

講座

杭施工の問題とその対策

2. 杭の施工上発生する問題のいろいろ

2.4. 場所打ちコンクリート杭と埋込み杭の設置に関する問題

きょう む れ かず お
京 牟 礼 和 夫*
とも の まつ じ ろう
伴 野 松 次 郎***

こ いずみ しん こ**
小 泉 真 五**

2.4.1 はじめに

場所打ちコンクリート杭や埋込み杭を設置するためには、地盤を掘削するという作業工程を経なければならない。この工程が、周辺地盤を締め固めながら設置される打込み杭の工程と根本的に異なる点であり、支持力に影響する問題を考えるとき両者の荷重～沈下性状の比較がよくひきあいに出されるとともに、場所打ち杭と埋込み杭については杭としての品質を保証するための施工管理の難しさが指摘されている。

支持力の問題を施工管理の面から見てみると、打込み杭では打止め時の貫入量などによって各杭がほぼ同程度の性能を有するように管理されているのに対し、場所打ちコンクリート杭や埋込み杭ではこのような定量的な管理手法がない。従って、同一地盤において施工された同種の杭でも荷重～沈下性状に違いが出てくるはずである。例えば国鉄では杭のばね係数を取扱うとき、これに表-2.4.1¹⁾のような変動係数を考慮することによってそのばらつきに対処するようにしている。

場所打ちコンクリート杭の性能に対する信頼性は施工法によっても異なる見方がされている。表-2.4.1にもそのことがうかがわれるが、そのほか、最大許容支持力という観点から整理してみると表-2.4.2に示すようなものがあげられる。

埋込み杭にもいくつかの施工法があり、各施工法によって

表-2.4.1 場所打ちコンクリート杭のばね係数の変動係数¹⁾

	ベノト杭	リパース杭	アースドリル杭
摩 擦 杭	—	—	1.3
不 完 全 支 持 杭	1.3	1.3	1.5
完 全 支 持 杭	1.5	1.5	2.0

*建設省建設大学校 講師

**基礎工業(株) 技術部次長

*** (株)竹中工務店技術研究所 主任研究員

支持力は相違している。又、同種の工法でも荷重～沈下性状にばらつきが生じやすい。打込み杭との相違を比較したものととして、例えば図-2.4.1, 2.4.2²⁾に示すような報告がある。

表-2.4.2 に示したような許容支持力の差別は、各工法の施工上の問題、例えば先端地盤のゆるみやスライムの堆

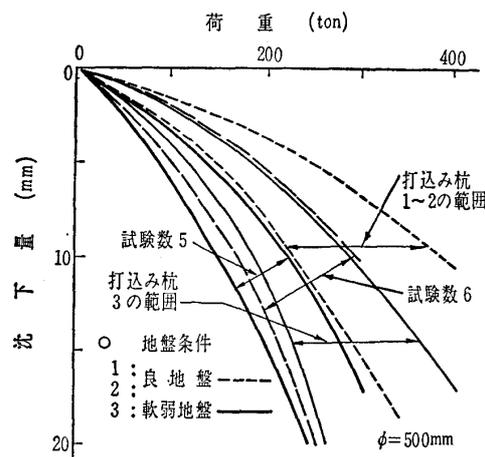


図-2.4.1 プレボーリング・打撃工法による杭の荷重～沈下量曲線

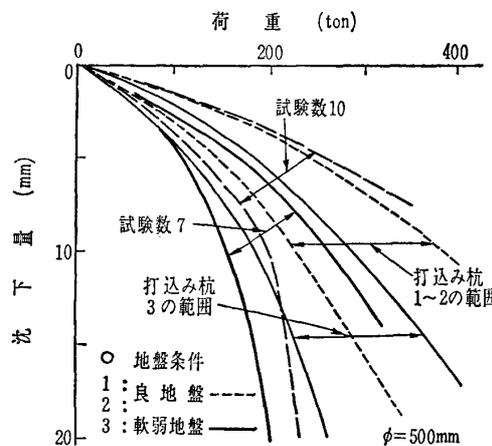


図-2.4.2 プレボーリング・セメントミルク工法による杭の荷重～沈下量曲線

講 座

表一2.4.2 場所打ちコンクリート杭の最大許容支持力の取扱い
(杭径1mの場合)

	ベント杭	リバース杭	アースドリル杭	備 考
東京都 ²⁾	200 t* ($l/B \geq 10$)	200 t ($l/B \geq 10$)	200 t ($l/B \geq 10$)	支持地盤がN値 50以上の砂礫層 の場合
首都高速道路 公団 ³⁾	225 t ($l \geq 25m$)	200 t ($l \geq 30m$)	150 t ($l \geq 20m$)	

*特に慎重な地盤調査と施工管理を行う場合、25%の割増しができる。

l : 杭長

B : 杭径

積、杭材の品質、掘削精度などから予想される杭としての信頼性を評価したものであって、必ずしも載荷試験による実績から評価したものではない点があるので、多少の批判の余地はあると思われる。しかしながら、各工法それぞれに固有の施工上の問題を有していることは事実である。それらの問題を把握し、信頼しうる杭をつくるよう施工上の管理を徹底するとともに、工法に改良改善を加えていくことが技術者としての任務といえよう。

一方、杭工事から一定の利潤をうることを目的として見た場合、その施工性能に関する特徴を十分に理解し、公害や事故の発生を防ぎつつ、効果的に能率よく工事を進めていかななくてはならないことも極めて大切なことである。

場所打ちコンクリート杭と埋込み杭の設置に関する問題は、工法別に独自の要素をもっていることもあって細かく拾いあげるとかなりの量になる。この章では各工法に共通する主要項目をとりあげて考えることにしたが、不足な点は他の専門書を参照するようにはしていただきたい。なお本章は3回に分けて掲載されるが、項目別に依頼して執筆いただいた原稿を中心にまとめてある。

2.4.2 掘削孔の精度

掘削孔の精度を心ずれ（水平精度）と傾斜（鉛直精度）に分けて考えてみる。

a) 心ずれ（水平精度）

水平面上に投影した掘削孔の心が設計上の心の位置とずれている状態を心ずれといい、心ずれの大きさは寸法で表わす。基礎スラブとの接合部（杭頭）においてこの心ずれが生ずると問題になることがある。基礎スラブは設計における杭配置に対応して構造的な検討がなされているが、施工された杭に心ずれが生じていると改めて基礎スラブの部材のチェックとその対策が必要となるからである。許容される心ずれの大きさは、杭本数とその配置、杭の反力としての大きさなどによって異なるが、施工上は10 cm以下を目標として管理すべきであろう。なお、単杭基礎や2本杭基礎の場合は回転力の処理が問題となるのでより厳密な値を目標としなければならない。いずれにしても、心ずれの実測値を設計者に報告することは施工者としての義務である。

杭頭より下方における心ずれは、後に述べるように鉛直

精度との関連において見ればよく、設計上は一般に20 cmを越えても問題になることは少ない。

心ずれの原因は、心出しや掘削機の設置が粗雑で掘削の当初から心ずれの状態である場合と、掘削開始後の掘削孔の傾斜によって生ずる場合とに分けられる。後者についてはb)傾斜の記述を参照していただきたい。前者については杭心の出し方に工夫が必要と思われる。杭心の位置を長さ30 cm くらいの木杭を地中に打ち込んで表示する方法をよく見かけるが、この方法で正確な位置を表示するのは難しく、又場内の走行車や資材によって移動したり消滅したりしがちである。例えばベント工法の場合掘削孔の外周に合わせた型板を合板で加工しておき、掘削開始時にこれを心に合わせて設置しておくようにすると正確な位置に掘削することができる。

b) 傾斜（鉛直精度）

掘削孔の心が鉛直線となす勾配を鉛直精度といい、その量は一般に $\tan \theta$ で表わす。鉛直精度は深さ方向に一様ではなく不規則な変化を生じやすい。例えば傾斜の方向が反対になり、杭心がくの字やS字のように蛇行を生じたりする。

杭が傾斜を生じていても鉛直精度が1/50よりも悪くなければ杭の耐力として問題になることはないと考えてよいであろう。なぜならば、いま単純に鉛直荷重を杭軸方向と杭軸に直角な方向に分離してみると、傾斜杭に作用する荷重は鉛直に施工された杭に新たに鉛直荷重の1/50の常時横力が加えられた条件に等しいとみなすことができ、鉛直荷重の20%程度の短期水平荷重にもつように設計されている通常の杭にはまだ十分な安全性があるとみなせるからである。

しかしながら、杭頭における心ずれや次にあげるような施工上の問題を考慮するならば、鉛直精度は1/200より高い値を目標とすべきであろう。

ベント工法の場合

- ・ケーシングの圧入や引抜きの困難

- ・鉄筋の共上がり

アースドリル工法、リバース工法等ケーシングを使用しない工法の場合

- ・鉄筋挿入の不能

- ・鉄筋挿入時の孔壁土のはく落→はく落土が孔底に堆積することによる先端支持力の低下

- ・鉄筋のコンクリートかぶり厚の不足や土への接触→鉄筋の腐食

傾斜の原因はいろいろあるが、いずれの工法でも作業地盤をコンクリートの打設などにより、水平で堅固なものにしておくことによって大幅に改良されることが多い。図一2.4.3は超音波を利用した孔壁測定器によって、アースドリル工法による掘削孔（孔内水の比重1.1程度）のG.L.-20mの深さにおける孔心の位置を測定した結果で、地表

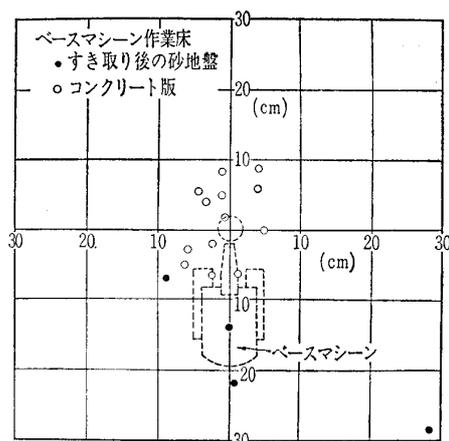


図-2.4.3 GL-20m の深さにおける掘削孔の心ずれ (アースドリル工法)

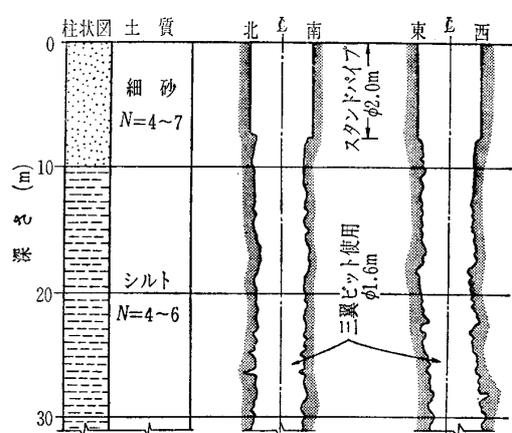


図-2.4.4 リバース工法による掘削孔の精度の測定例

面すき取り後の砂地盤上で施工したものと、コンクリート版上で施工したものの違いを表わしている。アースドリル工法のベースマシンは地盤掘削時と掘削土引上げ時に増減する繰返し荷重を作業床に伝えるため、掘削孔のある前方に傾きやすく、掘削孔がベースマシン側にくい込む傾向がある。ベント工法についても同様なことがいえる。

図-2.4.4 はリバース工法による掘削孔の測定結果の中で悪い例を取り上げて示したものである。このほかの測定結果をあわせてみると、掘削精度について、まずスタンドパイプの直下において傾斜が大きくなる傾向があることが指摘される。これはビットが地中に十分貫入していない時点においてはビットの横ぶれが大きく不安定な状態にあることと、振子状に釣り下げられたドリルパイプが、その頭部から横引きされている排水用ホースの重みによって偏心荷重を受けて傾斜するためと考えられる。次に、10 cm 以上の心ずれが蛇行して生ずることが指摘される。特にねじ山を切ったような小間隔の凹凸が対面の壁にできるのがこの工法の欠点といえる。このような蛇行はビットの負荷を大きくして速く掘削しようとするときに生じやすく、地盤の不均一性によるよりもドリルパイプの一点釣りに起因する

ところが多いと思われる。これらの問題の対策として、地上に鋼製の簡易やぐらを建て、ドリルパイプを地上の2点で水平支持した方法を採用し、良好な鉛直精度を得た例がある。又、掘削孔中において水平支点となる、掘削孔と同径の円形スタビライザをドリルパイプに取り付ける方法も効果があろう。このような対策を考えた上で、さらに試験掘削によって地盤に適した掘削速度を検討しておくべきである。又、掘削孔の精度の測定結果に応じて、杭の所要有効断面をうるための掘削孔径の割増しや、鉄筋のコンクリートかぶり厚の割増しを考慮しておくことが必要であろう。(原文：伴野松次郎・㈱竹中工務店)

2.4.3 安定液の管理

場所打ちコンクリート杭工法においては、掘削時に使用される安定液はその使用方法(循環・非循環)によって作液材料が異なる。ここではリバース工法とアースドリル工法における管理上の問題をそれぞれの代表例として説明する。

i) リバース工法(逆循環安定液掘削工法)

リバース工法で安定液(以下泥水という)を管理する目的は孔壁の崩壊防止と掘削能率の維持向上にあり、水頭圧の維持と比重の調整が主な管理要点となる。

(1) 水頭圧の維持

リバース工法で孔壁の崩壊防止は、孔壁面にできた薄い泥壁を静水圧で押さえることによって成り立つので、孔内の水頭圧を地下水位よりも高く維持することが大切である。一般には、孔内水位を常に地下水位より2 m以上高く保つようにすることによって対処している。そのためには人為的に管理することはもちろんであるが、補助手段として自動給水装置などを使用する方法もある。又、地盤条件や地理的な条件などから逸水の可能性を予測し、逸水の防止方法や緊急時の泥水補給方法などの対策をしておくことが必要である。

(2) 比重の調整

比重は崩壊防止と掘削能率の両者に密接に関係するが、崩壊防止には比重の大きい方が効果的である反面、掘削能率をあげるには比重の小さい方がよいという性格をもっている。

a) 崩壊防止

リバース工法では地盤中の粘性土が清水に混合してできた泥水を使用する。標準的な施工における比重とろ過試験の実測例を表-2.4.3に示す。

注意事項

イ. 地表から砂層のみが続く地盤を掘削する場合、粘性土の多い地盤を掘削するときのように、いきなり清水で掘削を開始するのは危険である。あらかじめ清水に粘土・ベントナイトあるいはポリマなどを混合して泥水を作り掘削を開始する。この場合、ろ過試験を行って使用過多

講座

表-2.4.3 粘性土地盤で使した泥水の性質

(リバース工法)

比重	ろ過試験 (kg/cm ²)		工事場所
	ろ過水量 (cc/30分)	ケーキ厚 (mm/30分)	
1.07	47.0	3.2	越谷市
1.15	55.0	5.6	川崎市
1.09	53.0	3.1	東京都江東区
1.03	60.5	2.6	越谷市

にならぬようチェックするとよい。

ロ. イのような地盤では、粘土やベントナイトが泥壁に消耗され、掘削が進むにつれて比重が小さくなる傾向を示すことがある。そのときは粘土やベントナイトなどを必要に応じて補給し、一定量の固体粒子が泥水中に混入しているようにする。

ハ. 地表からルーズな砂層が続くときは、スタンドパイプの根入長さを厳重にチェックするとともに、イおよびロにも注意する。

b) 掘削能率の向上

リバース工法では泥水の比重が大きくなるとサクシオンポンプの揚水能力が落ちて掘削速度が遅くなる。現在主として使用されている掘削機では、掘削深さが45m以上になると一層顕著に現われる。深度が45m以上、かつ、口径2mを越える杭を掘削しようとするときは、事情の許す限り比重を小さくすることが肝要である。

注意事項

イ. 掘削能率を高めようとするとき、比重不足（造壁性を悪くする）となって砂質土を崩壊させる。

ロ. 軟弱なシルトは泥水に混入しやすく、従って比重が大きくなりやすいので、泥水処理（廃棄及び薬品による固液分離）方法を検討する。

ii) アースドリル工法（非循環安定液掘削工法）

アースドリル工法ではベントナイト安定液（以下安定液という）を使う場合が多い。その理由は、主として、バケットの昇降時に発生する吸引力や乱水流によって孔壁が崩れやすくなるので、良質な安定液でこれを防止しようとするにある。

安定液はセメントや塩分の影響を受けやすく、又、地下水や掘削土が混入しやすい掘削方法のためその性質が微妙に変化するので、管理には十分な注意が必要である。

(1) 作液管理

この工法に使用する安定液は、崩壊防止を目標とした場合、およそ表-2.4.4に示す粘性があれば安全である。

図-2.4.5⁵⁾ は砂の容積比が30%の安定液について、CMC濃度をパラメータとしたベントナイト濃度と粘性の関係を示す図上に、砂の沈降実験の結果を示したもので、A線は1時間を経ても砂の沈殿量が20%を越えない下限を

表-2.4.4 崩壊防止を目標とした安定液の必要粘性¹⁾

(アースドリル工法)

土質	必要な粘性 (500cc/500cc) 砂
砂混りシルト	20 ~ 23
砂, N値=10未満	45以上
砂, " =10以上20未満	25 ~ 45
砂, " =20以上	23 ~ 25
粘土混り砂礫	25 ~ 35
砂礫	45以上

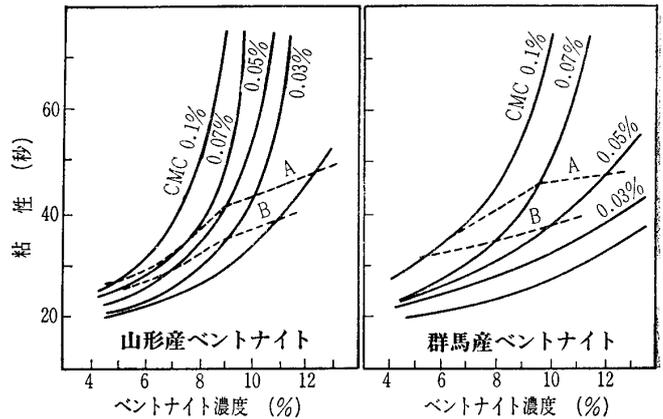


図-2.4.5 安定液の性質と砂の沈降の関係

表わし、B線は砂が直ちに沈殿する上限を表わしている。砂の沈降を早めたり遅らせようとするときはこの図を参考に安定液を管理すればよいが、いずれかを選択するときには、スライムの処理方法と孔壁の崩壊性に対する適否を十分に検討しておかなければならない。

地下水位以下の砂層を掘削すると、砂層に飽和している地下水が安定液へ混入して粘性が低下するので注意を要する。図-2.4.6に安定液に清水を加えたときの粘性低下グラフを示しておく。

ミキサはバフルプレート（邪魔板）のある通常の構造を

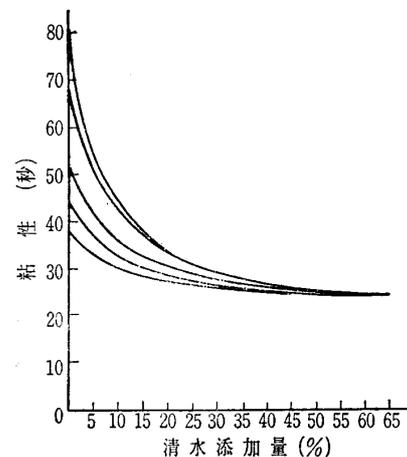


図-2.4.6 安定液に清水を加えたときの粘性低下

表—2.4.5 調整液の管理基準の例
(アースドリル工法)

項目	許容範囲		備考
	適正範囲	限界値	
粘性 (秒)	必要粘性	必要粘性の130%	粘性が必要粘性以下となったときは、新液を補充して大きくする。
比重	標準比重±0.005	1.25	比重が適正範囲より小さくなったときは、ベントナイトを補充する。
砂分 (%)	0~5.0	20.0	
ろ過水量 (cc) 30分, 3kg/cm ²	0~14.0	20.0	ろ過時間が7.5分の場合は、この数字の1/2とする。
ケーキ厚 (mm)	0.6~1.5	3.0	ろ過時間が7.5分の場合は、この数字の80%とする。
pH	8~10.5	12.0	調合によって限界値以上でも差支えないことがある。それは粘性・ろ過試験結果より判定する。

注 (1) 標準比重はベントナイトのみを含む液の比重とし、ベントナイト混合量4%=比重1.025, 6%=1.035, 8%=1.045の割合とする。
(2) 必要粘性は対象地盤に必要とする粘性をいい、表—2.4.4による。
(3) 安定液には適当な量と質の分散剤が添加されていることを原則とする。

もつものでも、200 rpm 以上のかくはん力がないと、ベントナイトや CMC が十分混合できず、計画どおりの粘性が得られないおそれがあるので注意する。

分散剤の配合を忘れると安定液がセメントや塩分の影響を受けて、一度で使いものにならなくなる。

安定液の供給が間に合わなくなると掘削を中止しなければならぬので、最初に掘削する杭には必要な安定液を全量用意しておくのが望ましい。

(2) 掘削中の注意事項

イ. 生コン車からのコンクリートを孔内に落とすと安定液が劣化するので注意する。

ロ. トレミー管やダンプ足廻りの洗いが、掘削孔に流れ込んで安定液を希釈しないように注意する。

(3) 使用済液の調整

コンクリートの打設によって上昇してきた安定液は水中ポンプで水槽に回収されるが、一度使用した還元液には地下水や掘りくずが混入してその性質が低下している。この還元液の入った水槽に新液を混合したりして改質するが、その調整は表—2.4.5を一応の目安とすればよい。

(原文：山本公夫・基礎工業編)

2.4.4 先端地盤のゆるみ

場所打ちコンクリート杭工法や埋込み杭工法における先端地盤のゆるみはその原因を次の三つに大きく分けて考えることができる。

- a) 掘削排土による有効上載圧の除去
- b) 掘削器による圧縮力やせん断力及び引張り力の作用
- c) 掘削孔内への浸透水流の発生

前二者の原因によるゆるみはこれらの工法の宿命であって、施工管理によって防ぎきれぬものではない。一方、後

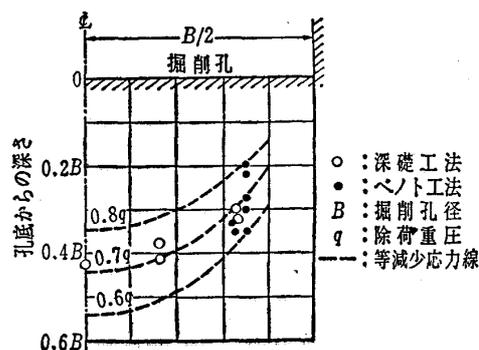
者の原因によるゆるみは施工管理によって十分に防げるものである反面、一度ゆるみを生じさせると杭先端抵抗が著しく低下してしまう結果につながるので細心の注意が必要となる。

a) 掘削排土による有効上載圧の除去によるゆるみ

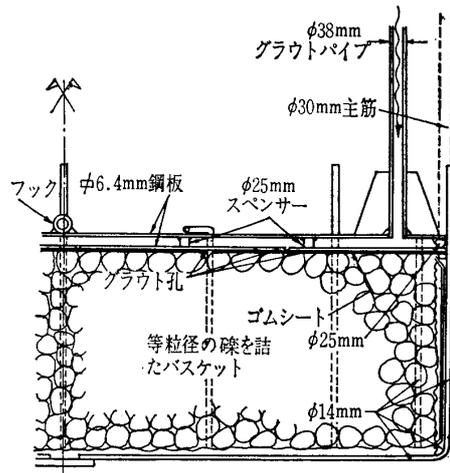
先端地盤のゆるみの状態は掘削前後のサウンディング (標準貫入試験、動的円錐貫入試験など) の試験結果を比較することによって知ることができる。図—2.4.7は幾つかの実測例^{(6),(7),(8)}に基づいて、先端地盤が原地盤よりもゆるんでいると判断される領域の概略の境界をプロットしたものである。データに若干の片寄りがあるが、総じて孔心に近い程ゆるみの境界が深くなる傾向が見られる。同図に、排土による除荷重を q としたときの弾性理論による地中等減少応力線を併せ示したように、ゆるみの範囲の境界は減少応力が $0.7q$ の線にほぼ沿い、孔心において約 $0.5B$ (B :掘削孔の径) の深さに達している。ゆるみの領域の境界の下部ではアーチングが発生し、これによって原地盤のゆるみがおさえられているのであろうと思われる。

ゆるみの範囲においては N 値は孔底から境界に向かって下るに従ってほぼ直線的に増大する。今、原地盤の N 値を 50、ゆるみ領域の平均 N 値を 25 とし、それぞれの間隙比を 0.76 及び 0.98⁽⁹⁾ と仮定すると、図—2.4.7 に示す $0.7q$ の等減圧線と孔底とに囲まれた土が原地盤の N 値になるために必要な圧縮量は、杭先端の沈下量に換算して、杭径の約 2.5% に相当するという結果が得られる。このようなゆるみが杭の荷重~沈下性状に対して具体的にどのような影響を与えるのかは明らかでないが、杭の載荷試験において杭径の 5% の沈下が杭頭に生じたときをもって降伏荷重の一判定法としようとする研究⁽¹⁰⁾ などがあることから見れば、このゆるみを何らかの方法 (薬液注入、圧縮、締固め、置換など) で原地盤以上の堅さに改良するかあるいは原地盤をゆるめないで施工することの効果は大きいといえよう。

具体的な対策例として竹中式先端地盤固結杭工法というものがある⁽¹¹⁾。この工法では掘削に先だち、ボーリング孔を利用して薬液 (TACSS 液) を注入し、先端地盤を固結しておく方法をとっている。一般の場所打ちコンクリート杭と比較すると沈下量がきわめて小さく、またかなり大き



図—2.4.7 先端地盤のゆるみの範囲



図—2.4.8 杭先端のプレロードセル (Bolognes, et al.)

な支持力が期待できることが実験によって明らかにされている。

パナマ川の橋を支えるリバースサーキュレーション杭では、図—2.4.8に示すように、等粒径のあらい礫をつめたバスケットを主筋に溶接して孔底におろし、杭のコンクリートが打設されたあとにグラウトパイプを通じてバスケット内にグラウトを注入し、その圧力で先端地盤にプレロードをかけ、ゆるみを改良しようとする工法が使われており、プレロード前後の杭の沈下性状に明らかな差が現われていることが示されている¹²⁾。

b) 掘削器による圧縮力、せん断力及び引張り力の作用によるゆるみ

掘削器の圧縮力とせん断力の作用によるゆるみは、掘削方法によっては当然予想されることであるが、あまりよくわかっていない。a)のゆるみに含めて考えておけばよいと思われる。

引張力によるゆるみとは掘削器の引上げ時に発生する吸引力に伴うものである。すなわち掘削器が孔断面を占める割合が大きイドリリングバケットやアースオーガーを使用する工法において発生しやすく、又引上げ時の速度による影響も大きい。砂地盤においてはc)で述べるボイリングと同様な現象を生ずる可能性が大きい。従って、掘削機の引上げ速度に十分注意を払うことその他、軸パイプの先端から水などの補給をしてやることなどの工夫が必要である。

c) 掘削孔内への浸透水流の発生によるゆるみ

掘削孔内への浸透水流は孔内水頭が先端地盤の水頭よりも低いときに発生し大なり小なり浸透水流によって地盤がゆるめられる。粒径の細かい砂程その影響を受けやすい。特にボイリングを発生させるとゆるみの範囲は広域に渡り、その杭の機能が期待できなくなるばかりでなく、隣接杭の機能にも影響を及ぼす可能性がある。ボイリングによるゆるみの範囲は水頭差とその時間経緯、土層構成と土質、孔径などによっても違いを生ずると思われる。一例によれば

径1.0mの掘削孔において孔底より下方に1.5~2mのゆるみが実測されている¹³⁾。又、他の例では同径の掘削孔において約2m³の砂が浸入してきたことが報告されている¹⁴⁾。このようなゆるみを防止するため浸透水流を常に孔内から地盤中に向かうように孔内水頭は掘削地盤の水頭よりも1~2m以上高く保っておくべきであるということが多くの経験から指摘されており、又この水頭を維持することは掘削時の常識となっている。

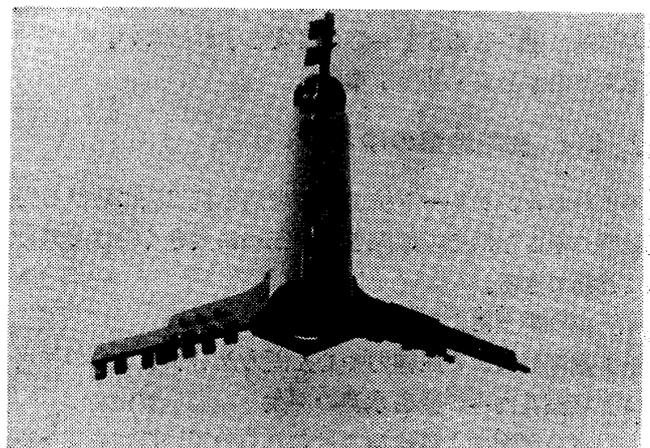
(原文：伴野松次郎・前出)

2.4.5 スライムの処理

本来スライムとは、石油掘削で使われている用語で、掘削孔内の安定液に浮遊しているカッティング(掘りくず)の微細なものを指している。これに対して場所打ちコンクリート杭では孔底の沈殿物や孔底に残留した掘りくずを総称してスライムといている。

スライムは支持層と打設するコンクリートの間に介在して支持力を低下させたり、コンクリートに混入してコンクリートの品質を劣化させるなどの悪影響を及ぼす。従ってコンクリート打設前にスライムやスライムとなる浮遊物を除去する必要がある、この作業をスライム処理、あるいは孔底処理とよんでいる。

スライムは使用する安定液の種類や掘削方法によって構成土粒子の成分が異なる。すなわち、ベントナイト安定液(以下では安定液という)を用いるアースドリル工法では微細な土粒子は安定液のもつゲルストレングス(静止状態における仮の凝集力)によって沈降せず、孔底のスライムは主に沈降速度の速い砂のような粗粒子となる。一方、リバース工法では地盤中に土粒子が清水に混入してできる泥水を循環して使用するため、砂質土のほとんどは沈殿槽に回収される。従って、掘削完了後の孔内泥水には微細な粘土粒子が多く孔底沈殿物は細粒土が主となり、その沈殿速度は遅い。このようなことから、スライム処理は工法の特徴やスライムの性質、杭径、掘削長などを考慮した手法が必要となる。



写真—2.4.1 掘削併用スライム処理機

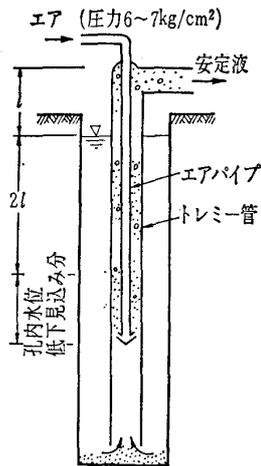


図-2.4.9 エアリフト底ざらい

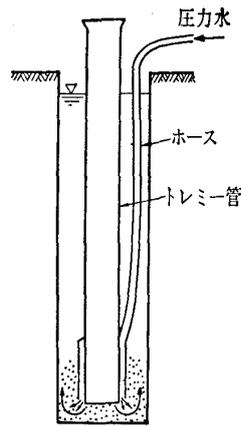


図-2.4.10 ジェット底ざらい

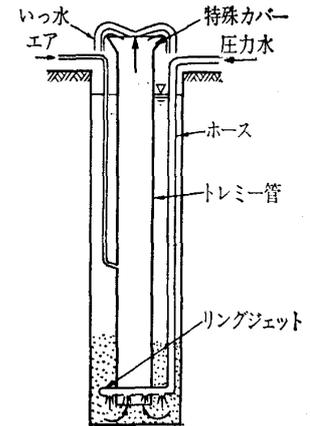


図-2.4.11 J&C 底ざらい

スライム処理を処理作業の時期で大別すると、沈殿物となる浮遊物を少なくしたり孔底の掘りくずを取り除く“前処理”と、掘削完了後からコンクリート打設直前までの間、すなわち鉄筋かご及びトレミー管の建込み作業中に沈降する沈殿物を除去する“後処理”になる。

以下に工法別のスライム処理の方法について述べる。

i) リバース工法

“前処理”

イ. 泥水交換

本工法では掘削完了後の孔内泥水は沈殿槽で沈降しきれなかった微細な土粒子が混入していて濃度が高くなっている。従って掘削完了後直ちに泥水の循環を停止すると粒子が沈降して沈殿物が多くなる。これを避けるために掘削が終了したらビットを孔底からわずか持ち上げて空廻ししつつ、掘削孔内の泥水を沈殿物の少ない泥水に置換する。

“後処理”

イ. エアリフトまたはサクシオンポンプによる底ざらい
リバース工法で使用しているエアリフトまたはサクシオンポンプを利用し、コンクリート打設用のトレミー管によって孔底に沈降したスライムを泥水とともに吸上げる。掘削径が大きい場合はなるべくトレミー管の先端を孔底全面に万遍なく動かしてやる注意が必要である。この処理方法は特別な指示がなくても必ず行っている一般的な方法である。

ロ. かくはん翼の回転を併用したポンプサクシオン底ざらい

リバース工法では1.5m以上の大口径掘削が多いので孔底全面の沈殿物を確実に除去するために次のような種々の工夫がなされている。(a)開閉自在な孔底かくはん翼を設けたトレミー管を用いて孔底全面の沈殿物をかくはんし、処理効果を高める。(b)ドリルビットを開閉自在にし、かくはん翼と兼用させるとともに、ロッドとトレミー管を共通にし鉄筋かご建込みのために行うロッドの解体・組立てを省略する(写真-2.4.1)。(c)数個の吸込み孔をもつかくはん翼を用い、この孔から泥水と沈殿物を直接吸上げる。(d)底

ざらいしたあと富調合のモルタルを打設し、かくはん翼でモルタルと沈殿物をかくはんする。これらはすべて特許工法となっている。

ii) アースドリル工法

“前処理”

イ. 沈殿待ち

この方法では掘削が終了した直後、底部に平刃とシャッタを付けた底ざらいバケットを使用して掘りくずをさらうが、そのあとでバケットを孔底に静置して沈降してくる浮遊物を収容する。凝集剤を使用して沈降を早める方法をとることもある。

ロ. 安定液による沈降防止

ベントナイト安定液は、通常使用しうる配合条件でも、ゲルストレングスによって砂の粒子の沈降を遅らせることができる。このような方法も前処理の1つと考えることができる。地盤によってはその効果が大きく後処理を必要としない場合もある。安定液の配合とその効果については2.4.3を参照されたい。

ハ. モルタル底ざらい

掘削が終了した直後、所定の強度をもつ軟らかいモルタルを孔底に打設し、その後に沈降するスライムをモルタルの上に受けとめて孔底への堆積を防止する(特許工法)。

“後処理”

イ. エアリフト底ざらい

トレミー管内に圧縮空気を噴出して、沈殿物を安定液とともに排出する(図-2.4.9)。

ロ. ジェット底ざらい

トレミー管先端周囲に装置した噴射孔から清水を噴射して沈殿物を舞上がらせ、再び沈降してくる前にコンクリートを打設する(図-2.4.10)。(特許工法)

ハ. J&A (ジェット&エアリフト) 底ざらい

鉄筋かご下端に噴射孔をもつリングを取りつけ、これから清水を掘削孔の中心に向けて噴射して沈殿物を舞上がらせるとともに、エアリフトによってそれを吸い込み、スラ

講座

イム処理を効果的にする。(特許工法)

ニ. J & C (ジェット&サーキュレーション) 底ざらい
エアリフトやJ & Aの底ざらい方法では沈殿物を安定液
とともに地上の水槽に排出するのに対し, J & Cの方法
は安定液をトレミー管の頭部につけた特殊なカバーから直
接孔内に戻すことによって揚水能力をあげるとともに, リ
ングジェットを併用することによって効果を高めている
(図-2.4.11) (特許工法)。

(原文: 山本公夫・前出)

参考文献

- 1) 日本国有鉄道編: 建造物設計標準解説 (基礎構造物及び抗土圧構造物), (社)日本鉄道施設協会, 1976
- 2) 東京都: 東京都における建築基礎設計の取扱い(案)について, 1975
- 3) 首都高速道路公団工務部: 基礎構造物設計規準, 1967
- 4) 阪口理・大坪茂夫: 埋込みグイの支持力に関する一考察, 第12回土質工学研究発表会, 1977

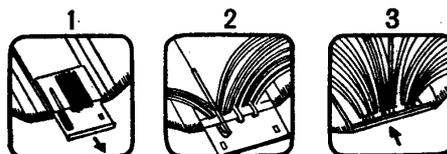
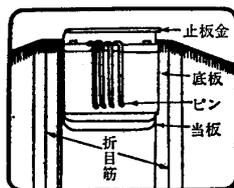
- 5) 安定液掘削工法研究会: アースドリル工法施工指針・同解説, 1976
- 6) 鈴木善雄・大下俊之・遠藤秀也: 場所打ちぐい(深礎)の沈下に関する一試算例, 第9回土質工学研究発表会, 1974
- 7) 駒田敬一: 場所打ちぐいの施工と品質, 土木施工, Vol. 9, No. 12, 1968
- 8) 日本建築学会近畿支部: 無騒音無振動基礎工法, 1967
- 9) 福岡保: 標準打込み試験の実用性拡張の問題, 土と基礎, Vol. 4, No. 2, 1956
- 10) 阪口理: クイの施工法と支持力に関する研究 (その2), 昭和49年度日本建築学会学術講演梗概集, 1974
- 11) 川崎孝人, 他5名: 先端地盤を固結した場所打ちコンクリートぐいの支持力特性について (その1)・(その2), 昭和49年度日本建築学会大会学術講演梗概集, 1974
- 12) Bolognes, A.J.I., et al.: Stage Grouting Preloading of Large Piles on Sand, 8th Int. Conf. SMFE, Vol. 2, Part 1, 1973
- 13) 野村正憲・他2名: ベノトぐいの施工上の問題点と支持力について, 第6回土質工学研究発表会, 1971
- 14) 高橋賢之助: 場所打ちコンクリートグイの諸問題その1, オールケーシングの採用工法におけるボイル現象, 土と基礎, Vol. 16, No. 7, 1968

学会誌「土と基礎」 合本ファイル

製本のいらない表紙

1冊500円(送料別)

- ① 1図に示す様に上下の止板金を引出しますと一定のところまで止ります。(尚強く引きますと取り外しもできます) 必要のPINを抜きとり
- ② 2図に示す様に合本される本の中心折目を開き底板を同時に挟み込み止金板を差込みます。
- ③ 1図, 2図を繰り返すことにより3図のように製本されます。



ピンはヘアピンでも代用できます

お申込みは 土質工学会販売係まで