

# 高耐力マイクロパイル工法

## —厳しい制約条件下で施工可能な杭基礎工法—

相良 昌男<sup>1</sup>

<sup>1</sup>株式会社フジタ 建設本部 土木エンジニアリングセンター 技術プロジェクト推進部 次長

既設基礎の耐震補強工事は、桁下の高さ制限や都市部および河川等の狭隘な場所など、厳しい制約条件下での施工が要求される場合が多く、従来工法による増し杭や地盤改良工法では対応が困難な場合がある。このような制約条件下で施工可能な既設基礎の耐震補強工法として開発されたのが、高耐力マイクロパイル(以下、HMPと略)工法である。HMP工法とは、従来のマイクロパイル技術にグラウンドアンカー工法で用いられている削孔技術やグラウトの加圧注入技術を取り入れ、補強材として異形棒鋼に加えて高強度の鋼管を用いることにより、高耐力・高支持力を可能にした杭である。本発表では、HMP工法の概要と施工事例について紹介する。

キーワード：杭基礎，耐震補強，マイクロパイル，増し杭，斜杭

### 1. 高耐力マイクロパイルとは<sup>1)</sup>

一般に、マイクロパイルとは杭の直径が 300mm 以下の場所打ち杭・埋込み杭の総称である。図-1 に主なマイクロパイルの分類を示す。

マイクロパイルの中でも、構造物の支持や耐震補強用として開発された工法が高耐力マイクロパイル(以下、HMP ; High capacity Micro-Pile)である。

HMP 工法は、従来のマイクロパイル技術にグラウ

ンドアンカー工法で用いられている削孔技術やグラウトの加圧注入技術を取り入れ、補強材として異形棒鋼に加えて高強度の鋼管を用いることにより、高耐力・高支持力を可能にした杭である。HMP の概念図を図-2 に示す。なお、本工法は、第 7 回国土技術開発賞入賞技術<sup>2)</sup>である。

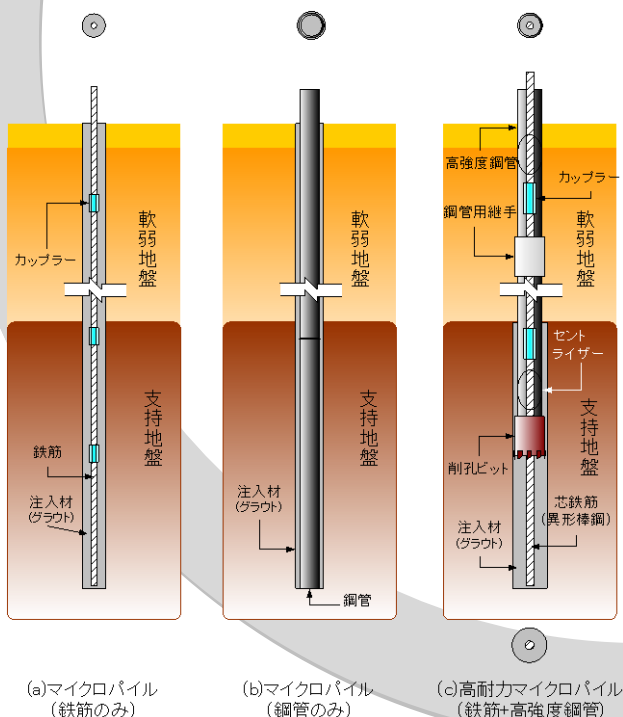


図-1 マイクロパイルの分類

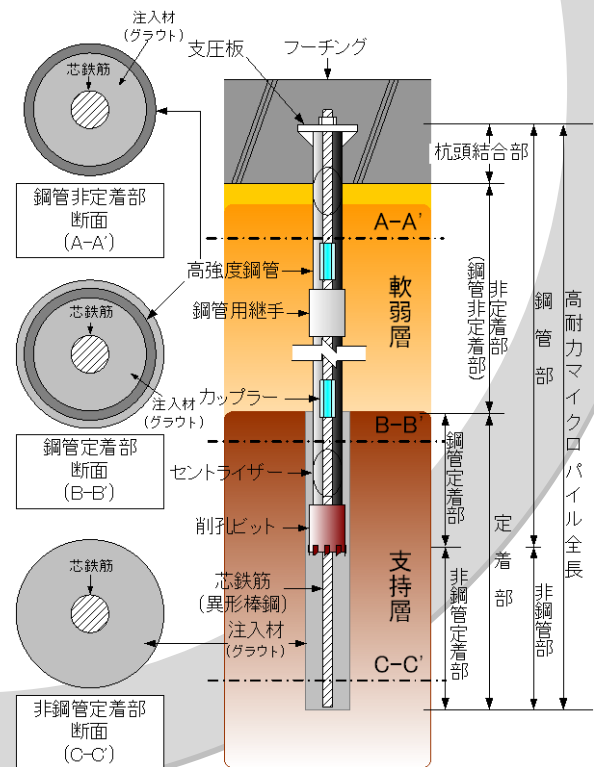


図-2 高耐力マイクロパイル概念図

## 2. 高耐力マイクロパイル工法の特徴

HMP工法の主な特徴を以下に示す。

### (1) 設計面

- ① 注入材(グラウト)を加圧注入し、補強材として異形棒鋼と高強度鋼管を用いることで、小口径にもかかわらず大きな支持力を確保できる。
- ② 耐震補強等で用いる際は、従来の杭工法に比べて、増しフーチング面積を小さくできる。
- ③ 斜杭を設計に取り入れることで、水平荷重に対して効果的である。

### (2) 施工面

- ④ 施工機械が小さいため、狭隘かつ低空頭の間でも施工可能である。
- ⑤ 杭径が 300 mm以下と小さいため、地中障害物や既設構造物への影響を減じることができる。
- ⑥ 軟弱地盤から砂礫地盤、岩盤まであらゆる地盤での施工が可能である。
- ⑦ 小型ボーリングマシンの削孔により、騒音や振動が少ない。
- ⑧ 杭径が細いことから、掘削土量が少ない。

## 3. 発表概要

中国地方建設技術開発交流会 2015(広島県会場)で説明予定

のパワーポイントシートの抜粋を以下に示す。

施工方法、施工事例等については以下を、設計法と施工管理については参考文献3)を参照されたい。

### 参考文献

- 1)高耐力マイクロパイル研究会設立 10 周年誌, 高耐力マイクロパイル研究会, 2007年6月
- 2) (財) 国土技術研究センター他: 「第 7 回国土技術開発賞(平成 17 年度)受賞技術概要」, pp.21-22, 2005年7月
- 3) 独立行政法人土木研究所, (財)先端建設技術センター他: 既設基礎の耐震補強技術の開発に関する共同研究報告書(その 3), 高耐力マイクロパイル工法設計・施工マニュアル(6 分冊の 2), 整理番号第 282 号, 2002(平成 14)年9月

## マイクロパイルとは

■マイクロパイル(Micropile)は、直径が300mm以下の小口径の場所打ち杭・埋め込み杭の総称

■世界では、

- ルートパイル
- ニードルパイル
- ミニパイル
- ソイルネイリング
- ピンパイル・・・etc. と呼ばれています

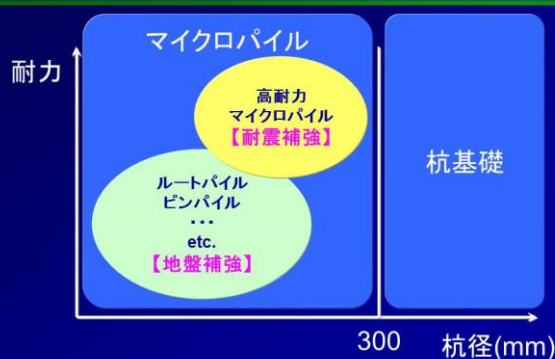
中国地方建設技術開発交流会 2015(広島県会場)  
2015.10.27

## 高耐力マイクロパイル工法

—厳しい制約条件下で施工可能な杭基礎工法—

株式会社フジタ  
建設本部 土木エンジニアリングセンター  
技術プロジェクト推進部 相良 昌男

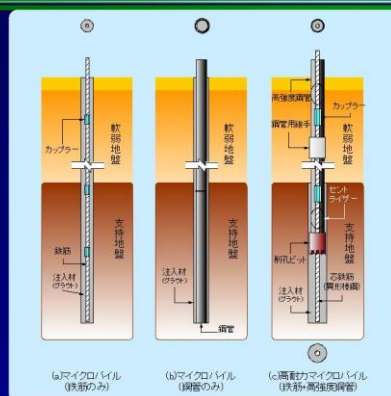
## マイクロパイルの分類



## 発表内容

- ①マイクロパイルとは?
  - マイクロパイル&高耐力マイクロパイル
- ②特長と適用範囲
- ③施工方法
- ④施工事例
- ⑤適用条件

## マイクロパイルの分類

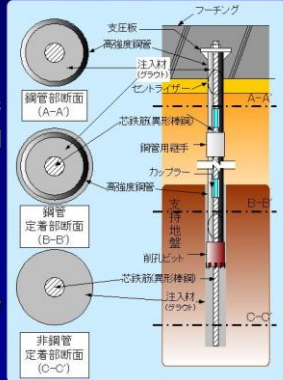


## 高耐力マイクロパイルの概要

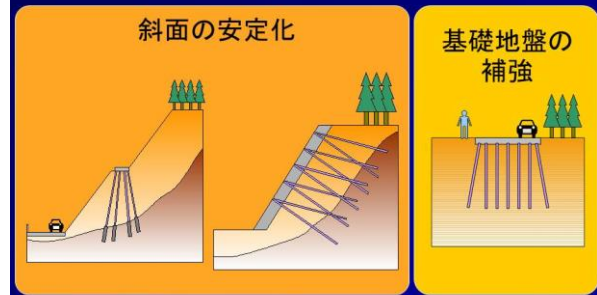
高耐力マイクロパイル  
＝従来のマイクロパイル  
の技術

- + 注入材の加圧注入技術
- + 補強材として異形棒鋼
- + 高強度の鋼管

⇒小口径でも  
高耐力 高支持力  
(1000kN以上を有する)  
定着部のグラウトと支持  
地盤の摩擦により支持



## 地盤補強



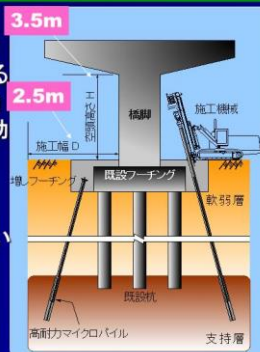
## 主な特長

### ■設計面

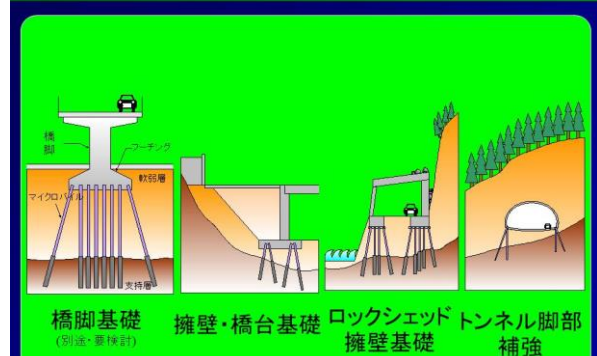
- ・ 細径でも高耐力・高支持力
- ・ 基礎フーチングが小さくなる
- ・ 押込み・引抜き両方に有効
- ・ 水平力に対して斜杭が有効

### ■施工面

- ・ 狭いスペースで施工可能
- ・ 騒音・振動が小さい
- ・ 既存構造物の影響が小さい
- ・ 機材搬入が容易
- ・ 掘削土量が少ない



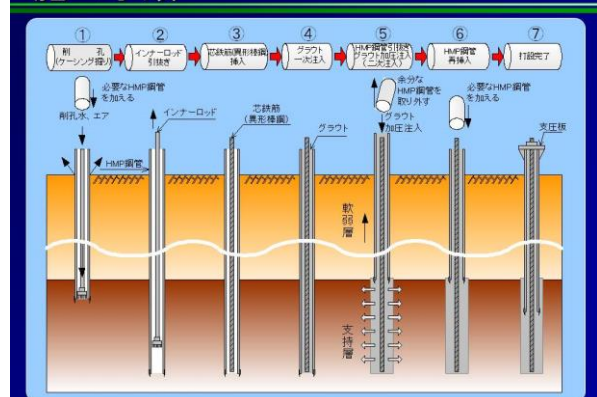
## 構造物の新設基礎



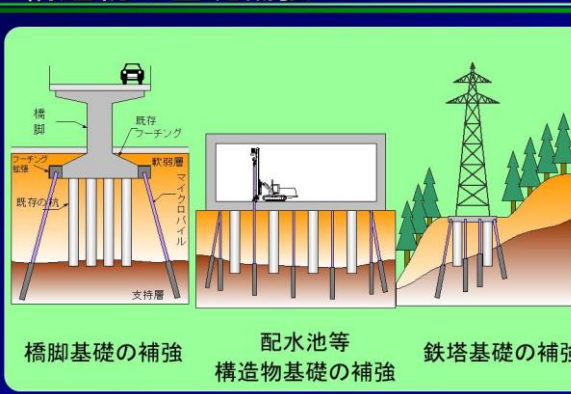
## 適用範囲

| 分野      | 目的       | 例                          |
|---------|----------|----------------------------|
| マイクロパイル | 構造物の新設基礎 | 橋梁、擁壁、トンネル、鉄塔、処理場、タンク、棧橋基礎 |
|         | 構造物の基礎補強 | 耐震補強、アンダーピーニング、機能回復（洗掘対策）  |
|         | 地盤の安定化   | 地すべり防止、切土法面補強、土留め          |
|         | 基礎地盤の補強  | 改良                         |

## 施工手順



## 構造物の基礎補強



## 施工事例 I

- 工事名 国道9号米子地区橋梁耐震補強工事
- 発注者 国土交通省 中国地方整備局 倉吉河川国道事務所
- 工事箇所 鳥取県米子市蚊屋～宗像地内
- 工事内容
  - 上空制限が厳しいことから高耐力マイクロパイル工法が採用された。宗像大橋については、堤防護岸内の橋脚であり、鋼矢板締切内の狭いヤードに機械を配置して施工する必要があった。
  - HMP P1:直杭 19m×20本、P2:斜杭 13.5m×18本
- 杭延長 380(宗像P1)+243(古豊千P2)=623m
- 工期 平成24年10月～平成25年1月







## 国道9号米子地区橋梁耐震補強工事



## 亀戸給水所配水池 耐震補強工事



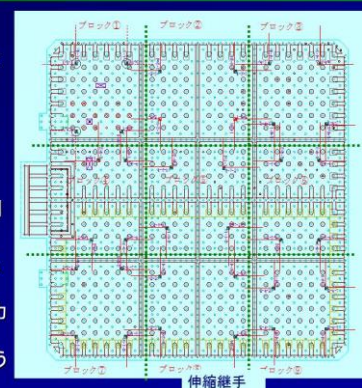
## 施工事例 II

- 工事件名 : 亀戸給水所配水池基礎耐震補強及び場内整備工事
- 工事番号 : 配水施設工事 第2740000号
- 工事場所 : 江東区亀戸2-6(東京都水道局亀戸給水所)
- 工期 : 平成16年8月19日 ~ 平成17年5月6日
- 施工 : 株式会社フジタ
- 発注者 : 東京都水道局
- 配水池基礎耐震補強工
  - 高耐力マイクロパイル
    - L=38.3m × 46本、
    - L=48.3m × 20本、鋼管径178mm
  - 杭頭部補強工
    - 36箇所

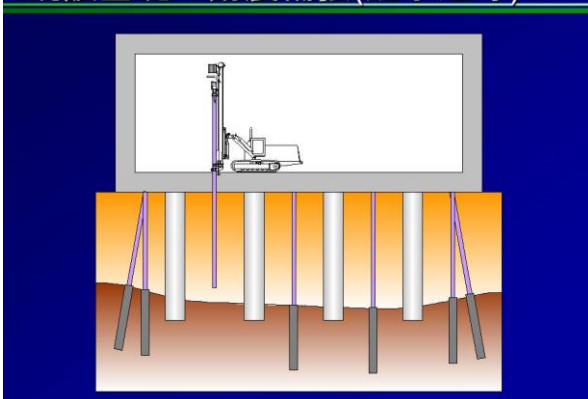


## 亀戸給水所配水池 耐震補強工事

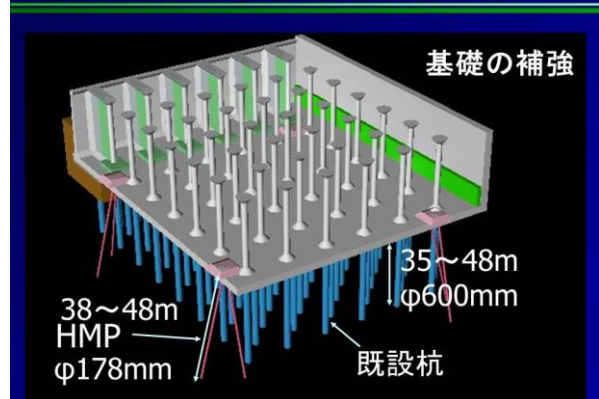
- 既設杭(1696本)
  - 直径600mmのPC杭
  - 地下約35mの支持地盤
  - 約2mの間隔で千鳥配置
- 配水池は伸縮継手
  - 9つのブロックに分割
- 配水池の基礎補強
  - 各ブロックの4隅から斜め下に2本ずつ
  - 約38~48mの高耐力マイクロパイル
  - 既存の杭間を縫うように配置



## 既設基礎の耐震補強(配水池等)

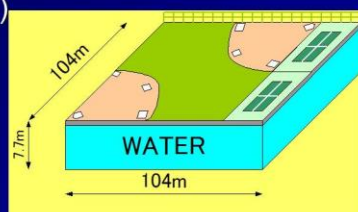


## 亀戸給水所配水池 耐震補強工事



## 亀戸給水所配水池 耐震補強工事

- 1970年(S45年)完成
- 高さ; 7.7m
- 幅; 104m × 104m
- 貯水量; 60,000m<sup>3</sup>





## 亀戸給水所配水池 耐震補強工事



## 亀戸給水所配水池 耐震補強工事

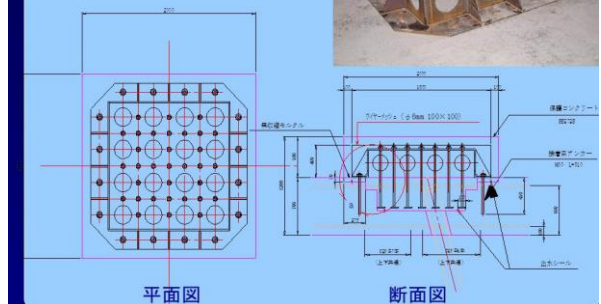


## 亀戸給水所配水池 耐震補強工事

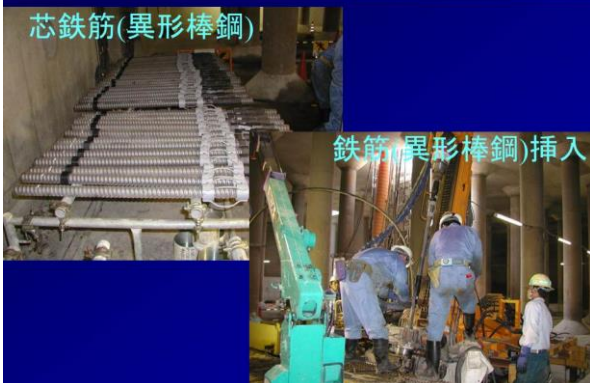


## 開口部底版補強

### 鋼製ボックス

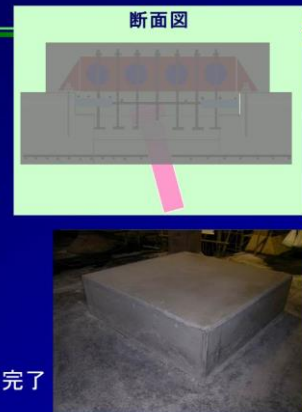


## 亀戸給水所配水池 耐震補強工事



## 杭頭処理

- ① 杭頭鋼管設置
- ↓
- ② 底版鉄筋復旧・せん断補強筋設置
- ↓
- ③ 底版補強 鋼製ボックス設置
- ↓
- ④ コンクリート打設・完了



## 亀戸給水所配水池 耐震補強工事



## 高耐力マイクロパイルの適用条件

|          |                                                                                                                                  |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 適用条件     | 低空頭、狭小スペース、橋桁の直下での施工および基礎の拡大幅に制約がある場合に適する。                                                                                       |
| 必要な施工ヤード | 最小桁下空間: 3.5m (削孔機種、杭配置条件による)<br>最小施工幅: 2.5m (削孔機種、杭配置条件による)<br>注入プラント・泥排水処理プラント占有面積: 各々30m <sup>2</sup> 程度 (泥排水処理プラント規模は施工条件による) |
| 適用範囲     | 最大深度: 50m<br>杭径: 150~300mm (標準補強鋼管径 178mm)                                                                                       |
| 土質条件     | 硬岩、軟岩、礫質土、砂質土、シルト、粘性土、有機質土                                                                                                       |