

第7章 土留め工の計画と施工

(元)株式会社銭高組
清水建設株式会社

相羽 均修
金澤 三夫

 「仮設建造物の計画と施工 2025年改訂版」講習会

第7章 土留め工の計画と施工

【発表の順序】

前半：（元）銭高組 相羽 均修

7.1 概説 ～ 7.4 土留め工の選定・・・p. 155～p. 163

7.6 土留め工の施工・・・・・・・・・・p. 201～p. 216

後半： 清水建設 金澤 三夫

7.5 土留め工の設計・・・・・・・・・・p. 166～p. 200

第7章 土留め工の計画と施工

前半の概要

【今回の改訂ポイント】

- ・ 近年の施工技術を反映
- ・ 具体的にイメージできるよう、図表や写真の追加（更新）

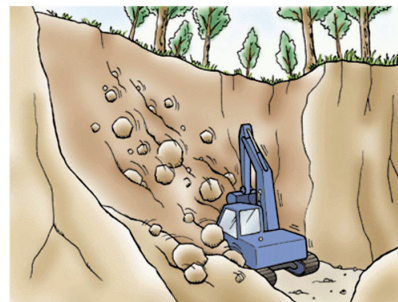
💡 本日も、図表や写真を用いて、具体的にイメージできるようにしました。
施工は、見えない部分や次工程をイメージしながら進めることが重要。

第7章 土留め工の計画と施工

7.1 概説・・・p.153

【土留め工の目的】

- ・ 地下を掘削する際の周辺地盤の崩壊を防止
- ・ 周辺地盤沈下や構造物への影響を最小限に抑え、安全に掘削を実施



※厚生労働省，職場のあんぜんサイト，労働災害事例より

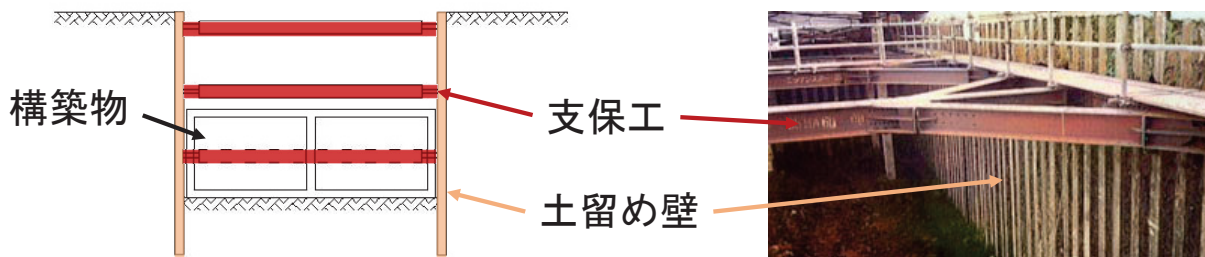
第7章 土留め工の計画と施工

7.1 概説・・・p.153

【掘削の条件】

- ・ 良質な地盤かつ低地下水位の場合、土留め壁なしで安全に掘削可能なこともあるが掘削の条件(地盤、掘削形状、周辺環境など)は様々な
法切り掘削：傾斜をつけて法面を安定

☑ 土留め掘削：土留め壁と支保工を使用 ← 7章の内容



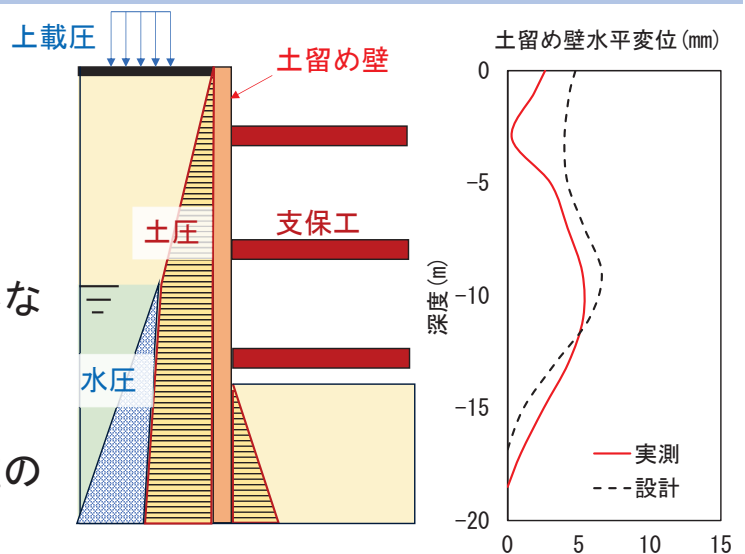
JSCE 仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 5

第7章 土留め工の計画と施工

7.1 概説・・・p.153

【施工中のリスク管理】

- ・ 地盤は自然物
→ 想定外の事象が起こり得る
- ・ 目に見えない
→ 計測値の変化や地表の僅かな変化を適切に判断
- ・ 施工環境の変化
→ ゲリラ豪雨や予期せぬ荷重の影響に注意



JSCE 仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 6

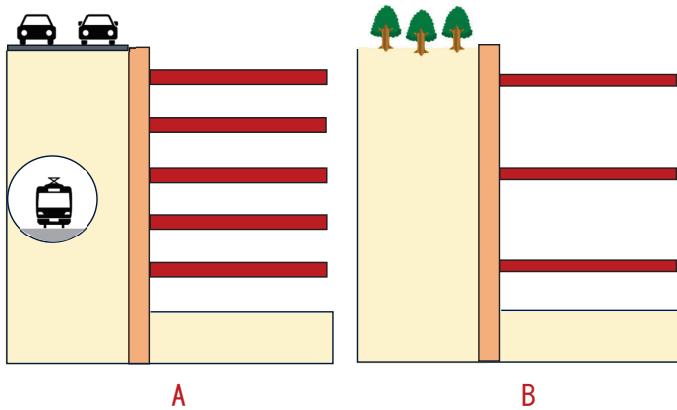
第7章 土留め工の計画と施工

7.1 概説・・・p.153

【経済性と安全性のバランス】

- ・コストをかけることで安全性は向上するが・・・

☑全体工期や経済性と安全性のバランスを取ることが重要←計画



施工環境	A	B
切梁段数	5	3
工期	△	○
コスト	△	○
安全性	◎	○



仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 7

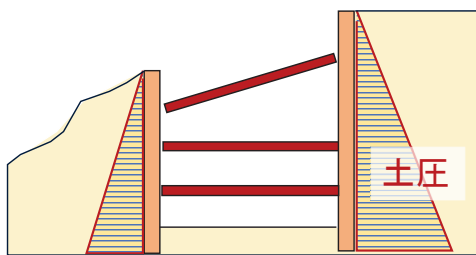
第7章 土留め工の計画と施工

7.2 事前調査・・・p.153

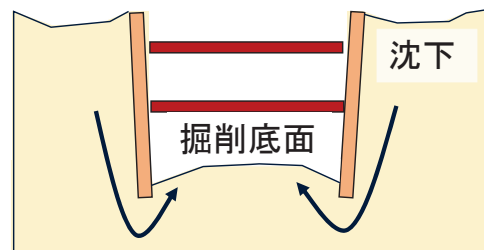
【事前調査の範囲】

- ・地形 → 偏土圧の作用など土留め工全体の安定確保
- ・地盤・地下水 → 土圧計算、掘削底面の安定計算、排水計画

☑具体的な設計（7.5 土留め工の設計）←後半の内容



偏土圧



掘削底面の安定



仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 8

第7章 土留め工の計画と施工

7.2 事前調査…p.153

【事前調査の範囲】

- ・ 埋設物
→ ガス、上下水道、電気・通信ケーブル
- ・ 騒音振動
→ 学校、病院等の公共施設周辺では制限
- ・ 建設副産物処理
→ 運搬経路、処理方法など関連法規の理解

✓ 労働者の安全 + 周囲への影響



※厚生労働省，職場のあんぜんサイト，
労働災害事例より



仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】

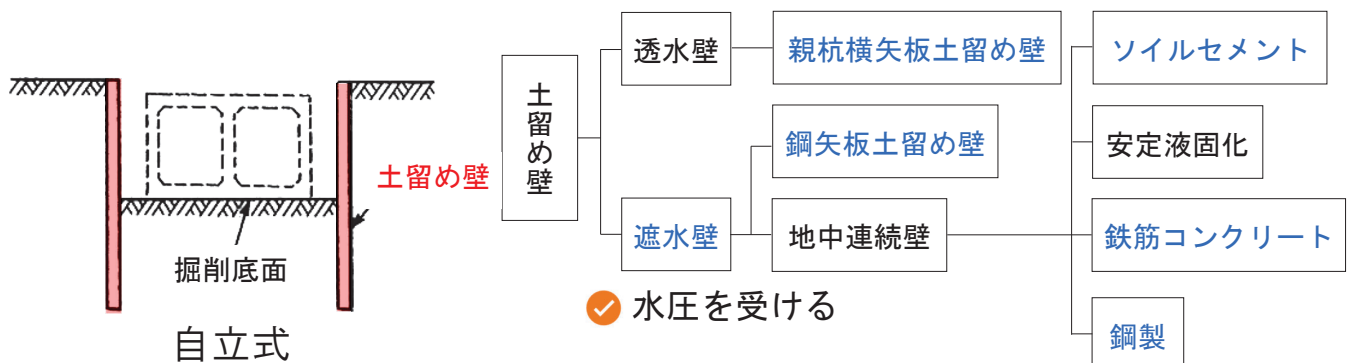
9

第7章 土留め工の計画と施工

7.3 土留め工の種類

土留め壁の種類と分類…p.156

- ・ 遮水性（地下水に対する計画・設計）
- ・ 材料（ソイルセメント・安定液・鉄筋コンクリート・鋼）



仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】

10

第7章 土留め工の計画と施工

7.3 土留め工の種類

土留め壁の種類と分類・・・p.156

【鋼(管)矢板土留め壁】

- ・ 遮水性が良い
- ・ 地下水位が高い地盤、軟弱地盤



※国際圧入学会，圧入工法設計・施工指針より

【ソイルセメント地中連続壁】

- ・ ソイルセメント：掘削土 + セメント
- ・ 遮水性が良い

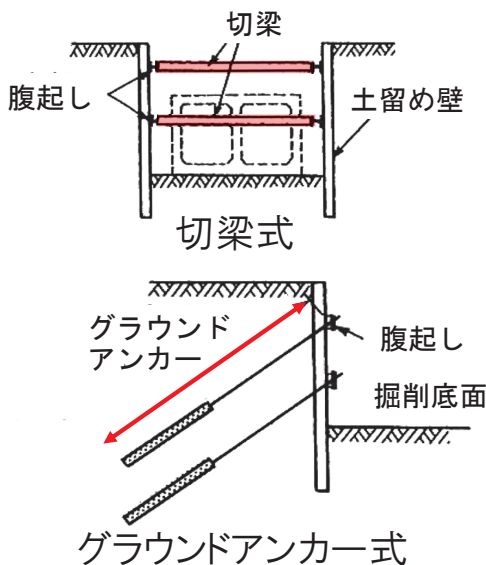


仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 11

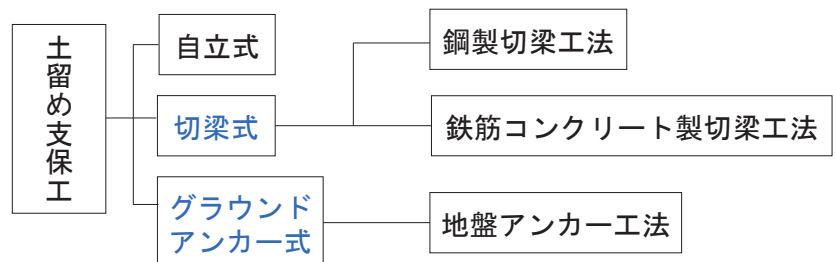
第7章 土留め工の計画と施工

7.3 土留め工の種類

土留め支保工の種類と分類・・・p.158



- ・ 支保工の有無
→ 土留め壁に作用する側圧
- ・ 支保工の形式
→ 掘削の平面形状や深さ



仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 12

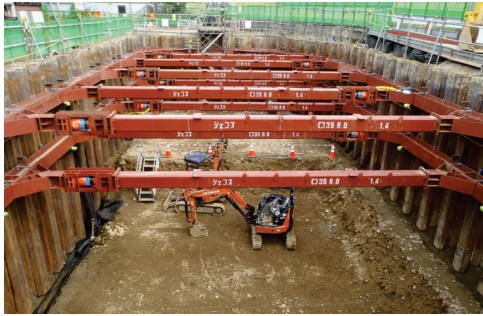
第7章 土留め工の計画と施工

7.3 土留め工の種類

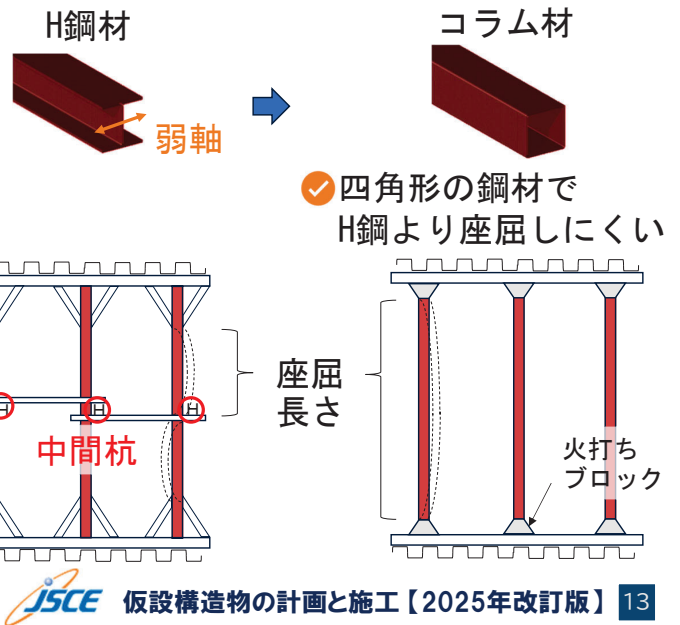
土留め支保工の種類と分類・・・p.158

【切梁式】

- ・ もっとも広く用いられている
- ・ 切梁の断面性能向上で中間杭を省略



※ジェコス(株), コラム切梁システム
Ecoラム工法カタログより



第7章 土留め工の計画と施工

7.3 土留め工の種類

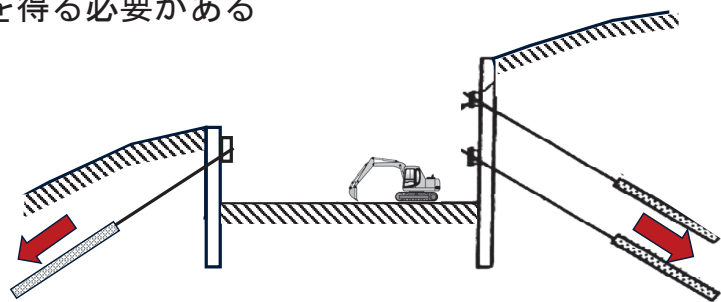
土留め支保工の種類と分類・・・p.158

【グラウンドアンカー式】

- ・ 敷地の左右での高低差や複雑な平面形状にも対応できる
- ・ アンカーが定着できる堅固な地盤が必要
- ✓ 敷地内でアンカーが収まらない場合は除去式のアンカーを採用し
事前に周囲の地権者の了解を得る必要がある



※ヒロセ(株), ニッケンスター鋼製山留
総合カタログより



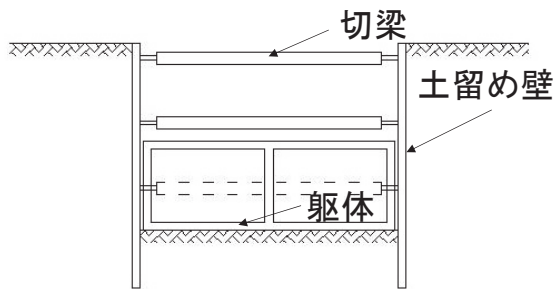
第7章 土留め工の計画と施工

7.3 土留め工の種類

掘削工法の種類・・・p.160

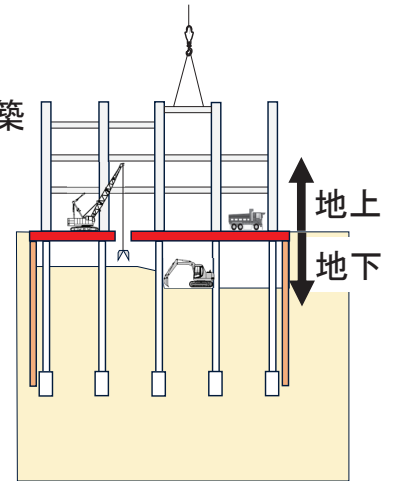
【順巻き工法】

- ・掘削と支保工設置を繰り返し
- ✓ 施工実績が多く、信頼性が高い



【逆巻き工法】

- ・1階床を支保工に順次下部へ躯体構築
- ✓ コストは高いが地上と地下を同時に施工でき工程を短縮できるメリットから建築の超高層ビル等で用いられる



仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 15

第7章 土留め工の計画と施工

7.4 土留め工の選定・・・p.161

土留め壁の選定

- ・地盤条件、規模、剛性、止水性（遮水性）、環境、工期・工費
- ・土留め壁の変形や地下水低下に伴う周辺への影響防止を優先することが多い

土留め壁の種類	使用条件	地盤条件			規模				剛性・止水性		環 境			工期・工費	
		軟弱な地盤	砂礫地盤	地下水が高い地盤	浅い	深い	狭い	広い	壁の曲げ剛性	止水性	騒音・振動	周辺地盤の沈下	排泥水の処理	工期	工費
親杭横矢板土留め壁		×	◎	×	◎	×	○	×	×	×	×	×	◎	◎	◎
鋼矢板土留め壁		◎	○	○	◎	×	◎	○	○	○	○	○	◎	◎	◎
鋼管矢板土留め壁		◎	○	○	×	◎	○	○	◎	◎	○	◎	◎	◎	×
ソイルセメント地中連続壁		◎	○	◎	○	○	○	○	○	◎	◎	○	○	◎	○
RC 地中連続壁		◎	○	◎	×	◎	×	◎	◎	◎	◎	◎	×	×	×



仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 16

第7章 土留め工の計画と施工

7.6 土留め工の施工・・・p.201

土留め壁の施工 施工機械（鋼杭、鋼矢板、鋼管矢板）

- ・市街地・住宅地 → 騒音・振動の防止
- ・施工条件を考慮 → 地盤の状態、杭・矢板の長さ、環境条件等

【油圧圧入式】無振動・無騒音



※(株)技研製作所より提供

【バイブロハンマー式】幅広い機種



※調和工業(株)，製品カタログより

JSCE 仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 17

第7章 土留め工の計画と施工

7.6 土留め工の施工・・・p.201

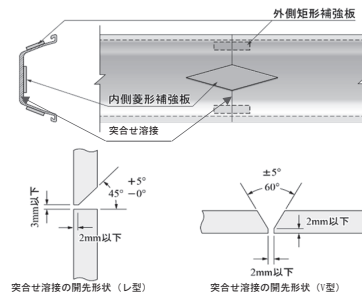
土留め壁の施工 施工機械（鋼杭、鋼矢板、鋼管矢板）

- ・河川橋梁下など → 特殊条件
- ・建込み長さに制限 → 矢板の分割数、継手の接合方法による施工性を考慮

【低空頭対応機種】



【鋼矢板の溶接継手の例】



※国際圧入学会，圧入工法設計・施工指針より

JSCE 仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 18

第7章 土留め工の計画と施工

7.6 土留め工の施工・・・p.201

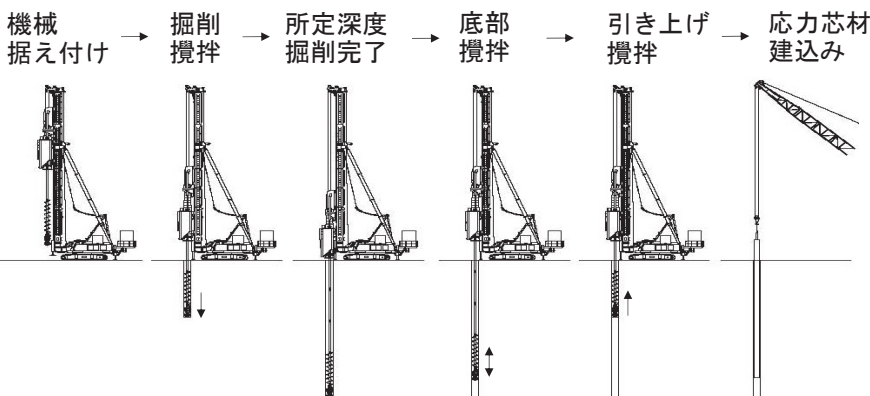
土留め壁の施工 施工順序（ソイルセメント地中連続壁）

- ・セメントミルクと地盤をオーガーで攪拌してソイルモルタルを作り
その中にH鋼を応力材として入れる方法

【多軸アースオーガー機】



※SMW協会，SMW工法カタログより



JSCE 仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 19

第7章 土留め工の計画と施工

7.6 土留め工の施工・・・p.201

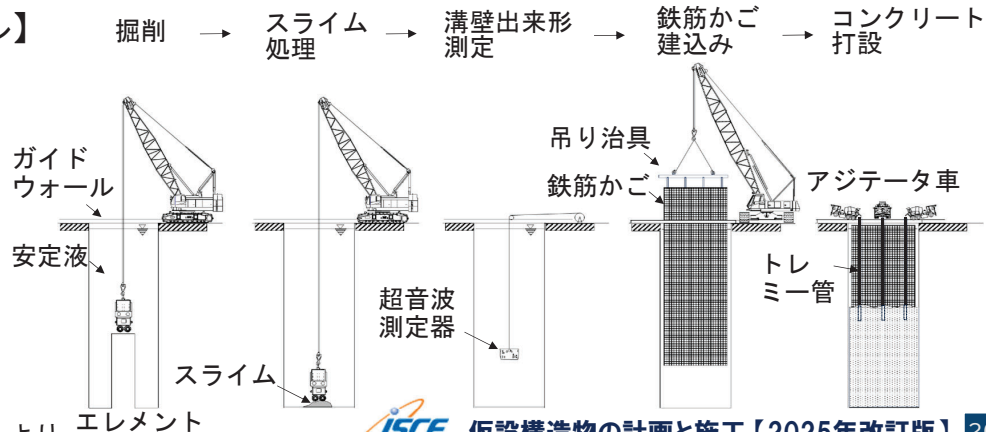
土留め壁の施工 施工順序（安定液を用いる地中連続壁）

- ・安定液で孔壁の崩壊を抑え掘削した溝の中に、地上で組んだ鉄筋かごを挿入し
最下部から水中コンクリートを流し込み地中でRC壁を構築する方法

【懸垂式クラムシェル】



※地中壁施工協会，Webサイトより



JSCE 仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 20

第7章 土留め工の計画と施工

後半の目次

- | | | |
|--|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. 概説 2. 事前調査 3. 土留め工の種類 4. 土留め工の選定 <li style="border: 1px solid blue;">5. 土留め工の設計 6. 土留め工の施工 | } | <ol style="list-style-type: none"> 5.1 土留め工の基本的知識 5.2 設計手順 5.3 設計条件の設定 5.4 外力の算定 5.5 根入れ長の検討 5.6 掘削底面の安定の検討 5.7 土留め壁部材の検討 5.8 支保工の検討 5.9 自立式土留めの設計 5.11 特殊な土留め |
|--|---|--|



第7章 土留め工の計画と施工

後半の概要

【今回の改訂ポイント】

- ・設計基準・指針の改定に伴い、内容を更新。
- ・土留め工の設計手法・本質は、近年大きな変化はない。

土留め工（≡仮設工）

安全性 ↔ 経済性

トレードオフ



設計・現場にかかわらず、**土留め設計の条件への理解は必須**。

本講義では、留意点・ポイントに絞ってお伝えします。



第7章 土留め工の計画と施工

5.0 設計条件の設定



計算手法・許容応力度などは**指針・基準によって異なる**

土木は学会/企業体ごとに設計指針がある

- ✓ 土木学会 : トンネル標準示方書開削工法編 (2016.8)
- ✓ 日本道路協会 : 道路土工-仮設構造物工指針 (1999.3)
- ✓ 鉄道総研 : 鉄道構造物等設計標準・同解説-トンネル・開削編 (2021.8)
- ✓ 各道路会社指針 (NEXCO、首都高、阪高など)

建築は、

- ✓ 日本建築学会 : 山留め設計施工指針 (2017)



仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 23

第7章 土留め工の計画と施工

5.1.2 設計上の要点

p.167



主な設計手法は**慣用法**と**弾塑性法**の2種類。

表 7.5.1 慣用法と弾塑性法の適用範囲

No.	規 準・指 針	制 定 時 期	適 用 範 囲	
			慣用法	弾塑性法
1	トンネル標準示方書 「開削工法編」	2016年8月	15m 程度以下 ※軟弱地盤でない場合	15m ～ 40m程度
2	道路土工 仮設構造物工指針	1999年3月	10m 以下	掘削深さ : 10m以上 ※変形量が必要な場合
3	鉄道標準 開削トンネル	2021年8月	15m 程度未満 ※軟弱地盤でない場合 ✓ 浅い・地盤が良い場合 ✓ 手計算でも計算可能	左記以外の場合 ✓ 深い・変形が必要な場合 ✓ 専用ソフトが必要



仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 24

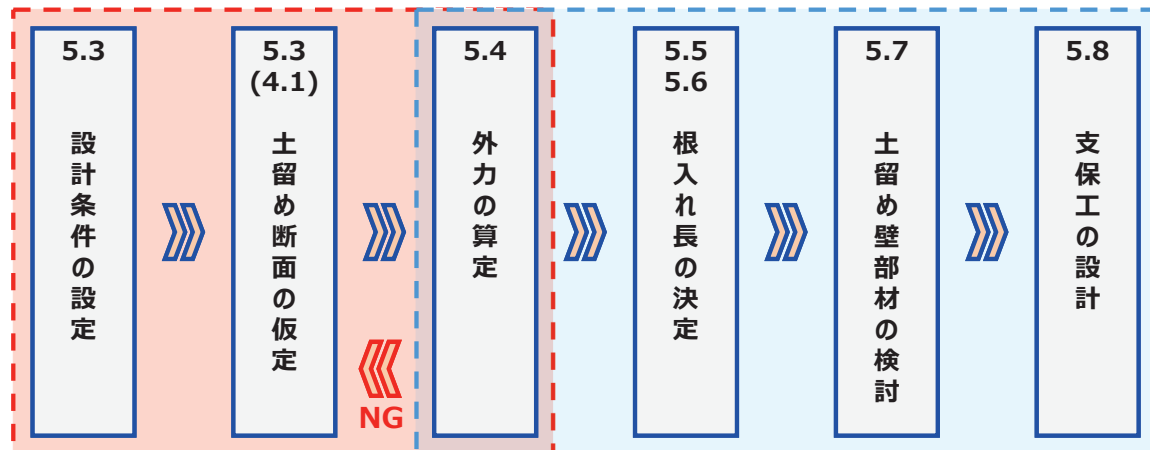
第7章 土留め工の計画と施工

5.2 設計手順

p.168-169



特に、**現地条件や施工条件の理解**は必須



✓ 主に現地条件や施工条件

✓ 計算で決まる

※詳細は、図 7.5.2 土留め工の設計フローを参照



仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 25

第7章 土留め工の計画と施工

5.3 設計条件の設定

p.170-174



施工条件は、**制約の中にも自由度がある**

地盤条件
(5.3.1)

- ✓ 土質定数 N 値、単体重量 γ 、粘着力 C 、内部摩擦角 ϕ 、変形係数 E
- ✓ 地下水位、水圧条件

施工条件
(5.3.2)

- ✓ 土留め壁の種類
- ✓ 支保工の形式
- ✓ 掘削形状・寸法
- ✓ 支保工位置
- ✓ 施工順序 など

荷重条件
(5.4 外力)

- ✓ 土圧
- ✓ 水圧
- ✓ 地表面の上載荷重（通常は 10kN/m^2 ）
- ✓ プレロード（プレストレス）

10kN/m²≒掘削残土50cm
→安易な仮置はしない



仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 26

第7章 土留め工の計画と施工

5.3.1 土質定数

p.170-171



- 💡 現地の土質試験結果から土質定数を設定することが基本
- 💡 簡易的に標準貫入試験のN値から土質定数を想定することもできる

設計精度は劣る

N値などをもとにした土質定数（道路土工の例）

- ✓ 内部摩擦角 $\phi = \sqrt{15N} + 15 \leq 45^\circ$ （ただし、 $N > 5$ ）

- ✓ 土の単位体積重量

(kN/m³)

土 質	密なもの	ゆるいもの
礫質土	20	18
砂質土	19	17
粘性土	18	14

- ✓ 粘性土の粘着力

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

条件が不明な場合
試験結果との参考比較

仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 27

第7章 土留め工の計画と施工

5.3.2 土留め工の諸元（4.1 土留め壁の選定） p.162



- 💡 土留め壁は、安全性・経済性・環境保全に配慮した形式を選定する。

使用条件 土留め壁の種類	地盤条件			規模				剛性・止水性		環 境			工期・工費	
	軟弱な地盤	砂礫地盤	地下水が高い地盤	浅い	深い	狭い	広い	壁の曲げ剛性	止水性	騒音・振動	周辺地盤の沈下	排水水の処理	工期	工費
親杭横矢板土留め壁	×	◎	×	◎	×	○	×	×	×	×	×	◎	◎	◎
鋼矢板土留め壁	◎	○	○	◎	×	◎	○	○	○	○	○	◎	◎	◎
鋼管矢板土留め壁	◎	○	○	×	◎	○	○	◎	◎	○	◎	◎	◎	×
ソイルセメント地中連続壁	◎	○	◎	○	○	○	○	○	◎	◎	○	○	◎	○
RC 地中連続壁	◎	○	◎	×	◎	×	◎	◎	◎	◎	◎	×	×	×

◎：有利 ○：普通 ×：不利

28

第7章 土留め工の計画と施工



5.3.2 土留め工の諸元

p.171-172

- 💡 土留め壁の**曲げ剛性 (EI)** は**変位量に影響**
- 💡 土留め壁の**断面性能 (Z)** は**土留めの応力度計算に必要**

土留め壁の種類		曲げ剛性 I (表7.5.5)	断面性能 Z (表7.5.6)
親杭横矢板土留め壁		形鋼の断面	
鋼 (鋼管) 矢板土留め壁	U形	継手拘束100%とした断面で得られる曲げ剛性の 45%	継手拘束100%とした断面で得られる断面係数の 60%
	Z, H形	矢板断面	
	鋼管矢板壁	鋼管断面	
地中連続壁	ソイルセメント	芯材のみ	
	安定液固化	芯材のみ	
	RC 造	コンクリート全断面の60%	鉄筋コンクリート矩形断面
	SRC 造	鋼製・コンクリート部材の累加曲げ剛性	鋼製・コンクリート部材の合成矩形断面

第7章 土留め工の計画と施工



5.3.2 土留め工の諸元

p.171-172

- 💡 土留め壁の**曲げ剛性 (EI)** は**変位量に影響**
- 💡 土留め壁の**断面性能 (Z)** は**土留めの応力度計算に必要**

土留め壁の種類		曲げ剛性 I (表7.5.5)	断面性能 Z (表7.5.6)
親杭横矢板土留め壁		形鋼の断面	
鋼 (鋼管) 矢板土留め壁	U形	継手拘束100%とした断面で得られる曲げ剛性の 45%	継手拘束100%とした断面で得られる断面係数の 60%
	Z, H形	矢板断面	
	鋼管矢板壁	鋼管断面	
地中連続壁	ソイルセメント	芯材のみ	
	安定液固化	芯材のみ	
	RC 造	コンクリート全断面の60%	鉄筋コンクリート矩形断面
	SRC 造	鋼製・コンクリート部材の累加曲げ剛性	鋼製・コンクリート部材の合成矩形断面

カタログ値と異なる

第7章 土留め工の計画と施工



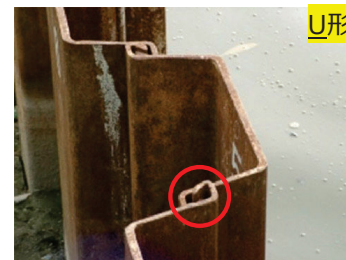
補足：鋼矢板の継手効率

最も普及しているU型鋼矢板は中立軸に継手がある。

- ✓ カタログ値は、継手のない連続体の断面剛性。
- ✓ 実際は継手部分でせん断ずれ（継手効率）を生じる



頭部50cm溶接等で継手の滑りを防止すると継手効率を80%にしてもよい※
※指針により解釈が異なるので注意が必要。



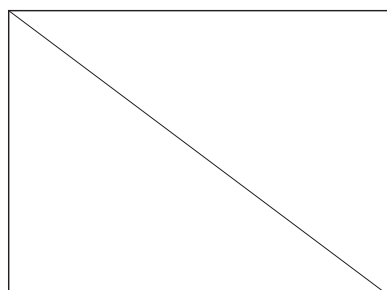
中立軸と継手位置が異なれば
せん断ズレは生じない

第7章 土留め工の計画と施工

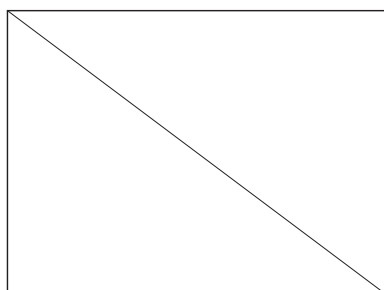


5.3.2 土留め工の諸元 （4.2 支保工形式） p.164

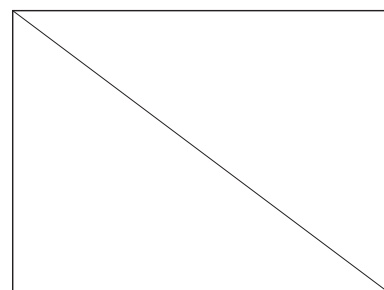
💡 土留め支保工は、経済性および目的に即した形式を選定する。



（1）鋼製支保工



（2）コンクリート床板
(逆巻き床板や均しconなど)



（3）グラウンドアンカー

第7章 土留め工の計画と施工

5.3.2 土留め工の諸元（支保工）

p.172



💡 土留め支保工は、**慣用法：単純支点**、**弾塑性法：ばね支点**とみなす

弾塑性法の場合

土留め支保工のばね定数の算出（式7.3 切梁を例に）

切梁剛性：大きい ⇨ ばね値 大

$$k_s = \alpha \frac{AE_s}{l} \frac{s}{2}$$

切梁ピッチ：広い ⇨ ばね値 小
切梁長さ：長い ⇨ ばね値 小

ここに、 k_s ：鋼製切梁の圧縮ばね定数（kN/m/m）

A ：断面積（m²）

E_s ：鋼製切梁ヤング係数（kN/m²）

l ：支保工長さ（m）

α ：緩みを表す係数（ $\alpha = 0.5 \sim 1.0$ ）

s ：切梁の水平間隔（m）



仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 33

第7章 土留め工の計画と施工

5.4 外力の算定

p.174-175



💡 水圧の取り扱いは要注意

$$\text{側圧} = \text{土圧} + \text{水圧}$$

※詳細は3章および各指針を参照

設計手法	土圧	水圧	
慣用法	見かけの土圧	三角形分布 (図7.5.3)	砂質土：土水分離
弾塑性法	理論土圧 (ランキン・レザールなど)	根入れ部の土層構成による (図7.5.4)	粘性土：土水一体

設計側圧 < 水圧
⇨ 最小側圧 = 水圧とする場合も

仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 34

第7章 土留め工の計画と施工



5.5 根入れ長の検討

p.176

💡 根入れ長を決める要素は主に5つ

- ✔ 側圧のつり合い (5.5)
- ✔ 掘削底面の安定 (5.6)
- ✔ 最小根入れ長
- ✔ 支持力 (覆工支持杭兼用、グラウンドアンカー形式の場合)
- ✔ 弾性領域率 (弾塑性法の場合)

第7章 土留め工の計画と施工

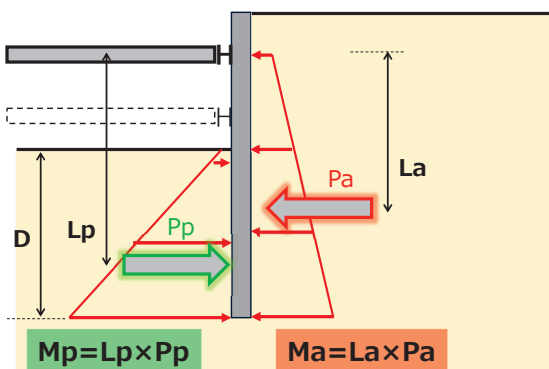


5.5 根入れ長の検討

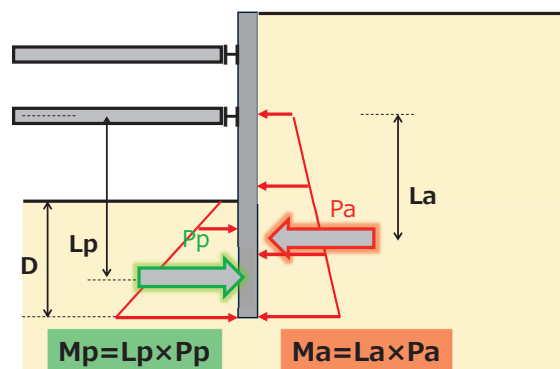
p.176-178

💡 根入れ長のつり合いは、掘削完了時と最下段設置前の2ケースチェック

最下段設置前



掘削完了時



- ✔ 転倒モーメント Ma と抵抗モーメント Mp がつり合い深さ $D \times 1.2$ 倍を根入れ長とする。

第7章 土留め工の計画と施工

5.6 掘削底面の安定の検討

p.178-183



掘削底面の安定が損なわれると**大事故につながるため要注意**

- ✓ ボイリング (5.6.1)
- ✓ 盤ぶくれ (5.6.2)
- ✓ ヒービング (5.6.3)
- ✓ パイピング
- ✓ リバウンド (5.6.4)

土留めの急激な崩壊

周辺地盤や構造物の変状
※第3章 4.6参照



仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 37

第7章 土留め工の計画と施工

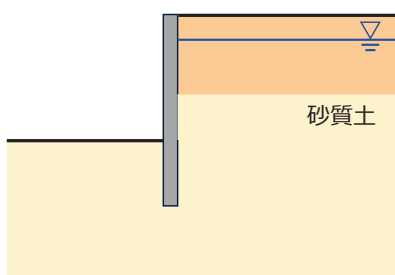
5.6.1 ボイリングに対する検討

p.178-180

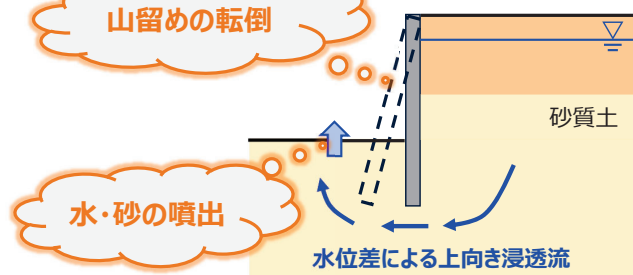


砂質土主体で地下水位が高い場合は、ボイリングの懸念あり

地盤の状態



現象



- ✓ 地下水位が高い
- ✓ 地下水の供給源が近い（河川・海など）
- ✓ 砂質地盤

浸透圧 > 土の有効重量となると…
掘削底面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



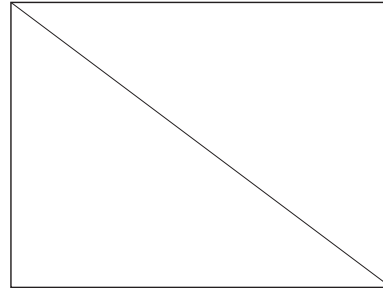
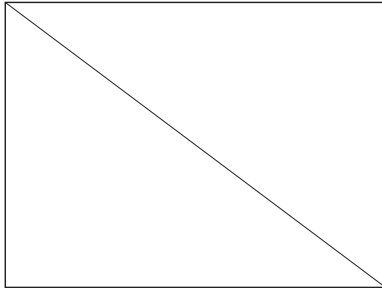
仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 38

第7章 土留め工の計画と施工



補足：ボイリングの予兆

💡 **砂の輪**が発生したらボイリング要注意



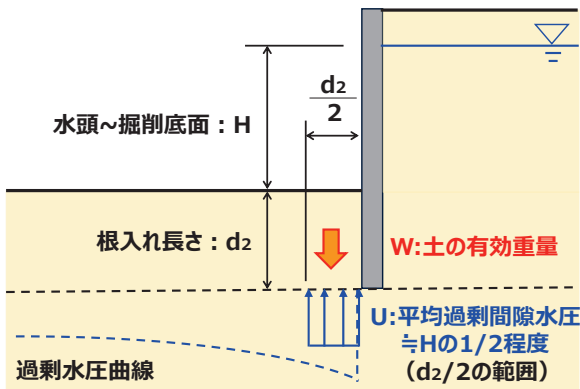
第7章 土留め工の計画と施工



5.6.1 ボイリングに対する検討

p.178-180

💡 ボイリングの安全率は**テルツァギの方法**が一般的。



$$\text{安全率 } F_s = \frac{\text{土の有効重量 } W = \gamma' \times d_2}{\text{平均間隙水圧 } U \approx H/2 \times \gamma_w}$$

- ✓ 安全率は指針により異なる（1.2～1.5程度）
- ✓ 土留めの掘削幅や形状による補正を考慮する
場合が多い。



第7章 土留め工の計画と施工

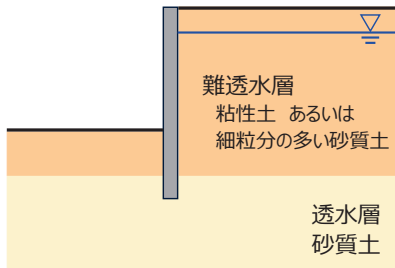
5.6.2 盤ぶくれに対する検討

p.180-181

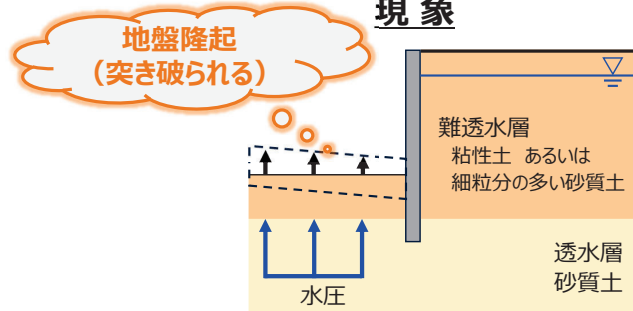


(被圧) 水位が高く、床付けが難透水層の場合は盤ぶくれの懸念あり

地盤の状態



現象



- ✓ 掘削底面が難透水層・透水層の順で構成
- ✓ 透水層の水圧（被圧）が大きい

上向きの水圧 > 上方の重量
掘削底面が浮き上がり、
最終的に**ボイリング状の破壊に至る**

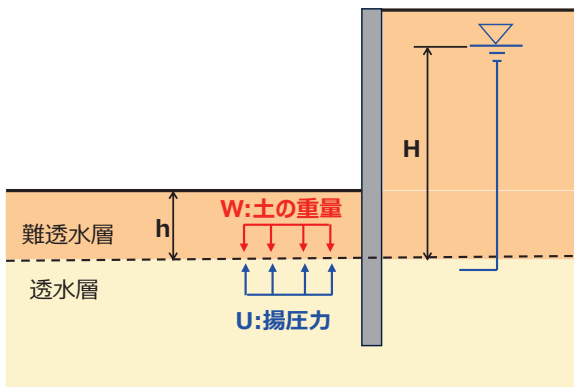
第7章 土留め工の計画と施工

5.6.2 盤ぶくれに対する検討

p.180-181



盤ぶくれは**重量バランス法**が一般的



$$\text{安全率 } F_s = \frac{\text{土の重量 } W = \gamma_t \times h}{\text{揚圧力 } U = \gamma_w \times H}$$

- ✓ 安全率は1.1程度
- ✓ 杭まわりの摩擦や地盤のせん断抵抗を考慮する場合もある

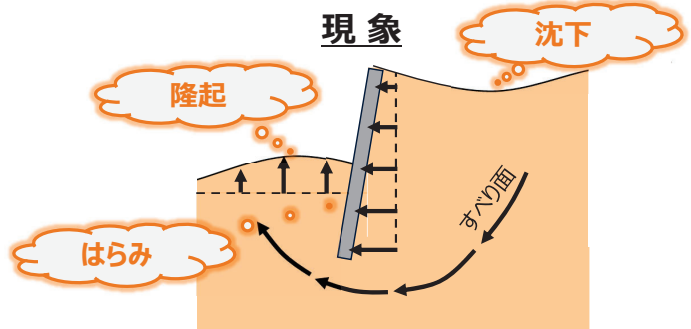
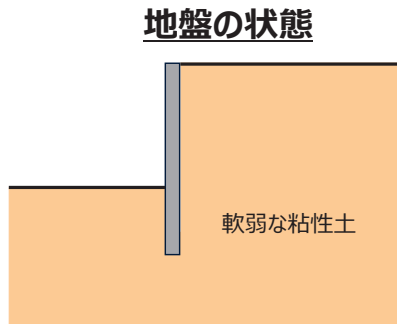
第7章 土留め工の計画と施工

5.6.3 ヒービングに対する検討

p.182-183



掘削底面が軟弱な沖積粘性土の場合はヒービングの懸念あり



- ✓ 掘削底面が軟弱な粘性土（主に沖積層）
- ✓ 含水比が高い粘性土が厚く堆積

掘削底面の隆起 ▶ 土留めのはらみだし
▶ 土留め背面の沈下 ▶ **土留めの崩壊**



仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 43

第7章 土留め工の計画と施工

5.6.3 ヒービングに対する検討

p.182-183

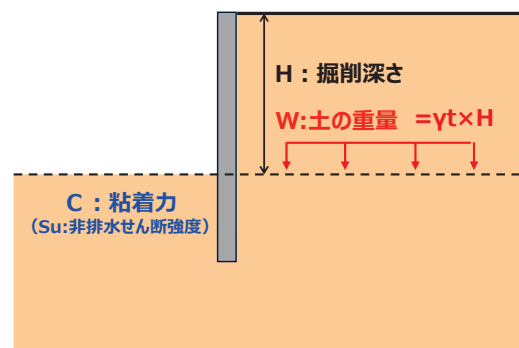


ヒービングの検討ステップは2段階。まずは①安定係数をチェック

①安定係数 $N_b = \frac{\text{土留めの背面重量 } \gamma_t \times H}{\text{掘削底面の粘着力 } S_u (=C)}$

表7.5.11 安定数 N_b の判定基準

Nbの値	掘削底面に生じる現象
< 3.14	影響は小さい
3.14~5.14	底面が膨れ上がる。（要検討）
5.14 <	極限に達し、掘削底部が破壊する



詳細はp.183 表7.5.12を参照



仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 44

第7章 土留め工の計画と施工



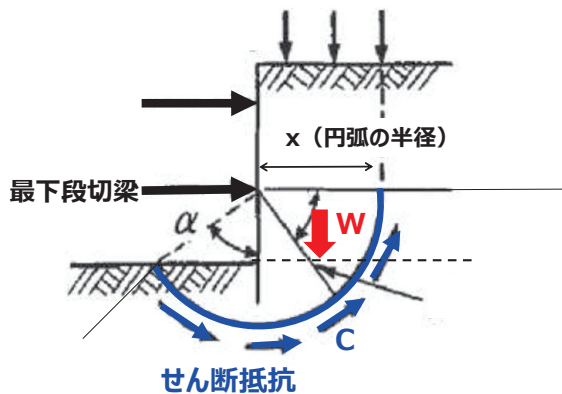
5.6.3 ヒービングに対する検討

p.182-183

💡 安定係数が小さい ($Nb < 3.14$) のとき②モーメントのつり合いで検討

例) 切梁式

最下段切梁を中心としたすべりの検討



$$F = \frac{M_r}{M_a}$$

安全率

M_r : 地盤のせん断抵抗モーメント

M_a : 背面地盤による滑動モーメント

$$= \frac{x \int_0^{\pi+\alpha} c (x' d\theta)}{W \cdot \frac{x}{2}}$$

詳細はp.183 表7.5.12を参照

JSCE 仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 45

第7章 土留め工の計画と施工



5.6 掘削底面の安定

ボーリング対策

- ✓ 土留め壁の根入りを伸ばす
- ✓ 地下水位低下工法 (ディープウェル・ウェルポイント)

周辺の沈下には
要注意

盤ぶくれ防止対策

- ✓ 土留め壁根入りを安全率が確保できる不透水層まで伸ばす
- ✓ 被圧帯水層の地下水位低下 (ディープウェル)
- ✓ 薬液注入工などで、人工的に不透水層を造成

ヒービング対策

- ✓ 土留め壁の根入りを伸ばす
- ✓ 掘削底面を地盤改良

JSCE 仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 46

第7章 土留め工の計画と施工

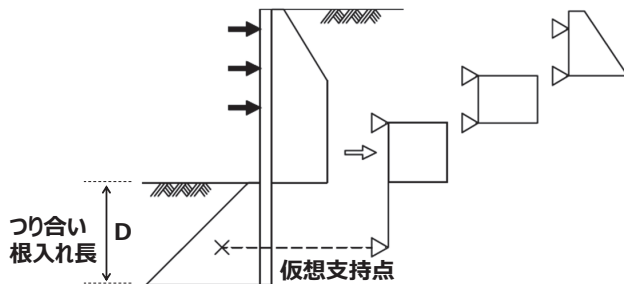
5.7 土留め壁部材の検討

p.184-188



主な設計手法は**慣用法**と**弾塑性法**の2種類。

慣用法



✓ 切梁と仮想支持点を支点とする単純梁

✓ 手計算が可能

※詳細は表7.5.13 (p185) を参照



仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 47

第7章 土留め工の計画と施工

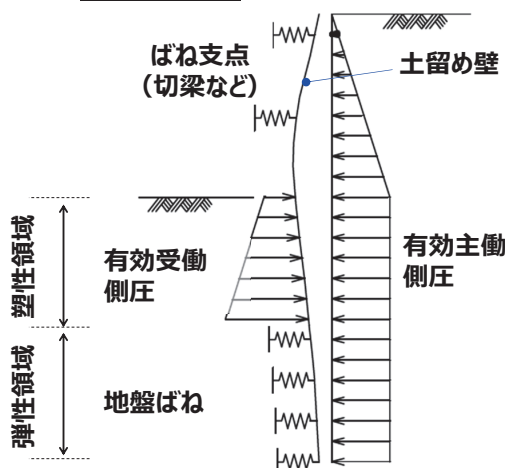
5.7 土留め壁部材の検討

p.184-188



主な設計手法は**慣用法**と**弾塑性法**の2種類。

弾塑性法



✓ 切梁をばね支点、地盤を分布ばね

✓ ばね支点で詳細な変形計算が可能

✓ 施工ステップを反映（逐次解析）

※詳細は図7.5.10 (p186) を参照

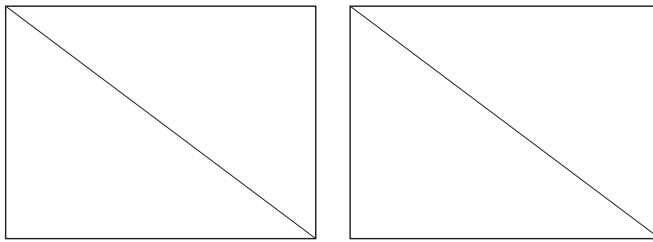


仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 48

第7章 土留め工の計画と施工

5.8 支保工の検討

p.188-196



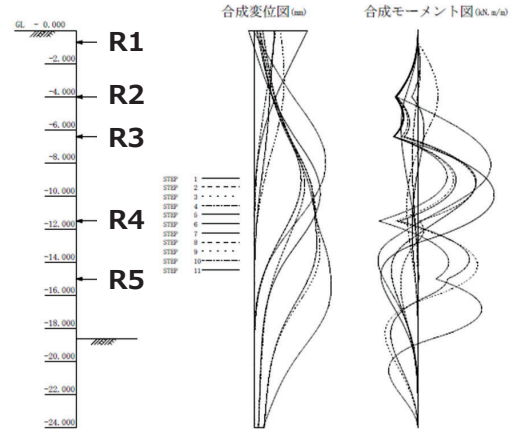
腹起しの設計
(5.8.1)

切梁の設計
(5.8.2)

グラウンドアンカーの設計
(5.8.3)

土留め計算電算例

R : 支保工反力 (kN/m)



支保工反力Rを使用して支保工設計を実施

JSCE 仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 49

第7章 土留め工の計画と施工

5.8.1 腹起しの設計

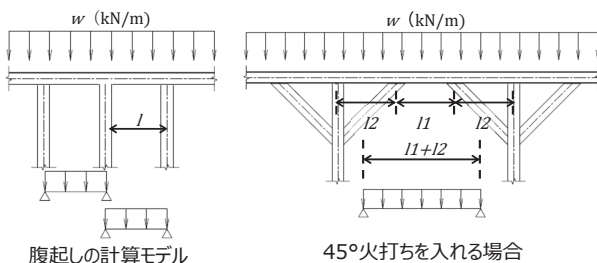
p.188-189



☀️ 腹起しは、支保工の種類や部位によって考慮する断面力が異なる

☑️ 水平曲げモーメント

すべての腹起しで考慮

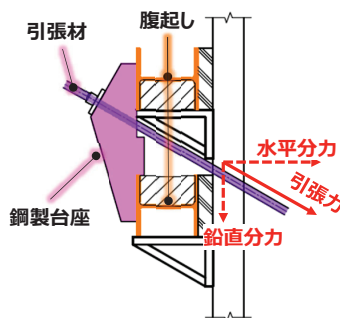


単純梁の場合 $M_{max} = \frac{1}{8}wl^2$, $S_{max} = \frac{1}{2}wl$

連続梁の場合 $M_{max} = \frac{1}{10}wl^2$, $S_{max} = \frac{1}{2}wl$

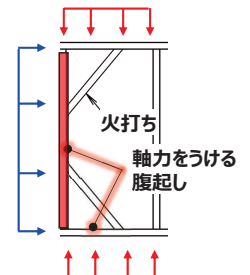
☑️ 鉛直曲げモーメント

グラウンドアンカー
斜梁など



☑️ 軸力

端部の腹起し
(切梁を兼ねる)



腹起し (赤)
水平曲げM : 青 側圧による
軸力N : 赤 側圧による

JSCE 仮設構造物の計画と施工【2025年改訂版】 50

第7章 土留め工の計画と施工

5.8.2 切梁の設計

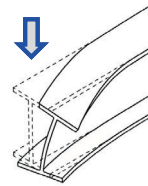
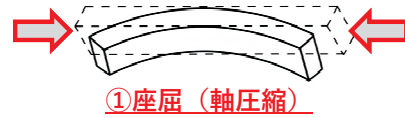
p.190



💡 切梁の照査は、軸圧縮と鉛直曲げモーメントの安定照査

切梁の照査式

$$\frac{\sigma_c}{\sigma_{caz}} + \frac{\sigma_{bcy}}{\sigma_{bagy} \left(1 - \frac{\sigma_c}{0.8\sigma_{eay}}\right)} \leq 1.0$$



（鉛直曲げモーメントによる）

第7章 土留め工の計画と施工

5.8.2 切梁の設計

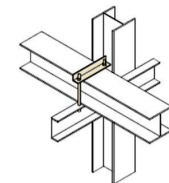
p.191



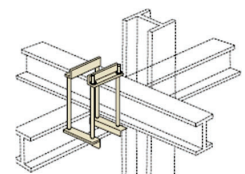
💡 切梁の座屈長は拘束度で異なる（鉛直・水平どちらも注意が必要）

表 7.5.16 切梁水平方向座屈長を抜粋 /: 切梁固定部材間の距離

切梁固定部材	平面	断面	座屈長
腹起し 中間杭			l
腹起し 直交切梁			$1.5l$
腹起し 水平継材			$2.5l$



①浮き上がり防止材



②直交切梁の交叉金物

（株式会社エムオーテック HPを参照）

拘束度によって
座屈長の取り方が異なる

第7章 土留め工の計画と施工

最後に

本日の説明では網羅できなかった
内容も本書内に多数記載しています。

5.8.3 グラウンドアンカーの設計 (p192)

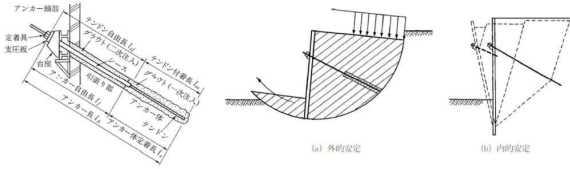


図7.5.17
グラウンドアンカー各部の名称

図7.5.19 安定概念図

5.9 自立式土留め (p196)

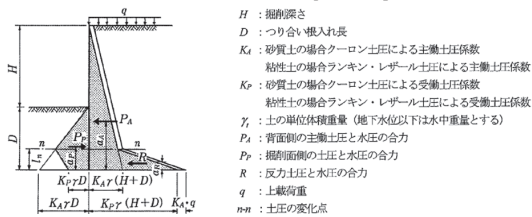


表7.5.21 自立式土留めの計算方法 (抜粋)

5.11 特殊な土留め (p199)

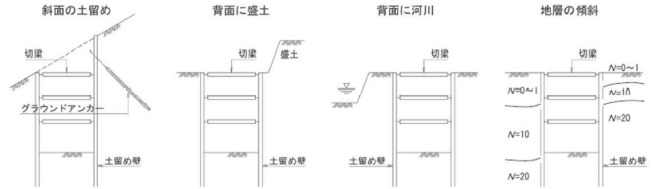


図7.5.20 偏土圧が作用する土留め

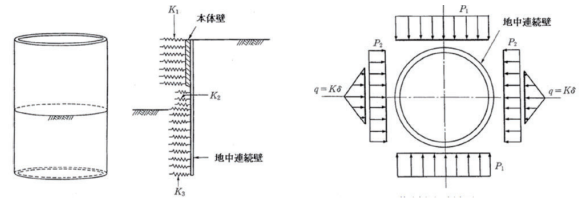


図7.5.22 深い円形立坑の弾塑性解析



第7章 土留め工の計画と施工

以上

