平成28年度 一般社団法人コンクリートメンテナンス協会 「コンクリート構造物の補修・補強に関するフォーラム」 講演資料

## 『狭隘な施工条件での基礎補強』

~マイクロパイル技術~

高耐力マイクロパイル研究会

稲冨芳寿

## 目次 【マイクロパイル工法】

- 1. 開発の背景
- 2. 工法概要
- 3. 施工実績統計
- 4. 施工事例紹介

## 1. マイクロパイル工法開発の背景

## 1995年 兵庫県南部地震



共同研究パンフレットより

橋脚の倒壊や落橋など、道路橋に対する大きな被害が生じた。



1996年、2002年 道路橋示方書の 改訂

#### 基礎を含めた構造系全体の耐震性向上

既設基礎補強の必要性が高まる一方で、 大きな課題も・・・

- ●桁下での作業は、施工が困難で コストも高額。
- ●作業空間確保のため、現道の規制が必要。



桁下空間や近接構造物の影響が少ない 効率的な基礎補強技術が必要

#### 『既設基礎の耐震補強技術の開発』

(独) 土木研究所、(財) 先端建設技術センター、民間12社による共同研究 (開発期間 H11~H13)



#### 目的

- 桁下空間や狭隘地での施工
- 近接構造物、交通規制への影響など、 きびしい現場制約条件に対応できる "既設基礎の補強技術の開発"

## 共同研究により開発された技術

- 1) 高耐力マイクロパイル工法(HMP工法)
- 2) STマイクロパイル工法(STMP工法)
- 3) ねじ込み式マイクロパイル工法
- 4) 小径ドレーン工法(液状化対策)
- 5) SSP工法(パイルベント橋補強)



#### 開発の成果

共同研究報告書

「各工法設計・施工マニュアル」 平成14年9月

## マイクロパイルとは

マイクロパイル工法とは、杭径300mm 以下の小口径鋼管を用いた杭の総称。 小型の施工機械(3t~15t程 度)で短尺(1~3m程度)の鋼管を継 足しながら施工するため、従来の杭打 ち機では施工が困難であった桁下や狭 隘地において、標準的な施工が可能。

## マイクロパイル工法の特長



- ●仮設備を含めた施工設備が 小さい
- ●周辺影響が小さい
- ●地盤条件への適用性が高い



橋梁補強以外にも水道、 電力などのライフライン施設補強や災害復旧など"適用が拡大"

## マイクロパイル工法の種類と概要

- 3種類のマイクロパイル工法
  - 1) 高耐力マイクロパイル工法 (HMP工法) (NETIS No. CG-000014-V)
  - 2) STマイクロパイル工法(STMP工法)
    (NETIS No. HR-030012-V)
  - 3) ねじ込み式マイクロパイル工法 (NETIS No. CB-030009-A)

NETIS(国土交通省:新技術情報提供システム)

# 2. 工法概要

#### 1) 工法概要

#### 概念図 構造細部 概要 杭体となる鋼管をケ ーシングとして孔壁 支圧板 を保護しながら地盤 高強度鋼管 中間層 を削孔し、定着部補 無視 強用の異形棒鋼を挿 セントライザ・ カップリング 入した後、鋼管内部 異形棒鋼 および良好な支持層 内にグラウトを加圧 注入することにより 支持層 摩擦抵抗の大き 摩擦強度 圧グラウト体を アンカー する カプラー リングビット+ インナービット 先端無視

摩擦強度:場所打ち杭の2倍以上

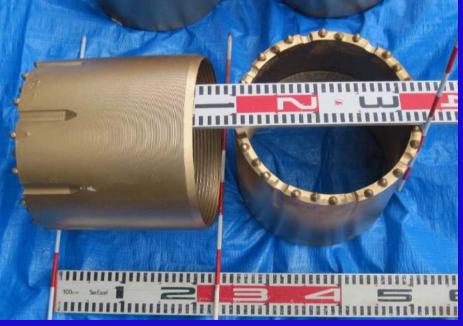
## 2) 使用材料



# 3) 削孔用ビットの種類



普通土用

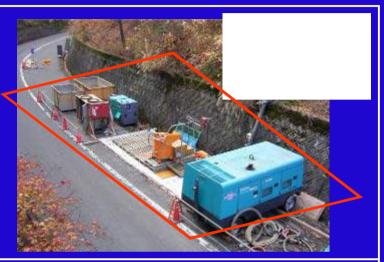


硬質地盤用

## 4) 施工設備

削孔機 クローラ タイプ (7~12t級)





削孔機 スキッド タイプ



ドリルユニット (3t程度)



パワーユニット (2t程度)

## 5) 削孔機の種類①: クローラタイプ





H=3.9m : 適用鋼管長 1.0m

H=4.5m~5.0m: 適用鋼管長 1.5m

H=6.0m~7.0m: 適用鋼管長 2.0m

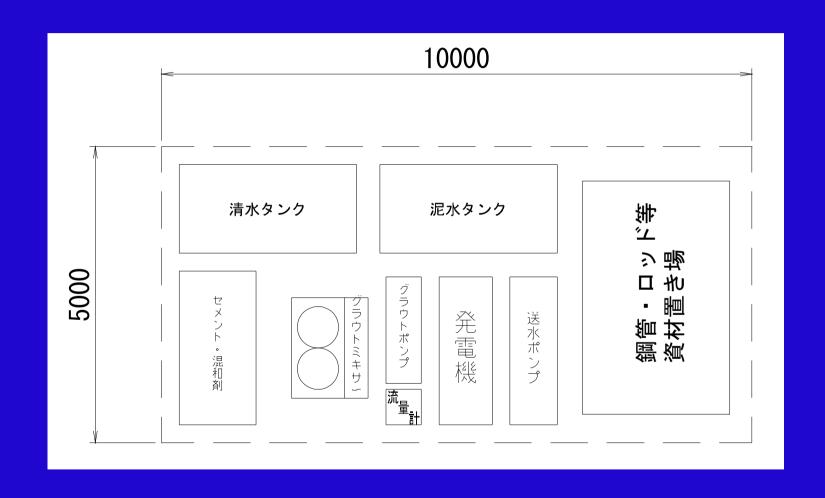
機械重量 約12 t

## 6) 削孔機の種類②: スキッドタイプ

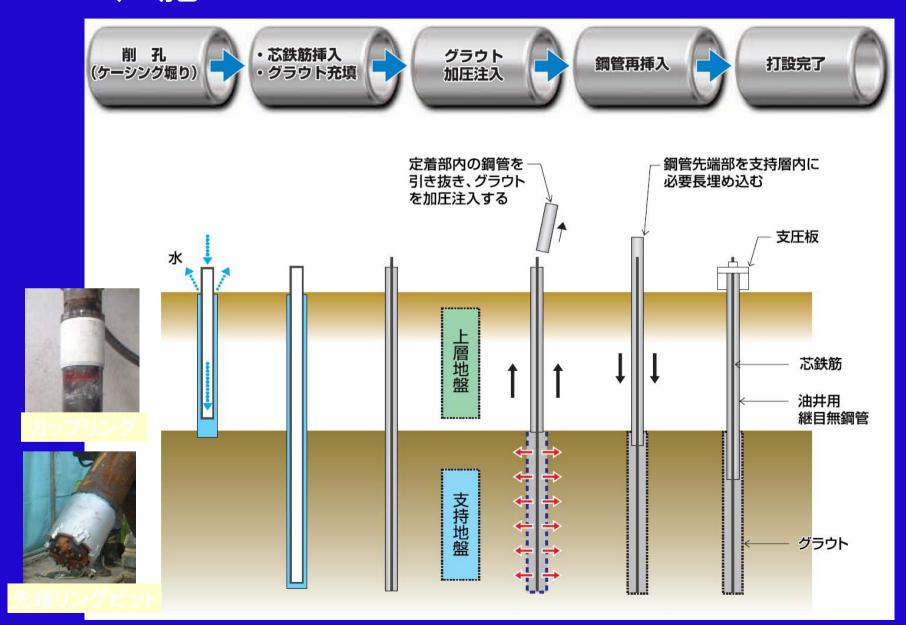


適用鋼管長 1.5m 機械重量 約3.5 t

## 7) プラント設備



## 8) 施エフロー



## 施エフロー① 削孔

削孔

孔内洗浄

芯鉄筋挿入

グラウト1次注入

鋼管引抜

グラウト2次注入

鋼管再挿入



## 施工フロー② 孔内洗浄

削孔

孔内洗浄

芯鉄筋挿入

グラウト1次注入

鋼管引抜

グラウト2次注入

鋼管再挿入



## 施工フロー③ 芯鉄筋挿入

削孔

孔内洗浄

芯鉄筋挿入

グラウト1次注入

鋼管引抜

グラウト2次注入

鋼管再挿入



## 施工フロー④ グラウト1次注入

削孔

孔内洗浄

芯鉄筋挿入

グラウト1次注入

鋼管引抜

グラウト2次注入

鋼管再挿入



溢流グラウトの比重が管理値以内に入った ことを確認し、鋼管内のグラウト充填終了

## 施工フロー⑤ 鋼管引抜 + グラウト2次注入

削孔

孔内洗浄

芯鉄筋挿入

グラウト1次注入

鋼管引抜

グラウト2次注入

鋼管再挿入

杭頭処理



グラウトが地盤と接した状態となるよう定 着長相当分の鋼管を引抜き、グラウトを加 圧注入する。

## 施エフロー⑥ 鋼管再挿入

削孔

孔内洗浄

芯鉄筋挿入

グラウト1次注入

鋼管引抜

グラウト2次注入

鋼管再挿入

杭頭処理



定着部内に設計で決められた長さ(1m以上) 分の鋼管を再挿入する。

## 施工フロー⑦ 杭頭処理

削孔

孔内洗浄

芯鉄筋挿入

グラウト1次注入

鋼管引抜

グラウト2次注入

鋼管再挿入

杭頭処理



杭頭鋼管を取り付ける

## 施工フロ一⑧ 杭施工完了

削孔

孔内洗浄

芯鉄筋挿入

グラウト1次注入

鋼管引抜

グラウト2次注入

鋼管再挿入



## 9) 高耐力マイクロパイル工法選定の目安

〇<u>従来工法が困難</u>あるいは<u>施工費がかかる</u>場合

施工条件:上空制限、狭隘地施工、地中障害

桁下、架空線影響、屋内

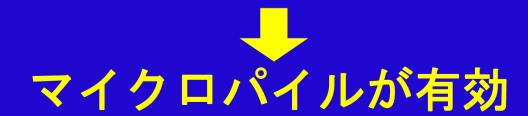
狭隘地

既設構造物への近接影響

埋設物への影響

地盤条件:玉石・岩盤への対応

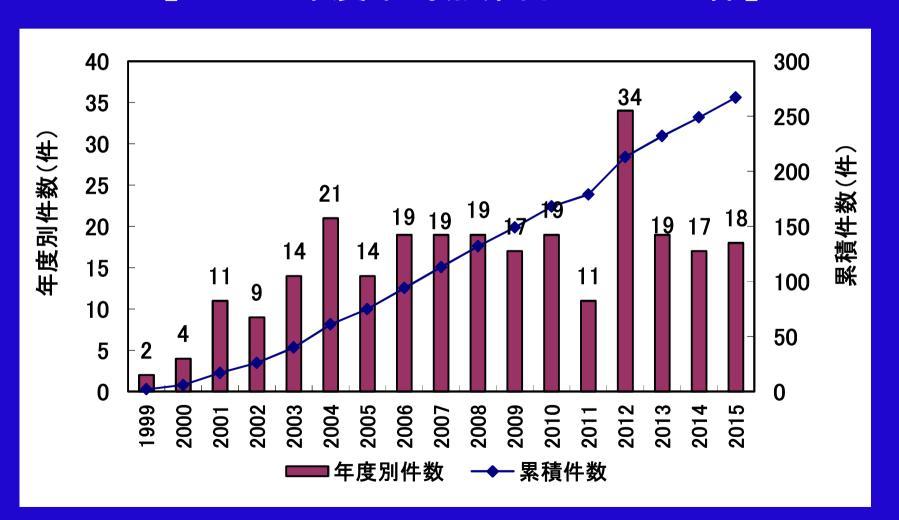
運搬条件:運搬路が狭い



# 3. 施工実績統計

## 1) 施工件数

#### 【H27年度末時点累計 267件】

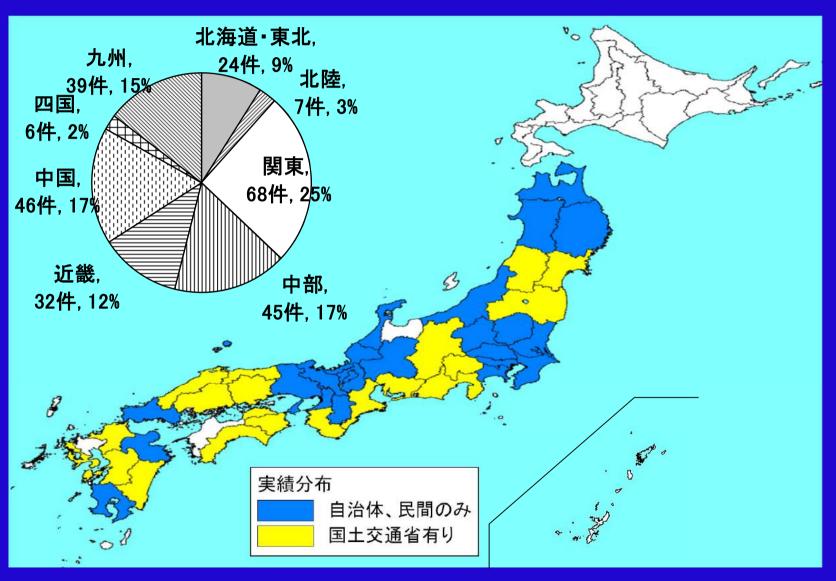


## 2) 施工杭長

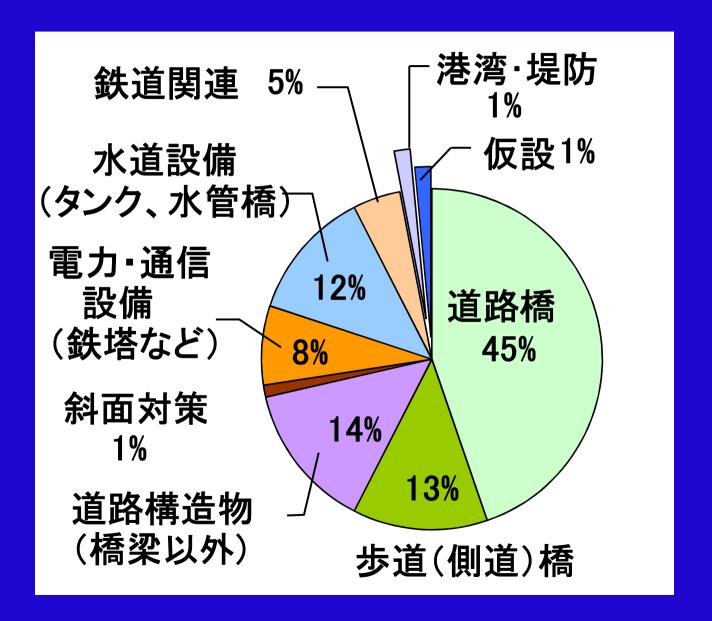
#### 【H27年度末時点累計 89,804m】



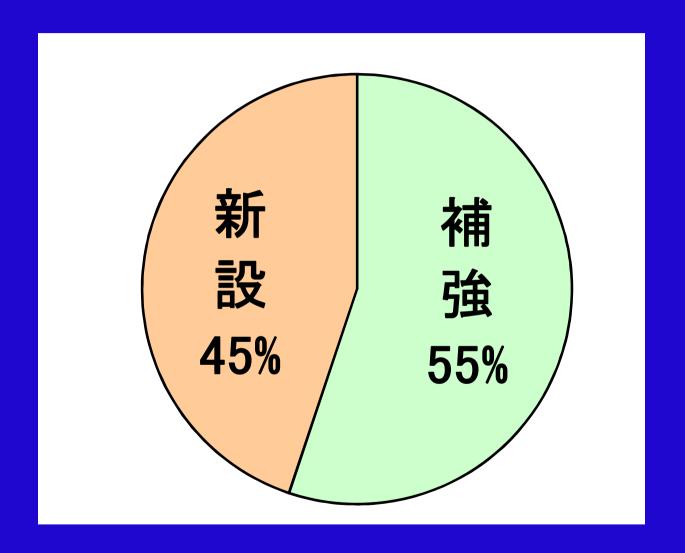
## 3) 施工実績分布



## 4) 施工実績分布



## 5) 新設·補強別分布



## 4. 施工事例

```
4-1 補強事例4-2 災害対策適用事例4-3 新設事例4-4 現場対応(変更)事例
```

# 4-1 補強事例

#### 1) パイルベント橋脚耐震補強

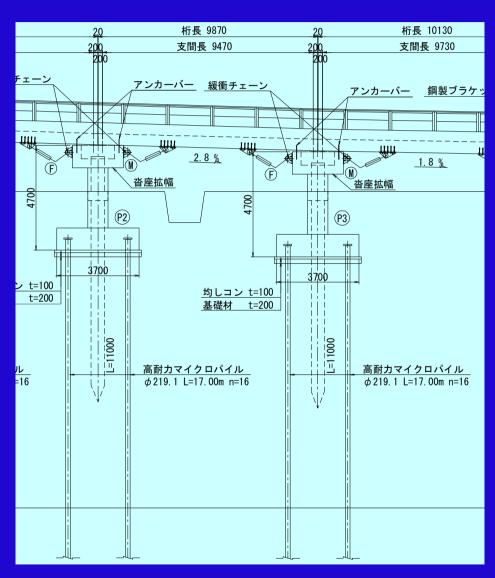
発注者:国土交通省

場 所:三重県

鈴鹿市

工事概要:

- 〇パイルベント橋脚
- 〇耐震補強
- 〇壁式橋脚への 形式変更



# 1) パイルベント橋脚耐震補強







# 2) 水中橋脚耐震補強

発 注 者:国土交通省

場 所:広島県三原市

工事概要:

- 〇河口付近の水中橋脚
- 〇耐震補強
- 〇鋼矢板締切
- 〇クレーン吊込による 機械搬入



現況



資材吊込状況(4.9tクレーン)



削孔機吊込状況(45tクレーン)



# 3) 線路近接橋脚耐震補強

発 注 者:小田急電鉄

(川崎市委託)

場 所:神奈川県

川崎市

- 〇線路近接橋脚
- 〇耐震補強
- 〇夜間施工 (線路側)





夜間施工(3.5時間)

昼間標準施工

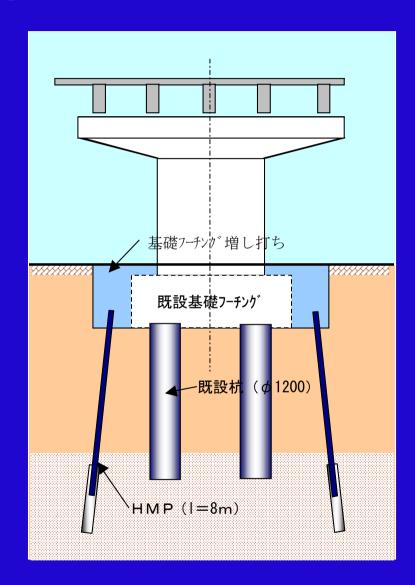
# 4) 線路近接橋脚耐震補強

発注者:福島県

場 所:福島県

二本松市

- 〇線路近接橋脚
- 〇耐震補強





列車通行状況



昼間標準作業

### 5) 水管橋橋台補強

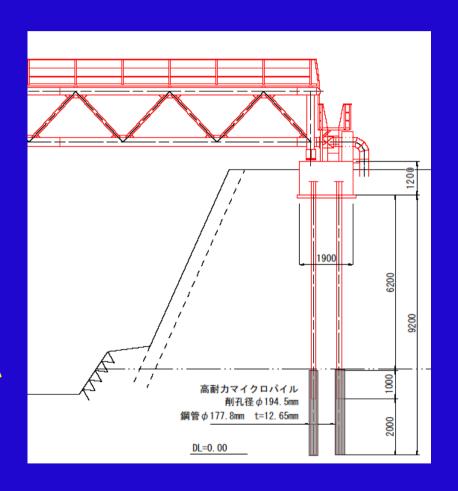
発注者:志摩市

(三重県)

場 所:三重県

志摩市

- 〇水管橋橋台
- 〇耐震補強
- 〇既設護岸への影響縮小
- 〇支持層岩盤







# 6) PCタンク補強

発注者:坂戸・鶴ヶ島

水道企業団

(埼玉県)

場 所:埼玉県

鶴ヶ島市

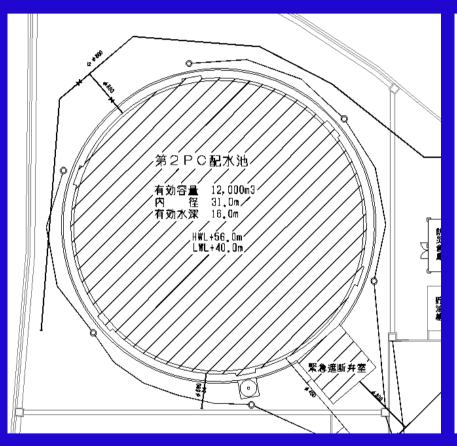
工事概要:

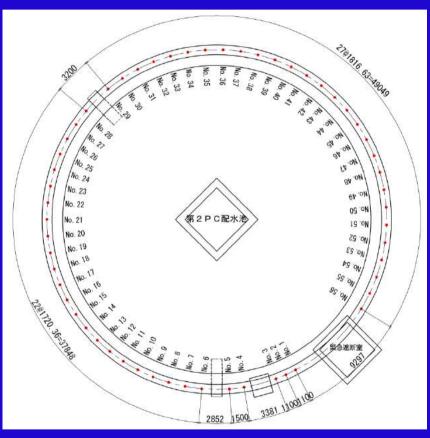
OPCタンク

- 〇耐震補強
- 〇外周増杭



施工前全景





有効容量: 12,000m3

内 径:31m

有効水深:16m

杭 本 数:56本

杭間間隔:1100~3381mm



施工状況



施工状況

# 4-2 災害対策適用事例

# 1) 台風災害対策としての橋脚補強

発注者:宮崎県

東郷町役場

場 所:宮崎県

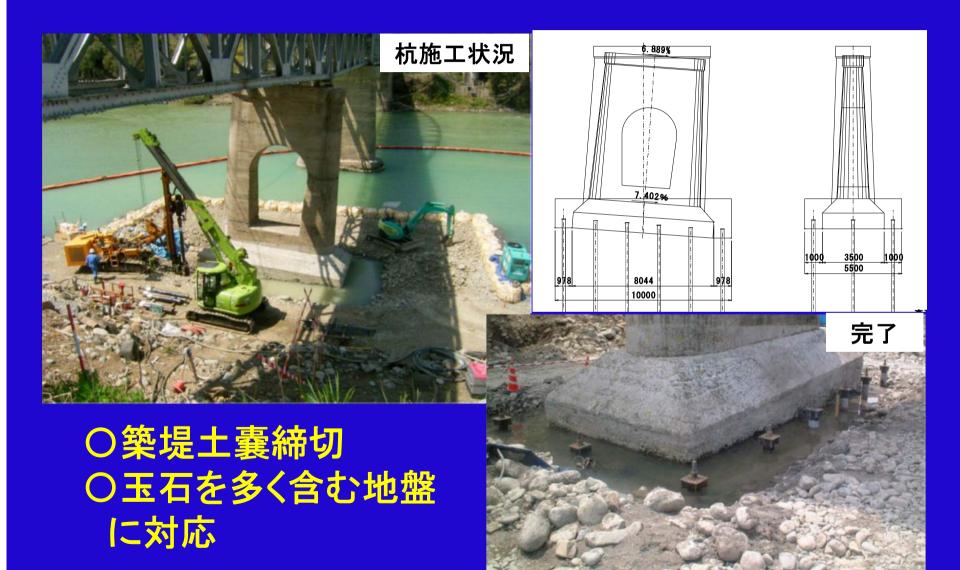
日向市

工事概要:

〇橋脚台風災害復旧

- 〇橋脚沈下 傾斜
- 〇耐震補強兼用
- ○直接基礎→杭基礎
- 〇築堤河川切替





#### 2) 河床洗掘による沈下橋脚の更新

発 注 者:下関市

場 所:山口県

下関市

工事概要:

〇河床洗掘災害復旧

〇橋脚沈下 • 傾斜

〇橋脚撤去 • 更新

○直接基礎→杭基礎

〇鋼矢板締切

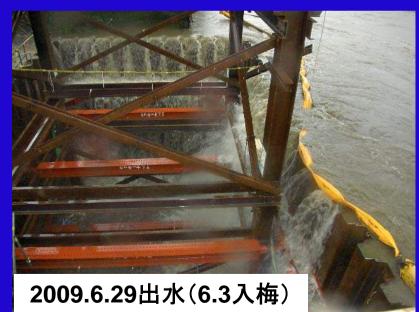
〇上部工仮支持











#### 3) 台風災害による変状橋台の更新

発注者:静岡県

場 所:静岡県

富士宮市

工事概要:

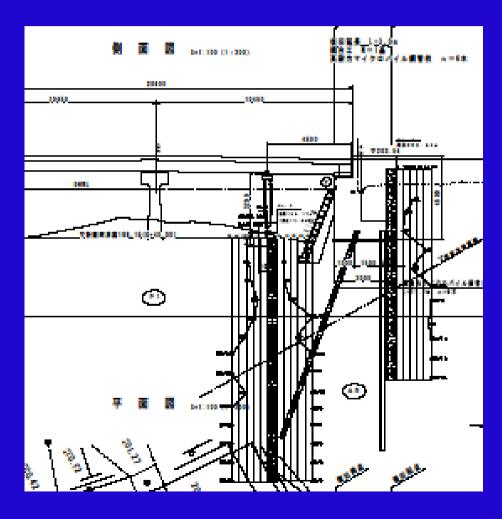
〇台風災害復旧

〇護岸兼用橋台変状

〇橋台撤去 • 更新

○直接基礎→杭基礎

〇上部工仮支持











# 4-3 新設事例

# 1) 道路拡幅橋橋台

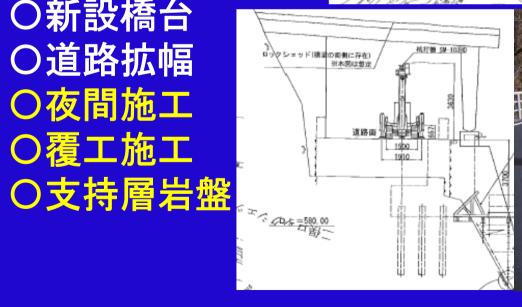
発注者:群馬県

場 所:群馬県

沼田市

- 〇新設橋台
- ○道路拡幅
- 〇夜間施工
- 〇覆工施工











夜間施工状況

床掘先行により、 施工性確保

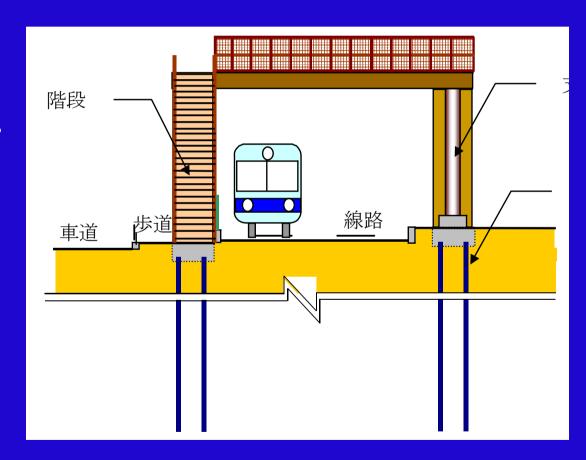
### 2) 歩道橋橋脚

発注者:JR四国

場 所:高知県

高知市

- 〇新設歩道橋
- 〇橋脚
- 〇線路近接
- 〇車道近接







歩道幅内での施工

# 3) 水路ボックスカルバート

発注者:愛知県

清須市

場 所:愛知県

清須市

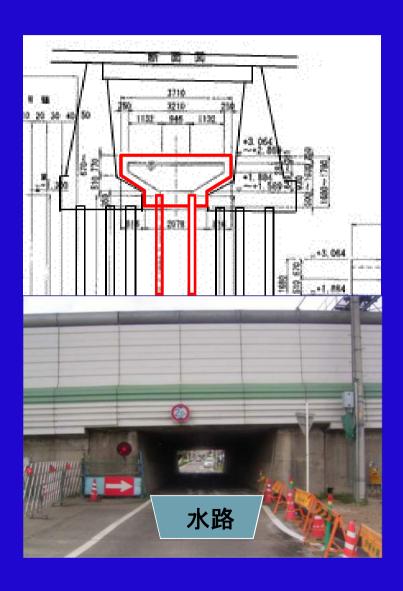
工事概要:

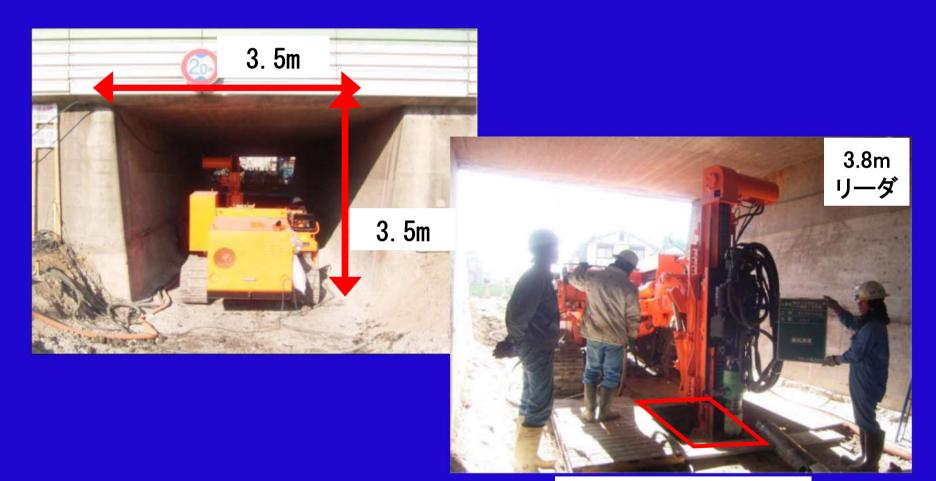
〇新設水路

Oボックスカルバート

〇上空、幅制限

〇橋梁管理:国





マイクロパイル打設

# 4) 小規模受水池新設

発 注 者: 峡東地域広域

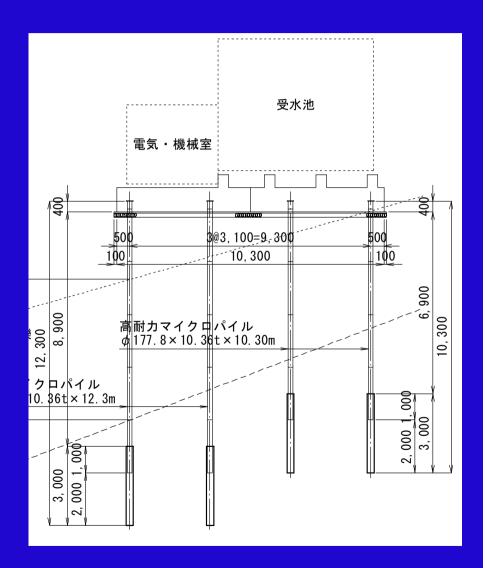
水道企業団

(山梨県)

場 所:山梨県

山梨市

- 〇受水池
- 〇新設
- 〇狭小用地
- 〇岩盤削孔





施工状況 転石(中硬岩)





プラント配置状況

# 4-4 現場対応(変更)事例

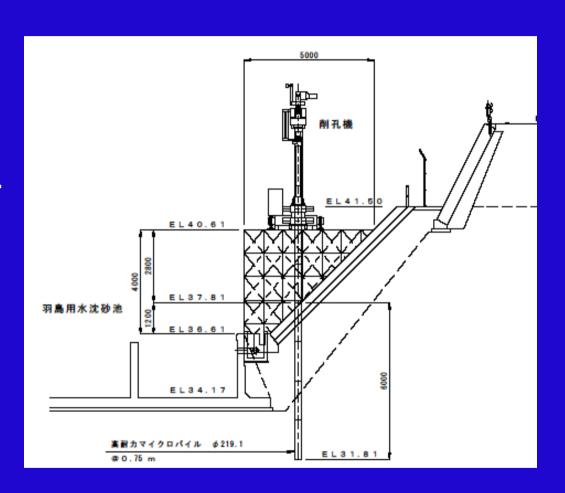
# 1) 仮設土留め工(親杭)

発注者:岐阜県

場所:岐阜県

各務原市

- 〇親杭土留め用杭
- 〇玉石 巨石地盤
- 〇斜面足場上施工



#### 変更経緯

- •親杭H250mm@1.5m 11本施工予定
- B H 工法 (φ 500mm) にて施工
- -1本削孔に7日かかり 工期内完了が困難に (施工日数3ヶ月)

# MP工法選定理由

- ・巨石・玉石地盤 (ダウンザホールハンマ)
- ・斜面足場上施工 (設置済み足場使用)













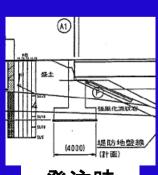
# 2) 側道橋橋台

発 注 者:東広島市

場 所:城島県

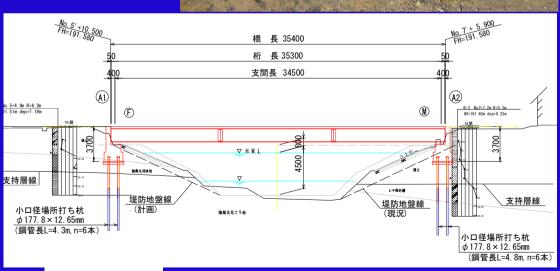
東広島市

- 〇側道橋橋台
- 〇狭隘地施工
- 〇民地近接



発注時



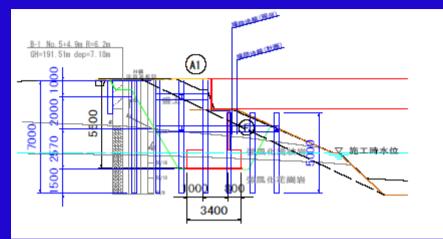


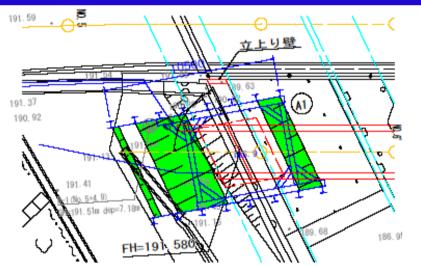
#### 変更経緯

- -A1橋台直接基礎 A2橋台MPにて発注
- ・隣接民地地権者より、乗入道確保の要望
- ・杭基礎に変更 (掘削影響を抑える)

### MP工法選定理由

- ・施工ヤード縮小
- ·岩盤削孔











御清聴ありがとうございました。