

### 路盤状態及び土のコンシステンシーが軌道変位進み(高低)に及ぼす影響

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○面高 陽紀  
 正会員 熊倉 孝雄  
 正会員 小西 俊之

#### 1. 背景と目的

TC 型省力化軌道(図-1)の敷設工事は、保守修繕費の削減を図る目的として、これまでに首都圏エリアにおいて約 290 kmの施工が完了している。一方で、現在までに敷設された TC 型省力化軌道の一部区間において、路盤や排水状況の不良と考えられる軌道変状が発生し、修繕に苦慮している箇所<sup>1)2)</sup>がある。

本研究では、TC 型省力化軌道が敷設完了した箇所の軌道状態や路盤状況などを定量的に把握することで、最適な軌道構造の種別を選定できる新たな指標を提案することを目的とする。

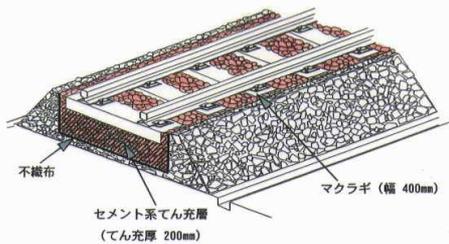


図-1 TC 型省力化軌道

②各パターンで計 22 箇所選定を行い、線路地形や路盤状態・土質状態の項目を調査。

- 地形等周辺状況  
⇒盛土・切土，線路勾配の有無，レール溶接の有無等
- 土質試験  
⇒土粒子密度，含水比，液性限界，塑性限界
- 簡易コーン貫入試験 ⇒ N 値
- 小型 FWD 試験 ⇒ 路盤強度  $K_{30}$  値



図-3 土質試料採取(左)、小型 FWD 試験(右)

③道床を固める線路構造の有効性など、最適な軌道構造の種別選定のための指標を提案。

#### 2. 研究の流れ

本研究の流れは、以下により実施する。

①省力化敷設前(有道床時)と省力化敷設後において、East-i 高低変位(10m 弦)の軌道変位進みを比較・分析し、以下の 4 パターンに分類。

- 有道床時(悪) → 省力化施工後(悪)
- 有道床時(悪) → 省力化施工後(良)
- 有道床時(良) → 省力化施工後(悪)
- 有道床時(良) → 省力化施工後(良)

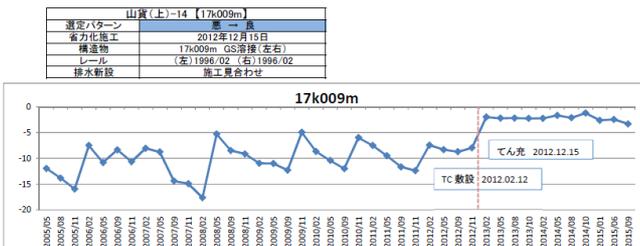


図-2 有道床時(悪) → 省力化施工後(良)のパターン例

#### 3. 調査結果

上記調査結果の一例として、客車・貨物列車走行区間で、通トン 3,500 万トン程度箇所の線路状態(A地点～D地点)を図-4に示す。当該箇所は、B地点～C地点において、局所的にてん充層の縁切れや噴泥が発生している箇所で、高低変位の軌道変位進みが進展している。一方、A地点及びD地点は、軌道変位進みの進展もなく、良好な状態を保っている。

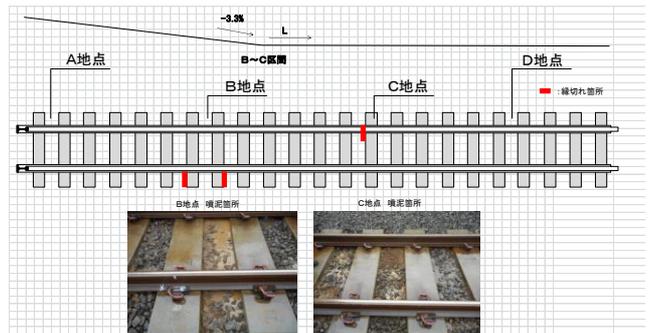


図-4 客車・貨物列車走行区間(通トン 3,500 万トン)の現況

キーワード TC 型省力化軌道, 軌道変位進み, 路盤強度, コンシステンシー指数

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町 2-479 JR 東日本研究開発センター テクニカルセンター TEL 048-651-2389

A地点～D地点のN値，路盤強度  $K_{30}$  値，土のコンシステンシーを図5に示し，以下の項目をまとめた。

- (1) 路盤強度  $K_{30}$  値については，B地点で最も高く，D地点で最も低い値を示した。
- (2) 土のコンシステンシーは，A地点及びD地点では，塑性限界（≒最適含水比）に近く，安定した土の状態といえる。一方，B地点及びC地点については，塑性限界からやや離れた値を示しており，降雨等で自然含水比が上昇すると，液性限界（ドロドロの状態）に達しやすい状態である。
- (3) B地点及びC地点で自然含水比が高い原因は，B地点～C地点間に勾配変化点があり，降雨による滞水等で水が溜まりやすい地形であることが考えられる。

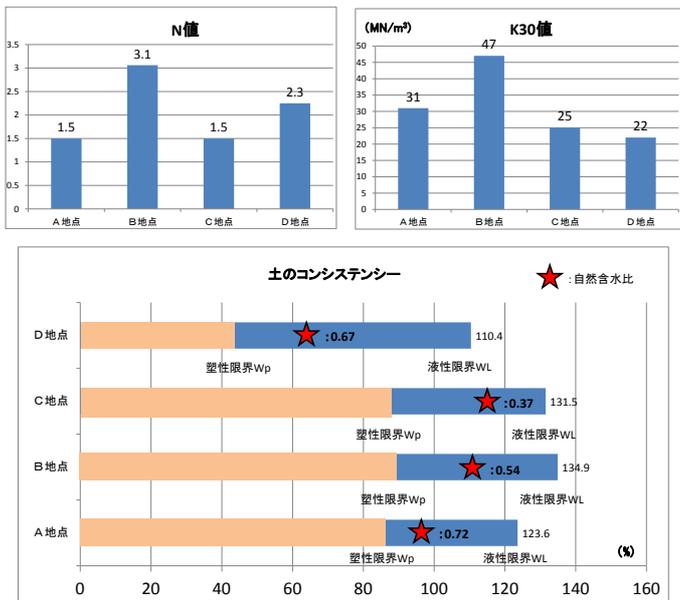


図-5 N値、路盤強度  $K_{30}$  値、土のコンシステンシー

#### 4. 考察

路盤強度  $K_{30}$  値とコンシステンシー係数  $I_c$  の関係を，高低変位 (10m) の軌道変位進みの良・悪に区分した4パターンに分類した項目毎に示すと，図-6の通りとなる。

コンシステンシー指数 ( $I_c$ ) は，液性限界 (WL) から自然含水比 (W) を引いた値を塑性指数 (IP) で割ったものであり，粘性土の硬軟や安定の程度を示す。自然含水比 (W) が塑性限界 (WP) に等しい場合は  $I_c=1$  となり，塑性限界 (WP) より低い場合は  $I_c > 1$  となることから， $I_c \geq 1$  のときは安定な状態にあり，硬い状態である。また，自然含水比 (W) が液性限界 (WL) と等しいときは  $I_c=0$  であり， $I_c$  が小さな値であるときは自然含水比

(W) が液性限界 (WL) に近く，不安定な状態にある。つまり，路盤強度が高いほど，コンシステンシー指数が大きいほど，路盤土の状態としては良好である。

有道床時 (良) → 省力化施工後 (良) のパターンで良好な状態を保持している箇所については，「路盤強度及びコンシステンシー指数は高い」傾向がある。一方，有道床時 (悪) → 省力化施工後 (悪) のパターンで，高低変位 (10m) の軌道変位が進展している箇所には，「路盤強度が高くてもコンシステンシー指数が小さい」または「コンシステンシー指数が高くても，路盤強度が低い」傾向がみられた。

また，近傍に溶接部があり，レール凹凸が存在する箇所においては，上記に依存しないケースがあり，溶接箇所におけるレール凹凸量の管理が重要である。

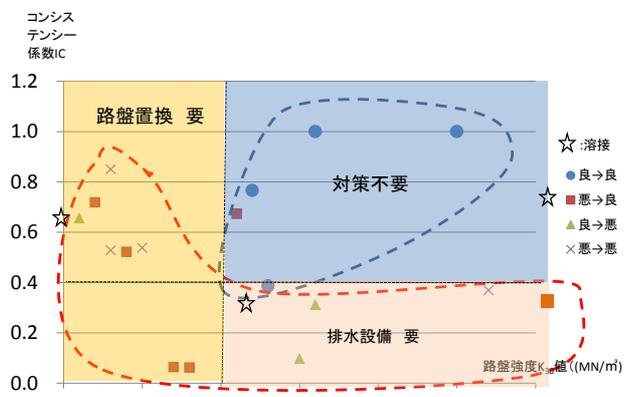


図-6 路盤強度  $K_{30}$  値とコンシステンシー係数  $I_c$  の関係

#### 5. まとめ

路盤強度及び土のコンシステンシーが，TC型省力化軌道の高低変位 (10m) の軌道変位進みに影響を及ぼすことが考えられる。この結果をふまえ，省力化軌道敷設前の事前調査として，図-7のフローによる対策工を実施することで，持続可能な最適の線路構造を目指す。

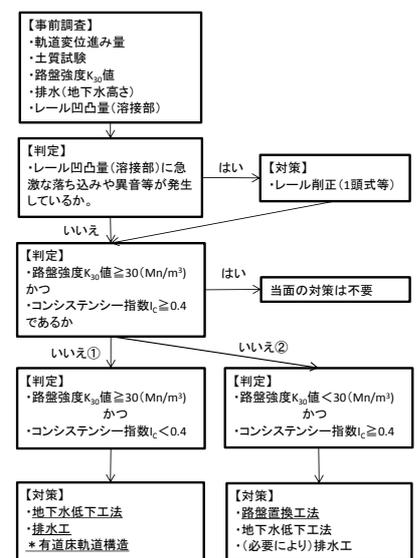


図-7 事前調査による対策フロー

#### 参考文献

- 1) 熊倉孝雄, 石井秀明, 堀雄一郎: 既設線上路盤上省力化軌道における排水設備と軌道変状の評価, 土木学会第66回年次学術講演集, 2011. 9
- 2) 村本勝己, 関根悦夫, 中村貴久: 既設線省力化軌道の路盤変状メカニズムとその対策, RTRI REPORT, V<sub>6</sub>120, N<sub>0</sub>. 4