

51. HB-トレンチカッター(地下連続壁掘削機械)の概要とその施工例

(株)間組：気仙 哲夫・*田中 猛

1. まえがき

昨今の構造物の大型化・複雑化、あるいはウォーターフロント開発、ジオフロント開発などのニーズに伴って、地下連続壁に求められる技術的課題が高度化（大深度化、大壁厚化、高速施工など）してきている。それらのニーズに対応していくために、当社は最新の地下連続壁施工システムであるHB-トレンチカッター工法を西独パウアー社より導入した。

パウアー社は、200余年の歴史を有するヨーロッパを代表する基礎工事マシンメーカー並びに基礎専門業者であり、日本ではアースアンカーの施工マシンであるUBW、多目的ドリリングマシンであるBGシリーズのメーカーとして知られている。

本文は、当工法で使用する掘削機とその施工例の概要について述べるものである。

2. 当工法で使用する掘削機の概要

2.1 当掘削機の位置付け

主な地下連続壁掘削機をその掘削方式により分類整理したものを表1に示す。また、各種掘削機の一般的な適応地盤を表2に示す。当工法で使用するHB-トレンチカッターは、水平多軸回転式掘削機の種類に分類され、後述する機構の採用により、あらゆる地盤を高能率に掘削することが可能である。

2.2 当掘削機の仕様

HB-トレンチカッターの仕様を表3に、クレーン搭載時の全体外観図を図1に示す。HB-トレンチカッター（型式：BC-30J）は、表3に示すように壁厚は640mm～1,500mmの5種のバリエーションを持ち、最大掘削深度80mと地下連続壁に対するほとんどのニーズに対応できる能力を備えている。なお、ベースマシンには150t吊りクローラクレーンを使用している。

表1 掘削方式と主な掘削機

掘削方式				泥水使用方式		掘削機	掘削機	壁厚 (cm)		掘削深度 (m)
バケット		垂直	回転	貯留	正逆			最小	最大	
A	B	C	D	貯留	正逆					
○						ICDS	36	40	120	40
	○					MHL	48	50	120	55
		○				MBH	52	80	180	120
			○			KELLY 3	55	50	100	40
				○		KELLY	40	40	200	60
					○	RSP 37-	50	45	120	45
					○	ELSB	39	40	110	47
					○	ICDS	34	50	100	57
					○	CIS 5R	41	50	150	54
					○	RW	41	40	150	120
					○	1270/A	61	120	320	100
					○	TWB	43	40	120	51
					○	OCW	43	45	120	55
					○	HYDROPERAISE	53	63	320	150
					○	HB Trencher	59	64	150	80

(注) A: 2軸・垂直・開閉, B: 2軸・垂直・開閉, C: 3軸(Fo-F), D: 横軸回転式
○: 対応可能, △: やや対応可能, ×: 対応不可

表2 掘削機の一般的な適用地盤

掘削機	地盤	粘土	砂	砂礫・玉石		岩盤	
				150mm	150mm	硬質	硬質
縦バケット式	◎	◎	○	○	○	△	-
横軸式	◎	◎	◎	△	△	△	-
垂直式	-	-	△	△	○	○	△
HB Trencher工法	◎	◎	◎	◎	○	◎	○

◎: 対応可能, ○: 対応可能, △: やや対応可能, -: 対応不可

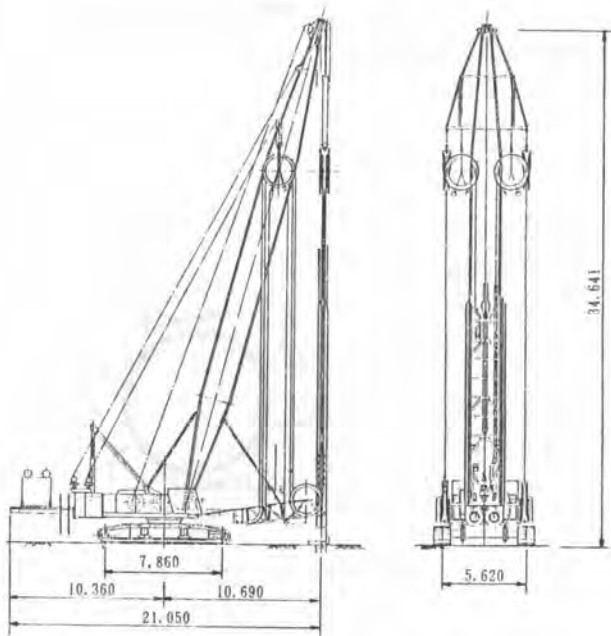


図1 全体外観図

表3 HB-トレンチカッター
主要仕様

項目	仕様	
壁厚	640/800/1000/1200/1500mm	
壁幅	2,790 mm	
本体高さ	15 m	
本体重量	35~39 t	
カッター	トルク	7,140 kg・m
	回転数	0~24 r.p.m.
排泥ポンプ	流量	400 m ³ /h
	揚程	5.5 m
所要動力	430 kw	
掘削深度	8.0 m	
ベースマシン	150t 吊り10-17t	

2.3 掘削機の特徴

HB-トレンチカッターの機構上の特徴を以下に記す。

- ①排泥管等の接続を不要にしたオートテンション方式のホース・ケーブルサスペンション (高能率掘削)
- ②横倒れ機構付きティース (掘り残し防止)
- ③大トルクのカッター、礫破碎用リーマー、ショックアブソーバーから成る礫破碎機構 (広範な適用地盤)
- ④高揚程、大容量排泥ポンプ (高速施工)
- ⑤ワンタッチ脱着のカッターティース (整備時間短縮)
- ⑥油圧シリンダ (掘削速度、ビット荷重の制御)
- ⑦油圧ユニット (高信頼性、高耐久性)
- ⑧ユニット構造 (整備時間短縮)

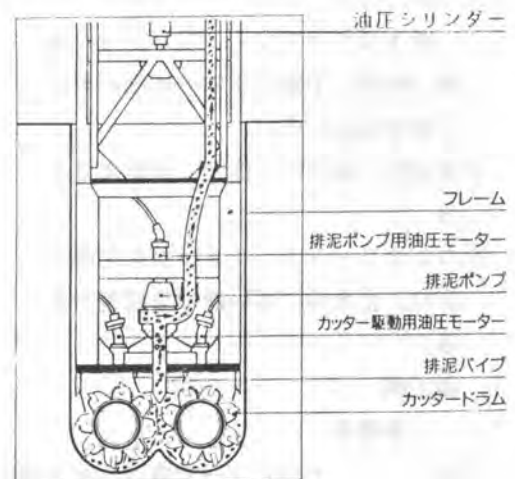


図2 カッター本体概略構造

カッター本体概略構造を図2に、ホース・ケーブルサスペンション機構の概要を図3に、横倒れ機構付きティースの概要を図4に、礫破碎機構の概要を図5に示す。

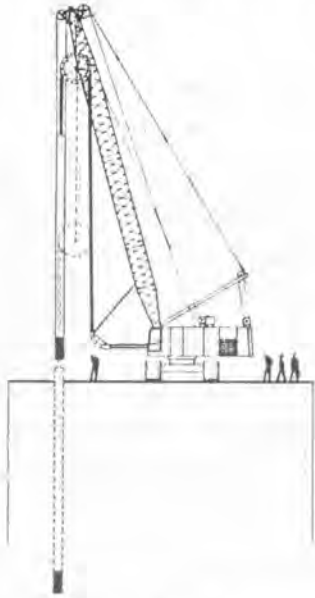


図3 ホース・ケーブルサスペンション

以上のような機構を採用することにより、当工法は以下に記すような利点を有している。

- ①一般土砂だけでなく、玉石混り砂礫層、軟岩、中硬岩までの掘削が可能で適用範囲が広い。
- ②連続的に掘削が可能で、高能率である。
- ③コンクリートカッティングも可能であり、止水性の高い継手を構築できる。

3. 施工例

3.1 工事概要

HB-トレンチカッターで施工した2件の工事（導入に際し行った試験工事、及び浄水場の仮設土留壁工事）の概要を表4にまとめて示す。また、試験工事では以下に記すような項目について掘削性能試験を行った。

- ①深度80mまでの掘削

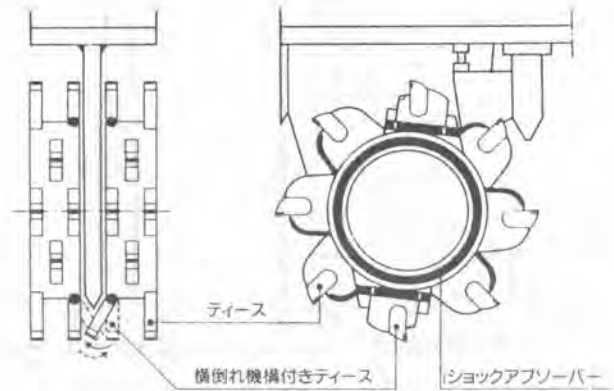


図4 横倒れ機構付きティース

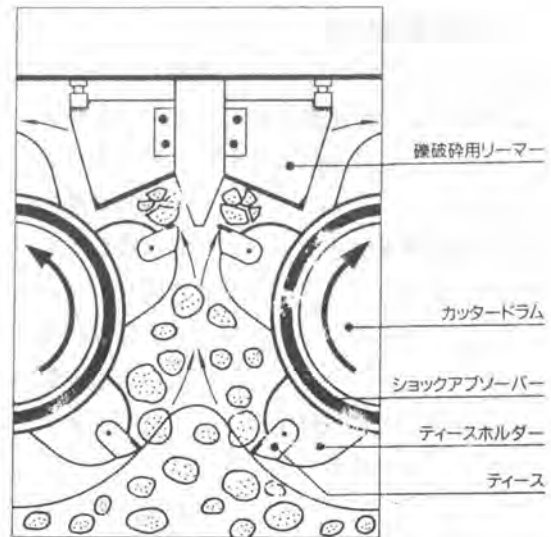


図5 礫破碎機構

②玉石 ($\phi_{max} \approx 500\text{mm}$) 混り砂礫層

の掘削

③模擬岩盤 (圧縮強度 210kgf/cm^2 、及び
 $700 \sim 800 \text{ kgf/cm}^2$ のコンクリート) 掘削

④コンクリートカッティング

3.2 試験工事の実績

掘削性能試験における対象地盤別の純掘削能率を表5に、深度80m掘削時の実績及び土質概要を図6に示す。

表5 対象地盤別の純掘削能率

試験項目	対象地盤	時間当り純掘削能率	
		m/時	m ³ /時
①	砂質土	14.8	26.4
	粘性土	16.3	29.1
	砂礫	13.0	23.2
②	玉石混り砂礫 $\phi_{max} \approx 500\text{mm}$	4.3	7.6
③	模擬岩盤A $\sigma = 210\text{kgf/cm}^2$ $\phi_{max} = 150\text{mm}$ の玉石混り	1.9	3.4
	模擬岩盤B $\sigma = 700 \sim 800 \text{ kgf/cm}^2$	0.8	1.5
④	コンクリートカッティング $\sigma = 500 \sim 600 \text{ kgf/cm}^2$	5.5	9.8

表4 工事概要

工事名称	HB-トレンチカッター 試験工事	浄水場築造 仮設土留壁工事
用途	実験	仮設土留壁
壁厚 (mm)	640	1,200
最大深度 (m)	80	49
施工延長 (m)	13.7	97.9
施工面積 (m ²)	341.0	4,797.1

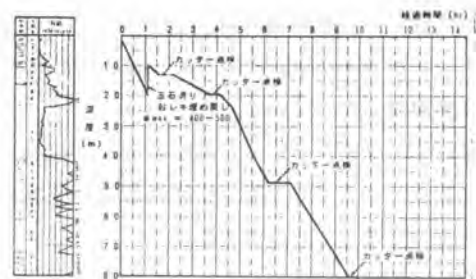


図6 掘削実績、及び土質概要

3.3 浄水場仮設土留壁工事の実績

当工事における純掘削能率を表6に、掘削実績の一例及び土質概要を図7に示す。

当工事で並行して施工を行っていた油圧式バケット掘削機と比較すると、2.5～3倍以上の速度で掘削が行え、担当分の約4,800m³を実稼働37日間という短期間で掘削を完了した。

表6 純掘削能率

作業日当り	掘削速度 (m/日)	44.1
	掘削土量 (m ³ /日)	148.3
表掘削時当り	掘削速度 (m/時)	10.7
	掘削土量 (m ³ /時)	35.9

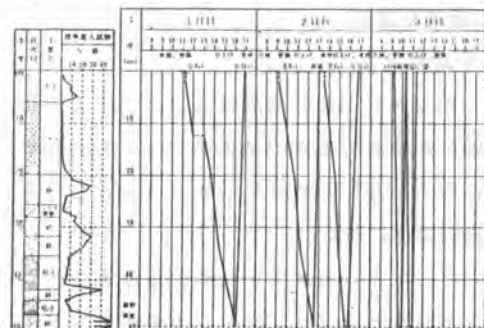


図7 掘削実績の一例 及び土質概要

4. あとがき

当社は、HB-トレンチカッターの高い掘削能力に着目し導入を行った。そして、前述した2件の工事においてその高速施工性を実際に確認する事ができた。

今後は、日本の実情やユーザーの要望に更に沿えるように改造を行っていくと共に、大壁厚な、あるいは都市内での小規模な地下連続壁工事に対応できる機種を開発、導入していきたいと考えている。