

第6章 山留め

6.1 山留め計画

6.1.1 山留め計画の基本

山留め計画に当たっては、所定の深さまで安全に掘削することができ、かつ周囲の地盤、道路、埋設物及び構造物等に有害な影響を与えることのないよう、以下に示す内容について十分検討する。

- (1) 山留め計画のための条件の把握・整理
- (2) 地下水処理の方針
- (3) 根切り・山留め工法の選定
- (4) 山留め架構全体の安定及び根切り底面の安定
- (5) 近接構造物に対する影響
- (6) 地下埋設物に対する影響
- (7) 計測計画

[解説]

斜面地だけでなく、通常の平地での山留め計画における基本的な留意点を示したものである。

山留めは設計通りの構造体を構築するために必要な空間を地中に確保するための仮設構造物なので、その施工に要する費用や時間はできるだけ少ない方が良くことになる。一方、あまりに施工費を重視し過ぎて山留め計画が不適切であると、以下に示すような問題が生じ、所定の掘削ができなかったり、壁体が大きく変形して周囲の地盤や道路、地下埋設物を沈下させたり構造物を傾けたりして問題になることがある。

したがって、山留め計画の時点で地盤条件、地下水の状態、周辺的环境などを的確に把握し、a～eに示すような問題が生じないように十分検討する必要がある。

- a. 山留め壁の変形による周辺地盤及び構造物の沈下
- b. 排水に伴う地盤沈下
- c. 山留め壁あるいは根切り底面からの出水及び背面地盤の陥没
- d. 山留め架構のバランスの悪さや強度的欠陥による崩壊事故
- e. ヒービング、ボイリング、盤ぶくれ、のり面のすべり等

以下に、本文で示した(1)～(7)について簡単に概要を説明する。

(1) 山留め計画のための条件の把握・整理

山留め計画を行うには、以下の点について正確に把握する必要がある。

- a. 建築物の規模・構造及び周囲の状況

当該建築物の規模、とりわけ地下室の広さ及び深さを明確にする。また、地下室の構造（RC造・SRC造等）、基礎の構造（直接基礎・杭基礎・異種基礎）、さらに隣接構造物、隣接する地下埋設物、鉄道、地下鉄、高架橋などについて調査し、その状況をできるだけ正確に把握する。

b. 地盤概要

地質構成、土質性状、地下水の状態（地下水位、被圧帯水層の有無）及び周辺一帯の地盤概要を把握する。

なお、一般に行われる地盤及び周辺の事前調査項目を表 6.1.1に示す。

c. その他

工程計画あるいは予算などが制約条件になることもある。

表 6.1.1 地盤および周辺事前調査項目

調査項目	調査内容	調査方法
地盤調査	地質構成（土質柱状図） 土質性状（土質定数）	ボーリング調査 標準貫入試験 土質試験
地下水の状態	地下水位・被圧水頭 地下水量・地下水の流れ	現場透水試験・間隙 水圧測定・揚水試験 ・近隣の井戸
地中障害物の状況	地下室・杭・石垣・柵・井戸・ 防空壕など	竣工図面・試掘調査
周辺の地下埋設物	上下水道・各種ケーブル、共同溝・ ガス管など	所轄官公庁、 関係企業で調査 ・マンホール調査
隣接構造物の状況	隣家・地下鉄・高架橋ピア・ 擁壁など 117	図面調査
道路及び交通事情	交通規制・運搬経路・道路幅員など	地図・踏査

(2) 地下水処理の方針

山留め計画において、地下水処理の方針は重要な検討項目である。排水により地下水位を下げて工事を進めるか、あるいは完全遮水をして周囲の地下水を下げることなく工事を進めるかにより、山留め計画全体が大きく変わってくる。

例えば、完全遮水にするなら、山留め壁として鋼矢板か、あるいはソイルセ

メント連続壁やRC地中連続壁などの遮水壁を採用しなければならない。
排水工法を採用できるかどうかは、以下の点について検討した上で判断する。

- a. 背面地盤の透水性及び地下水位・水圧
- b. 水位低下に伴う地盤沈下の可能性の有無
- c. 周辺の地下水の使用状況（井戸の使用状況）
- d. 下水道の処理能力

なお、b, dが問題となり排水が難しい場合、一旦汲み上げた地下水を周囲の地盤に再び注入するリチャージ工法が採用されることもある。

(3) 根切り・山留め工法の選定

図 6.1.1は根切り工法を分類したものであり、図 6.1.2は山留め工法を分類したものである。また、図 6.1.3は山留め壁の種類を示したものである。

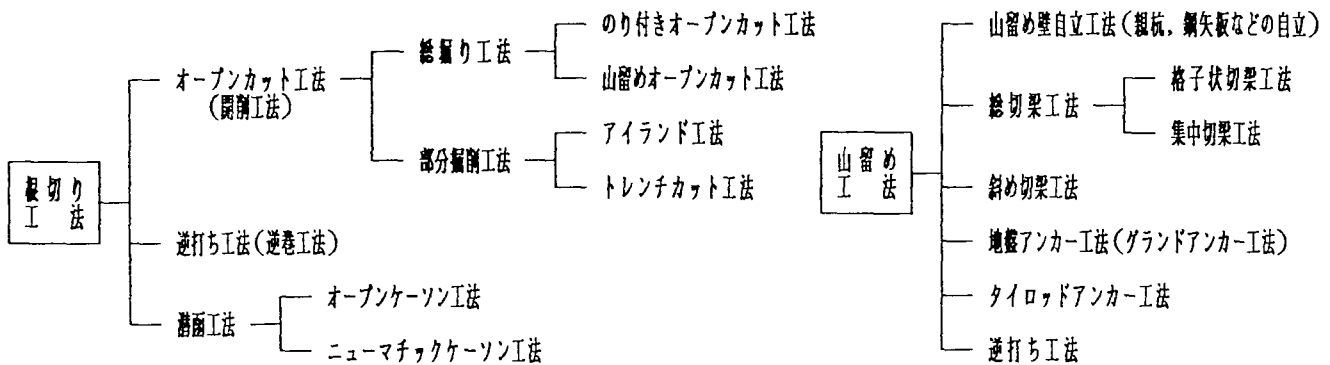


図 6.1.1 根切り工法の分類

図 6.1.2 山留め工法の分類

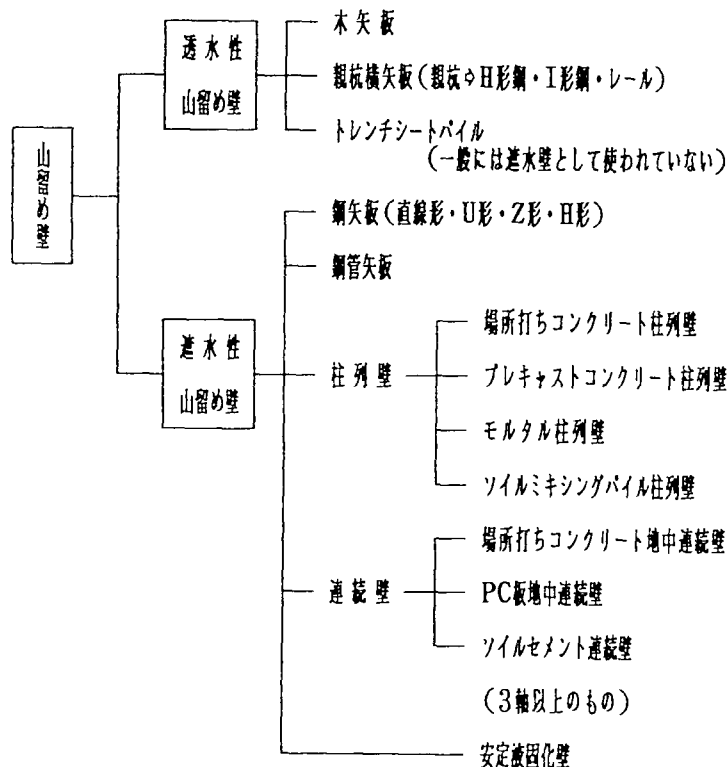


図 6.1.3 山留め壁の分類

(4) 山留め架構全体の安定及び根切り底面の安定

a. 山留め構造、特に水平切ばり工法の場合は、山留め架構全体の安定が非常に大切である。偏土圧により山留め全体が動いたり切ばり配置が悪く一部分の切ばりに過大な力が加わることは、非常に危険な状態といわねばならない。したがって、水平切ばり工法で最も注意すべき点は、平面上及び断面上の切ばり配置のバランスを良くするという点である。

切ばりを用いない工法、すなわちのり付きオープンカット工法や地盤アンカー工法、また最近用いられるようになった細くて比較的短いボルト状のアンカーを数多く背面地盤に打ち込み地盤を補強して自立させる補強土アンカー工法と呼ばれる工法、背面地盤を深層混合攪伴工法により地盤改良して自立させる工法などを採用する場合は、特に背面地盤の安定の検討を十分に行う必要がある。

背面地盤の安定検討としては、アンカーを打設したブロックや地盤改良をしたブロックの外を通る深いすべりに対する安定に加え、ブロック内部の安定やブロックを重力式の擁壁とみなした場合のブロック体の安定検討がある。

(図 6.1.4, 5, 6)

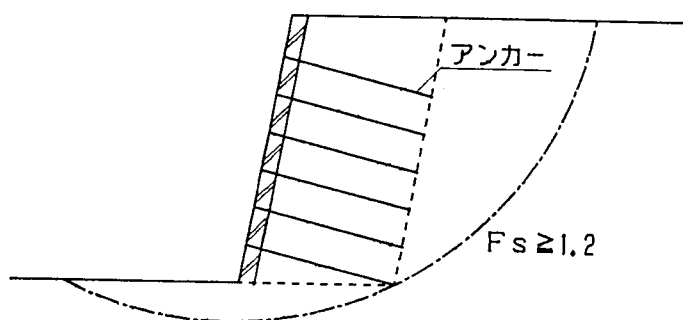


図 6.1.4 深いすべりに対する安定

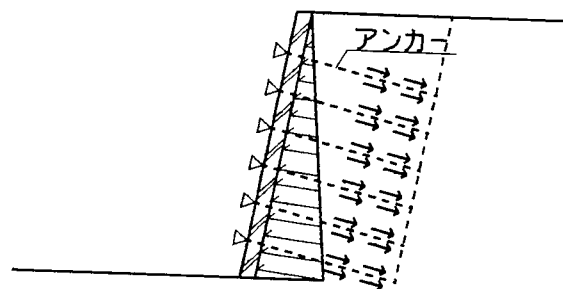


図 6.1.5 ブロック内部の安定

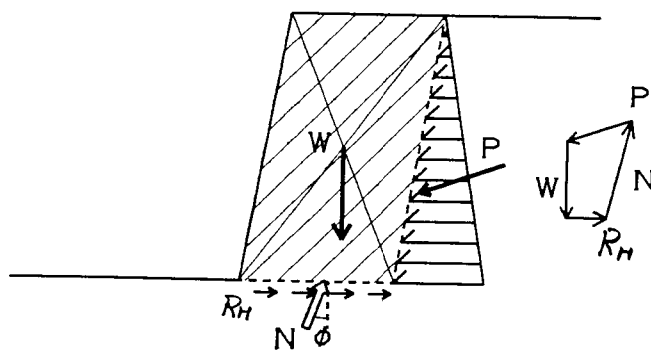


図 6.1.6 ブロック体の安定

b. 根切り底面の安定

山留め構造物の安全にとってもう一つの大切な要因は、根切り底面の安定である。この根切り底面の安定検討として行わなければならないのは、以下の4つである。

- ① 山留め壁の根入れ部の安定（主働側、受働側の土圧のつり合い）（図 6.1.7）
- ② ヒービングに対する安定（図 6.1.8）
- ③ ボイリングに対する安定（図 6.1.9）
- ④ 盤ぶくれに対する安定（図 6.1.10）

これらの点について十分検討して山留め壁の根入れ長さを決定することになる。

なお、①はすべての山留めにおいて検討が必要であるが、②～④は特定の地盤状況においてのみ検討が必要となる。すなわち一般には、②は軟弱な粘性土地盤に対する問題であり、③は砂地盤における水頭差の大きい山留めに対する問題であり、また④は根切り底以深に被圧帯水層がある時に生じる恐れのある問題である。

上記に加えて、山留め壁の根入れ長さを決定する要因になるという点から、地盤アンカー工法や逆打ち工法を採用する場合には山留め壁の支持力を検討する必要もある。（図6.1.11）特に地盤アンカー工法の場合は、山留め壁の沈下が重大な障害に発展するので十分注意しなければならない。

根切り底面の安定が特に問題となるのは、軟弱地盤における深い掘削の場合であり、そのような条件の場合は補助工法として地盤改良工法を用いると安定を図る上で有効である。

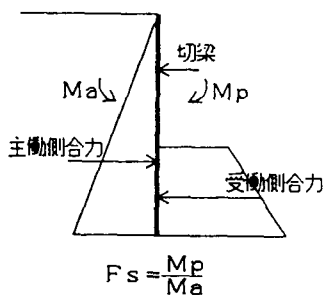


図 6.1.7 山留め壁
根入れ部の安定

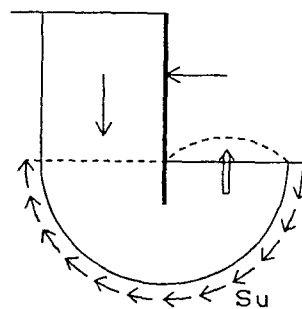


図 6.1.8 ヒービング

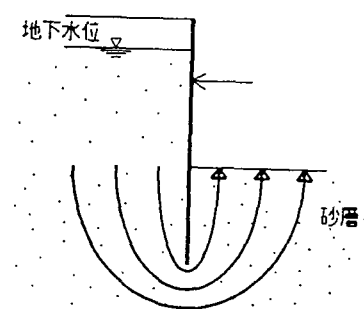


図 6.1.9 ボイリング

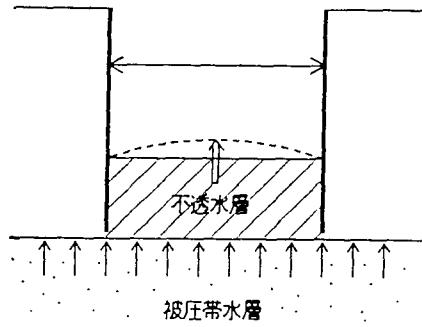


図 6.1.10 盤ぶくれ

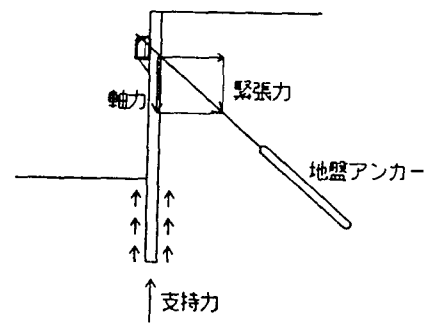


図 6.1.11 山留め壁の支持力

(5) 近接構造物に対する影響

近接構造物がある場合には、その構造（上部構造及び基礎構造）を調査して、掘削による影響を評価する必要がある。考えられる影響としては、沈下・傾斜・水平移動などであるが、基礎下あるいは建物周囲の地盤沈下による設備配管の折損などもある。さらに状況によっては、地震時における隣接構造物の安全性などについても検討し必要に応じて補強対策を講じる。

(6) 地下埋設物に対する影響

都市の道路下には種々の地下埋設物があるので、その状況を調査して掘削による影響を評価する。関係する官庁あるいは企業と打合せの上、必要に応じて安全対策を行う。特にガス・水道などは、管の折損により事故を起こすことがあるので定期的な計測及び検査が必要である。

(7) 計測計画

山留め構造物の安全性は、正確な条件設定、適切な山留め計画、精度の高い設計計算によって保証されるべきものであるが、一般には複雑な地盤が相手であり、土圧をはじめ多くの仮定を設けて設計が行われている。したがって、安全な施工を実施するためには計測を行い安全性を確認しながら工事を進める必要がある。

なお、計測項目としては以下の項目がある。

- a. 山留め壁の計測
 - ・山留め壁の側圧（土圧・水圧）
 - ・山留め壁の応力・変形
- b. 切ばり・腹起しの計測
 - ・切ばりの軸力（地盤アンカーの場合は緊張力）
 - ・腹起しの応力・変形
- c. 支持杭（棚杭）
 - ・沈下、浮上り
- d. 周辺地盤
 - ・背面地盤の変形

- 地盤沈下
- 地下水位の変動
- e. 近接構造物
 - 沈下・傾斜・水平移動
- f. 地下埋設物（ガス管、上水管、下水管、電話ケーブル、電力ケーブル等）
 - 沈下

6.1.2 斜面地での山留め計画

斜面地で掘削工事を行う場合には、地層の変化が激しいことや偏土圧や山留め架構全体の非対称性など平地での掘削と異なる状況が生じる。また、斜面の途中や斜面の下を掘削することにより、斜面全体の安定を損なうこともある。これらの条件を考慮して斜面地では、6.1.1の基本事項に加え以下の点についても十分検討する。

- (1) 斜面全体の地層の把握
- (2) 地下水及び雨水の流れの把握
- (3) 施工中の斜面安定及び安定対策工
- (4) 偏土圧を考慮した山留め架構の計画

[解説]

(1) 斜面地では、地層が傾斜していることが多く、層厚の変化も激しい。また、水の流れにより浸食され部分的に風化が激しかったり、斜面の裾の方には崖すいが堆積していることがある。さらに、造成された斜面地では、人工的に手を加えられ盛土地盤になっているところもある。平地であれば20～30m間隔にボーリング調査を行えば、ある程度敷地全体の地層を把握することができるが、斜面地では調査間隔を狭くし、斜面の地質縦断面・横断面が描けるように調査点を配置する必要がある。

ボーリングの深さは、特に斜面の縦断面において各層の傾斜を確認できる深さが必要となる。単に支持層を5m確認したらよいということではなく、斜面の上の方から斜面の下に向けての各層の流れを基盤層を含めて把握する必要がある。特に斜面のすべりの検討をする場合は、この地層の流れ（傾斜）はすべりに対する安全性に非常に大きな影響がある。

(2) 斜面崩壊を引き起こす直接の原因となる最大のものは水である。雨水であれ、地下水であれ、斜面地で掘削工事を安全に行うためには、水の流れを把握し必要に応じてあらかじめ対策を講じておかなければならない。

一般に山地においては、水が沢や谷に集まって流れるわけであるから、ある程度手が加えられた斜面地においても以前の沢や谷の位置を把握しておかなければ、降雨時に大量の出水があって、山留めが影響を受けることがある。それで必要に応じて、その部分の排水方法や仮設の遊水池などの排水計画についても事前に十分検討しなければならない。

斜面地では、地表面から浸透した雨水が粘性土層のような不透水層の上を流れるので、その上の地層ですべりを引き起こす危険性がある。したがって、このような不透水層の位置や傾斜を把握することも重要である。

(3) 斜面地で掘削工事を行う場合には、施工中のあらゆる状況に対して斜面安定の検討が必要である。斜面安定の検討法は、5.2「斜面の安定」による。なお、す

べりに対する安全率は、仮設時として $F_s \geq 1.2$ とする。

斜面安定の検討を行って所定の安全率を確保できない場合には、安定対策工が必要となる。安定対策工としては以下のような工法が考えられる。

- a. 地盤アンカー (図6.1.12)
- b. 剛性の高い山留め (図6.1.13)
- c. 抑止杭 (図6.1.14)
- d. 補強土工法 (図6.1.15)

斜面地では山留め壁の施工が困難であるため、のり付きオープンカット工法で施工する場合も多い。この工法を採用する場合には、深いすべりの検討に加えて表層崩壊に対する対策が必要である。表層崩壊は降雨により生じることが多いので、雨水がのり面を流れないように、のり面防護と排水処理が主要な対策となる。

図6.1.16にのり面防護の一例を示した。このうちのり面の養生は、のり部分の土質が砂質土で工事期間が長い場合にはのり面にモルタルを吹きつけることが多いようであるが、のり部分の土質が水で流れにくい粘性土の場合や工事期間が短時間の場合ではのり面にシートを張って養生することが多いようである。

いずれの場合にしろ、のり肩部分から水が入って養生の内側を流れたのでは意味がないので、のり肩部分の養生と排水が大切となる。また砂質土などでは、のり尻部分から少しずつ表面の土が崩れないように図6.1.16に示すようなのり尻の処理も必要である。

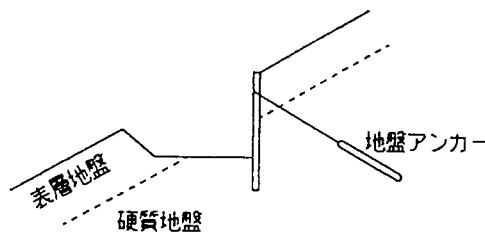


図 6.1.12 地盤アンカーによる対策

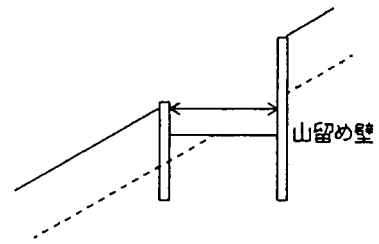


図 6.1.13 剛性の高い山留めによる対策

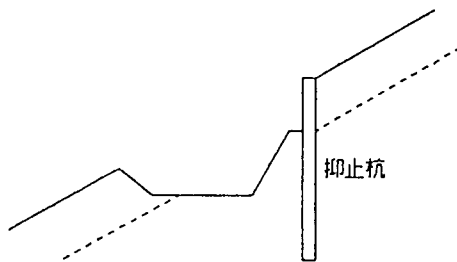


図 6.1.14 抑止杭による対策

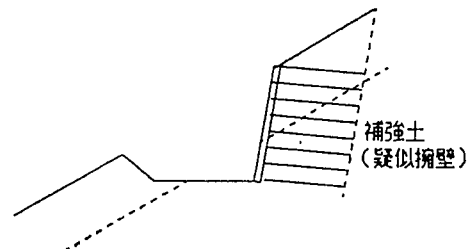


図 6.1.15 補強土工法による対策

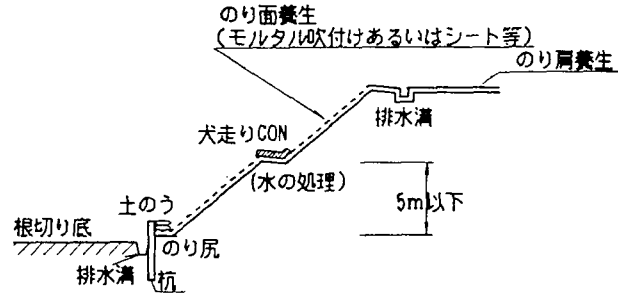


図 6.1.16 のり面防護の例

(4) 偏土圧を考慮した山留め架構の計画

斜面地における山留めでは、一般的に山留め壁が偏土圧を受けることが多い。したがって、相対する山留め壁の間に切ばりを配置しバランスさせて安定を図る水平切ばり工法は、斜面地に適した工法とはいえない。水平切ばり工法がまったく採用できないわけではないが、この工法を用いる場合には、両側の土圧のバランスを考えて、山留め全体の動きについて検討する必要がある。土圧の評価は、図6.1.17に示すように押す方の山留め壁は主働土圧とし、押される側は受働土圧とすることができる。しかし、これでは極限状態のつり合いの検討はできるが、変形の評価ができないので、実際には受働側の山留め壁の抵抗を受働土圧が上限となる弾塑性バネで評価して検討することができるであろう。(図6.1.18)

変形の面から考えると山留め壁の平面形が箱形になっている場合は、斜面に直交する方向の山留め壁の面内方向の剛性がきくので、その効果を加味することが可能な場合もある。

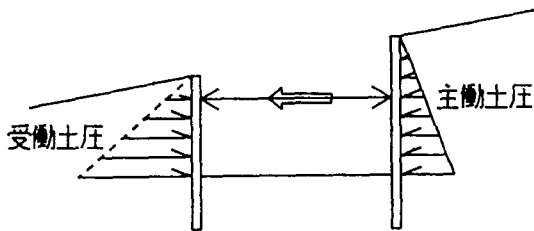


図 6.1.17 偏土圧を受ける
山留めの検討

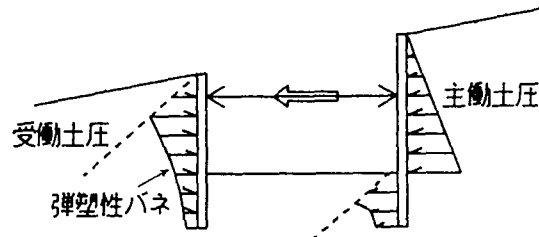


図 6.1.18 偏土圧を受ける
山留めの検討

偏土圧を受ける山留めによく用いられるのが地盤アンカー工法である。この工法の場合は、図6.1.19に示すように、地盤アンカーに緊張力を導入することによって背面の地盤と山留め壁を一体化し、地盤アンカーを打設した地盤の土塊ブロックにより、背面の土圧に対処している。したがって、地盤アンカー工法の場合は、土圧の大きさが異なる相対する山留め壁とのつり合いという要素がないので、切ばり工法のような問題は生じない。

さらに地盤アンカー工法の利点として、事前にアンカーの確認試験ができることや緊張力を導入できることが挙げられる。それによって山留めの安全性の確認ができ、かつ山留め壁の変形を抑えることができるので背面地盤のひび割れや移動など

斜面すべりの引金となる不利な要因を取り除くことができる。

また、背面側の敷地に余裕がない場合には、隣地を一時的に借用して除去式アンカーを打設することもできる。

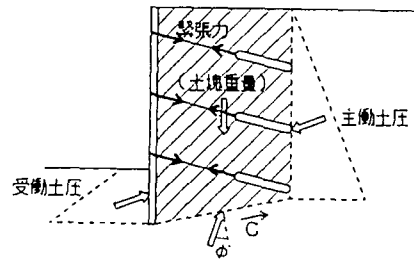


図 6.1.19 アンカー式山留めの安定

地盤アンカーは、一般に下向きに $15\sim 45^\circ$ の角度で打設するので、山留め壁に下向きの力が加わる。したがって、山留め壁にその軸力に耐えるだけの支持力が要求されるが、斜面地の地形によっては、そのような確実な山留め壁の施工が非常に難しい場合がある。そのような場合に、最近用いられるようになってきた工法に補強土工法がある。特に、6.1.15に示したボルト状のアンカーを細かい間隔で打設する補強土工法は、山留め壁を設けることなく、のり面の表面（ほとんど鉛直に近い勾配でも可能）にモルタルを吹きつけて（鉄筋で補強している）養生すればよいのでそのような状況に適した工法といえる。

このような補強土工法の場合も基本的な考え方は地盤アンカーの場合と同じで、ボルト状のアンカーで補強された土塊ブロックが重力式の擁壁のような働きをして背面土圧に抵抗する。

小規模な山留めの場合は、図6.1.20に示すように斜め切ばりを配置して偏土圧に対処する方法がある。このような場合には、斜め切ばりの反力ブロック（杭などが用いられることもある）の水平抵抗の評価が問題となる。また、山留め壁の変形を抑えるために導入する切ばりのプレロードの導入の方法や、それによって斜め切梁や山留め壁に上向きの分力がかかることにも注意を要する。

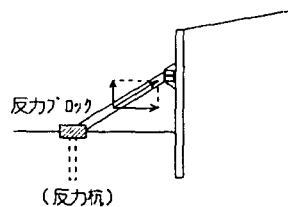


図 6.1.20 斜め切梁工法

6.2 山留め架構の設計

山留め架構の設計は、以下の項目を満足するように行う。

- (1) 山留め壁は、地盤条件・地下水の状態・山留め壁の種類・地表面上載荷重等を考慮して想定される適切な側圧に対して、施工中の最も不利な状態に対しても安全が確保できるように設計する。
- (2) 山留め壁の根入れ長さは、地下水の遮水の要否・根切り底面の安定・根入れ部分の地盤の受働抵抗及び山留め壁の変形を考慮して決定する。
- (3) 山留め支保工は、力の流れを考慮してモデル化し、算定される応力に対して所定の安全性を確保できるように設計する。

[解説]

山留め架構の設計は、基本的には図 6.2.1 に示す手順で行われる。

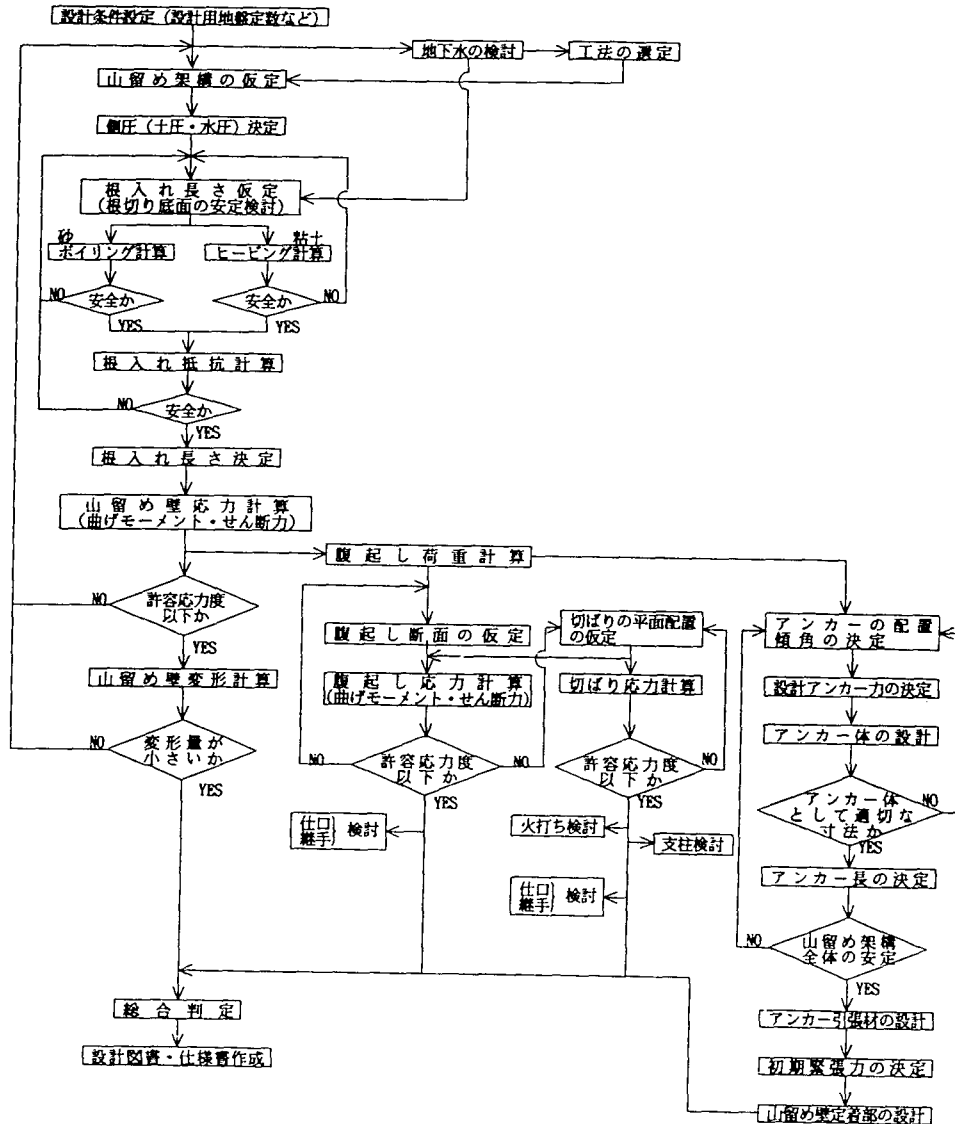


図 6.2.1 山留めの設計フロー

引用文献：山留め設計施工指針（建築学会）

(1) 土圧については5.3で扱われているが、そこで扱っているのは本体構造物に対する静止土圧であり、ここで問題になる掘削土圧については扱われていない。

掘削土圧としては、建築学会の「山留め設計施工指針」でランキン・レザール式による値や図 6.2.2に示す側圧分布が提案されている。しかし、図 6.2.2に示す側圧分布は、ほとんど市街地での地下工事における実測データを基にして定められたものであり、水圧が大きな影響を与えているようである。斜面地における山留めを考えると、地下水位があまり高くなく、また山留め壁として遮水壁を施工することが難しい。したがって、斜面地の場合は水圧が大きな影響を与えることは少ないと考えられ、ランキン・レザール式によって算定すればよいと思われる。

斜面地の特徴としては、背面地盤の地表面が傾斜していることが挙げられる。このような場合は、式 (6.2.1)によりその影響を算定できる。

$$P_a = K_a (\gamma Z + \sigma_z) \quad \dots\dots\dots \text{式 (6.2.1)}$$

ここで、 P_a : 山留め壁に接する地表面から Z の深さにおける
単位面積あたりの土圧 (tf/m²)

K_a : 主働土圧係数

γ : 土の単位体積重量 (tf/m³)

Z : 山留め壁に接する地表面から土圧を求めようとする位置までの深さ (m)

σ_z : 山留め壁に接する地表面から Z の深さにおける
仮想上載荷重による地中応力の鉛直成分 (tf/m²)
(この値については5.3.2を参照)

なお、ランキン・レザール式で土圧を求める時には、式に σ_z の要素を加えて計算すればよい。式 (6.2.2)にその式を示す。

$$P_a = (\gamma Z + \sigma_z) \tan^2 (45^\circ - \phi/2) - 2c \tan(45^\circ - \phi/2) \dots\dots \text{式 (6.2.2)}$$

ここで ϕ : 土圧を求めようとする位置の土の内部摩擦角 (度)

c : 土圧を求めようとする位置の土の粘着力 (tf/m²)

地下水がある地盤で山留め壁として遮水壁を用いる場合は、水圧を別途考慮する。また、地下水位以深の土圧を求める際には、土の単位体積重量 γ は、水中の単位体積重量を用いる必要がある。

山留め壁は、山留め支保工と根入れ部の地盤で支持されたはりと考えて応力計算をしている。計算方法として種々の方法が提案されているが、それらを整理すると図 6.2.3に示すような構造モデルに分類される。どの方法によって計算すべきかという点については山留めの規模、地盤条件、周辺の状態などによりケース・バイ・ケースである。どの計算法によるとしても、掘削及び支保工撤去の各施工段階ごとにモデル化して応力計算を行い、そのうちの最大の応力に対して部材設計をしなければならない。また、市街地などで近接した構造物が多く、山留め壁の変形が問題となる場合は、変形を割合精度よく計算できる弾塑性法による設計が望ましい。応力計算や山留め壁の断面設計等の詳細は「山留め設計施工指針」を参考にするとよい。

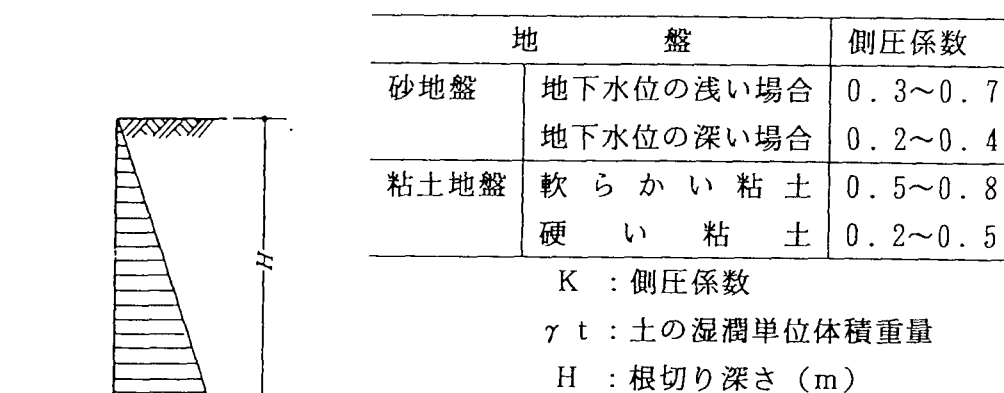


図 6.2.2 (側 圧)
(引用：山留め設計施工指針)

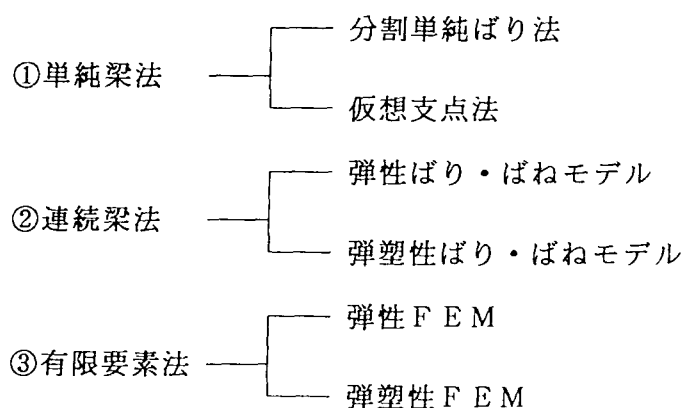


図 6.2.3 構造モデルの分類

(2) 山留め壁の根入れ長さを決定する要因がいくつかある。それらの要因について十分検討して山留め壁の根入れ長さを決定しなければならない。

検討すべき要因は以下のとおりである。

a. 地下水処理対策

- ・完全遮水として周囲の地下水位を低下させない場合は、遮水性の山留め壁を根切り底以深の不透水層に十分根入れしなければならない。

b. ヒービングに対するチェック

- ・軟弱な粘性土地盤では、ヒービングに対するチェックを行い山留め壁の必要な根入れ長さを決定する。

c. ボイリングに対するチェック

- ・地下水のある砂地盤で遮水性の山留め壁を使用し、山留め壁の根入れが砂層中に止まっていて完全遮水となっていない場合には、ボイリングに対するチェックを行い、山留め壁の必要な根入れ長さを決定する。

d. 盤ぶくれに対するチェック

- ・根切り底以深に被圧帯水層がある場合には、盤ぶくれチェックを行い山留め壁の必要な根入れ長さを決定する。山留め壁の長さで対処できない場合には、排水により減圧するなどの対策を講じる必要がある。

e. 山留め壁の支持力

- ・地盤アンカー工法や逆打ち工法による場合は、山留め壁に鉛直力が加わるため、山留め壁の支持力に対する検討を行い、必要な地耐力が確保できる地盤に山留め壁を根入れする。

f. 最下段切ばり以下の主働土圧と受働土圧のつり合いに対するチェック

- ・最下段切ばりより下側の主働土圧によって生じる最下段切ばり位置でのモーメントに対して、山留め壁の根入れ部分の受働土圧によって生じる同位置のモーメントが所定の安全率 ($F_s \geq 1.2$) をもつように根入れ長さを決定する。

(3) 山留め支保工の代表的なものとして、鋼製切ばりと地盤アンカーがある。

鋼製切ばりは、全体のバランスが非常に大切なので、力の流れが明快になるようなバランスの良い配置とする。支保工部材の設計は、腹起し、切ばり、火打ちばり、切ばり支柱とそれぞれの部位に分けて行う。鋼材の許容応力度は、切ばり材は一般にリース材を使用するので、長期許容応力度と短期許容応力度の中間値とする。なお、切ばり設計の詳細は、建築学会「山留め設計施工指針」による。

地盤アンカーは、N値35以上の砂質土地盤、 $q_u = 2.5 \text{ kgf/cm}^2$ 以上の粘性土地盤、あるいは岩盤に定着することが原則である。しかし、詳細な調査や引抜き試験などを実施し、十分な安全率を考慮して設計する場合は、N値20以上の砂質土地盤や $q_u = 2 \text{ kgf/cm}^2$ 以上の粘性土地盤に定着することもできる。

地盤アンカーは、建築学会「建築地盤アンカー設計施工指針」に従って設計し、全供用期間にわたって耐久性が保証される構造とし、各アンカーとも確認試験により安全性を確認した上で必要な緊張力を導入して使用することが原則である。

6.3 山留め工事の施工管理

1. 山留め工事の施工に当たっては、計画書に従い十分慎重な施工管理を行う。また、山留めの安全性を確認するために必要な計測を行い、計測データを常に整理しておく。
2. 斜面地での掘削工事の管理においては斜面の安定等が問題となるため、より広範囲にわたる計測が必要である。また、計測データを常に分析して掘削工事の状況を的確に判断し、必要に応じて適切な対策を速やかに講じることができるようにより慎重な管理を行う。

[解説]

1. 山留め工事の施工は、施工計画書に従って十分慎重にかつ安全に行わなければならない。特に、山留め工事の場合は、設計あるいは施工のミスによって山留め崩壊事故を起こしたり、崩壊にいたらなくても周辺の地盤や隣接構造物の沈下など重大な被害が生じることがある。さらに、出水事故や山留め壁の大変形などにより、設計通りの建物を工程通り作るのが難しくなることもある。したがって、慎重な施工管理は工事を安全かつ予定どおり進める上で欠くことのできないものである。

施工管理のうちの特に安全管理の面で、計測管理は大きなウエイトを占めている。計測管理とは、地盤や山留めの挙動を定量的に把握して管理する方法であるが、簡単なものでは目視観察やスケールによる計測、トランシット、レベルなどの光学機器による計測があり、それらに加えて土圧計、水圧計、ひずみ計、傾斜計など種々の計測器が現在用いられている。なお計測管理の詳細については、「山留め設計施工指針」を参考にするとよい。

計測管理で大切なことは、計測データを常に整理して図表化し、山留めの現状がどのようになっているか常に関係者が把握していることである。測定者がデータを野帳などに書き込んでいるだけでは、関係者全員が状況を知ることが不可能であり、計測データの変動の傾向を把握することもできないので山留めの安全管理にそれを有効に活用することができない。それで計測データは常に整理し、経時変化などが明確にわかるよう図表化して、現状の安全性の把握とともにそれ以降の施工の安全性を検討しながら工事を進める必要がある。

2. 斜面地では、敷地内だけでなく敷地外も含む斜面全体のすべりが問題となるため、計測及び日常の点検管理を十分留意して行う必要がある。斜面地の状況によっては、隣地に立ち入って計測管理することが困難な場合もある。挿入式傾斜計や固定式傾斜計により地中の地盤の挙動を正確に把握し、また可能であれば伸縮計などを用いてある程度離れた区間の地表面の相対変位を

を測定して斜面の安定を常に確認する必要がある。とりわけ斜面地では、豪雨の後などに斜面崩壊などの災害が起きることが多いので、そのような場合は早急に計測データを分析して検討を加え、必要があれば速やかに対策を講じなければならない。