

第5章 土留工・仮締切工

第5章 土留工・仮締切工

5.1 概 説	3-5-1
5.1.1 適用範囲	3-5-1
5.2 設計計画	3-5-2
5.2.1 基本方針	3-5-2
5.2.2 構造形式の選定	3-5-5
5.3 設計一般	3-5-7
5.3.1 設計の基本	3-5-7
5.4 材 料	3-5-8
5.4.1 一 般	3-5-8
5.5 土留めH形鋼杭の縦継ぎ標準図	3-5-9
5.6 そ の 他	3-5-11
5.6.1 PS山止め工法	3-5-11

第5章 土留工・仮締切工

5.1 概 説

5.1.1 適用範囲

本基準は橋梁下部工、擁壁工、函渠工の開削工事における標準的な土留工の計画・設計に適用する。また、主として河川区域内及び海岸保全区域内で施工する工事の仮締切工の計画・設計にも適用する。

【解 説】

土留工の適用範囲は、掘削深さ30m程度以浅とする。

本基準で扱う標準的な一重の鋼矢板及び親杭横矢板による土留工は、固い粘土層や砂質地盤では、掘削深さが3～10m程度で、沖積層の軟弱地盤の場合には、3～8m程度である。軟弱な粘土地盤における土留工においては、ヒービングが生じ、掘削側の粘土地盤が内側に押され、土留壁構造が大きく変位することもあるので、掘削深さが大きい場合には、特別の注意を要する。

掘削深さが10mを超える大規模な土留工の場合、弾塑性解析を適用し検討する必要がある。解析方法については、道路土工指針「仮設構造物工指針」を参照されたい。

近年、騒音・振動の対策工法として、種々の工法が開発されてきており、柱列式中連続壁、泥水固化式中連続等の土留工法は、その工法及び種類によって原理、特性が異なるので、各工法の使用機械、使用条件(適用地盤、環境対策、作業限界)及び壁体の品質(精度、止水性等)について運用事例をもとにその特徴をよく検討して用いるものとする。

土留工に用いるアンカー工の設計では、道路工事設計施工要領におけるグラウンドアンカー工の基準を運用するものとする。

仮締切工は、水中に用いられ水圧及び土圧に抵抗させるものであるが、河川堤防に係わる仮締切については、「仮締切堤設置基準(案)」によるものとする。

仮設構造物の内、路面覆工および仮栈橋については、道路土工指針「仮設構造物工指針」を参照されたい。

本基準に定められていない事項については下記の指針等に準ずるものとする。

- ・道路橋示方書「I 共通編 IV 下部構造編」…………… 日本道路協会
- ・道路土工「仮設構造物工指針」…………… 日本道路協会
- ・建設工事公衆災害防止対策要綱…………… 建設省
- ・土木工事安全施工技術指針…………… 国土交通省
- ・土木工事 仮設計画ガイドブック(I)(II)…………… 全日本建設技術協会
- ・仮設構造物の計画と施工…………… 土木学会
- ・労働安全衛生規則…………… 厚生労働省

5.2 設計計画

5.2.1 基本方針

土留工の設備計画にあたっては、調査結果を踏まえて、原則として以下の事項について検討を行うものとする。

仮締切工の計画と設計にあたっては、(1)土留め工に関する検討事項に加えて、(2) 1) 2)の事項についても事前調査及び検討を行うものとする。

- (1) 土留め工に関する検討事項
 - 1) 地盤条件等に関する検討
 - 2) 周辺構造物に関する検討
 - 3) 地下埋設物に関する検討
 - 4) 環境保全に関する検討
 - 5) 施工方法の検討
 - 6) 計測項目及び計測方法の検討

- (2) 仮締切工に関する検討事項
 - 1) 施工時期と期間に関する検討
 - 2) 気象条件、水位等に関する検討
 - 3) 河川堤防にかかる仮締切の検討

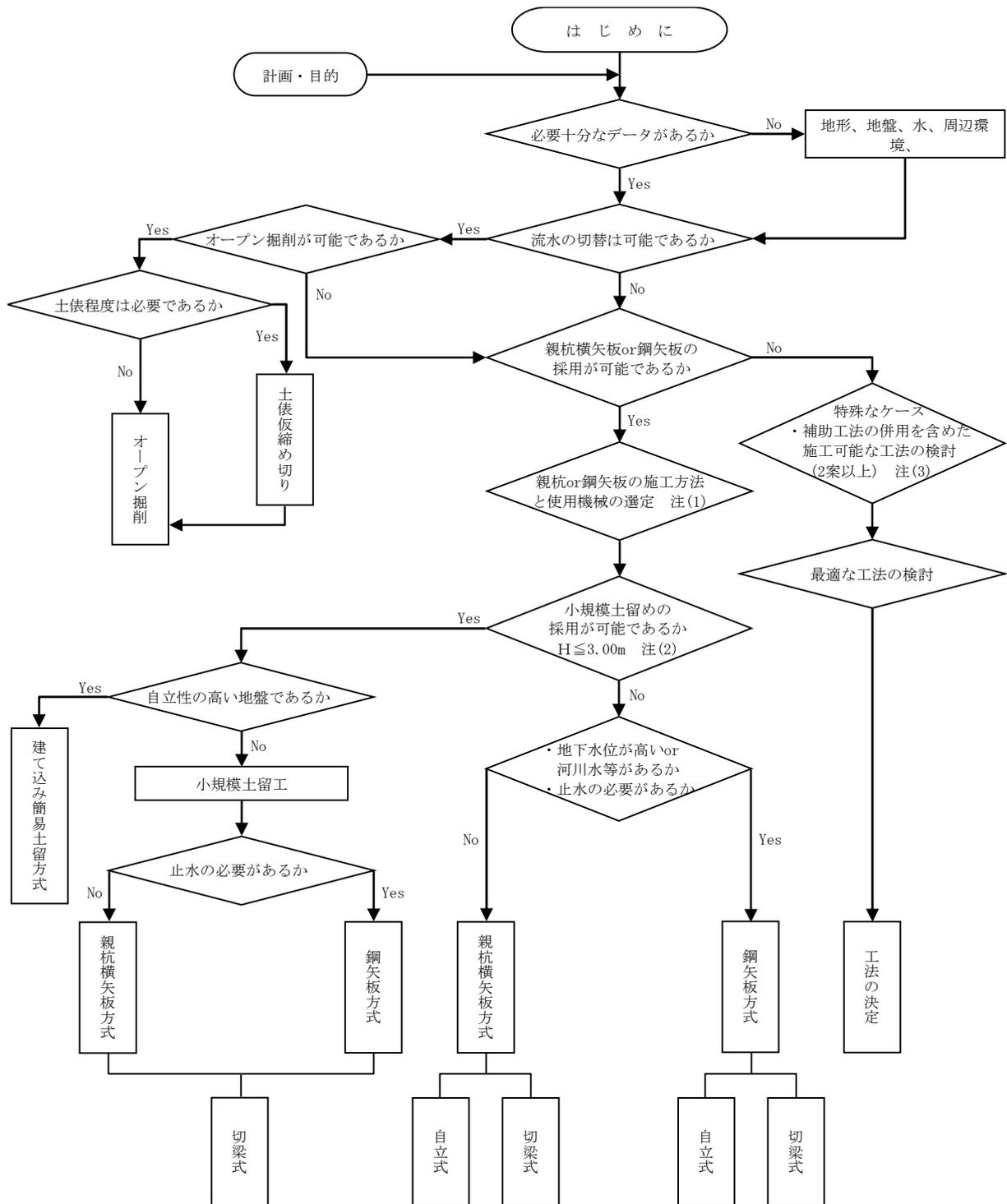


図5.2.1 土留工・仮締め切りの計画フロー

- 注1) 親杭や鋼矢板の打設機械及び特徴は、表5.2.1に示す。施工条件、地盤条件、環境条件等を考慮して、経済性、安全性に優れる工法を選定しなければならない。
- 注2) 小規模土留め工の採用条件は、道路土工「仮設構造物工指針」を参照とする。設計の簡略化を目的とした「参考資料-6 小規模土留めの設計図表」がある。
- 注3) 被圧地下水の存在や、軟弱地盤の場合、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。このような場合、本章の表5.2.3の補助工法の採用を検討する。

表5.2.1 親杭および鋼矢板の施工法と主な使用機械

施工法	本体機/釣込み機	打設機械	穿孔機	その他の機械	工法の特徴
打撃工法	クローラ式杭打ち機	ドロップハンマ	—	ハンマキャップ	打撃エネルギーが小さいため長尺杭や硬質地盤は、適さない。
		ディーゼルハンマ	—	〃	騒音・振動が大きく、由煙が飛散するため、採用事例が減少。
	クローラ式クレーン	パーカッション式ハンマ	—	杭先端の洗浄機能として水ジェットを併用する。	岩盤等の硬質地盤における施工に適し、バイプロハンマ並に施工能率が高い。騒音・振動が発生する。
振動工法	クローラ式クレーン	バイプロハンマ	—	硬質地盤の施工には、切削機能として水ジェットを併用する場合がある。	施工能率が高く、経済的な施工が可能。騒音は、比較的小さいが、振動が大きい。振動を低減する高周波タイプがある。
	油圧ショベル	バイプロハンマ	—	—	油圧ショベルのアームにアタッチメント式バイプロハンマを取付ける。ベースマシンの油圧を利用するため、機動性と経済性に有利。
プレボーリング工法	クローラ式杭打ち機	(建込み)	アースオーガ	最終打撃の場合には、ドロップハンマ等が使用される。	粘着力の高い粘性土層やφ10cm以上の玉石を含む砂礫層では、掘進不能や穿孔が困難となる。削孔部に杭挿入後は、空隙処理が必要である。
アースオーガ併用圧入工法	クローラ式杭打ち機	油圧ジャッキ等	アースオーガ	補助機械としてエアコンプレッサーを使用する場合もある。	同上
油圧圧入工法	圧入専用機	油圧ジャッキ等	—	建込み用の補助クレーンが必要となる。地盤によっては、水ジェットを併用する場合もある。	騒音・振動が極めて小さく、市街地や住宅地における施工に適している。機械自重や先行圧入した鋼矢板の引抜き抵抗を圧入反力とするため、施工能力に限界がある。桁下や狭隘地でも施工可能な圧入専用機もある。
	圧入・オーガ連動専用機	油圧ジャッキ等	一体専用オーガ	建込み用の補助クレーンが必要となる。	玉石、レキ等を含む通常の圧入が困難な硬質地盤への圧入が可能である。オーガは、圧入補助のための最小削孔のみ。

5.2.2 構造形式の選定

土留工・仮締切工の構造形式は 5.2.1基本方針 の調査検討結果に基づき、安全性、経済性等を考慮して選定するものとする。使用する支保工材の特徴を解説に示す。

【解 説】

・支保工材料の特徴

支保工材の特徴を参考として表5.2.2に示す。また、補助的な工法として地下水位低下などがあるがその目的と効果等については表5.2.3に示す。

表5.2.2 支保工材の特徴

種 類	適用の条件	長所および短所	
切 ば り	木 製	<ul style="list-style-type: none"> ・小規模な掘削で作用する軸力が小さい場合 	<ul style="list-style-type: none"> ・現場加工が容易で取扱いも簡単である。 ・材質の均一性に乏しく、過大な断面を使用することとなる。 ・長期的に使用する場合、切口部を補強しておく必要がある。
	鋼 製	<ul style="list-style-type: none"> ・掘削規模が大きく、大きい軸力の作用する場合 	<ul style="list-style-type: none"> ・加工、架構とも比較的容易で、転用性がある。 ・コンクリートの場合と比較して遊びが大きく、これが土留め壁の変形を大きく支配する。 ・プレストレスを入れやすい。
	鉄筋 コンクリート	<ul style="list-style-type: none"> ・剛性の大きなものを必要とする場合 ・掘削の平面形状が不規則な場合 ・面積が大きく、鋼製切ばりの安定性と全体の安全性向上を目的とする補強を行う場合 	<ul style="list-style-type: none"> ・断面、形状に制約を受けず、鋼製に比べて遊びが少ない。 ・硬化収縮のため、土留め壁の変形が大きい。 ・若材令で荷重をうけることとなるので、予想以上に変形が大きい。 ・オーバーカットが少ない。 ・撤去等に工期・工費がかかる。
グラウンドアンカー	<ul style="list-style-type: none"> ・掘削幅が広く、アンカー定着のための良好な地層が浅い位置にある場合 ・地下水位が低い、施工時に地下水と土砂の逆流のない土質 ・平面形状が複雑、または地表面の傾斜などで偏荷重をうける場合 ・本体施工の立上がり高さを制約されたくない構造物 ・掘削断面内に障害物があり、切梁が貫通できない場合 	<ul style="list-style-type: none"> ・掘削の完了をまって短時間のうちに支持点が作製でき、プレストレスを導入することが容易。 ・掘削内部の空間が開放されており、掘削・本体施工の施工性が良い。 ・現場技術の依存度が高く、品質にむらが生じやすい。 ・砂質土地盤で地下水位の高い所では、削孔中に地下水、土砂の流出が生じ、極端な場合、地表面が陥没する。 ・土留め壁の外側にアンカーが出るので、用地の手当が必要なことが多い。 	
タイロッド	<ul style="list-style-type: none"> ・比較的良質な地盤で浅い掘削に適し、自立式土留では変位が大きくなる場合 	<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。 ・アンカー式土留より経済的である。 ・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。 	

表5.2.3 補助工法の目的と効果

種 類	目 的	効 果
地下水位低下工法	地下水位の低下	<ul style="list-style-type: none"> ・側圧(水圧)の軽減 ・地下水および土砂の流出防止による土留め面の安定 ・揚水圧による盤膨れ防止 ・掘削盤の強度低下防止による作業能率の向上
薬液注入工法	地盤強度の増加	<ul style="list-style-type: none"> ・構造物の沈下防止 ・土留め面の安定 ・ヒービング防止
	止水性の増加	<ul style="list-style-type: none"> ・遮水壁の形成によって周辺地盤の地下水位低下防止 ・地下水の流入防止とこれによる土留め面の安定 ・パイピング・ボイリング防止
	地盤変状の防止	<ul style="list-style-type: none"> ・間隙水との置換による地盤沈下防止 ・先行圧密による地盤沈下防止 ・空洞填充
深層混合処理工法	地盤強度の増加	<ul style="list-style-type: none"> ・構造物の沈下防止 ・土留め面の安定 ・ヒービング防止
	止水性の増加	<ul style="list-style-type: none"> ・地下水の流入防止とこれによる土留め面の安定 ・パイピング・ボイリング防止
生石灰杭工法	地盤強度の増加	<ul style="list-style-type: none"> ・施工時の杭貫入排土と膨張圧による圧密改良、これに伴う地盤沈下防止 ・土留め面の安定 ・ヒービング防止
	杭 効 果	・複合地盤として、土のせん断強度増加
	間隙水の脱水	・作業能率の向上
凍結工法	地盤強度の増加	・凍土による壁、盤の形成による土留めの代替
	止水性の増加	・地下水の流入防止

5.3 設計一般

5.3.1 設計の基本

土留工・仮締切工の設計にあたっては、地盤条件、施工条件および周辺環境条件等を考慮し、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。

施工の各段階における地盤の安定、土留め各部の応力状態や変位および周辺の地盤状態等の周辺環境への影響についても検討しなければならない。

【解説】

土留、仮締切工の工法選択後の基本的な設計フローを図5.3.1で示す。

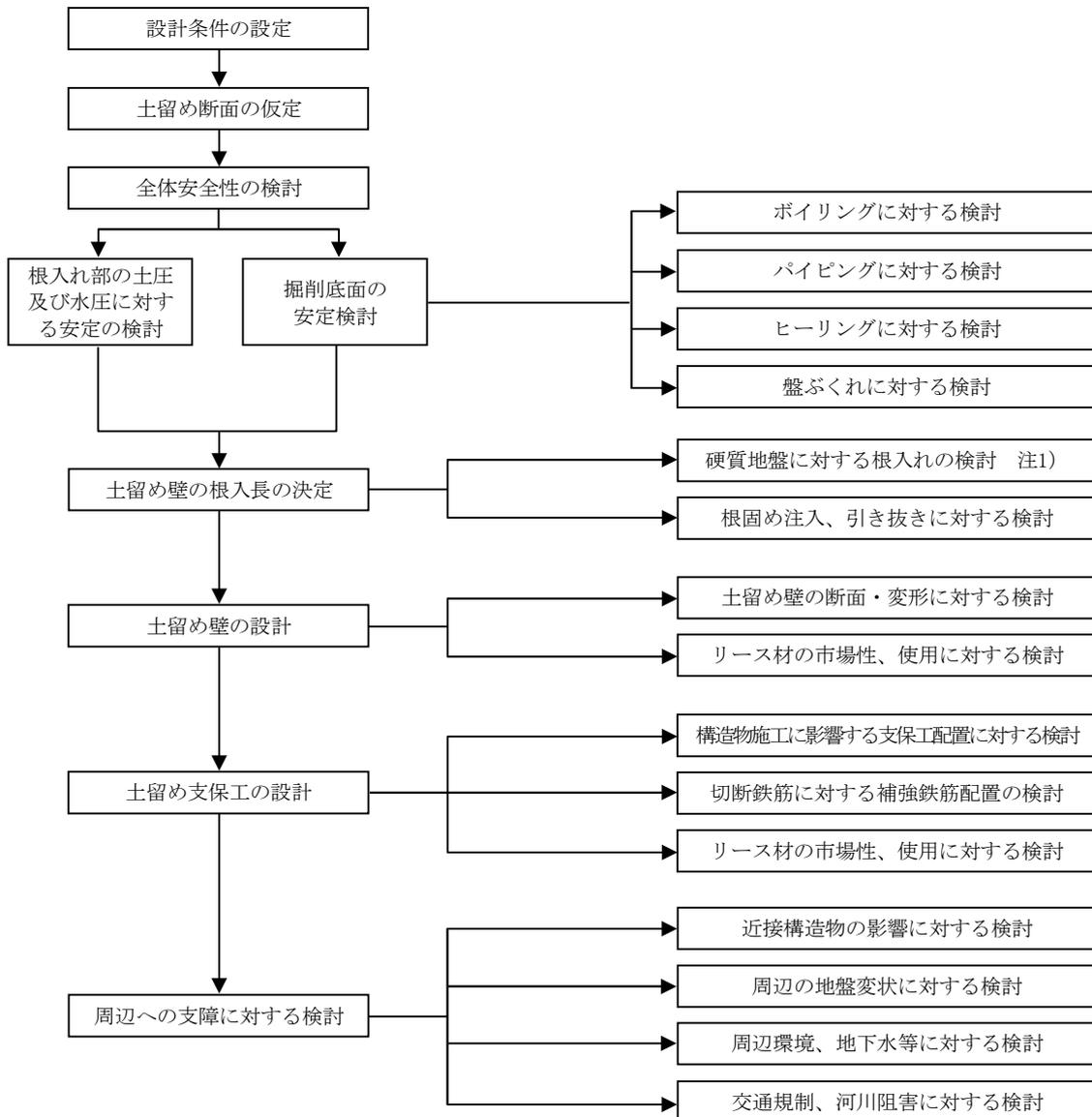


図5.3.1 土留め・仮締切工の設計フロー

注1) 非常に硬質な地盤が根入れ部に存在し、「道路土工 仮設構造物指針」にある最小根入れ長を確保することが困難な場合はこれらによらなくてもよいものとする。
ただし、根入れ部分の地盤のせん断破壊等に対する安全性について照査する必要がある。

5.4 材 料

5.4.1 一 般

仮設構造物に用いる材料は著しい損傷がなく市場性のある入手容易なものを使用する。

【解 説】

(1) 腹起し、切梁

腹起し、切梁の最小部材はH-300×300とする。腹起しの継手間隔は6m以上とし、多段切ばりの場合は、上下段でならない千鳥配置とする。

(2) 鋼矢板

重要な仮設工事に用いる鋼矢板は、Ⅲ型以上を標準とする。

(3) 小規模土留めに用いる材料

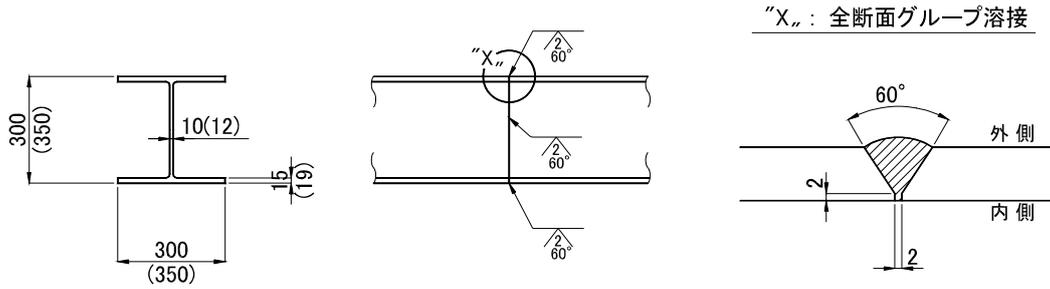
土留壁にはH型钢、鋼矢板、軽量鋼矢板を用いることを標準とする。最小部材は、施工上の問題、打設時の貫入抵抗、市場性等から、親杭横矢板壁ではH-150×150、鋼矢板壁では、Ⅱ型以上とする。軽量鋼矢板に関しても、Ⅲ型以上のものを使用する。

5.5 土留めH形鋼杭の縦継ぎ標準図

図5.5.1、図5.5.2、図5.5.3に、H形鋼杭の継手部の標準を示す。

1) H形鋼杭の工場継手

300H (350H)



400H

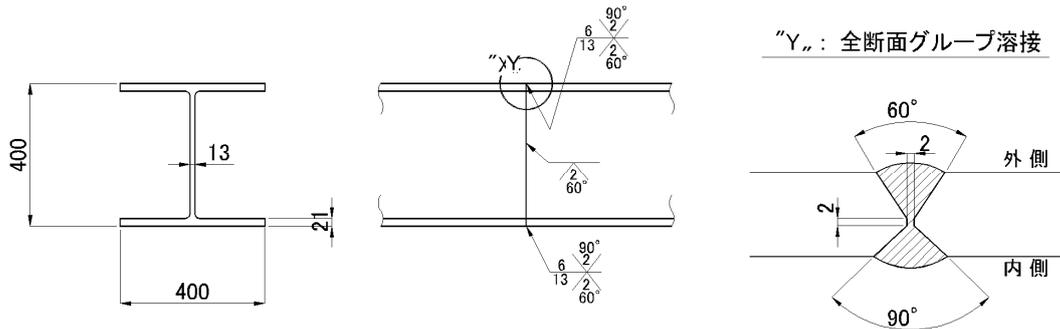


図5.5.1 H形鋼杭の工場継手 (参考図)

2) H形鋼杭の現場継手

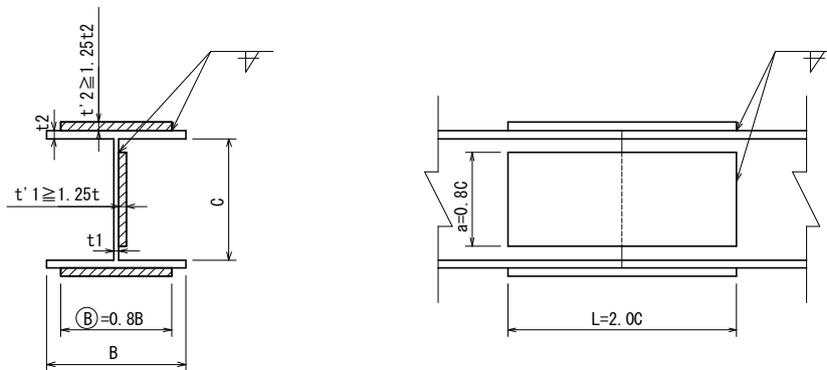


図5.5.2 H形鋼杭の現場継手 (参考図)

3) H形鋼杭のボルト継手

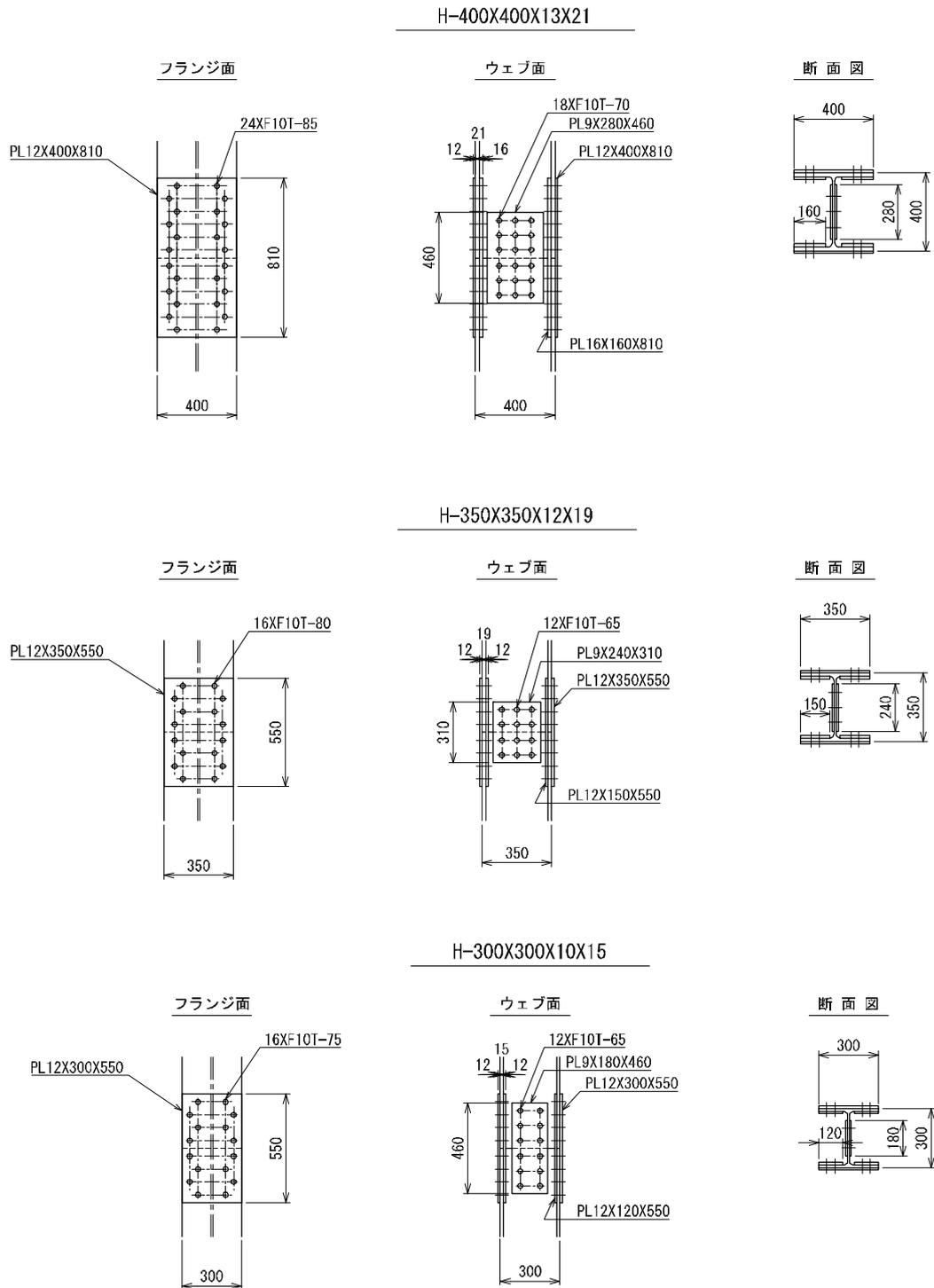


図5.5.3 H形鋼杭の現場継手

【解説】

H形鋼の1ロッドの最大長は障害物等の施工条件や輸送条件に制約が無い場合15mを標準とする。
 添接版の形状やボルト本数は構造計算によって決定すること。

5.6 その他

5.6.1 PS山止め工法

PS山止め工法とは、一般的な切り梁式土留め工の腹起し材の耐力増強を図り、切り梁材の省略もしくは、切梁間隔を大幅にとばすことを可能とする工法である。

【解 説】

腹起し材の耐力増強は、腹起し材の中央部分に同断面またはランクの下のH形鋼を重ね梁状に重ね合せ、相接するフランジをボルト接合し合成する。重ね梁としたH型鋼の両端部にプレストレスケーブル（以下PSケーブル）の定着具をボルト固定し、これにPSケーブルを挿入配置する。このPSケーブルに引張力を与え、この合成した腹起し材にプレレストモーメントを導入して土圧に抵抗する耐力を高めるものである。

切梁やその中間杭が省略されるため、以下の利点がある。

- ・ 高能率的な機械掘削が可能である。
- ・ 躯体構造物の型枠工事、コンクリート工事の能率を高める。
- ・ 切梁と交錯する配置鉄筋の処置がないため、施工性に有利である。

以上から、工期短縮を優先する場合には有利な工法である。

また、柱やたて壁の付け根付近に切梁を設置する場合は、その交錯部の主鉄筋を切断し補強鉄筋で処置する方法を避け、PS山止め工法によって切梁を省略することが望ましい。

ただし、軟弱地盤における土留工、仮締切工にPS山止め工法を採用する場合は、変位量に十分注意した検討が必要である。

この工法の基本構造と作用モーメント図を下に示す。

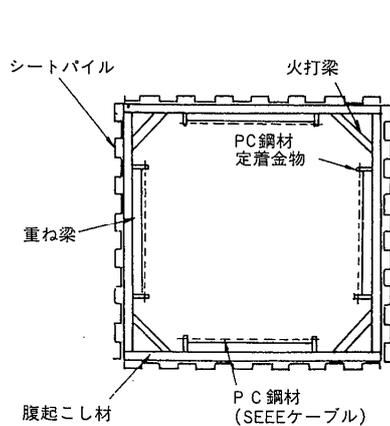


図5.6.1 基本構造図

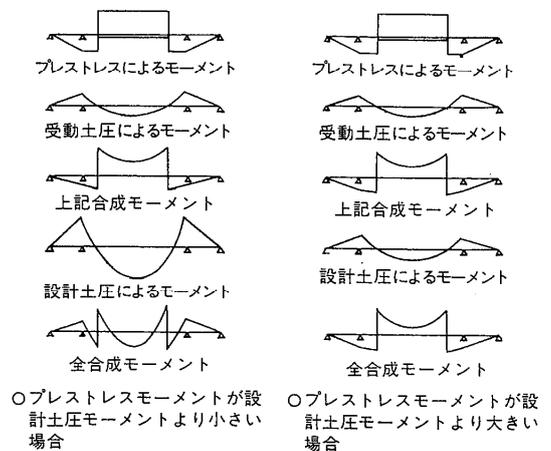
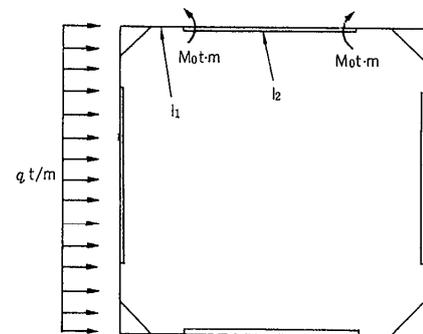


図5.6.2 作用モーメント図

