

PCまくらぎ埋込栓補修の効率化

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○ 松丸 和貴
西日本旅客鉄道株式会社 正会員 横田 光司

1. 研究の目的

PCまくらぎは経年が40～50年のものであっても十分な耐力を有しているものと考えられているが¹⁾, 部分的な損傷により, 早期に交換を余儀なくされることがある. 特に, PCまくらぎの埋込栓の不良は部分的な損傷の多くを占めており, 埋込栓の耐用年数は17～20年程度と言われている²⁾. 当社管内の神戸保線区が保守しているPCまくらぎは, 敷設後約50年が経過しており, レール交換やロングレール設定替え作業に伴い, レール締結装置緩解時に埋込栓が破損し, 使用不可能となる事例が多数発生している. 埋込栓が使用不可能となった場合, PCまくらぎの取替えや埋込栓補修を実施する必要がある. しかし, 当該のPCまくらぎは埋込栓以外の劣化はほとんどなく, 健全な状態であることが多いことから, これまでに当区では人力での埋込栓補修で対応してきた. 今回, PCまくらぎ埋込栓補修の施工性の向上および労力の軽減を図ることを目的に, 研究・開発を進めた.

2. 人力によるPCまくらぎ埋込栓補修

人力によるPCまくらぎ埋込栓補修は, ハンディ式の穿孔機を用いて実施する. 穿孔機の重量は1台あたり約9.5kgあるため, 作業員の負担が大きく, 1日の施工数量も限定される. また, 施工時間は1箇所あたり160秒であり, 作業員はその間振動の影響を大きく受けることとなる. 施工品質においても, まくらぎと直角に穿孔すること, 所定通りの穿孔深さを確保することに一定の技量が必要となる.

3. PCまくらぎ埋込栓補修の機械化

人力によるPCまくらぎ埋込栓補修を効率的に実施することを目的に, 連続した埋込栓穿孔作業を行う機械(以下, 「連続施工用穿孔機」という.)が開発されている³⁾. 連続施工用穿孔機は, 過去に大量に敷設された経年の古いPCまくらぎの埋込栓補修を連続的に施工することを目的として開発された. レールの片側2口穿孔仕様のため, 対側レールを施工する場合は機器をレールから退線し, 向きを変える必要がある. また, 連続的に施工することを目的に開発されたため, 小範囲の施工を想定した機器構成である.

4. 新たなPCまくらぎ穿孔機の開発

(1) 新たなPCまくらぎ穿孔機を検討するための課題整理

当区では, 通トンによるレール交換やロングレール設定替時に, PCまくらぎ埋込栓の劣化が広範囲に発生しているため, 広範囲の補修が求められている. また, 左右レール内外軌それぞれに点在しているため移動や穿孔機の位置合わせが多々生じ, 連続施工用穿孔機のレール片側2口穿孔では, レールの退線等に手間が生じることとなる. そこで, 連続施工用穿孔機をベースに, 以下の構造変更を検討することとした.

- 1) 1つの穿孔機がレールの両側に対応すること
 - 2) 穿孔機側台車を前後自由に動かせるようにすること
 - 3) 移動後の穿孔位置合わせを容易とすること
 - 4) 穿孔動作をより単純化すること
- (2) 新たなPCまくらぎ穿孔機

上記の課題に対応するために既存の穿孔機を改良したPCまくらぎ穿孔機(以下, 「改良型穿孔機」という.)を図-1に示す. 広範囲での点在した施工を容易とするため, 機器構成の最適化を図った. 改良型穿孔機の装置概要を以下に示す.

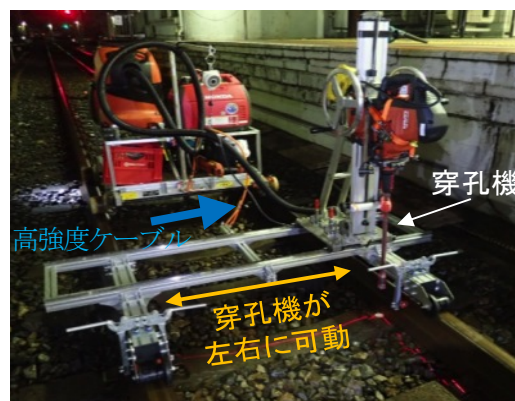


図-1 開発した穿孔機の機構

キーワード PCまくらぎ穿孔機, PCまくらぎ埋込栓補修

連絡先 〒652-0897 兵庫県神戸市兵庫区南通5丁目5-2 西日本旅客鉄道株式会社 神戸保線区 TEL 078-651-9200

1) 穿孔機を横方向にスライドして4口を穿孔

スライド式の台車に固定することで、穿孔機がレール間を移動可能とした。これにより、両側レールに点在した施工においても、レールから退線せずに施工が可能となった。

2) 高強度ケーブルにより穿孔機側台車と電源側台車に一定の距離を確保

装置は、可搬に対応できるよう穿孔機側台車と電源側台車の2台で構成される。そのため、広範囲での移動を伴う作業中に、一方が他方に追従せずに、ケーブル類が破損するケースが想定される。そこで、図-1に示すように引張強度が大きく、絶縁性が高いケブラー素材を用いた高強度ケーブルを使用することとした。この高強度ケーブルにより、前後の動きに余裕をもたせ、移動後の穿孔位置の微調整にも各台車を追従させることが容易となった。

3) レーザーを用いた位置合わせ

連続した施工と比較し、点在した施工では、都度位置合わせに時間を要することとなる。そこで、赤外線レーザーをPCまくらぎ上に照射させることで、穿孔位置を決定できるようにした。これにより、移動後の位置合わせを正確かつ容易に実施できるようになり、手間が軽減した。

4) 穿孔と集塵の同時作業の実現

穿孔作業を実施すると削りくずが穿孔穴に残り、穿孔速度が下がることもある。また、穿孔後に都度、集塵作業を行うと、手間が生じて、効率が落ちることとなる。そこで、図-2に示すように穿孔機のドリル先端に4つの吸引口を設置し、穿孔と同時に粉塵を吸引可能とした。そのため、ブロアーで粉塵を除去する必要がなく、一体化させて吸引するため時間短縮および作業員の削減につながった。また、粉塵量を最小限にすることにより、作業環境も改善した。

5) 穿孔深さ決定の簡素化および軌間内作業の実現

穿孔深さが浅いと埋込栓が挿入できないため、これまでは穿孔後に深さの確認を実施していた。改良型穿孔機では、穿孔機を上下操作するハンドルを設けるとともに、図-3に示すように一定位置で穿孔深さが決定できるようにストッパを設置した。これにより、穿孔後の深さ確認が不要となった。また、軌間内作業が可能となる位置にハンドルを取付けることで、隣接線側に立入るリスクを解消し、安全性が向上した。



図-2 穿孔機と集塵機

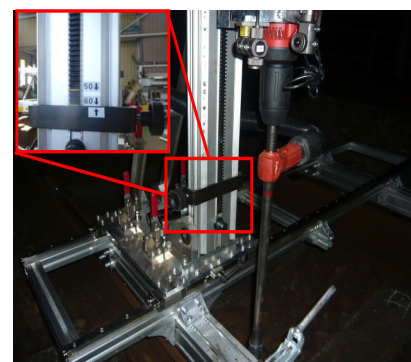


図-3 穿孔位置決定のストッパ

5. 施工性の検証

改良型穿孔機による施工結果を表-1に示す。改良型穿孔機を用いることで、人力施工と比較し、作業人数を2/3、1か所あたりの穿孔時間を70%削減、1日あたりの施工量を2.2倍とすることができた。

表-1 点在した施工箇所における施工比較

	人力	改良型穿孔機
作業人数	6人	4人
穿孔時間 (1箇所あたり)	160秒	50秒
施工量 (1日あたり)	45箇所	100箇所

6. まとめ

PCまくらぎの埋込栓補修を効率化するにあたって、広範囲に点在した施工箇所にも対応できるよう改良型穿孔機を開発した。その結果、PCまくらぎ穿孔および移動毎に生じる調整時間を大幅に短縮することができ、施工性を向上することができた。また、機械化および穿孔動作の単純化により、作業員の負担軽減や隣接線に立入るリスクを解消することで、安全性向上を図ることができた。今後も労働人口減少に対応するために、間合いや施工環境等に柔軟に対応させながら生産性向上につながる機械開発を進めていきたい。

<参考文献>

- 1) 有本仁史他：PCまくらぎの疲労寿命推定に関する検討，土木学会第70回年次学術講演会，2015.9
- 2) 新版軌道材料編集委員会：新版軌道材料，2011
- 3) 池田智史：JR西日本における機械化推進の取組み，新線路，2018.9