

Re. ボーン-パイル工法による既存杭の撤去について



所属名：Re. ボーン-パイル工法研究会
日特建設株式会社
発表者：金子 誠一

1. はじめに

近年、都市部での建設工事において再開発が占める比率は大きく、解体される建築物は場所打ち杭が多く採用されはじめた昭和40年代以降のものが増えており、大重量の地中障害物(場所打ち杭・地下室)の撤去工事の要望が大きくなってきている。

しかし、これらの大重量地中障害物の撤去工法は全周回転式オールケーシング掘削機(以下全周機という)を用い、「チゼルハンマーで打撃して打ち砕く」・「くさびを入れて折りきる」などが主流である。これらの方法では振動・騒音の発生が著しいこと、孔内で破断する杭体の大きさ(重量)を制御できないため重量のばらつきが大きくクレーンの能力を超えているものも少なくないこと、また孔内での破断方法に確実性が乏しいため施工進捗が不安定であることなど環境面・安全面・コスト面それぞれに問題をかかえている。

このような状況から、取り出す杭体の大きさを任意に設定できる装置で施工歩掛が安定しかつ安全に施工できる Re. ボーン-パイル工法を開発した。

2. 装置の概要

2.1 装置の特徴

本工法は全周回転式オールケーシング工法のケーシング先端部に杭切断用の油圧カッターを付したケーシングを装備している。

全周機によってケーシングを回転圧入し、油圧カッター部分が所定の深度に達した時点で杭を切断し引き上げ、連続してケーシングを回転圧入・切断・引き上げを繰り返す。

このように従来の全周回転式オールケーシング工法に切断用ケーシングを付加しただけの装置であるが、油圧駆動によるカッターを用いるため動作が確実で、1回あたりの所要切断時間が安定し、振動・騒音がほぼ発生しない施工が可能であり、撤去する杭の切断長さを任意に設定できクレーンの能力に見合った長さ(重量)で切断することが可能であり、既存の機器(全周機・ケーシング等)を使用する(特に全周機はメーカーを問わず使用できる)ことによって低コストを実現するなどの特徴がある。

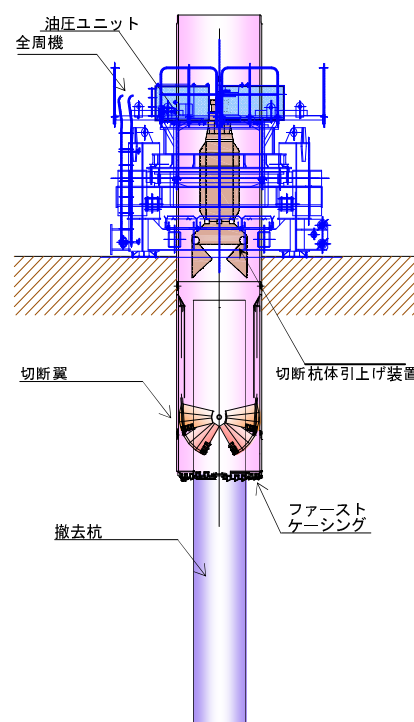


図-1 Re. ボーン-パイル装置の構成

また、従来のハンマーグラブより大重量物を引上げ可能にする切断杭体引上げ装置ダブルクラウンハンマーグラブを開発している。

図-1 に Re. ボーンパイル装置の構成を、表-1 に Re. ボーンパイル工法と在来工法との比較及び特徴を示す。

表-1 在来工法との比較および特徴

	在来工法	Re. ボーンパイル
主要機械	全周機・ハンマーグラブ・ケーシング・クレーン	在来工法+切断ケーシング・ユニット 全周機の種類(メーカー)を選ばない
破断・切断方法	ハンマー等で打撃して打ち砕く・くさびを入れて折りきる 破断の大きさ(長さ)は制御不能	油圧式カッターで切断 切断する長さが制御可能 一定の深さまでの撤去が可能
振動・騒音	破断時の振動・騒音 大	切断時の騒音・振動なし
安全面	杭体の吊上げ時クレーンの能力を超える場合がある 従来のハンマーグラブを使用(吊上げ能力小)	クレーンの能力に見合った長さで切断 ダブルクラウンハンマーグラブを使用(吊上げ能力大)
工程	不安定	安定

2.2 装置の説明

2.2.1 切断ケーシング

オールケーシング工法用ケーシングの内面に2枚のシェル状切断翼、このそれぞれを押し出し・引き戻すための油圧シリンダーを配置した簡便な機構となっている。

写真-1 に切断ケーシング内の油圧シリンダー、写真-2 に切断翼の開閉状況を示す。

また、切断翼の動作について、それぞれの翼が同じストロークで開閉するストローク制御方式(図-2 ストローク制御に示す)では切断しようとする杭がケーシングに対して偏芯した場合、片側の翼が杭体に接触しない。これに対して、本装置が採用している圧力制御方式(図-2 圧力制御に示す)によれば両側の翼が同じ圧力で杭体を締め付けるため、常に両側の翼が杭体に接触し効率よく切断が可能となる。

写真-3 に切断翼の動作を目視で確認するための地上切断試験の状況を示す。

2.2.2 油圧ユニット

切断翼油圧シリンダーに供給される油圧源は地上の全周機のケーシングチャック部に固定された油圧制御ユニットと接続され、油圧制御ユニットと油圧シリンダーを接続する油圧ホースはケーシング内面に設けられた油圧ホース保護カバー内を通る。

油圧ユニットはケーシングチャック部に固定されており、ケーシングの回転と共にユニットも回転するためスィベルを介さな



写真-1 油圧シリンダー



写真-2 切断翼開閉状況

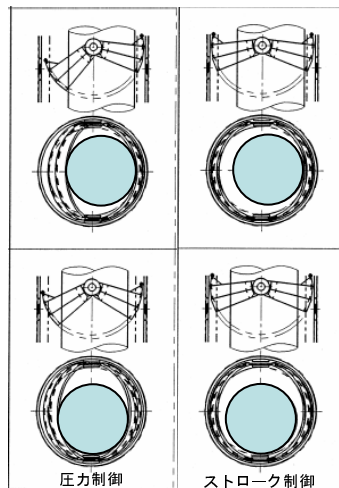


図-2 圧力制御方式とストローク制御



写真-3 切断試験の状況



写真-4 油圧ユニット



写真-5 油圧ホース保護カバー

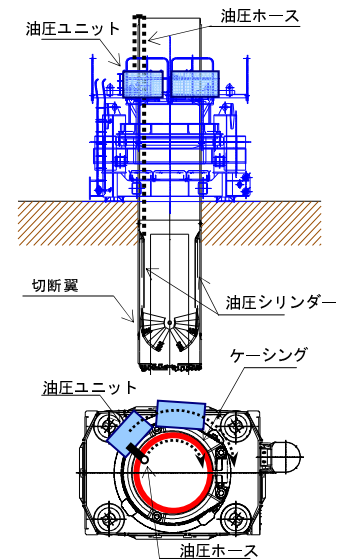


図-3 油圧装置概要

いで油圧供給が可能となっている。

また、油圧ユニットはエンジン付で独自動力源を持っており、他機器に頼らずとも単独で切断翼の動作が可能となっている。

図-2 に油圧装置構成、写真-4 に全周機に油圧ユニットを設置した状況、写真-5 にケーシング内面の油圧ホース保護カバーを示す。

2.2.3 切断翼開度計

地中での切断翼の開度を把握するため開度計を設けている。開度計は油圧ユニット横に設置され、切断翼操作リモコンと共に無線式となっている。写真-6 に切断翼リモコン、写真-7 に切断翼開度計を示す。



写真-6 切断翼リモコン



写真-7 切断翼開度計

2.2.4 切断杭体引上げ装置

従来のハンマーグラブはクレーンの補巻きで巻き上げる構造になっており、クレーンのつり能力を最大限に生かすことができない。また、ハンマーグラブの把持力は内部の多滑車を介したワイヤーに依存し、この場合の安全な荷重は10t程度である。

1回あたりの切断で引上げる杭体はできるだけ大重量(長い)のほうが当然ながら効率が良い。これらを解決すべく、ダブルクラウンハンマーグラブ(写真-8)を開発した。

ダブルクラウンハンマーグラブは第2クラウンの付加によりクレーンの主巻きで安全に大重量を巻き上げることを可能にし、かつハンマーグラブ内部機構を油圧化し多滑車・ワイヤーを廃したことによりハンマーグラブの把持力を大きくした。これにより、ワイヤーの強度に依存することが無くなり30t程度を安全に吊上げることが可能となった。

図-4 にダブルクラウンハンマーの概略を示す。

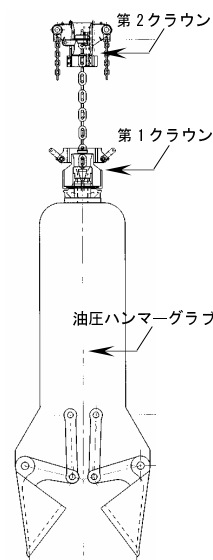


図-4 ダブルクラウンハンマーグラブ



写真-8 ダブルクラウンハンマーグラブ

3. 工法の説明

当工法に使用する機器はφ2000mm級全周機・φ2000mmオールケーシング用ケーシングである。

切断ケーシングの内径はφ1600mmで、適用撤去杭径は1500mm以下であるが、これより大径の場合は薪を割るように縦方向に切断することで対応できる。その他、地下室等の障害物の撤去

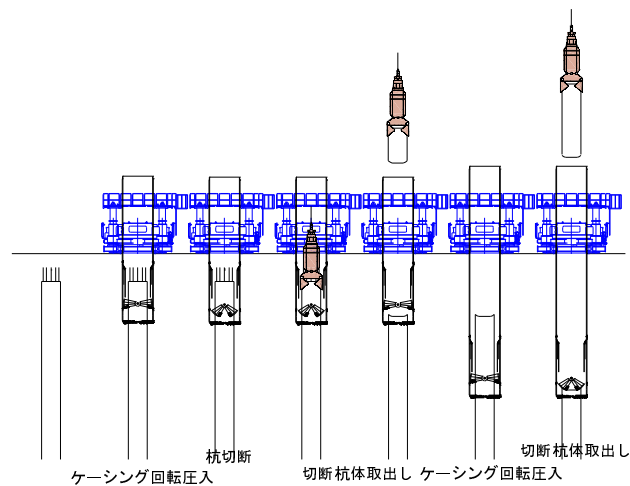


図-5 施工順序

にも適用できる。

現在、当工法の切断ケーシングはφ2000mmのみを用意しているが、これは国内に広く普及しているオールケーシング工法用汎用ケーシングのなかで最大径を選択したものであり、今後、この他の口径の切断ケーシング製作の計画がある。

また、当工法の大きな特徴として、切断翼による切断は杭主筋を切断することを目的としている。すなわち切断完了時は杭主筋の内側のコアが残った状態になる。このような無筋コンクリートはせん断力に弱く、切断翼を閉じた状態(コアをつかんだ状態)でケーシングを回転しながらケーシングを引上げるだけで容易に破断する。この方法により切断に要する時間を節約できる。

当工法の施工順序は冒頭でも説明している通り、ケーシングを回転圧入しながら切断・杭体引上げを連続的に繰り返すものである。

図-5に施工順序の図解を示す。

4. 実証試験

平成17年12月、日特建設(株)猿島総合センター(茨城県)で実証試験を実施した。

試験にあたって表-2に示す3種のアースドリル杭を築造した。これらのうちφ1100mmの杭については地上に突出した杭(写真-9)とした。また、φ1500の杭については薪を割るように縦方向に切断する試験も行った。これはφ1500mmを超える杭を撤去する場合を想定したものである。

4.1 試験結果

写真-3に示す目視によるφ1100地上切断試験では、トルク変動のデータ採取のため極端にケーシング回転速度(≒0.4rpm)をおとしたことから、杭が細径であるにもかかわらず切断所要時間は35minほど要したが主筋は完全に切断できた。

これ以外の地中切断についてはケーシング回転数(≒1rpm)で15min(φ1100)～35min(φ1500)ほどであった。

また、切断面については想定された通り無筋のコア部が切断溝に沿って破断している。(写真-10・写真-11)

写真-12はφ1500杭について薪を割るように縦方向に切断した後、残った部分を切断し引上げたものである。このことからφ1500を超える口径の杭・地下コンクリート構造物の切断撤去にも適用できることが実証された。

切断作業中の振動・騒音については土中での切断であるため音・振動共にまったく感じられなく、全周機ユニットのエンジン、クローラークレーンのエンジンが騒音・振動の発生源であり、騒音・振動共に60～65dB程度である。

5. 施工事例

表-2 実証試験用杭仕様

杭径	主筋	Hoop	
		杭上部	杭下部
φ1100	18本-D25	D13@150	D13@300
φ1300	22本-D25	D13@150	D13@300
φ1500	26本-D25	D13@150	D13@300



写真-9 杭築造状況とφ1100杭地上突出部



写真-10 切断杭体を引上げた状況



写真-11 切断面



写真-12 φ1500縦方向切断片

5.1 兵庫県宝塚市マンション新築工事

兵庫県宝塚市のマンション新築工事のための既存杭撤去工事（アースドリル杭 ϕ 1300 L=15m）に当工法が採用された。当所は阪神大震災で甚大な被災を受けた地域であり，市街地での施工の中でも特に環境に配慮した施工を必要とされ，当工法が要望されたものである。震災でダメージを受けたと見受けられるマンション・木造一般住宅が隣接した急傾斜地での工事である。

既存杭が深度を増すにつれ傾斜しており，既存杭を縦方向に削りながらの撤去となった。

5.2 名古屋市オフィスビル新築工事

既存地下室（地下4階）の壁と新設連続壁の干渉部を柱列に撤去する工事。

5.3 川崎市物流倉庫新築工事

地中12m程に埋め立てられた造船所ドックの底版およびペDESTAL杭撤去工事



写真-13 宝塚市施工状況

6. おわりに

当工法は生まれたばかりであって，まだ施工実績は少ないものの，開発当初から環境・安全・コストを意識した工法であり，これに多くの方々が賛同していただき，Re. ボーン-パイル工法研究会を立ち上げることとなった。

これまで得られたデータ・各方面からのご意見をもとに，さらなる改良・開発を重ねる所存である。

Re. ボーン-パイル工法の「Re. ボーン」は「生まれ変わる，再生する」の意味を持つ。この名の通り，社会に貢献できる工法となることを望んでやまない。



写真-14 川崎市施工状況