

9. 大口径場所打ちコンクリートグイの掘削 (その 2)

「土と基礎」講座委員会

9.4.6 ホッホストラッセル工法

西独のホッホストラッセル, ワイゼ両氏の考案によるもので, System Hochstrasser-Weise を略して H・W 工法またはプレスベトン工法といい, 日本では清水建設が技術導入し, 国産機も製作されている。

スイングヘッドと称する円周反復運動装置を備え, それ自身重スィ (錘) を兼ねたもので, ケーシングチューブを押し入れ, 長さ 20~30 m の大口径クイを容易に施工するのでベノトよりも優れているともいわれる。

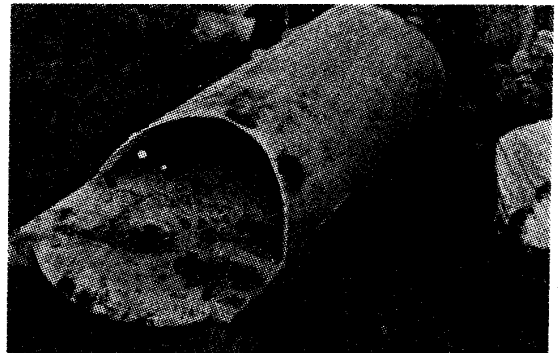
(1) 掘削装置主要部分

クローラまたはトラッククレーン 1 台でケーシングチューブの建込み, グラブバケットの操作, クイの築造すべてを行ない, とくに掘削機本体と称するものはない。

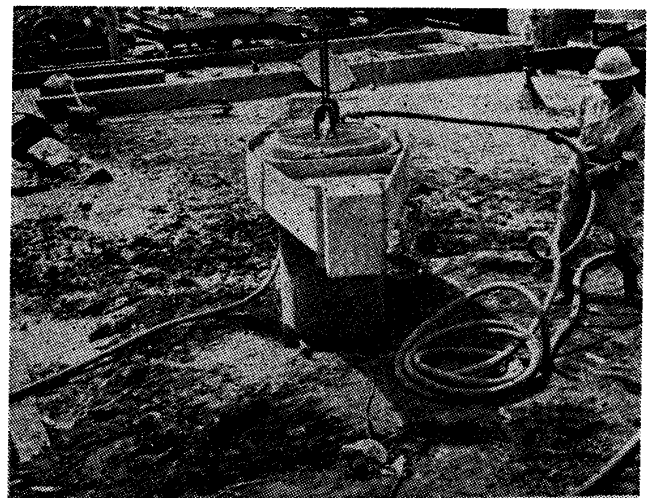
プレチューブは, ケーシングガイドと地表面の障害物をチェックする目的で打たれ, ケーシングチューブよりも径の大きめのものを用意する。

ケーシングチューブは必要な直径と長さに応じ, 所要の厚さのものを使用し, 1 本のもので径 500~1,800 mm で気密性を必要とし, 長さは 15~20 m で 1 本ものが理想的であるが長い場合は途中で溶接あるいは切断する。

スイングヘッドは, 写真—9.14 のような形をした重量 1~5 t の装置で, ケーシング上部の台座に載せてケーシングの軸を中心に, 自由な回転ができるようにボールベアリングを介して取付けられている。ケーシングチューブの反復回転駆動は, スイングヘッド内に 2 筒のラムシリンダーがあり, ピストンロッドの端をケーシング



写真—9.13 チゼル

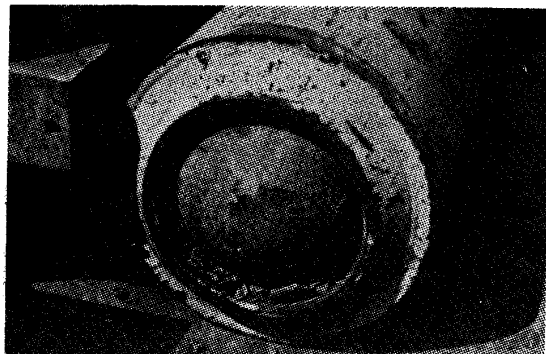


写真—9.14 スイングヘッドにフタをして圧縮空気を送る

チューブに取付け, これに交互にコンプレッサーから圧縮空気を送気することによりスイングヘッドは 30~45° 回転し, また自動的に反転する。ケーシングは, この作動により往復回転運動があたえられる。

(2) 掘削順序

削孔位置にプレチューブを打込んで, グラブバケット掘削あるいはツボ掘りして正確に 1.5~2.5 m 建込み, スイングヘッドを取付けたケーシングをクレーンでつりプレチューブ内に建込む。空気を送ってスイングヘッドを駆動させ, ケーシングに往復回転運動をあたえ, 地盤とケーシングの摩擦を減ずる。同時にクレーンワイヤーにハンマングラブを取付け, ケーシング内の土砂を掘削



写真—9.12 キースポンジ

講 座

すると、スイングヘッドの自重によりケーシングをさらに地中へ入れて行く。

普通の土はハンマグラブを使用し、水中掘削、水を含んだ砂、泥土等軟弱土質にはキースポンプを使用し、転石、岩、地中障害物はこれをチゼルで破碎した後ハンマグラブで排除する。

予定の深さに達し支持層を確認したら、鉄筋を建込みコンクリートを打設する。スイングヘッドの気密ロックによってケーシングチューブにフタをし、バルブを開いて圧縮空気を送り込み、打設したコンクリート面に $4 \sim 6 \text{ kg/cm}^2$ の圧力をかける。同時にスイングヘッドを作動はじめると圧縮空気による圧力とケーシング回転による互に直角方向の二つの運動により、ケーシングは地盤との摩擦を減少させて浮き上がった状態となり、そこをクレーンで引抜く(図-9.17)。深さの大なる場合は、途中でケーシングを切断し上記操作を繰り返す。

(3) 掘削上の特徴

- (i) 掘削に要する機械設備が簡単で、他へも転用できる。
- (ii) 斜孔の掘削は、プレチューブを傾けることにより 11° まで施工可能である。
- (iii) 斜面においてもつり込みクレーンさえ届けば掘削が可能である。
- (iv) 波のある船上での掘削もできる。
- (v) 無騒音、無振動工法に近い。
- (vi) ケーシング引抜きに際し反力が不要である。
- (vii) ケーシングの径と長さにより任意の寸法のクイ

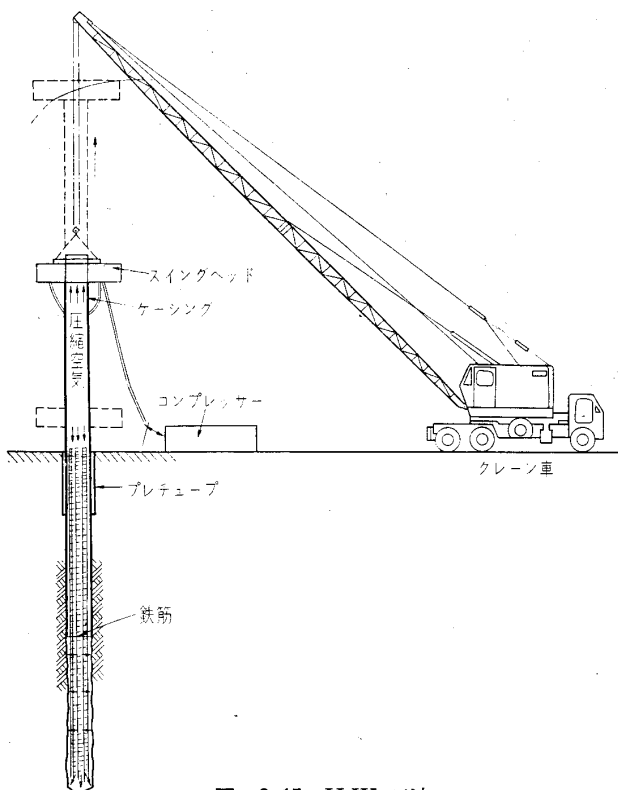


図-9.17 H.W 工法
コンクリート打設後クレーン車での引抜き

ができる。

(viii) ベノト工法に比較して工費が低廉である。

9.4.7 カルウェルド工法

本工法は、米国カルウェルド社が考案したカルウェルドアースドリル機で施工したことに始まり、クレーバーとクレーヨークにより、ドリリングバケットをジン速、無騒音、無振動で回転させて、地盤に大口径の掘削を行ないクイを作るものである。現在わが国では、ほとんど国産機が使用され、輸入機とのおもな相違点は前者がローラマウント型で、わが国のように不良地盤の多い所での機動性を持たせたのに対し、後者はトラックマウント型である。

(1) 掘削機構

掘削機は駆動されるロータリーリングギアにヨークがはまり、回転によりその中心にあるクレーバーを通じてバケットが地盤を掘削するもので、自重により掘進するものと油圧押下げ装置で強制的に押し込むものがある。

国産メーカーは二社で、日立 U 106 型は万能掘削機のアタッチメント型式で、懐下が広く排出土が積みやすい。加藤 T & K 20 型は最近クレーバー駆動機構を改良しクレーヨークの代りにクレードライバーを採用して削孔時の推力とその均等性を増し、またバケット昇降排土

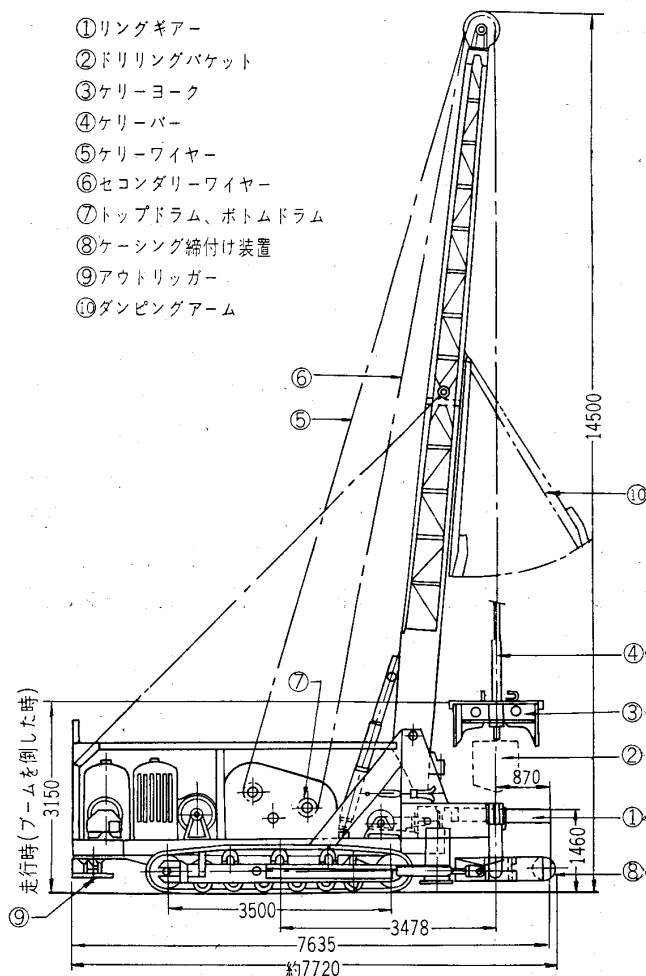
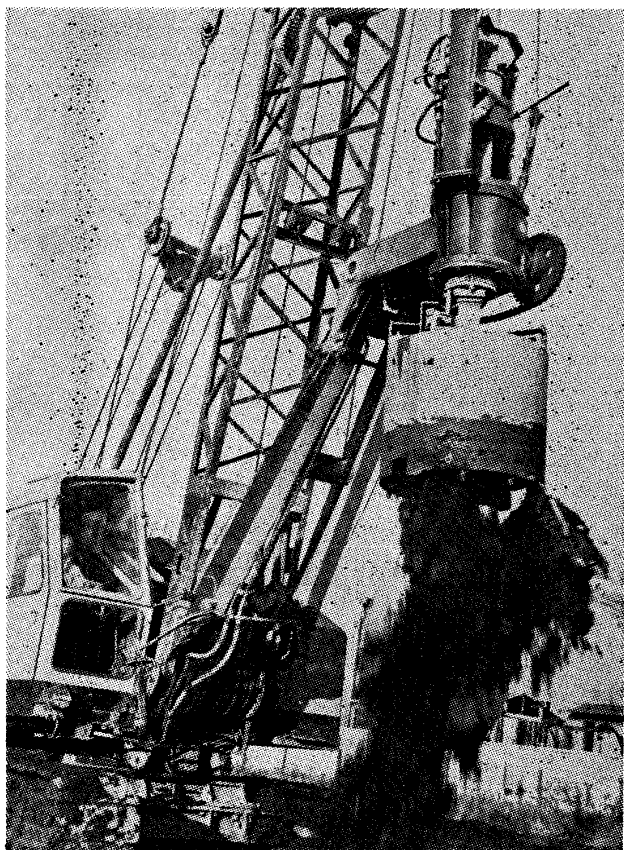
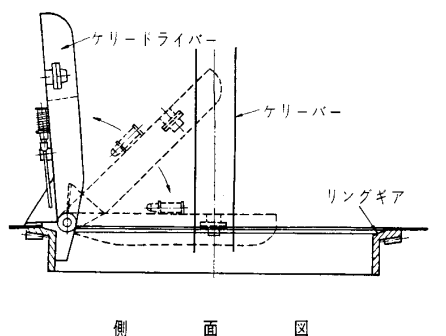


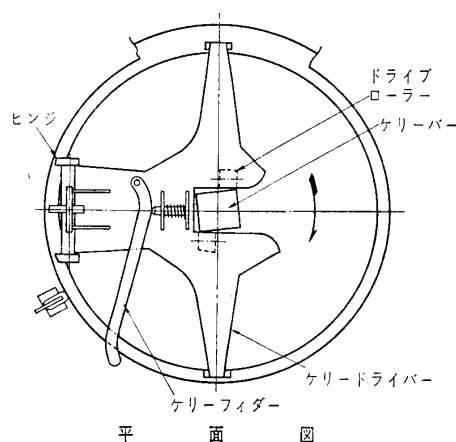
図-9.18 T & K アースドリル 20 TH



写真—9.15 日立 U106 型アースドリル
(油圧押下げ装置取付け)



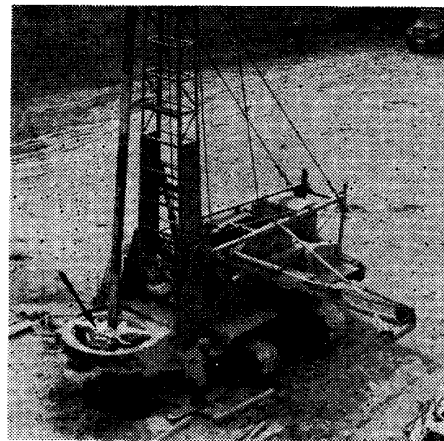
側 面 図



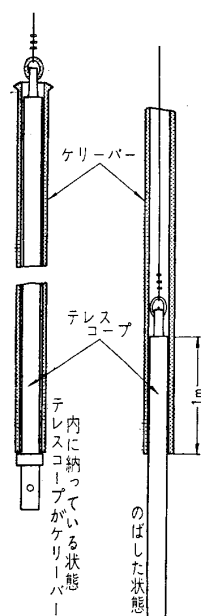
平 面 図

図—9.19

の操作を容易ならしめた。オールケーシング工法施工のため揺動装置を取付けた U106 A 型および 20 TH 型が出現し、元来素掘りが原則であるカルウェルド工法



写真—9.16 KATO T & K 20 HRB
(ケリードライバー取付け)



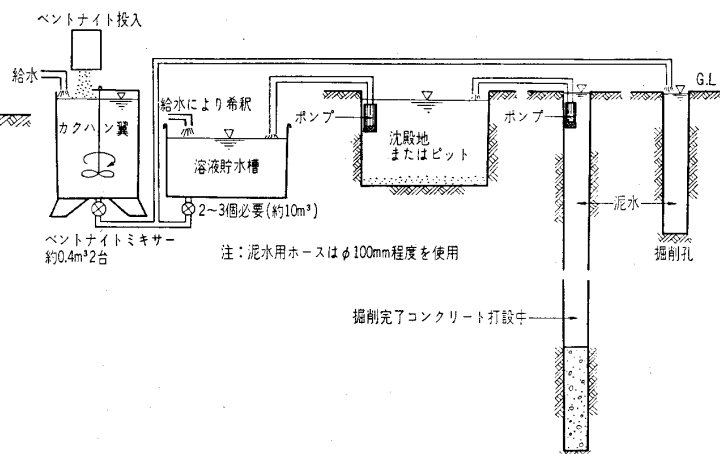
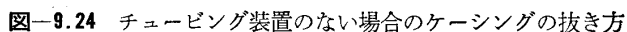
図—9.20

が、現在はケーシング工法が容易に施工できるようになり、いっそう確実な大口径クイが構築されている。

ケリーバーはテレスコープ方式の二重式で 18.5 m、三重式で 24~28 m (型により異なる) で、それ以下はステムロッド (長さ 3~10 m) を継足し、50 m まで掘削可能であるが、ロッド継足し後の作業能率はいちじるしく落ちる。その使用方法は図—9.21 (b) のように C の先端にバケットを付け、ウインチで孔中につし B を継足して掘進する。バケットが満杯になったら A B C をつり上げ、上から順にはずし (b) の状態とし、ウインチでつり上げ排土用アームで引張り排除する。

口径拡大作業をリーミングと称し、図—9.22 のようにバケット天バに取付けた刃をリーマーといい地盤の良い場合 1 m のドリリングバケット使用により 2 m の直径まで拡大可能で、折りたたむことができ、必要な時だけ外に出し使用する。

次に孔壁保護については、ケーシング工法、泥水工法の併用あるいは静水圧のみでよいかは地盤にもより、チュービング装置があればケーシング工法が確実である。ベノト工法でケーシングについては述べたが、カルウェルド工法ケーシングを使用する場合 図—9.23 のようにいろいろな場合があり、チュービングマシンのないものは掘削後建込みワイヤーを取付けておく。引抜く場合はそのまま円周上を、シャックル等でつまんで引抜くと、断面が変形して使用できなくなるので 図—9.24 のようなカンザシを作って引抜く。テレスコープ二重式ケーシングというのは、外管を用いその径の差を 20~30 cm 置



図一9.25 ベントナイト泥水循環系統図(例)

(2) 泥水工法

ベントナイト溶液が使用されるのは、懸濁性、膨潤性があり比重が1より大で粘性が高く、地下水圧および土圧へ対抗でき、砂質層へ浸透してゲルからゾル化し不透水性膜を作り、泥水の逸水または地下水の侵入を防ぐと同時に、シキソトロピー性に富み掘削により生じたクズ土を泥水中に浮遊させ孔底でスライム化させないためである。

本工法で使用するベントナイトのメッシュは200～300程度で、No. 大なるほど粒子が細かく、膨潤性、粘度がすぐれている。溶液の濃度はいちばん問題で、土質、層厚により異なり、ユウ水砂レキ層でも10%強、普通5～10%である。ベントナイトの産地、土質、使用水等により泥水の性質は異なるので各種添加剤を混入して性質を補助する。溶液の作り方は、ミキサーに水を入れると同時に、ベントナイトを徐々に散らばるようにして入れる。一度に入れると大きな固まりとなり混合されずムダとなる。

以上は泥水工法の概要で詳細は次章「壁をつくるための掘削」を参照されたい。

(3) 掘削および注意事項

土質調査により、素掘りができない崩壊性地盤が中間にある場合は、泥水工法または部分的ケーシング工法をとるかを検討する。

掘削機の据付けは、地盤の悪い場合は車体下に道板を敷き、トラックの場合は車止めを置く。

アースドリルのリングギアとクイ心を合わせ、アウトリガー（レベリングジャッキ）でリングギアの周辺とバケット間隔を等しく保つように、下端のターンバックルで調整した後、ケーシングを入れる必要、長さよりいく

分短かめにあらかじめ素掘りし、補助ウインチでケーシングを上下運動させつつソウ入する。表層ケーシングは掘削の良否を最も左右する要因で最初から掘削できない場合は地表から押込みつつ中の土を排除する。またソウ入困難な場合はクレーバーで打込むか、アウトリガーを支点とするテコ作用で押込む。

垂直な削孔をするため、最初 1~1.5 m の深さになるまでワイヤーを多少張りクレーブレーキを少し働かせ、掘進速度を土に応じ変化させてみる。能率的な掘削をするには、クレーバーの旋孔推力を増すことで、リングギアスライダーにクレーヨークの先端をかけ徐々に掘削することが重要である。

ドリリングバケットは最も使用され自動的に土砂を削って掘り下がり、土砂がバケット内に送りこまれ満杯になったらリングギアの回転を止め、孔上へ引揚げて横へ移動させ底部開放レバーを引いて土砂を排除する。

口径拡大のためのリーミングは、堅い土層の場合一度に大きな径のものを掘削するより、リーマーを少しずつ

伸して拡大する方が能率的で、削られた土はバケット上からその内部に落ち込むようになっており、またリーマーとバケットのツメとの同時掘削も可能である。

ドリリングバケットで掘削不可能な土丹、転石等は、チョッピングビットまたはウェイトハンマービット(2.5 t)により破碎する。玉石のような大きなものはグラブバケットまたはロックバケットでこれを排除する。岩も破碎後グラブバケット等で排出させるが転石等はその排除に非常な時間を要する。

これら各種刃先により、軟弱地盤より土丹まで掘削し N 値 3~5 の関東ローム、シルト、粘土は最も掘りやすく、直径 1 m、深さ 15 m の関東ローム層は約 1 時間で掘削する。その他 $N > 80$ の砂、 $N \approx 100$ のレキ層等も時間をかければ掘進可能である。

中間に砂層があり、泥水工法を用いた場合バケットの引揚げは注意して徐々に行なわないと、負圧による孔壁崩壊を生じるので、孔径に比べ小さなバケットを使用し、サイドカッターにより一定の掘削径に広げておく。

ボーリング現象に対しては早めに泥水処理をすれば防止できる。

孔底拡大作業をベリングといいベリングバケットでベル状に掘削する。その掘削順序は予定の深さに達したら所定の長さの刃をバケットの両側に取付け、バケットを孔内に降ろして回転すると自動的に刃が開き、またバケット底にも刃は取付けられ下部も掘削される。しかし掘削した土は完全にバケット内にさらうことができず、人間がはいらなければならない場合もある。堅い粘土質のものはよいが、軟弱土、砂質地盤ではさけた方がよい。

孔底ざらいは大口徑クイの掘削において、最も重要なもので完成後の初期沈下の原因とならぬよう注意して行なう。ベントナイトの濃い溶液とクズ土により、1 m 以上スライムが沈殿していることもあり、特殊シャッターを装置した底ざらい専用バケット、サクショポンプを使用しても完全にさらうことは困難な場合が多い。そこで鉄筋建込み後トレミー先端からウォータージェットをふかし沈殿物とコンクリートを置換するかあるいはトレミー中にパイプを取付け 図-9.27 のようにエアリフト方式*によりスライムを吸上げる工法がとられている。

ケーシングの引抜きは、クレーンまたはアースドリル補助ウインチを利用するが、たいてい容量不足で、アウトリガージャッキを利用し腰切りを行なって引抜く。

掘削土はベントナイト泥水や削土によりヘドロ化し、またコンクリートとともに上昇した泥水は、セメント粒子の添加によりゲル化し、その処理に困難をきたす。ダンプトラックでは市街地にその大半を落すので、広い敷地があれば脱水させるかタンクローリー車等で運搬す

* リバース工法参照のこと

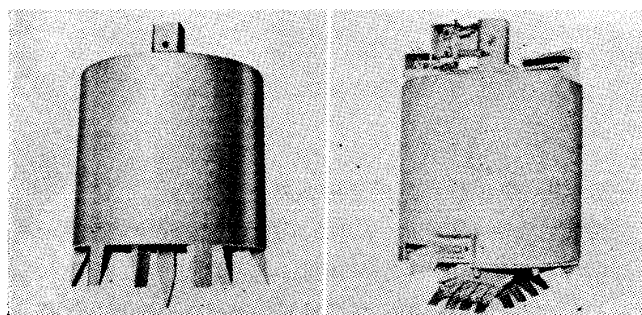


写真-9.17

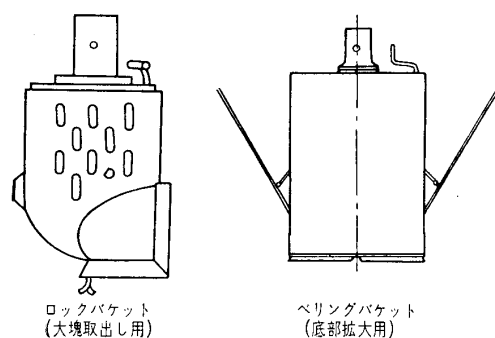
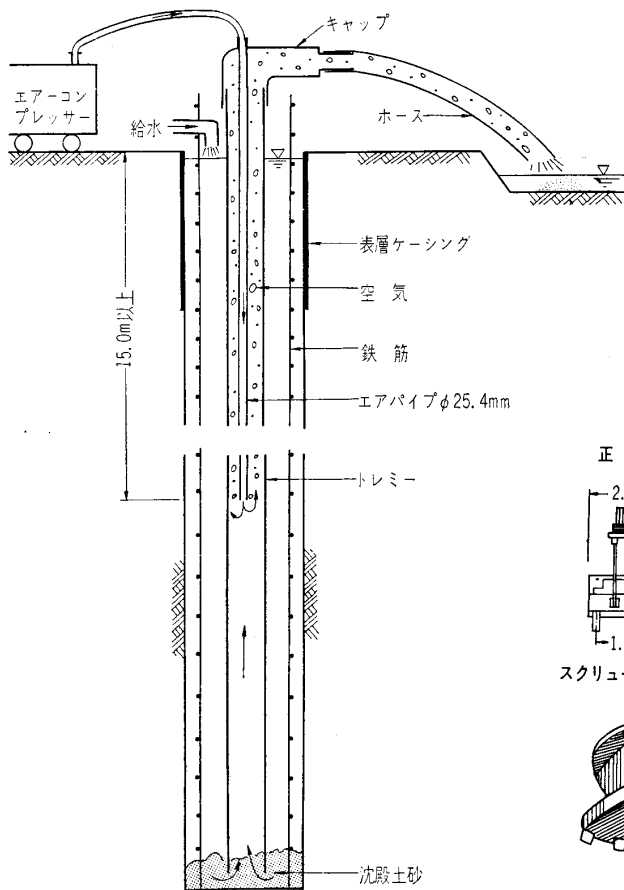


図-9.26

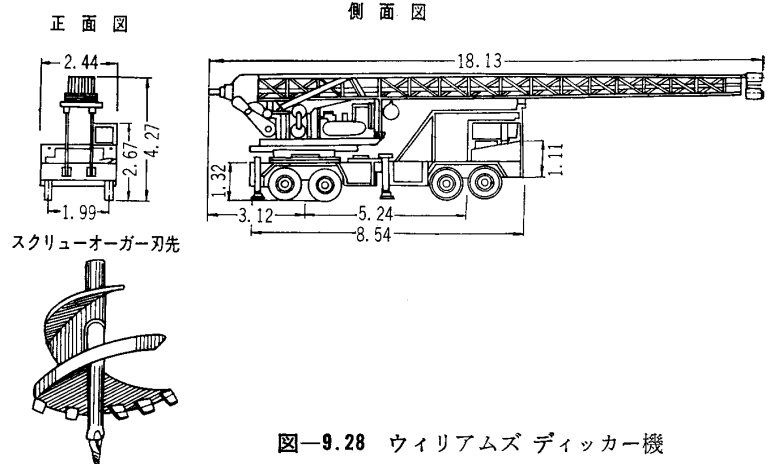
表-9.3 バケットの大きさと掘削孔径 (mm)

バケット実径 (mm)	掘削孔径 (mm)
1,080	1,200
980	1,100
880	1,000
780	900
700	800
580	700
480	600
420	500

講 座



図—9.27



図—9.28 ウィリアムズ ディッカー機

- (ii) バケット上昇時の負圧発生による壁面崩壊。
- (iii) ステム使用の場合 (約 24 m 以上の深さ) の作業能率低下。
- (iv) ベントナイト使用により孔底スライム除去が困難でたとえ除去したとしても信頼性に欠ける場合がある。
- (v) ベントナイト工法の使用の限界。
- (vi) チュービング装置のない場合ケーシング工法の困難性。
- (vii) 斜孔掘削が実際上不可能

る。

深さが大きくなるとズレを生ずるので、常にトランシットで鉛直性をチェックすることが望ましい。

(4) 特 徴

- (i) 無騒音、無振動で施工できる。
- (ii) 掘削しながら地質が確認できる。
- (iii) 工費が低廉である。
- (iv) 良い地盤では掘削速度が他の掘削機よりも早い。
- (v) 孔底拡大が可能である。

(5) 問 題 点

- (i) 玉石、転石等の処理が困難。

表—9.4 国産アースドリル各種の掘削に対する能力表

項目 種別	掘 削 長 さ		掘 削 径		備 考
	三重式ケーリーバーによる可能掘削長さ (m)	ステムロッド使用の場合の可能掘削長さ (m)	バケットによる最大掘削径 (mm)	リーマー装着による最大掘削径 (mm)	
20 H 型	24.0	35.0~40.0	1,200	2,000	現在製造中止 旧型はケーリーバーによる可能掘削長さ 24.0 m まで
20 HR 型	27.0	"	"	"	
20 TH 型*	27.0	"	"	"	
U 106 型	28.0	34~40.0	"	"	U 106 型に揺動装置を付属させたもの
U 106 A 型*	28.0	34.0	"	"	

* はチュービング装置があるもの

9.4.8 ウィリアムズディッカー工法

米国ヒュー・B・ウィリアムズ社が、電柱建込み用として製作した掘削機で約 20 年前から建設工事に使用され、わが国にも LDH-100 型が輸入されているが、国産化はされていない。

本機はスクリーオーガーとドリリングバケット使用により直径 50 cm~2.0 m 深さ 35 m までの大口径グイの掘削がジン速にでき、また斜孔掘削 (13°~18°) も容易で、米国では 45° の施工例もある。

(1) 掘削機の諸元と機能

図—9.28 のように本機は、トラック上に 18 m のブームをトウ (搭) 載し、定位置で 240° 施回可能なのでその位置で 2~3 本掘削ができる。

テレスコピック式二重ケーリーバーは、第 1 段 18 m、第 2 段 35 m までで、約 10 t の圧力を加えることが可能で、掘削能率よく、斜孔掘削、ケーシング圧入に利用できる。本機がカルウェルド機と異なるのは、大きなリングギアを持たないことで、スクリーオーガー刃先には 2~4 段のスパイラルの羽根がついており、掘削時約 15 rpm、排土時 175 rpm で回転させ、刃先を取換えることにより種々の土質に対応できる。

ユウ水多く軟弱土層の場合は、テレスコプ式ケーシングを使用することもある。ケーシングの引抜きはクレーンにより行なうが、力量不足の場合は特殊ジャッキと

組合わせて行なう。

表-9.5 ウィリアムズディッカー機の種類

形式	A.D.H	M.D.H	L.D.H	L.L.D.H
性能				
掘削孔径 (m)	0.6~1.2	0.6~1.5	0.6~2	0.6~3
掘削深さ (m)	7.5	10.5	35	40
傾斜角度 (°)	45	45	45	45
オーガー回転速度 (rpm)	35~180	15~175	15~175	15~175
エンジン (HP×台)	50HP×2	75HP×2	120HP×2	120HP×2
(c. in)	226 c.in	300 c.in	500 c.in	
ケリーバー寸法			1段 3"× 2段 4 1/2"	1段 4 1/2"× 2段 7"

(2) 掘削および注意事項

削孔は本来素掘りが原則であるが、軟弱地盤の場合は泥水工法あるいはケーシング工法を使用しなければならない。ケーシングチューブは、長さ 5~7 m が用いられあらかじめケーシング外径より大なる径の掘削をして建込みを行なうが、カルウェルド工法と全く同じであるので前項を参照されたい。

機械の水平鉛直を正しく調整して据付け、ドリリングバケットを用いると土砂排出は孔口上では困難なので、図-9.29 のように機械を旋回しなければならぬ。普通の土にはスクリーオーガーを用い、図-9.30 のようにオーガーを回転してスパイラルの刃先の間に削土が詰ったならば引上げ、早い回転数で土砂を孔口周囲に四散させる。

締まった土、硬質粘土等は、孔中にスクリーオーガーを入れてカクハン（攪拌）後回転バケットで、またゆるい水のある砂層等では、ベントナイトをそのまま孔内に投入し、スクリーオーガーでカクハンした後マッドバケット等で排出する。固結粘土、締まった砂レキ層または軟岩等は、図-9.31 のようにビット付バケットを用い、落下回転をあたえて必要な深さだけ削って、上からくずすかあるいはブレーカーを持って孔内にはいり処理する。

排出土はブルドーザーによってかき集め、ベルトコンベアー等でダンプに積む。

本機はカルウェルド工法とほとんど同じで、長所として移動据付けが早いこと。短所としてドリリングバケット排土時に旋回を行なうので削孔とバケットの心が狂いやすく、また泥水あるいは水中掘削において、スクリーオーガーに削土が付いたものを地上に引き上げる際、

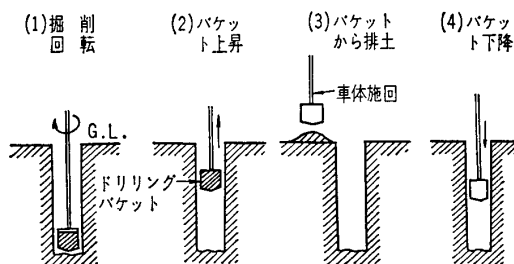


図-9.29

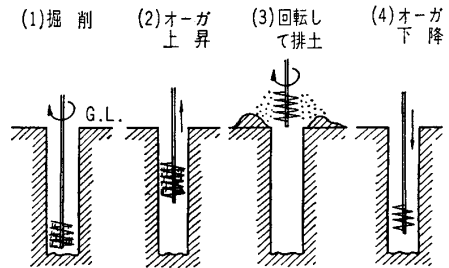


図-9.30

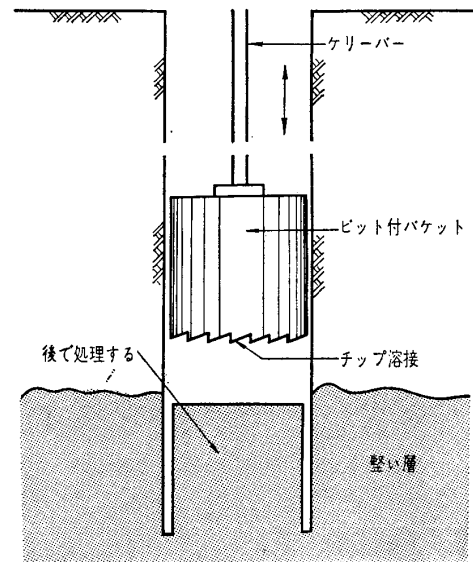


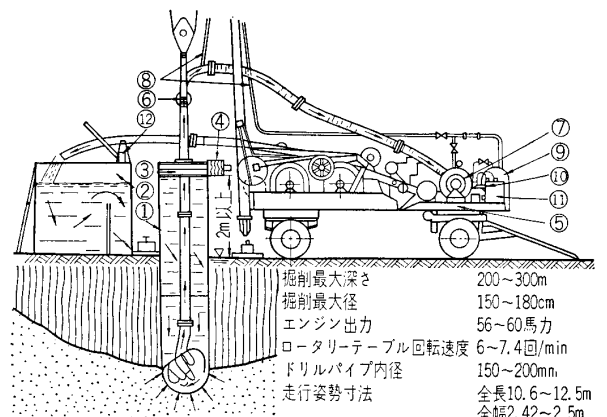
図-9.31 ビット付バケットによる堅い層の掘削

孔壁と密着して負圧を生じ壁面崩壁を起こしやすい欠点もある。

本工法は、スクリーオーガーを主体とする掘削において高能率をあげ得るもので、地層条件、地下水等によりそのつど施工法を変動する必要がある。

9.4.9 リバースサーキュレーション工法

本工法は、西独ザルツギッター社の考案による掘抜き井戸用掘削機とし製作され、1955 年初めて橋脚基礎工事に利用されて後南米マラカイボ橋基礎工事にその偉力



- ①スタンドパイプ ④オイルモーター ⑦サクションポンプ ⑩バキュームポンプ
②貯水タンク ⑤オイルポンプ ⑧バキュームパイプ ⑪冷却水
③ロータリーテーブル ⑥ケリーバー ⑨バキュームタンク ⑫コア採集バケツ

図-9.32 ポンプサクション式リバースサーキュレーション

講座

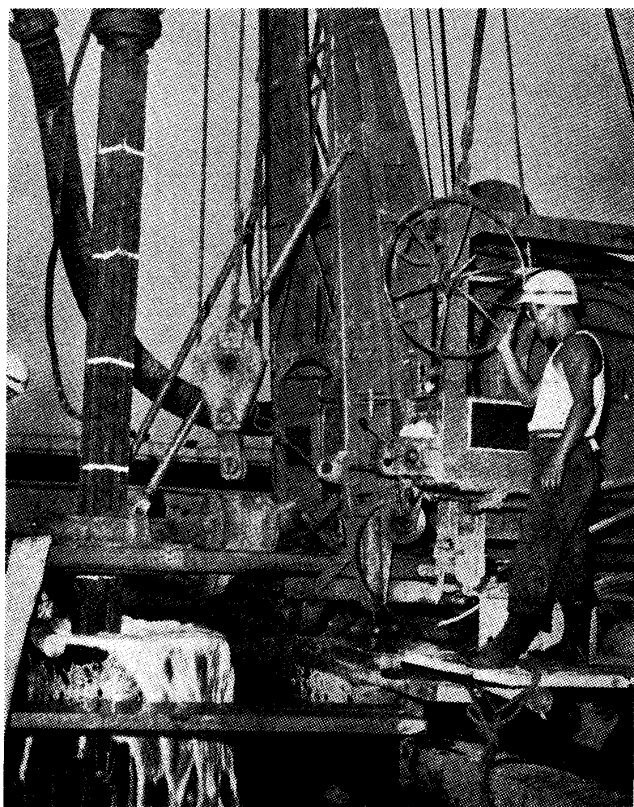


写真-9.18 掘削中の日立 PS-150

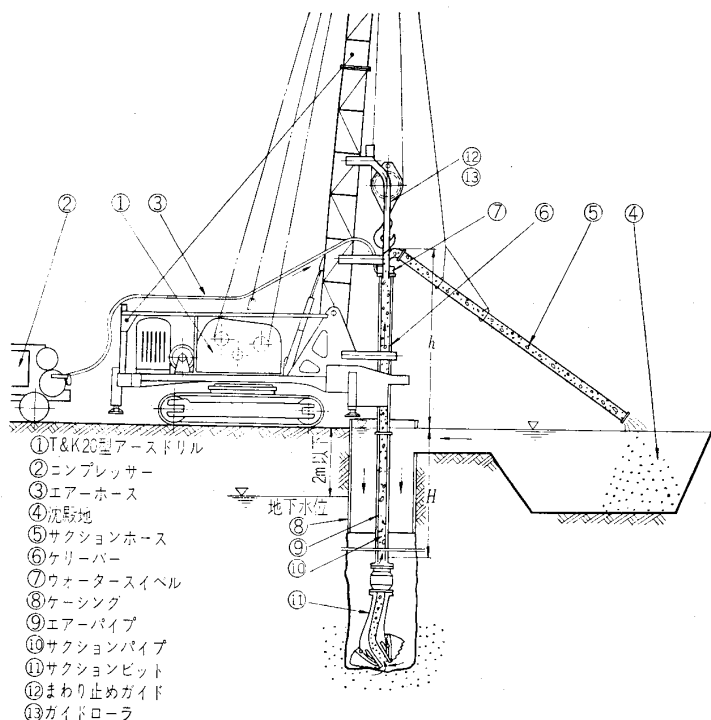


図-9.33 RAE-150 型エアリフト方式
KATO T & K 20 型アースドリルの一部を
改裝した兼用型

を發揮した。他の掘削機のようにバケットを上下することなく、特殊なビットの回転により破碎した土砂を流体運搬による、逆循環工法により排除する連続掘削方式で、深さの増すに従って他の工法より有利となり、とくに水上での作業に適している。

現在機械は国産化され、リバース工法専用 (PS 150,

S 200, RAC-150 または RSC-150 型) またはベノト方式との兼用 (50 TH 型), あるいは従来の T & K 20 型アースドリルのケリーヨークを二又状のケリドライバに交換し, 必要装置 1 式を付属させるアタッチメント形式 (RAE, RSE-150 型) のものがある。

(1) 装置の概要と掘削機構

本装置はトラックシャーシ上に装置または単独で, トラック等により移動し, 前部にはホイスト, バケット, パーカッション用のウインチ, 後部には真空ポンプおよびタンク, サクションポンプ等が装備されている。マストは前部に位置し, その下に油圧ポンプと油圧モーターにより駆動されるロータリーテーブルがあり, これは本体と遊離して使用可能である。ロータリーテーブルはその中に, ケリーバー回転用ヨークがあり, ケリーバーとサクションポンプの間にスイベルジョイント, サクションホースがある。

ドリルロッドは中空 (内径 150, 200 mm) で, この中を土砂が秒速 2~3 m で通過排出される。ケリーバーは 3.6 m の行程しかないで, ここまで掘削したならば引揚げ, ケリーバーとの間にドライブパイプを継足して掘削を続ける。

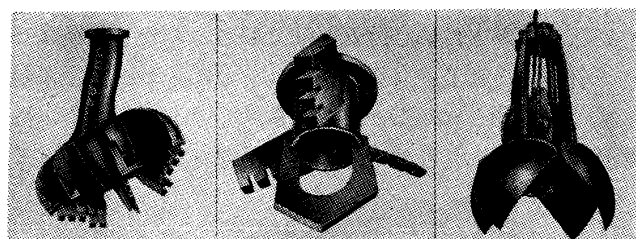
土砂, 岩盤等を破碎するビットは, 写真-9.19 のように必要に応じ取換えて使用する。

孔中の削土排出方法は一般に下記のように, 正循環方式とは, 土質調査で使用するロータリーボーリングマシンのドリルロッドからポンプで送水して孔中から削土を排出する方法で, 本工法の逆循環方式とは上記と全く逆の方法である。このうち効率の悪いジェット方式は現在使用されておらず, 普通のうず巻ポンプを使用するサクション式とエアリフト工法とがある。

削土排出方法	正循環方式
	逆循環方式
	ポンプサクション
	エアリフト
	ジェット

エアリフト工法は, 空気揚水ポンプまたは気泡ポンプとも呼ばれ, サクションポンプ方式と異なるのは, ドリルパイプ内の水をポンプで吸引する代わりに, ドリルロッド内に高压の空気をロッド底部または中間から噴出させると, 管内は周囲の水よりも軽い状態となり (比重 0.3~0.5), 管外の水との圧力差によりロッド内空気混合水は水面まで上昇する。この現象によりドリルロッド下端のビットから吸込まれる水の流れにのって孔底掘削土砂も一緒に吸込まれ管内を上昇して排出される。

本工法を用いる場合はエアリフト用ドリルロッドに交換し, コンプレッサーを付属させることにより簡単に切換えられる。その他水の得られない市街地等では循環水

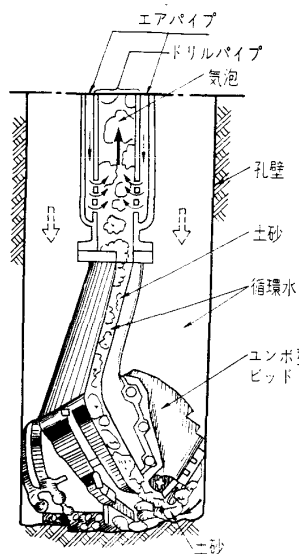


ユニボ型ビット
直径 (mm) 457,
610, 762, 1016,
1270, 1500

三翼ビット
直径 (mm) 457,
610, 762, 1016,
1270, 1500

オレンジピールバ
ケット
500 形 (500~800
mm ϕ 用)
800 形 (800~1500
mm ϕ 用)

写真-9.19

図-9.34 エアリフト方
式掘削機構

用の貯水タンクが必要で、場合によってはタンク2個を用意し、交互に使用すると同時に不意の逸水に備える。

(2) 掘削および注意事項

静水圧で孔壁防止をする関係上、地下水位が地表面より 2.0 m 以内の場合は図-9.32 のように長さ 2 m 以上のスタンドパイプを建込み、2.0 m 以下の場合で貯水池が付近に設けられれば、

図-9.32 のように配置する。

まず削孔中心より掘削機位置を定め、ブーム脚部下に I ビームまたは木材などを置いて足場を固めた後、アウトリガーをきかせる。地表が崩壊性砂質土または軟弱層の場合孔口保護のため表層ケーシングを使用する。ケーシングはモンケンにより打設あるいはウインチと滑車を使用して押込み、ケーシング内は専用バケット等で掘削する。

ケーシングの根入れ長さはケーシング下端の水頭差による超過水圧のため、砂のパイピングによるブロー現象を起こさないだけ地盤へ打込む必要があり、普通砂の場合最大水頭差の 0.6 倍以上打込めばよいが、ゆるい埋立て層の場合は安定層まで打込む必要がある。

貯水池の水の循環は図-9.35 のように掘り、削孔との間を断面約 0.5 m²、水路で直結し各々ホースを接続する。

ユニボ型ビットとケーリーバーフランジを締結し、孔内に水を満たして後ビットを孔底まで下げ、真空ポンプを作動させて土砂排出循環系統の空気を吸引して水と置換した後、サクショポンプに切り換え、孔内、掘削装置、貯水池の水を完全に循環させる。ロータリーテーブルを

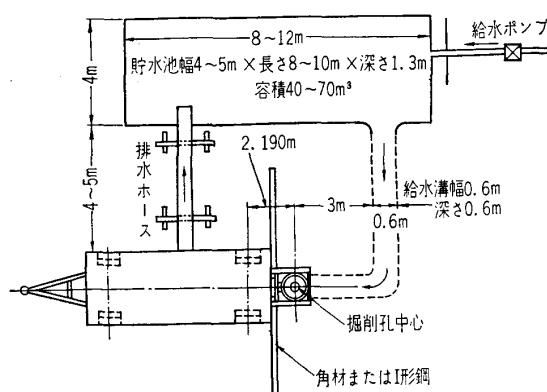


図-9.35 給水循環系統 (例)

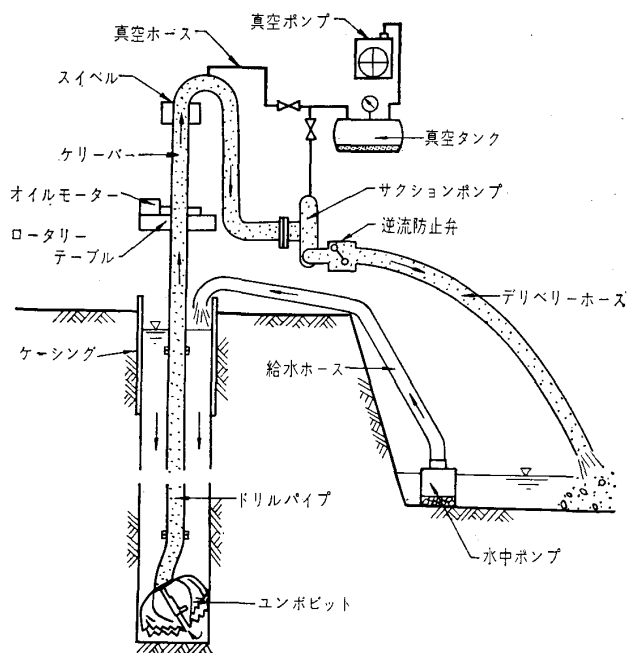


図-9.36 ポンプサクション方式掘削機構

徐々に回転させると、土砂は水とともにビットおよびロッドを通して排出される。エアリフト工法は図-9.33 の水中深さ (H) と排出高さ (h) が孔内水位低下時においても $H \geq h$ であることが必要で、一般に 7 m 程度までは吸上げが不可能で別の機械で掘削を行なう。

掘削速度は地層にもよるが、5~15 cm/min 程度で、掘進中はドリルパイプの継足し、その他の作業に追われるので、全体の掘進速度は 2~8 m/h である。

浅い掘削の場合は、ポンプサクション式が有利といわれる。深い場合は同等の揚砂量でポンプサクション方式の 4 倍程度である。それゆえエアリフト方式は深さ大な

表-9.6 ドリルパイプ径と限界深さ

最大掘削深さ (m)	ドリルパイプ内径 (mm)	150	200	300
	ポンプサクション式	200	300	500
	エアリフト式	400	550	750

表-9.7 エアリフト空気圧と掘削深さの関係

掘削深さ (m)	50	100	150	200
圧力 (kg/cm ²)	6~7	12~15	17~20	22~25

講 座

る場合、掘進速度も早くまた貯水池、揚水管等の設備も小さくてすむ。掘削作業時間にしめる、ドリルロッド継足しから掘削にかかるまでの時間の割合は非常に大きくポンプサクシオン方式では継足し後の真空時間を合わせると約 2/3、エアリフト方式で約半分をしめることから、後者の方が能率がよい。

普通の土、砂、レキおよびこれらの混じったものの掘削はユンボ形ビットを使用し、粘土、シルトのように、ユンボ型では刃先につくような締まった地盤は、三翼ビットを使用する。柔らかい粘土、水分のあるシルトには四翼ビットを使用するが、これは海底掘削に最も適している。堅い岩の場合は、ドライブパイプにオモリ（錘）（1t弱）を取付け推力を増加させローラービットで掘削するか、あるいは、パーカッション装置で破碎する。

φ150mm 以上の玉石、岩等の場合は、ドリルロッド内を通過しないので、ビットを引揚げてオレンジピールバケットを孔内に降してこれでつかみ排除する。このバケットは1本のワイヤーで操作でき、孔壁をいためぬよう刃先は球形をなしている。

掘削用ビットは偏心回転運動で掘進するので孔径はビット径以上となる。ユンボ型ビットの場合ビット径に対し約 20% 増となることが報告されている。また透水性地盤で逸水により孔壁の泥膜形成が遅れ、水頭差が保て

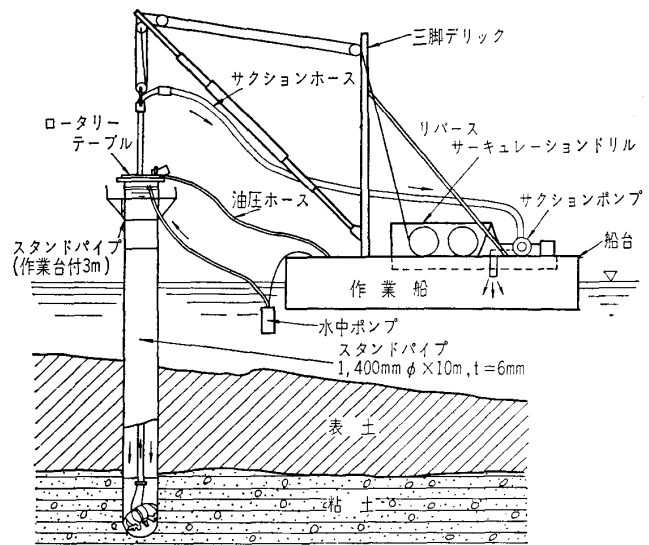


図-9.37 海上での掘削

表-9.8 各種工法の比較表

工法種別 項 目	本田式深礎工法	鹿島式真管基礎工法	大林式柱礎工法	清水式柱礎工法	ベント工法	ホップストラッセル工法	カルウェルド工法	ウィリアムズディッカー工法	リバースサーキュレーション工法
ク イ 径 (cm)	120~400	140~350	150~300	最大 200 まで	55~最大 200 まで	64~180	50~最大 200 まで	100~200	60~200
掘 削 深 さ (m)	最大 36	最大 30	最大 30	最大 30 まで	30~50 120 実例あり	12~30 最大 40	35~40 60 実例あり	最大 35	30~40 位 (200~300可) 能
掘 削 速 さ (適した地層の場合)	やや遅い	遅 い	やや遅い	遅 い	やや遅い	やや遅い	速 い	速 い	速 い
孔 壁 保 護 方 法	波型鋼板	木 矢 板	ライナープレート	オールケーシング	オールケーシング	オールケーシング	ベントナイト液ケーシング併用	ベントナイト液ケーシング併用	表層ケーシングと静水圧
軟弱地層の掘削	ダブルシールド使用により可能	可 能	先行矢板により可能	可 能	可 能	可 能	ケーシング、ベントナイトの併用	ケーシング、ベントナイトの併用	泥水またはケーシング使用
固結砂利・土丹・岩などの掘削	可 能	可 能	可 能	可 能	可 能	可 能	刃先交換により可能	不 可能	可 能
障害物のある場合の掘削	発破による破碎等により可能	可 能	可 能	困 難	困 難	困 難	不 可能	不 可能	困 難
海 上 掘 削	不 可能	不 可能	不 可能	不 可能	実例あり	可 能	理論的に可能	実例あり	可 能
地下水位の高い場合の掘削	ウェルポイント、ディーブウェル等によりある程度可能	ある程度可能	ある程度可能	可 能	可 能	可 能	ベントナイト液比重上昇とケーシング使用	ベントナイト液比重上昇とケーシング使用	スタンドパイプの水位
斜 孔 の 場 合 の 掘 削	困 難	困 難	困 難	困 難	最大 15°	約 11° まで	困 難	45° まで可能	不 可能
ズ レ の 修 正	困 難	ズレナシ	困 難	不 可能	不 可能	不 可能	不 可能	不 可能	不 可能
中間地質の確認	直 接 確 認	直接確認	直接確認	掘削土から判定	掘削土から判定	掘削土から判定	掘削土から判定	掘削土から判定	排水の色比重掘削土砂から判定
底面の載荷試験	可 能	可 能	可 能	不 可能	不 可能	不 可能	不 可能	不 可能	不 可能
騒 音 ・ 振 動	ナ シ	ナ シ	ナ シ	ナ シ	揺動装置の音	エアピストンの音	ナ シ	ナ シ	(コンプレッサーの音あり)
残 土 処 理	そのつど引上げて運搬	引上げ・運搬	引上げ・運搬	引上げ・運搬	直接ダンプトラックに載せる	ダンプトラック	泥土泥水あり	ブルドーザー等で集める	大量の水をとまなう
必 要 重 機	ウ イ ン チ	ウインチ	ウインチ	—	クレーン	クレーン、コンプレッサー	クレーン、ベントナイトミキサー	—	クレーン、グラブショベル(コンプレッサー)
移 動 方 法	—	—	—	軌道上を自走	トレーラーにトウ(搭)載、けん引および自走するものもあり、オタリー装置	分解して運搬	自 走	自 走	トレーラーにトウ載してけん引および自走

リバース工法の()内はエアリフト工法の場合

なくなると孔壁脱落を生じ孔径が大となる。

地質の確認は、排水ホース出口における土砂、泥水の色、比重で行なう。揚水量と排出土砂の割合を適切に調整して速度を維持し、自動掘削^{注)}を続行し所定の深さまで掘削する。

循環水は掘削孔内を 2~3 cm/sec 程度の流速で下降するので孔壁を荒らさず、また掘削土中の土粒子コロイド成分を分離し水中に分散させベントナイト泥水と同じ特性を持ち周辺水圧より高い圧力で地層中に浸透し不透水性の泥膜を作ると同時に水頭差により土圧を押えるので孔壁が保護される。

泥水循環方式には次の三種類がある。

(1) 補給水非循環 図—9.37

スタンドパイプの水位を常に満たすように溢流させ泥水は水上に流し循環させないもので海上施工に適する。

(2) 強制循環 図—9.36

自然地盤の凹地等を利用し、排出した泥水を再びポンプアップして強制循環させるもので泥膜形成が早く孔径も設計に近い掘削ができる。

(3) 泥水循環(淡水・海水) 図—9.33

貯水槽に泥水を排出させスライムを沈殿させ、水路により削孔位置まで泥水を自然環流させる方式で貯水池とケーシング水位は同じとなる。

掘削の進行にともない泥水比重と粘性が増大し掘削能率を低下させるので、泥水の希釈を必要とする。海水の場合は塩分がコロイド粒子と結合して沈殿するので循環水の比重は一定を保つが泥水効果は落ちる。

透水性地盤では、水位を保つため常時水を補給して水圧減少による壁面崩壊、孔口陥没等の事故を防ぐため、常時水位を監視(2 m の水頭を保つように水を補給)するが、不時の逸水に備え十分な容量の貯水池またはタンク(掘削ズリと同等または 2 倍の容量)が必要である。

市街地では、貯水池が設けられないので貯水タンクを

注) 油圧を利用した自動制御装置があり希望速度に合わせ掘進できる。

使用し、タンクとスタンドパイプは連結パイプで結ばれて水を循環させるが、不足した水はポンプで補給する。タンク内には、土砂が沈殿するので時々さらう必要がある。

水上施工は、上記の心配もなく他の掘削機械で不可能な場所でも容易に掘削ができる。スタンドパイプを水底面までは使用し水を入れて水位を高め細砂等からのパイピングを防止して、その上にロータリーテーブルを据えることにより波、水位に関係なく作業できる。今後リバース工法による作業の安全確実性を高めるためオールケーシング工法による掘削も行なわれるであろう。

(3) 掘削上の特徴

- (i) バケットを上下することなく連続掘削ができる。
 - (ii) 静水圧と還流土砂懸濁液により孔壁を保護し、高価なケーシング、ベントナイト等不要である。
 - (iii) 掘削深さが大で、深さが増しても掘削速度は不変。
 - (iv) 掘削回転部分が、本体と分離でき水上掘削に便利。
 - (v) 周囲に影響をあたえず、場所もとらないので既設物に接近して掘削可能。
 - (vi) 他の機械掘削に比べ低廉である。
 - (vii) ポンプサクション方式の場合は無騒音、無振動工法である。
- #### (4) 問題点
- (i) 掘削準備に時間を要する。
 - (ii) 水処理に制約を受ける。
 - (iii) 玉石の多い場所では掘削に時間を要し故障も多い。
 - (iv) 逸水地盤での孔壁維持のため水を大量に要し、また管理に特別の注意を要する。
 - (v) 移動に時間を要する。

※

※

※