

# 都心部での蒸気圧破碎薬剤を用いた大口径基礎杭撤去

帝都高速度交通営団 正会員 高橋 聡\*1  
 帝都高速度交通営団 原 憲孝\*1  
 東京電力(株) 正会員 松永 浩\*1

## 1. はじめに

近年、都心部においては地下空間の過密輻輳化から、シールド工法を用いても既設構造物の基礎杭がシールド通過に支障する場合が増加している。

営団地下鉄 11 号線(半蔵門線)の延伸工事でも、水天宮前～清澄(仮称)間の複線シールドトンネルにビル基礎杭が支障となるため、これをシールド通過前に撤去することとなった。撤去は、周辺にビル等が林立した都心部において、供用中のビル下の狭隘な作業空間で基礎杭の破碎、撤去作業となるため、その作業性、経済性、周辺環境への影響などが工法選定の際の重要なファクターとなる。

本稿は、本工事で基礎杭の破碎に採用した蒸気圧破碎について、その概要を報告するものである。

## 2. 蒸気圧破碎工法の特徴

蒸気圧破碎(反応速度 300m/sec 以下)は、火薬類による発破(反応速度 5600～6000m/sec)と静的破碎剤による膨張圧破碎(反応時間 1～72h)との中間的な工法である。

蒸気圧破碎薬剤はアルミニウム、酸化銅、みょうばんを主成分とする破碎薬剤と着火具から構成されており、着火すると発熱剤の酸化還元反応により、みょうばんの結晶水がごく短時間に気化し、このとき生じる蒸気圧によりコンクリートを低振動状態で準動的に引張破壊するものである。

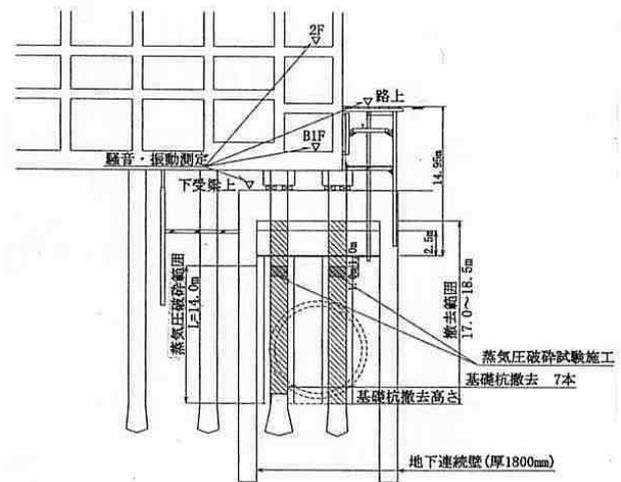


図 - 1 断面図

表 - 1 基礎杭撤去工法の比較

工法	蒸気圧破碎	膨張圧破碎	機械的破碎	電氣的破碎	人力こわし	(発破)
概要	蒸気圧破碎薬剤の酸化還元反応による蒸気圧破碎	静的破碎剤の水和反応による膨張圧破碎	油圧ユニットでせん孔穴を拡幅し破碎	鉄筋に通電加熱し、鉄筋の付着力を減少させ破壊	ブレーカー等による人力破碎	火薬類の爆轟衝撃波と発生ガスの作用による破碎
破碎効果	膨張圧破碎、機械的破碎等に比べ破碎力は大きい	破碎力が小さいため、基礎杭のフープ筋を事前に切断する必要がある	破碎力が小さいため、基礎杭のフープ筋を事前に切断する必要がある	通電計画に基づく配筋となっていない場合、破碎効果は期待できない	確実な工法であるが、長時間作業となるため作業能率が低下する	他工法と比べ、破碎力は極めて大きい
周辺環境への影響	振動、騒音が発生する	低振動、低騒音である	低振動、低騒音である	低振動、低騒音である	坑内作業であり周辺環境への影響は	極めて大きな振動、騒音が発生する
作業環境	普通	普通	普通	普通	閉所での粉塵等の発生により作業環境は悪い	普通
工期	22.5 h/m	32.0 h/m	28.0 h/m	-	25.5 h/m	-
経済性	1.0	1.1	1.1	-	1.1	-
本工事への適用性	周辺への振動、騒音の影響がなければ適用可	適用可	適用可	通電計画に基づく配筋となっていないため適用不可	適用可	法規により都心部での施工は認められないため適用不可
総合評価				x		x

杭径 1.6mクラスで比較 工期は杭長 1mを撤去するのに要する時間 経済性は蒸気圧破碎を1.0とした比

Keywords : 深礎工法, 基礎杭撤去, 蒸気圧破碎

\*1 : 〒130-0002 東京都墨田区業平 4-9-7 Tel.03-3829-6881 Fax.03-3829-6887

蒸気圧破碎は膨張圧破碎と比較して破碎効果が大いいため、事前に基礎杭のフープ筋を切断する必要がなく、また、杭径 1.6mクラスの杭 1mあたりの破碎に要する薬剤本数は、膨張圧破碎の 31 本に対して 8~9 本と大幅に少なくすることが可能である(図 - 4)。また、この薬剤は非火薬組成の破碎用材料であるため、火薬類取締法の適用を受けず、輸送、貯蔵、消費等、薬剤の取扱いにあたり資格、届出等を必要としない。

### 3. 施工

現在供用中のビル(地上 10 階、地下 1 階)の建物基礎杭(杭径 1.5~2.0m、拡底リバース杭、n = 7 本)を深礎工法により GL - 30m程度まで撤去するものである。基礎杭撤去は、作業空間が狭隘であり大型重機等の使用が制限されることから、採用可能なコンパクトな工法を表 - 1 のとおり比較検討した結果、蒸気圧破碎工法を採用することとした。工事に先立ち、振動、騒音レベルおよび破碎効果を確認するため、原位置で試験施工を行った。試験は杭径 1.5mと 1.6mの 2 本の杭について、杭長 1m分を 2 回に分けて破碎(2 分割破碎)と 1 回で破碎(全断面破碎)の 2 とおり実施した。破碎は安全性を考慮して、発破工法に準じた手順で行った。また、破碎に用いる薬剤の配置と本数は、フープ筋まわりの破碎を重点的に行うこと、および杭芯部のクラック発生を促進するために、図 - 4 に示すとおりとした。振動、騒音の測定結果は表 - 2、破碎状況は写真 - 1 のとおりである。これによると、振動、騒音、破碎効果とも両者で大差はなかったが、本工事ではより振動、騒音の少ない前者の 2 分割破碎を採用することとした。

表 - 2 試験施工結果

杭径(破碎分割)	1600mm(2分割施工)				1500mm(全断面施工)	
	1次破碎 5本		2次破碎 4本		8本	
測定場所	坑内下受梁上	路上(区道)	ビル地下1階	ビル地上2階	ビル地下1階	ビル地上2階
振動	61dB	36dB	52dB	49dB	58dB	58dB
(暗振動)	(30dB)	(36dB)	(35dB)	(33dB)	(35dB)	(33dB)
騒音	72dB	69dB	65dB	50dB	67dB	52dB
(暗騒音)	(62dB)	(69dB)	(65dB)	(50dB)	(65dB)	(50dB)
体感状況	坑内下受梁上では低い爆発音と微振動が感じられた 路上では感じられなかった		振動、騒音とも感じられなかった		わずかな振動を感じた 騒音は感じられなかった	

### 4. まとめ

今回は、基礎杭撤去に蒸気圧破碎工法を用いたが、ビルや周辺環境へ振動、騒音等の影響を与えることなく、また、破碎効果も十分であることが確認された。本工法は、基礎杭の破碎のみならず、壁体やスラブ、擁壁、その他マッシブな鉄筋コンクリートの破碎にも適用することが可能である。従来、人力こわしや静的破碎剤を用いていた都市域での工事においても、今後、本工法を採用することにより施工能率の向上、作業環境の改善に効果的であると思われる。

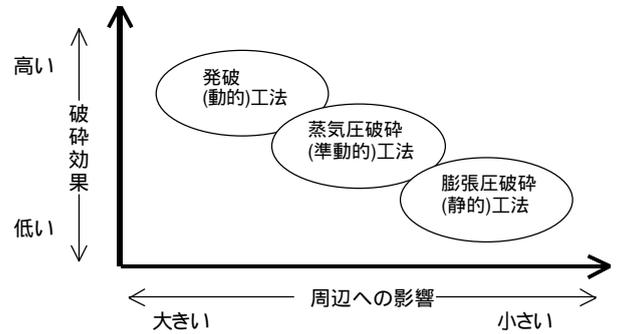


図 - 2 蒸気圧破碎工法の位置づけ

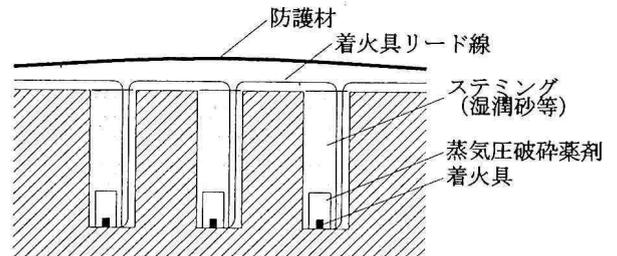


図 - 3 蒸気圧破碎薬剤の装薬方法

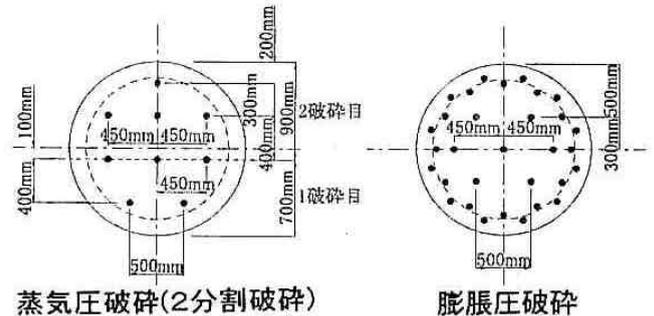


図 - 4 薬剤配置の比較

