

小型電動式二重管削孔機の開発（その2）

(株)関電工 正会員○坂本 幸隆 (株)関電工 赤羽 俊彦 ※1
 東鉄工業(株) 正会員 鈴木 裕明 東鉄工業(株) 高橋 茂 ※2
 露崎工業(株) 露崎 正行

1. はじめに

のり面の耐震補強工事における地山補強材の打設工法として、図-1 のような小型電動式二重管削孔機¹⁾による施工が行われている。本稿では、課題となっている礫質土や障害物等への対応に関する試験施工とその結果を報告する。

2. のり面の現状と課題

のり面の現地盤は様々なものが予想される。特に礫質土や岩においては通常の二重管では削孔することができない。また、障害物への対応も考慮しなければならない。適応する先端ビットは、インナー、アウター共に数種類あるが、今回は、一般的な地山を削孔する汎用ビット（写真-1）、礫石等に対応する礫用ビット（写真-2）、鋼材他金属に対応する鋼材切削ビット（写真-3）、石等破砕するエアハンマービット（写真-4）を用いて試験施工する。

3. 試験施工（礫石地盤および障害物への対応）

のり面における狭隘な足場上の作業を想定し、当該機種を使用した削孔方策を以下に示す。なお、機械の挙動を確認するため、使用する3基のサーボモーター（M1, M2, M3）の回転数、トルク、推力および高負荷による発熱を確認するため、モーター温度を測定する。

(1) 礫石削孔（割栗石 100～200mm）

インナーに汎用ビットおよびエアハンマーを装着した削孔を行う。アウターには礫用ビットを装着しているが、インナーにエアハンマーを装着した削孔は、アウターで回転削孔し、インナーで石を砕くことを想定した（写真-5）。

(2) 礫石削孔（捨石 100kg 以下）

割栗石と同様の装備で削孔する。口径 500mm～1000mm 程度の石のため、削孔角度によっては先端部が横へ逸れてしまうことを想定した（写真-6）。

(3) 木材削孔（枕木 厚 120mm）

アウターに汎用ビットおよび鋼材切削ビットを用いた削孔を行う。インナーには汎用ビットを装着しているが、木くずで先端閉塞してしまうことを想定した。

(4) 鋼矢板削孔（SP-II 型）

アウターに鋼材切削ビットを用いた削孔を行う。削孔は可能であるが、推力、トルクの上昇と共にモーター温度も上昇することを想定した（写真-7）。

4. 試験施工結果

(1) 削孔可否

確認した削孔可否を表-1 に示す。エアハンマーを用いた礫石系の削孔について、栗石程度であればハンマーキーワード 切土耐震補強、二重管削孔、小径棒状、電動駆動、盛土

連絡先	※1	〒108-8533	(株)関電工	東京都港区芝浦4丁目8番33号	TEL03-5476-3853
	※2	〒160-8589	東鉄工業(株)	東京都新宿区信濃町34番地	TEL03-5369-7621

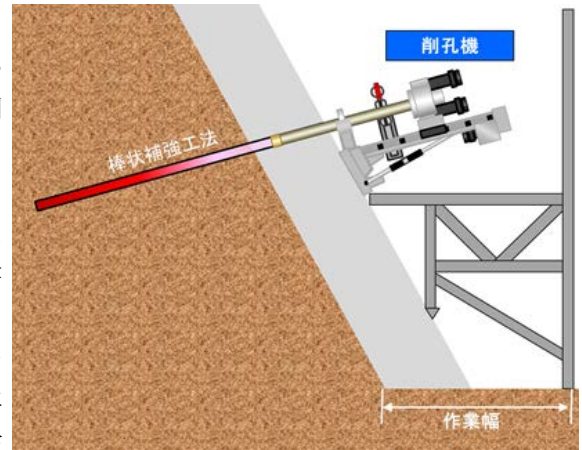


図-1 切土耐震補強イメージ（棒状補強工法）

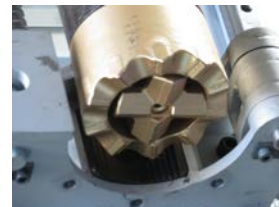


写真-1 汎用インナー
およびアウタービット



写真-2 礫用インナー
およびアウタービット



写真-3 鋼材切削ビット

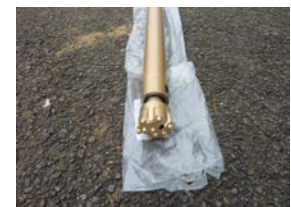


写真-4 エアハンマービット



写真-5 割栗石状況



写真-6 捨石状況



写真-7 鋼矢板状況

を数回たたく程度で削孔可能であった。しかしながら、捨石のような巨石については、インナー部のエアハンマーによる破碎は可能なものの、アウター部の破碎は難しいことを確認した。汎用ビットを用いた木材削孔については、当たる角度にもよるがビットが滑って歯が噛むまでに時間を要することを確認した。

(2) 削孔機の挙動

鋼矢板削孔については、削孔時間と共にモーター温度が上昇し、鋼矢板に接触した後はさらに温度上昇率が高くなることを確認した。特にトルクについては、鋼矢板に接触すると敏感に反応していることから、トルク変化をモニターすることで、地盤の変化や障害物の有無等を確認することができる(図-2)。

捨石削孔については、鋼矢板と同様に捨石に接触してトルクおよびモーター温度が上昇することを確認した。

当初、捨石からビットが逸れてしまうことを予想していたが、捨石への接触角度が良く、ハンマーによる打撃破碎を加えることができた。これにより、アウターの回転によって石を貫通できるものと考えていたが、ハンマーによる破碎は確認したものの、アウターの回転による破碎はできずにモーター温度が上昇して機械が停止した。

後日、削孔した捨石を採取し、石の状況を観察したところ、インナーのエアハンマーによる破碎およびアウターによる回転削孔が確認できた(写真-7, 8)。

5. 考察

(1) ビット選定

鋼材切削ビットはアウター管先端に用いるが、礫石等に接触するとビットが破損することから、必要に応じて対応する障害物専用ビットと考える。また、エアハンマーも同様に礫石対応用ビットと考える。

これよりビットの選定は、汎用ビットによる削孔で支障がある場合、各専用ビットを用いて対応することで礫質土や障害物等への対応が可能となる。

(2) オペレーターの注意点

削孔中、デジタル式制御装置により様々なデータが収集できる。特にトルクについては、地盤の層境や浮石等、直前までと違う支障物に対して応答性能が良いことから、常時監視することによって障害物への早期対応が可能となる。

6. おわりに

本試験施工の結果、適切な削孔方策をたてることによって、小型電動式二重管削孔機を用いた施工が可能であることが確認できた。今後は、インナーのエアハンマーによる打撃をアウター部へ動力伝達する機構を追加し、多様な地盤に対応できる施工方策を確立したいと考える。

参考文献

- 1) 鈴木, 高橋, 赤羽 小型電動式二重管削孔機の開発 2017 年度第 72 回土木学会年次学術講演会

表-1 削孔可否

先端ビット	インナー	汎 用	エアハンマー	汎 用
	アウター	汎 用	礫 用	鋼材切削
粘性土 (ローム)		○	△	○
割栗石 (100~200mm)		△	○	×
捨 石 (100kg以下)		×	△	×
木 材 (枕木 120mm)		○	×	△
鋼矢板 (SP-II 型)		×	×	○

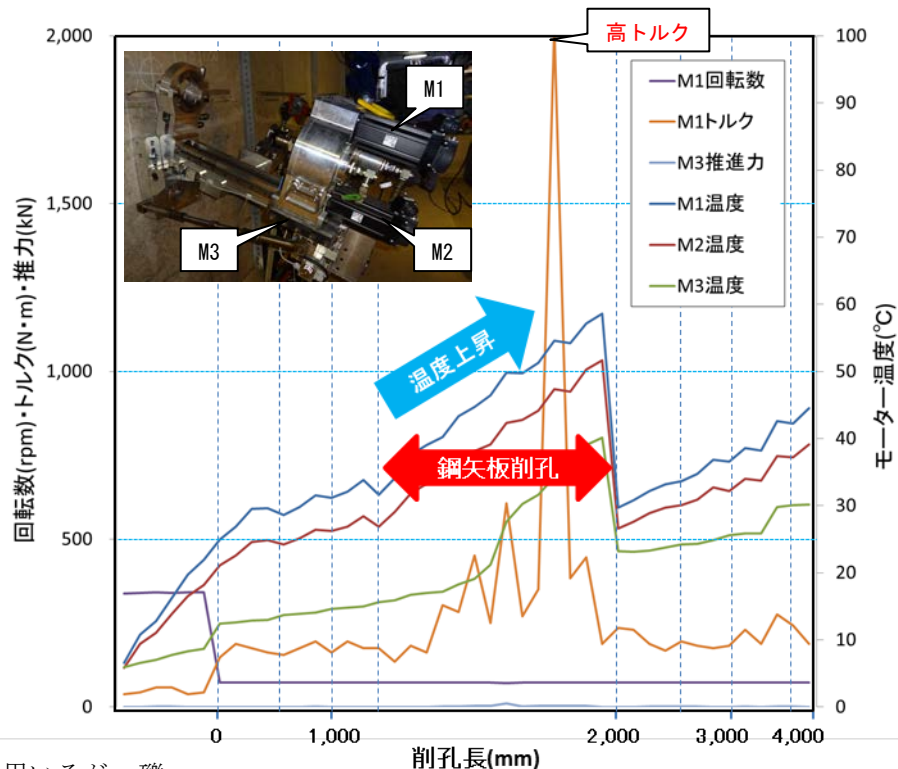


図-2 鋼矢板削孔結果



写真-7 捨石削孔

写真-8 エアハンマー削孔