

また、軟弱地盤上の盛土では、盛土量の把握や施工速度の管理のために、沈下観測が必要である。沈下観測は、区分けしたブロックごとに代表断面を2～3箇所設け、両法尻、両法肩、道路中央の5点で行う。

### 2.3 原位置試験

**原位置試験**とは、土の物理的、力学的性質をサンプリングせずに直接地盤中で調べる試験の総称である。現場で比較的簡易に土質を判定したい場合や、土質試験を行うための乱さない試料の採取が困難なときに実施する試験である。

道路土工の調査で用いる主な原位置試験を表1.3に示す。

表 1.3 道路土工の調査に用いる主な原位置試験

試験の名称	試験結果から求められるもの	試験結果の利用	試験法の規格
弾性波探査	地盤の弾性波速度 $V$	地層の種類, 性質 成層状況の推定	
電気探査	地盤の比抵抗値	地下水の状態の推定	
単位体積質量試験	湿潤密度 $\rho_t$ 乾燥密度 $\rho_d$	締固めの施工管理	砂置換法 (JIS A 1214), コアカッター法, または RI計器による方法
標準貫入試験*	N値	土の硬軟, 締まりぐあいの判定	JIS A 1219
スクリーウエイト貫入試験 (スウェーデン式サウンディング試験)*	$W_{sw}$ および $N_{sw}$ 値	土の硬軟, 締まりぐあいの判定	JIS A 1221
ポータブルコーン貫入試験*	コーン指数 $q_c$	トラフィカビリティの判定	
機械式コーン貫入試験 (オランダ式二重管コーン貫入試験)*	コーン指数 $q_c$	土の硬軟, 締まりぐあいの判定	JIS A 1220
ベーン試験*	粘着力 $c$	細粒土の斜面や基礎地盤の安定計算	
平板載荷試験	地盤反力係数 $K$	締固めの施工管理	JIS A 1215
現場CBR試験	CBR (支持力)	締固めの施工管理	JIS A 1222
現場透水試験	透水係数 $k$	透水関係の設計計算 地盤改良工法の設計	

※は、サウンディング調査である。

#### (1) 弾性波探査および電気探査

地中を伝わる弾性波の速度や地盤の電気抵抗から、地盤の地質状態を推定する方法である。

##### 1) 弾性波探査

地中を伝播する弾性波速度は、硬質な岩石ほど速く、また新鮮で緻密なものほど速いので、

1 計 12枚

表 1.6 土の判別分類のための試験

試験項目	試験結果から求められるもの	試験結果の利用	試験法の規格
含水比試験	含水比 $w$	土の基本的性質の計算	JIS A 1203
湿潤密度の測定	湿潤密度 $\rho_t$ 乾燥密度 $\rho_d$	土の締固め度の算定	
土粒子の密度試験	土粒子の密度 $\rho_s$ 間隙比 $e$ 飽和度 $S_r$ 空気間隙率 $v_a$	粒度, 間隙比, 飽和度, 空気間隙率の計算	JIS A 1202
相対密度の測定	最大間隙比 $e_{max}$ 相対密度 $D_r$	自然状態の粗粒土の安定性の判定	
粒度試験 ふるい分析 沈降分析	粒径加積曲線 有効径 $D_{10}$ 均等係数 $U_c$	粒度による土の分類, 材料としての土の判定	JIS A 1204
コンステンシー試験 液性限界の測定  塑性限界の測定	液性限界 $w_L$  塑性限界 $w_P$ 塑性指数 $I_P^{**}$	塑性図による細粒土の分類 自然状態の細粒土の安定性の判定	JIS A 1205

\*\*塑性指数  $I_P$  は,  $PI$  と表記する場合もある。

表 1.7 土の力学的性質を求める試験

試験項目	試験結果から求められるもの	試験結果の利用	試験法の規格
せん断試験  一面せん断試験  一軸圧縮試験  三軸圧縮試験	せん断抵抗角 $\phi$ 粘着力 $c$ 一軸圧縮強さ $q_u$ 粘着力 $c$ 鋭敏比 $S_t$ せん断抵抗角 $\phi$ 粘着力 $c$	基礎, 斜面, 擁壁などの安定の計算  細粒土の地盤の安定計算  細粒土の構造の判定	JIS A 1216
圧密試験	$e$ - $\log p$ 曲線 圧縮係数 $a_v$ 体積圧縮係数 $m_v$ 圧縮指数 $C_c$ 透水係数 $k$ 圧密係数 $c_v$	粘土層の沈下量の計算  粘土層の沈下速度の計算	JIS A 1217
透水試験	透水係数 $k$	透水関係の設計計算	JIS A 1218
締固め試験	含水比-乾燥密度曲線  最大乾燥密度 $\rho_{dmax}$ 最適含水比 $w_{opt}$	路盤および盛土の施工方法の決定・施工の管理・相対密度の算定	JIS A 1210
CBR 試験	支持力	たわみ性舗装厚の設計	JIS A 1211

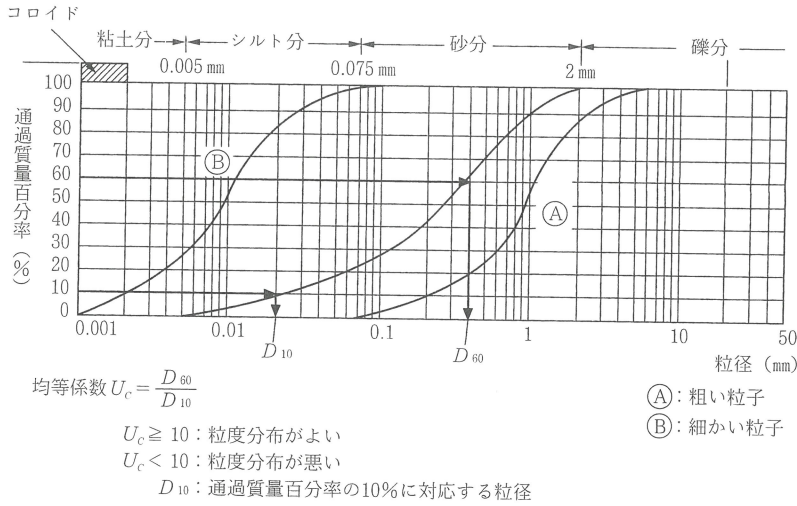


図 1.21 粒径加積曲線

また、粒度試験の結果（礫分、砂分、細粒分の割合）から、三角座標を用いて土を分類する方法を三角座標分類法といい、その座標上の位置によっておおまかな分類名が与えられる。図 1.22 は、土質材料を中分類する場合の三角座標である。図 1.22 より、礫分 40%、砂分 20%、細粒分 40% の土質は、細粒分混じり礫に分類される。

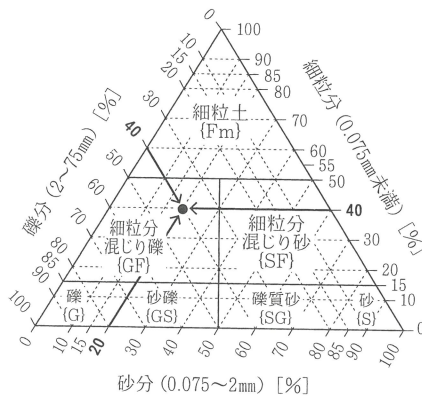


図 1.22 三角座標

4) 液性限界試験，塑性限界試験（コンシステンシー試験）

土のコンシステンシーとは、土に含まれている水分の量（含水量）によって土の状態が変化することや、変形のしやすさが異なることの総称である。土は、含水比によって形態が変化していく。乾いた半固体状の土は、含水量が増加するにつれて、塑性体、液体へと変化していく（図 1.23）。

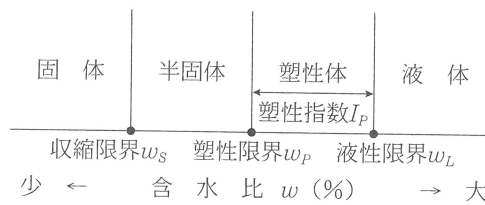


図 1.23 土の状態とコンシステンシー限界

- ① 液性限界 ( $w_L$ ): 土が液体から塑性体の状態に移る境界の含水比をいう。一般には、多量の水分を含む土が塑性体として最小のせん断強さを示す状態の含水比といわれている。
- ② 塑性限界 ( $w_p$ ): 土が塑性体から半固体の状態に移る境界の含水比をいう。土の含水比がそれ以下になるともろくなって亀裂を生じやすくなり、自由に変形しにくくなる境界の含水比である。
- ③ 塑性指数 ( $I_p$  または  $PI$ ): 液性限界と塑性限界の差 ( $I_p = w_L - w_p$ ) をいう。塑性指数

が大きいほど塑性的な土（吸水による強度低下の傾向が大きく、土の圧縮性が大きい）であることを示す。盛土材料の選定、自然状態の粘性土の安定性の判定に用いられる。

建設機械が軟弱な土の上を走行するとき、土の種類や含水比によって作業能率が著しく変化し、高含水比の粘性土などではこね返しにより走行不能になることもある。この走行性を表す程度をトラフィカビリティという。自然含水比が液性限界に近づくにつれ軟弱な土と判断され、これらの相対関係からトラフィカビリティは判定できる。

5) 相対密度試験

砂の締めりぐあいの程度を測定する試験である。実験室内で対象としている砂が最も緩くなった状態の間隙比  $e_{max}$  と最も密に締まった状態の間隙比  $e_{min}$  を求め、その砂地盤の間隙比  $e$  がこの範囲のどの位置にあるかを調べる。

$$\text{相対密度 } Dr = \frac{(e_{max} - e)}{(e_{max} - e_{min})} \times 100 (\%) \text{ である。}$$

相対密度は、緩い砂層の液状化判定基準のひとつとして使われている。

(2) 土の力学的性質を求める試験

基礎構造物、土構造物の設計において、その安定性の検討に直接関係するのが、土の力学的性質である。力学的試験は、土の強度と変形特性に関する試験である。

1) 締めめ試験

締めめ試験（図 1.24）は、土の含水比を変化させて、ある一定の方法で突き固めたときの乾燥密度と含水比の関係（締めめ曲線）から最大乾燥密度および最適含水比を求める。締めめ曲線（図 1.25）は、一般的には、凸な曲線となり、その最大値を最大乾燥密度、これに対応する含水比を最適含水比という。試験結果は、締めめの施工管理に際して、締めめ度や施工含水比の管理基準として利用される。

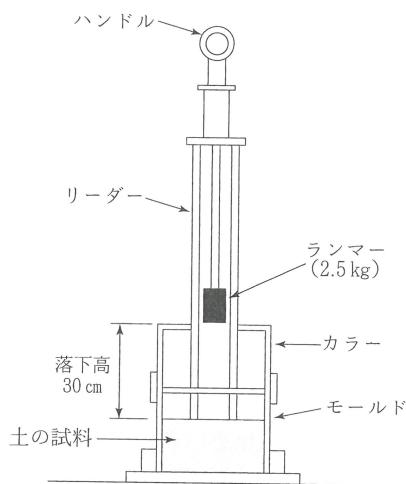


図 1.24 土の締めめ試験

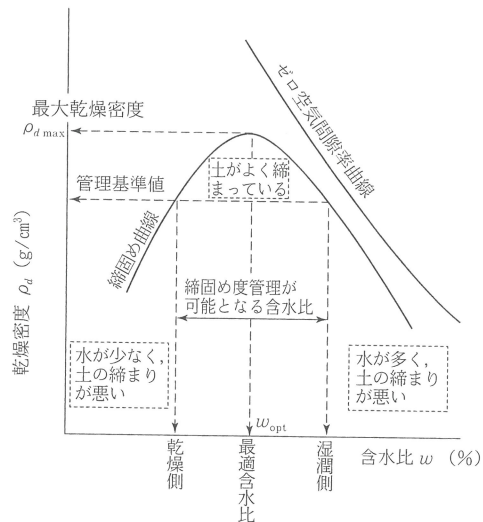


図 1.25 締めめ曲線

表 1・4 土の締固め規定と適用土質の分類

方式	規定名 (規定方法)	粘性土	シルト	砂	礫	岩塊・玉石
		0.005 mm	0.075 mm	2.0 mm	75 mm	
工法規 定方式	工法規定 (重量, 走行回数)				←	
	強度規定 (現場 CBR 値, $K$ 値, $q_c$ 値)					
品質規 定方式	変形量規定 (ローラ走行時沈下量) $\sigma_v = 200 \text{ kPa}$			←		
	乾燥密度規定 (締固め度)		←			
	飽和度規定 (飽和度)					
	空気間隙率規定 (空気間隙率)	→				

# 軟弱地盤対策工法

## (I) 表層処理工法

施工機械の走行性の確保  
盛土の荷重分布の均等化を図る。

## (II) 深層処理工法

地盤強固の確保

液状化防止  
凍害防止

(1) 砂子、砂地盤 → 締固め

(2) 高含水比地盤 → 圧入促進

粘土

圧入促進

#### 4.2 耐久性に優れたコンクリート構造物をつくるための留意点

耐久性に優れたコンクリート構造物をつくるためには、使用材料、配合、設計、施工の各段階における注意が重要である。各種の劣化に対して抵抗できるコンクリート構造物を造るには、塩化物イオンやアルカリ金属イオンなど有害な物質がコンクリートに侵入することを防ぎ、イオンや水分等が移動しにくいようにコンクリートを密実にすることが大切である。

耐久性に優れたコンクリート構造物を造るための留意点を表 2.15 に示す。

表 2.15 耐久性に優れたコンクリート構造物をつくるための留意点

使用材料	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 耐久性に優れた骨材を使用する。</li> <li>② アルカリ金属や塩化物の含有量が少ない材料を用いる。</li> <li>③ 目的に応じたセメントや混和材料を用いる。</li> </ul>
配 合	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 単位水量をできるだけ小さくする。</li> <li>② 水セメント比をできるだけ小さくする。</li> </ul>
設 計	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 環境条件に応じ十分なかぶり（厚さ）をとる。</li> <li>② 必要に応じエポキシ樹脂塗装鉄筋を用いたコンクリート表面のライニング等を行う。</li> </ul>
施 工	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 密実なコンクリートとなるよう入念に施工する。</li> <li>② 十分な養生を行う。</li> <li>③ 鉄筋位置等の施工誤差を小さくする。</li> <li>④ 打継ぎ部の処理に注意する。</li> </ul>

を加えた長さを標準とする。

- ② 鉄筋相互のあきは鉄筋径と粗骨材の最大寸法で図2・28のようになる。
  - ・粗骨材の最大寸法は、最小部材寸法の1/5以下で、鉄筋相互のあきおよびかぶりの3/4以下。
  - ・継手位置における、粗骨材の最大寸法は、鉄筋のあき以下。
- ③ 部材の鉄筋相互のあき
  - ・梁は2 cm 以上、鉄筋径 $\phi$ 以上、粗骨材最大寸法 $d$ の4/3以上。
  - ・柱は4 cm 以上、鉄筋径1.5 $\phi$ 以上。粗骨材最大寸法 $d$ の4/3以上。

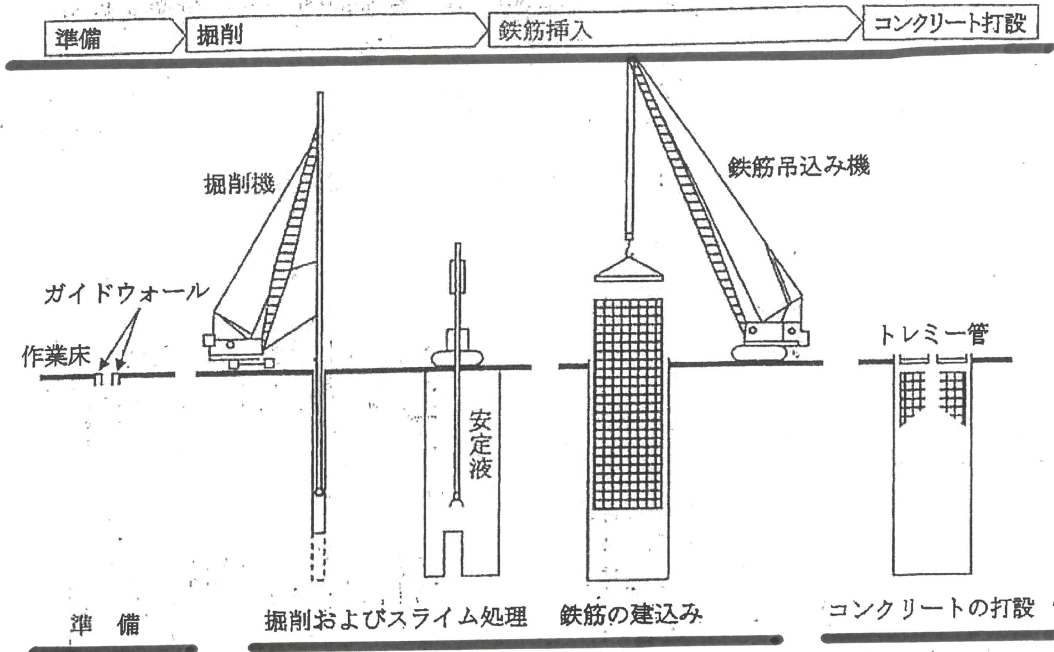
### 2・8・5 エポキシ樹脂塗装鉄筋

近年、コンクリート中の鉄筋の腐食による鉄筋コンクリートの早期劣化を防止するため、エポキシ樹脂塗装鉄筋の使用が増加しつつある。特に、海洋コンクリート構造物など、外部から侵入してくる塩分から鉄筋を守るのに効果がある。

また、エポキシ樹脂塗装鉄筋は化学的に安定しているので、常温のコンクリート中では、塗膜がほかの物質により消耗あるいは変質しない。さらに、腐食電流や迷送電流も遮断することができる。エポキシ樹脂塗装鉄筋の使用、施工にあたって留意すべき事項は、下記のとおりである。

- ① コンクリートとの許容付着応力度は、無塗装鉄筋の85%として設計する。
- ② 現場施工時には、塗膜に損傷がないかを目視により確認し、 $1\text{ mm}^2$ 以上の損傷がある場合は、適切に補修しなければならない。
- ③ ガス圧接継手を用いる場合は、溶接時に有害なヒュームを発生する樹脂もあるので、圧接端面の塗膜を除去し作業時の環境を考慮する。
- ④ スペーサは、エポキシ樹脂塗膜に損傷を与えない材料で防錆加工されたものを用いる。
- ⑤ 打継目が直射日光に曝される期間が累積して3ヶ月以上に及ぶときは、エポキシ樹脂塗装鉄筋を紫外線劣化や飛散砂などによる物理的損傷から保護するため、シートやテープなどを施さなければならない。
- ⑥ 現場受入れ検査により塗膜に損傷が見つかった場合には、エポキシ樹脂塗装鉄筋に用いられている塗装との相性を考慮した塗装、ホットメルト材料、収縮材料、防食テープなどの補修材を選定しなければならない。
- ⑦ コンクリートの締固めは、1箇所当たりの振動時間は通常より短く、できるだけ内部振動機をエポキシ樹脂塗装鉄筋に接触しないように配慮し、ポリウレタンなどで内部振動機を被覆することも損傷の発生防止に効率的である。
- ⑧ 気温が $5^\circ\text{C}$ を下回る条件で曲げ加工を行わないほうがよく、やむを得ず $5^\circ\text{C}$ 以下で加工する場合は、 $80^\circ$ 未満の範囲で鉄筋の温度を上げておく。
- ⑨ 曲げ加工機と鉄筋が接触する部分は、緩衝材を用いて保護する。
- ⑩ 組立の際に用いる鉄線は、芯線径が $0.9\text{ mm}$ 以上のビニル被覆されたものを用いる。

# 地中連続壁の施工手順



## 準備

## 管理項目

準備	<ul style="list-style-type: none"> <li>ガイドウォール.....位置・形状寸法</li> <li>作業床.....厚さ・レベル</li> <li>安定液プラント.....位置・生産能力</li> <li>補助工法.....泥水固化壁</li> </ul>
掘削	<ul style="list-style-type: none"> <li>掘削機械.....据付け位置・垂直性</li> <li>掘削.....掘削精度・深度</li> <li>溝壁の安定.....安定液の品質・水位・逸泥</li> </ul>
スライム処理	<ul style="list-style-type: none"> <li>発生防止.....安定液(砂分率)</li> <li>除去.....検測</li> </ul>
鉄筋籠・仕切り板・反力材	<ul style="list-style-type: none"> <li>製作.....加工組立て精度</li> <li>.....吊込み時変形防止</li> <li>建込み.....位置・垂直性・レベル</li> <li>根固め.....根固めモルタル打設</li> </ul>
コンクリート	<ul style="list-style-type: none"> <li>打設.....生コンの品質</li> <li>.....打設速度・量</li> <li>.....トレミーパイプ根入れ長</li> <li>.....打設天端</li> <li>.....ボックス内清掃検測</li> <li>.....碎石投入量</li> </ul>

表 1・22 場所打ち杭工法の特徴

工 法 名	オールケーシング工法	リバースサーキュレーション工法	アースドリル工法	深礎工法
掘削・排土方式の概要	ケーシングを揺動、圧入させながらハンマクラブで掘削・排土する。	ドリルパイプ先端のビットを回転させて掘削し、自然泥の逆還流によって排土する。	掘削孔内に安定液を満たしながら、回転バケットで掘削・排土する。	ライナープレートやナマコ板などをせき板とし、人力等で掘削・排土する。
掘削方式	ハンマクラブ	回転ビット	回転バケット	人力等
孔壁保護方法	ケーシングチューブ	スタンドパイプ 自然泥水	ベントナイト安定液 (表層ケーシング)	せき板と土留リング
付帯設備	—	自然泥水関係の設備 (スラッシュタンク)	安定液関係の設備	やぐら・バケット巻上用ウインチ

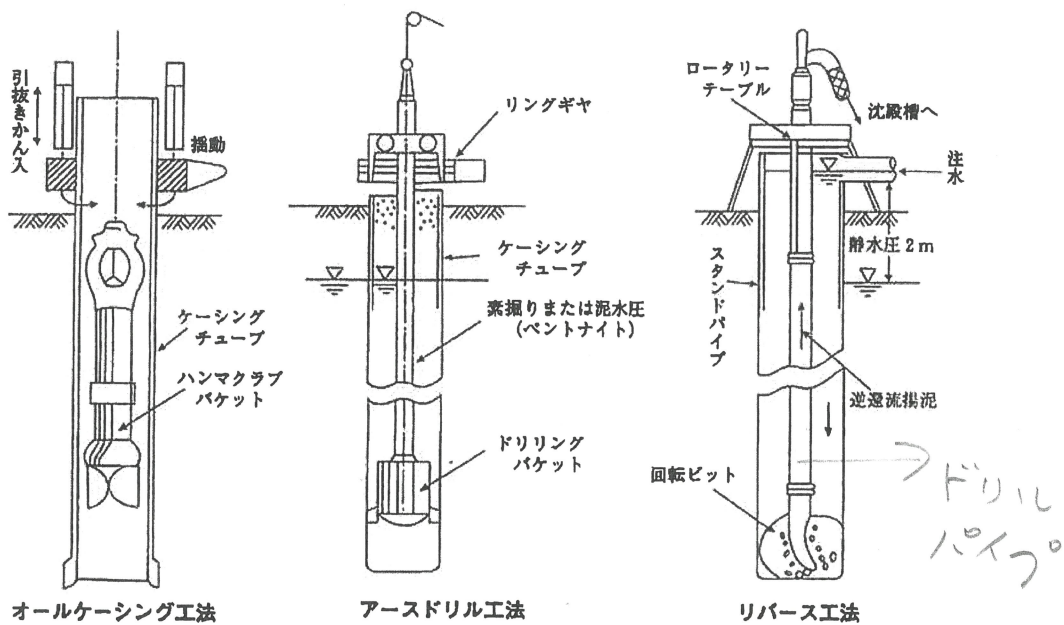


図 3.62 機械掘削による場所打ち杭工法

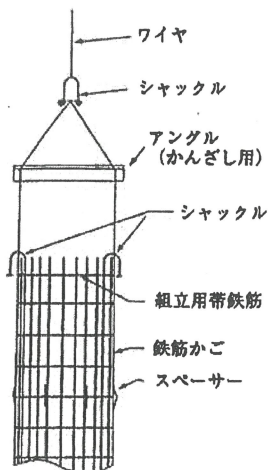


図 3.66 鉄筋かごの吊込み方法

リバース工法では、支持層を確認後、根入れ掘削を行う。基準面を設定しケーシングに必要根入れ長さをマーキングし、その位置まで掘削機が下がれば掘削完了とする。検測用具を孔底に降ろし基準面より深さを測る。留意点は三翼(四翼)ビットを使用して掘削した孔底は掘削中心部より外周部が浅くなる。掘削深度の測定は外周部の対面位置を2箇所以上とする。検測用具の例を図 3.63 に示す。

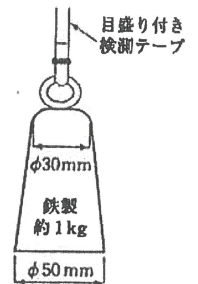


図 3.63 おもり付き検測用具

- ・鉄筋かごの組立は、鉄筋かごの径が大きくなるほど変形しやすくなるので、組立用補強材は剛性の大きなものを使用する。
- ・鉄筋かごを水平に吊り上げて移動する際は、ねじれ、たわみなどが起きやすいので、これを防ぐために吊治具を用い2~4点吊りとする。
- ・鉄筋かごの主鉄筋の長さは、支持層深さの変動や掘削誤差を考慮し、原則としてラップ部分に余裕長を確保する。

### (3) スライム処理

掘削を行うと、穴の底に残土が生じる。この残土と地下水が混じると、泥水状の軟らかい土となる。

この土を掘削残土（スライム）という。

スライム上に場所打ち杭を施工した場合、地盤上にある構造物の荷重が杭にかかったとき、杭の沈下を引き起こす危険性がある。そこでスライム処理を行い、掘削残土をできるだけ除去する。

スライム処理には、一次スライム処理と二次スライム処理がある。図3・33に示すとおり、一次スライム

処理として、掘削完了後、鉄筋かごを吊込む前に、底ざらいバケツ、スライムバケツや水中ポンプでスライムを除去する。また、鉄筋かごの吊込み後の二次スライム処理は、

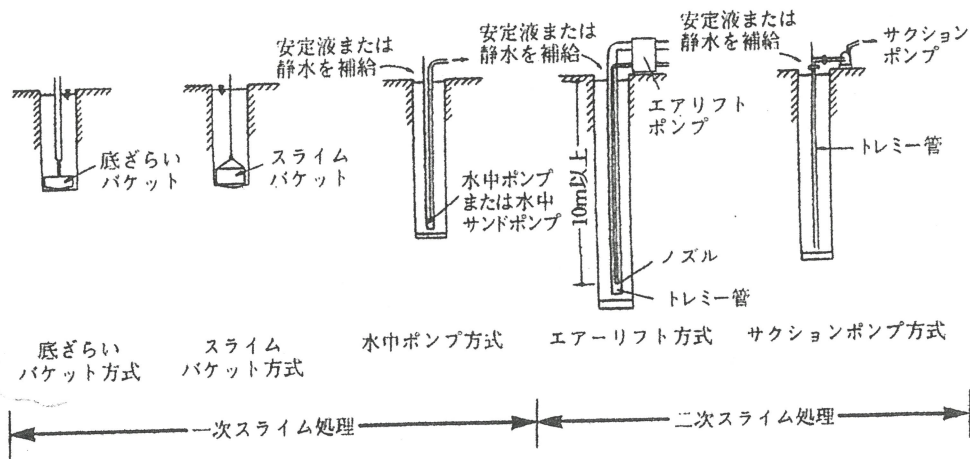


図3・33 スライム処理法

エアリフトポンプやサクシヨンポンプによって吸い上げる。二次スライム処理は必ず実施する。

### (4) コンクリートの打込み管理

コンクリートは、スランプ値 15~21 cm, セメント量 350kg/m<sup>3</sup> 以上, 水セメント比 55% 以下の水中コンクリートを用い、粗骨材の最大寸法は鉄筋あきの1/2以下とする。

- (1) 打込み前に、トレミー管にプランジャの吊込みワイヤを設置し、プランジャの上にコンクリートを乗せ、プランジャとコンクリートをトレミー管の中を降下させる。20~30 cmを一気に

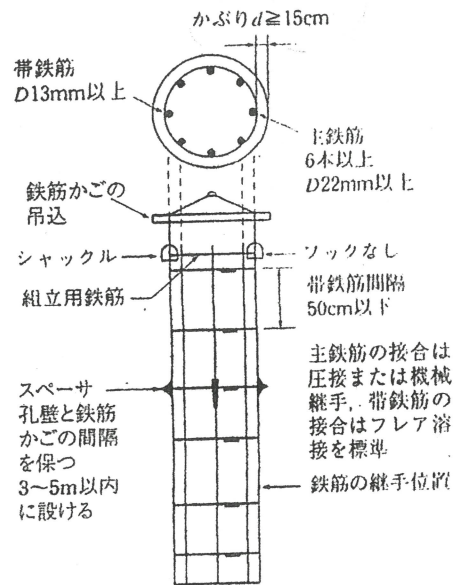
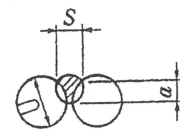
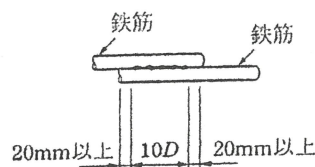


図3・31 鉄筋かごの吊込み



S: 溶接ビードの幅:  $S = 0.5D$

a: のど厚:

$a = 0.39D - 3$  (10mm < D ≤ 22mmの場合)

D: 鉄筋径(呼び径)

D	S	a
16	8.0	3.2
19	9.5	4.4
22	11.0	5.6

単位 (mm)

図3・32 フレア溶接構造図

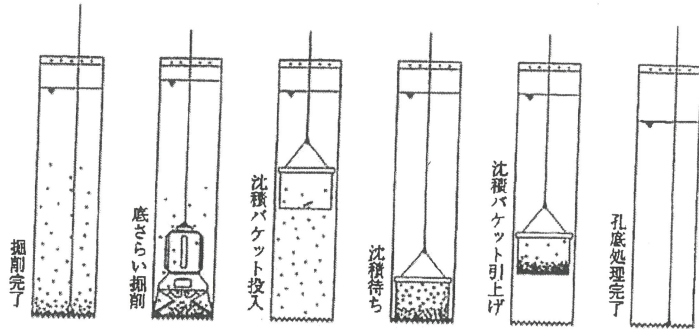


図 3.64 オールケーシング工法のスライム処理順序

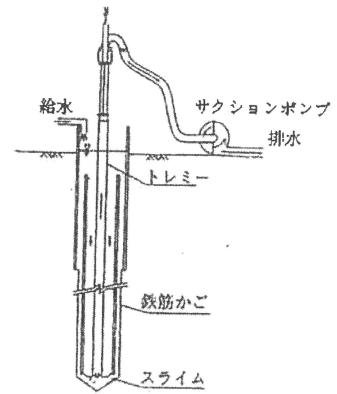


図 3.85 リバース工法の二次処理例

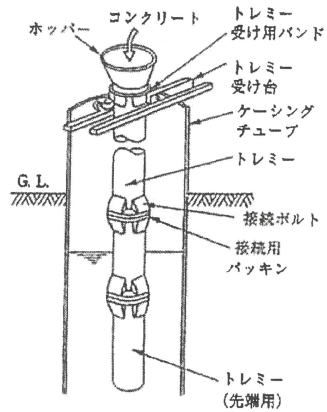


図 3.67 トレミーの挿入例

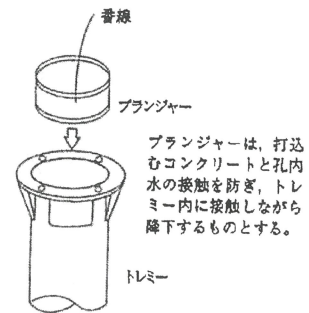


図 3.68 ブランジャー

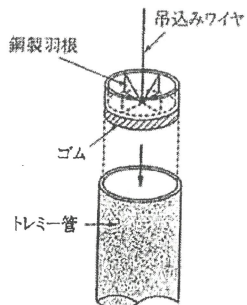


図 1.86 ブランジャー方式

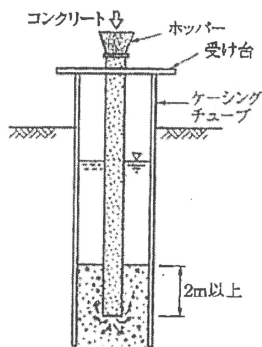


図 1.87 コンクリートの打込み

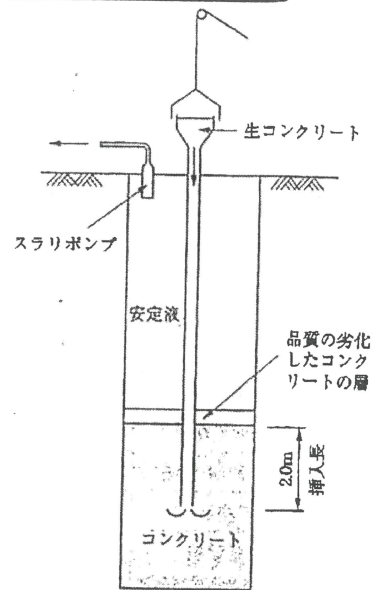


図 3.69 トレミーを使ったコンクリート打設方法