

TC 型省力化軌道における発生碎石の再利用に向けた検証

東日本旅客鉄道株式会社 金町保線技術センター 正会員 ○斎藤 典孝

東日本旅客鉄道株式会社 金町保線技術センター 鈴木 裕也

東日本旅客鉄道株式会社 金町保線技術センター 関根 慎平

1. 概要

近年弊社で首都圏を中心に軌道保守作業量を低減させることを目的しTC型省力化軌道敷設が進められている。しかし、TC型省力化軌道敷設に際して大量の碎石交換(図-1)を行っており、昨今の物価高騰に伴う材料費の増加や限りある資源を無駄にしないためにもコストダウンやESG経営が必要になると考える。また、弊社内の既往の研究により、ふるい分け装置を使用しての発生碎石の再利用について検討されているが、ふるい分け装置が大型であり、基地の改良が必要となることや基地間の移動ができないことから導入されていない。

そこで本研究では、発生碎石の再利用の実現を目指し、基地配備が可能で基地間の移動が可能であるふるい分け装置を利用し、施工能力や泥分除去率の確認と再利用碎石と新碎石を混在させたてん充体の強度確認を試験により検証した。

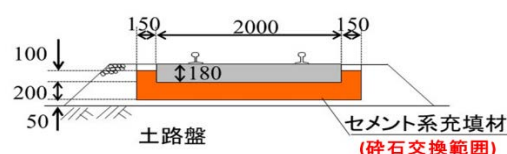


図-1 省力化軌道断面図

2. ふるい分け機の選定

今回、基地移動が可能なふるい分け機としてHITACHI社製VR408(以下VR408)という機種を選定した。その性能等を以下に述べる。

(1) 移動性能機体

VR408はコンベヤを折りたたむことでコンパクトになり、重量も9,000kgであるため10tトラックに積載でき、基地間をトラックの輸送により移動可能である。また、基地内は本体の走行装置で自走可能である(図-2)



図-2 HITACHI社製VR408

(2) ふるい分け装置

碎石を投入するスクリーンは、長手方向2,400mm、幅1,200mm(図-3)の大きさがあるためバックホーから直接投入可能である。また、既往の研究にて19mm以下の碎石ではてん充体の強度が出ないことが判明しているため19mm以下の碎石を除去できるよう、スクリーンは網目の大きさを20mm四方に設定した。



図-3 ふるい分けスクリーン

3. ふるい分け試験

試験には状態の悪い碎石として、道床交換が長年行われていない伸縮継目部の発生碎石を用い、ふるい分け機によるふるい分けを1回行った。

(1) アンダー材除去率

ふるい分け機の角度を6°(最長)・12°(最短)の2パターン、表面水状態により湿潤・乾燥に分け、計4パターンを作成した。重量比率は、ふるい分け後の20mm以上の碎石(以下、オーバー材と呼ぶ)と19mm以下の碎石(以下、アンダー材と呼ぶ)の重量を計測し算出した。また、オーバー材を再度手ふるいし、オーバー材の中に除去されていないアンダー材が混入していないかの検証も行った。(表-1) 発生碎石のふるい分けを行った結果、オーバー材は平均90.2%となり、オーバー材に含まれている、アンダー材は平均0.055%であり、VR408における19mm以下の碎石の除去は有効であ

キーワード TC型省力化軌道、発生碎石、ふるい分け

連絡先 〒125-0042 東京都葛飾区金町6丁目4番1号JR金町総合事務所4F

NTT(03)3608-2600 FAX(03)3608-2615

ることが検証された。

(2) 付着泥分量試験

既往研究にて発生碎石に付着している泥分(以下、付着泥分と呼ぶ)が、てん充体の強度に影響を及ぼすことが判明しているため、ふるい分け前後での付着泥分率を測定した。付着泥分量は代表的な試料 8kg 程度を用いて実施した。搬入された試料を絶乾状態にして質量(洗浄前質量)を測定したものを水で丁寧に洗浄して泥分を除去した後に骨材試料を絶乾状態にして質量(洗浄後質量)を測定した。(表-2)泥分付着率は式 1 を用いて算出した。

泥分付着率(%)=(洗浄前質量−洗浄後質量)／(洗浄前質量)×100・・・(式 1)

発生碎石の表面水状態が乾燥していれば 1 度のふるい分けで、付着泥分率为新碎石と同様の値まで減少させられたが、発生碎石の表面水状態が湿潤状態であると、付着泥分の除去に影響があることを確認した。(表-1)

パターン	ふるい分け機 試験条件			ふるい分け機 試験結果				手ふるい			付着泥分量試験			
	角度	回転	碎石状態	アンダー材(kg)	オーバー材(kg)	合計(kg)	重量比率	ふるい前質量(g)	20mmふるいを通過したものの質量(g)	20mmふるい通過率(%)	洗浄前試料(g)	洗浄後試料(g)	損失質量(g)	泥分付着率(%)
1	6	正転	乾燥	18.9	347.2	366.1	94.8	8939.3	1.3	0.01	8962.1	8939.2	22.9	0.3
2		正転	湿潤	54.2	316.8	371.0	85.4	8775.1	7.5	0.09	8836.7	8774.9	61.8	0.7
3	12	正転	乾燥	24.5	334.0	358.5	93.2	8887.1	5	0.06	8903.4	8886.7	16.7	0.2
4		正転	湿潤	50.2	341.8	392.0	87.2	8641.9	4.8	0.06	8700.5	8641.8	58.7	0.7
発生碎石未処理	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8736.5	8557.4	179.1	2.1
新バラスト	—	—	—	—	—	—	—	8783.0	1.1	0.01	8798.9	8782.8	16.1	0.2

表-1 VR408 によるふるい分け結果及び付着泥分率測定結果

4. てん充体強度試験

新碎石と発生碎石を混在させたてん充体で列車運行に必要な強度発現ができるか圧縮強度試験を行った。圧縮強度試験は、試験体を作成し試験用のコア供試体を採取することとした。コア供試体はφ300×150 mmとし作製する試験体は、新碎石と発生碎石の比が重量比 3:7 および 5:5 の比率 2 本を作成した。試験に用いた碎石は付着泥分率が最も高かったNo.2 の碎石を使用することとした。試験体の作成は木製型枠□350×450×800 mmにし碎石を所定量充填し、その上に発生バラストを投入した。打設後 28 日間現場気中養生したのちφ300 mmでコア削孔し供試体を採取した。採取したコアについて J I S A1108 に伴い圧縮強度試験を実施した。圧縮強度試験においても新碎石と発生碎石の比が重量比 3:7 であれば新碎石と同様の圧縮強度発現ができ、重量比 5:5 では、新碎石の 90%程度の圧縮強度発現が確認できた。(表-2)

試験 No.		圧縮強度(N/mm ²)	供試体の状況	
			試験前	試験後
3:7 (発生碎石:新碎石)	1	24.9	○	発生碎石端部から破壊
	2	24.9	○	発生碎石端部から破壊
	3	22.7	角欠け大	発生碎石端部から破壊
	4	26.3	角欠け小	発生碎石端部から破壊
	5	24.8	角欠け小	発生碎石端部から破壊
	6	20.9	角欠け小	発生碎石端部から破壊
	平均	24.1	-	-
5:5 (新碎石:発生碎石)	1	19.0	○	発生碎石端部から破壊
	2	20.6	角欠け小	発生碎石端部から破壊
	3	18.4	角欠け小	発生碎石端部から破壊
	4	19.6	ゴム片混入	発生碎石端部から破壊
	5	23.9	○	発生碎石端部から破壊
	6	20.3	角欠け大	発生碎石端部から破壊
	平均	20.3	-	-
新碎石	1	22.8	○	供試体中心部から破壊
	2	18.9	角欠け小	供試体中心部から破壊
	3	22.7	○	供試体中心部から破壊
	4	25.0	○	供試体中心部から破壊
	5	21.3	○	供試体中心部から破壊
	平均	22.1	-	-

○→角欠け発生無しの良い供試体

表-2 圧縮強度試験結果

5. まとめ

コストダウン効果について式 2 を用いて算出したところ、損益分岐点は発生碎石の再利用率が 38.1%であった。

コストダウン効果={ (新碎石単価×新碎石量) + (処理単価×発生碎石量)} − {(新碎石単価× (新碎石量 − 再用碎石量)) + (処理単価× (発生碎石量 − 再用碎石量)) + ふるい分け作業費+機械損料}・・・(式 2)

また、VR408 を用いてのふるい分けについて、アンダー材の除去については表面水状態によらず効果があることが確認できたが、付着泥分率除去については碎石の表面水状態による影響があり課題が残る結果となった。新碎石と発生碎石の比が重量比 3:7 においては所定の圧縮強度発現が認められ、新碎石と発生碎石の混在によるてん充体の有用性について確認できた。しかし、発生碎石の再利用率が損益分岐点をこえての圧縮強度発現が得られなかったため今後は、重量比 5:5 における新碎石と同等の圧縮強度発現の実現に向けて、碎石の表面水状態が湿潤状態時である際のふるい分け回数の選定による付着泥分率を試験していく。さらに、実運用場面において新碎石と発生碎石を 5:5 で現場に敷設する方法を検討していく。