

第 9 章 仮設構造物工

第 1 節 総 則

1. 1 適用の範囲

本章は、道路構造物及び道路付属施設等の施工に用いられる仮設構造物の設計に適用するが、ここに定めていない事項については表-9.1.1の関係図書等を参考にするものとする。

土留構造物への適用範囲は、原則として掘削深さ 30m程度以浅とする。また、路面覆工及び仮栈橋は、受け桁にH形鋼またはI形鋼を使用する構造形式で、15m程度以下の標準的な支間のものに適用する。

仮設構造物については、日本道路協会発行の「道路土工 仮設構造物工指針(H11.3)」により設計することを原則とする。

表-9.1.1 関係図書

関係図書	発行年月	発行
道路土工 仮設構造物工指針	H11. 3	日本道路協会
道路橋示方書・同解説 I・IV	H24. 3	〃
地盤調査法	H15. 6	地盤工学会
地盤工学ハンドブック	H16. 9	〃
土質試験の方法と解説	H16. 8	〃
グラウンドアンカー設計・施工基準, 同解説	H24. 5	〃
グラウンドアンカー設計・施工要領	H19. 8	高速道路総合技術研究所
道路設計要領 一設計編一	H26. 3	国土交通省中部地方整備局
土木工事設計マニュアル	H27. 4	〃 中国地方整備局
設計便覧(案)第1編 土木工事共通編	H26. 4	〃 四国地方整備局
土木工事設計要領 第1編 共通編	H23. 7	〃 九州地方整備局
コンクリート標準示方書 設計編	H25. 3	土木学会
〃 施工編	H25. 3	〃
仮設構造物の計画と施工[2010年改訂版]	H22. 10	〃
仮設計画ガイドブック(I)(II)平成23年改訂版	H23. 3	全日本建設技術協会

本章において扱う土留め壁は、使用頻度の高い親杭横矢板壁及び鋼矢板壁とする。したがって、鋼管矢板壁、柱列式連続壁及び地中連続壁については、道路土工仮設構造物工指針、仮設構造物の計画と施工[2010年改訂版]、仮設計画ガイドブック(I)(II)等を参照するものとする。

また、仮設のり面の補強対策を目的とするロックボルトを用いた地山補強土工については、第6章 盛土工、切土工・斜面安定工の第6節 地山補強土工を参照するものとする。

1. 2 関連法規

仮設構造物の調査，計画，設計及び施工に当たっては，事前に関連法規の内容を十分把握し，実施しなければならない。

主な関連法規は，「道路土工 仮設構造物工指針(1-1-2 関連法規)」及び「仮設構造物の計画と施工[2010年改訂版](第13章 建設副産物及び環境保全対策，第14章 安全管理対策)」に記載されているので参照するとよい。

1. 3 用語の定義

仮設構造物の計画に当たって，用いる用語は原則として本項に示すものとする。

(1) 土留め

開削工法により掘削を行う場合に，周辺土砂の崩壊を防止すること，また，止水を目的として設けられる仮設構造物をいい，土留め壁と支保工からなる。土留め壁には親杭横矢板壁，鋼矢板壁，鋼管矢板壁，柱列式連続壁，及び地中連続壁がある。「1.1 適用の範囲」の解説に記したように，本章において扱う内容は，これらのうち使用頻度の高い親杭横矢板壁及び鋼矢板壁を対象にする。

なお，掘削深さ3m以浅で，1段ないし2段の切梁を支保工に用いた土留を，特に小規模土留という。

(2) 路面覆工

開削工事において，工事用車両及び一般車両を通行させるために開口部を覆う覆工板，覆工受け桁及び桁受け部材からなる仮設構造物をいう。

(3) 仮栈橋

工事用車両の通行や作業に供する作業構台及び仮橋をいう。

(4) 土留めアンカー

土留め支保工として切梁の代わりに用いるグラウンドアンカーをいう。

(5) 柱列式連続壁

原地盤を固化材で置換または原地盤と固化材を攪拌混合し，形鋼などの芯材を挿入して構築する連続した土留め壁をいう。また，掘削に使用した泥水を固化することより固化体を造成する泥水固化壁もこれに含める。

(6) 地中連続壁

安定液を使用して掘削した壁状の溝に，鉄筋かごを建て込み，現場打ちコンクリートで構築する連続した土留め壁をいう。

(7) 地下水位低下工法

地盤内の地下水を汲み上げ，地盤の水位低下によって水圧の低減をはかる工法をいう。

(8) 薬液注入工法

薬液を地盤内に注入することにより，地盤の止水性や強度を改良する工法をいう。

(9) 深層混合処理工法

地盤を切削しながら固化材と土を攪拌混合，あるいは固化材を充填することにより地盤の強度や遮水性を改良する工法をいう。

(10) 生石灰杭工法

地盤中に生石灰を適当な間隔で打ち込み，生石灰の吸水及び膨張圧により地盤の強度を改良

する工法をいう。

(11) ボイリング

砂質地盤で掘削面側と土留め壁背面側の水位差が大きい場合に背面側から掘削面側に向かう浸透流が発生し、この浸透圧により掘削面側の地盤の有効応力が失われ、やがて地盤が突発的に液状化して砂の粒子が湧き上がる現象をいう。

(12) パイピング

土中の浸透水によって水みちができることにより生じる土粒子の移動現象をいう。

(13) ヒービング

粘性土地盤において土留め壁背面の土が掘削面に回り込み、掘削底面が隆起する現象をいう。

(14) 盤ぶくれ

掘削底面以深に難透水層が存在し、さらにその下に被圧帯水層がある場合で、その被圧水圧が被圧帯水層より上方地盤の抵抗力に比べ大きいときに掘削底面が浮き上がる現象をいう。

(15) 側 圧

土留め壁に作用する土圧及び水圧の和をいう。

(16) 慣用法

切梁位置あるいは地中の仮想支持点を支点にとり、壁体を単純梁とし、背面側には見掛けの土圧分布を用いる土留め設計の一手法。

(17) 弾塑性法

土留め壁を有限長の弾性梁、地盤を弾塑性床、支保工を弾性支承とした土留め設計の一手法。

また、本章で用いる仮設構造物の名称は、図-9.1.1～図-9.1.3 のとおりとする。

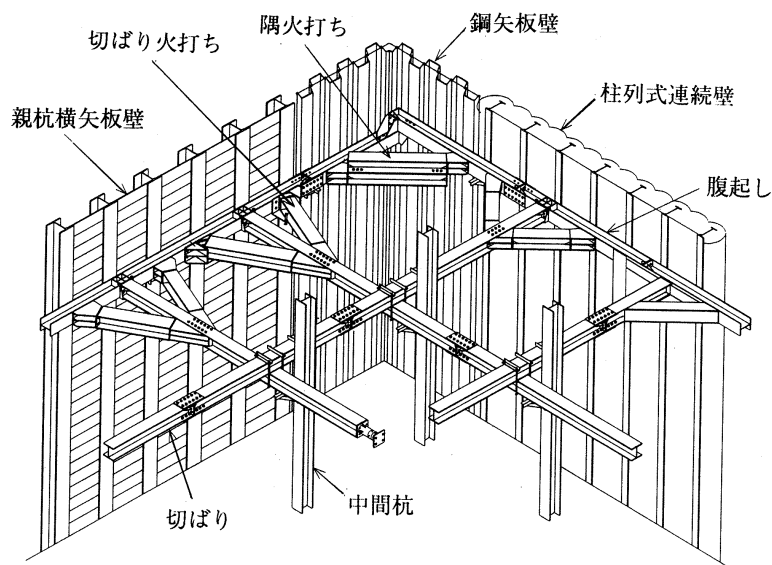


図-9.1.1 土留の名称図

(出典：道路土工 仮設構造物工指針 p.6)

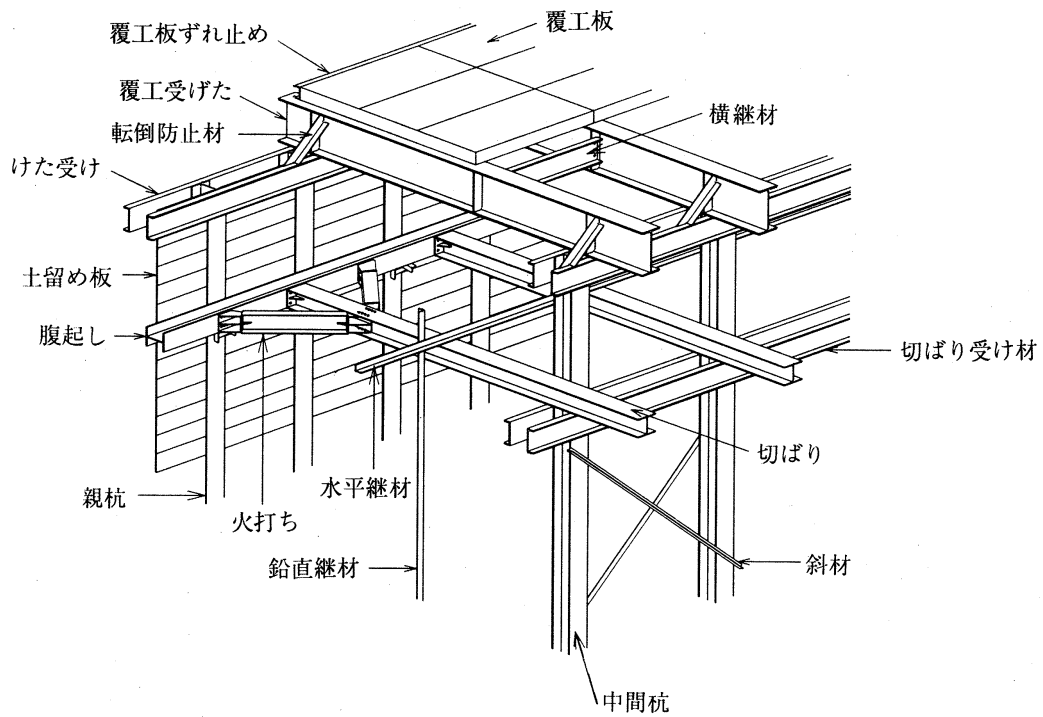


図-9.1.2 路面覆工名称図

(出典：道路土工 仮設構造土工指針 p.6)

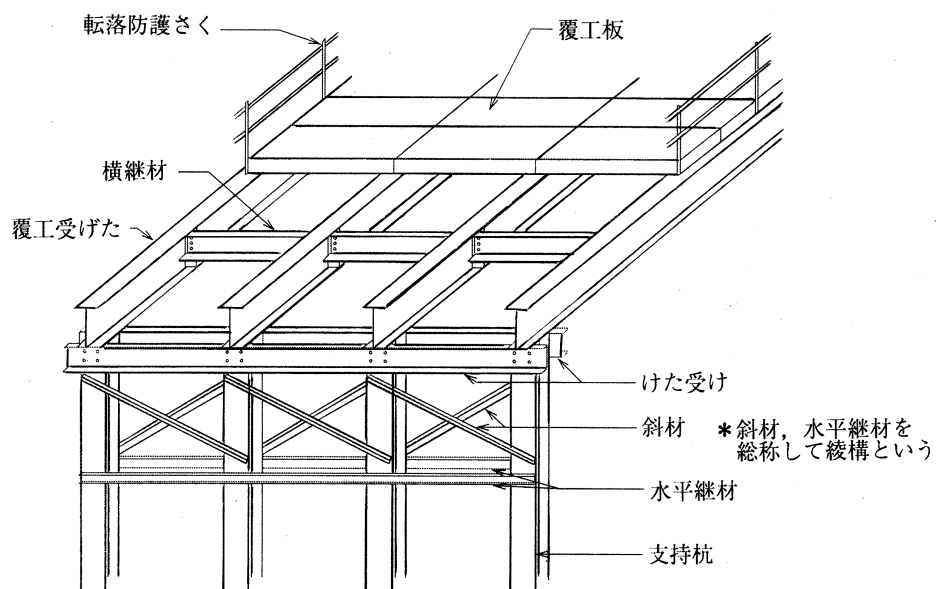


図-9.1.3 仮栈橋名称図

(出典：道路土工 仮設構造土工指針 p.7)

第 2 節 調 査

調査については、「道路土工 仮設構造物指針(1-2 調査)」を参照する。

2. 1 調査一般

調査は、安全で合理的かつ経済的な計画、設計及び施工を行うとともに、環境保全に関する検討に必要な資料を得ることを念頭に置き、地盤条件、施工条件など必要な事項について実施しなければならない。

仮設構造物を安全、迅速かつ経済的に計画・設計・施工するためには、適当な段階に適切な調査を行う必要がある。特に施工段階では、計画・設計段階で行った調査結果を十分理解して工事を実施することとなるが、必要に応じて随時、補足調査を行わなければならない。また、施工中には、施工管理のための種々な調査が必要である。

調査に当たっては次の事項に留意する必要がある。

- (1) 本体構造物関係の調査結果の利用
- (2) 既存資料の利用

2. 2 地盤の調査

地盤調査の各調査段階におけるの目的を表-9.2.1 に示す。

表-9.2.1 地盤調査の概要

調査段階	予備調査	本調査	補足調査
調査の目的	(1) 概略の地層構成及び地質状況の把握 (2) 問題となる地質の予想及び設計・施工上の問題点の予測 (3) 以降の必要調査作業の計画	(1) 地層構成の把握 (2) 地盤工学的性質の把握 (3) 地下水分布・性状の把握 (4) 酸欠空気, 有毒ガスなどの有無の把握	(1) 設計・施工上問題となる地質についての精密調査 (2) 解明不十分の箇所の追加調査 (3) 特殊条件の場合の設計資料

(出典：道路土工 仮設構造物指針 p.9)

2. 2. 1 予備調査

予備調査は、計画地点の地層構成及び地質状況についてその概略を把握し、問題となる地質の予測及び本調査において必要となる調査内容を決定することを目的として実施しなければならない。

予備調査は一般に資料調査及び現地調査により行う。

予備調査で行われる調査方法と調査項目との関係を表-9.2.2 に示す。

表-9.2.2 調査方法と調査項目の関係

調査方法		調査項目
資料調査	地図類	<ul style="list-style-type: none"> ● 地形図 ● 地質図 ● 地盤図 ● 古地形図 ● 航空写真
	既存資料	<ul style="list-style-type: none"> ● 土質調査報告書 ● 近隣構造物の工事記録 ● 井戸，地下水に関する記録 ● 地盤沈下に関する記録 ● 気象観測資料
現地踏査		<ul style="list-style-type: none"> ● 周辺の地形，地質 ● 周辺環境

(出典：道路土工 仮設構造物工指針 p.9)

2. 2. 2 本 調 査

本調査は、設計や施工に必要となる地盤の詳細な情報を得ることを目的として実施し、その結果を用いて総合的に地盤状況を評価できるよう、適切な調査方法及び調査箇所を選定しなければならない。

本調査で行われる調査方法と調査項目の関係を表-9.2.3に示す。

表-9.2.3 地盤調査における調査方法と調査項目

調 査 方 法		調 査 項 目	調 査 結 果 の 利 用 方 法
ボ ー リ ン グ		<ul style="list-style-type: none"> 地質, 層序, 層厚 	<ul style="list-style-type: none"> 地質構成の把握 計画, 設計及び施工上の基本資料
サ ウ ン デ ィ ン グ (標準貫入試験)		<ul style="list-style-type: none"> N値 地質, 層序, 層厚 	<ul style="list-style-type: none"> 土質定数の推定 許容支持力の検討 施工法の検討
サ ン プ リ ン グ		<ul style="list-style-type: none"> 試料採取(不攪乱試料&攪乱試料) 土の判別分類, 観察 	<ul style="list-style-type: none"> 室内土質試験の試料 地質構成の把握
室 内 試 験	物 理 試 験	<ul style="list-style-type: none"> 土粒子の密度(ρ_s) 湿潤密度(ρ_t) 含水比(w) 液性限界(w_L), 塑性限界(w_p)等 粒度(分布, 最大粒径(D_{max}), 均等係数(U_c)) 	<ul style="list-style-type: none"> 土留めの解析 地盤の安定性検討 施工性の検討(施工法, 施工機械, 補助工法等) 周辺地盤の変状検討(圧密沈下等)
	力 学 試 験		
	一軸圧縮試験 三軸圧縮試験	<ul style="list-style-type: none"> 一軸圧縮強度(q_u), 変形係数(E_0) 粘着力(c), せん断抵抗角(ϕ), 変形係数(E_0) 	
	圧密試験 透水試験	<ul style="list-style-type: none"> 圧縮指数(C_c), 圧密係数(C_v), 圧密降伏応力(p_c) 透水係数(k) 	
孔内水平載荷試験		<ul style="list-style-type: none"> 変形係数(E_0) 	<ul style="list-style-type: none"> 土留めの解析
地 下 水 調 査		<ul style="list-style-type: none"> 地下水位 間隙水圧(u_w) 透水係数(k) 流向, 流速(v) 	<ul style="list-style-type: none"> 土留めの解析 地盤の安定性検討 施工性の検討 補助工法の検討 排水計画
ガ ス 調 査		<ul style="list-style-type: none"> 酸素吸収量 有害ガスの有無 ガス濃度 	<ul style="list-style-type: none"> 施工安全性管理計画

(出典：道路土工 仮設構造土工指針 p.11)

(表中()内文字は、「地盤工学ハンドブック(資料編：資料N053 地盤工学標準記号)」による。)

地下水調査は、計画、設計及び施工上重要な調査項目であり、周辺環境への影響などに大きく関係するため、十分な調査を行い、その性状を把握する必要がある。地下水調査は、地下水そのものの調査と帯水層の調査に分かれる。

表-9.2.4に地下水調査の主要な項目を示す。

表-9.2.4 地下水調査

種 別	調 査 項 目	調 査 方 法
地下水の調査	地下水位 間隙水圧 流向、流速 水質	井戸、ボーリングを利用した水位測定 間隙水圧計などによる測定 流速実測法(トレーサー法) 各種化学分析, pH試験
帯水層の調査	分布範囲、厚さ 透水性 (地下水位、貯留係数, 透水量係数または透水係数)	ボーリング、電気検層 揚水試験

(出典：道路土工 仮設構造物指針 p.12)

地下水が無いかまたは少ない砂礫層が難透水層下に存在する場合や、有機質を含んだ腐食土層が難透水層に覆われた砂層や砂礫層の下に存在する場合には、これらの砂層や砂礫層の間隙中には酸欠空気や有害ガスが満たされていることがある。このような場合には、間隙中の空気の組成、ガスの性質などを調べておかなければならない。

2.3 施工条件に関する調査

各項目についての詳細は、「道路土工 仮設構造物指針(1-2-3 施工条件に関する調査)」を参照する。

2.3.1 地形に関する調査

地形に関する調査は、必要に応じて次の項目について調査するものとする。

- (1) 地形状況
- (2) 工事用地の状況
- (3) 河川、湖沼などの状況
- (4) 資材運搬経路の有無

地形に関する調査は、主に施工法を選定するため計画地点付近の状況を踏査するものである。

2.3.2 周辺構造物に関する調査

計画地点及び施工上影響があると思われる範囲の諸物件に関して、施工前に調査するとともに、施工段階では、必要に応じて詳細調査を追加しなければならない。

地上構造物はもちろんのこと、地下構造物についても調査をしなければならない。調査は主として設計図書の入手や現地踏査などによることが多い。なお、天然記念物、遺跡、重要文化財な

どについての調査も行う必要がある。

2. 3. 3 地下埋設物に関する調査

ガス，上下水道，電力及び通信ケーブルなどの地中管路や共同溝などについて，その規模，位置，深さ，材質などについて調査しなければならない。

調査は主として各企業が管理している各種台帳や踏査・試掘により行う。過去にあった建造物などが現在では盛土の下になっていることなどがあるので，踏査時点で近隣住民などへの聞き取り調査も有効な情報収集となる。

2. 3. 4 環境保全に関する調査

計画地点及び施工上影響があると思われる範囲を対象に，周辺環境に影響を及ぼすと予測される事項について調査しなければならない。

必要に応じて次の項目について調査するものとする。

- (1) 地盤沈下
- (2) 地下水
- (3) 騒音・振動
- (4) 建設副産物対策

- (1) 大規模仮設を必要とする場合は，施工時において情報化施工を採用するように心がけ，そのデータを利用しつつ，必要に応じて適切な対策がとれるようにしておくことが肝要である
- (2) 地下水位の低下は，地盤沈下や周辺の井戸の枯渇をもたらし，周辺住民の生活に大きな影響を与えることになるため，特に注意が必要である。
- (3) 騒音・振動に関しては，各自治体での規制があることが多いため，十分な配慮が必要となる。
- (4) 関連法規を事前に熟知するとともに，発生抑制・再利用及び適正な処理方法の検討を行っておく必要がある。

第3節 計画

計画については、「道路土工 仮設構造物工指針(1-3 計画)」を参照する。

3. 1 計画の基本

地盤条件、施工条件などの調査結果を踏まえ、施工法、工期及び工費について総合的観点から入念な検討を行い、環境保全、自然災害などによる被災の防止、道路通行機能の確保に配慮しなければならない。

3. 1. 1 地盤条件の考慮

土留めの構造形式、掘削方法、補助工法、仮栈橋の構造などの選定では、施工地点の土質性状、地形、地層構成及び地下水の分布・性状を考慮した計画としなければならない。

3. 1. 2 施工条件の考慮

必要により次の事項を検討し、施工に支障が生じないようにしなければならない。

- (1) 作業空間、作業時間の制約
- (2) 施工機械に対する制約
- (3) 地下水位低下の可否
- (4) 掘削方法
- (5) 本体構造物の構築方法
- (6) 工期
- (7) 支保工の盛替え・撤去・埋め戻しなど一連の施工過程

土留め壁の平面計画では、土留め壁の鉛直精度と変形量を考慮し、本体構造物の施工に支障を来さないように余裕幅を確保する必要がある。

3. 1. 3 周辺環境に対する配慮

計画地点の立地条件及び支障物件などの調査から、周辺構造物、地下埋設物、交通量の状況などの周辺環境条件を考慮し、条件に適した計画としなければならない。

3. 1. 4 環境保全、安全性及び経済性の向上に対する配慮

次に記すような内容に配慮した計画としなければならない。

- (1) 地盤及び地下水などへの影響や騒音・振動の程度
- (2) 建設副産物の処理方法(再生資源としての再利用など)、処分地の確保と運搬計画
- (3) 近隣、公衆及び作業関係者の安全性・防災性
- (4) 円滑な交通処理
- (5) 安全かつ経済的な計画

(5)について

周辺環境条件や経済性などの理由から、土留を平行四辺形や多角形などの掘削平面形状とすることは、土留が不安定な構造となるため、施工条件などの許す限り矩形とするのがよい。

3. 1. 5 地震に対する安全性の向上

仮設構造物は、設計計算において地震時の検討を行わなくてよい。ただし、仮設構造物が被災した場合、その社会的影響が大きいと考えられる場所や、液状化及び流動化が生じた際の被害が大きいと予想される地域、その他必要と思われる場合には、特に耐震性に富む構造となるよう配慮しなければならない。

仮設構造物は一般的に設置期間の短い一時的な構造物であることや、可撓性に富む構造物であるため耐震性に優れていると考えられること、また、これまでの地震による大きな被害が報告されていないことから、一般に、設計計算において地震時の検討は行わなくてよいこととしている。しかし、本項に記すような状況の場所においては、「道路土工－仮設構造物工指針(2-15 特に耐震性に富む構造とする場合の構造細目)」を参考に計画するものとする。

3. 1. 6 施工管理に対する配慮

掘削規模、地盤条件、周辺環境などに応じて計測管理などの施工計画を立て、施工時の安全管理に役立てるよう配慮しなければならない。

仮設構造物の設計については、不明確な事項が多い。特に軟弱な地盤での工事、大深度の工事及び構造物が近接する場合などにおいては、計測により安全性の確認を行いながら施工する計測管理(情報化施工)を実施することが望ましい。

3. 2 土留め構造形式の選定

土留め構造形式の選択にあたっては、土留め壁の止水性や施工性、支保工の剛性や施工性などの特徴を把握し、これらの各種形式や施工法を組み合わせ、必要に応じて各種補助工法を併用するものとする。さらに、工事の規模・経済性、土質や地下水などの地盤条件、施工条件、周辺環境条件及び安全性、防災性などに応じた適切な形式、工法を採用しなければならない。

土留め構造形式は、築造する構造物の施工条件を考慮しながら支保工形式、土留め壁構造の組み合わせを選定する必要がある。支保工形式と土留め壁構造の組み合わせは、表-9.3.1 に示すとおり各支保工形式とリンクしている。従って、「表-9.3.2 土留め壁の種類と特徴」、及び「表-9.3.3 支保工の形式と特徴」を参照しながら、さらには標記条件を加味して適切な形式の選定を行う必要がある。

表-9.3.1 支保工形式と土留め壁構造形式の組み合わせ

	支 保 工 形 式	対 応 す る 土 留 壁 形 式
土 留 工	自立式	<ul style="list-style-type: none"> ● 親杭横矢板壁 ● 鋼矢板壁
	切梁式	
	アンカー式	
	控え杭タイロッド式	

3. 2. 1 土留め壁の選定

土留め壁の選定に当たっては、地盤条件、施工条件及び周辺環境条件などに基づき、止水性、施工性、経済性などを総合的に検討しなければならない。

一般に用いられる土留め壁の種類と特徴を表-9.3.2に示す。ここに示されていない工法については、「道路土工 仮設構造物工指針(表 1-3-1)」及び「仮設構造物の計画と施工[2010年改訂版](第7章 土留め工の計画と施工 4.1 土留め壁の選定)」を参照する。

表-9.3.2 土留め壁の種類と特徴

名 称	構 造 形 式	特 徴
親杭横矢板壁	H形鋼などの親杭を1～2m間隔程度で地中に設置し、掘削に伴い親杭間に土留め板を挿入し構築された土留め壁	<ul style="list-style-type: none"> ● 施工が比較的容易である。 ● 止水性がない。 ● 土留め板と地盤との間に間隙が生じやすいため、地山の変形が大きくなる。 ● 根入れ部が連続していないため、軟弱地盤への適用には限界がある。 ● 地下水位の高い地盤や軟弱地盤においては補助工法が必要となることがある。
鋼矢板壁	鋼矢板の継ぎ手部をかみ合わせ、地中に連続して構築された土留め壁	<ul style="list-style-type: none"> ● 止水性がある。 ● 撓み性の壁体であるため、壁体の変形が大きくなる。 ● 打設時及び引抜き時に騒音・振動などが問題になることがある。 ● 引き抜きに伴う周辺地盤沈下の影響が大きいと考えられるときは、埋殺しを検討する。

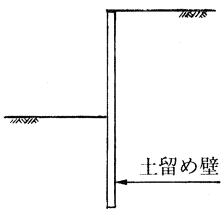
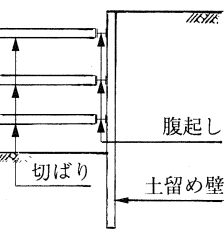
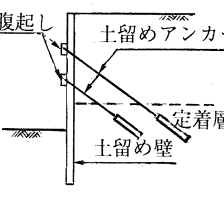
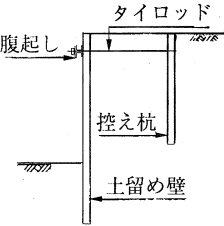
(出典：道路土工 仮設構造物工指針 p.18 を一部修正)

3. 2. 2 支保工の選定

支保工の選定では、掘削の規模、地盤条件、施工条件、周辺環境条件などに基づき、安全性、施工性、経済性などを総合的に検討しなければならない。

一般的な支保工の形式と特徴を表-9.3.3に示す。なお、「仮設構造物の計画と施工[2010年改訂版](第7章土留め工の計画と施工 4.2 土留め支保工の選定)」も参照するとよい。

表-9.3.3 支保工の形式と特徴

種類	概念図	概要	特徴
自立式土留め		切ばり、腹起し等の支保工を用いず、主として掘削側の地盤の抵抗によって、土留め壁を支持する工法である。	<ul style="list-style-type: none"> ・比較的良質な地盤で浅い掘削に適する。 ・掘削面内に支保工がないので掘削が容易である。 ・支保工がないため土留め壁の変形が大きくなる。
切ばり式土留め		切ばり、腹起し等の支保工と掘削側の地盤の抵抗によって土留め壁を支持する工法である。	<ul style="list-style-type: none"> ・現場の状況に応じて支保工の数、配置等の変更が可能である。 ・機械掘削に際して支保工が障害となりやすい。 ・掘削面積が広い場合、支保工が増える。
アンカー式土留め		掘削周辺地盤中に定着させた土留めアンカーと掘削側の地盤の抵抗によって土留め壁を支持する工法である。	<ul style="list-style-type: none"> ・掘削面内に切ばりがないので機械掘削が容易である。 ・偏土圧が作用する場合や任意形状の掘削にも適応が可能である。 ・良質な定着地盤が必要である。 ・掘削周辺にアンカーの打設が可能な敷地が必要である。 ・掘削周辺に既設構造物およびその基礎、地下埋設物があると、アンカーの施工の障害となり、適用は困難である。 ・土留めの施工終了後、アンカーを地中に残置した場合、将来障害になるなどの問題が発生する。
控え杭タイロッド式土留め		土留め壁の背面地盤中にH形鋼、鋼矢板等の控え杭を設置し、土留め壁とタイロッドでつなげ、これと地盤の抵抗により土留め壁を支持する工法である。	<ul style="list-style-type: none"> ・比較的良質な地盤で浅い掘削に適し、自立式土留めでは変位が大きくなる場合に用いられる。 ・掘削面内に切ばりがないので機械掘削が容易である。 ・アンカー式土留めより経済的である。 ・掘削周辺に控え杭およびタイロッドを設置するための敷地が必要である。

(出典：道路土工 仮設構造物工指針 p.19)

3. 2. 3 補助工法の選定

補助工法が必要となった場合は、工法の特徴を十分に把握した上で、地盤条件、周辺環境条件に応じて補助工法の採否を検討し、土留めの安全及び周辺環境の保全につとめなければならない。

(1) 土留め壁や掘削底面の安定が確保できず、掘削が困難となる場合、(2) 周辺地盤に構造物や地下埋設物があり、掘削や土留め壁の引き抜きなどによる地盤の変形により、これらの既設構造

物に被害を与える危険がある場合、等では、適切な補助工法を採用することによりこれらの問題に対処する必要がある。よく使用される補助工法の概要と目的を表-9.3.4に、またその適用例を図-9.3.1に示す。

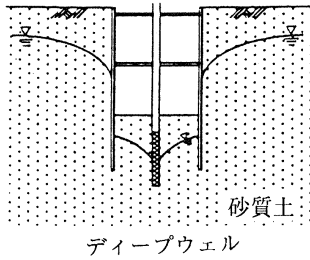
表-9.3.4 補助工法の概要と目的

工 法	概 要	目 的	留 意 点
地下水位低下工法	<ul style="list-style-type: none"> 地盤内の地下水をくみ上げ、地盤の水位低下によって水圧の軽減をはかる工法である。 ディープウェル工法 地盤を削孔し、ストレーナ付きパイプを挿入、フィルター材を充填して、深井戸(ディープウェル)へ重力によって地下水を集め、水中ポンプ等を用いて排水する工法である。 ウェルポイント工法 土留め壁に沿ってウェルポイントという小さなウェルを多数設置し、真空吸引して揚排水する工法である。ディープウェル工法より水位低下量は少ない。 	地下水位の低下	<ul style="list-style-type: none"> ディープウェル工法は比較的透水性のよい地盤(砂層、礫層)に、ウェルポイント工法は透水係数の比較的大きい砂層から小さい砂質シルト層まで広範囲に適用が可能である。 くみ上げた地下水の放流方法(水質、排水施設)について検討する必要がある。 水位低下に伴う周辺地盤の沈下および地下水利用者への影響について検討する必要がある。 観測井戸により周辺の水位低下を測定する必要がある。
地 盤 改 良	薬液注入工法	地盤の止水性増加 地盤変状の防止 地盤の強度増加	<ul style="list-style-type: none"> 目的により注入材、注入工法が異なるため対象地盤と目的に適合した注入計画が必要である。 注入効果の確認を行う必要がある。 既設構造物の隆起、移動、ひびわれ、注入材の流入等の障害防止のため、入念な調査と施工管理が必要である。 周辺環境への影響について留意しなければならない。
	深層混合処理工法	地盤の強度増加 地盤の止水性増加	<ul style="list-style-type: none"> 底盤止水改良や先行地中ばりの場合には、土留め壁との密着性や改良体の連続性に留意しなければならない。 固化材の供給に伴い、周辺地盤に影響を与える場合があるため、施工方法や施工順序を検討する必要がある。 固化材の供給量や攪拌混合の程度により、改良体の強度やそのばらつきが左右されるため、十分な施工管理が必要である。 噴射攪拌方式の場合、切削によって空隙に固化材を充填する方法では、排泥の処理設備や建設副産物としての処理が必要である。
	生石灰杭工法	地盤の強度増加 間隙水の脱水	<ul style="list-style-type: none"> 軟弱粘性土地盤において使用される。 水が連続的に供給される帯水砂層およびその近傍では、効果があまり期待できない。 改良効果が十分発現するまで4週間程度必要である。 ケーシングの圧入や膨張圧によって土留め壁に影響を与える場合があるため、打込み間隔、壁体との距離等に対する入念な検討が必要である。 生石灰は危険物に指定されているため、取扱いには十分に注意が必要である。

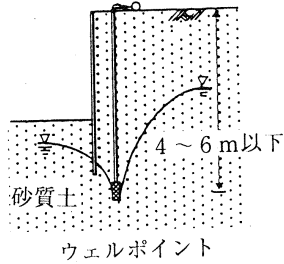
(出典：道路土工 仮設構造物工指針 p.21)

①地下水水位低下工法

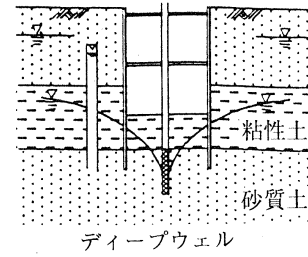
・ボイリングの防止



・ボイリングの防止

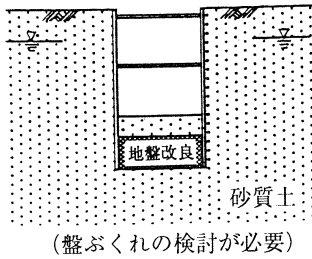


・盤ぶくれの防止
(被圧帯水層の減圧)

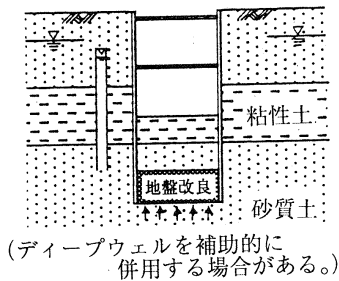


②薬液注入工法

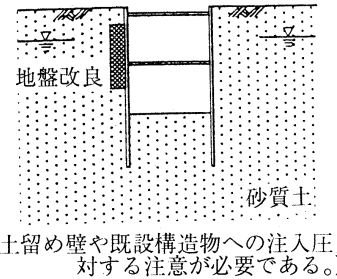
・ボイリングの防止



・盤ぶくれの防止

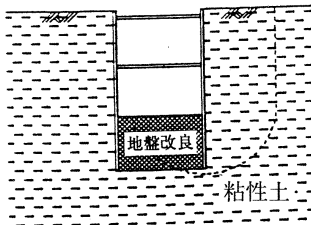


・土留め壁欠陥部の止水処理

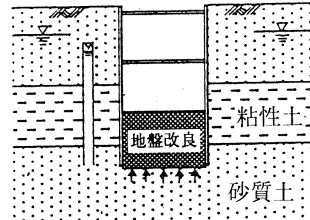


③深層混合処理工法

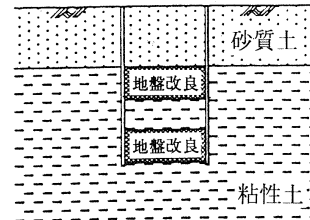
・ヒーピングの防止
(底盤改良)



・盤ぶくれの防止
(底盤止水改良)



・受働抵抗の増強
(先行地中ばり)



④生石灰杭工法

・受働抵抗の増強
・ヒーピングの防止
・トラフィカビリティーの向上

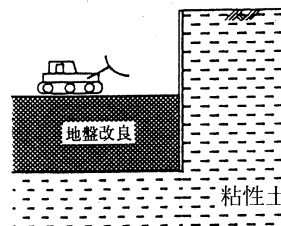


図-9.3.1 補助工法の適用例

(出典：道路土工 仮設構造物工指針 p.22)

3. 2. 4 施工方法の選定

土留め壁や杭の施工方法や設置方法の選定では、掘削の規模、地盤条件、施工条件及び周辺環境条件などを考慮し、適切な工法を選定しなければならない。

- (1) 掘削工法による分類は、「道路土工 仮設構造物工指針(1-3-2 土留の構造形式の選定 (4)施工法の選定；表 1-3-4 掘削工法による分類)」を参照する。
- (2) 親杭や鋼矢板など既成の土留め壁を設置する工法には、打撃工法、振動工法、プレボーリング工法などがある。詳細については、「道路土工－仮設構造物工指針(3-2 壁体の施工)」を参照する。なお、都市部の施工においては、周辺環境保全のため低騒音・低振動工法を選定する。
- (3) 既設橋梁下での施工などでは、作業空間が少なくても施工できる圧入機械が開発されている。

第 4 節 設 計

設計については、「道路土工 仮設構造物工指針(2 設計)」を参照する。

4. 1 設計の基本

仮設構造物の設計に当たっては、地盤条件、施工条件及び周辺環境などを考慮し、施工中に作用する荷重を適切に評価しなければならない。なお、仮設構造物の設計計算においては、原則として地震時の検討は行わなくてよい。

土留めの応力・変形の計算方法は、支保工形式及び掘削深さにより表-9.4.1によるものとする。

表-9.4.1 土留め設計手法の分類

支 保 工 形 式	掘 削 深 さ	土留の応力・変形の計算法
切 梁 式 ア ン カ ー 式	$H \leq 3.0\text{m}$	小規模土留め設計法(慣用法)
	$3.0\text{m} < H \leq 10.0\text{m}$	慣用法 注1)
	$H > 10.0\text{m}$ 注2)	弾塑性法
自 立 式	$H \leq 3.0\text{m}$ 注3)	弾性床上の梁理論

注1) 慣用法では土留壁の変形量を求めることができないため、近接構造物が存在し変形量を求める必要がある場合は弾塑性法を用いるのがよい。

注2) N値が2以下もしくは粘着力が20kN/m²程度以下の軟弱地盤においては、掘削深さが8.0mを越える場合に適用する。

注3) 良質地盤においては概ね掘削深さが4m以浅に適用する。

(出典：道路土工 仮設構造物工指針 p.28)

仮設構造物は、施工の各段階においては、次の項目に対して安全となるように設計する必要がある。

(1) 掘削底面の安定

ボーリング、ヒービング、パイピング及び盤ぶくれに対して安全であること。

(2) 根入れ部の土圧及び水圧に対する安定

土留め壁の根入れ長は、壁体に作用する背面側の側圧に対して掘削側の側圧が抵抗できるように決定する。

(3) 土留め壁の断面・変形照査

土留め壁の断面設計では、土圧や水圧に対して土留め壁が所用の強度を有するとともに、土留め壁に過大な変形が生じて、周辺地盤が沈下することの無いように設計する。

(4) 土留め支保工の断面照査

支保工の断面設計では、作用荷重に対して所用の強度を有するように設計する。

(5) 土留め壁の鉛直支持力及び中間杭、仮栈橋支持杭の断面・鉛直支持力照査

土留め壁及び中間杭、仮栈橋支持杭に対して、路面覆工からの荷重または土留めアンカー緊張力の鉛直成分など鉛直荷重が作用する場合には、これらの鉛直支持力について検討する。このとき、中間杭、仮栈橋支持杭に対しては、座屈などに関して断面照査も必要となる。

(6) 覆工受桁、桁受けの断面・変位照査

路面覆工及び仮栈橋は、載荷される荷重に対して各部材が十分な強度と剛性を有するよ

うに設計する。

仮設構造物は、一般に設置期間の短い一時的な構造物であることや、可撓性に富む構造物であり、耐震性に優れていると考えられること、また、これまでの地震による被害が報告されていないなどから、原則として地震時の検討は行わなくてよいこととした。しかしながら、一般交通の用に供し、かつ支間 15mを超える仮橋においては、交通量など架橋現場の状況を勘案した上で地震時の検討を行うことが望ましい。また、仮設構造物が被災した場合、その社会的影響が大きいと考えられる場所や、液状化及び流動化が生じた場合の被害が大きいと予想される地域、そのほか必要と考えられる場合には、「道路土工－仮設構造物工指針(2-15 特に耐震性に富む構造とする場合の構造細目)」により、耐震性に富む構造とする必要がある。

仮設構造物設計の基本的な設計手順を図-9.4.1に示す。

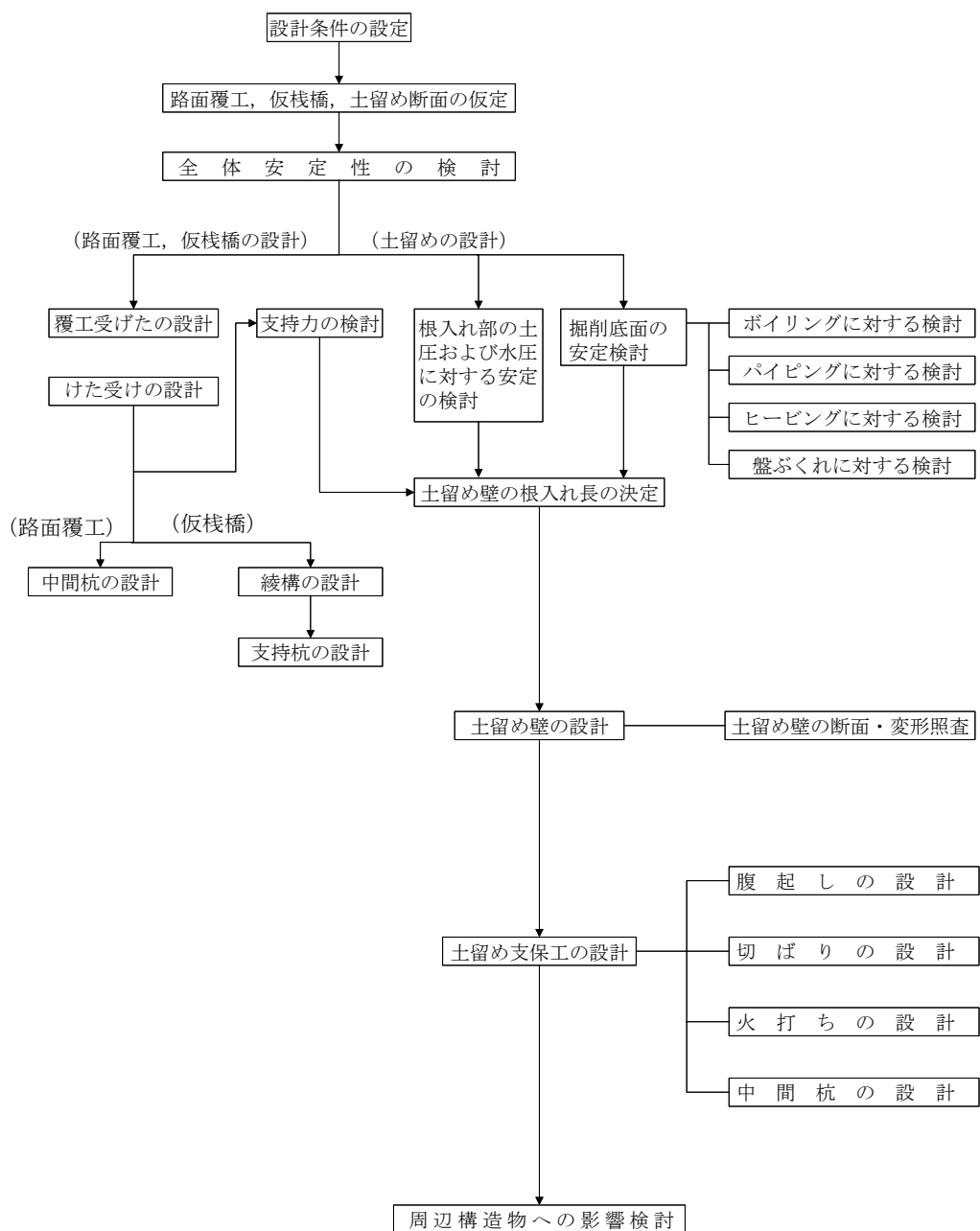


図-9.4.1 仮設構造物の設計手順

(出典:道路土工 仮設構造物工指針 p.27)

4. 2 土質定数

土質定数の設定に当たっては、原則として地盤調査及び土質試験を実施し、その結果を総合的に判断して定めなければならない。

仮設構造物の設計においては、土質定数の設定が作用土圧や抵抗土圧あるいは掘削底面の安定に大きく影響するため、その決定は慎重に行う必要がある。

設計に必要な土質定数を表-9.4.2に示す。

土留の慣用法設計において、断面計算に用いる土圧は、砂質土及び粘性土に対して異なった算定方法を用いるため(「道路土工-仮設構造物指針(P37)」)、砂質土と粘性土は適切に区分しなければならない。一般には、土に含まれる細粒分(粒径 $75\mu\text{m}$ 以下)の含有率が30%未満の土を砂質土、30%以上の土を粘性土としてよい。

表-9.4.2 設計に必要な土質定数

検討内容	検討項目	必要諸数値
掘削底面の安定	ボーリング	γ , γ' , γ_w , 地下水位
	ヒービング	γ , c
	盤ぶくれ	γ , γ_w , 被圧水頭
土留壁の設計	土圧	γ , γ' , c , ϕ , N値, δ
	水圧	γ_w , 地下水位, 間隙水圧
	水平地盤反力係数	E_o , N値, c
施工法の検討	補助工法	補助工法の種類による

γ : 土の湿潤単位体積重量

δ : 壁面摩擦角

γ' : 土の水中単位体積重量

ϕ : 土の剪断抵抗角

γ_w : 水の単位体積重量

E_o : 土の変形係数

c : 土の粘着力

(出典: 道路土工 仮設構造物指針 p.29)

4. 2. 1 土の単位体積重量

土圧や荷重の算定に用いる土の単位体積重量は、原則として、土質試験から得られた実重量を用いなければならない。

土質試験を行うことが困難で、十分な資料が得られない場合は、表-9.4.3の値を参考に土の湿潤単位体積重量を定めてもよい。

表-9.4.3 土の湿潤単位体積重量 kN/m^3

土質	密なもの	緩いもの
礫質土	20	18
砂質土	19	17
粘性土	18	14

(出典: 道路土工 仮設構造物指針 p.29 を一部修正)

(1) 慣用法に用いる土圧を設定する場合の地下水位以下にある土の水中単位体積重量は、土

の湿潤単位体積重量から 9.0kN/m^3 を差し引いた値を用いてもよい。

- (2) ボイリングの検討に用いる地盤の有効重量を計算する場合の土の水中単位体積重量は、土の湿潤単位体積重量から 10.0kN/m^3 を差し引いた値を用いなければならない。
- (3) 埋め戻し土の湿潤単位体積重量は、その材料及び締固め方法により異なるため、実重量を用いることを原則とするが、土圧算定時の目安としては、 $\gamma=18\text{kN/m}^3$ を用いてもよい。

4. 2. 2 砂質土の強度定数

砂質土のせん断抵抗角 ϕ は次式により求めてよい。

$$\phi = \sqrt{15N} + 15 \leq 45^\circ \text{ (ただし } N > 5 \text{)} \dots\dots\dots (9.4.1)$$

ϕ : 砂質土のせん断抵抗角

N : 標準貫入試験による N 値

砂質土のせん断抵抗角 ϕ を室内試験で求めるためのサンプリングは、一般に困難であるため、N 値から求める換算式を用いることとした。

砂質土の粘着力は設計上一般に無視する場合が多いが、固結した洪積砂層及び洪積砂礫層の場合、 50kN/m^2 程度の粘着力が認められることがある（「道路橋示方書・同解説Ⅳ（下部構造編）P236」）。このような洪積砂質土層では、当該地域における既往の試験結果などを基に土圧評価において粘着力を考慮してもよい。

4. 2. 3 粘性土の強度定数

粘性土の粘着力 c は、乱さない資料を採取し、非圧密非排水状態(UU)での三軸圧縮試験から求めることが望ましい。なお、沖積層の粘性土は、一般に一軸圧縮試験から求められた一軸圧縮強度 q_u との間に、 $c=q_u/2$ の関係が認められているので、この値を用いてもよい。

室内土質試験などの十分な資料が得られない場合は、表-9.4.4 に示した値を用いてもよい。

表-9.4.4 粘性土の粘着力とN値の関係

硬さ	非常に軟らかい	軟らかい	中位	硬い	非常に硬い	固結した
N 値	2 以下	2~4	4~8	8~15	15~30	30 以上
粘着力 c kN/m ²	12 以下	12~25	25~50	50~100	100~200	200 以上

(参考：「道路土工 擁壁工指針(P19)」 $c=6N \sim 10N$ (kN/m²))

(出典：道路土工 仮設構造物工指針 p.30 を一部修正)

4. 2. 4 地盤の変形係数

地盤の変形係数は、次に示す試験から求めた値を用いるものとする。

- (1) 孔内水平載荷試験による測定値
- (2) 供試体の一軸または三軸圧縮試験から求めた値
- (3) 標準貫入試験の N 値より推定した値

土留の設計に弾塑性法を用いる場合や、自立式土留の設計の場合に、水平方向地盤反力係数を

計算するには、地盤の変形係数を設定する必要がある。その詳細については、「道路橋示方書・同解説 IV(下部構造編) 7.6 地盤反力係数」を参照するとよい。

4.3 荷重

4.3.1 荷重の種類

<p>仮設構造物の設計に当たっては、次に示す荷重を考慮しなければならない。また、それらの一般的な組み合わせは、表-9.4.5によるものとする。</p> <p>(1) 死荷重 (2) 活荷重 (3) 衝撃 (4) 土圧及び水圧 (5) 温度変化の影響 (6) その他の荷重</p>

表-9.4.5 荷重の組み合わせ

			死荷重	活荷重	衝 撃	土 圧	水 圧	温度変 化 の 影 響	そ の 他
土 留 め	土留壁	根入長	○ ¹⁾	○ ¹⁾	○ ¹⁾	○	○		必要に応じて考慮
		支持力	○	○	○				
		断 面	○	○	○	○	○		
	腹 起	断 面				○	○	○ ²⁾	
	切 梁	断 面				○	○	○	
	火 打 ち	断 面				○	○	○	
仮路 面 積 覆 橋 工	覆工受桁	断 面	○	○	○				
		たわみ		○					
	中間杭	支持力	○	○	○				
		断 面	○	○	○				

1) 土留壁に路面覆工などの鉛直荷重を分担させる場合

2) 腹起の計算に軸力を考慮する場合

(出典：道路土工 仮設構造物工指針 p.32 に一部加筆)

4.3.2 死荷重

<p>死荷重の算出に用いる単位体積重量は、材料の実重量とする。ただし、個々の重量が不明な場合は表-9.4.6の値を用いてよい。</p>

表-9.4.6 材料の単位体積重量

kN/m³

材 料	単 位 体 積 重 量	材 料	単 位 体 積 重 量
鋼・鋳鋼・鍛鋼	77	セメントモルタル	21
鋳 鉄	71	木 材	8.0
鉄筋コンクリート	24.5	アスファルト舗装	22.5
コンクリート	23		

(出典：道路土工 仮設構造物指針 p.32)

4.3.3 活 荷 重

仮設構造物に作用する活荷重は、次に示すものを必要に応じて考慮しなければならない。

- (1) 自動車荷重
- (2) 群集荷重
- (3) 建設用重機の荷重
- (4) 地表面での上載荷重
- (5) その他

活荷重の一般的な載荷状況を図-9.4.2に示す。

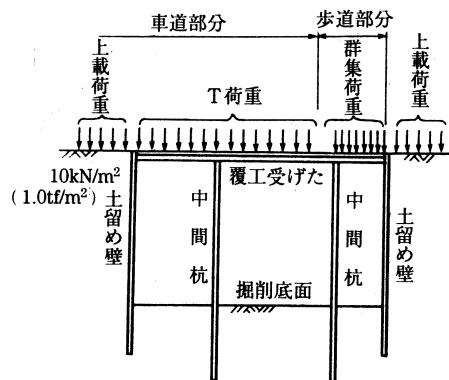


図-9.4.2 活荷重の載荷状況

(出典：道路土工 仮設構造物指針 p.33)

個々の荷重の詳細については、「道路土工 仮設構造物指針(2-3-3 活荷重)」及び「道路橋示方書・同解説 I (共通編) 2.1.3 活荷重」を参照する。

4.3.4 衝 撃

自動車及び建設用重機の荷重には衝撃を考慮しなければならない。衝撃係数は支間長に関係なく0.3とする。ただし、覆工板に対する衝撃係数は0.4とする。

4.3.5 土圧及び水圧

土圧及び水圧は、慣用法と弾塑性法で異なる計算方法を用いなければならない。

土圧及び水圧については、「道路土工 仮設構造物指針(2-3-5 土圧及び水圧)」を参照する。

なお、慣用法においては、根入れ長の計算に用いる土圧と断面計算に用いる土圧とが異なっているため注意しなければならない。

4. 3. 6 温度変化の影響

切梁及び火打ちには温度変化の影響を考慮しなければならない。また、必要に応じて腹起にも考慮するものとする。温度変化による反力の増加値は 150kN(15tf)程度としてよい。

長期間にわたって変化する夏冬の年間の温度差による軸力増加は、地盤のクリープによって吸収されると考えられるため、一般に設計に考慮しなくてよい。

4. 3. 7 その他の荷重

その他、次に示すような荷重を考慮するものとする。

- (1) 切梁及び土留アンカーのプレロード
- (2) 土留アンカーの鉛直分力
- (3) 地盤改良などによる荷重

(1)について

土留壁の変形を抑え、周辺への影響を低減することを目的として切梁及び土留アンカーにより土留壁にプレロードを導入する場合がある。この場合には、土留壁の応力・変形計算についてプレロード荷重を適切に考慮しなければならない。一般には、切梁設計軸力の 50～80%及び設計アンカー力の 50～100%程度を作用させることが多い。

(2)について

支保工として土留アンカーを用いる場合には、土留アンカーの軸力の鉛直分力が土留壁に作用するため、土留壁の断面設計及び支持力の計算において考慮しなければならない。

(3)について

地盤が軟弱で施工が困難な場合や、近接構造物に対して影響を与えることが想定される場合などには、補助工法として地盤改良を採用することがある。このような場合には、過去の実績及び試験施工などから地盤改良による圧力をあらかじめ土留の設計に考慮する

4. 4 材 料

仮設構造物に用いる材料は、使用目的に適合した強度、品質、形状、寸法であるとともに、市場性を考慮し、入手が容易なものを用いなければならない。

仮設材料は転用材を用いることが多いが、損傷、変形、材質の劣化、摩耗などについてよく点検し、設計条件を満足するものでなければならない。

ボルトは、一般に普通ボルトを用いるが、腹起と火打ちの接合部や、桁受けと杭の接合部など、主として剪断力が作用する箇所では高力ボルトを使用することが望ましい。

一般的に仮設構造に用いる鋼材の種類と規格を表-9.4.7に示す。

表-9.4.7 一般的な鋼材の種類と規格

鋼材の種類	規	格	鋼材記号
構造用鋼材	JIS G3101	一般構造用圧延鋼材	SS400
	JIS G3106	溶接構造用圧延鋼材	SM490
鋼杭 鋼矢板	JIS A5525	鋼管杭	SKK400, SKK490
	JIS A5526	H形鋼杭	SHK400
	JIS A5528	熱間圧延鋼矢板	SY295
	JIS A5530	鋼管矢板	SKY400, SKY490
接合用鋼材	JIS B1180	六角ボルト	強度区分 4, 6
	JIS B1181	六角ナット	強度区分 4T
	JIS B1186	摩擦接合高力六角ボルト	F10T
		六角ナット・平座金のセット	
棒鋼	JIS G3109	PC鋼棒	SBPR930/1080
	JIS G3112	鉄筋コンクリート用棒鋼	SR235, SD295A
			SD295B, SD345
線材	JIS G3536	PC鋼線及びPC鋼より線	SWPR1~7 SWPD1~3

(出典：道路土工 仮設構造土工指針 p.45)

4.5 設計に用いる物理定数

設計計算に用いる物理定数は、「道路土工 仮設構造土工指針(2-5 設計に用いる物理定数)」に準ずる。

「道路土工-仮設構造土工指針」においては、「道路橋示方書・同解説 I (共通編) 3.3 設計に用いる物理定数」に準拠している。

4.6 許容応力度

仮設構造物の許容応力度は、「道路土工 仮設構造土工指針(2-6 許容応力度)」に準ずる。

「道路土工 仮設構造土工指針」においては、「道路橋示方書・同解説 II~IV」に定める常時の許容応力度に 1.5 倍した値を標準としている。ただし、構造物の重要度、荷重条件、設置期間、交通条件などを勘案し、この値を低減することが望ましい。

特に、一般交通の用に供する仮橋設計においては、常時許容応力度の 1.25 倍程度に低減することが好ましい。なお、この場合においても、特別に地震時の検討を行う場合は、常時許容応力度の 1.5 倍とする。

一般の仮設構造物 …………… (常時許容応力度)*1.5
 一般交通の用に供する仮橋 …… 常時 (常時許容応力度)*1.25
 地震時 (常時許容応力度)*1.5

4. 7 全体安定性の検討

土留めを設計する場合には、周辺地盤の状況も考慮した全体的な安定性について検討しなければならない。特に次の点に留意する必要がある。

- (1) 外的安定性
- (2) 偏土圧が作用する場合

検討の結果、問題があると判断した場合には、基本的な計画の見直しや対策工の検討を行わなければならない。

(1) について

斜面上に土留めを設置する場合など、土留めを含む斜面全体地盤の安定性を検討する。外的安定性の検討は、第6章「斜面安定工：第4節 斜面の安定解析」に準拠する。

(2) について

偏土圧が作用する土留めとは、土留め壁背面に盛土、建物及び河川などがある場合、もしくは相対する壁面背後の地質状況が異なる場合などのように、それぞれの荷重状態や抵抗の違いから、非対称な挙動を示すと考えられる土留めをいう。これらの非対称な背面の土圧を受ける場合の主働土圧の算定には、「道路土工－擁壁工指針(2-1-2 土圧の算定(2) 主働土圧の算定)」に示される試行くさび法により算出してよい。ただし、このときの壁面摩擦は考慮しないものとする。また、受働土圧を計算する際においてもこの考え方を参考とし、土塊を持ち上げる際の最小荷重を受働土圧として試行くさび法により算出してよい(国土交通省港湾技術研究所：斜面を持った矢板根入れ部の受働土圧計算法, 港湾技術資料 N09, 1964)。この場合には壁面摩擦を考慮してよい。

図-9.4.3に基本的な土留め設計の流れを示す。

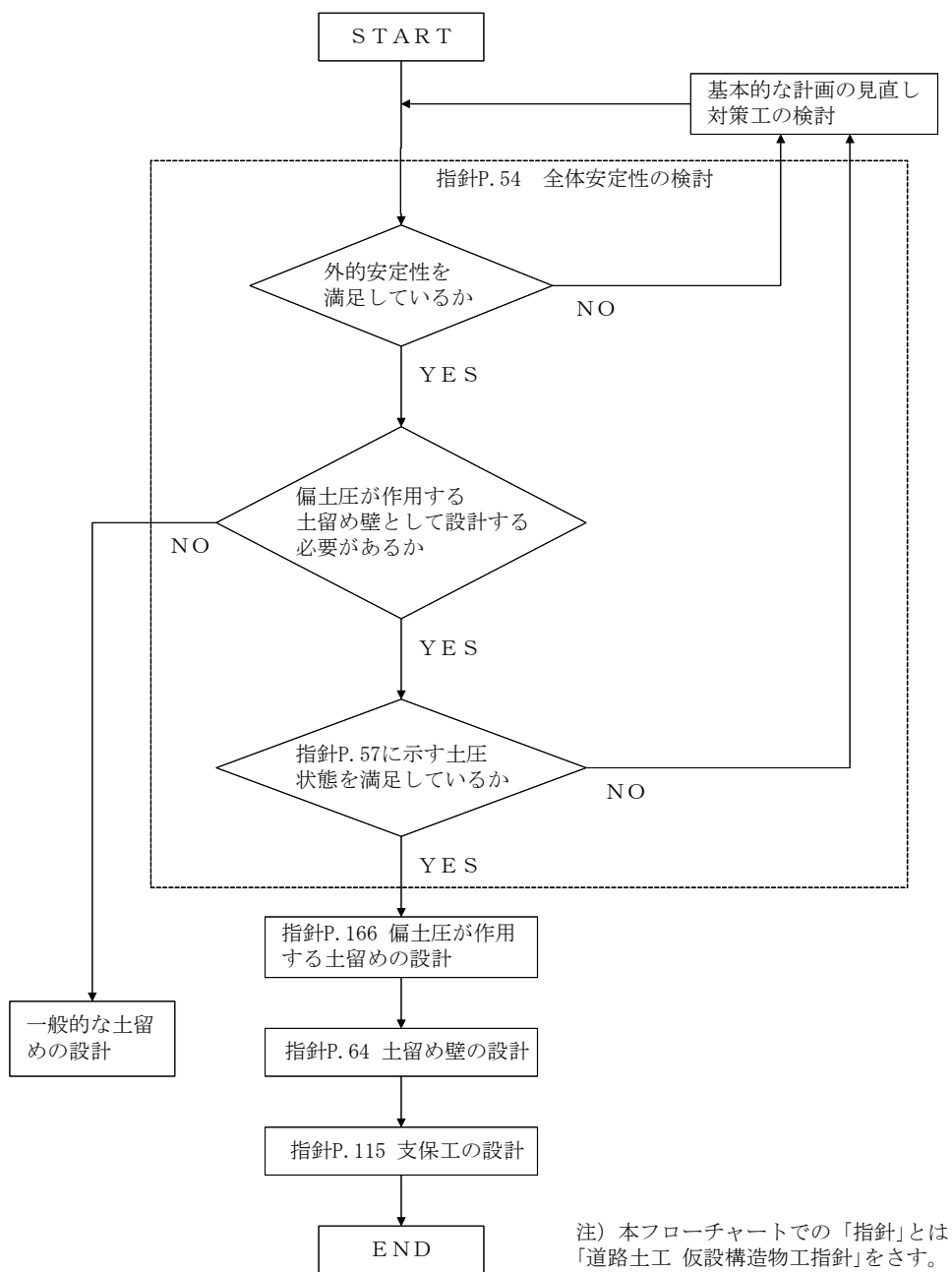


図-9.4.3 土留めの基本的な設計手順

(出典:道路土工 仮設構造物土工指針 p. 55 に一部加筆)

4. 8 周辺構造物への影響に関する検討

4. 8. 1 周辺構造物に影響を与える要因

掘削は地下埋設物や土留め壁背面の既設構造物などに与える影響が大きいため、事前にその影響について十分な調査・検討を行わなければならない。

周辺構造物に影響を与える主な要因には次のようなものがある。

- (1) 土留め壁の変形に伴う地盤変形
- (2) 地下水位の低下に伴う地盤沈下

地下水位の低下により砂質土層では間隙水の脱水による沈下、粘性土層では圧密沈下を生じる場合がある。

- (3) 土留め壁の引き抜きに伴う地盤沈下

鋼杭や鋼矢板を引き抜き撤去する際に、引き抜いた杭や鋼矢板とそれに付着した土の体積に等しい空隙が生じる。この空隙が崩れることにより地盤にゆるみや移動が生じ、引き抜き跡付近に地盤沈下が生じる。

- (4) 応力解放によるリバウンド

掘削底面が掘削の除荷重によりふくれ上がることがある。一般にはリバウンドの影響は少ないが、地下埋設物が近接している場合には、その影響は無視できない。

4. 8. 2 近接程度の判定

周辺構造物への影響の検討においては、まず、近接程度の判定を行うものとする。

近接程度は、仮設構造物を施工することにより、周辺構造物にどの程度の影響を与えるかの目安を付けることができる。

このとき、近接する構造物の所有者及び管理者が独自に定めた基準などがある場合は、それにより評価・判定を行う必要がある。ただし、道路敷内において道路管理者が占用させている地下埋設物などについては、占用条件などを十分吟味した上で、構造物所有者と協議する必要がある。

近接する構造物側に近接程度の判定方法がない場合には、図-9.4.4及び図-9.4.5により近接程度の判定を行ってよい。

図-9.4.4及び図-9.4.5において、「Ⅰ」は仮設構造物の施工による地盤変形の影響が及ばないと考えられる範囲、「Ⅱ」は仮設構造物の施工による地盤変形の影響が及ぶと考えられる範囲を示す。

周辺構造物が「Ⅱ」の範囲にある場合は、近接構造物として取り扱い、構造物に与える影響などを検討して、必要に応じて対策工を実施しなければならない。

一方、地下水位の影響は広範囲にわたるため、土留め付近の地層に沈下を生じるような層がない場合でも、離れた場所に沈下を生じる層が存在し、障害を引き起こすこともある。したがって、地下水位が低下すると考えられる範囲内の地層状況の調査を怠ってはならない。

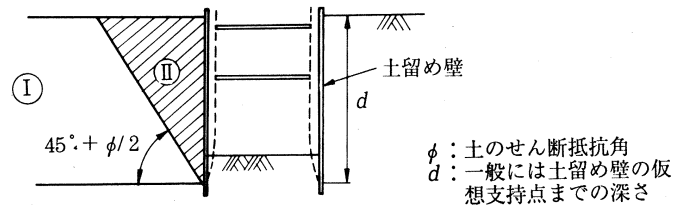


図-9.4.4 (a) 土留め壁のたわみに起因する影響範囲(砂質土地盤)

(出典：道路土工 仮設構造物指針 p. 59)

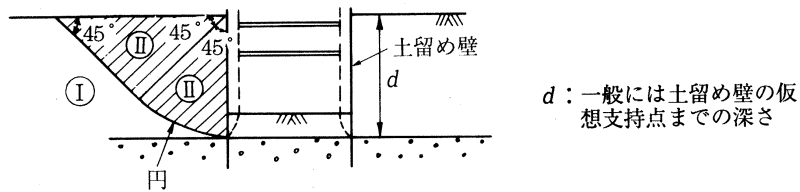


図-9.4.4 (b) 土留め壁のたわみに起因する影響範囲(粘性土地盤)

(出典：道路土工 仮設構造物指針 p. 59)

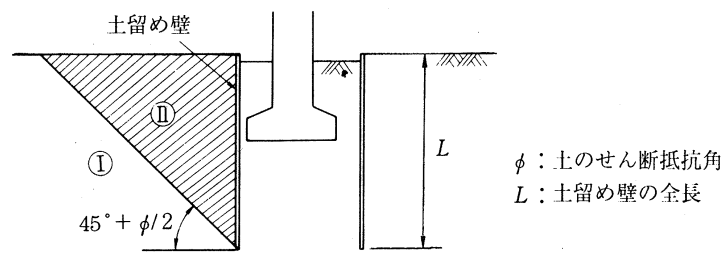


図-9.4.5 土留め壁の引き抜きを行う場合の影響範囲

(出典：道路土工 仮設構造物指針 p. 59)

4. 8. 3 対策工法

周辺構造物への影響が予測される場合は、適切な対策方法を採用しなければならない。

周辺構造物が影響範囲内にあり、検討の結果、周辺構造物への影響が予測される場合には、その原因に対応した対策工法を行う必要がある。地盤変形の主要因は、土留め壁の変形と地下水位の低下である。したがって、周辺構造物への影響を極力小さく抑えるためには、この二つの要因を低減させることが必要である。一般的に用いられる対策方法を次に列挙する。

- (1) 土留め壁の変形を抑える方法
 - (a) 高剛性の土留め壁及び支保工の採用
 - (b) プレロードの導入
 - (c) 掘削面側の地盤改良による受働土圧抵抗の増大
 - (d) 先行地中梁の施工
 - (e) 部分掘削による分割施工
 - (f) 支保工の鉛直間隔の縮小

- (2) 地下水位の変動を抑える方法
 - (a) 遮水性の高い土留め壁の採用
 - (b) 土留め先端の不透水層への根入れ(土留め壁を埋め殺す場合は地下水流を変化させる恐れがある)
 - (c) 掘削面側の地盤改良による遮水性の向上
 - (d) 掘削背面側の地盤改良による遮水性の向上
 - (e) 復水工法

4. 9 土留め壁の設計

土留め壁の設計は、「道路土工 仮設構造土工指針(2-9 土留め壁の設計)」を参照する。

土留め壁の設計内容は、(1)土留め壁の根入れ長の算定、(2)土留め壁の部材断面及び支保工の部材断面の算定に大きく分けられる。

まず、(1)土留め壁の根入れ長の算定は、下記の検討項目を考慮して行う。

- (a) 土留め壁の背面側と掘削側との土圧及び水圧のつり合い
- (b) 土留め壁の変位量、断面力及び弾性領域率
- (c) 掘削底面の安定性（ヒービング、ボイリング、盤ぶくれ）
- (d) 土留め壁の支持力（グラウンドアンカーや上載荷重による鉛直力に対して）

(a)及び(b)は、常に検討すべき項目である。(c)及び(d)は、地盤の条件や施工方法によって検討の要否が決定される。

一方、(2)土留め壁の部材断面及び支保工の部材断面の算定は、慣用法によるものと弾塑性法によるものがある。多くの規準において、対象となる地盤や掘削規模により、土留め壁の部材断面の計算方法を慣用法と弾塑性法に区別している。道路土工—仮設構造土工指針では、掘削深さが10m以下の場合は慣用法を用いてよく、10mを越える場合は、弾塑性法により設計を行うものとしている。

ここで慣用法とは、支保工と地中のある点（仮想支持点）を支点として土留め壁を単純梁または連続梁と考え、土圧及び水圧を作用させた場合に部材に発生する断面力を求める方法であり、弾塑性法とは、支保工と地盤をばねとしてモデル化し、土留め壁を弾性支承上の梁として掘削から本体構築までの各施工段階における部材の断面力と変形を逐次計算する方法である。

支保工には切梁、腹起し、火打ち梁、グラウンドアンカーなどがあり、慣用法あるいは弾塑性法により求められた支保工反力を用いて部材断面を算定する。なお、自立式土留め工や円形立坑などのように、支保工を必要としない無支保の土留め工もある。

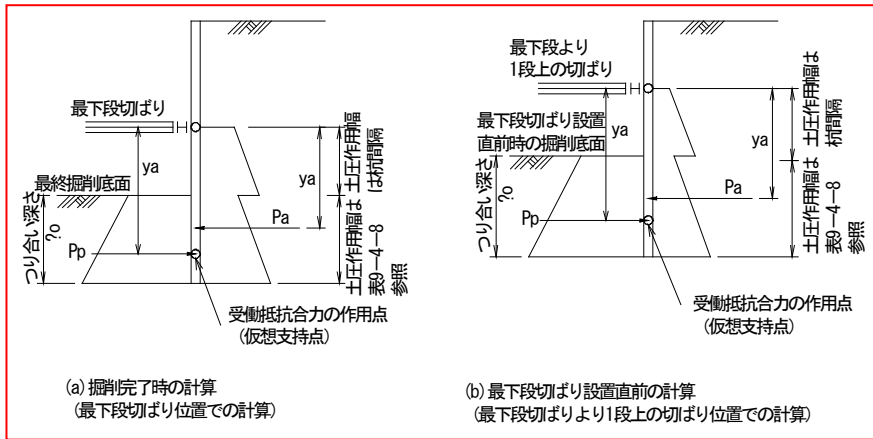


図-9.4.6 つり合い深さの計算（親杭の場合）

（出典：道路土工 仮設構造物工指針 p. 88）

表-9.4.8 親杭の根入れ部の土圧の作用幅

土 質		土圧作用幅
砂質土	N値 ≤ 10	フランジ幅
	N値 > 10	フランジ幅の2倍 ただし、杭間隔以下
粘性土		フランジ幅

（出典：道路土工 仮設構造物工指針 p. 88）

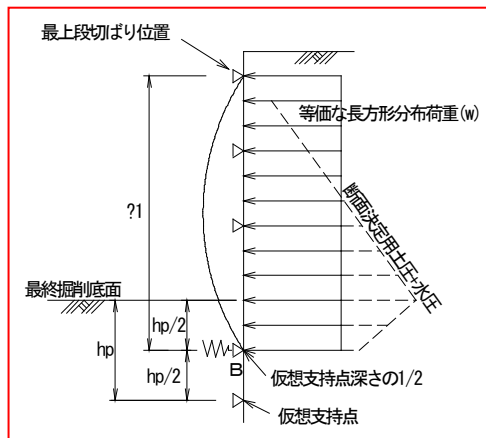


図-9.4.7 鋼矢板変位量の計算

（出典：道路土工 仮設構造物工指針 p. 93）

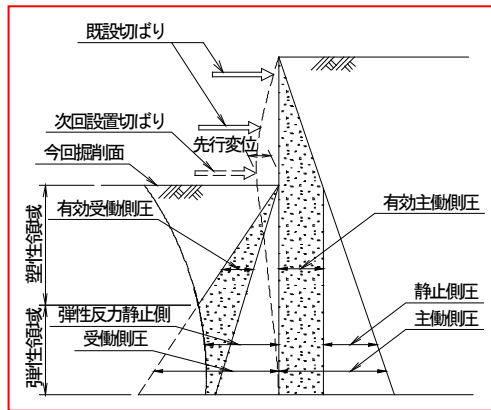


図-9.4.8 側圧，構造系説明

(出典：道路土工 仮設構造物指針 p.100)

4. 9. 1 設計一般

土留めは，掘削時の作用荷重に対して十分な強度を有し，土留め自体あるいは周辺地盤に対して有害な変形を生じさせないとともに，掘削底面に関しても十分な安定のはかれるような構造としなければならない。

(1) 設計方法

掘削深さが 10m 以下の場合は慣用法を用いてよい。ただし，10m を越える場合は，弾塑性法により設計を行うものとする。

(2) 使用部材

親杭横矢板における親杭は，一般に H-300×300 以上のものを用い，その中心間隔は 1.5m 以下とするのがよい。

鋼矢板は，一般にⅢ型以上を用いるのがよい。

(3) 掘削幅及び余堀量

「第 3 章 土工 8.4 構造物の床掘工 3) 床掘の余裕幅」に準ずる。

4. 9. 2 土留め壁及び中間杭の支持力

(1) 土留め壁及び中間杭に作用する鉛直荷重は，必要に応じて次に記す項目を考慮する。

- (a) 路面荷重(衝撃を含む)
- (b) 路面覆工(覆工板，受桁など)自重
- (c) 埋設物自重(防護桁を含む)
- (d) 支保工の自重(親杭横矢板及び鋼矢板の場合は土留め壁の自重は無視して良い)
- (e) 土留めアンカー及び斜め切梁の鉛直分力

(2) 桁受けを通じて土留め壁に伝達される荷重は，次のように分担させるものとする(覆工受桁の配置間隔にかかわらず適用する)。

- (a) 親杭横矢板は，覆工受け桁の最大反力を親杭 1 本で受け持つ。
- (b) 鋼矢板(幅 400~500mm を対象とする)は，桁受けを鋼矢板の片側のみ取り付け付けた場合は，覆工受桁の最大反力を 2 枚の鋼矢板で分担する。また，桁受けを鋼矢板の両側に取り付け

た場合やH形鋼を鋼矢板頭部に設置した場合は、覆工受桁の最大反力を鋼矢板4枚で分担する(図-9.4.6及び図-9.4.7参照)。

(3) 土留め壁及び中間杭の許容支持力(R_a)は、地盤から決まる土留め壁の極限支持力(R_u)を安全率(n)で除して求める。このとき安全率(n)は、仮設構造物であることを考慮して2とする。

なお、土留め壁及び中間杭の許容支持力を求める式や、それらの式に用いられる項目の説明については、「道路土工 仮設構造物工指針(2-9-2 土留め壁の及び中間杭の支持力)」に準ずる。

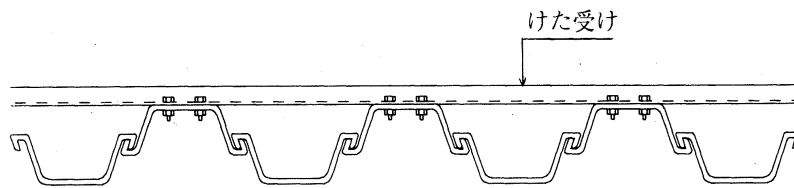


図-9.4.9 鋼矢板の片側に桁受けを取り付けた場合

(出典：道路土工 仮設構造物工指針 p.66)

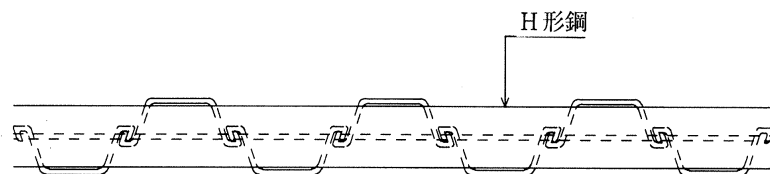
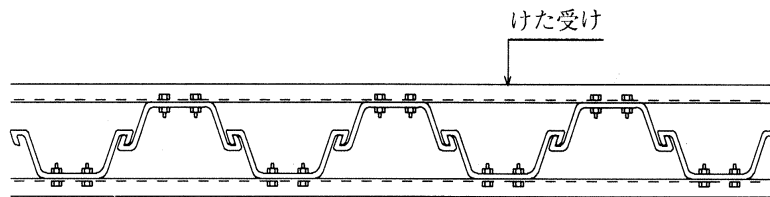


図-9.4.10 鋼矢板の両側に桁受けを取り付けた場合及びH形鋼を鋼矢板頭部に設置した場合

(出典：道路土工 仮設構造物工指針 p.67)

4.9.3 掘削底面の安定

施工中に掘削底面の安定が損なわれないよう、次に示す事項に対して検討を行わなければならない。

(1) ボイリング及びパイピング

ボイリング及びパイピングに対する安全率は1.2以上とする。

(2) ヒービング

ヒービングに対する安全率は1.2以上とする。

(3) 盤ぶくれ

盤ぶくれに対する安全率は1.1以上とする。

ただし、間隙水圧の値、土の単位体積重量など土質定数の決定に当たって十分な調査が行われていることを前提とする。

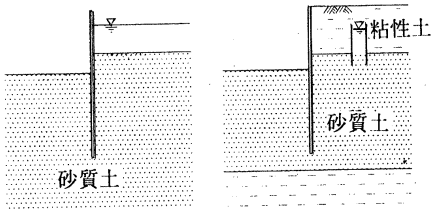
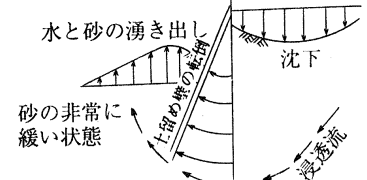
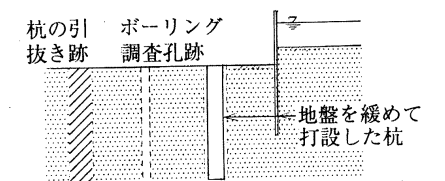
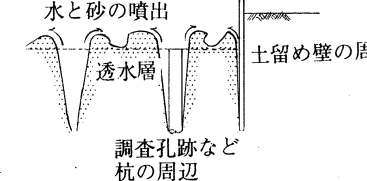
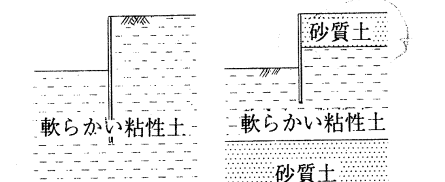
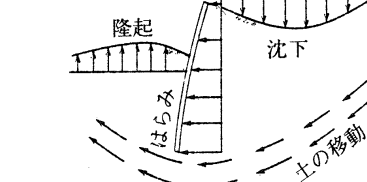
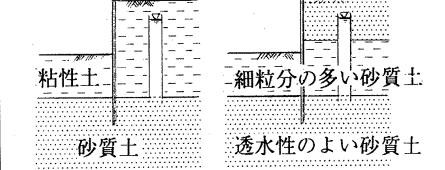
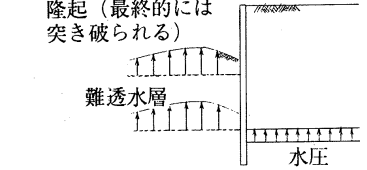
掘削底面の安定が損なわれた場合の被害は、土留め内部だけの問題にとどまらず周辺にも多大の影響を及ぼす事態となるため、掘削の進行に伴い掘削底面の地盤がどのような状況におかれるかを慎重に検討する必要がある。

掘削底面の安定は多くの条件に左右されるので、設計に当たっては地盤の状態をよく検討し、必要な土留め壁の根入れ長と剛性を確保しなければならない。また、検討結果によっては地盤改良や地下水水位低下工法などの補助工法を行う必要がある。

掘削底面の安定に関する検討方法の詳細は、「道路土工 仮設構造物工指針(2-9-3 掘削底面の安定)」を参照する。

掘削底面の破壊現象を分類したものを表-9.4.9に示す。

表-9.4.9 掘削底面の破壊現象

分類	地盤の状態	現象
ボ イ リ ン グ	 <p>地下水位の高い場合、あるいは土留め付近に河川など地下水の供給源がある砂質土の場合。</p>	 <p>遮水性の土留め壁を用いた場合、水位差により上向きの浸透流が生じる。この浸透圧が土の有効重量をこえると、沸騰したように沸き上がり掘削底面の土がせん断抵抗を失い、急激に土留めの安定性が損なわれる。</p>
パ イ ピ ン グ	 <p>ボーリング、盤ぶくれと同じ地盤で、水みちがしやすい状態がある場合、人工的な水みちとしては上図に示すものなどがある。</p>	 <p>地盤の弱い箇所の細かい土粒子が浸透流により洗い流され、地中に水みちが形成され、それが荒い粒子をも流し出し、水みちが拡大する。最終的にはボーリング状の破壊に至る。</p>
ヒ ー ビ ン グ	 <p>掘削底面付近に軟らかい粘性土がある場合、主として沖積粘性土地盤で、含水比の高い粘性土が厚く推積する場合。</p>	 <p>土留め背面の土の重量や土留めに近接した地表面での上載荷重などにより、掘削底面の隆起、土留め壁のはらみ周辺地盤の沈下が生じ最終的には土留めの崩壊に至る。</p>
盤 ぶ く れ	 <p>掘削底面付近が難透水層、水圧の高い透水層の順で構成されている場合、難透水層には粘性土だけでなく、細粒分の多い砂質土も含まれる。</p>	 <p>難透水層のため上向きの浸透流は生じないが難透水層下面に上向きの水圧が作用し、これが上方の土の重さ以上となる場合は、掘削底面が浮き上がり、最終的には難透水層が突き破られボーリング状の破壊に至る。</p>

(出典：道路土工 仮設構造物土工指針 p.77)

4. 9. 4 慣用法による土留め壁の設計

- (1) 削深さが 10m 以下の土留め壁の設計は、慣用法を用いてもよい。
- (2) 壁の根入れ長は、次に示す検討項目からも止められる根入れ長のうち最も長いものとしなければならない。
 - (a) 根入れ部の土圧及び水圧に対する安定から必要となる根入れ長
掘削完了時及び最下段切梁設置直前における、それぞれの釣り合い深さの 1.2 倍
 - (b) 「4. 9. 2 土留め壁及び中間杭の支持力」において求められる根入れ長
 - (c) 「4. 9. 3 掘削底面の安定」から求められる根入れ長
 - (d) 経験的に定められた最小根入れ長
鋼矢板…3.0m 親杭…1.5m
- (3) 鋼矢板は、応力度に余裕があっても、土留め壁の変形をある程度以下に抑えることができるように十分な剛性を有しておかねばならない。
- (4) 計算で求めた鋼矢板の剛性を照査するための最大変位量は、30cm 程度を目安としなければならない。

慣用法による土留め壁設計の詳細については、「道路土工 仮設構造物工指針(2-9-4 慣用法による土留め壁の設計)」を参照する。

(2) (a) について

軟弱地盤の場合、モーメントの釣り合いから根入れ長を求めると、根入れ長が異常に長くなったり、また、釣り合い値が収斂せず求まらない場合もある。このような場合、鋼矢板の安定計算から決まる根入れ長の最大値が掘削深さ(水中では設計水位から掘削底面までの深さ)の 1.8 倍程度を越える場合は、支保工配置の見直しや地盤改良の実施などの対策を検討する必要がある。

(4) について

慣用法により求められる変位量は、あくまでも鋼矢板の剛性を検討するための目安であり、実際の変形形状や変位量を表すものではない。したがって、実際の施工において変位量が必要な場合は弾塑性法などにより計算した値を用いなければならない。

4. 9. 5 弾塑性法による土留め壁の設計

- (1) 掘削深さが 10m を越える土留め壁の設計は、弾塑性法を用いなければならない。
- (2) 弾塑性法においては、土留め壁を有限長の弾性梁、地盤を弾塑性床、支保工を弾性支承としてモデル化するものとする。

弾塑性法による土留め壁設計の詳細は、「道路土工 仮設構造物工指針(2-9-5 弾塑性法による土留め壁の設計)」を参照する。

4. 9. 6 土留め壁の部材設計

- (1) 土留め壁断面に発生する応力度は、慣用法あるいは弾塑性法により求めた、掘削途中または埋め戻しの各過程において発生する最大の断面力に対して算出する。
- (2) 掘削深さ 10m 以下の土留め壁に用いる土留め板は、最終掘削深さでの断面決定用土圧に応じて計算された板厚を全段面に用いてよい。ただし、10m を越えるような掘削深さとなる

場合は、板厚を変化させるものとする。この場合にも、施工性を考慮して、断面変化は2～3断面程度とする。なお、土留め板の最小板厚は30mmとする。

(3) 土留め板はその両端が、板厚以上かつ40mm以上、親杭のフランジにかかる長さとする。

土留め壁の部材設計は、「道路土工 仮設構造物工指針(2-9-6 土留め壁の部材設計)」を参照する。

4. 9. 7 土留め工の施工・撤去

土留め工の計画・設計は、工事の場所、地盤、規模等の条件を踏まえて検討立案されているが、すべての条件を事前に正確に把握することは極めて困難である。したがって施工計画時は、現地の各種状況、すなわち地下埋設物、架空線、道路の付属施設、沿線構造物、交通量等を十分に調査し検討しなければならない。

(1) 施工時の留意点

- (a) 地下埋設物については、試掘により確認を行うが、埋設物の位置が深い場合は探針・つば掘りを行い正確に位置、深さ、形状の確認を行う。
- (b) 吊り込み時は、架空線、電柱、道路の付属施設等の地上施設ならびに布掘り内に露出した埋設物に損傷を与えないようにする。
- (c) 杭の打込み、せん孔は、精度が悪いと、①安全性が損なわれる、②支保工の設置が困難となる、③躯体築造時に支障をきたすなどの問題が生じるので、測量機器や下げ振り等で鉛直性を確認しながら施工する。
- (d) 鋼矢板、鋼管矢板は、打込み中に下端が打ち進む方向に傾斜しやすく、その傾斜が大きくなると修正が困難となる。よって、最初の矢板は十分に鉛直性を確認の上、打設する。

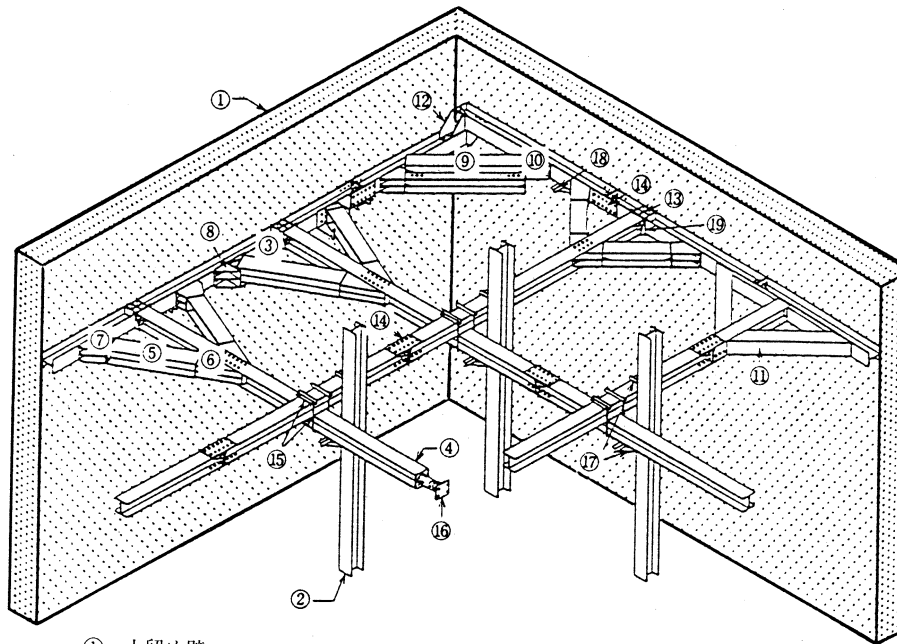
(2) 撤去時の留意点

- (a) 鋼管矢板は残置を前提として計画されるが、鋼杭、鋼矢板は引抜きを前提として計画されることが多いので、引抜き時に路面交通、地下埋設物、架空線等に支障・損傷を与えないようにする。
- (b) 鋼杭、鋼矢板の引抜き跡は、地盤中に空隙が発生するので、セメントペントナイト等で充填するか、砂を水締め充填する必要がある。特に軟弱粘性土地盤では、引抜きによる周辺地盤の沈下が発生しやすいので注意する。

4. 10 支保工の設計

4. 10. 1 部材名称

支保工に用いられる部材名称は図-9.4.11を標準とする。



- | | |
|-----------------|--------------------|
| ① 土留め壁 | ⑪ 火打ちブロック |
| ② 中間杭 | ⑫ 隅部ピース |
| ③ 腹起し | ⑬ 腹起し補強金物 |
| ④ 切ばり | ⑭ ジョイントプレート |
| ⑤ 火打ち (切ばり火打ち) | ⑮ 交差部金物・ボルト |
| ⑥ 火打ち受けピース 30° | ⑯ ジャッキ |
| ⑦ 火打ち受けピース 60° | ⑰ 切ばり受け (押え) ブラケット |
| ⑧ コンクリート受け火打ち金物 | ⑱ 腹起しブラケット |
| ⑨ 火打ち (隅火打ち) | |
| ⑩ 火打ち受けピース 45° | |

図-9.4.11 支保工の名称図

(出典：道路土工 仮設構造物工指針 p.116)

4. 10. 2 支保工の設計に用いる荷重

- (1) 慣用法により土留め壁の設計を行う場合は、断面決定用土圧と水圧を用い最終掘削状態において、下方分担法により算出された支保工反力を用いる。下方分担法の考え方は、図9.4.12による。
- (2) 弾塑性法により土留め壁の設計を行う場合は、算出された各最大支保工反力を用いる。
- (3) 慣用法により設計を行う場合、通常撤去時の検討は行わなくてよい。

支保工の設計に用いる荷重の詳細については、「道路土工 仮設構造物指針(2-10-2 支保工の設計に用いる荷重)」を参照する。

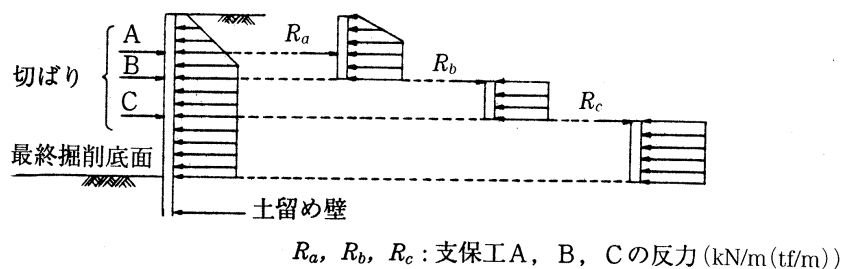


図9.4.12 慣用法を用いた場合の支保工の設計に用いる荷重(下方分担法)

(出典：道路土工 仮設構造物指針 p.117)

(3)について

次に示すような場合は、状況に応じて撤去時の検討を行わなければならない。

- (a) 深さ方向の切梁間隔が特に大きい場合。
- (b) 二段同時に切梁を撤去する場合。
- (c) 最下段切梁から上に順次撤去しない場合。

4. 10. 3 腹起しの設計

- (1) 腹起しは、切梁材芯を支点とした単純梁として、曲げモーメント及び剪断力に対して設計するものとする。ただし、火打ちを入れる場合は、火打ちの形状や配置を支間長に考慮しなければならない。
- (2) 腹起しへの載荷重は、単位長さ当たりの支保工反力を等分布荷重として載荷するものとする。ただし、親杭横矢板方式の場合で特に杭間隔が広い場合には、杭位置に支保工反力を集中荷重として載荷する。
- (3) 軸力が作用する腹起しは、軸方向圧縮力と曲げモーメントを同時に受ける梁部材として扱わなければならない。なお、この際には温度変化に伴う軸力増加として 150kN(15tf)を考慮する。
- (4) 腹起しの最小部材は、H-300×300 とする。
- (5) 腹起しの鉛直間隔は 3m を標準とし、覆工受け桁のある場合をのぞいて、土留め頭部から 1m 以内に第 1 段目を設置することを原則とする。
- (6) 腹起しの継ぎ手間隔は 6m 程度以上とし、多段切梁の場合には、上下段で継手が並ばないよう千鳥配置とするものとする。
- (7) 土留めアンカーを用いる場合は、土留めアンカーを支点として(1)と同様に扱うものとする。

る。ただし、腹起しは設計アンカー力の鉛直成分による荷重を受けるため、腹起しブラケットを支点とした梁として、鉛直荷重に対しても検討しなければならない。この際、鉛直荷重の上段・下段の腹起しへの分担割合はアンカー台座の構造を考慮して定めなければならない（「道路土工－仮設構造物指針(参図 1-16 土留めアンカー腹起し部 P294・295)」）。

(8) 設計アンカー力の鉛直成分による荷重を用いて、腹起しブラケットの断面及び土留め壁への取り付け部について検討しなければならない。

腹起しの設計の詳細については、「道路土工 仮設構造物指針(2-10-3 腹起しの設計)」を参照する。

4. 10. 4 切梁の設計

- (1) 切梁は、軸方向圧縮力と曲げモーメントが同時に作用する部材として設計する。
- (2) 軸力には、腹起しを介して受ける土圧、水圧及び温度変化による荷重を考慮する。
- (3) 温度変化による荷重は 15 kN(15tf)としてよい。
- (4) 曲げモーメントを計算する際の荷重は、切梁自重を含めた実荷重とし、鉛直方向座屈長をスパンとする単純梁として計算する。実荷重が不確定の場合は、切梁自重を含めて 5kN/m (0.5tf/m)以上を考慮するものとする。
- (5) 切梁の最小部材は、H-300×300 とする。
- (6) 水平方向の設置間隔は 5m程度以下を原則とする。
- (7) 切梁の座屈長は、鉛直方向と水平方向を分けて考慮しなければならない。鉛直方向の座屈長は、中間杭のない場合は切梁全長とし、中間杭のある場合は中間杭芯及び腹起し材との接続点を各支点として、その支点間の最大長とする。一方、水平方向の座屈長は、交差する切梁、継材及び中間杭による拘束効果を考慮する。水平方向の検討における荷重は、原則として切梁に作用する軸力のみを考慮すればよい。なお、座屈を拘束するための継材は溝型鋼 Ch-150*75 以上とする。

切梁設計の詳細については、「道路土工 仮設構造物指針(2-10-4 切梁の設計)」を参照する。

4. 10. 5 火打ちの設計

- (1) 火打ちは、腹起しを介して受ける土圧及び水圧による軸力が作用する部材として設計してよい。ただし、特に部材長が長い場合には、温度変化による軸力増加の影響や自重などによる曲げモーメントを考慮し、軸方向圧縮力と曲げモーメントを同時に受ける部材として設計しなければならない。
- (2) 温度変化による荷重は 15 kN(15tf)としてよい。
- (3) 火打ちと腹起しや切梁との接合部は、剪断に対して十分抵抗できる構造としなければならない。
- (4) 火打ちを切梁に取り付ける場合は、左右対称に取り付け、切梁に水平方向の偏心荷重が生じないようにするものとする。
- (5) 切梁火打ちは切梁と、隅火打ちは腹起しと同断面寸法の部材を用いることを原則とする。
- (6) 隅火打ちは 45° で設置することを原則とする。

火打ち設計の詳細は、「道路土工 仮設構造物指針(2-10-5 火打ちの設計)」を参照する。

4. 10. 6 中間杭の設計

- (1) 中間杭は、軸方向鉛直力に対して設計する。なお、座屈の検討も行わなければならない。
- (2) 中間杭に作用する鉛直荷重として次のものを考慮する。
 - (a) 路面荷重(衝撃を含む)
 - (b) 路面覆工自重(覆工板、覆工受け桁など)
 - (c) 埋設物自重(防護桁を含む)
 - (d) 中間杭の自重、切梁の自重及び座屈抑制荷重
- (3) 切梁の強軸周りの座屈抑制によって生じる中間杭の軸方向力は、各切梁に作用する全軸方向力の2%としてよい。
- (4) 中間杭の最小部材は、H-300×300とする。
- (5) 中間杭の鉛直支持力は「4.9.2 土留め壁及び中間杭の支持力」による。

中間杭設計の詳細については、「道路土工 仮設構造物指針(2-10-6 中間杭の設計)」を参照する。

(3)について

交差する両方向切梁の座屈抑制荷重を同時に加算し、かつ、多段梁の場合は各段の切梁について同時に考慮しなければならない。また、掘削底面地盤の盤ぶくれやリバウンドの恐れのある場合は、上方向に変位する場合も考慮して中間杭の根入れを長くするなど、その影響を軽減させるための対策をとっておくことが望ましい。

4. 10. 7 土留めアンカーの設計

- (1) 土留めアンカーの設計は、「第6章 斜面安定工 第5節 グラウンドアンカー」に準ずる。ただし、本項に記した事項については、本項を優先する。
- (2) 土留めアンカーの設計に用いる荷重は、「4.10.2 支保工の設計に用いる荷重」に準ずる。
- (3) 定着層の最小かぶりは、3 m以上とする。
- (4) 土留めの安定性の検討は、外的安定性及び必要に応じて内的安定性について行うものとする。

(1)について

上記に定めのない事項については、「道路土工 仮設構造物指針(2-10-7 土留めアンカーの設計)」及び「グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説」(H24.5)を参照する。

(3)について

「第6章 斜面安定工 第5節 グラウンドアンカー」においては、“5 m以上を標準とする”こととしていたが、仮設であることを考慮して「道路土工 仮設構造物指針」に準じて3 m以上とした。

(4)について

外的安定とは、アンカー体と土留め壁を含む地盤全体の崩壊に対する安定で、円弧すべり計算法により行ってよい。

内的安定とは、想定されるすべり線の外側にアンカー体を設置した場合に、地盤がアンカー体とともに過大な変位を生じないための検討である。土留め壁根入れ部分の仮想支点との間の深いすべり面の安定については、Kranzの方法等により検討する。Kranzの方法及びアンカー体を設

置しない領域の例については、「グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説」(H24.5)付録6-3を参照する。また、土留めにアンカーを用いる場合には、鉛直下向き分力の総和に対する土留め壁の鉛直支持力の検討も必要となる。

図-9.4.13に土留めアンカーの設計手順を示す。

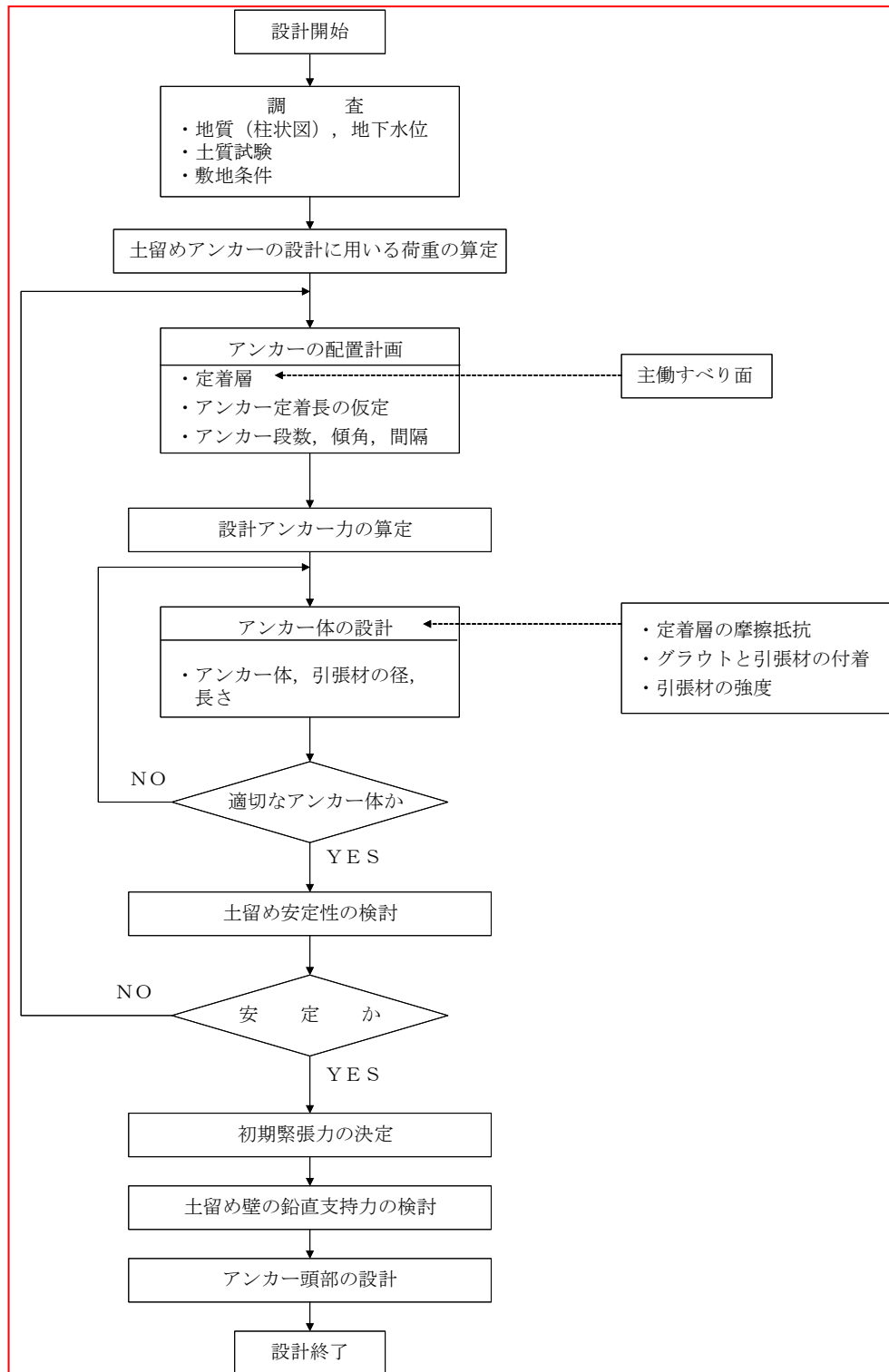


図-9.4.13 土留めアンカー設計手順

(出典:道路土工 仮設構造物工指針 p.128)

4. 1 1 路面覆工・仮栈橋の設計

路面覆工・仮栈橋設計の詳細については、「道路土工 仮設構造物工指針(2-11 路面覆工・仮栈橋の設計)」を参照する。

4. 1 1. 1 部材名称

路面覆工・仮栈橋に用いられる部材の名称は、1.3 用語の定義 図-9.1.2 及び図-9.1.3 に示すとおりとする。

4. 1 1. 2 基本計画

(1) 最大勾配

路面覆工は、覆工周囲の道路勾配に整合させることを原則とする。また、仮栈橋の最大勾配は6%を原則とする。

(2) 桁下空間

桁下空間は、予定地点の各管理者と十分協議し、制限条件及び維持管理に必要な空間を考慮して決定しなければならない。

(3) 仮栈橋の幅員

使用目的を明確にした上で、その目的に適う範囲での最小幅員を定めなければならない。なお、最小幅員は4mとする。

(4) 覆工受桁及び杭の間隔

覆工受け桁及び杭の間隔は、原則として覆工板の寸法にあわせて2または3mとする。埋設物があるなどの理由で杭間隔を広げる場合は、桁受け材の十分な検討を行わなければならない。

(5) 覆工受桁の支間

覆工受桁の支間は5～6mとし、杭打ち機などの作業機械の性能、施工方法を考慮して決定する必要がある。また、河川上や道路上の仮栈橋では、管理者と十分協議しなければならない。

(1)について

仮栈橋の最大勾配が地形条件、管理者の条件などにより6%を越える場合は、勾配による水平分力を水平荷重に付加して検討するとともに、綾構などで橋軸方向に対して補強することが望ましい。また、路面はすべり抵抗の大きい路面材を有する覆工板を用いるなど、円滑な通行が行われるよう配慮する必要がある。さらに、取付道路の縦断曲線が仮栈橋に影響しないように計画することが肝要である。

(2)について

河川上の仮栈橋であれば、施工期間に想定される最高水位に余裕高を加えた空間を確保する。

(3)について

一般に、車両通行用の仮栈橋であれば6mが多く用いられている。大型車を含めて対面交通であれば、8m程度にするのが望ましい。仮設構台の場合には、施工計画に基づき、作業に使用する機種、作業半径、機械の組み立て解体に必要な幅、通行余裕幅など考慮して幅員を決定しなければならない。

(5)について

覆工受桁にH形鋼またはI形鋼を使用する構造形式においては、最大支間は、本章「1.1 適用の範囲」に記したように、15m程度以下にするよう配慮しなければならない。

4. 11. 3 使用部材

(1) 鋼材

路面覆工・仮栈橋に使用する鋼材は、使用実績及び市場性を考慮して決定しなければならない。なお、鋼材に作用する荷重は必ずしも明確でないため、応力度には余裕を持たせ、経済性を重要視しすぎた断面の使用は避けなければならない。

(2) 覆工板

覆工板は、載荷される荷重に対して十分な強度と剛性を有していなければならない。原則として、一般に市場に流通している2次製品を使用してよい。この場合、製品の性能上、長辺が支間となるように計画し、短辺を支間としてはならない。

4. 11. 4 活荷重の載荷方法

作用する活荷重は、4.3.3 活荷重及び4.3.4 衝撃による。活荷重の載荷方法は、一般交通で設計する場合と建設用重機で設計する場合とに分けて載荷しなければならない。

4. 11. 5 覆工受桁の設計

- (1) 覆工受桁は、覆工受桁の自重と覆工板の重量及び活荷重を載荷させた単純梁として設計する。
- (2) 死荷重及び活荷重により計算された断面力は、それぞれの最大値の合計を設計に用いる断面力としてよい。
- (3) 覆工受桁の支間長は、[図-9.4.14](#)による。
- (4) 覆工受桁の活荷重によるたわみは、支間長の1/400以下で、かつ25mm以下でなければならない。

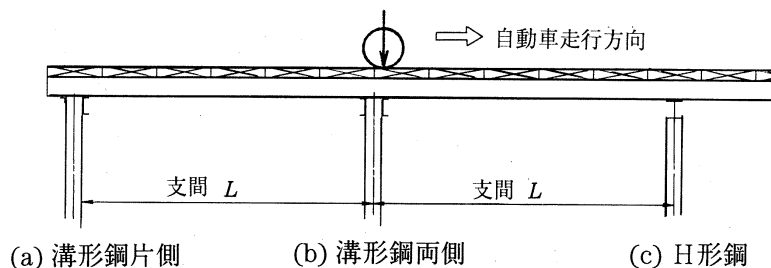


図-9.4.14 覆工受桁の支間長

(出典：道路土工 仮設構造物工指針 p.140)

4. 11. 6 桁受けの設計

- (1) 桁受けは、覆工受桁の最大反力を集中荷重、また、桁受け自重を分布荷重として、桁受けの断面力が最大となるように載荷し、杭あるいは土留め壁との取り付け部を支点とする単純梁として設計するものとする。
- (2) 桁受けの支間長は、[図-9.4.15](#)による。
- (3) 桁受けの活荷重によるたわみは、前項覆工受桁のたわみと同一とする。

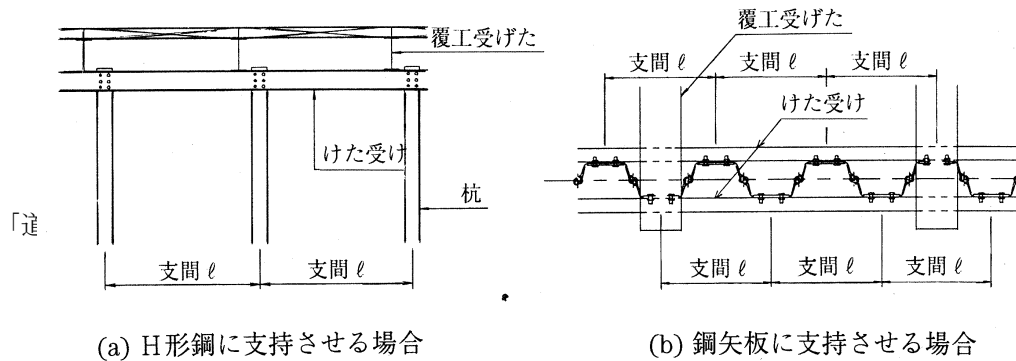


図-9.4.15 桁受けの支間

(出典：道路土工 仮設構造物指針 p.143)

4. 11. 7 ボルトの設計

- (1) 桁受けと杭を接合するボルトは、桁受けの最大反力に対して十分な強度を有していなければならない。
- (2) 桁受けに溝型鋼を用いる場合のように、活荷重による鉛直荷重に対し、ボルトの剪断で抵抗するような場合は、高力ボルトを使用するのがよい。

4. 11. 8 斜材・水平継材の設計

- (1) 斜材・水平継材は杭列の各杭に水平荷重を分担させ、かつ杭頭の回転を拘束する部材及び構造でなければならない。
- (2) 仮栈橋では橋軸直角方向には、斜材・水平継材を取り付けることを原則とする。
- (3) 斜材・水平継材は、圧縮材として設計するものとする。
- (4) 一つの杭列に作用する水平荷重は、「道路土工-仮設構造物指針(表2-11-4 水平荷重)」に準ずる。

(3)について

これまで斜材は引張材として設計されていたが、圧縮材として設計することにより、部材の安全性を高め、さらに仮栈橋全体の剛性を高めることにより過度の揺れを防ぐようにしたものである。ただし、栈橋杭の間隔が大きくなった場合、圧縮材で設計すると部材断面が大きくなり施工性が悪くなることがある。この場合は、フレーム計算などで詳細に荷重を算出し、斜材の座屈を許容する設計(引張材としての設計)を行ってもよい。

4. 1 1. 9 杭の設計

- (1) 杭の許容支持力は、「4-9-2 土留め壁及び中間杭の支持力」に準ずる。
- (2) 路面覆工に使用される杭は、水平荷重に対する検討は行わなくて良い。
- (3) 仮栈橋の支持杭の水平荷重に対する検討は、地盤が軟弱な場合や、杭の突出長が長い場合などに対して、橋軸直角方向(走行直角方向)の杭列に対して行えばよい。このとき、橋軸直角方向の一つの杭列に作用する水平荷重(前項に準ずる)は、その杭列の各杭が等分に分担するものとする。

(2)について

路面覆工の場合は、土留め壁による地盤反力など十分な水平抵抗が期待できるため、検討不要とした。

(3)について

通常、仮栈橋支持杭の橋軸方向(走行方向)は、多数の杭が覆工受桁により連結されており、さらに、仮栈橋への乗り入れ部は土による拘束が大きいいため、水平荷重に対する検討は不要とした。したがって、仮設構台など上記条件と異なる場合は、その構造に十分配慮して、必要と思われる場合は、いずれの方向に対しても水平荷重に対して検討を加えなければならない。

なお、水平荷重に対する検討に用いる式や、それらの式に用いられる項目の説明については、「道路土工－仮設構造物工指針(2-11-9 杭の設計)」に準ずる。

4. 1 2 自立式土留めの設計

自立式土留め設計の詳細は、「道路土工 仮設構造物工指針(2-12 自立式土留めの設計)」を参照する。

4. 1 2. 1 設計の基本

- (1) 自立式土留めは掘削深さが軟弱地盤で3 m以浅、良質地盤で4 m以浅に用いる。
- (2) 最小根入長は掘削深さ3 m以深では3 m、掘削深さ3 m以浅では掘削深さと同等とする。
- (3) 最小部材は掘削深さ3 m以深の場合、親杭横矢板ではH-300×300、鋼矢板壁ではⅢ型とする。また、掘削深さ3 m以浅ではH-150×150及びⅡ型以上を使用することが望ましい。
- (4) 土留め壁頭部の許容変位量は、掘削深さの3%以内を目標とする。
- (5) 背面地盤上に一般交通や建設用重機が載る場合は、土留め壁頭部は溝型鋼などにより連結しなければならない。

(2)について

非常に硬質な地盤のため、施工上、最小値入長を確保することが困難な場合は、この限りではない。ただし、このような地盤の場合は、脆性的破壊が生ずる可能性があるため、受働抵抗の十分な検討を行わなければならない。

(3)について

掘削深さ3 m以浅では、本来最小部材の規定は不要であるが、打設時の貫入抵抗及び市場性などからこの規定を設けた。

(4)について

土留め頭部の変位量が表記規定を超えるような場合は、部材断面を大きくして変位量を抑える

よりも、切梁方式など構造形式の変更を検討することが望ましい。

4. 12. 2 荷 重

- (1) 断面計算及び変位の計算のいずれにも同一な荷重を用いる。
- (2) 荷重は、「道路土工 仮設構造物指針(2-12-2 荷重)」に準ずる。

4. 12. 3 設 計

- (1) 自立式土留めは、弾性床土上の半無限長の杭として設計することを原則とする。
- (2) 掘削地盤面側に考慮する地盤バネは、掘削底面から土留め壁先端まで一様に分布するものとする。
- (3) 根入れ長の決定は、(a)最小根入れ長、(b)掘削底面の安定から決まる長さ、(c)杭の特性値から決まる長さ、のうち最大のものとする。

(1)について

自立式土留めの設計は、従来、受働土圧によるモーメントと主働土圧によるモーメントの釣り合いを基本とし根入れ長を求め、このときの釣り合い位置を固定端として断面算定を行っていた。しかし、この方法では、実際の土留め壁の挙動とは異なる場合もあるため、実際の挙動により近いと弾性床土上の半無限長の杭として設計することとした。

4. 12. 4 自立式土留めの設計図表

単層地盤における自立式土留めは、「道路土工 仮設構造物指針(参考資料-5 自立式土留めの設計図表)」により設計を行ってもよい。ただし、現場条件が図表の適用条件と異なる場合は、本節に従い設計しなければならない。

土質と掘削深さに応じて、標準的な土留めの根入れ長、断面及び土留め壁頭部の変位を求められるように設計図表が作成されている。

4. 1 3 小規模土留めの設計

小規模土留め設計の詳細は、「道路土工 仮設構造物工指針(2-13 小規模土留めの設計)」を参照する。

4. 1 3. 1 適用の範囲

- (1) 掘削深さ 3 m 以浅で、支保工に 1 段ないし 2 段の腹起・切梁を用いる小規模な掘削の土留め設計を対象とする。
- (2) 路面覆工荷重を土留め壁に直接作用させないことを原則とする。

4. 1 3. 2 使用部材

- (1) 土留め壁には、H型鋼、鋼矢板、軽量鋼矢板を用いることを原則とする。
- (2) 腹起及び切梁にはH型鋼を用いることを原則とする。

(1)について

最小部材の規定は特に設けていないが、打設時の貫入抵抗、市場性などから、親杭横矢板壁ではH-150×150、鋼矢板ではII型以上を使用することが望ましい。

(2)について

近年、小規模土留めでは、施工性を考慮しアルミ合金の腹起材や、切梁用サポートなども使用されるようになったが、これらを使用する場合、強度、耐荷力など十分検討しておかなければならない。

4. 1 3. 3 荷 重

- (1) 根入れ長の計算及び断面計算のいずれも同一な荷重を用いる。
- (2) 荷重は、「道路土工 仮設構造物工指針(2-13-3 荷重)」に準ずる。

4. 1 3. 4 設 計

根入れ長の計算、土留め壁の断面設計及び支保工の設計などは、「道路土工 仮設構造物工指針(2-13-4 設計)」に準ずる。なお、掘削底面の安定の検討は省略してよい。

4. 1 3. 5 小規模土留めの設計図表

単層地盤における小規模土留めは、「道路土工 仮設構造物工指針(参考資料-6 小規模土留めの設計図表)」により設計を行ってもよい。ただし、現場条件が図表の適用条件と異なる場合は、本節に従い設計しなければならない。

土質と掘削深さに応じて、標準的な土留めの根入れ長や断面を求められるように設計図表が作成されている。

4. 1 4 その他の設計

4. 1 4. 1 控え杭タイロッド式土留めの設計

控え杭タイロッド式土留めの設計は、「道路土工 仮設構造物指針(2-14-1 控え杭タイロッド式土留めの設計)」に準ずる。

4. 1 4. 2 偏土圧が作用する土留めの設計

偏土圧が作用する土留めの設計については、「道路土工 仮設構造物指針(2-14-2 偏土圧が作用する土留めの設計)」を参照する。

偏土圧が作用する土留めは、偏土圧の状況に応じて、その挙動を考慮して検討を行わなければならない。

偏土圧が作用する土留めとは、[図-9.4.16](#) に示すような状態にある場合であり、偏土圧の状況に応じて、全体として片側へ傾倒するように非対称な挙動を示す。このような土留めは、偏土圧が作用しない土留めと比較して過大な変位や応力が発生するおそれがある。したがって、偏土圧が作用する土留めを設計する場合には、この様な挙動を考慮した検討を行わなければならない。

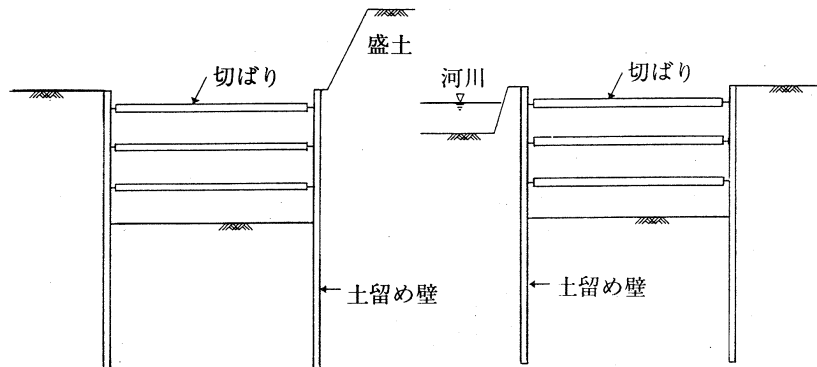


図-9.4.16 偏土圧が作用する土留め

(出典：道路土工 仮設構造物指針 p.166)

偏土圧が作用する土留めの設計には次のような方法がある。

- (1) 梁のバネモデルによる両側土留め壁の一体解析
- (2) 有限要素法(FEM)を用いた解析
- (3) 対面壁の影響を考慮した土留め弾塑性法による解析
- (4) 上載荷重のみを考慮した土留め弾塑性法による解析

これらの方法は、それぞれに特徴があると共にその解析費用も大きく異なるため、荷重や仮設構造の規模を考慮し、これらの中から適切な方法を選択する必要がある。

なお、偏土圧が作用する土留めの対策工としては、次に示すものがある。

- (1) 偏荷重が載荷する土留め壁の剛性増加
- (2) 対面の土留め壁背面の地盤改良(抵抗の強化)
- (3) 偏荷重が載荷される土留め壁背面の地盤改良(土圧の低減)

4. 15 特に耐震性に富む構造とする場合の構造細目

「道路土工 仮設構造物指針(2-15 特に耐震性に富む構造とする場合の構造細目)」を参照する。

仮設構造物が被災した場合、その社会的影響が大きいと考えられる場所や、液状化及び液状化による流動化による被害が大きいと予想される地域、そのほか必要と考えられる場合には、特に耐震性に富む構造としなければならない。

仮設構造物は、一般に設置期間が短い一時的な構造物であることや、可撓性に富む構造物であるため耐震性に優れていると考えられ、また、これまでの地震による大きな被害が報告されていないことから、設計計算時に原則として地震時の検討を行わなくてよいこととしている。そこで、標記のような「特に耐震性に富む構造」としなければならない場合は、構造細目において配慮する必要がある。配慮すべき点及びその構造細目の内容が記載されている場所を明示する。

(1) 土留め壁の変形などの抑制

「道路土工 仮設構造物指針(参考資料-1 参図 1-27)」参照

(2) 腹起の跳上がり及びずれなどの防止

「道路土工 仮設構造物指針(参考資料-1 参図 1-28, 参図 1-29)」参照

(3) 切梁の変形及び座屈などの防止

「道路土工 仮設構造物指針(参考資料-1 参図 1-30)」参照

(4) 覆工受桁の転倒防止及び相対変位の抑制

「道路土工 仮設構造物指針(参考資料-1 参図 1-23, 参図 1-24)」参照

(5) 覆工板のずれ止め

「道路土工 仮設構造物指針(参考資料-1 参図 1-31, 参図 1-32)」参照

(6) ボルトの破断や緩みなどの防止

高力ボルトを使用するとともに、仮設鋼材の応力に余裕のある場合でも、リース加工製品などの既存のボルト孔には全てボルトを取り付ける。

4. 16 工事用道路の設計

工事用道路の設計については、「仮設計画ガイドブック(Ⅱ) 第6章 工事用道路」を参照する。

4. 16. 1 適用の範囲

本節は、建設区域内において建設資材・機材・機械及び人員などの運搬・輸送を目的とし、工事完了後に撤去される短期の工事現場内工事用道路に適用する。

工事用道路は、当該工事の内容、工事現場付近の地勢・地形などによって、様々な規模・構造となるので、各工事現場の状況に応じて、適切に設計・施工する必要がある。

4. 16. 2 事前調査

工事用道路の計画・設計に当たっては、次に示す事項について事前に調査する必要がある。

(1) 地形、地質、周辺構造物

- (2) 施工上の制約
- (3) 周辺環境
- (4) 気象条件

(1)について

工事用道路の線形を定め、工事用道路の目的に沿った機能を果たすのに十分な構造とするため、現場条件及び施工条件となる地形の状況、地質、特殊な周辺構造物などを事前に調査する。

(2)について

工事目的物の施工順序や工事用地の都合上、工事用道路の盛替えが必要となる場合があり、合理的かつ経済的な盛替えを計画するため、工事目的物の施工計画及び工事用地などを事前に把握、調査しておく。

(3)について

道路構造及びルート決定に当たっては、騒音・振動及び粉塵などが周辺環境に与える影響を極力少なくするため、周囲の土地利用の状況や生活環境などの事前調査を行う必要がある。

(4)について

工事用道路の付属施設である排水施設や交通安全施設などを検討する場合には、降水量、降雪量、風力などの気象条件を調査しなければならない。

4. 16. 3 路線の選定

工事用道路の路線は、地形、土地の制約、仮設備の配置計画などを考慮し、安全で円滑な交通を確保できるように選定しなければならない。

線形選定の際に留意すべき事項は次の通りである。

- (1) 現場内の仮設備配置計画との整合
- (2) 線形の連続性、無理のない平面線形及び縦・横断勾配
- (3) 交通運行上の安全性
- (4) 施工上の制約条件
- (5) 地質、地形、周辺構造物などの制約条件
- (6) 建設費及び維持管理などの経済性(盛替えの有無)

4. 16. 4 車道の幅員

車道の幅員は、表-9.4.9を標準とし、通行車両の種類、交通量、安全性、地形・地盤条件などを考慮して適切に定めるものとする。

表-9.4.9 車道の幅員

区 分	車 道 の 幅 員 (m)
1 車 線 の 場 合	3.0
2 車 線 の 場 合	2@2.75=5.5

工事用道路の幅員は、設計車両の最大値を基本として、これに走行上必要な余裕幅を加えて決定する。余裕幅の決定には、地形、線形、路肩幅、車両の走行速度などの影響を受けるが、合理的に定めることは難しく経験的に定めざるを得ない。

4. 16. 5 路肩の幅員

工事用道路は、安全性に配慮し必要に応じて路肩を設けるものとする。路肩の幅員は、0.5mを標準とする。ただし、地形の状況その他の特別な理由によりやむを得ない箇所においては、安全性を考慮した上で路肩の幅員を0.25mまで縮小することができる。

4. 16. 6 縦断勾配

縦断勾配は、15%程度以下とすることが望ましい。

縦断勾配は、一般に道路の設計速度に応じて定めるものであるが、工事用道路は現場条件を考慮の上、その目的を達することができれば、厳密に一般道路に適用されるような縦断勾配を設ける必要はない。従って、通行車両の登坂能力を考慮し、走行の安全性を十分検討したうえで、適切な縦断勾配を設定することが望ましい。

縦断勾配検討時の留意事項は次の通りである。

- (1) 縦断勾配は、坂路の前後における縦断線形や平面線形に左右されるので注意する。
- (2) 登り方向に対しては、工事用車両が主に空車時あるいは積載時であるかを考慮する。空車時が多い場合には勾配を大きく、また積載時が多い場合には勾配を小さくすることが必要である。
- (3) 勾配を最急の15%程度とする場合には、路面の安定及び洗掘などの維持管理を考慮し、仮設舗装を行うなどの検討が必要である。
- (4) 路面排水は、横断勾配をつけて処理するのが一般的であるが、降雨強度、縁石の有無、排水設備の規模などにより路面排水が十分行われなことがあるため、最低でも0.3～0.5%程度の縦断勾配を設けることが必要である。

4. 16. 7 舗 装

工事用道路の舗装は、車両の円滑かつ安全な通行をはかるとともに、沿道環境などに配慮して選定するものとする。

工事用道路の沿道に民家が近接しているなど、周辺環境への配慮が必要な場合や、大型車両の交通量が多い場合及び使用期間が長い場合などにおいては、仮設舗装を行い、騒音・振動及び粉塵などを抑え、耐久性のある構造にするように考慮しなければならない。

工事用道路の舗装には、次のようなものがある。

(1) 碎石舗装

碎石やスラグを用いて路盤を仕上げる。採用に当たっては、沿道周辺環境への粉塵、騒音・振動などの影響に配慮し、車両の通行量、重量及び走行速度などを検討しなければならない。特に、重車両の通行による支持力の不足や地下水及び雨水など排水の不備による地盤の軟弱化に留意する必要がある。

(2) アスファルト及びコンクリート舗装

民家に近く、碎石舗装では工事用車両の走行による騒音・振動・粉塵などにより周辺環境へ著しく影響を与える場合や、車両の通行量や重量の条件により、碎石舗装では十分な耐久性が確保できない場合などに用いる。

(3) 敷鉄板

路床が軟弱地盤であったり、坂路の場合は敷鉄板を敷設することが望ましい。ただし、坂路が急勾配の場合には、車両のタイヤがスリップしたり、敷鉄板がずれたりするので、鉄板同士を連結したり、スリップ防止に鉄板の表面に異形棒鋼を溶接するなどの対策を講じる必要がある。敷鉄板の規格は、通行車両の重量、地盤の状況などを考慮し決定する。

4. 16. 8 排水施設

排水の必要がある場合には、側溝、集水弁など適切な排水施設を設けるものとする。

降雨、湧水などが原因となって工事用道路に損傷を与え、工事用道路の保全や交通の安全を阻害することがあるため、排水を適切に行う必要がある。

工事用道路の排水施設として用いられる側溝には、一般に次のようなものがある。なお、集めた水の流末は、周辺地域に悪影響を及ぼすことのないように既存の排水施設まで誘導しなければならない。

(1) 素掘側溝

バックホウなどの機械で容易に施工及び維持補修ができることから、広く用いられているが、洗掘されやすく、特に縦断勾配がきつくなると路面まで浸食決壊する恐れがあるため、適用に当たっては十分な検討が必要である。

(2) アスファルト混合物を使った側溝(アスカーブ)

道路の路肩内に混合物により舗装止めを施し、L型にした側溝。

4. 16. 9 待避所

工事用道路を1車線で計画する場合には、工事の規模、交通量などを考慮し、必要に応じて待避所を設けるものとする。

1車線で計画する場合には、必要に応じて対向する車両がすれ違えるように待避所を設ける。待避所の位置は、待避時間、視距、交通量などを勘案して決める必要がある。

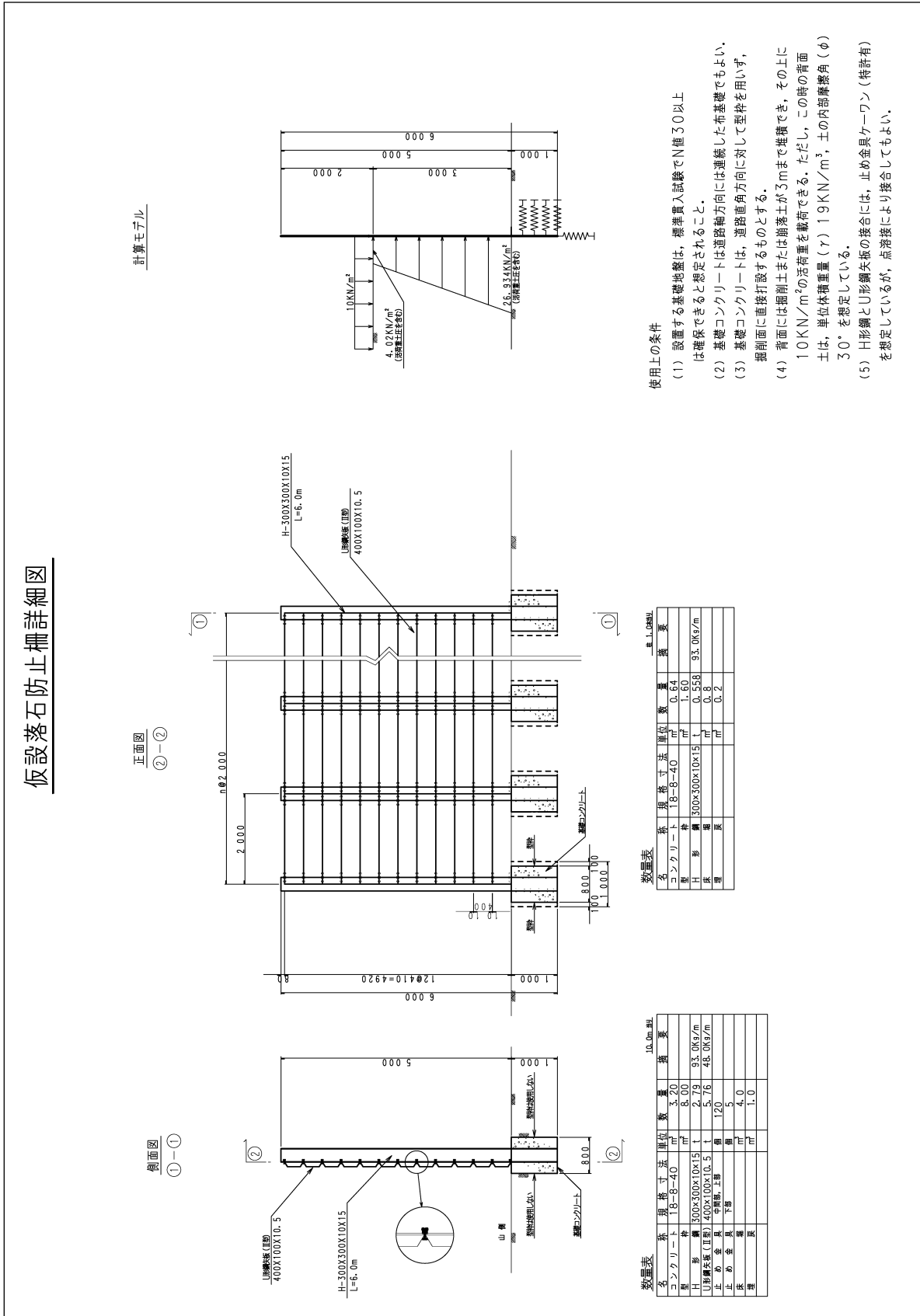
待避所の寸法は、現場状況や通行車両の種類を考慮し、少なくとも1台の車両が待避し得るのに必要な長さとし、その区間の幅員は、2台の車両がすれ違うことができるようにしなければならない。寸法は、「道路構造令(9-1 待避所)」に記される値などを参考に定めるとよい。

4. 16. 10 交通安全施設

必要に応じて、照明施設、防護柵、道路標識などの交通安全施設を設け、交通事故の防止を図らなければならない。

第 5 節 参考資料

資料-01 仮設落石防止柵詳細図



- 使用上の条件
- (1) 設置する基礎地盤は、標準貫入試験でN値30以上は確保できると想定されること。
 - (2) 基礎コンクリートは道路軸方向には連続した布基礎でもよい、掘削面に直接打設するものとする。
 - (3) 背面には掘削土または崩落土が3mまで堆積でき、その上に10kN/m²の活荷重を載荷できる。ただし、この時の背面土は、単位体積重量(γ)19kN/m³、土の内部摩擦角(φ)30°を想定している。
 - (5) H形鋼とU形鋼矢板の接合には、止め金具ケーソン(特許有)を想定しているが、点溶接により接合してもよい。

設計条件

1. H形鋼柱

形式	建て込みタイプ
H形鋼柱	H-300×300×10×15
H形鋼柱の間隔	2.0 m
H形鋼柱の長さ	6.0 m

2. U形鋼矢板

形式	土留壁タイプ
U形鋼矢板	U-400×100×10.5 (Ⅱ型)
U形鋼矢板の長さ	2.0 m

3. 基礎コンクリート

幅	0.80 m
長さ	0.80 m
高さ	1.00 m

4. 背面土

単位体積重量	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
内部摩擦角	$\phi = 30^\circ$
粘着力	$C = 0 \text{ kN/m}^2$
壁面摩擦角	$\delta = 20^\circ$
壁面の傾斜角	$\theta = 0^\circ$
活荷重	$Q = 10 \text{ kN/m}^2$
壁面高	$H = 3.0 \text{ m}$

※H型鋼の基礎コンクリートは地盤バネを入力して計算しているため、型枠は用いずコンクリートを直接打設する。

※上記の設計条件と異なる場合は別途検討が必要となる。