

11. 都市型地下連続壁掘削機“ミディアム カッター・MDBC30”の開発

ハザマ：脇山 一郎

1. はじめに

近年、都市部では、人口や企業本社の集中に加え、地価高騰の影響で狭い敷地での施工が増えるとともに、地下空間の有効利用の観点から構造物の大型化・大深度化が進んできた。一方、建設業界を取り巻く施工条件としては、ますます狭い空間での作業や作業時間帯制限など厳しくなっている。また、対象地質を考えるとシルトから礫層まで変化に富んだ条件下での施工を余儀なくされている。こうした諸条件下で、地下連続壁の施工をスムーズに行うために、掘削機への小型化の要求が高まってきた。

こうした社会的背景のなかで当社は、1988年に導入したトレンチカッター（BC30J）により、ダム遮水壁、土留め壁、道路基礎工事などの施工を行い、複合地盤条件下（一般土砂から礫層、岩盤）で急速施工を可能にするという、大深度地下連続壁のニーズに対応していた。しかしながら、BC30Jは、高さ35m×横幅6m×奥行き17mの作業面積を必要とするため、都市部など作業面積が限定される場合には適用が困難であった。

そこで当社は、BC30Jの掘削性能を維持しながら、機械の占有作業面積1/2としたミディアムカッター・MDBC30を開発した。

本文では、ミディアムカッター・MDBC30の概要と実証試験を紹介する。

2. 開発の目標

MDBC30は、都市部での施工条件下（限定される作業面積、シルトから礫層を含む複合地質、作業時間帯制限）で施工を行うことを目的として、次のような条件を設定し、開発を行った。

- ① 掘削能力はBC30Jと同等
- ② 占有作業寸法：高さ20m×横幅6m×奥行き8m
- ③ 最大掘削深度 60m、最大掘削壁厚 1500mm
- ④ 排泥ホース、油圧ホース、電装ケーブルはドラムに巻く方式のホースドラム方式とし、このホースドラムをベースマシンにブーム上に搭載する
- ⑤ 主要部材のパワーユニット、カッター本体、カッターホイール、ギアボックス、排泥ポンプは従来のBC30Jと同じ
- ⑥ ベースマシンはクローラークレーンタイプとし、パワーユニットを搭載する
- ⑦ 掘削管理システムは、高精度な鉛直精度管理および容易な方向制御が実施できるものを装備する

この開発で一番難しい要素は、BC30Jのケーブルホースサスペンションシステムをドラム方式にすること（ホースドラムシステム）、このドラムおよびパワーユニットを搭載し、掘削機として占有作業面積を従来比の1/2にするベースマシンとすること、および高精度な鉛直精度管理を実現しながら容易な方向制御操作を可能とする掘削管理システムをどうするか、などが予想された。

3. ミディアムカッターの特長

MDBC30は、ほぼ同時期に開発を進めていたミニカッター（MBC30）とBC30Jとの中間的な存在で、MBC30のホースドラムシステムの技術を応用することで実現することができた。



写真1 MDBC 30

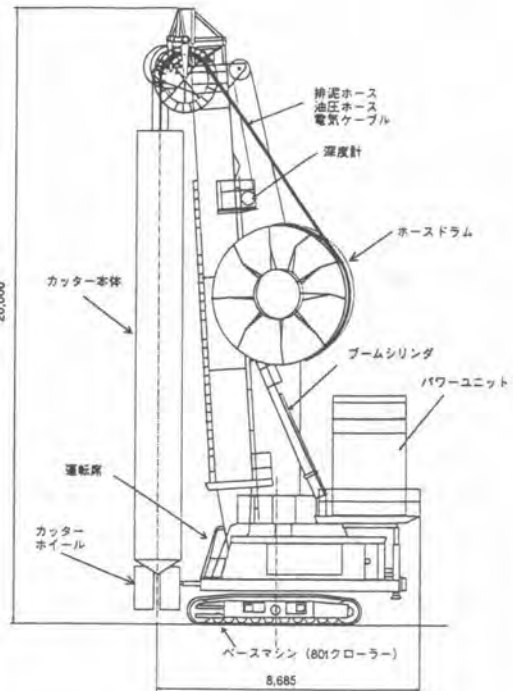


図1 MDBC 30

そして、MDBC 30は次のような特長を持つ。

(1) ホースドラムシステム

排泥ホースと油圧ホース・ケーブルをそれぞれ垂直型ドラム（排泥ホースドラム、油圧ホースドラム）とし、ベースマシンのブーム上に搭載する。特に油圧ホースドラムではドラム回転中心部に新方式のロータリージョイントを採用し、油圧ホース8本と多芯ケーブル1本（以下ホース類9本）を横1列に並べて巻き取るための緊張用ワイヤーを通したスペーサーブロック・ホースクランプ方式とした。これにより、1ドラムでホース類9本を巻き取り、あわせてホース類9本への過大なねじれや引っ張りがかかるのを防止する。

さらに掘削時においては、掘削機本体の上下降の際にホースへの無理な引っ張りがかからないように、自動的に巻き出しと巻き込みを行う制御機能を装備する。

(2) カッター本体

BC 30 Jと同じカッター本体を使用可能とした。これにより、ギアボックス、カッターホイール、排泥ポンプなどの主要部材の互換性が保たれると共に、BC 30 Jの切削能力と排泥能力を生かすこ

表1 MDBC 30の仕様

掘削方式	水平多軸回転カッター	
最大掘削深度	60m	
掘削壁厚	640～1500 mm	
掘削壁幅	2790 mm	
カッター	本体質量	約26～35ton
	回転速度	0～30 rpm
	トルク	0～7140 kg-m
	駆動方式	油圧モーターダイレクトドライブ
排泥ポンプ	口径	6インチ
	吐出量	400 m ³ /hr
	駆動方式	油圧モーターダイレクトドライブ
方向制御ガイド	12ヶ所	
ベースマシン	80tクローラー	
パワーユニット	エンジン駆動方式 430kw	
掘削機概略寸法(m)		
高さ×横幅×奥行き	20×6×8.2	

とが可能となった。

(3) ベースマシン

ホースドラムシステムの採用により、ベースマシンの高さをBC30Jの35mから20mとすることが可能となり、ベースマシンをBC30Jの100tクローラークレーンから80tクローラークレーン、ブームをグースネックタイプとした。これらにより、BC30Jに比べて占有作業面積を約1/2を実現した。

(4) アジャストガイド

カッター本体の上部と下部にそれぞれ前後方向4ヶ所、左右方向に2ヶ所の計12ヶ所のガイドを装備する。掘削中において、随時、偏位の修正を可能とする。

(5) パワーユニット

エンジン駆動方式の油圧源で、ホースドラム、カッターホイール、排泥ポンプなどの油圧モーターの駆動に用い、ベースマシンの後部に搭載する。

(6) 掘削管理システム

MDBC30の運転操作、制御、掘削精度管理に用いる。図2に示すように、センサー、制御盤、運転操作盤、カラーモニタ、制御機器などで構成する。掘削データの管理のひとつとして、ICカードを利用した、掘削データの収集、保存、および印刷ができるものを装備する。

また、運転操作のために、図3に示すようなモニタ表示画面とした。この表示は、従来の白黒からカラーへ変更すると共に、1画面で運転状況表示（油圧、回転数など）、姿勢表示（偏位、傾き）、方向制御表示（アジャストガイド動作）を行うことで視認性を増すよう努めている。

4. ミディアムカッターの位置付け

今回の開発により、トレンチカッターは表2に示すように4機種となり、MDBC30の位置付けとしては、標準機BC30Jの適用が難しい工事、主に都市部での路上からの施工および、建築工事などに適用する考えである。また、図4にトレンチカッターの寸法比較図を示す。

5. 実証試験

MDBC30の掘削実験を1993年4月に行い、深度60mまでの掘削機能を確認した。図5に示すような地質において試験を行い、深度0～60mでのホースドラムの巻き上げと巻き下げ能力確認と、ホース類への無理な引っ張りが掛からないこと、掘削管理システムの機能の確認などを行った。

表2 トレンチカッター各機種の概要仕様一覧表

	BC30J	BC30JL	MDBC30 (ミディアム)	MBC30 (ミニ)
分類	標準型	大深度型	都市型	路下型
掘削方式	水平多軸回転カッター			
最大掘削深度(m)	60	100	60	53
掘削壁厚(mm)	640～1500	640～2400	640～1500	640～1500
掘削壁幅(mm)	2800			
カッタートルク	7140 kg-m			
排泥流量	400 m ³ / hr			
カッター フレーム高さ(m)	15.0			4.4
ベースマシン	100t クローラー	150t クローラー	80t クローラー	レール式 槽台車

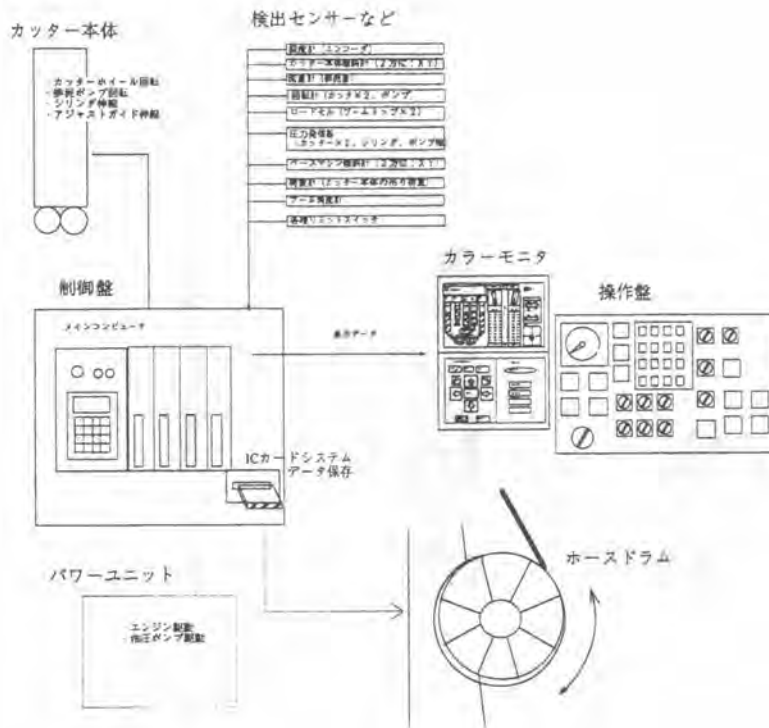


図2 MDBC 30の掘削管理システムの構成

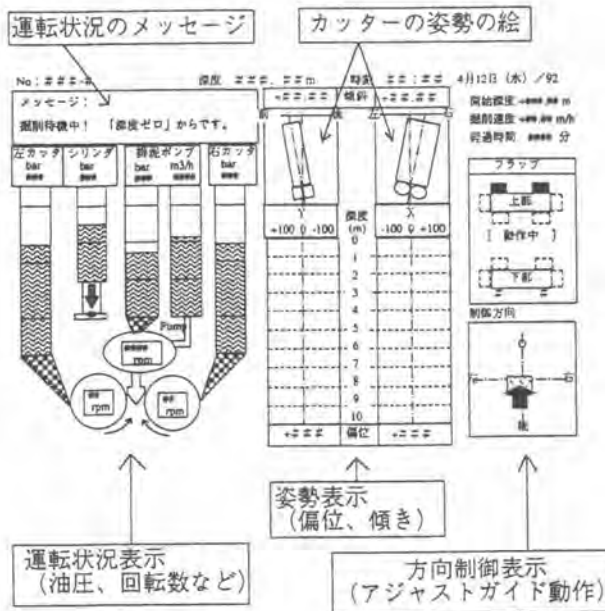


図3 掘削管理システムのモニタ表示

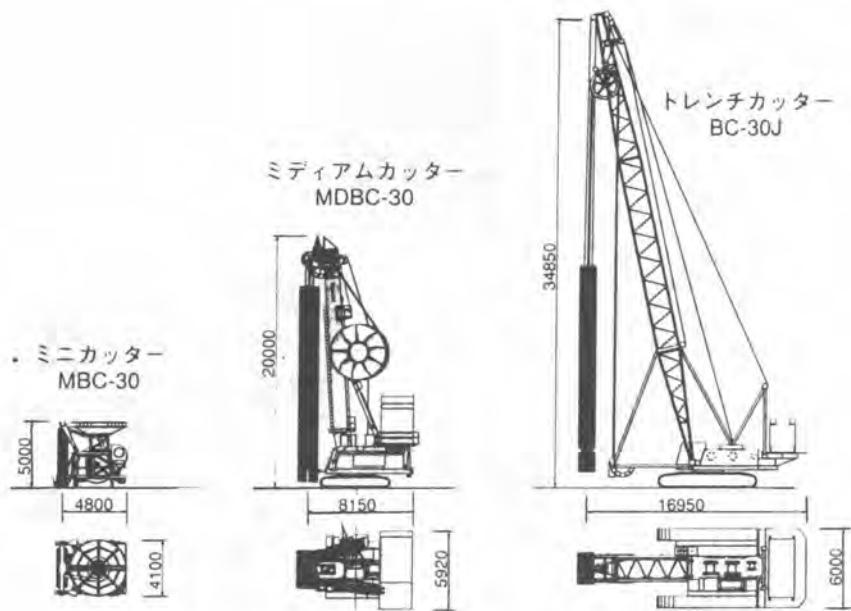


図4 代表的なトレンチカッター3機種の寸法比較図

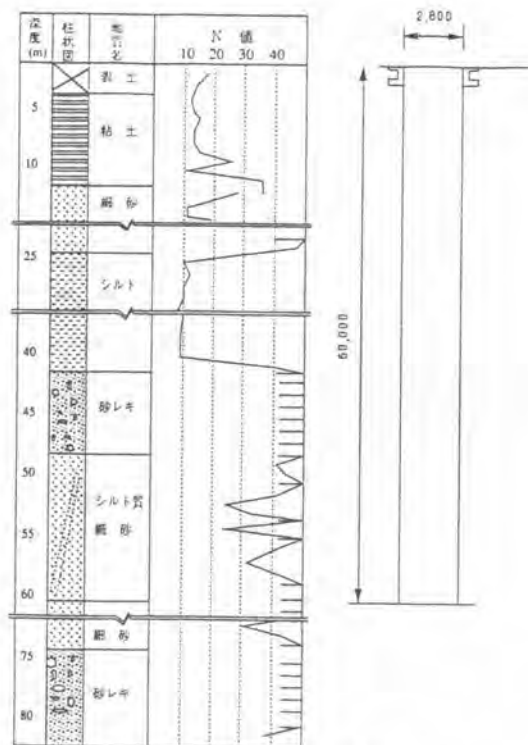


図5 実証試験の地質と掘削位置図

6. おわりに

以上のように、MDBC30の機械の特長を中心に紹介した。今後MDBC30は、1993年10月頃より都内の地下鉄工事に適用され、第1回目の施工を予定している。次回機会を得ることができたならば、MDBC30の適用事例についての紹介を行いたい考えである。

また、実際の施工を重ねながら、施工で得られた貴重なデータをもとに機械の改善・改良を進め、新たなるニーズを満足するよう努力したいと考える。