

VI-203

ウォータージェットによる既設杭切断処理工法の開発

鴻池組	技術研究所	正員	小橋創一
大阪市交通局	建設技術本部	正員	高崎 肇
大阪市交通局	同上		柴田 裕
鴻池組	大阪本店	正員	松井和彦
鴻池組	技術研究所		澤 芳幸

1. はじめに

都市部の地下工事において、既設の地中構造物が施工の障害となるケースが増加している。とりわけ、シールド工事において計画路線上に基礎杭等の障害物があると、施工の安全性や工期に重大な支障が生じる。このため、この種の工事では掘削機の通過に先立ち、その障害となる部分を安全かつ効率的に処理する技術が求められている。今回、アプレシブ・ウォータージェット（研磨材添加水噴流）を利用した処理技術を開発し、実施工において良好な成果を収めたので報告する。

2. 工法の概要

本工法は、地中に在置された既製杭（PHC杭）の空孔内にノズルを備えた切断装置を吊垂挿入し、アプレシブジェットの高いエネルギー密度を利用して空孔内から杭体をブロック状に切断する工法である。工法概要図を図-1に示す。また、本工法の特徴は以下の通りである。

- ①超高压（2500 kgf/cm²）のアプレシブジェット技術の導入
- ②全自動遠隔操作システムの構築（切断作業の完全自動化）
- ③任意に設定された切断パターンに沿って杭体を精密に切断（サーボ制御式切断機の開発）
- ④研磨材供給量の自動コントロール（切断能力の維持）
- ⑤アンダーピーニング工との併用で既設構造物を保全しながら効率よく施工
- ⑥切断状態のモニタリング技術の開発

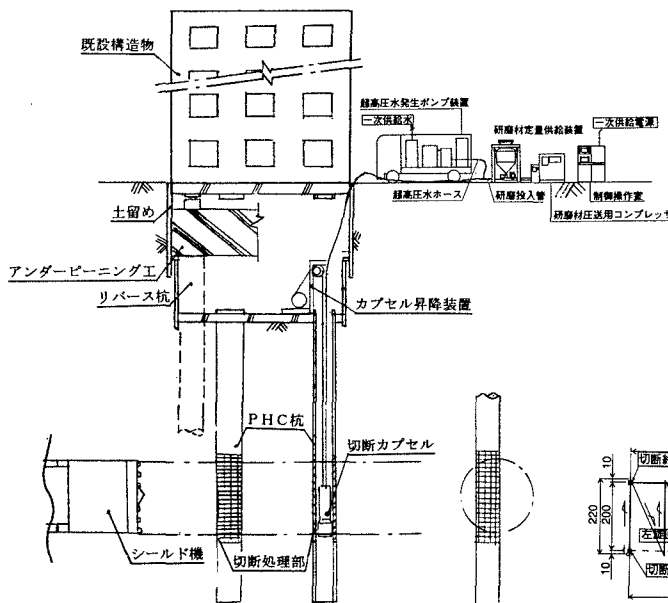


図-1 工法概要図

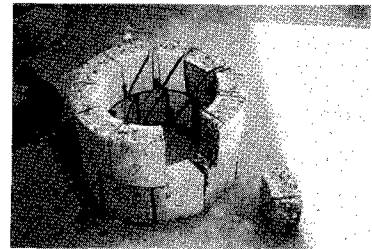


写真-1 地中切断試験結果

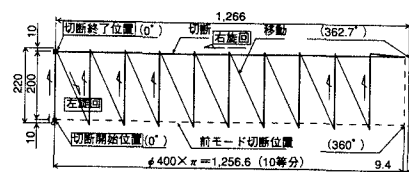


図-2 切断部分の展開図

3. 予備試験および結果

地上においてPHC杭（外径約600mm、空孔径400～420mm、PC鋼棒径9mm）の模擬切断試験を行い、スタンドオフ距離35mm以下、ノズルのトラバース速度90mm/分以下において切断可能であることを確認した。また、スタンドオフ距離25mmでは、貫通時間がコンクリート部40秒、PC鋼棒部70秒となった。この試験結果に基づき、PHC杭の切断条件を表-1に示す通り設定した。

表-1 PHC杭の切断条件

超高圧ポンプ吐出量	2500 kgf/cm ²
トラバース速度	60 mm/分
スタンドオフ距離	25 mm
研磨材供給量	180 ～ 220 kgf/h
PHC杭の貫通時間	150 秒
研磨材の種類	ガーネット#60

次に、杭長7mのPHC杭を地中に打設（打設深度3m）し、空孔内に注水した状態で地中切断試験を行った。その結果、以下の事項が確認できた。

- ①切断のパターンについては、図-2に示す切断パターンが最も作業効率が高い。
- ②切断装置の動作は、設定通り精密に数値制御できることを確認した（写真-1）。
- ③切断状態のモニタリング方法として種々の方法を試みた結果、切断機ノズル部とPHC杭天端部に加速度センサを取り付け、測定された振動波形をリアルタイムに分析することにより、高圧水ジェットや研磨材の噴射状態、さらにはジェットの貫通状態を的確に判別することができた。

4. 実施工

大阪市地下鉄7号線11工区内の計画路線上に敷設されている駐車場ビルのPHC杭を対象に本工法を適用した。切断本数8本、切断部深度GL-22～28m、切断部の杭長計44.4m、切断延長877mである。施工状況については、杭孔底部に研磨材が予想以上に沈積し、これを適時エアリフトで処理した点を除き計画通り実施できた。切断状態のモニタリングについては、PHC杭天端部の振動が著しく減衰し検知が困難であったため、切断機ノズル部の振動波形をモニタリングしながら施工した。モニタリングの周波数帯域としては、スペクトル解析に基づき1～3kHzの振動成分を抽出した。図-3は実施工で得られた基準となる振動波形データを示すもので、ジェットの噴射状態や切断状態が振動レベル上で、それぞれ明確に判別することができる。ここで、切断作業中の振動レベルがbの許容範囲を超えてaに近づけば、ウォータージェットと研磨材の両方が噴射されているにも関わらず不完全な切断状態にあると判定できる。また、振動レベルがbの許容範囲を超えてcのレベルに近づけば、研磨材の供給量不足か閉塞トラブルが発生したものと判定できる。

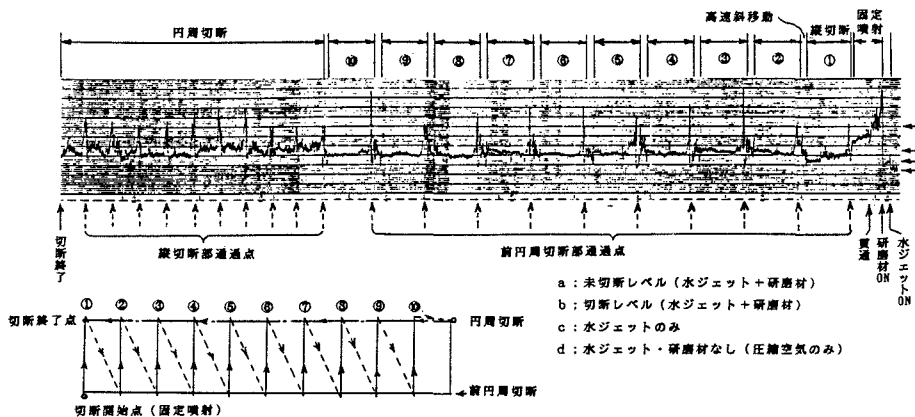


図-3 振動波形

5. おわりに

本切断処理工法は杭体内部の空孔を利用した技術であり、現段階では適用範囲が限定される。しかし、シールド工事の障害となる既製杭を現位置で安全かつ効率的に処理した報告事例は少なく、本工法が有力な処理手段の一つとして位置づけられるものと期待される。