

IV-460

題名 噴泥・継目落ち防止用注入樹脂の開発

所属 会員 JR 西日本 広島保線区 田淵 剛
 非会員 JR 西日本 広島支社 施設課 岸本 隆
 非会員 JR 西日本 広島保線区 竹原 博雄

1. はじめに

JR 西日本広島支社管内は、山間部・海岸部における急曲線・急勾配といった、非常に悪い線形の割合が大きく、様々な方法で保守管理されている。

今回は、軌道弱点に起因する「噴泥・継目落ち」に着目し、再発を防止するために、路盤面被覆工法を応用した自然流下方式の「注入樹脂」を開発した。

噴泥の発生機構であるが、路盤土に強度がなかったり、水で飽和した状態になると、粘着力が著しく低下し、路盤土にバラストのめり込みが生じ、車軸の通過により、間隙水圧が増大する。レール剛性のため浮きマクラギ状態となっており、マクラギ下面に引張り上げる圧力が生じ、泥土を上肩に吸い上げ、これらの繰り返り作用によりバラスト間に泥土をてん充していく。

2. 開発の経緯と目的

この噴泥対策として、路盤面被覆工法、路盤置換工法や横断排水工法等があるが、コストが高いことや施工方法が難しいことから、実際には施工されるケースは少ない。噴泥が起これば、バラスト状態が良くても道床更新を施工して、また2、3年後に同一箇所再発するのが現状である。今回は、

①保守周期の延伸

②構造的コスト削減

③施工性向上

- ・施工時間 15 分（線路無閉鎖）
- ・軌道状態そのまま施工
- ・水中硬化（雨天時にも施工可）
- ・温度条件なし
- ・バラストは固結させず、路盤面でひろがり・硬化

以上の目的を満足する多数の樹脂から、無害のビニルウレタン系 MMA(MP-80)（以下、MP-80 樹脂と記す）を採用し、試験・施工を行った。

3. MP-80 樹脂の評価試験

3-1. 物性試験

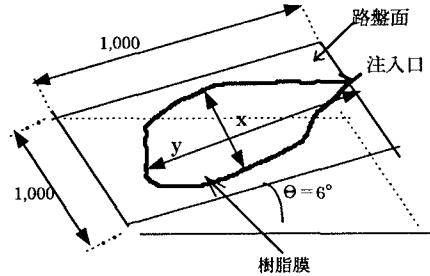
①引張強度、伸び、引裂強度、硬度

試験項目	外觀	厚さ	引張強度	伸び	引裂強度	硬度
	色	mm	kgf/cm ²	%	kgf/cm	shoreA
MP-80	茶褐	5.0	95.0	93.0	31.0	52.0

②傾斜下でのひろがり性

図の試験体で行い、塗膜厚・塗膜の大きさ(x:幅、y:長さ)で評価した。評価値を表に示す。

	展開面状態	傾斜°	樹脂量	塗膜の大きさ		塗膜厚	展開回数
			g	x mm	y mm	mm	
1	土+	6	100	300	300	0.5	1
2	水		500	500	850	0.5	2
3	バラスト+		500	300	500	2~3	1
4	土		1000	300	500	2~5	2
5	水		8000	1000	1000	2~10	1



3-2. 強度試験【繰り返し荷重試験】

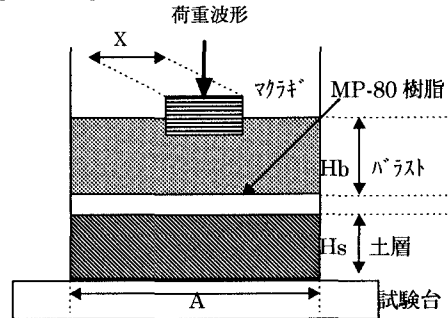
MP-80 樹脂の耐久性試験として、繰り返し荷重試験を行い、塗膜状態の評価を行った。

【試験概要】

・油圧サーボ疲労試験機

最大荷重	最大変位	周波数	波形
kg/cm ²	cm	Hz	
31.5	5.0	0.01~30	SIN,断続

【試験条件】



加圧回数	容器幅	土厚	バラスト厚	マクラギ寸法
	A	厚 Hs	Hb	X
万回	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
300	350*350	100	100	100*100*30

【試験モデル】

パラメータを5つ設定し、6パターンを比較した。

パターン	樹脂膜厚	荷重	荷重波形	周波数	バラスト厚	効果
No.	mm	kg/cm ²	波	Hz	mm	
1	0	10	断続	25	100	樹脂塗膜なし
2-1	10	30	断続	10	100	荷重増加
2-2	10	10	断続	10	100	基本モデル
2-3	10	10	断続	10	100	バラストサイズ小
3	10	10	断続	25	200	バラスト厚増加
4	10	10	SIN	25	100	波形変更
5	10	20	断続	25	100	再度荷重増加
6	5	10	断続	25	100	塗膜厚減少

【試験結果】

パターン	塗膜状態		最大沈降量 (mm)	結果
	破損	クラック		
1				路盤土噴出（噴泥再現）
2-1	●	●	不能	危険率 10 倍は荷重が大き過ぎ、土が噴出し性能維持不可能。
2-2			26.0	危険率 3 倍で微小クラック 2箇所のみであり、性能維持可能。
2-3		●	57.0	単位体積あたりの空隙が小さく、バラストによる緩衝作用が小さくなり、塗膜破損が著しい。
3			3.0	バラストによる緩衝作用が大きくなり、塗膜にかかる荷重が分散。
4			2.0	衝撃が断続波より抑えられた。
5			10.0	危険率 7 倍で 2-2 よりも塗膜の剥離量が多くなったものの、性能維持可能。
6			9.0	性能維持可能。

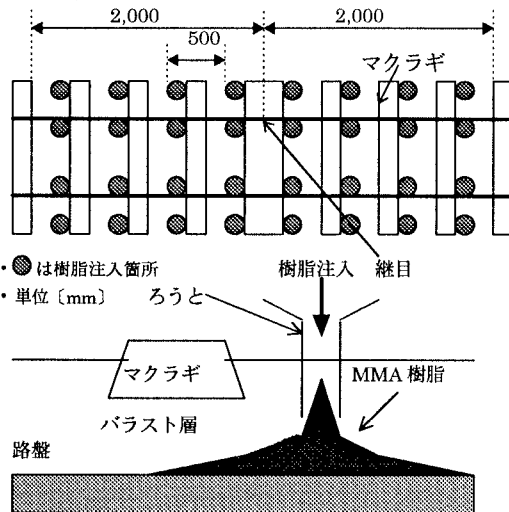
【効果の確認】

- ・塗膜の破壊強度は危険率約 7 倍 (200t/m²) である。
- ・列車速度による影響はない。
- ・道床厚が大きいほど、塗膜への影響は小さい。
- ・道床が小さくなると、塗膜への影響は大きい。
- ・塗膜があれば、噴泥は確実に抑えられる。
- ・塗膜厚減少でも、性能を維持することができる。

4. 現場施工

評価試験を基に、噴泥・継目落ち箇所に対し、道床修繕後に現場施工を実施した。

4-1. 施工概要



4-2. 施工箇所・間合

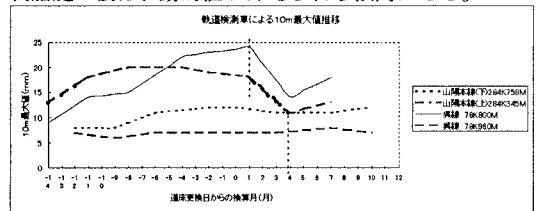
施工日	線名	線別	キロ程(km)		施工温度	作業時分	列車間合	条件
			から	まで				
970818	呉	単	78,798	78,802	40	23	5	晴
970818	呉	単	78,958	78,962	40	17	4	晴
970819	山陽	下	284,758	284,761	40	17	4	晴
970819	山陽	上	284,343	284,346	40	11	3	晴
971205	呉	単	54,498	54,502	10	15	2	晴
971205	呉	単	56,934	56,938	10	12	1	晴
971216	山貨	下	300,542	300,548	-5	15	1	夜
980217	山陽	下	468,978	468,982	0	18	3	曇
980320	芸備	単	111,959	111,963	5	11	1	雨

4-3. 施工順序

散水 → ロート設置 → 樹脂計量 → 樹脂注入 → ロート撤去

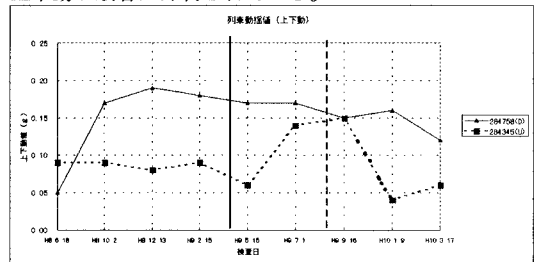
4-4. 施工結果

- ①手掘り確認：施工 1 ヶ月後にバラストを掘り、確認
 - ②軌道検測車による 10m 最大値（動的値）
- 樹脂施工月とは山陽本線が 2 月後、呉線が 4 月後である。
樹脂施工後は、動的値が抑えられる傾向にある。



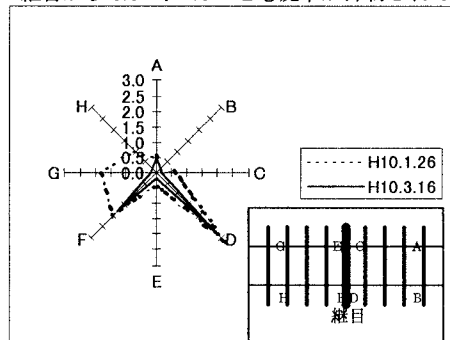
③列車動揺検査（上下動揺値）

道床更新施工日は H9.4.23、樹脂施工日は H9.8.18。
上下動が顕著に抑制されている。



④列車通過時における最大レール沈下量

継目から 0.5m、2.0m とも沈下が抑制されている。



5. 考察

5-1. 耐久性の検証

試験モデル 2-2,5 から、実際の山陽本線に換算すれば、14 年以上は樹脂性能を維持できると推定される。

5-2. 最適樹脂膜厚の検証

注入量を 8、5kg/m² の 2 パターンを実施した。5kg/m² では樹脂自体の強度を保持できたが、展開力が乏しかった。したがって最適注入量は 8 kg/m² と決定した。

6. まとめ

本樹脂は軌道をそのままの状態で注入できる施工性と、水中硬化・温度条件に左右されない物性であり、保守周期延伸も期待され、コスト削減に繋がるはずだ。

参考文献

- ・『新しい線路』（社）日本鉄道施設協会 徳岡研三編
- ・『新軌道力学』鉄道現業社 佐藤吉彦著