

鉄道路盤陥没対策 新たな強制振動機の開発・改良

東鉄工業(株) 正会員 ○土田 大輔

(株)エステック 東ヶ崎博文

マルマテクニカ(株) 猪子寛, 白石諒太

1. はじめに

JR 東日本の全在来線の営業キロのうち、約 80%は土構造区間である。土構造区間で発生する事象のうち、路盤陥没による軌道沈下は、予測困難で列車脱線に繋がる危険を孕み、それを防止することは列車の安全安定運行上、大変重要なことである。JR 東日本では、路盤状況の調査を定期的に行い、その調査結果で空洞やゆるみを確認した場合、強制振動を行い路盤陥没の未然防止に取り組んでいる。

本稿では、従来の強制振動機を概説し、新たに開発・改良した強制振動機について述べる。

2. 路盤陥没の発生原因と対策

路盤陥没の発生原因としては、

- ・線路の下を直角に横断する伏びと言われる陶管が、老朽化により破損し、その上部が空洞となる場合
- ・橋台の建設時や線路下の掘削時の埋戻し土砂の締固め不良により、空洞となる場合
- ・降雨等の自然現象により、路盤材の細粒分が徐々に流出して、路盤陥没する場合

が主な原因となっている(図-1)。

そこで、路盤陥没の可能性がある地盤に対して、『強制振動機』という振動させたH形鋼を路盤の内部に貫入し、路盤下の空隙を埋める機械を用いて対策を行っている。

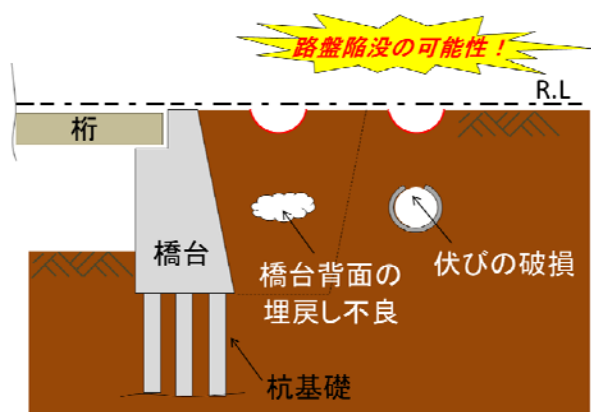


図-1 路盤陥没の発生原因

3. 従来の強制振動機

3. 1 軌陸バックホウ+LHV

バックホウのアタッチメントである LHV (Low Head Vibration) という振動機(杭打機)に H 形鋼をセットし、振動した H 形鋼を路盤に貫入し、路盤下の空隙を埋める機械である(写真-1)。

レンタル機械で対応可能であるが、感電事故防止のため架線との離隔をとる必要に加え、課題として、貫入深さ 1.6m 程度しかないことが挙げられる。



写真-1 軌陸バックホウ+LHV

3. 2 軌陸ダンプ+専用振動機

軌陸ダンプトラックに強制振動専用の機械と発電機を搭載した、強制振動作業の専用機械である。同じく振動したH形鋼を路盤に貫入する(写真-2)。

特徴は、軌陸ダンプと一体となっていることから、軌陸バックホウを運搬する搬送車が不要となる点、貫入深さ 2.0m で、より深くまで貫入できる点である。

課題は、振動時の大きな騒音低減できないこと、専用機械であることから限られた台数のため稼働率も限られたこと、カントに対応していないことである。



写真-2 軌陸ダンプ+専用振動機

キーワード 強制振動, 強制振動機, 路盤陥没, 軌道沈下, 鉄道, 土構造

連絡先 〒160-8589 東京都新宿区信濃町 34 番地 東鉄工業(株) 土木本部 土木エンジニアリング部 TEL 03-5369-7621

4. 強制振動機『振之助』の開発

そこで、従来の課題を解消するために、弊社が直轄で強制振動機の開発に着手した。

従来機からの作業性・安全性向上並びに台数補完を目指し、①貫入深さの増大、②騒音の低下、③カントへの対応、④キ電停止作業不要、⑤軌陸バックホウを含めたオールインワンの専用機械とすること等を目標とした。本機械は、軌陸バックホウ（0.20m³ ベース）のアームに固定されたリーダーをガイドに、貫入杭が振動しながら上下に移動し締固める構造である。

試作機の動作確認の結果、バックホウのアームを市販のまま流用したことから、①重心位置が遠くなり不安定、②高さ制限機能によりアームの限られた稼働領域のため作業性が低下した（写真-3）という課題を残した。改造を実施し専用のショートアームを新規に製作した。これにより、高さ制限機能はそのままでも、アームの可動範囲を広げ、作業安定性も向上した。改造後の全景を写真-4、5に示す。

5. 強制振動機『振之助』の仕様

5. 1 作業性向上

作業性向上として、①貫入深さ 2.2～2.4m へ延長、②高さ制限装置と連動したシリンダー長さ調整機能（写真-6）、③カントに対応したチルト機構（写真-7）、④角度計による施工精度確保（写真-8）を有している。

5. 2 安全性向上

安全性向上として、⑤高さ制限装置による感電事故防止機能、⑥手動で H 形鋼を引き上げる緊急故障時脱出機能、⑦重機旋回時の転倒防止機能を有している。

6. 強制振動機『振之助』の改良

運用から 2 年が経過し、実績が多くなってきたことから 2 号機を追加で製作することとなった。製作にあたり、軌陸バックホウを 0.25m³ ベースと大きくし、リーダーの格納位置をキャビン上方にすることで安定性の向上を図った（写真-9, 10）。また、低騒音化のために、駆動方式をローラチェーン式からラック&ピニオン式へ変更した。

7. まとめ

今後はさらに実績を積み重ね、開発した強制振動機によって路盤陥没の危険性を少しでも低減し、JR 東日本のパートナー会社として、更なる安全・安定輸送の確保に努めていきたいと考えている。本報告が、今後の類似事例の参考となれば幸いである。



写真-3 試作機 全景



写真-4 開発した強制振動機 全景



写真-5 作業全景



写真-7 チルト機構



写真-6 高さ制限装置



写真-8 角度計



写真-9 改良前 移動時



写真-10 改良後 移動時

参考文献

- 1) 小川 孝二：路盤陥没対策としての強制振動機械の開発・導入，日本鉄道施設協会誌，Vol.49，pp661-663，2011.8
- 2) 内藤 考和，他：物理探査手法を用いた鉄度盛土の空洞探査，基礎工，Vol.41，No.9，pp54-56，2013.9