

長期強度抑制型路盤・路床材の検討

J R 東日本 東京工事事務所 正会員 ○ 富田 直幹, 桑原 清, 高崎 秀明, 加納 暢彦
鉄建建設株式会社 正会員 松岡 茂, 西脇 敬一

1. はじめに

路盤は列車の走行安定を確保するためにレール・マクラギ・道床を強固に支持し(図 1-1), 軌道に対して適切な剛性を有し, 路床へ荷重を分散伝達する機能を有している。そのため, 非開削工法による線路下横断工を行う場合(図 1-2), 路盤の緩み等による軌道への影響を防ぐために, 水硬性スラグ材を用いた路盤置換材による路盤改良が行われている。しかし, 改良路盤は長期安定強度が $10 \sim 20 \text{ MN/m}^2$ あり, エレメント掘進時において, 再掘削時の作業効率低下, 周辺地盤との強度差による不等沈下・隆起等を生じる懸念がある。本論文では上述した問題を解決するために, 従来の路盤置換材の性能を備え, かつ必要以上の強度増加を抑えた路盤置換材を開発し, 新たな工法として検討した結果について報告する。

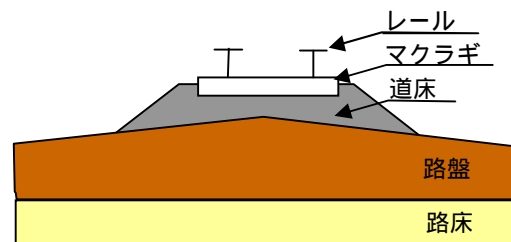


図 1-1 線路の構造

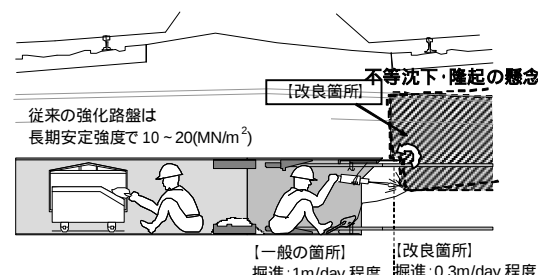


図 1-2 線路下非開削工法

2. 目標性能

本路盤材は, 既存の強化路盤の性能を備え, かつ長期強度を抑制するために, 以下の目標性能を設定した。

乾燥密度 1.0 g/cm^3 以上

一軸圧縮強度は, 2 週強度で 1.2 MN/m^2 以上¹⁾, 最終強度で 5 MN/m^2 程度以下。(図 2-1)

現場で容易に施工できること。

施工後の FWD 試験による K30 換算値が 110 MN/m^2 以上¹⁾。

施工後列車通過時に有害な軌道変状につながる体積変化を生じないこと。

耐アルカリ性を有すること。

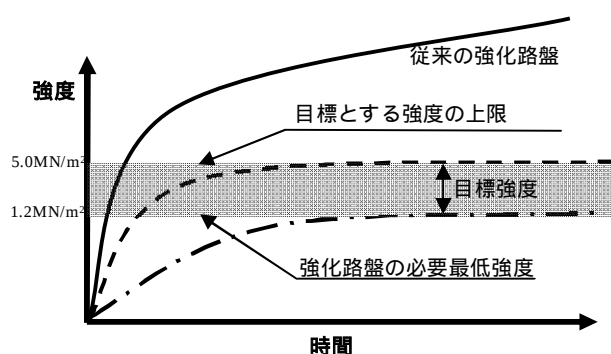


図 2-1 目標とする強度

3. 配合試験

路盤材材料は, 初期材齢の必要強度を確保し, その後の強度を必要以上に増大させないために, 早強セメントを用いることで, 初期材齢の必要強度を確保した。長期強度は, 圧縮強度の小さい発泡ガラスを骨材として, 強度を必要以上に増大させない路盤材材料とした。表 3-1 に示

表 3-1 路盤材材料配合

試験 ケース	配合(重量比)				圧縮強度 (材齢 14 日) (N/mm^2)	乾燥密度 (g/cm^3)	透水係数 (cm/s)	採用
	発泡 ガラス	砂	セメント	水				
A1	1	5.1	1	0.7	2.59	1.208	0.0313	
A2	1	5.1	1	0.8	2.29	1.256	0.0152	○
A3	1	6.0	1	0.8	1.85	1.283	0.0248	
A4	1	6.0	1	1.0	1.75	1.269	0.0348	
A5	1	6.0	0.67	0.7	1.76	1.146	0.0519	
A6	1	5.5	1	0.8	2.03	1.192	0.0067	

すように 6 ケースの試験体により検討した結果, どのケースでも目標性能を満足することができたため, 配合はばらつきが最も少なかった A2 のケースを標準とした。

キーワード 長期強度抑制型路盤材, 発泡ガラス, FWD 試験

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木二丁目2番6号 JR 新宿ビル 東日本旅客鉄道株式会社 TEL 03-3379-4353

4. 適用性確認試験

標準配合を基本として施工試験を行い、施工による性能への影響や、施工性等の検討を行った。

(1) 施工性確認試験

現場での施工性を考え、バックホウによる混合(写 4-1)と、人力による混合を行った。バックホウによる混合を行った結果、均一に材料を混合できることを確認でき、現場で容易に施工できると判断できる。一方、人力混合では、材料を均一に混合することが難しいことが確認された。



写 4-1 混合状況

(2) FWD 試験

施工後に K30 換算値が 110MN/m^2 以上確保していることを確認するため、FWD 試験を行った。今回の試験では、図 4-1 に示すように、転圧回数は 2 回以上で、目標とする圧縮強度および K30 値が得られた。しかし、施工時の不確定要素を考慮し、転圧回数は 4 回以上とする。

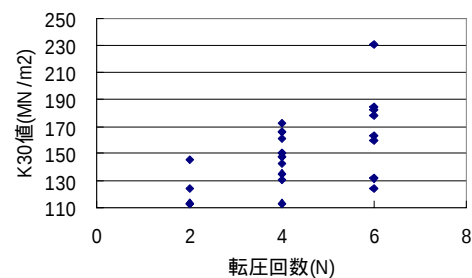


図 4-1 転圧回数-K30 値

(3) 繰り返し載荷試験

列車荷重に対する耐久性を確認するために、列車荷重を想定した繰り返し荷重による変位の確認を行った。試験の結果(図 4-2)、変位は多少増減するが、繰り返し載荷による変位の漸増増加は見られず、路盤材が列車の繰り返し荷重に対して、所要の耐久性を有することを確認した。

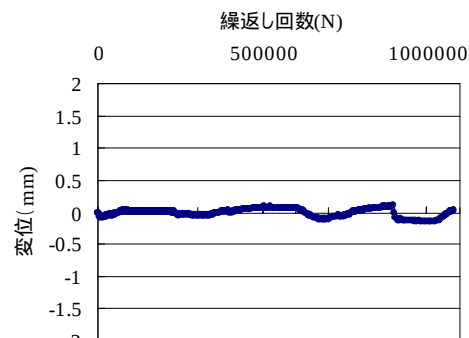


図 4-2 繰り返し載荷試験結果

(4) 耐アルカリ性試験

一般に、ガラスはアルカリ性に弱く、pH9 以上で溶解する。今回の路盤材は、結合材に早強ポルトランドセメントを使用しているため、硬化体がアルカリ性になることが予想された。そこで、発泡ガラスの耐アルカリ性を確認することを目的として、耐アルカリ性試験を行った。試験の結果、図 4-3 に示すように pH12 の水溶液に浸漬した発泡ガラスは、13 週(91 日)時点でも溶解率が収束せずに増加傾向を示した。

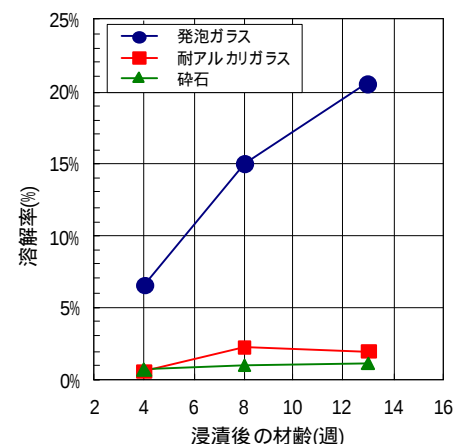


図 4-3 耐アルカリ性試験結果

5. おわりに

発泡ガラスを用いた路盤材について、施工性や耐久性に関する各種試験を行った結果、本路盤材が通常の置換路盤材としての性能の他に長期強度が増進しない性能を有することが確認でき、新しい路盤材料として適用できる可能性が得られた。しかし、耐アルカリ性については、骨材がアルカリ水溶液の中で溶解することが確認された。したがって今後、被膜材による処理など、耐アルカリ性について、さらなる検討が必要であると考えられる。

6. 謝辞

今回の開発を行うにあたり、多くの方々にご意見・ご指導を頂き、まことにありがとうございました。また、矢崎総業株式会社様には骨材材料を提供して頂き、まことにありがとうございました。この場を借りて感謝の意を表したいと思います。

参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所(2007): 鉄道構造物等設計標準・同解説 土構造物