

7. 低姿勢型大深度地中連続壁掘削機

パワー工法研究会：前 良一・*渡辺 宏志

1. はじめに

地中連続壁掘削機の一つである水平多軸回転カッターに分類されるトレンチカッターが日本に導入されて既に6年が経過している。この間にトレンチカッターの連続排泥システムは導入当初のホイールサスペンション方式から、コンパクトで低姿勢でありながら最大深度150mまで掘削可能なホースドラム方式へと発展している。本文は最新の連続排泥システムであるホースドラム方式について、その開発経過及びシステムの紹介をおこなう。

2. トレンチカッター本体の特徴

地中連続壁の掘削方式は、大別して「バケット式」、「衝撃式」、「回転式」の3種類に分類されるが、トレンチカッターは回転式掘削機の一つである水平多軸回転カッターに分類される。図1に当カッターの概略構造を示す。また当掘削機は以下の特徴を有している。

- ・大トルクのカッター
- ・礫破碎機構とショックアブソーバー
- ・ワンタッチで着脱可能なティース
- ・掘り残し部分をなくす横倒れ機構付きティース
- ・ホース等の接続時間を無くした連続排泥システム

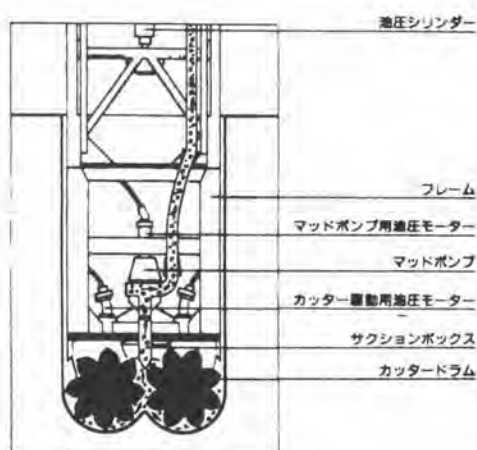


図1 カッター本体の構造

3. 連続排泥システムとは

従来のリバース方式の地中連続壁掘削機の場合、排泥にはパイプを用いているのが現状であった。従って掘削やマシンの引き上げの際には必ずこれらのパイプの脱着作業が必要となり、大深度の掘削の場合にはこの作業が時間的にも、また労力的にも無視できないものとなっていた。

当掘削機では従来のようなパイプの脱着作業を無くし、省力化ならびに高速施工性を確保するため、連続排泥システムとして、一本物の排泥ホースを採用し、かつ掘削と同時に自動的にホースを吊り下ろしていく機構を採用している。

日本に導入当初の連続排泥システムは、ベースクレーンに通常のブームを取り付け、油圧ホースと排泥ホースをホイールを介して吊り下げるホイールサスペンション方式を採用していたが、大深度の掘削にはベースクレーンの大型化が必要であり、狭い現場では作業性の問題があり、当掘削機の採用が限定

された。したがって大深度連続壁に対応でき、かつ掘削機の小型化、低姿勢化を可能とした、第2世代の連続排泥システムとして、排泥ホースと油圧ホースをドラムに巻取り、掘削深度にあわせて順次ホースを巻出していくホースドラム方式を開発した。当ホースドラム方式を採用することによりカッター本体の持つ高能率性を損なうことなく、掘削機全体の高さ及び奥行きを約70%に低減することが可能となった。

最新のホースドラム方式と従来の連続排泥システムであるホイールサスペンション方式の比較を図2に示す。

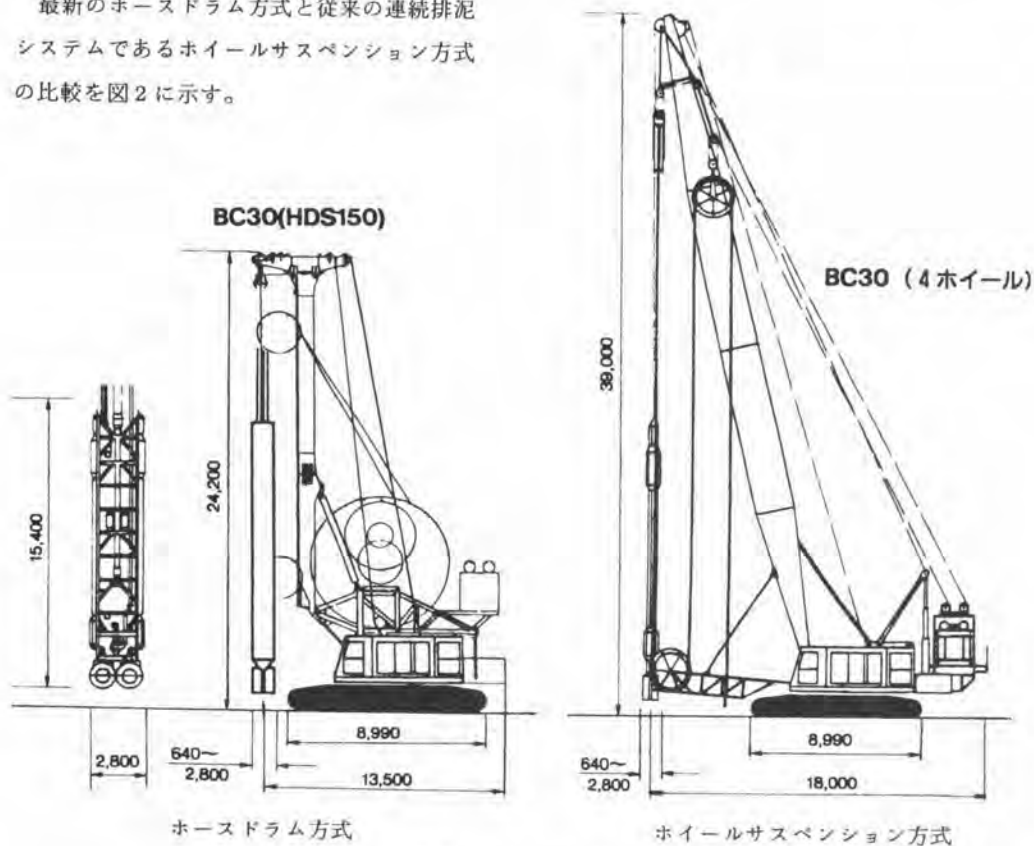


図2 ホースドラム方式とホイールサスペンション方式の比較図

4. ホースドラム方式の開発経過

従来のホイールサスペンション方式のトレンチカッターは広い工事現場での大規模連続壁工事において高速施工性を遺憾なく発揮できたが、その採用には制限があった。したがって地下鉄工事に代表される都市部での狭い空間や、路下での施工を目的とした小型の掘削機として、小型のカッター本体と、排泥ホースと油圧ホースにホースドラム方式を採用したMBC30が最初に開発された。その後、MBC30のホースドラムを従来のカッター本体に組み合わせ、掘削機全体の高さを約20m、奥行きを約8mにおさえたHDS60が開発された。このHDS60は特殊なベースマシーンを必要とし、かつホースドラムの巻取り長がそのまま掘削深度となり、機械本体高さが有効利用されていない点が次の改良点として残った。

HDS 60の持つこれらの点を改良し、一般のクレーンをベースマシンに採用でき、かつ掘削機本体の高さを有効利用して掘削深度を増加できる、現在のホースドラム方式のHDSシリーズへと発展した。

5. ホースドラム方式のトレンチカッターとは

5.1 ホースドラム方式の構成

ホースドラム方式の標準はマストタイプが標準となっており、現在日本に導入されている機種も全てマストタイプである。マストタイプのホースドラム方式でのトレンチカッターは以下の構成となっている。

- ・カッター本体 (BC30)
- ・ベースマシン (100tまたは150t級の通常のクローラークレーン)
- ・カッターベースシステム (CBS、図3参照)
 - 基礎フレーム
 - マストヘッドを装着したマスト
 - ホースガイドスレージ
 - マスト傾斜装置
- ・ホースドラムシステム (HDS、図4参照)
 - 油圧ホースドラム
 - 排泥ホースドラム
 - 油圧ホース
 - 排泥ホース
- ・パワーバック

ここでカッターベースシステムはベースマシン上に設置し、ホースドラムシステムを支持する。従って、ベースマシンの形式に合わせて基礎フレームは新規に設計、製作となるが、マスト等の他の構成部品は同一の設計である。

一方、ホースドラムシステムは掘削深度に合わせてホースの巻取り長よりドラム径を決定するので、発注仕様によりその都度設計、製作となる。この場合ホースドラム巻取り長を100mとすると、排泥ホースホイールと油圧ホースホイールを吊っているスレージを約11m下方にスライドさせることにより、120mの掘削深度が得られる。

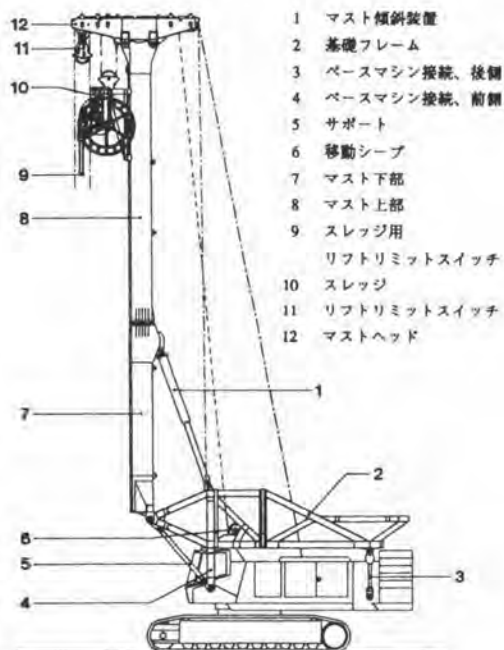


図3 カッターベースシステム

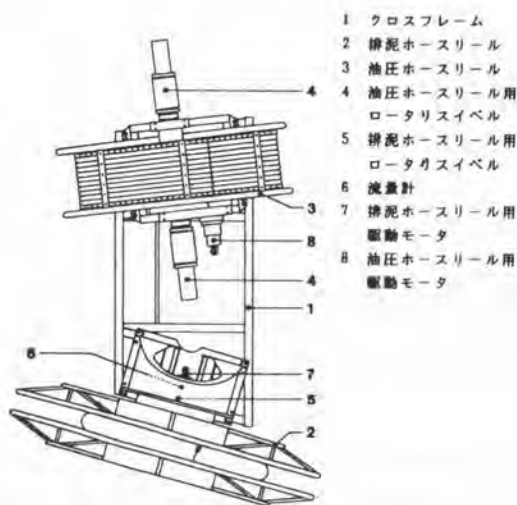


図4 ホースドラムシステム

5. 2 ホースドラム方式の特徴

ホースドラム方式は従来のホイールサスペンション方式と比較して以下の特徴が有る。

- ・掘削機がコンパクト（同一の掘削深度の仕様の場合）
- ・大深度掘削の対応が容易
- ・安全性の向上
- ・小作業スペース
- ・組立解体の省力化

ホイールサスペンション方式とホースドラム方式の得失を表1に示す。

表1 ホイールサスペンション方式とホースドラム方式の得失

項 目	ホイールサスペンション方式	ホースドラム方式
大深度への適用性	深度120m以上の場合、 Λ -マストに200t級以上のクローラーまたは専用櫓が必要となり、不経済である。	深度150mの場合でも150t Λ -マストで充分対応でき、経済的である。
限られたスペース内での施工性	長尺ブームにパイプを吊り下げる構造となるため、全長が18～21mと長くなり、他の重機類との取り合いに苦勞する。	鉛直に立てたマストを基本的に採用しているため、全長で約14mとコンパクトであり、作業性が良好である。
近隣に与える印象	ブーム高さが35～39mと非常に高く、また上部にパイプを吊っているため、威圧感を与える。	マスト高が約24mと低く、かつ上部にパイプを吊っていないことから、威圧感が少ない。
組立、解体時に必要なスペース	ブーム長+10m程度の組立スペースが必要であり、適用に際し、用地の制限を受ける	マスト長が短いことから、組立、解体スペースはパイプマスト方式より少なく済む。

6. ホースドラム方式のトレンチカッターの製作及び施工実績

ホースドラム方式は1994年8月現在までに、全世界で8台が製作されており、そのうち日本国内にはHDS60、HDS80、HDS120の各1台、合計3台が導入されている。

日本国内での施工例としては、地下鉄工事においてHDS60が壁厚0.65m、掘削深度36.0mの泥水固化壁の施工に、HDS80が壁厚1.6m、掘削深度77.5mの雨水調整池の本体壁兼用土留壁に、HDS120が壁厚1.6m、掘削深度120.4mのLNGタンク建設工事に採用されている。

7. おわりに

地中連続壁工事は今後、ますます大深度、大壁厚の連続壁が採用されていくものと予想される。一方掘削機は狭い作業条件での施工性、安全性及び近隣への環境を考慮して、よりコンパクトでかつ機動性の優れた機械が要求されている。これらのニーズにたいし、当ホースドラム方式の掘削機が一つの方向性を示すものと確信する。

最後に当ホースドラム方式の開発に多大の協力及び助言をいただいた株式会社間組、また積極的に導入していただいた発注者、ゼネコンおよび專業者の各位にこの場をもって謝意を表します。