

重要事項NO5

土工機械の選定と工法

土工機械の選定

- ① 伐開除根には、ブルドーザ、レーキドーザ、バックホウなどが用いられる。
- ② 積み込み・掘削作業には、ショベル、バックホウ、ロドラグライン、クラムシェル、等のショベル系とローダなどが用いられる。
- ③ 掘削運搬作業には、ブルドーザ、スクレーパ、スクレープドーザなどが用いられる。
- ④ 運搬作業には、ダンプトラック、ブルドーザ、不整地運搬車、ベルトコンベアーなどが用いられる。
- ⑤ 含水量調節には、モータグレイダ、散水車などが用いられる。
- ⑥ 締固め作業には、タイヤローラ、振動ローラ、ロードローラ、タンピングローラ、振動コンパクタ、タンパ、ブルドーザ等が用いられる。
- ⑦ 溝掘り作業には、トレンチャーやバックホウ等が用いられる。
- ⑧ 法面仕上げにはモーターグレイダ、バックホウ等が用いられる。
- ⑨ 岩掘削作業には、ブレーカ、レッグドリル、ブレーカ、リップドーザ等が用いられる。

主な掘削工法

- ① 基本的な掘削方法として、イベンチカット工法とダウンヒルカット工法がある。
- ② ベンチカット方法は、階段式に掘削を行う方法で、ショベル系掘削機、ローダ等で掘削積み込みが行われ、岩盤などは発破を用いる。この工法は、規模の大きい場合に適する。
- ③ ダウンヒルカット工法は、傾斜面の下り勾配を利用して掘削、運搬する工法で、ブルドーザ、スクレープドーザ、スクレーパなどを用いる。また、施工中に降雨により洗掘を起こし大量の土砂が低地に流入する恐れがあるので降雨時の施工には特に注意を要する。
- ④ 岩盤掘削の場合は、リップドーザが用いられる。岩の堅さは弾性波速度で判定し、弾性波速度m/秒が 2000 m/秒程度までの固さの岩盤はリップドーザで行い、それ以上の固い岩盤は発破工法を採用するとよい。

掘削作業の留意事項

- ① 特に高い切り土の場合は、法面での作業が最小となるよう荒仕上げを行いながら掘削する。

- ②片切、片盛りの場合は、盛土の高巻きを避け、地盤に段切りを設けて滑りを防止する。
- ③切り土部から盛土部への移り変わる部分は施工中、施工後に水がたまって陥没、すべり破壊する恐れがあるので、地下排水工等を設けて排水に努める。
- ④切り土を盛土に利用する場合は、なるべく締固めに適した含水比の状態になっている土から利用し、含水比の高い土は含水比が低下するのをまって掘削する。
- ⑤地盤が弱いところで作業する場合は、踏み板などを敷いて作業を行う。
- ⑥粘性土地盤の場合は、建設機械の走行路となる部分の地盤の土をこねかえさないように販路の往路と復路を別にする等の工夫をする。

積み込み作業の留意事項

- ①ダンプトラック、または他の建設機械へ積み込むときは、土を高いところから落下させて運搬機械を破損しないように注意する。
- ②岩石を積み込むときは下に土を積み、その上になるべく静かに岩石を積み込む。
- ③ダンプトラック等の運搬機械は、出来るだけ掘削積み込み機械の旋回角を小さくするような位置に止めさせる。
- ④バックホウなどのバケットがダンプなどの運転席の上を通過しないように注意する。

運搬作業における留意事項

- ①盛土部を通過して運搬する場合は、盛土部が均等に締め固められるようにできるだけ販路を固定せず盛土面を一様に通過するように計画する。
- ②ブルドーザによる押し土運搬では走行抵抗を減ずるために下り勾配で作業をする。高含水比の粘性土の施工には湿地ブルドーザを用いる。
- ③スクレーパで施工する場合やダンプトラックでの運搬作業は、運搬路の状況が施工能率に大きく影響するので、運搬路を常に良好な状態に維持する。
- ④ダンプトラックで一般の道路を土運搬する場合は、法規による制限荷重を超えて土を積まないようにする。また、場外道路に出る際には、積み荷を安定させシートをかけ、足まわりの泥を良く洗い落とす。
- ⑤土の建設機械に対する走行可能な度合をトラフカビリティといい、ポータブルコーンペネトロメータで測定したコーン指数で示される。
- ⑥湿地ブルドーザの走行に必要なコーン指数は、300以上、普通ブルドーザで500～700以上である。
- ⑦スクレーパの走行に必要なコーン指数は、600以上である。
- ⑧被牽引スクレーパの走行に必要なコーン指数は700以上、モータスクレーパは1000以上である。
- ⑨ダンプトラックの走行に必要なコーン指数は、1200以上である。

建設機械の適正な運搬距離

- ①ブルドーザの適正な運搬距離は 60 m 以下である。
- ②スクレープドーザの適正な運搬距離は 250 m 以下である。
- ③牽引式スクレーパの適正な運搬距離は 400 m 以下、モータスクレーパは 1200 m 以下である。
- ④ショベル系掘削機は 100 m 以上の運搬距離になる場合は、ダンプトラックに積み替える。

締固めの目的・作業の留意点

締固めの目的には次のものがある。

- ①土の空気間隙を少なくすることにより透水性を低下させ水の浸入による軟化、膨張を小さくして土を最も安定した状態にする。
- ②施工後の盛土法面の安定、支持力など土構造物として必要な強度特性を確保する。
- ③完成後の盛土自体の圧密沈下を少なくする。
- ④締固め作業にあたっては、盛土の土質、工種、工事規模などの施工条件と締固め機械の特性等を考慮して 所定の品質の盛土を確保できるように施工計画を 定めなければならない。
- ⑤あらかじめ試験施工により所定の品質が確保できる敷き均し厚さ、転圧回数、施工含水比などを確認する。

締固め作業と盛土品質確保の留意点

- ①盛土全体を均等に閉め固めるとともに、盛土端部や隅部などが締固め 不十分にならないように留意する。
- ②盛土表面はローラで平坦に締固め、横断勾配を取り雨水などの排水に注意する。
- ③試験施工により得られた締固め回数を守り転圧する。
- ④通常の道路盛土の締固め回数は 1 層で 5 ～ 8 回程度であるが、高含水比の粘性土は過転圧となるとこね返し現象により強度が低下するので注意する。

盛土の締固め規定

- ①盛土の品質を規定する方式には、品質規定方式と工法規定方式がある。
- ②品質規定方式は、盛土に必要な品質を仕様書に示し、締固めの方法は施工者にゆだねる方式である。
- ③工法規定方式は、盛土の締固めに使用する締固め機械、締固め回数などの工法そのものを規定する方式である。

盛土材の土質、含水比があまり変化しない現場で、岩塊、玉石などの土質に適す。この方法を採用する場合は、あらかじめ試験施工を行い所定の品質が得られるか確認する必要がある。

現場経験の乏しい担当者が手間のかかる品質規定の方法を採用するより、工法を指

定して間違いなく指定した締め固め作業をしていることを確認した方が良い場合に便利である。

- ④品質規定方式には、乾燥密度規定、空気間隙率・飽和度規定、強度特性規定の3つがある。
- ⑤乾燥密度規定は基準試験の最大乾燥密度、最適含水比を利用する方法で最も一般的な方法である。これは、現場の締め固めた後の土の乾燥密度と、施工前の締め固め試験によって得た最大乾燥密度の比を締め固め度と呼び、この値を品質として規定するものである。一般の土に用いられる。
- ⑥空気間隙率・飽和度規定は、締め固めた土が安定している条件として空気間隙率または飽和度を一定の範囲内にあるように規定するものである。高含水比の粘性土などに用いられる。
- ⑦強度特性規定は締め固めた土の強度、変形特性を貫入抵抗、現場CBR値、支持力・地盤係数、プルーフローリングによるたわみ量などの値によって規定する方式である。
この方法は、岩塊、玉石、砂、砂質土等の、水の浸入によって膨張強度低下のおこりにくい安定した盛土材に用いることができる。

軟弱地盤対策工法

軟弱地盤の概要

- ①軟弱地盤は、一般に粘土やシルトのような微細な粒子の多い柔らかい土、間隙の大きい有機質土またはビート及び緩い砂からなる土層で構成されている。
- ②軟弱地盤の土層の性質は、堆積が新しいほど、地下水位が高いほど、また、より上位に堆積した土層の厚さが薄く、単位堆積重量が小さくて少ない土かぶり圧しか受けていない場合ほど悪い軟弱層を形成する。
- ③軟弱地盤は、一般に間隙比が大きくその間隙に水が充満しているので、含水比が高く強度が小さい。荷重を受けると著しく変形する。また、粒子が小さいため排水しにくく、建設機械の作業性を悪くする。
- ④軟弱地盤上に盛土すると、その盛土荷重によって盛土直下の軟弱地盤は横方向に流動（側方流動）し、それに従い盛土は軟弱地盤中に沈下し、それにつれて盛土周辺の地盤がふくれあがってくる。さらに盛土が沈下していくと、法面近くの盛土天端にクラックが生じ、このクラックによりすべりを形成し、切り離された盛土がすべり破壊を起こして盛土崩壊にいたる。

軟弱地盤対策工法の種類と効果

- ①軟弱地盤の対策工法の目的は、沈下対策、安定対策、地震対策に大きく分けることができる。
- ②沈下対策には、圧密沈下の促進を目的とするものと、全沈下量の減少を目的とするものがある。

③圧密沈下の促進を目的とするものは、地盤の沈下を促進して有害な残留沈下を少なくすることを目的とし、バーチカルドレーン工法、盛土荷重載荷工法などがある。

④全沈下量の減少を目的とするものは、

- a 地盤の沈下そのものを少なくすることを目的とし、軟弱地盤に杭を形成して盛土荷重を支えようという発想のサンドコンパクション工法、バイブロフロテーション工法や、
- b 地盤を固めてしまおうという発想の深層混合処理工法、石灰パイル工法、薬液注入工法、c その他良質の土と置き換えてしまおうという発想の置き換え工法等がある。

⑤安定対策を目的とするものには

- a 盛土によって周辺の地盤が膨れあがったり、側方流動することを抑制する押さえ盛土工法、盛土補強工法、緩速載荷工法
- b 地盤の強度が盛土などの荷重によって低下することを抑制する緩速載荷工法や軽量盛土工法
- c 表層表面にジオテキスタイルや鉄網を敷いたり、石灰・セメントで処理したりして表層のせん断強度を高める表層処理工法
- d 盛土の形状を変えたり地盤の入部を置き換えることによりすべり抵抗を増加しようという抑え盛土工法、盛土補強工法、置き換え工法などがある

液状化現象

①液状化現象とは、強い地震により地盤が液体のようになり構造物を支持できなくなる現象である。

②液状化現象が起きやすい地盤は

- a 地盤中の地下水位の高い地盤や、
- b 粒径の均一な砂質土の緩い地盤、
- c 河川や、湖沼、海岸であった所を埋め立て造成した地盤一等である。

液状化対策

①液状化対策として、地下水を低下させる方法と、ゆるんだ地盤を締め固める方法がある。

③地下水位の低下に着目した工法として、脱水工法、グラベルドレーン工法がある。これは、礫(グラベル)または碎石等の透水性の高い骨材を砂地盤の中に柱状に打設して、鉛直方向の排水路の機能を発揮させ、地盤中の水を排水するもので、地震時の砂粒子間に生じる間隙水圧を軽減し、液状化を防止する。

③ゆるんだ砂地盤を締め固める方法として、地盤に衝撃をあたえて締め固める重錘落下工法、ロッドを地盤中に挿入し上下の振動を与えて締め固めるロッドコンパクション工法や、ゆるんだ地盤中に砂杭を打ち込んで締め固めるサンドコンパクシ

オン工法、バイブロフロテーション工法などがある。

軟弱地盤対策工法の選定

- ①軟弱地盤対策工法の選定にあつては、まず対策工を必要とする理由、目的を十分に検討し、地盤の性状、構造物の構造、施工条件、周辺に及ぼす影響などの諸条件を十分考慮し最も目的に適合した、経済的な工法を選択する。
- ②対策工法は一般的には組み合わせて適用されることが多い。例えば、サンドマット工法は施工機械のトラフカビリティを向上させると共に、バーチカルドレーン工法の排水層として併用されることも多い。

軟弱地盤の沈下量の確認

- ①盛土の施工中は、盛土本体部分に沈下盤を設置し、これに継ぎ足し可能なロットを付けて沈下量を測定し、計算とおりに沈下しているか確認する。
- ②滑り破壊に対するチェック方法としては、盛土部分の外側に移動杭を設置し、定期的に水準測量や平面測量を行って移動量をチェックする。
- ③盛土の施工中には、調査設計時に予測した現象が実際に生じているか、対策工法の効果が予定したとおりに発揮されているか照合するため、動態観測を行いながら施工を進める。動態観測を行うために設置する計器には地表面型沈下計、地表面変化杭、地表面伸縮計などがある。

工事測量

工事測量の基本

<基本杭及び用地杭の確認と再設置>

- ①道路などの中心線や用地杭は、計画し用地買収してから日時が経過し、失われるものが多いので工事開始にあたりこれらを確認し再設置しなければならない。そのため中心線測量、横断測量、縦断測量を行う。
- ②中心線測量は、道路や鉄道の中心線や築堤、掘削、護岸などの法線を定める測量をいい、直角に交差する何本もの法線を設けて位置を確定する。そのため直線や曲線を現地に設定するが、通常中心線では20 m間隔にナンバー（NO）杭を打ち、曲線部では、曲線の開始点にB、C杭を、曲線の最後の点にE、C杭を打つ。
- ③カーブを挟んだ2つの法線の交点（交会点）にIP点を設け、現地に固定する。
- ④路線の中心杭は工事終了まで重要な杭であるので、からかじめ工事着手前に盛土や切り土の影響のない場所に引照点を設け、後で中心杭の平面位置を再現、確認できるようにしておく。
- ⑤横断測量は、中心線に直角方向に距離と高低差を観測し、中心杭の位置での横断面

の形状を決定するための作業で、直線方向線を出すには直角器、またはトランシットを用いる。

⑥縦断測量は、中心線に設置された測点及び地盤高の変化点に打たれた杭を基準に中心線の路盤高を測定して、鉛直に地盤を切った縦断図を作成する作業で、通常あらかじめ仮水準点・仮B.M.を設けて行う。

＜施工高・用地幅の決定＞

⑦縦断図に施工基面を入れれば、中心線の切土あるいは盛土の高さがわかり、これを基準に横断図の切土、盛土が図示される。

丁張り（遣り方）

①盛土や切り土の法面、石積み、ブロック積みなどの斜面は、丁張りによって現場で常に所定に寸法基準で施工できるようにする。

②丁張りは、工事現場で目的物を施工するための定規であるので性格で狂いがないように設置し、絶えず点検する。

仮水準点（仮BM）の設置

①国土地理院で設置した水準点から現場近くに設けたり、あらかじめ仮定した標高の基準となる仮水準点を設置する。

②仮水準点は、工事によって除去されたり、風雨、雪、地盤の変動によって移動するものであってはならない。

③仮水準点の選択は

a 工事区域以外の建造物の基礎などで味到しの良いもの

b 工事区域以外の岩盤

c 適当なものがない場合は、堅固に設置した大型の杭一等を選ぶ。

距離測量、角測量

①水平距離の測量は鋼巻き尺（スチールテープ）や光波測距儀を使用する。

②角測量でトランシットによって水平角を測る方法には、単測補法、反復法、トラバース測量がある。

③単測法は 2 つのバーニヤの読みの平均を取るとともに、望遠鏡正位の読みと反位の読みの平均を取り、測定値を算出する方法である。これによって目盛盤の偏心誤差、視準軸の偏心誤差、水平軸誤差を除去できる。

④反復法は、トランシットの上部運動で角を測り、読みをそのままにして下部運動で元の点を視準し、それを数回繰り返して測角し、この結果を測角回数で割ったものを測角値とする。単測法より精度が高い。

⑤トラバース測量は、隣接する 2 辺の広角を望遠鏡正位と反位で測角し、数回の測定値を平均して求める。

水準測量

- ①水準測量は、地点の標高または、高低差を求める測量でその方法は、レベルと標尺(スタッフ)を用いて直接に高低差を求める直接水準測量と鉛直角と水平距離を測定し計算によって求める間接水準測量がある。
- ②水準測量で注意すべき事項は次のとおりである。
 - a レベルを常に水平になるように調整して堅固な地盤に立てる。
 - b レベルはスタッフのほぼ中間に設置し、前視と後視の距離を等しくし、視準線誤差を消去する。
 - c レベルの設置回数(盛り変え数)は偶数回とし、零目盛り誤差を消去する。
 - d 標尺を垂直に設置するため、レベル側に向けて前後に標尺を傾け、標尺の読みが最小となる位置をとる。

GPS測量

- ①GPS(グローバル・ポジショニング・システム)は本来船舶や航空機が自分の位置を知るための衛星航法システムであるが、これを測量に応用したものがGPS測量である。
- ②GPSの利用方法には、受信機1台を使用して観測位置を求める単独測位と受信機2台以上を使用して観測間の相対位置を求める相対測位がある。
- ③相対測位にはディファレンシャル方式と干渉測位方式があるが、GPS測量には干渉測位方式が用いられる。
- ④干渉測位方式には、スタティック法(静的干渉測位法)、短縮スタティック法、キネマティック法(動的干渉測位法)がある。
- ⑤スタティック法は、複数の観測点にアンテナと受信機を設置して4つ上の同じ衛星を用いて全点同時に測定を行う。5点で測量をした場合は10本の基線を求めることができる。公共測量では、測量時間の標準を1時間としている。長時間の測定をおこなうので観測データが平均化され、誤差が1cm～2cm程度という各種法の中でも高い精度を得ることができる。
- ⑥短縮スタティック法は測定時間を短縮するために工夫をした手法でラビットスタティック法と疑似キネマティック法がある。
- ⑦ラビットスタティック法は、スタティック法と同様の観測を20分以上行い、スタティック法と同様の数の基線を求めることができる。
- ⑧疑似キネマティック法は、基準点にアンテナと受信機を固定し、他の観測点に他のアンテナと受信機を設置し、スタティック法と同様の時間で観測を行う。観測時間の最初と最後の10分間は、同一の観測点で観測しなければならないが、その他の時間は、他の観測点へアンテナと受信機を移動して観測を行うことができる。
- ⑨キネマティック法は、既知の基準点に固定するアンテナ及び受信機と移動するアンテナ、受信機で最初の測定を行い、その後、移動用のアンテナ及び受信機を複数の観測点へ移動していく方法である。観測に必要な時間は、それぞれの測定で

1分程度でありstop and go方式と呼ばれる。観測中は最低でも4つ以上衛星から電波を連続して受信することが必要である。したがって、アンテナ、受信機の移動中にトンネルなどを通行することはできない。