

既設線土路盤上省力化軌道における排水設備と軌道変状の評価

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○熊倉 孝雄

東日本旅客鉄道(株) 正会員 石井 秀明

東日本旅客鉄道(株) 正会員 堀 雄一郎

1. はじめに

JR東日本では、メンテナンスを低減した軌道をめざして既設線土路盤上省力化軌道であるTC型省力化軌道(図-1)を開発し、敷設総延長は約200kmを超えた。敷設から10年以上が経過し、概ね良好な軌道状態を維持しているが、地下水位が高い箇所や降雨による滞水が顕著な箇所において軌道変状や路盤噴泥が発生することが確認されており、土路盤上省力化軌道の課題となっている。本稿では、その対策として施工している排水設備の設置効果と軌道変状への影響について報告する。

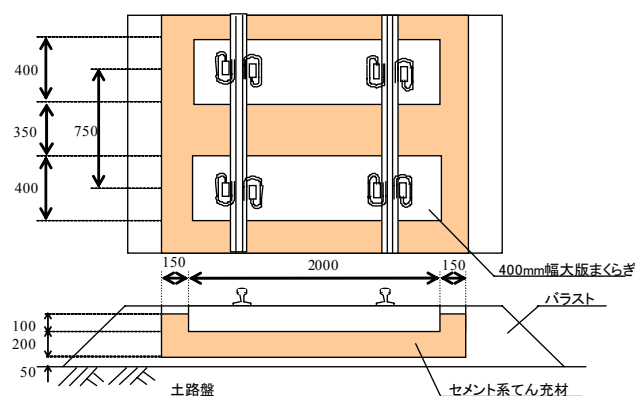


図-1 TC型省力化軌道の概要

2. 研究の目的

既設線土路盤上省力化軌道では、地下水位が高い箇所や降雨による滞水が顕著な箇所において路盤噴泥や路盤変状が発生し、抜本的対策として排水の必要性が指摘されている¹⁾。そこで、TC型省力化軌道では路盤面から500mmよりも高い位置に定常水位がある場合には排水こうを設置することを標準としているが、排水設備設置後の地下水位の変動や軌道への影響を評価した報告はない。

本研究ではTC型省力化軌道敷設に伴う排水設備設置の効果の検証と軌道変状への影響を定量的に評価し、より効果的な排水設備の施工標準を策定することを目的とした。

3. 路盤変状のメカニズム

既設線土路盤上省力化軌道で発生している路盤変状のメカニズムは、図-2に示すとおり路盤面付近の滞水が列車荷重によるてん充層のポンピング作用により水压変動を受け、路盤材料の泥濁化が促進することで発生していると考えられている²⁾。特に路盤面より500mm以内の領域に滞水がある場合には列車荷重の影響を顕著に受け、路盤噴泥の発生が多く確認されている。

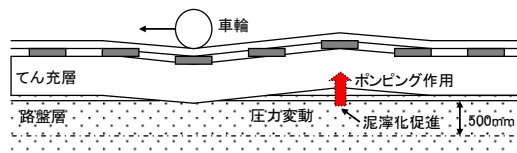


図-2 路盤変状のメカニズム

4. 地下水位および軌道高さの測定

路盤内の定常水位が高い(路盤面から100mm~600mm付近)箇所において、TC型省力化軌道の敷設工事および排水こう設置工事(図-3)を行い、図-4に示すNo.1からNo.8の箇所における地下水位および軌道高さを施工前後を含めて14ヶ月間測定した。

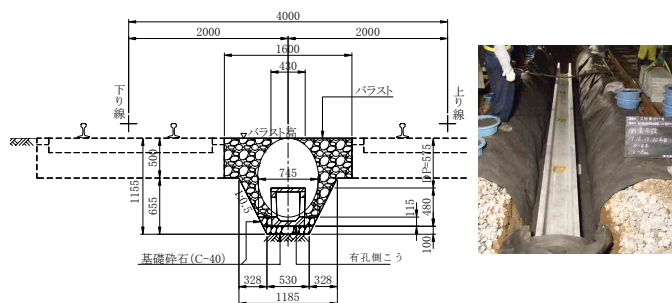


図-3 排水こう施工標準

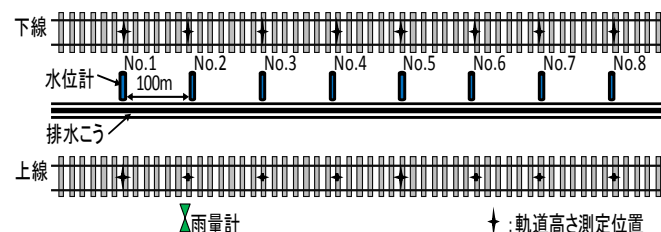


図-4 地下水位および軌道高さ測定箇所

キーワード：TC型省力化軌道、既設線土路盤上省力化軌道、排水こう、噴泥指数

連絡先：J R 東日本研究開発センター さいたま市北区日進町 (Tel 048-651-2389)

5. 測定箇所の地質条件

測定地点No.1からNo.8の路盤より採取した土の基本的性質を表-1に示す。なお、噴泥指数は10以上で噴泥しやすいとされる指標³⁾であるが、測定箇所ではすべての箇所10以上であった。

表-1 測定箇所の地質条件

測定箇所 No.	土粒子密度 g/cm^3	自然含水比 %	液性限界 %	塑性限界 %	塑性指数	噴泥指数	土質分類
1	2.38	100	107	54	53	25	砂混じり有機質火山灰土
2	2.43	100	106	61	44	33	砂質有機質粘土
3	2.10	234	175	91	85	43	有機質粘土
4	2.70	32	29	24	5	16	礫混じり粘性土質砂
5	2.47	121	103	69	34	41	砂混じり火山灰質粘性土
6	2.53	57	51	37	14	23	粘性土質礫質砂
7	2.54	63	54	39	15	25	砂質シルト
8	2.71	87	82	46	36	24	砂質火山灰質粘性土

6. 地下水位の測定結果

図-5に水位計No.7の排水こう敷設前後における地下水位および降雨量の測定結果を示す。

排水こう設置前では総雨量25mmの降雨において路盤面から深さ500mmの境界線（以下、境界線とする）を超える地下水位が降雨完了後も長期間滞留している。排水こう設置後では総雨量168mmの豪雨においても降雨完了から3時間程度で収束し、境界線を下回っている。排水こうの設置により境界線よりも高い位置の滞水がすみやかに排出されることが確認された。

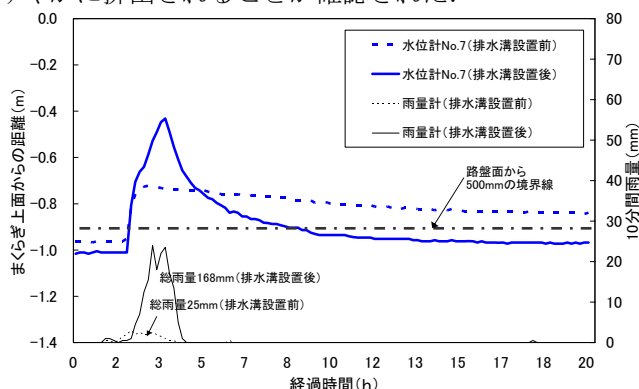


図-5 地下水位および降雨量の測定結果

7. 軌道高さの測定結果

図-6、図-7に排水こう設置前後における軌道高さの測定結果および軌道検測車による10m弦高低測定値の σ 値を示す。

排水こうを敷設する前に省力化軌道を敷設した箇所No.2では、約4ヶ月（1980万通トン）で3mm程度の初期沈下が発生し σ 値は僅かに上昇しているが、その後は沈下が収束し、 σ 値もほぼ一定となっている。省力化軌道を敷設する前に排水こうを設置した箇所No.7では、有道床時の軌道沈下および排水こう設置後の初期沈下が見られたが、てん充填後の沈下は1mm未満と安定しており、 σ 値は1.1mm程度でほぼ一定となっている。

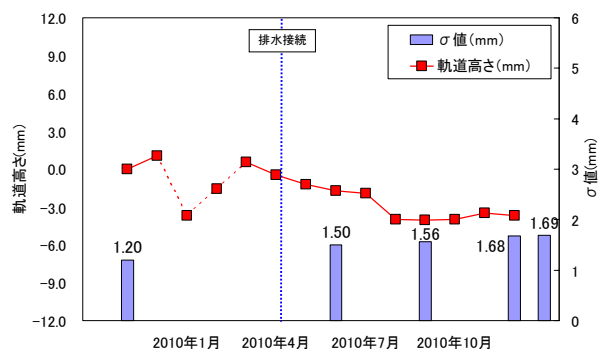


図-6 軌道高さの測定結果 (No.2)

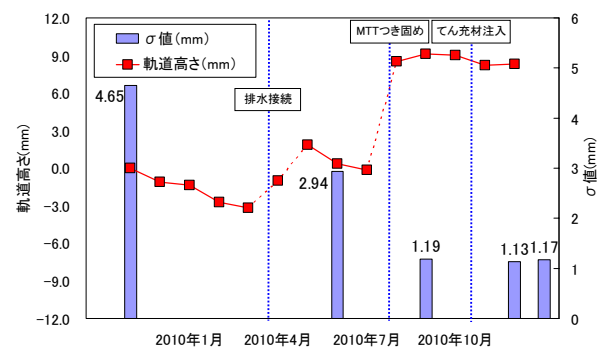


図-7 軌道高さの測定結果 (No.7)

8. 考察とまとめ

- (1) 排水こうの設置により降雨後の排水が促進され、路盤面付近の深さには長期間滞水せず、排水設備が有効に機能していることを確認した。
- (2) 排水設備の設置に伴い初期に軌道沈下が促進される場合があるが、4ヶ月～6ヶ月程度で沈下は収束し、その後の軌道沈下および軌道変位は抑制されることが確認された。
- (3) 排水こうの設置時期は、排水こう設置による軌道の初期沈下が収束した後にてん充填材の注入作業を行うことを標準とし、既にてん充填材注入作業を排水溝設置前に行った場合には、初期沈下が収束した後に必要によりレール面整正を行うことで、より既設線土路盤上省力化軌道の性能の発揮が可能となる。

9. おわりに

本稿では地下水位が高い箇所における水位と軌道高さの検討を行ったが、地質条件の違いにより初期沈下量や収束期間が異なることを確認した。これらの検証については今後の調査により検討していく所存である。

参考文献

- 1) 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, Vol.20, No.4, pp23-28, 2006.4
- 2) 大塚勝, 村本勝己, 関根悦夫: 既設線省力化軌道下の粘性土路盤の変状要因, RTRI REPORT, Vol.18, No.3, pp23-28, 2004.3
- 3) 村本勝己, 中村貴久: 既設線省力化軌道の補修法の改善に関する研究, 日本鉄道施設協会誌, 2009年8月号, pp640-643