

# 13. アースドリル式場所打ち拡底杭工法に適用する掘削機械の開発

(株)鴻池組：大橋 昭・松生 隆司  
\*澤 芳幸

## 1. はじめに

建築構造物の基礎杭として普及している場所打ち拡底杭工法では、掘削土の処理・処分、現場敷地、コストなどの面で利点が多いことから、アースドリル方式による施工が急増しており、場所打ち杭の代表的な施工法として定着しつつある。また一方では、構造物の大型化に伴って場所打ち拡底杭へのニーズが高まりをみせている。これらの新しい動向に対処するため、筆者らは「バルアース工法」と呼称する、アースドリル式場所打ち拡底杭工法に適用する新しい機能と構造を備えた掘削機械を開発したのでここに報告する。

## 2. 掘削機械の概要

### 2. 1 掘削機械の特長

本掘削機械は、掘削管理装置および掘削深度計等を装備したベースマシンと拡底バケットより構成される。写真-1に掘削機械の全景を示す。以下に、本掘削機械および本工法の特長を述べる。

- ①軸部の掘削には、通常の施工法（アースドリル、オールケーシング、リバースの3工法）が適用できる。
- ②ベースマシンは、長尺のケリーバと高トルクのロータリテーブルを備え、大深度・大口径の杭施工が可能である。
- ③拡底バケットは、4翼の掘削ビットと掘削ビットと連動するスクレーパを備えた土砂バケットより構成され、全断面を同時にかつ安定して掘削することができる。
- ④ベースマシンには、ビット拡大量等を検出表示する掘削管理装置、および各種補正機能を備えた掘削深度計が搭載されており、拡底バケットの的確な操作・制御ならびに施工の標準化を可能としている。

### 2. 2 拡底バケット

拡底バケットは6機種からなり、ベースマシンに装備した油圧装置により操作・制御される。表-1に拡底バケットの機種別仕様を示す。

拡底バケットの全体構造を図-1に、写真-2に拡大状態の拡底バケットを示す。掘削ビットは4翼構成であり、水平に配置した2本の油圧シリンダにより相対する2翼の掘削ビットを下開き方式で拡大する。また、掘削ビットは連結リンクを介して同期リングに接続されている。さらに、4翼のうち2翼



写真-1 掘削機械の外観

の掘削ビットの下端部には、図-2に示すように上下方向に伸縮する自在継手部を介して立上り部掘削ビットが接続されており、掘削ビットの拡大動作に同調して、立上り部掘削ビットは半径方向に拡大する。また、バケットには図-3に示すような揺動機構を設けているため、立上り部掘削ビットの半径方向の拡大・縮小動作に伴いバケットが揺動（揺動角度 $\alpha$ ）し、かつ立上り部掘削ビットに接続されたスクレーパが開閉する。

以上のバケット構造により、4翼の掘削ビットと2翼の立上り部掘削ビットは、地山に対して一定の貫入方向と切削角度を保ちながら拡底部全面を同時に掘削することができ、また、掘削ビットの動作中にはほぼ一定の拡大・縮小力を維持することが可能である。さらに、不安定な壁面状態にある拡底傾斜部においても、掘削ビットが地山に過剰に噛み込むことなく安定した掘削を実現することができる。

また、バケットは通常の底ざらいバケットと同等の密閉構造をもち、スクレーパと底板シャッターの機能により、孔底部のスライムも確実に除去することができる。

この他、拡底バケットをベースマシンに着脱するには高所危険作業が伴うため、専用の足場付き架台を装備して作業時の安全を確保している。

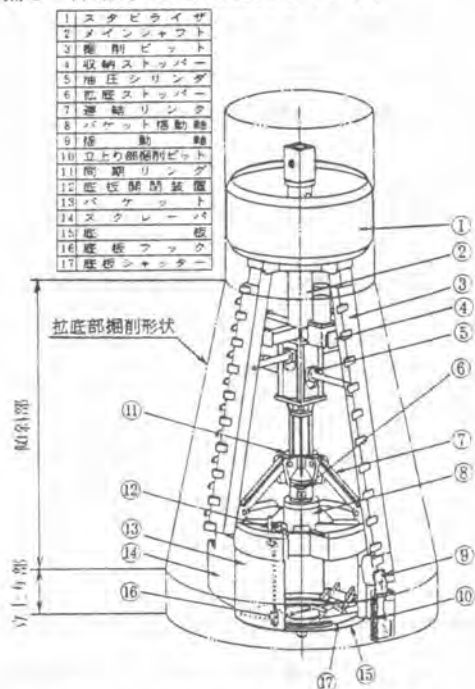


図-1 拡底バケットの全体構造

写真-2 拡底バケット（B1629型）

表-1 拡底バケットの仕様

機種	B1018型	B1222型	B1425型	B1629型	B1832型	B2036型
施工径	1000~1600	1200~2000	1400~2300	1600~2700	1800~3000	2000~3400
φ mm						
軸部径	1200~1800	1400~2200	1600~2500	1800~2900	2000~3200	2200~3600
拡底ビット傾斜部	4翼ドラッグビット，最大傾斜角度12°					
ト形式立上り部	2翼ドラッグビット，鉛直高さ440mm					
バケット外径φ mm	860	1060	1260	1460	1660	1860
バケット深さ mm	840	840	840	840	840	840
機長 mm	3914	4274	4450	4954	5224	5634
機重量 t	4.0	4.8	5.5	7.8	8.9	9.7

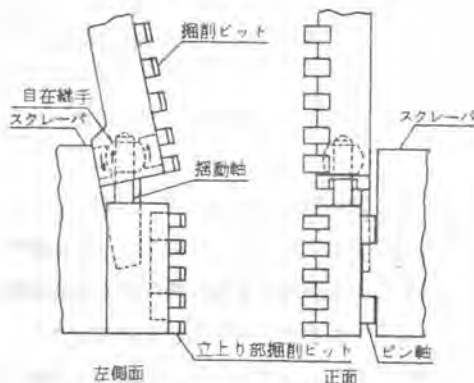


図-2 掘削ビット下端部の構造

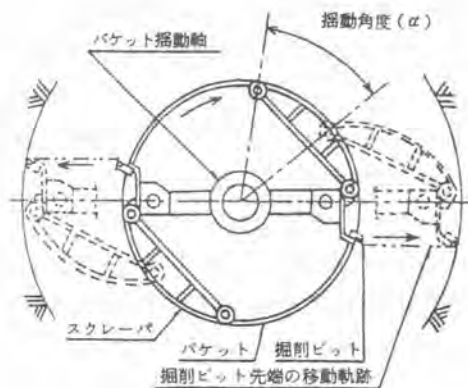


図-3 バケットの揺動機構

## 2. 3 ベースマシン

ベースマシンは、50tないし60tクレーンをベースに新しく開発したアースドリル掘削機であり、長尺のケリーバと高トルクのロータリテーブルを備え、大型機種では最大30tの巻き上げ力と最大9.3t・mの回転トルクを発揮する。また、拡底掘削用として油圧ホースリール、ロータリジョイントおよび拡底バケットの油圧装置、さらに掘削管理装置、掘削深度計を装備し、運転室内より拡底バケットの操作・制御、拡底掘削作業の監視を可能としている。表-2にベースマシンの主な仕様を示す。

表-2 ベースマシンの仕様

機種	SD-507	SD-510	SD-610
ブーム長さ	27.4m	27.4m	27.4m
ケリーバ	丸型4段伸縮式、長さ16.1m&18.7m	丸型4段伸縮式、長さ16.1m&18.7m	丸型4段伸縮式、長さ18.7m
拡底部最大掘削径	3600mm	3600mm	3600mm
最大掘削深度	16.1mケリーバ使用時 55m 18.7mケリーバ使用時 65m	16.1mケリーバ使用時 55m 18.7mケリーバ使用時 65m	65m
バケット回転トルク	最大6.2t・m	最大9.3t・m	最大9.3t・m
ケリーバ巻上能力	最大25.6t	最大25.6t	最大30t
バケット回転速度	最大11rpm	最大11rpm	最大20rpm
全装備重量(掘削バケットを除く)	64.8t	67.5t	78t

## 2. 4 掘削管理装置・掘削深度計

本掘削機械には、拡底バケットのビット径と掘削深度を正確に計測し、掘削作業を適正に管理するために、操作が簡便で精度の高い掘削管理装置と掘削深度計を開発・導入している。これらの配置・構成を図-4に示す。

拡底バケットのビット径については、拡底バケットの油圧シリンダに流入する油量を油圧装置内に装備した精密油量計により常時計測し、この計測値より得られる油圧シリンダの伸縮量から求められる。掘削管理装置は、杭仕様と前記のビット径に基づいて掘削作業の管理に必要な諸情報をマイクロコンピュータにより演算し、運転席前面に配置したカラーTVに表示するものである。写真-3にカラーTV画面の表示例を示す。画面には、操作盤から入力される杭仕様(軸部径・拡底部径)、バケット機種、拡底土量、バケット容積[1サイクルの標準掘削土量(地山状態)]が表示される。さらに、現時点で

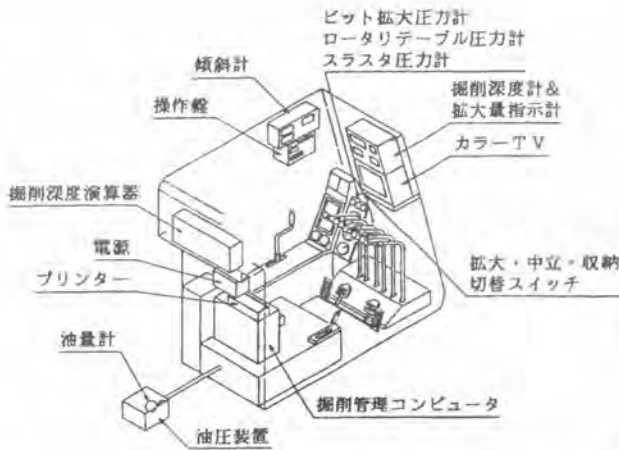


図-4 掘削管理装置・掘削深度計の構成

の情報として、掘削バケットのビット径、掘削完了径、バケット土量（地山状態）、掘削土量等、さらに掘削バケットの操作状況を表示する。バケット土量は、現在のバケット内に取り込まれた土量を示し、この値がバケット容積を超えると点滅してオペレータに掘削ビットの収納を指示する。バケット土量の表示値は、掘削ビットの収納、バケット引上げ、排土ののちに操作盤のスイッチでリセットされ、次のサイクルの掘削管理に移行する。また、最終サイクルでは、掘削完了径が掘削部径に達すると掘削完了径の表示値が点滅し、オペレータに掘削の終了を知らせる。なお、掘削管理の結果については運転席後部のプリンターで印刷することができる。

掘削深度計のシステムフローを図-5に示す。掘削深度の計測方法はロータリエンコーダ方式であり、ケリーバ昇降用主巻ワイヤの繰り出し量をブームトップシーブの回転角で検出し、エンコーダ検出値として表示する。また、本深度計にはバケットの絶対深度を補正する基準点補正機能、ならびに負荷時のワイヤ変形による検出誤差を校正するためのワイヤ変形補正機能が備わっており、これらの機能によって正確に補正されたバケット深度が表示される。従って、ワイヤ品種、バケット機種ならびに掘削地盤点の高さに影響を受けることなく掘削バケットを正確に建て込むことができ、常に一定の設計基準点から掘削深度を正確に管理することができる。

### 3. おわりに

1987年より開発を進めてきた本工法は、(株)鴻池組、三協技建(株)、成和機工(株)、日本基礎工業(株)、阪神土木工業(株)、三菱建設(株)の6社共同で1989年2月～6月の期間、施工技術を確認するために神奈川県相模原市内において施工試験を行い、「アースドリル式掘削杭工法（ベルアース工法）」によって築造される場所打ちコンクリート掘削杭（ベルアース杭）」として(財)日本建築センターの一般評定（BCJ-F525）を1989年10月3日付で取得している。

本掘削機械による現場施工は1989年11月より開始され、以来着実に施工実績を伸ばしている。

最後に、本掘削機械の開発に当たり御協力いただいた関係各位に厚くお礼申し上げます。

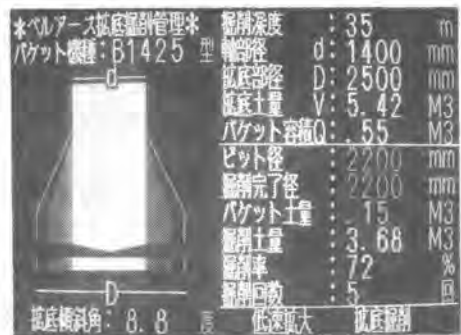


写真-3 カラーTV画面の表示例

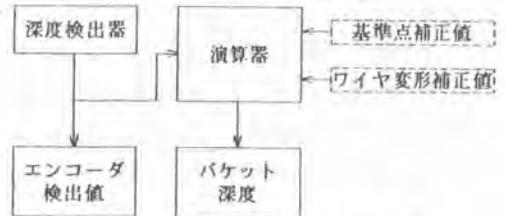


図-5 掘削深度計のシステムフロー