

トンネル覆工剥離片除去装置の開発

東日本旅客鉄道(株) 正会員 秋山 保行
 東急車輛製造(株) 茂呂 貴史
 東急車輛製造(株) 高野 直樹

1. 目的

現行のトンネル検査は至近距離からの打音検査が主体であり、検査の再には簡易な浮き部の落し作業も同時に行っている。この作業は粉塵・小片散乱という環境下で、固定された打撃姿勢を強いられる重労働作業であり、これを解消することを目的としてスタートしたのが本開発である。

2. 先端工具の検討

最初に、実際の打撃に対して先端形状が与える影響について、検討を行った。打撃機構としては、打撃の自動化を念頭におき、市販されている電動ハンマを用いることとした。また、先端工具の形状については、基礎試験の結果を踏まえて、図1の5種類を選定した。

試験は先端工具を取り付けた電動ハンマでコンクリート壁面に対し打撃を行い、破損の度合いを評価するものである。評価は打撃力、打撃面積、扱い易さの3つの視点から評価を行うと同時に、基礎試験で実施した試験片での破壊試験も行い、破壊力、亀裂本数、亀裂伸展の評価を行った。また、実際の場面を想定して高架橋壁面の剥離箇所と同様の試験及び評価を行っている（表1）。

試験の結果、先端工具としての評価はJ > H > K > G > Iの順である。これらの結果を総括すると以下のようにまとめられる。

先端工具は球面の方がよい。

突起の数については、剥離の状況により最適数に変化する（例えば、平滑面で広範囲に剥離が発生している場合は先端工具Kが、凹凸面や浮きが深い場合は先端工具Hがよいという結果であった。

3. 支持アームの検討

支持アームは高所作業車上への搭載、屋外作業等を考慮にいれ、以下のような仕様を事前に設定した。

- 高所作業車搭載の発電機にて動作可能なもの
- 軽量であること
- 道路走行時には格納できる構造とする
- 流転防止のブレーキを有すること
- 防塵・防滴対策を施すこと
- 任意の高所作業車への搭載が可能なこと
- 稼動範囲は現状以上とする

これらの条件（仕様）を満足するものとしては、荷役用のバランスが考えられる。しかし、市販のバランスでは本体重量が150kg以上となり、高所作業車上への搭載は難しいため、必要機能の精査を行うとともに、軽量

キーワード トンネル検査、バランス、高所作業車

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町2丁目0番地 東日本旅客鉄道(株) TEL 048-651-2389

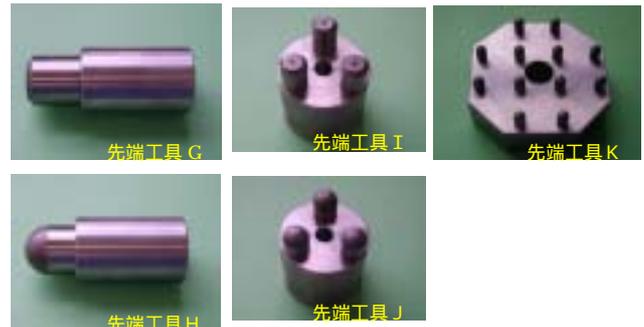


図1 先端形状

表1 試験結果

| | 試験片破壊試験評価 | | | コンクリート打撃試験評価 | | | 高架橋打撃試験評価 | | | 合計 点数 |
|--------|-----------|-------------|----------|---------------|----------------------------|----------|---------------|----------------------------|----------|----------|
| | 破壊 | 亀裂 本数 | 亀裂 伸展 | コンクリート 打撃力 | 打撃 面積 | 扱い 易さ | コンクリート 打撃力 | 打撃 面積 | 扱い 易さ | |
| 先端工具 G | 3 | 1.5 (7本) | 2 | 3 (3.2mm) | 2 (380mm ²) | 4 | 3 (3mm) | 2 (178mm ²) | 4 | 24.5 |
| 先端工具 H | 5 | 1.5 (7本) | 5 | 5 (6mm) | 1 (176mm ²) | 5 | 4.5 (6mm) | 1 (113mm ²) | 5 | 33.0 |
| 先端工具 I | 2 | 3 (11本) | 1 | 2 (3mm) | 3 | 1 | 1.5 (2mm) | 3 | 1 | 17.5 |
| 先端工具 J | 4 | 4 (12本) | 4 | 4 (3.8mm) | 5 (517mm ²) | 2 | 4.5 (6mm) | 5 (253mm ²) | 2 | 34.5 |
| 先端工具 K | 1 | 5 (21本) | 3 | 1 (1.8mm) | 4 (416mm ²) | 3 | 1.5 (2mm) | 4 (241mm ²) | 3 | 25.5 |

化をメインに検討を行った。

(1) 格納機構

高所作業車は道路走行時には、極力高さを押える必要がある。そこで、道路走行時には格納機構が必要となる。今回の検討では折畳式の格納方式を採用した。

(2) 軽量化

支持アームのベースとなる標準型バランサ(BMG-50W)の質量は163kg(本体135kg+台座28kg)であるが、軌陸車の作業床積載質量が400kgしかないこと、人力で支持アームの展開・格納作業を行うことから、各部の構造・材質を見直し、大幅な軽量化を図った結果、本体重量で78kgと大幅な軽量化が達成できた。

(3) 支持アームカバー

支持アーム本体は260mmの高さで格納することが可能となったが、床面に占めるスペースが大きく、剥離除去以外での作業に支障する場合もある。そこで、格納された支持アームをカバーで覆い、その上面を足場として使用することを考案した。支持アームカバーの材質もアルミとし、カバー着脱作業の負担軽減と質量増加の抑制を図っている。カバーは折りたたんで作業床の端部に格納することが可能であり、格納時の専有面積を極力小さくするよう配慮している。カバーが支持アーム取付台座(床板)と連結されているため、走行風圧等により脱落することがなく、着脱の都度作業床への上げ下ろしをする必要もないため、安全性が高い。



図2 高所作業車への搭載状態

(4) 収納ボックス

除去装置(電動ハンマ)、先端工具、コンプレッサ、エアホースなど、剥離片除去作業に使用する主な装置・部品を収納するものである。支持アームと同じ作業床上に設置することにより、支持アーム等のセッティングが迅速に行える。コンプレッサが防水構造となっていないため、収納ボックスにシーリングを施して防水性を高めている。材質は錆に強いステンレスとしている。

4. 現地試験

次に、実際のトンネルでコンクリートのはつり作業を実施し、同装置の使用性についての検証を行った。

先端工具については、架線等の障害物や高所作業車の能力を勘案して、従来の200mmに加え450mmと700mmの3種類を用いている。試験の結果、平均面積で0.5m²、平均深さ2cm程度の浮き箇所を、約1分程度の時間で除去可能であることが確認できた。従来は検査優先となり、後日改めてはつり落とし作業を行っていたが、本装置を用いることにより、短時間でコンクリートのはつり作業ができることが確認できた。



図3 現地試験

5. まとめ

本開発では高所作業車および軌陸車を用いたトンネル覆工剥離片除去装置の試作機を完成させ、各種試験・評価を実施した。操作性・施工能力いずれも良好であり、本開発の目的である「作業負担の軽減」および「施工効率の向上」を実現しうるものであると考える。