

V-19

軌道直下を実施した路盤置換え工法の施工

JR 東日本 東北工事事務所 正会員 ○依田 佐知子
 JR 東日本 東北工事事務所 正会員 向谷地 誠一
 JR 東日本 東北工事事務所 正会員 片岡 賢司

1. はじめに

こ道橋などの線路下を横断する構造物を構築する際、軌道への影響が最も懸念される。近年、軌道への影響が少なく、精度が高い工法とされ、到達側から鋼製のエレメントをけん引する HEP 工法 (High speed Element Pull method) による施工件数が増加している。この工法による場合、エレメントけん引箇所の地質がけん引速度やけん引精度に大きく影響するものと考えられる。今回施工した箇所は、1m 程度の大きな転石混じりの地質であったため、転石を取り除くことによる路盤の陥没やけん引速度の低下が問題となった。そこで、図1に示すように地表からエレメント天端までの土砂の置換えを実施することとした。ここでは、置換え材料についての検討結果と、その効果について述べる。

2. 試験概要

2.1 試験目的

軌道下の路盤は 0.3m 以上の単一層とし、平板載荷試験値 $k_{30}=110\text{MN/m}^3$ 以上が必要である。また、深夜の列車間合 100 分間に掘削から置換え、埋め戻しまで終了する必要がある。そこで、短時間の作業で所要の地盤強度を得られる置換え材料を試験により選定することとした。当施工箇所は材料の仮置きおよび搬入出が非常に困難であったため、転石を除去した発生土を埋戻すことが最も効率の良い作業となる。

2.2 試験方法

試験は「道路の平板載荷試験方法 (JIS A 1215)」により実施し、図2に示す4ケースについて行った。掘削深度はエレメント天端までの 1.2m であり、1層 0.3m の4層とした。ケース1では掘削した発生土砂から大きな転石を除いたものを使用した。ケース2では山砂を、ケース3では最上層にクラッシュランを、ケース4では全てクラッシュランを使用することとした。なお、全てのケースにおいて、最下層はエレメント天端地盤の崩落防止として山砂とセメントを混合したセメント改良土とした。それぞれの材料の粒度試験結果を図3および表1に示す。

締め固めは1層の仕上がり厚を第2層から最下層は 0.3m、路盤の最上層については 0.15m とし、プレート型の転圧機により行った。用いたプレート型転圧機の仕様を表2に示す。最上層を転圧後、平板載荷試験を実施した。

3. 試験結果および考察

表3に平板載荷試験結果を示す。ケース1および2では、路盤として必要な地盤強度を得られなかった。一方、ケース3および4は同等で、目標とする支持力係数 $k_{30} \geq 110\text{MN/m}^3$ を満足した。

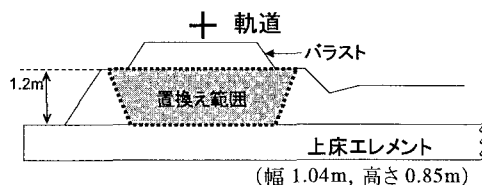


図1 置換え範囲

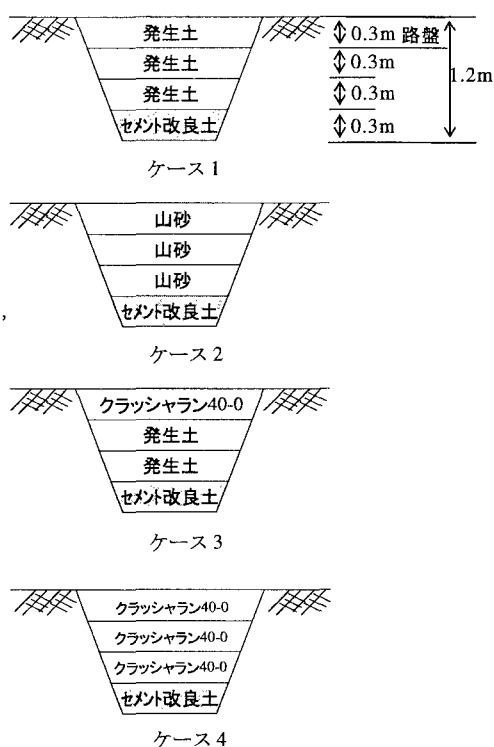


図2 置換え材料試験ケース

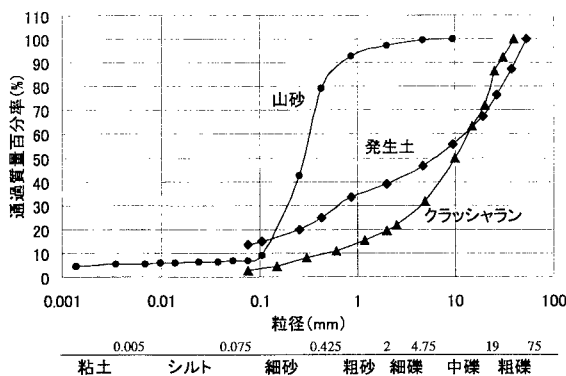


図3 粒径加積曲線

表1 粒度試験結果

	発生土	山砂	クラッシュラン40-0
土質分類	細粒分混じり砂質礫 (GS-F)	細粒分混じり砂 (S-F)	道路用砕石 JIS A 5001(C-40)
均等係数 U_c	565	2.82	28
曲率係数 U_c'	1.29	1.17	2.89
最大粒径(mm)	53	9.5	40

転石を取り除いた発生土は表1に示した均等係数と曲率係数が式①の関係を満たすことから粒度分布が良いといえる。

$$U_c \geq 10, 1 < U_c' \leq \sqrt{U_c} \quad (U_c: \text{均等係数}, U_c': \text{曲率係数}) \quad \cdots \textcircled{1}$$

また、粗粒分を含む砂礫土は一般に小さな含水比で大きな締固め度を得ることができるため、仮置きしたために含水比が下がった状態であっても目標とする地盤強度が得られると推測していた。しかし、結果は 50 MN/m^2 と目標を大きく下回った。この理由として、締め固め方法が影響を与えたものとする。粒径加積曲線から、発生土はクラッシュランに比べて細粒分と粗礫が多く、中間の細～中礫がやや少ないことがわかる。締固めにはプレート型の転圧機を用いたため、プレート部の約 0.2 m^2 に 50 mm 程度の礫が存在すると、その礫がプレートを支えた形となり、周囲の細粒分が締固められず、締固めが不均一であったのではないかと推測する。

山砂については、 $U_c < 10$ により、比較的粒径が均等な土であったといえる。また、細砂を多く含むため、高い締固め度を得るには含水比を高くするか締め固めエネルギーを大きくする必要があったと考えられ、作業前に散水を行うことが有効であったと考えられる。

一方、クラッシュランは最大粒径が 40 mm で細粒分が少ないため、プレート転圧機による締固めしやすい材料であったと言える。しかし、ケース3では、第2,3層の発生土がどの程度締め固められているかが問題となる。最上層のクラッシュランのみの締固め度が評価されている可能性もあり、その場合は、長期の沈下が懸念される。しかし、平板載荷試験における載荷板の影響範囲は、一般に載荷板の直径の1.5から2倍と言われており¹⁾、本試験では載荷板の直径が 0.3 m のため $0.45 \text{ m} \sim 0.60 \text{ m}$ 程度の深さまで評価されているものと考えられる。よって、路床として必要な地盤強度である $k_{30} \geq 70 \text{ MN/m}^3$ は満足しているものと推定できる。

4. まとめ

以上の試験より、軌道路盤として必要な地盤強度を持ち、発生土を使用できるケース3を実際に施工することとした。短時間で高い締固め度を得るためには、散水による含水比調整を必要としない粒度分布の良い砂礫が最も扱いやすいといえる。また、図4に置換え実施前後の元素のけん引時間を示したが、大幅に短縮されたことがわかり、上記試験結果を基に実施した元素上部の置換えは有効であった。

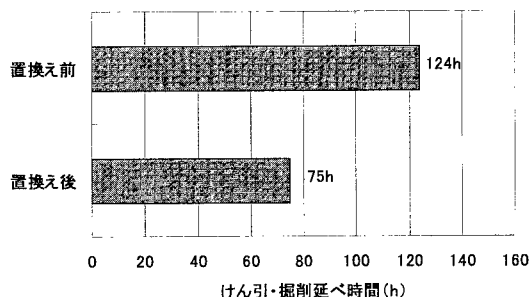
¹⁾土質実験法，高専土質実験教育研究会，鹿島出版会

表2 プレート転圧機の仕様

項目	単位	数値
質量	kg	60
振動数	cpm	5500
プレート寸法	mm	525×360

表3 平板載荷試験結果

	CASE1	CASE2	CASE3	CASE4
実測 k_{30} (MN/m^3)	50	52	126	110
目標 k_{30} (MN/m^3)	110			
判定	×	×	○	○



※けん引・掘削時間は元素1本(約40m)にかかった延べ時間
※陥没対策として約30mの置換え、約10mの薬液注入を実施

図4 けん引・掘削時間