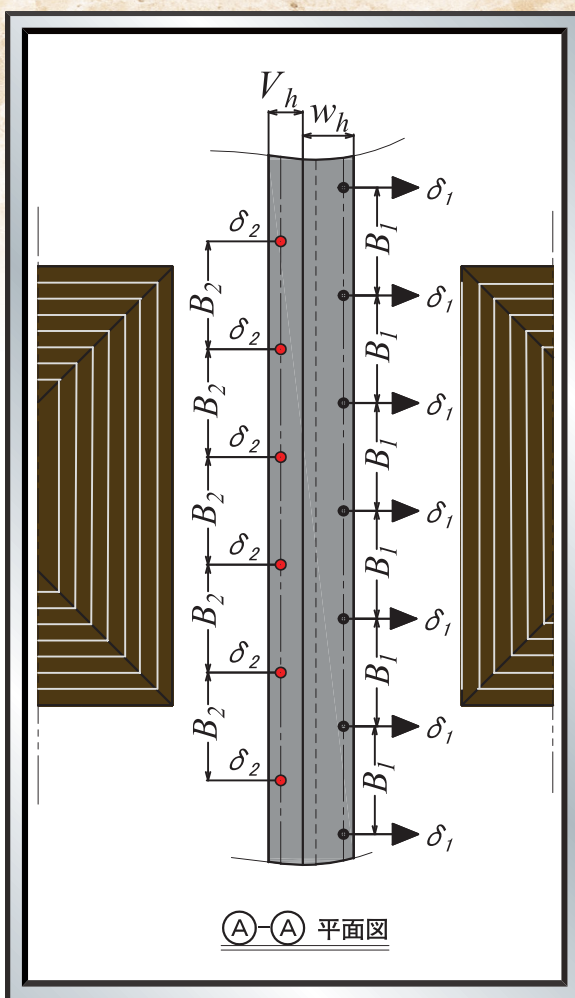
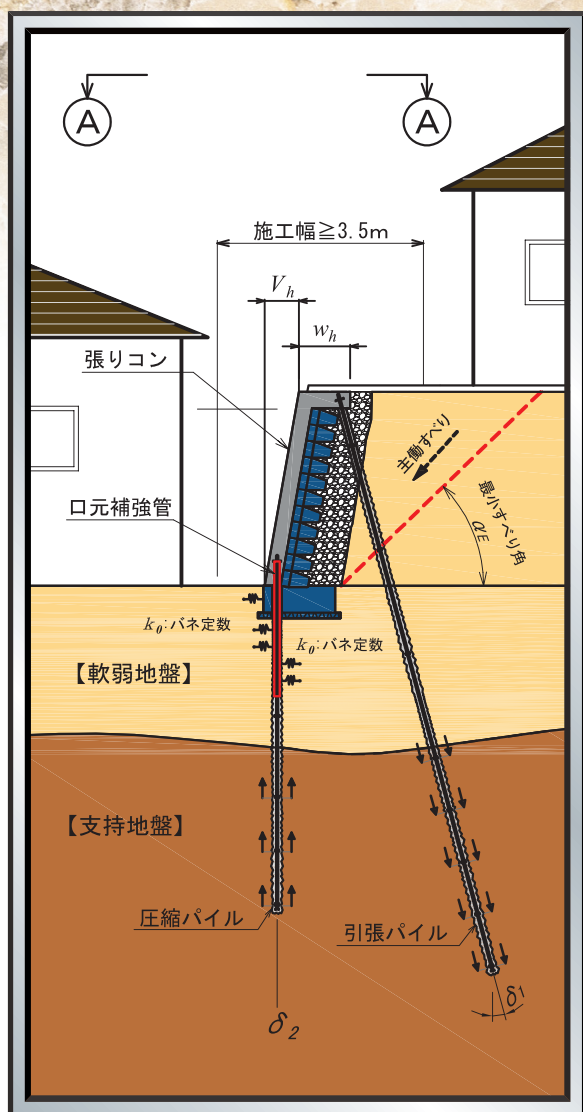


【産学共同開発工法：特許第7029149号】

# 既設空石積み擁壁のマイクロパイルによる 経済的で確実な耐震補強工法

## ハイブリッドMP工法 Hybrid Micropiling Method

Large Scale (Level 2) Earthquake protection for any type of existing dry masonry retaining walls



打設ピッチ ( $B_1, B_2$ ) ; 約1.5m~2.5m



エスティーエンジニアリング株式会社

ST ENGINEERING CORPORATION

〒581-0833 大阪府八尾市旭ヶ丘1丁目108番地2

TEL.072-990-0250 FAX.072-990-0251

E-mail: info-enter@st-eng.co.jp

URL <https://www.st-eng.co.jp>

## はじめに

住宅密集地に数多く存在する既存の石積み擁壁において、胴込めコンクリートが風化している、または空石積みの「規格適用外の擁壁」も数多く存在しており、過去の大規模地震でも多くの倒壊事例が報告されている。このため国土強靱化に向けて、密集した住宅地の狭隘地でも施工でき、低廉で確実な耐震補強が可能な工法が求められていた。**ハイブリッドMP工法**(Hybrid Micropiling Method)は、このような背景から研究・開発された経済的で工期短縮も可能な信頼性の高い耐震補強工法である。

## 工法の説明

ハイブリッドMP工法では、既設石積み擁壁の全面と頭部水平部に鉄筋で補強した張りコンクリートを打設する前に、擁壁天端部に斜め鉛直方向に「引張パイル」と称する呼び径 $\phi 115 \sim \phi 146$ のマイクロパイルを打設する。更に既設石積みの基礎部に「圧縮パイル」と称する「口元補強管付き」のマイクロパイルを略鉛直に打設する。最後に、前記張りコンクリートでマイクロパイルの頭部を連結し、擁壁全面を保護することにより石積み擁壁の「転倒」、「滑動」、および「基礎部の沈下」が生じない補強を完了する。この構造により、張りコンクリートが破壊しない限り石積み擁壁の崩壊は生じず、ボルトの打設ピッチも「引張パイル」と「圧縮パイル」は本カタログの表紙図に記載の如く、約1.5m~2.5mおきに打設すれば良く、極めて経済的な高速施工が可能となる。ただ、打設本数があまりにも少ない個別宅地への対応では施工費の割増しが必要となりうるため複数件数の一括施工が望まれる。

## 設計の概要

ハイブリッドMP工法の設計は、図-1のようにL2地震時の震度法による慣性力を断面を構成する「張りコン」、「積み石」、「胴込めコンクリート」、「裏グリ石」、「滑り土塊」に作用させて擁壁基礎部での転倒、滑動の照査、更に引張パイル及び圧縮パイルの部材応力照査を実施する。

地震時の主働すべり線は試行クサビ法により求め、滑り土圧の水平成分を擁壁の底面より $h/3$ の位置に生じるものとして照査する。

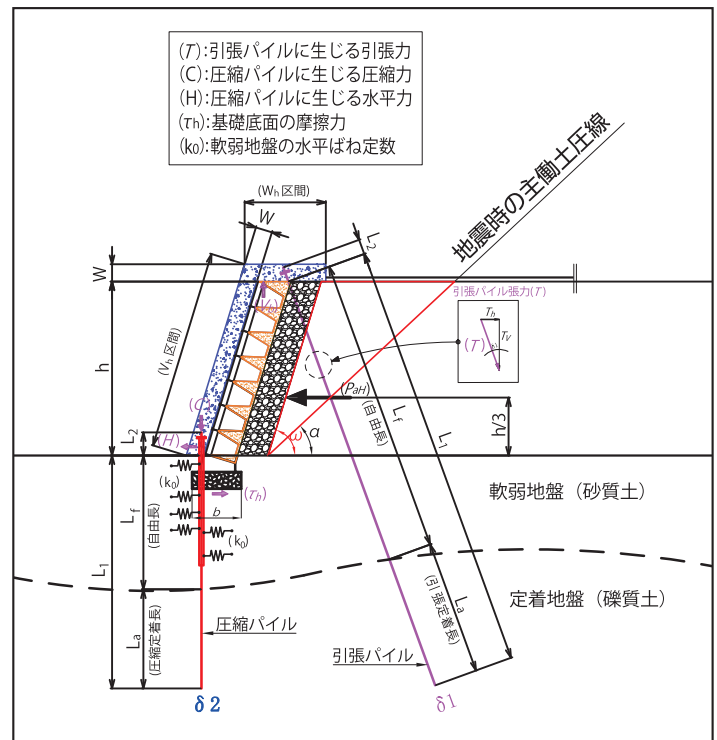


図-1:設計断面の荷重解析の考え方

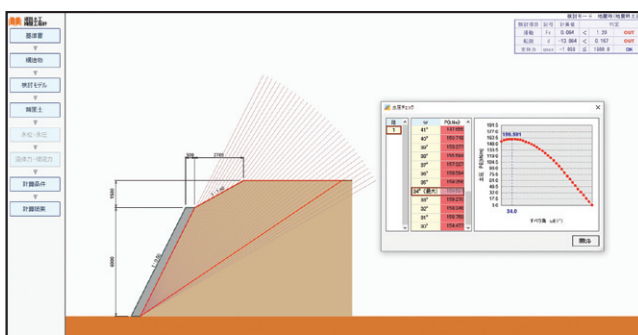


図-2:試行クサビ法の汎用ソフト(例)

試行クサビ法は、フリーソフトも出回っているが、図-2のような比較的安価なソフトも数多く販売されているので参照してみることを推奨する。

## 材料の選択

ハイブリッドMP工法では異形鉄筋の採用も権利化しているが、本工法の実施は特殊部品の在庫が常備されている中空ねじボルト（SPボルト）を採用している。宅地地盤では比較的強固な定着岩盤が浅い位置であることはまれなため、本工法では2重管削孔のセンターロッドに変えてロストビットを使ったスピード施工も選択できるようにしている。写真-1～写真-6にSPボルトの常時在庫している部品例を掲載した。これら部品、設計方法、施工方法の詳細は、別途用意している「ハイブリッドMP工法 設計・施工マニュアル(案)」を参照願います。

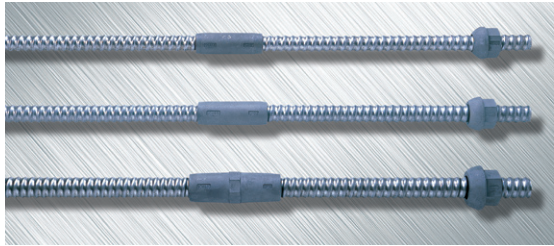


写真-1: 芯材（中空転造ねじ：SPボルト）



写真-2: 各種部品の選択が可能



写真-3: 圧縮パイル用の口元補強管

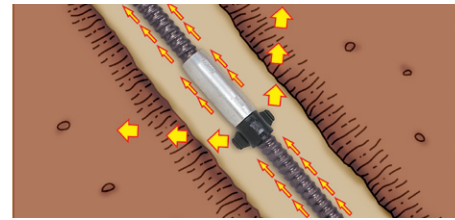


写真-4: 付着改善目的のフックスペーサ

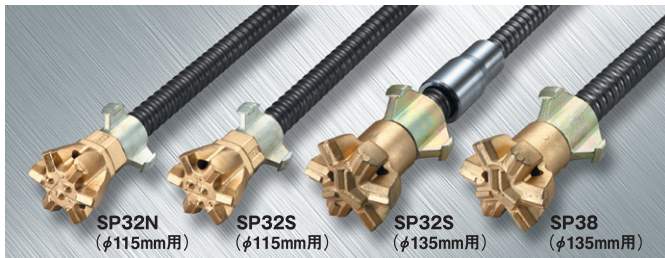


写真-5: 高速施工用のロストビット



写真-6: 後挿入時の底面支圧板

## 削孔径の選択

「引張パイル」および「圧縮パイル」について、以下の3種類の削孔径から選択できる。特に定着地盤が軟弱層の場合は、できれば大きい呼び径を選択する必要がある。この場合、本カタログ表紙に記載の施工幅3.50mのアンカーマシンは、φ146の削孔は能力不足のため、施工幅4.50mが必要な場合もある。

削孔呼び径(mm)	φ115	φ135	φ146
ビット底面図			

## 工法比較 (例)

工法名	ハイブリッドMP工法 (Hybrid Micropiling Method)	網状鉄筋挿入工法 (圧縮型ルートパイル)
設計ケース	試行くさび法(地震時、 $kh=0.25$ )	円弧すべり(地震時、 $kh=0.25$ )
荷重設定	最大土圧角 $=33.0^\circ$ (定着SF $\geq 2.0$ )	Pr $=26.7\text{kN/m}$ (定着SF $\geq 1.25$ )
設計結果	圧縮 $=4.0\text{m}$ 、引張 $=7.5\text{m}$ :( $\phi 135 \times 2$ 列@ $2.0\text{m}$ 千鳥)	芯材 $=8.0\text{m}$ ( $\phi 115 \times 2$ 列@ $0.8\text{m}$ 千鳥)
断面図		
概算工事費	360万円/10m (張りコンクリート工も含む!)	690万円/10m (張りコンクリート工も含む!)
施工期間	(短期): 打設本数が大幅に減少!	(長期): 本数が多くて施工期間が長い!
評価	○	△

## 参考文献

- 1) 宅地空石積擁壁に適用可能な補強方法の力学特性と補強効果に関する遠心場振動台実験 : 佐野和弥, 伊藤和也, 田中剛, 末政直晃, 小浪岳治, 谷山慎吾 ; 第59回地盤工学研究発表会, 23-9-4-05, 2024
- 2) 補強空石積擁壁の補強効果に関する遠心場振動台実験 : 佐野和弥, 伊藤和也, 田中剛, 末政直晃, 小浪岳治, 谷山慎吾 ; 土木学会全国大会第79回年次講演会, III-186, 2024
- 3) 宅地の既設空石積み擁壁に適用可能な補強方法の力学特性と補強効果に関する遠心模型実験 : 佐野和弥, 伊藤和也, 田中剛, 末政直晃, 小浪岳治, 谷山慎吾 ; 土木学会論文集 (Vol.80, No.11, 24-00014, 2024)
- 4) Novel Performance-Based Seismic Reinforcement Method for the Dry Masonry Retaining Wall Located in an Urban Residential Area : Sano K, Sahare A, Ito K, Tanaka T, Suemasa N, Konami T, Taniyama S,; Journal of Earthquake Engineering and Structural Dynamics, pp.1-26, Feb. 2024 (Wiley)
- 5) Research on anti-seismic reinforcement method of existing residential dry masonry retaining wall by centrifuge tilting test and 3D DEM : Sano K, Kikkawa N, Ito K, Tanaka T, Suemasa N, Konami T, Taniyama S,; The 8th International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering (8ICGE), May 2023
- 6) 動的FEMおよび模型実験による上載荷重が存在する擁壁の変形挙動の把握 : 佐野和弥, 伊藤和也, 田中剛, 末政直晃, 小浪岳治, 谷山慎吾 ; 日本地震工学シンポジウム [16JEES, Day3-G418-17, 2023]
- 7) 宅地の既設空石積み擁壁の耐震補強方法に関する遠心場傾斜土槽実験 : 佐野和弥, 伊藤和也, 田中剛, 末政直晃, 小浪岳治, 谷山慎吾 ; 土木学会論文集 (Vol.79, No.3, 22-00204, 2023)
- 8) 圧縮型ルートパイルの設計手段について「荷重の処理法と設計手段の考察」 : 谷山慎吾, 菅原匡孝; 公益社団法人地盤工学会誌2024年2月号 (Vol.72 No.2, pp.32-37)
- 9) 道路土工 擁壁工指針 : 社団法人日本道路協会, 平成24年7月発行