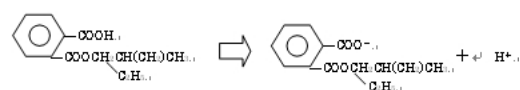


図5 止水油の加水分解

5 おわりに

山陽新幹線の軌道スラブにおける埋込カラーの劣化状態を調査した結果、劣化が進行している埋込カラーでも引抜強度は引抜破壊荷重を上回っており、速やかな交換または補修が必要な状態ではない。しかし、A55軌道スラブの敷設数量は膨大であり、埋込カラーの劣化による軌道スラブの交換および補修は、短期間では不可能である。そこで今後は、非破壊による健全性診断手法の開発に取り組むとともに、埋込カラー補修と軌道スラブ全交換とのコスト比較について検討を進める。