

小口径鋼管杭による組杭形式のり面抑止工法の開発（削孔試験）

(財)先端建設技術センター 正会員 堀 孝夫
 利根地下技術（株） 正会員 ○前田 忠重
 日本基礎技術（株） 井上 武
 (株)トマック 福富 泰

1. はじめに

山岳地帯における道路建設では長大切土のり面の増加や不安定な地質との遭遇が多くなり、切土のり面に適した合理的・経済的な斜面安定工法に関する研究¹⁾も数多くなされてきている。しかし、切土工における施工条件や地盤条件への適応性、削孔と注入の品質向上、耐久性や施工管理の標準化に関する事項などまだまだ検討を要する課題が残されている。一方、削孔機械の性能向上、削孔ツール類の改良や補強材の多様化に伴い、既設構造物の基礎補強、山岳トンネル脚部補強や地盤補強等の分野において、マイクロパイルが採用されるケースが増えてきている。マイクロパイルとは、小口径（ $\phi 300\text{mm}$ 以下）の場所打ち杭や埋込み杭の総称であり、機動性のあるコンパクトな機械設備で、様々な角度で小口径杭を打設することができる。

そこで、本研究では従来工法が苦手とする玉石混じり礫層や亀裂の多い岩盤等にも適用性が高く、曲げ・せん断および引張り抵抗の機能を期待できる小口径高張力鋼管杭（マイクロパイル）を対象に、高耐力で変形抑止効果の高い、組杭形式抑止杭工法の開発を行ってきた。今回、組杭形式抑止杭工法の施工性の確認および施工管理法の検討を主な目的として、直杭・斜杭の削孔試験を実施したので報告する。

2. 工法の概要

本研究では、ダウンザホールハンマー（D.T.H）と拡張ビットを用いた乾式二重管削孔方式により、小口径鋼管杭を直接打設する施工方法を採用している。グラウト注入方法としては、さまざまな地盤条件に対応でき、補強材の確実な定着が行えるパッカーを用いたステップアップ加圧注入方式を採用し、削孔・注入の品質向上を目指している。また、マイクロパイルを組杭形式で配置し、頭部剛結により杭の耐力を高めた骨組構造としての抵抗機構を発揮させる組杭形式抑止杭工法を開発している。図-1に、工法概念図を示す。

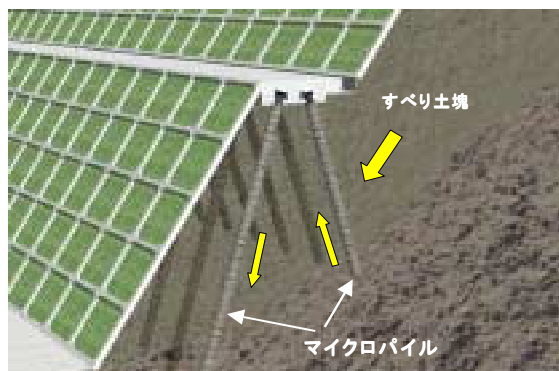


図-1 組杭形式抑止杭工法の概念

3. 試験概要

3.1 地盤条件と削孔試験概要

試験対象の地盤は、表層から粘性の強い礫（ $\phi 2\sim 40\text{mm}$ ）混じり粘土層、暗褐色および灰色の砂岩層、暗緑灰色の泥岩層で、GL-10m程度から薄い垂炭の層を時々挟む。泥岩の標準貫入試験値は、換算N値で約107程度、砂岩は C_L 級であり、地下水位はGL-7～-8m程度である。今回の試験においては、小口径杭の削孔効率、斜杭の削孔精度の確認等を主な目的として、直杭2本・斜杭3本の削孔試験を実施した。図-2に、試験施工の概要を、写真-1～写真-3に、斜杭の試験施工状況を示す。

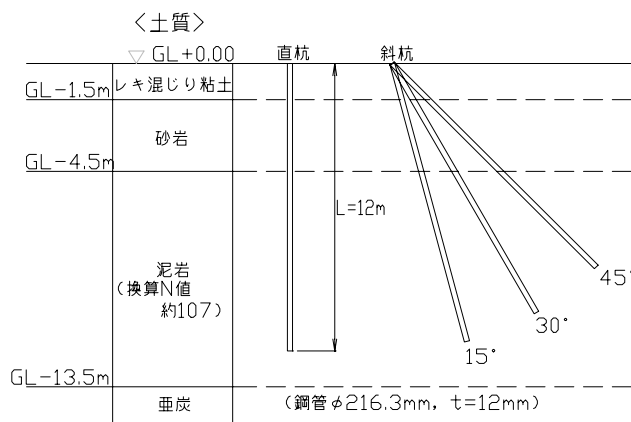


図-2 試験施工概要図

キーワード 切土のり面，抑止杭，マイクロパイル，斜杭，削孔試験

連絡先 〒101-0054 東京都千代田区神田錦町 3-7-1 TEL：03-3296-4774 FAX：03-3296-4744

試験に用いた小口径杭は、 $\phi 216.3\text{mm}$, $t=12\text{mm}$, 1本 3mの鋼管杭をカプラー式ネジ継手による継杭として打設している。使用機械は、SOILMEC製のSM405（117KW, 200KN, ストローク8m, マスト約11m）を用いた。また、削孔ツール類は、6インチD.T.H及び拡張ビット（TUBEX: 削孔径 $\phi 232\text{mm}$, S.MAXBIT: 削孔径 $\phi 239\text{mm}$ ）を採用した。

3.2 調査項目

マイクロパイルの施工は、外径 $\phi 200\sim 300\text{mm}$ の鋼管打設においても、削孔機械・削孔ツール等の開発改良等によって斜杭の施工が可能となった。また、組杭形式抑止杭を対象とした研究²⁾においては、想定すべり面の傾斜角に応じて打設角度を設定する組杭式抑止杭工法の開発を進めており、15～45度の斜杭の施工性・地盤条件に対する適用性の確認を主な目的として、以下に示す調査及び測定を行った。①削孔速度の確認、②削孔精度（ジャイロ式孔芯計測器を用いた設定傾斜角に対する削孔後の傾斜測定）、③施工サイクル測定、④施工手順・施工管理基準の確認等

4. 試験結果および考察

表-1に、試験削孔結果等に基づき算定した組杭形式抑止杭工法の施工歩掛算定結果を、図-3に傾斜角測定結果を示す。D.T.Hと拡張ビットを用いた乾式二重管削孔及び機械式ネジ継手により、従来工法（ロータリー式削孔、削孔時間：粘性土25分/m、砂質土15分/m、硬質土40分/m程度）に比べ施工効率が大幅に向上する。また、斜杭削孔時の傾斜は、15・30度では0.3～0.4度程度と小さく、直進性に実用上の問題が無いこと等が確認できた。施工条件、杭頭の位置決め・固定方法等に留意すれば、斜杭削孔は ± 0.5 度～ ± 1.0 度程度の精度で管理できるものとする。

表-1 施工歩掛の算定結果

角 度	施工歩掛	削孔速度
45度	12～14m/日	約12分/m
30度	14～16m/日	約11分/m
15度	18～20m/日	約9分/m
直 杭	18～22m/日	約8分/m

なお、本研究は先端建設技術センター及び民間14社（奥村組、ケー・エフ・シー、サントヴィックタムロックジャパン、住友金属工業、銭高組、ソイルメックジャパン、大日本土木、東洋建設、利根地下技術、飛島建設、トマック、日本基礎技術、フジタ、三菱マテリアル）で実施している「小口径鋼管を用いた斜面補強システムに関する共同研究」によるものである。



写真-1 斜杭 15 度



写真-2 斜杭 30 度



写真-3 斜杭 45 度の削孔試験状況

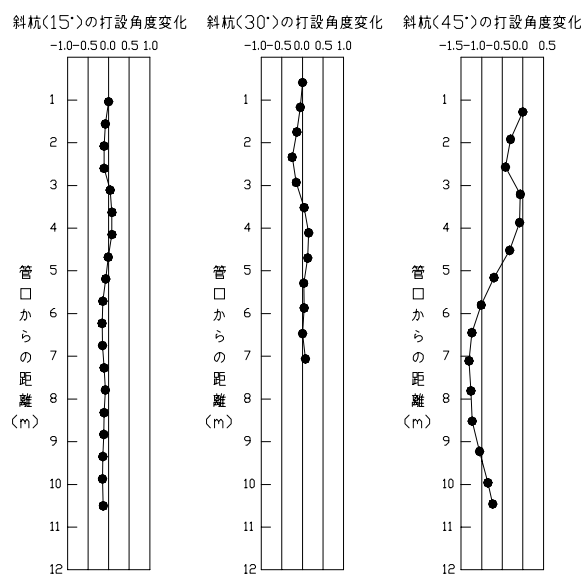


図-3 斜杭の傾斜角測定結果

参考文献

- 1) 高野、田山、緒方、「地すべり抑止杭の設計法に関する提案」、第53回年次学術講演会、pp472-473、1998.10
- 2) (財)先端建設技術センター：「小口径鋼管を用いた斜面補強システムに関する共同研究報告書（その1）」、2001.6