

SB ウォール工法 設計・施工マニュアル

令和6年11月版

SB ウォール工法研究会

目次

1 総説	1
1.1 SB ウォール工法の定義.....	1
1.2 SB ウォール工法の適用範囲.....	1
2 SB ウォール工法の品質	2
2.1 内部材.....	2
2.1.1 現地土砂の適応性評価方法.....	2
2.1.2 現地土砂の適応性判断時の土砂採取方法.....	3
2.1.3 目標強度.....	6
2.1.4 単位体積重量.....	7
2.1.5 材料.....	7
2.1.6 配合設計.....	9
2.1.7 材料試験.....	14
2.1.8 六価クロムの溶出試験.....	14
2.2 上流外部保護材（鋼材）.....	15
2.2.1 鋼材の品質.....	15
2.2.2 部材構成.....	15
2.2.3 壁面材（軽量鋼矢板）の仕様.....	16
2.3 下流外部保護材.....	18
2.3.1 コンクリートの品質.....	18
2.3.2 部材構成.....	18
2.3.3 壁面材（コンクリートブロック）の仕様.....	19
3 設計	21
3.1 設計の考え方.....	21
3.2 内部材の単位体積重量の検討.....	22
3.3 本体の設計.....	24
3.3.1 基本構造.....	24
3.3.2 外部保護材の選定.....	26
3.3.3 断面形状.....	26
3.4 基礎の設計.....	33

3.5 袖の設計（内部破壊に対する構造検討）	37
3.6 前庭保護工の設計	41
3.7 付属物の設計.....	42
3.7.1 間詰め（埋戻し）	42
3.7.2 水抜き暗渠.....	43
3.8 外部保護材の設計（配置・割付）	44
4 施工	46
4.1 SBウォール工法の施工概要.....	46
4.2 使用する施工機材	47
4.3 試験施工	48
4.4 内部材の施工計画	50
4.4.1 土砂のストックヤード，内部材混合ヤードの設置.....	51
4.4.2 内部材の製造方法の検討	54
4.4.3 内部材の製造手順.....	59
4.4.4 内部材の運搬.....	66
4.4.5 敷均し.....	67
4.4.6 締固め.....	68
4.4.7 養生	70
4.4.8 打継目処理.....	70
4.4.9 降雨時の対応.....	73
4.4.10 天端保護コンクリート，水通しコンクリート.....	73
4.5 外部保護材の施工詳細	75
4.5.1 外部保護材と内部の施工手順.....	75
4.5.2 外部保護材の保管および仮置き	76
4.5.3 基礎均しコンクリート工	77
4.5.4 上流外部保護材（鋼板）の施工.....	78
4.5.5 下流外部保護材（コンクリートブロック）の施工.....	88

1 総説

1.1 SBウォール工法の定義

SBウォール工法は、INSEM工法（IN-situ Stabilized Excavation Materials）およびL.U.C.工法（Low paste concrete by Using Crusher-run）で内部材を構築し、鋼板およびコンクリートブロックを外部保護材とする複合構造形式の砂防堰堤である。

【解説】

SBウォール（Steel wall or Concrete Block wall）工法は、INSEM工法およびL.U.C.工法¹により構築した堤体内部材を上下流の外部保護材（上流壁面材は軽量鋼矢板などの鋼板、下流壁面材はコンクリートブロック）で保護することにより、土石流対策堰堤、砂防堰堤などに要求される耐摩耗性、耐衝撃性、耐久性および景観性を向上させ、現地発生土砂の有効活用による建設環境の向上および設計施工の合理化を図ろうとするものである。

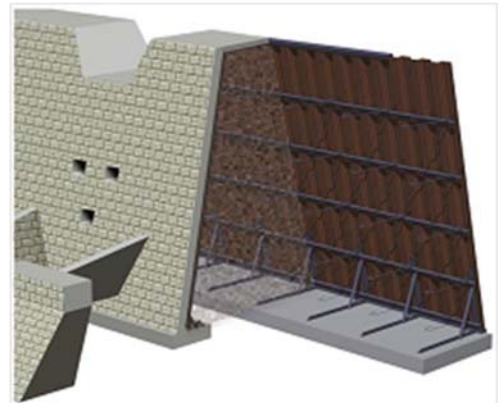


図- 1.1SBウォール工法 概念図

1.2 SBウォール工法の適用範囲

SBウォール工法による適用範囲は、原則として掃流区域あるいは土石流区域の高さ15m未満の砂防堰堤とする。

¹ L.U.C.工法とは、JISで規格されたクラッシュラン（C-40）を主材料として、INSEM工法同様にSBウォール工法の内部材とする工法で、INSEM工法と異なり、配合試験を省略する事が可能である。なお、使用材料に再生クラッシュランを使用する場合は、配合試験が必要である。

2 SBウォール工法の品質

2.1 内部材

2.1.1 現地土砂の適応性評価方法

現地発生土砂をSBウォール工法の内部材としての活用する場合、土砂の適応性評価について、SBウォール工法研究会が提供する「土砂の適応性判断に関する資料および各種試験」などを用いて適切に評価する。

【解説】

SBウォール工法において、主要な構成部位である内部材の品質は、構造上重要であるため、その材料となる土砂の適応性評価は適切に行う必要がある。

なお、事前に現地土砂の評価を行う場合は、図-2.1に示すSBウォール工法適応性判断に関する資料などを活用し、適切に行うことが望ましい。

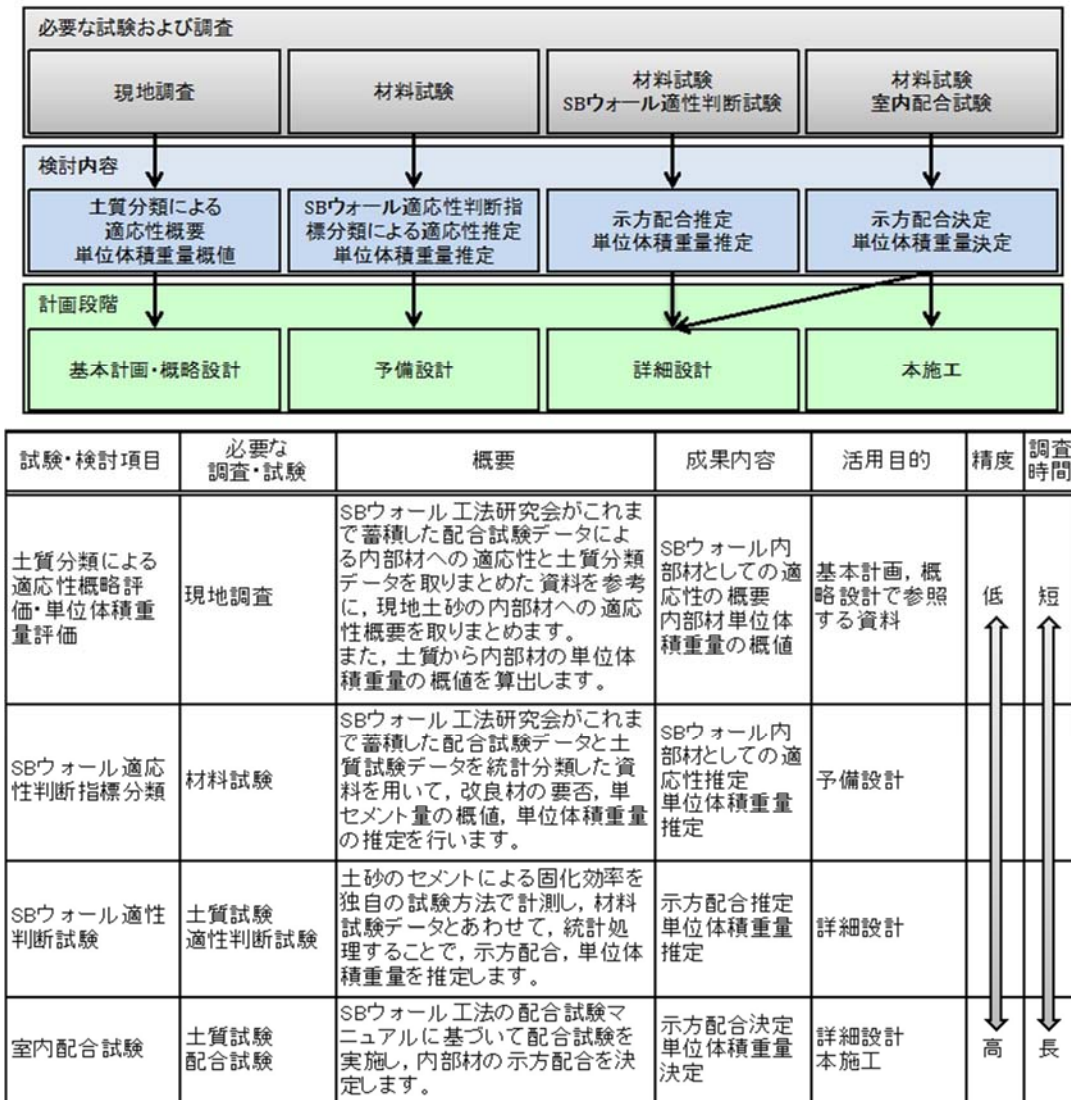


図- 2.1 SBウォール工法、現地土砂の適応性判断に関する資料および各種試験

2.1.2 現地土砂の適応性判断時の土砂採取方法

SBウォール工法における適性判断試験では、材料試験にて得られた土砂の物性値及び有機不純物の有無による土質性状による確認や、固化効率試験での σ_7 日強度から、SBウォール工法研究会の有する過去の実績データを用いて回帰分析し、単位セメント量と単位体積重量の推定を実施する。これは示方配合を決定する配合試験とは異なり、簡易的にINSEM材としての適応性確認のため、主に設計段階で実施する試験である。

試験に使用する土砂は、砂防ソイルセメントの材料として実施工段階に使用する土砂を想定し、現地にて土砂性状などについて確認した上で適切な採取場所を選定し実施する。

【解説】

INSEM材として適応性が高い現地発生土砂は、一般的に砂礫系の土砂で粘土・シルト分や有機成分が少ない土砂である。有機成分が多く含まれる場合、セメントの水和反応が阻害され強度発現に支障をきたす可能性が高い。

有機成分は表層土、腐植土や土石流堆積物などの細粒分に混入されることが多く、一般的には細粒分含有率が高いほど、有機成分が混入しやすい傾向にある。

常時流水が少ない箇所や土砂が滞留しているような箇所では、粘土・シルトの細粒分が多くなる傾向がある。また、植生が繁茂している箇所では細粒分からなる表土層が存在する。

その一方で常時流水が豊富な河道部においては、流水により細粒分が流出し良質の現地発生土砂を得ることが可能となる傾向がある。

したがって、土砂の採取にあたっては、「砂防ソイルセメント施工便覧平成28年版P.30」を参考に、表土層を取り除くなど砂防ソイルセメントの材料として用いる土砂を想定した上で採取することが必要である。

計画地点における地質調査結果が得られている場合、柱状図や地質想定図から土砂採取位置を検討した上で土砂採取を行うことが有効である。また、試掘が可能であれば、目視により分類が異なると判断される土層区分において、それぞれの土質区分の土砂における活用の可能性の一つの判断指標とすることも可能である。

なお、適性判断試験を実施する対象土砂は、設計成果に基づいて工事で発生すると想定される土砂をサンプリングした土砂であるが、本施工時に使用する土砂と相違する可能性が考えられるため、土砂採取の実施地点を明確にし、施工段階の参考資料として図-2.2 図-2.3の様に採取状況を整理することが望ましい。

土砂採取箇所全景



土砂採取地点①



掘削地点：①河道部。現地盤より表層を取り除いた地点より下層。

目視評価：細粒分が多く、粘性土に近いと判断される。

触手評価：土を握った間隔では湿り気がやや高く、土がこびりつく感覚である。

図- 2.2 【参考 1】 現地土砂の採取状況

土砂採取地点②



掘削地点：②右岸側。現地盤より表層を取り除いた地点より下層。
目視評価：細粒分は多いが、河道部に比べて粘性が低い。大きな礫は確認できない。
触手評価：土を握った間隔ではざらつきがある感触である。

土砂採取地点③



掘削地点：③左岸側。現地盤より表層を取り除いた地点下層
目視評価：草の根が多く高有機質土が予想される。黒っぽい土である。
触手評価：土を握った間隔では湿り気がやや高く、サラサラと軽い感触である。

図- 2.3 【参考 2】 現地土砂の採取状況

表- 2.1 土質分類による適応性概略評価時の単位体積重量概値

内部材の種類	内部材材料	土質	単位体積重量 (kN/m ³)	摘要
INSEM 材	現地発生土砂(100%)	砂礫	19.60	材料試験・配合試験を実施している場合は、試験結果から得られた値を使用する。
		その他（特殊土砂は除く）	18.60	
	改良材混合	礫質材料改良	18.60	
L.U.C.材	クラッシュラン（C-40）	JIS A 5001	19.60	

INSEM-SB ウォール工法 （建設技術審査証明（砂防技術）第 0503 号 NETIS : CG-050010-V）

LUC-SB ウォール工法 （建設技術審査証明（砂防技術）第 0202 号 NETIS : CB-020051-A）

※全国的なソイルセメント堰堤の普及により、様々な土質の現地発生土砂が活用されているが、現地発生土砂の土質性状によっては単位体積重量が軽い土砂も存在する。単位体積重量の軽い土砂を用いると、上記表- 2.1 に示した単位体積重量 18.60kN/m³や 19.60kN/m³を満足しないことが考えられ、そのような場合には単位体積重量を満足する改良材混合割合の検討を考慮する。

なお、上述した単位体積重量値は必須ではなく現場に応じた設定値を使用可能である。

2.1.3 目標強度

SB ウォール工法の内部材に要求される品質は、明瞭な剛体の性状を有するとともに、堤体内に発生する最大圧縮応力に抵抗できる強度とする。

【解説】

SB ウォール工法の内部材の目標強度は、堤体内に発生する最大圧縮応力に抵抗できる強度を満足するだけでなく、剛体としての性状、つまり水和反応を要する強度領域であることが求められる。ここで言う明瞭な水和反応を要する強度領域とは、コンクリートと同様に、長期的な強度増加が見込まれる強度領域のことを言う。

これまでの事例から、 σ_{28} の目標強度が 3.0 N/mm² 以上であれば、長期的な強度増加が得られることが確認されている。

これは、平成 28 年に発刊された砂防ソイルセメント施工便覧に記されるコンクリートの強度特性に該当する。

なお、堤体内に発生する最大圧縮応力に抵抗できる強度は、次式で求める。

堤体内に発生する最大圧縮応力に抵抗できる強度

$$= \text{最大圧縮応力} (\sigma_{\max}) \times \text{安全率} (n)$$

$$n=4.0 \text{ (砂防ソイルセメント施工便覧 平成 28 年版)}$$

堤体内に発生する最大圧縮応力から求めた目標強度が 3.0N/mm²を上回る場合は、計算値を目標強度とする。（本マニュアル 3.3.3(4)参照）

なお、圧縮試験は、JIS A 1108「コンクリートの圧縮強度試験方法」に準ずる。

2.1.4 単位体積重量

内部材の単位体積重量は室内配合試験によって確かめられた値の95%~100%を目安に設定する。

【解説】

内部材の単位体積重量は、堤体の安定性を評価する上で重要である。

これまでの実績から、SBウォール工法の内部材の設計単位体積重量は、室内配合試験で確認した単位体積重量の95%の値を適用することで、ほぼバラツキの下限值が設計単位体積重量を上回ることが確認されている。

一方、基礎の置き換え工などにより、堤体の重量に上制限がある場合は、95%の設計単位体積重量を適用すると、その評価は危険側となる。

このため、内部材の単位体積重量の設定は、95%~100%の幅をもたせ、それぞれ評価する上で安全側となる設定値を用いることとする。

なお、内部材の材料としてクラッシュランを用いるL.U.C.材は、堤体の上限重量に制限がない場合、堤体の安定性評価に用いる設計単位体積重量を $\gamma = 19.6 \text{ kN/m}^3$ としてもよい。

2.1.5 材料

(1) セメント

SBウォール工法に使用するセメントは高炉セメントB種（JIS R 5211）を標準とするが、他種類のセメントや固化材の使用を制限するものではない。

【解説】

使用するセメントは長期強度に優れ、六価クロムの溶出が少ない高炉セメントを標準としているが、土砂の性状や、施工条件などに応じて、それぞれの条件に適した種類のセメントや固化材を使用しても良い。

(2) 内部材材料

SB ウォール工法の内部材に用いる材料は、現地土砂、現地礫のクラッシュ材、クラッシュランなど、内部材としての要求品質を満足する材料とする。

なお、JIS A 5001 の規格を満足するクラッシュランなどを内部材の材料として使用する場合は、適応性評価や配合試験を省略し、SB ウォール工法研究会の LUC-SB ウォール工法示方配合を適用することができる。

【解説】

近年、SB ウォール工法の内部材に使用する土砂は、現地土砂 100%にこだわることなく、現地土砂の SB ウォール工法への活用計画量に対して不足する場合や、粘性土など使用材料の性状などによって要求品質（強度、締固め性状）が得られない場合など、現地礫の破砕材や、クラッシュランなどの礫質材料を補完材として混合するなど、柔軟に対応する事が一般的となっている。

また、これまで表土など、セメント水和反応を阻害する有機成分が含まれている土砂は、セメントによる固化が難しいとして、除外していたが、近年、製鋼スラグなどの改良材や有機質土砂対応のセメント系固化材がこれらの土砂に有効である事が確認され、有機質土砂を砂防ソイルセメント材料として活用した事例も増えている。

このように、SB ウォール工法の内部材に使用できる土砂の適用範囲は広がってきており、現地土砂の活用検討においては、従来の「現地の土砂が SB ウォール工法の内部材材料として活用できるか、できないか」から、現地土砂の活用を前提とした「現地土砂の活用度を優先するか、コストを重視するか」に変わるなど、現場の施設計画条件を反映した計画が可能になっている。

一方、JIS A 5001 の規格を満足したクラッシュランを SB ウォール工法の内部材材料として使用する場合は、SB ウォール工法研究会に、材料のミルシート、LUC 工法許諾依頼書を提出することで、適応性評価や室内配合試験を省略して、研究会が発行する「LUC-SB ウォール工法示方配合」を使用することが出来る。その際の単位セメント量は、 100kg/m^3 を標準とする。ただし、設計含水比や購入土の変化率を事前に設定する場合は、室内配合試験（単位セメント 1 ケース、3 含水比）を実施することが望ましく、その性状を試験施工時に確認する。また、再生クラッシュランを使用する場合は同様の室内配合試験を必ず実施して示方配合を決定しなければならない。

なお、骨材の最大寸法については、敷均し層厚の 1/2 程度以下とし、使用する機械、施工方法を考慮して適切に設定する。

(3) 水

水は通常の河川水を使用してよい。ただし、酸、塩類、有機不純物質など、内部材の凝結や強度発現に悪影響を及ぼし、鋼材を腐食させるような物質を多量（有害量）に含んでいる河川水については使用しない。

【解説】

内部材に使用する水は内部材の固化・硬化を妨げるものであってはならない。河川水などを使用する場合は、事前に水質試験（JIS A 5308 附属書 9 又は、JSCE-B101）を行い、セメント水和反応を妨げることを確認する。

2.1.6 配合設計

(1) 示方配合の概念

SB ウォール工法の内部材の示方配合は、混合前の土砂の目標含水比と、締固めた土砂 1.0m³に混合するセメント重量を示したものを言う。

【解説】

本来、示方配合とは、内部材（INSEM 材、L.U.C.材）1.0m³を構成する土砂量、セメント量、水量である。

一方、SB ウォール工法の内部材は、コンクリートのような水密性はなく、コンクリートと比べて、空隙が多いため、セメントや水を添加してもその容積はほとんど変化しない。さらに、現地土砂のバラツキを勘案すれば、これらの容積変化は誤差の範疇といえる。

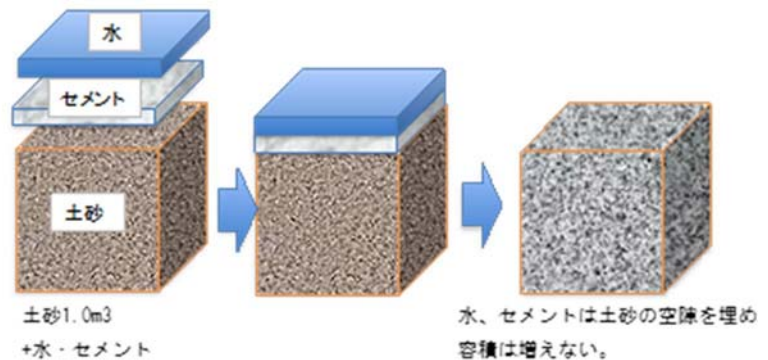


図-2.4 SB ウォール工法の示方配合概念図

また、SB ウォール工法の内部材材料となる土砂は砂礫質の骨材だけでなく、土成分も含まれることから、コンクリート配合のような表乾状態の設定が困難であり、単位水量という概念は適さない。このため、その示方配合表記は混合前の土砂含水比とする方が理解しやすい。

これらのことをふまえ、SB ウォール工法の内部材の示方配合は、以下のとおりとする。

<SBウォール工法の内部材 1.0m³の示方配合概念>

- ◆ 土砂量
 - 締固めた土砂 1.0m³
- ◆ 設計含水比
 - 土砂の混合前含水比
- ◆ 単位セメント量
 - 締固めた土砂 1.0m³に添加するセメント重量
- ◆ 土砂容積変化率（現場で容積換算するための測定）
 - 締固め前の土砂容積と締固め後の容積の変化率

(2) 示方配合検討手順

内部材の示方配合は、目標とする品質（配合強度・締固め性状）を満足するよう適切な手順で実施する。

標準的な示方配合決定の手順を以下に示す。

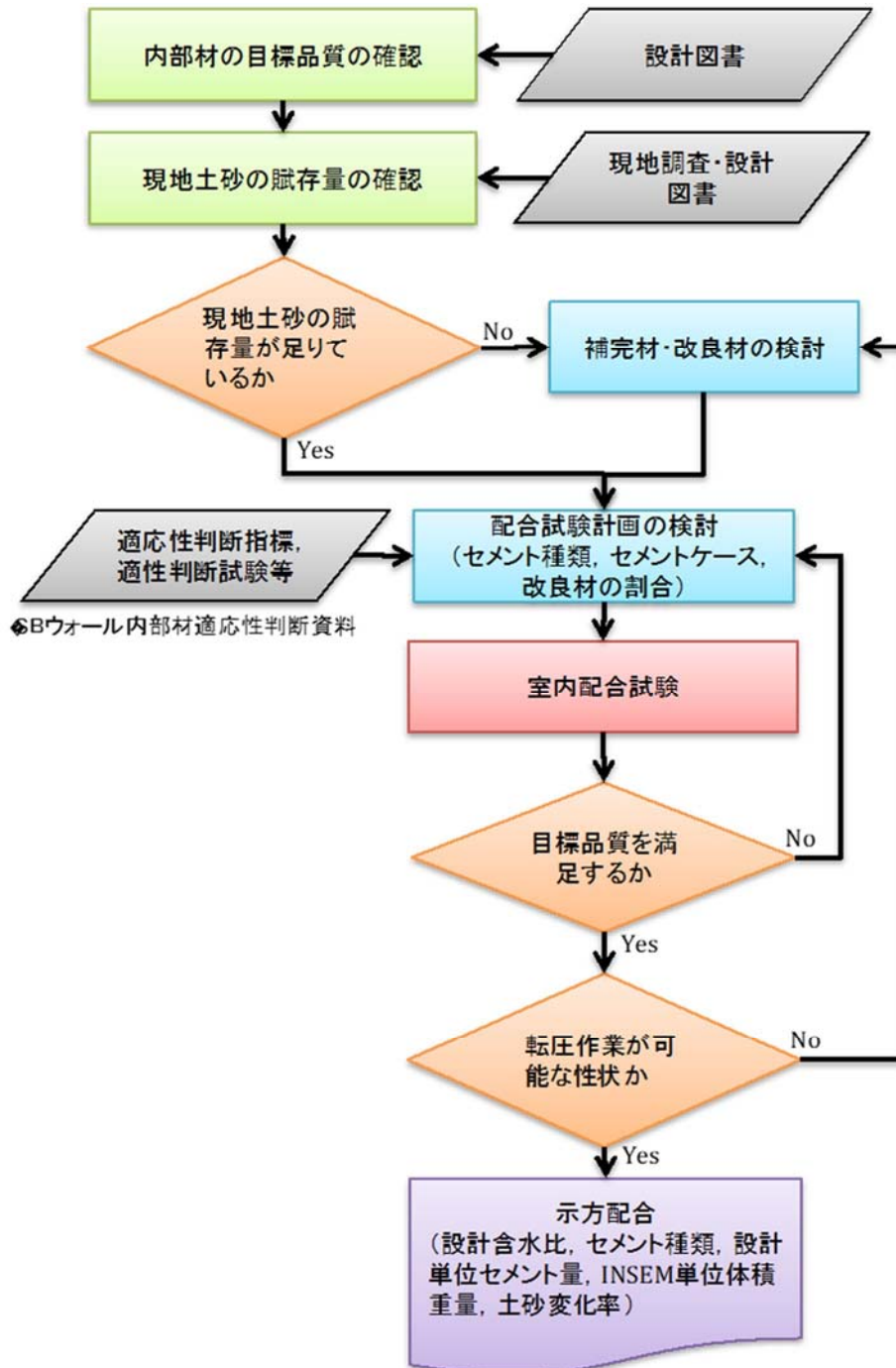


図- 2.5 示方配合検討手順

(3) 配合強度

室内配合試験で目標とする配合強度は、現場での強度のバラツキを勘案した強度設定を行う。

【解説】

配合強度はコンクリート標準仕様書に準拠して、現地施工における強度のバラツキが、所定の目標強度を 95%の確率で確保することを目的として設定する（図- 2.6 参照）。

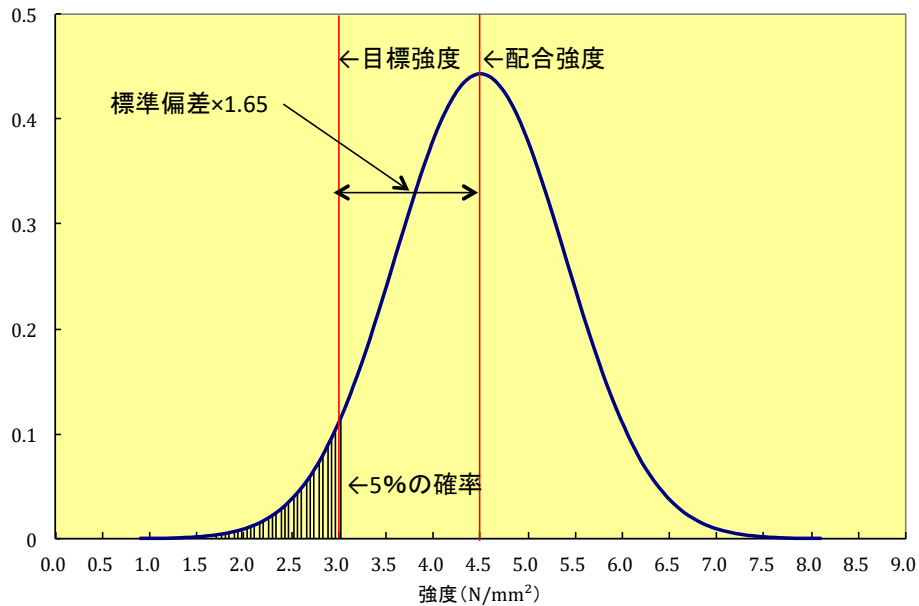


図- 2.6 配合強度の概念図

なお砂防ソイルセメント施工便覧平成 28 年版では、配合強度は現場強度に安全余裕度を考慮し設定するとしている。

配合強度 \geq 現場強度 + 安全余裕度

安全余裕度：現場強度 3.0N/mm^2 に対し、 1.5N/mm^2

出典：「砂防ソイルセメント施工便覧 平成 28 年版」P.44

(4) 示方配合の設定

SB ウォール工法の示方配合は、図- 2.1 SB ウォール工法，現地土砂の適応性判断に関する資料および各種試験などを参考に，適切な室内配合試験^{※2}を実施して設定する。

【解説】

SB ウォール工法の示方配合は、図- 2.1 SB ウォール工法，現地土砂の適応性判断に関する資料および各種試験などをふまえ，適切な配合試験計画を検討し，SB ウォール工法配合試験マニュアルにもとづいて室内配合試験を実施して設定する。

示方配合は、図- 2.7 に示す通り，ピーク強度含水比 $\pm 2.0\%$ 程度の余裕を設け，その上下限含水比での強度が配合強度を満足する単位セメント量を設定するものとする。

なお，標準的なSBウォール工法示方配合の設定項目を表- 2.2 に示す。

表- 2.2 示方配合の表し方

単位セメント量 C (kg/m ³)	設計含水比 W (%)	現地発生土砂 S (%)	改良材 G (%)	INSEM 材 1.0m ³ あたり	
				土砂容積変化率 (%) ^{※3}	
				S	G

※土砂容積変化率：ほぐし状態の土砂容積/締固め後の土砂容積^{※3}

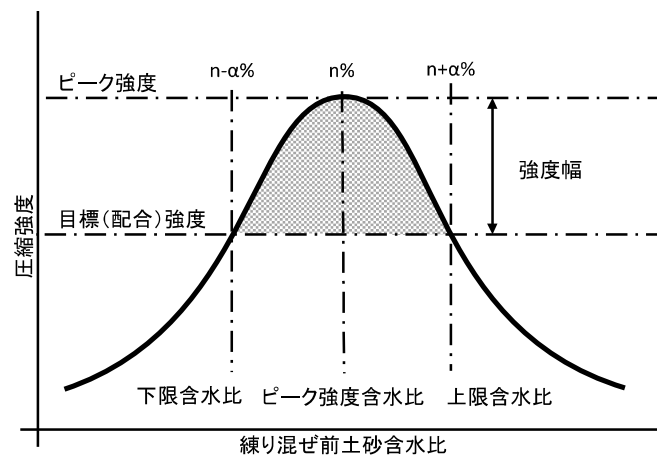


図- 2.7 SB ウォール工法の示方配合概念図

※2：配合試験の方法と手順については，別添の「SBウォール工法 配合試験マニュアル」（SBウォール工法研究会）に準ずる。

※3：室内配合試験では，土砂は重量計量によって行うが，施工現場では，締固め前の土砂容積計量で行うため，室内配合試験時に，締固め前土砂と締固め後土砂の容積変化率を測定する。

2.1.7 材料試験

材料試験は、配合試験に先だって材料の適応性の把握と、配合計算上必要な物性値を得る目的で実施する。

【解説】

標準的な試験項目を表- 2.3 に示す。

表- 2.3 材料試験項目

試験項目	基準	目的
ふるい分け試験	JIS A 1102 or JIS A 1204	材料の物理特性値の把握
密度・吸水率試験※	JIS A 1109, JIS A 1110	
含水率（比）試験	JIS A 1125 or JIS A 1203	
締固め試験	JIS A 1210	単位体積重量および最適含水比の把握
有機不純物試験	JIS A 1105	有機不純物混入状況把握のため。

※必要に応じて実施する試験項目

2.1.8 六価クロムの溶出試験

六価クロム溶出試験は必要に応じて実施する。

【解説】

六価クロム溶出試験の配合は、示方配合で実施することが望ましいが、配合試験時に実施する場合は、示方配合に近いと考えられる配合ケースを用いても良い。

また、六価クロムの溶出試験は、環境庁告示 46 号溶出試験にて確認する。

2.2 上流外部保護材（鋼材）

2.2.1 鋼材の品質

外部保護材として使用する鋼材の材質は、JIS G 3101「一般構造用圧延鋼材」SS400を使用する。

2.2.2 部材構成

上流外部保護材（軽量鋼矢板）の部材構成は、壁面材、柱材、腹起材、基礎梁材、アンカー材、接合材などで構成される。

【解説】

- ・部材構成と名称

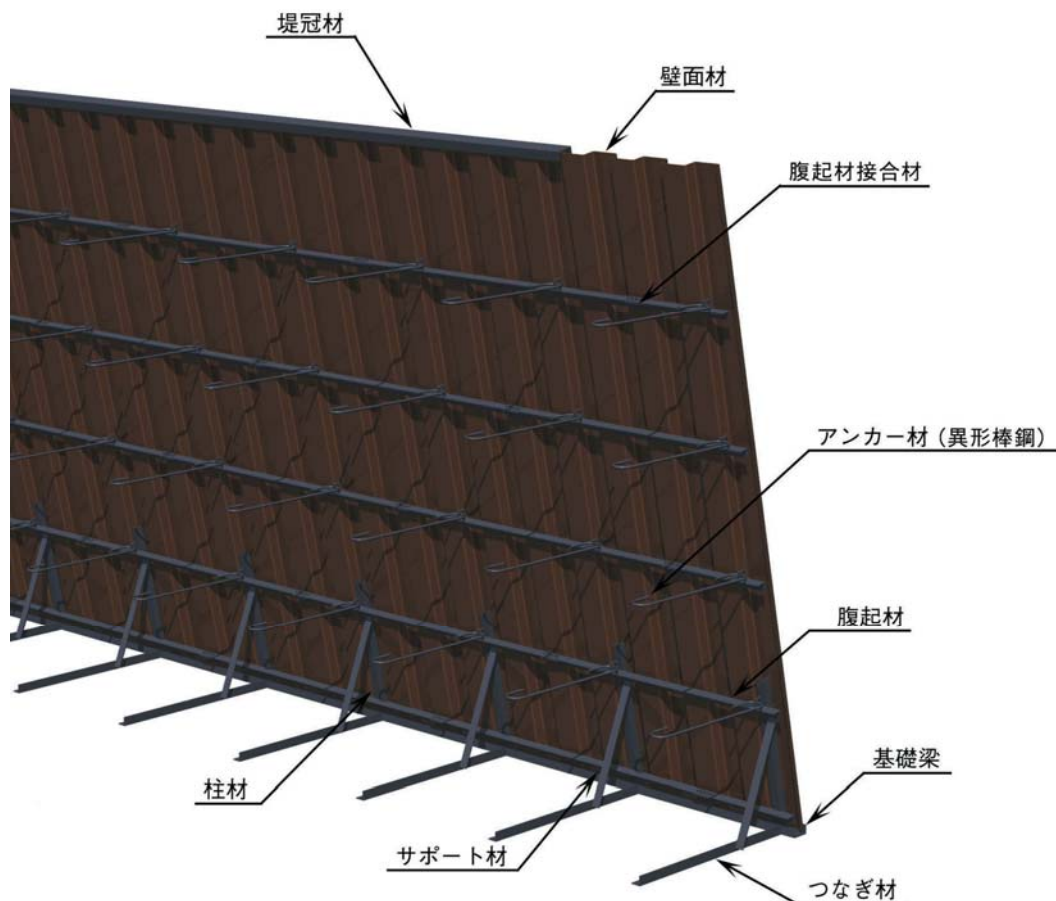


図- 2.8 上流外部保護材（軽量鋼矢板を使用する場合）の部材構成と名称

表- 2.4 軽量鋼矢板を使用する場合の標準部材表

部材名称	材 質	種 別	寸 法	表面処理
①壁面材	SS400	軽量鋼矢板	LSP t=2.8mm 以上(製品規格値 t=4.0mm)	塗装※
②基礎梁	SS400	溝形鋼あるいは山形鋼	[-125×65×6×8 あるいは L-125×75×7	塗装※
	SS400	軽量鋼矢板	t=2.8mm 以上(製品規格値 t=4.0 mm)	
③柱材	SS400	山形鋼	L-65×65×6	無
④サポート材	SS400	山形鋼	L-65×65×6	無
⑤つなぎ材	SS400	山形鋼	L-65×65×6	無
⑥腹起材	SS400	山形鋼	L-75×75×6	無
⑦堤冠材	SS400	溝形鋼あるいは山形鋼	[-125×65×6×8 あるいは L-125×75×7	塗装※
⑧基礎梁接合材	SS400	山形鋼	L-65×65×6	無
⑨腹起材接合材	SS400	プレート	PL-6×119×513.4	無
⑩アンカー材	SD295A 以上	異形棒鋼	D16	無
⑪接合ボルト ナット, 座金	—	普通ボルト	M16 4.6, ナット 4, 平座金 並形	めっき

※露出する面に塗装を行うものとする。

2.2.3 壁面材（軽量鋼矢板）の仕様

壁面材は板厚 t=2.8mm 以上の鋼板（例えば軽量鋼矢板，ライナープレート，スラブプレートなど）を使用する。

【解説】

上流外部保護材に使用される壁面材については，内部材打設時の型枠機能，礫の衝突に対する内部材被覆機能を満足する厚さを，構造計算および実物大の施工試験・衝撃実験により確認し，上記機能を満足する必要厚さに腐食しろ 0.5mm を加えた厚さとした。

実物大衝撃実験により確認した上流外部保護材の衝撃エネルギーに対する適用範囲を表-2.5 に示す。

なお，鋼板の板厚による衝撃エネルギーに対する適用範囲は以下のとおりである。

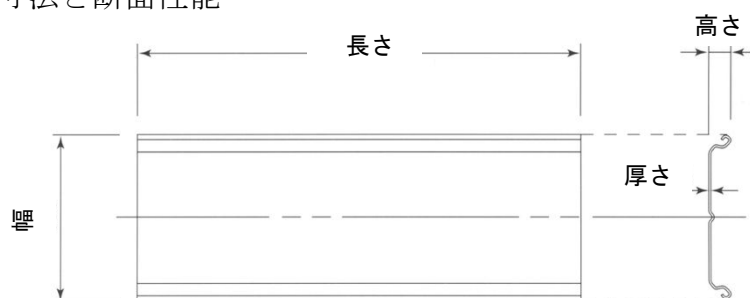
- ・板厚 2.8mm (2.3mm+腐食しろ 0.5mm) 以上の鋼板：55.17 kN/m 以下
(衝撃エネルギー：礫径 1.0m, 流速 9.0m/sec に相当)
- ・板厚 3.7mm (3.2mm+腐食しろ 0.5mm) 以上の鋼板：186.10 kN/m 以下
(衝撃エネルギー：礫径 1.5m, 流速 9.0m/sec に相当)

表- 2.5 衝撃エネルギーによる上流外部保護材の適用範囲

礫径(m) 流速(m/s)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
1.0	0.10	0.69	2.25	5.49	10.68	18.42
2.0	0.29	2.74	9.21	21.76	42.53	73.50
3.0	0.78	6.17	20.68	49.00	95.75	165.42
4.0	1.37	10.88	36.75	87.12	170.13	
5.0	2.16	17.05	57.43	136.12		
6.0	3.04	24.50	82.71			
7.0	4.21	33.32	112.60			
8.0	5.49	43.61	147.00			
9.0	6.86	55.17	186.10			
10.0	8.53	68.11				

単位(kN・m)

・壁面材の形状寸法と断面性能



種 類		軽量鋼矢板 LSP-3A ※1 を使用する場合	
1.0mの所要枚数 (枚)		3	3
寸 法	厚 さ (mm) …X	4.0	5.0※2
	有効幅 (mm)	333	333
	高 さ (mm) …Y	50	51
鋼矢板 1 枚 につき	断面積 (cm ²)	18.09	22.76
	質 量 (Kg/m)	14.2	17.9
	断面二次モーメント (cm ⁴)	48.2	59.8
	断面係数 (cm ³)	13.1	15.9
壁幅 1m につき	断面積 (cm ² /m)	54.27	68.28
	質 量 (Kg/m ²)	42.6	53.7
	断面二次モーメント (cm ⁴ /m)	404	510
	断面係数 (cm ³ /m)	115	144

※1 : LSP-3A とは建設物価 (一般財団法人 建設物価調査会) に記載される日鉄建材製品の名称

※2 : 通常条件より厳しい摩耗環境等の条件において適用

2.3 下流外部保護材

2.3.1 コンクリートの品質

外部保護材に用いるコンクリートブロックの設計基準強度は $f'_{ck}=24\text{ N/mm}^2$ とする。

【解説】

壁面材に使用するコンクリートのほか、支持金具に使用する鋼材については、上流外部保護材同様に JIS G 3101「一般構造用圧延鋼材」SS400 を使用する。また、アンカー材に使用する鋼材については、JIS G 3112「異形棒鋼」SD295A 以上を標準とする。

2.3.2 部材構成

下流外部保護材の構成部材は、壁面材、基礎およびブロック支持金具、アンカー材などで構成される。

【解説】

- ・ 部材構成と名称

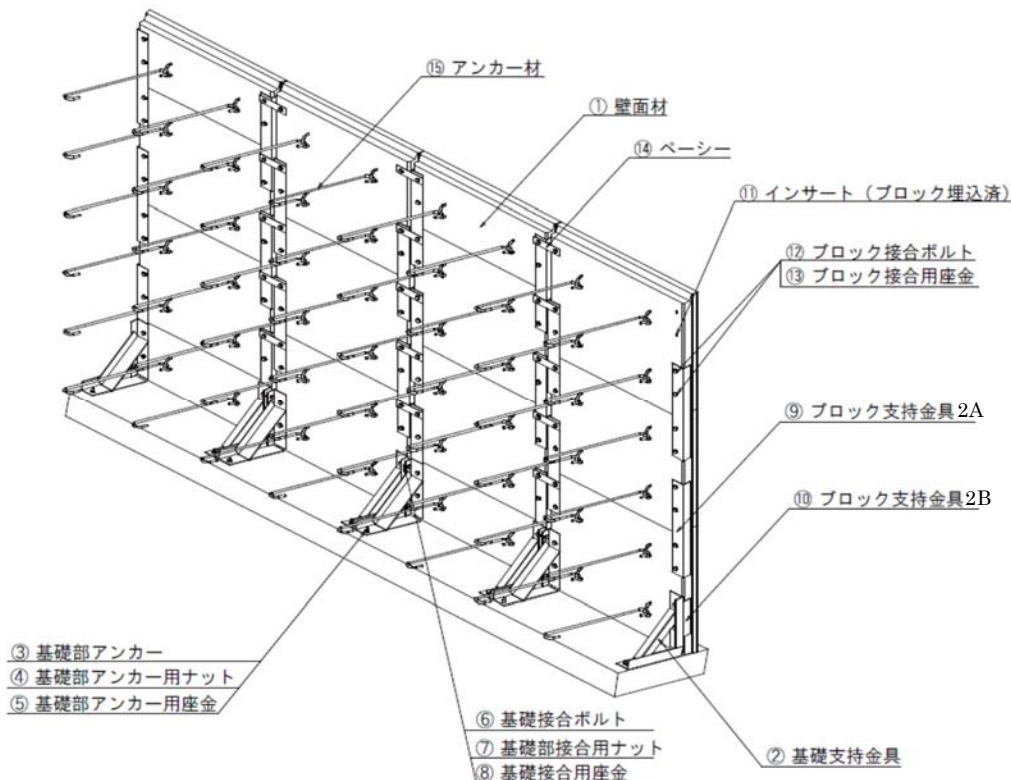


図- 2.9 下流外部保護材の部材構成と名称

表- 2.6 コンクリートブロック標準部材表（外壁のり勾配 1 : 0.2 の場合）

部材名称	材質	種別	寸法 (mm)
①壁面材	鉄筋コンクリート	コンクリートブロック	壁面材規格図を参照
②基礎支持金具	SS400	等辺山形鋼等	基礎支持金具部材表を参照
③基礎部アンカー	—	金属拡張アンカー	M16×150(最小埋め込み100mm)
④基礎部アンカー用ナット	—	(JIS B 1181)	M16
⑤基礎部アンカー用座金	—	(JIS B 1256)	M16
⑥基礎接合用ボルト	—	(JIS B 1180)	M16×100
⑦基礎接合用ナット	—	(JIS B 1181)	M16
⑧基礎接合用座金	—	(JIS B 1256)	M16小型角
⑨ブロック支持金具2A	SS400	等辺山形鋼	L90×90×7×810
⑩ブロック支持金具2B	SS400	等辺山形鋼	L90×90×7×300
⑪インサート(ブロック埋込済)	—	Pインサート	M16×75
⑫ブロック接合用ボルト	—	(JIS B 1180)	M16×40
⑬ブロック接合用座金	—	(JIS B 1256)	M16小型角
⑭ペーシー	SS400	平鋼	4.5×60×220
⑮アンカー材	SD295	異形棒鋼	D16×1382

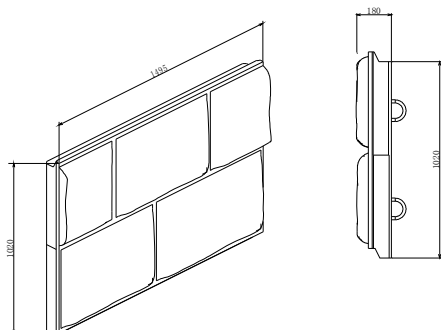
2.3.3 壁面材（コンクリートブロック）の仕様

壁面材に使用するコンクリートブロックの平均厚さは 150mm を標準とする。また、目的に応じて表面仕上げの異なる壁面材を使用することができる。

【解説】

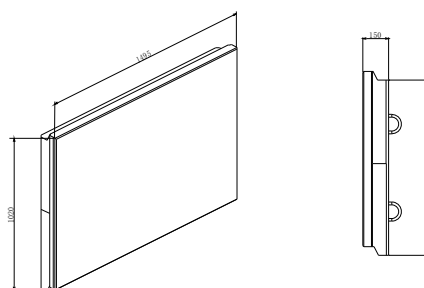
コンクリートブロックは、条件および目的に応じて修景（石積み模様）タイプと滑面タイプの2タイプを用いることができる。

[修景タイプ（石積み模様）標準部]



呼び名	参考体積 (m ³)	参考質量 (kg)
18-2GA	0.2359	542

[滑面タイプ 標準部]



呼び名	参考体積 (m ³)	参考質量 (kg)
15-2NA	0.2244	516

表- 2.7 壁面材（コンクリートブロック）のり勾配別寸法表

外壁のり勾配	種別	寸法 (mm)
1:0.00	15-0NA (滑面)	1,495×1,000×150
	18-0GA (石積み模様)	1,495×1,000×180
1:0.20	15-2NA (滑面)	1,495×1,020×150
	18-2GA (石積み模様)	1,495×1,020×180
1:0.30	15-3NA (滑面)	1,495×1,044×150
	18-3GA (石積み模様)	1,495×1,044×180
1:0.40	15-4NA (滑面)	1,495×1,077×150
	18-4GA (石積み模様)	1,495×1,077×180
1:0.50	15-5NA (滑面)	1,495×1,118×150
	18-5GA (石積み模様)	1,495×1,118×180

3 設計

3.1 設計の考え方

SB ウォール工法は、「国土交通省河川砂防技術基準 設計編」および「土石流・流木対策設計技術指針解説」を参考に重力式砂防堰堤として設計を行う。

【解説】

SB ウォール工法の設計は、内部材の単位体積重量の検討および、外部保護材の設計が加わるものの、基本的には砂防堰堤（重力式砂防堰堤）の設計手順に準じて実施する。

砂防堰堤の一般的な設計手順を図-3.1に、設計に際しての留意事項を3章以降に示す。

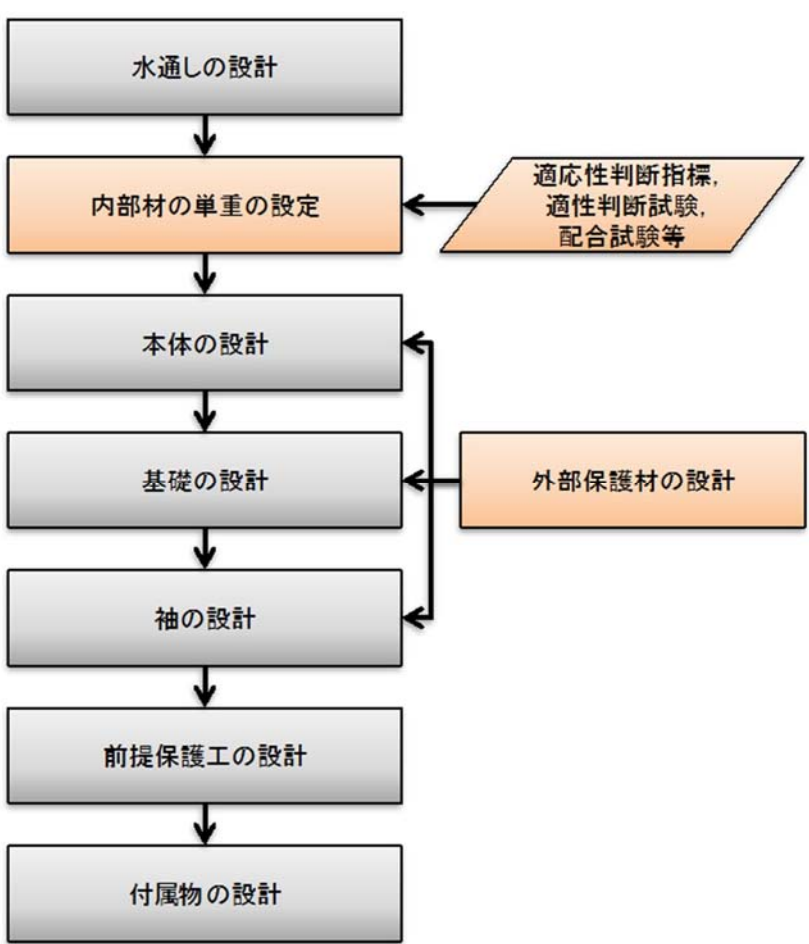


図- 3.1 砂防堰堤の設計手順

(「国土交通省 河川砂防技術基準 設計編」参考)

3.2 内部材の単位体積重量の検討

SB ウォール工法の内部材の単位体積重量の設定については、内部材の材料となる土砂に応じて適切な単位体積重量を設定する。

なお、地盤支持力の検討を行う場合は、内部材の単位体積重量のバラツキを勘案した地耐力の設定を行う。

【解説】

SB ウォール工法は、コンクリート堰堤と同様に重力式構造物として、安定性を確保するものであり、その主な構成材である内部材の単位体積重量は、その安定性に大きく影響するため、その設定は適切でなければならない。

SB ウォール工法の内部材の単位体積重量は、セメント量や、現地土砂、クラッシュランなど内部材の材料そのものに影響を受けることから、その設定にあたっては、室内配合試験において単位体積重量を確認し、設定単位体積重量に 95%～100%の幅をもたせ、それぞれ評価する上で安全側となる設定値を用いることが望ましいが（2.1.4 章参照）、基本計画や設計段階において、配合試験の実施が困難な場合は、各段階の要求される精度に応じ、SB ウォール工法研究会が提供する適応性判断に関する資料及び各種試験表-3.1 などを活用して内部材の単位体積重量の設定を行う。

なお、地盤支持力の検討を行う場合は、内部材の単位体積重量のバラツキを勘案した地耐力の設定を行う。

表- 3.1 現地土砂の適応性判断に関する資料及び各種試験

試験・検討項目	必要な調査・試験	概要	成果内容	活用目的	精度	調査時間
土質分類による適応性概略評価・単位体積重量評価	現地調査	SBウォール工法研究会がこれまで蓄積した配合試験データによる内部材への適応性と土質分類データを取りまとめた資料を参考に、現地土砂の内部材への適応性概要を取りまとめます。また、土質から内部材の単位体積重量の概値を算出します。	SBウォール内部材としての適応性の概要 内部材単位体積重量の概値	基本計画、概略設計で参照する資料	低	短
SBウォール適応性判断指標分類	材料試験	SBウォール工法研究会がこれまで蓄積した配合試験データと土質試験データを統計分類した資料を用いて、改良材の要否、単セメント量の概値、単位体積重量の推定を行います。	SBウォール内部材としての適応性推定 単位体積重量推定	予備設計		
SBウォール適応性判断試験	土質試験 適性判断試験	土砂のセメントによる固化効率を独自の試験方法で計測し、材料試験データとあわせて、統計処理することで、示方配合、単位体積重量を推定します。	示方配合推定 単位体積重量推定	詳細設計		
室内配合試験	土質試験 配合試験	SBウォール工法の配合試験マニュアルに基づいて配合試験を実施し、内部材の示方配合を決定します。	示方配合決定 単位体積重量決定	詳細設計 本施工	高	長

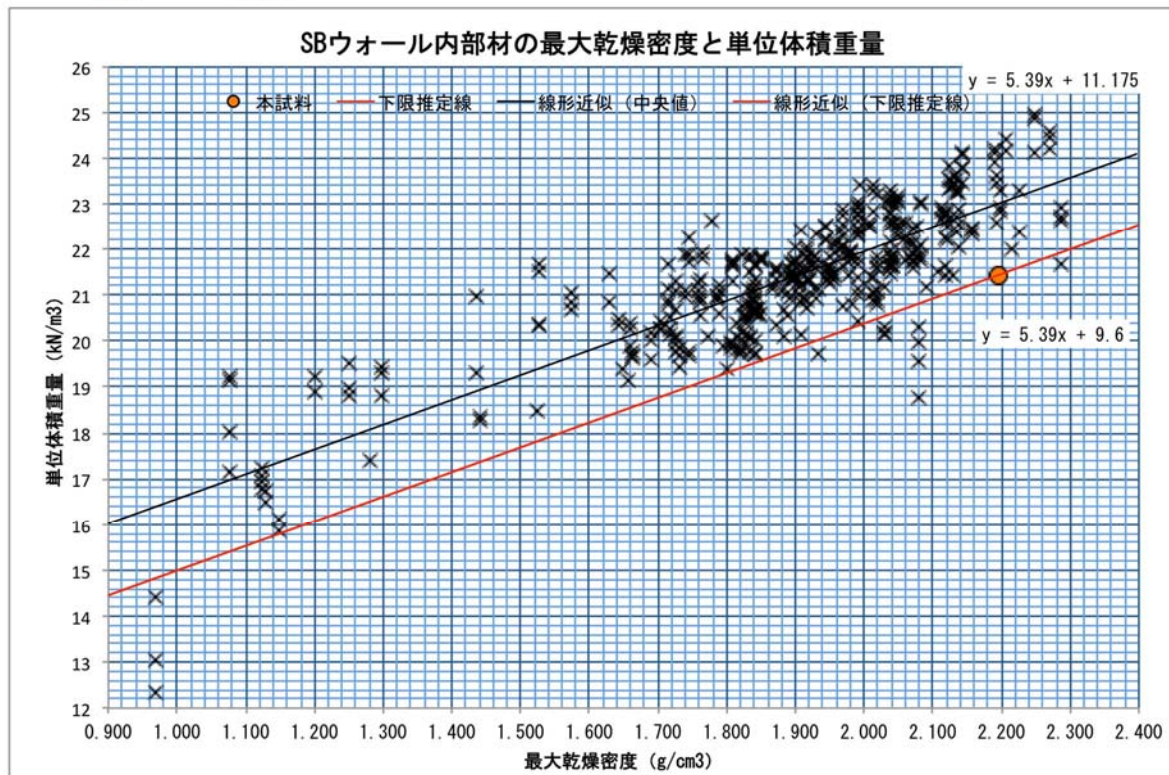
表- 3.2 土質分類による適応性概略評価時の単位体積重量概値

内部材の種類	内部材材料	土質	単位体積重量 (kN/m ³)	摘要
INSEM 材	現地発生土砂単独 (100%)	砂礫	19.60	材料試験・配合試験を実施している場合は、試験結果から得られた値を使用する。
		その他（特殊土砂は除く）	18.60	
	改良材混合	礫質材料改良	18.60	
L.U.C.材	C-40	JIS A 5001	19.60	

※全国的なソイルセメント堰堤の普及により、様々な土質の現地発生土砂が活用されているが、現地発生土砂の土質性状によっては単位体積重量が軽い土砂も存在する。単位体積重量の軽い土砂を用いると、上記表- 3.2 に示した単位体積重量 18.60kN/m³や 19.60kN/m³を満足しないことが考えられ、そのような場合には単位体積重量を満足する改良材混合割合の検討を考慮する。なお、上述した単位体積重量値は必須ではなく現場に応じた設定値を使用可能である。

最大乾燥密度 推定単重

2.196 21.44



COPYRIGHT(C) 2010 SBウォール工法研究会. ALL RIGHTS RESERVED.

図- 3.2 土砂の最大乾燥密度から推定した INSEM 材の単位体積重量事例

(適応性判断指標分類, 適性判断試験)

3.3 本体の設計

3.3.1 基本構造

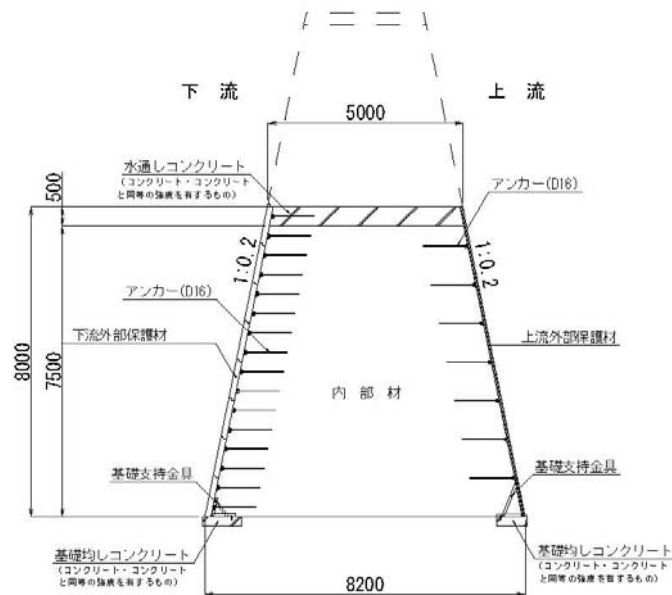
SBウォール工法は、堤体内部材と上下流の外部保護材で構成された複合構造体であることを基本とする。

【解説】

SBウォール工法の基本的な断面形状を図-3.3～図-3.4に示す。

なお、基礎均しコンクリートおよび天端保護コンクリートは、コンクリートの他、コンクリートと同等の強度を有するもので施工する。

(越流部)



(非越流部)

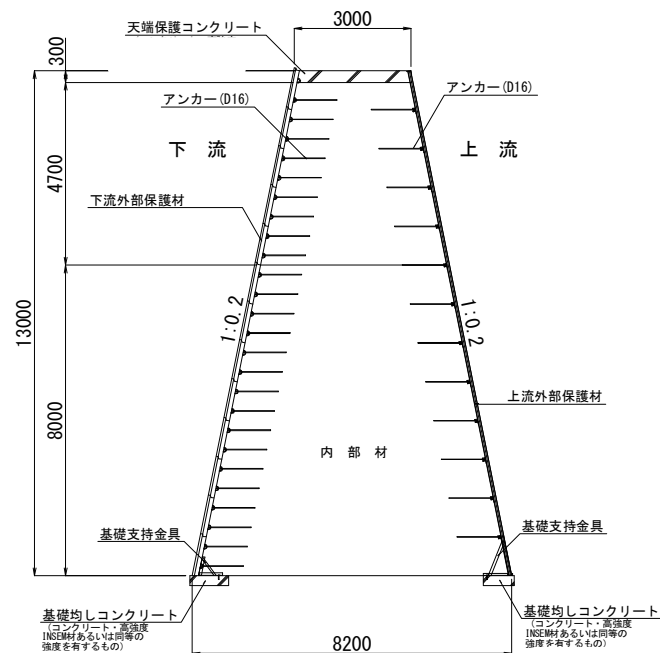
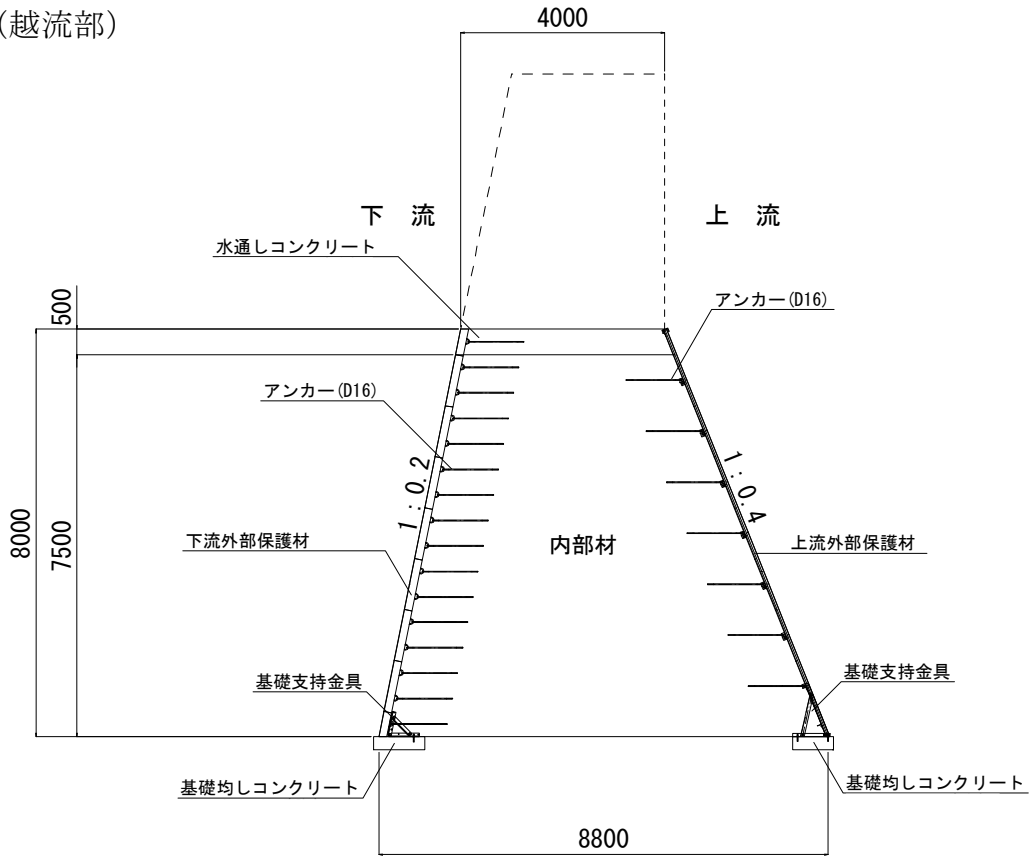


図-3.3 SBウォール工法 基本断面形状 (タイプ1: 台形断面)

(越流部)



(非越流部)

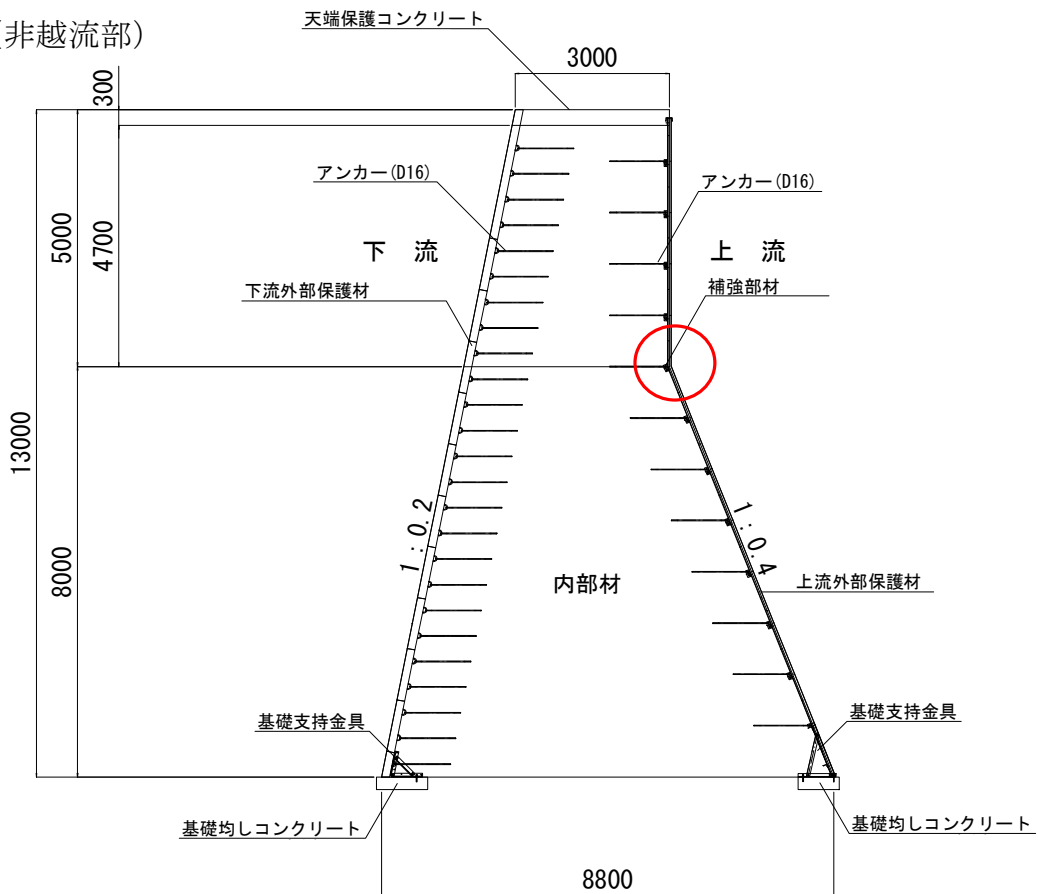


図-3.4 SBウォール工法 基本断面形状 (タイプ2: 上流袖直勾配断面)

※ 袖折れ部が上流（タイプ 2）の場合、折れ部の設置金具が必要となり、袖折れ部が下流の場合、折部での基礎均しコンクリートの設置が必要となるため、コストの増加および施工性の低下につながる。よって、特に袖折れ部が下流の場合の断面形状は袖高 $H=5.0\text{m}$ 以上でかつ施工延長が $L=40.0\text{m}$ 以上を適用条件とし、経済断面として妥当であることを確認した上で採用する。なお、両袖直勾配は不可とする。

3.3.2 外部保護材の選定

外部保護材の選定に当たっては、下流外部保護材をコンクリートブロック、上流外部保護材は鋼板（軽量鋼矢板など）とする。

【解説】

下流外部保護材は修景性に優れるコンクリートブロック、上流外部保護材は耐摩耗性、衝撃に対する内部材保護機能に優れる鋼板を標準とする。又、土石流対策堰堤における上流外部保護材（鋼板）の適用範囲を、表-2.5 に示す。

上流外部保護材（鋼板）の腐食しろについては、新編・鋼製砂防構造物設計便覧<令和3年版>の腐食しろの基準を参考に片面 0.5mm を考慮している。

なお、鋼板の表面処理は、使用環境に応じて溶融亜鉛めっき仕様、特殊塗装を用いる事も可能である。

3.3.3 断面形状

断面形状は、洪水や土石流などの外的要因に対して安全性が確保できるように決定する。

【解説】

断面形状の決定に際しては安定計算を実施し、洪水や土石流などの外的要因に対して滑動、転倒、および地盤支持力に対して安全性の検討を行う。

土石流荷重は、礫の衝突による力と流体力がある。前者は局部的に、後者は構造物全体に影響すると考えられるので、安定検討はコンクリート堰堤と同様に流体力のみを用いて検討する。なお、礫の衝突による力は必要に応じて、袖部の設計などで考慮する（本マニュアル 3.5(1)参照）。非越流部の断面は、越流部断面と同一とすることを標準とする。以下に検討に用いる安定条件・荷重条件および検討位置について示す。

土石流区間では、袖部において土石流に対する検討を行う。

(1) 滑動に対する検討

堰堤内部・堤底と基礎地盤との接触面または基礎地盤内において滑動を起こさないこと。ここで滑動検討に対する基本条件を以下に示す。

表- 3.3 目標強度と滑動安全率の条件一覧表

目標強度	基礎地盤種類	せん断条件	せん断力	底面摩擦係数	安全率	備考
3.0N/mm ²	砂礫地盤	考慮しない	—	基礎地盤により設定※	1.2	
	岩盤	考慮しない	—	基礎地盤により設定※	1.2	

なお、安定検討に採用する底面摩擦係数は、INSEM 材と基礎地盤の種類による底面摩擦を比較し、小さい値を採用する（参考例参照）。比較に適用する底面摩擦係数は、INSEM 材（3.0N/mm²以上）を 0.7 とし、基礎地盤の種類による摩擦係数は、砂防設計公式集に準拠する。また、基礎に砂防ソイルセメントを用いた改良地盤の場合においても、同様に比較設定する。

参考例-1：基礎地盤の種類（砂礫層の場合）

砂礫層 0.60 < INSEM 材 0.7……………0.60 採用

参考例-2：基礎地盤の種類（軟岩ⅡC_H級の場合）

軟岩 0.80 > INSEM 材 0.7……………0.70 採用

参考例-3：基礎地盤の種類（改良地盤強度 3.0N/mm²未満）

3.0N/mm²未満 0.60 < 3.0N/mm²以上 0.7……………0.60 採用

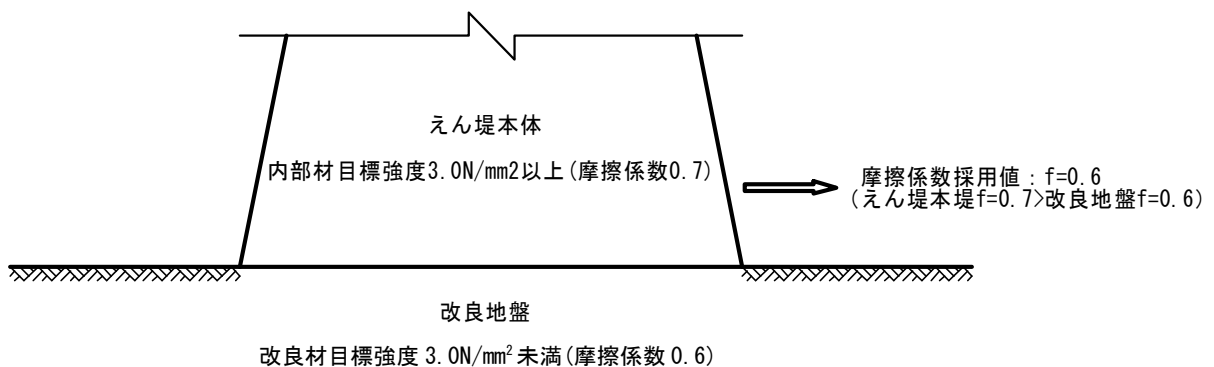


図- 3.5 摩擦係数採用参考例

(2) 転倒に対する検討

原則として、堰堤の底端に引張力が生じないように堰堤の自重および外力の合力作用線が堤体の中央 1/3 以内に入ること。

(3) 設計地盤反力の検討

堰堤内に生ずる最大応力が堤体の材料の許容応力を越えないとともに、かつ基礎地盤が受ける最大応力が地盤の許容支持力を越えないこと。

(4) 内部破壊（最大圧縮応力）に対する検討

堰堤内に発生する最大圧縮応力が内部材の許容応力度（内部強度）を超えないこと。

$$\sigma_{\max} = (1 + n^2) \times Q_1$$

ここに、

Q_{\max} : 最大圧縮応力 (kN/m²)

n : 堰堤下流面法勾配

Q_1 : 下流端の設計地盤反力 (kN/m²)

ここで、 目標強度 (σ_{28}) \geq 最大圧縮応力 (σ_{\max}) \times 安全率 (N=4.0)

(5) 荷重条件

荷重条件は、「国土交通省 河川砂防技術基準 設計編」および、「土石流・流木対策設計技術指針 解説」と同様に設定する。

表- 3.4 設計荷重の組合せ（堰堤高さ H=15.0m 未満の不透過型砂防堰堤の場合）

適用区域	検討部位	平常時	土石流時	洪水時
土石流区域	越流部	—	静水圧, 堆砂圧, 土石流流体力	静水圧
	非越流部	—	静水圧, 堆砂圧, 土石流流体力	静水圧
掃流区域	越流部	—	—	静水圧
	非越流部	—	—	静水圧

※ 非越流部の検討については、本体断面と異なる場合、支持力の条件が越流部と異なる場合など検討を必要とする場合に実施する。

(6) 検討位置

SB ウォール工法は、不透過型・透過型・部分透過などの砂防堰堤に適用可能である。適用検討を実施する場合の検討位置を参考として以下に示す。

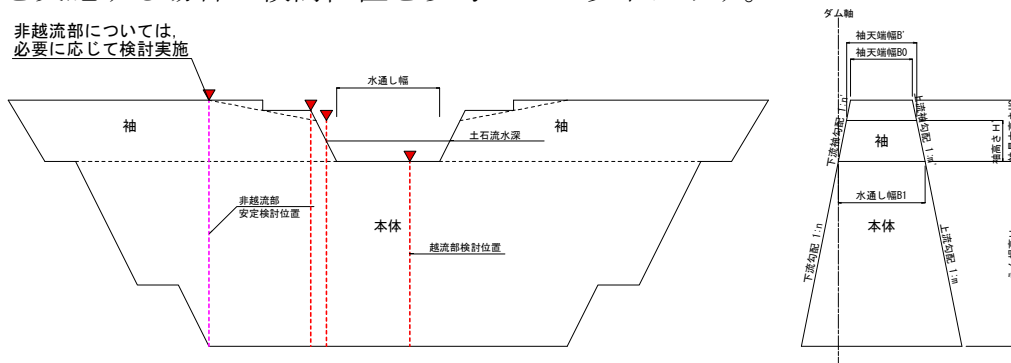


図- 3.6 不透過型形式の検討位置

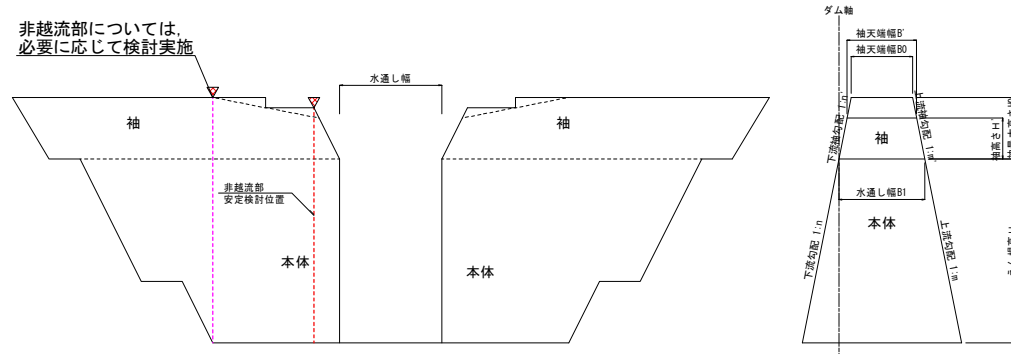


図- 3.7 透過型形式の検討位置

(7) 堤体の自重

安定計算に用いる堤体の自重については、外部保護材は内部材とみなして検討を行う。

【解説】

SBウォール工法の内部材の単位体積重量は、これまでの実績により室内配合試験および、2.1.4章で示した設定を用いる。安定計算に用いる堰堤採用寸法は実寸法とし、参考として図-3.8に示す。

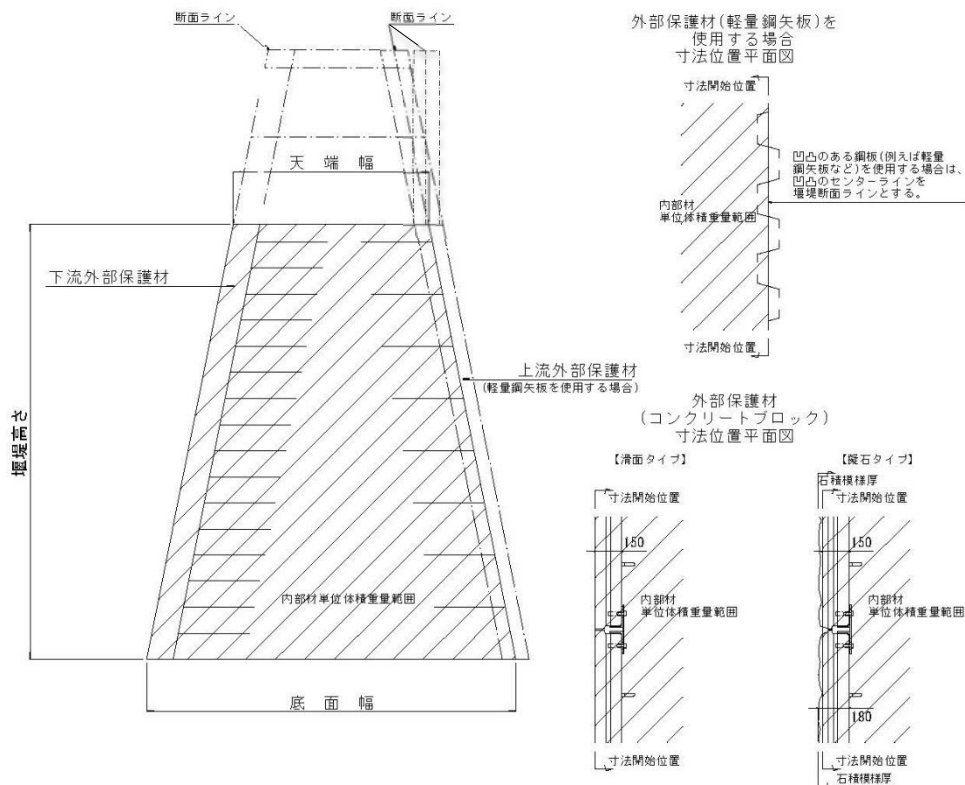


図- 3.8 安定計算に用いる堰堤寸法

なお、安定検討では、外部保護材重量およびコンクリート重量（水通し・基礎均し・天端保護コンクリート）についても全断面に内部材の単位体積重量を用いて検討を実施する。また、透過型および部分透過などに発生する隔壁コンクリートについても加味せず、内部材の単位体積重量を使用する。

上記内容については、概略設計・詳細設計に区分することなく、共に同条件にて検討を実施する。

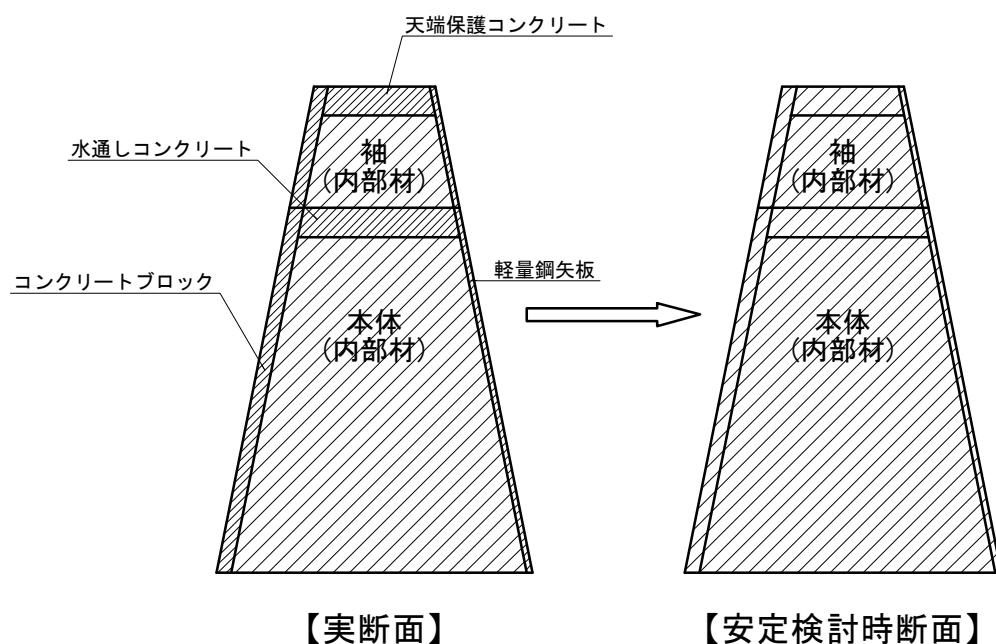


図- 3.9 安定計算に用いる重量条件模式図

(8) のり (外部保護材) 勾配

越流部の下流のり勾配は 1 : 0.2 を標準とする。上流のり勾配については、安全性および経済性を考慮して直~1:0.5 の範囲で定める。なお、非越流部の袖部に限り安全性などを確認したうえで上流のり勾配を直勾配として用いる事が可能である。

【解説】

のり勾配を 1:0.5 より緩くすると外部保護材の自立性および外部保護材近傍の内部材の締固めに支障をきたすことから、最緩のり勾配を 1:0.5 とする。なお、上流面および下流側のり勾配は 0.1 単位で設定し照査する。

コンクリート堰堤では非越流部の上流側又は上下流側の袖を垂直に立ち上げる構造が一般的であるが、SB ウォール工法でも折れ部が衝撃に対して安定計算、構造計算により安全性を確認した上で計画する事が可能である。ただし、施工性の低下などから両袖を同時に直勾配とすることは不可とする。

(9) 最小天端幅（袖天端幅）

堤体の最小天端幅は、原則としてコンクリート砂防堰堤の天端基準と同等以上とする。最小天端幅は、非越流部の袖天端で確保する。

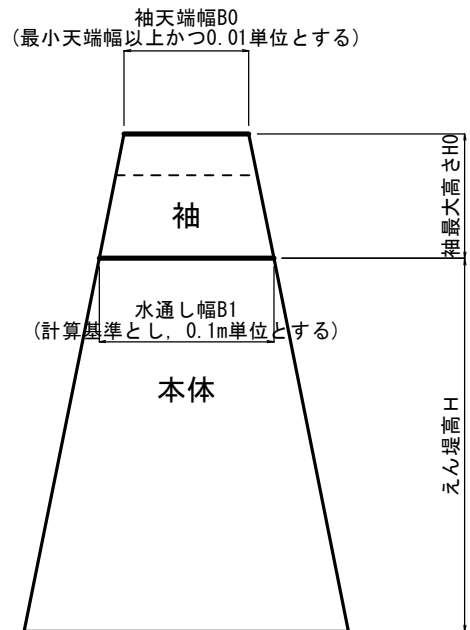
【解説】

SB ウォール工法では、その抵抗性などを考慮して少なくともコンクリート砂防堰堤の基準に準じ、土石流荷重を見込む場合は礫の衝突によって破壊されないよう最小幅 3.0m とし、土石流荷重を見込まない（掃流区域）場合は、最小幅 2.0m を原則とする。

なお、安定計算（決定断面）においては、水通し天端幅を基準に検討する事を原則とする。なお、決定天端幅は、水通し位置を 0.1m 単位で丸め、袖天端（最大高さ位置）幅は、最小天端幅以上とし、0.01m 単位で丸めるものとする。

表- 3.5 最小天端幅の基準

設置区域	最小天端幅(m)
土石流区域	3.0
掃流区域	2.0



(10) 水通し部

水通し部では、流下する砂礫による摩耗，欠損を防ぐため，コンクリートで保護することを原則とする。

【解説】

内部材は耐摩耗性に劣ることから，流下砂礫による内部材の摩耗，欠損を防ぐことを目的に水通し天端部をコンクリートで保護することを原則とする。

コンクリートの厚さは，袖小口部および水通し天端とも 0.5m 以上とする。

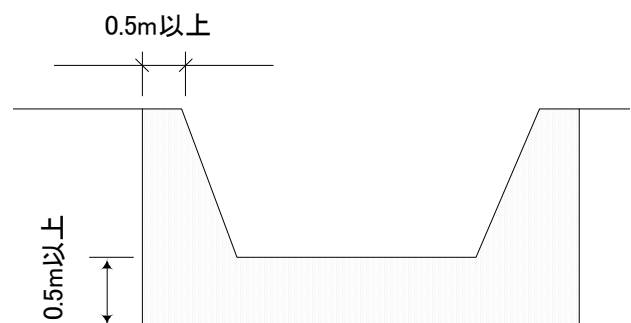


図- 3.10 水通し天端保護コンクリート

3.4 基礎の設計

堰体の基礎は、十分な支持力が期待される地盤まで根入れを行う。

また、上・下流の外部保護材は堰体底面の下部に基礎均しコンクリートなどを施し、その上部に外部保護材を構築する。

【解説】

堰体本体部における外部保護材の基礎は次の構造を標準とする。なお、下流面外部保護材の基礎均しコンクリートなどの形状については、採用勾配によって変化するため留意する。

基礎均し材料としては、コンクリートの他、コンクリートの搬入が困難な現場条件の場合は、コンクリートと同等の強度を有するものを使用する。

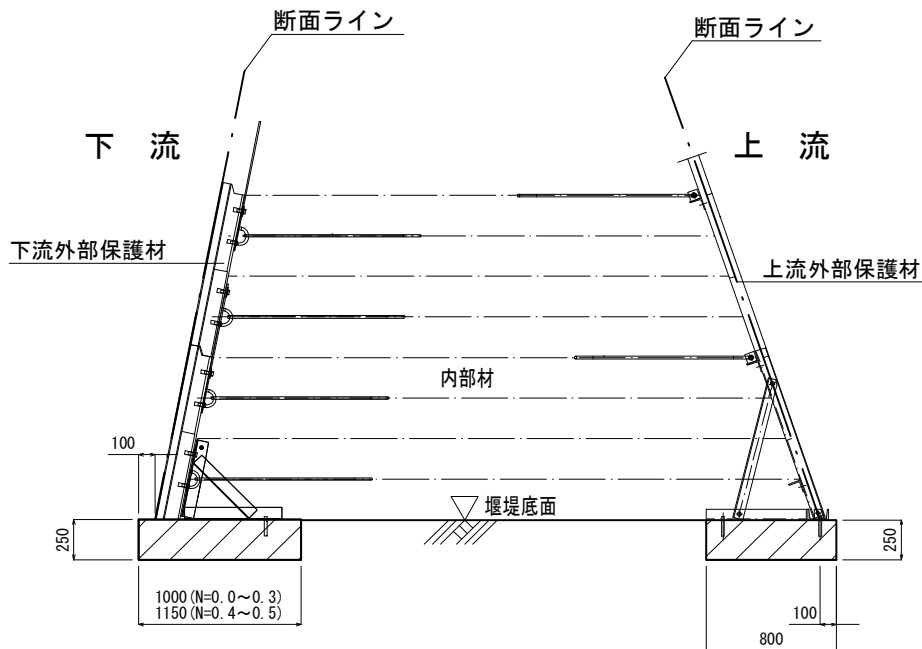


図- 3.11 外部保護材の基礎構造



写真- 3.1 基礎均しコンクリート設置状況

(1) 間詰め【袖部堤体内基礎】

袖部掘削部において行い、対象となる場所（基礎掘削部・堰堤本体の立上がり部・袖の嵌入部）あるいは対象地盤の性質を考慮して間詰め【袖部堤体内基礎】に用いる材料を選定するものとする。

【解説】

対象地盤が岩盤の場合は、嵌入部岩盤以上の強度が得られる材料で間詰め【袖部基礎構造構成】を実施することを標準とする。

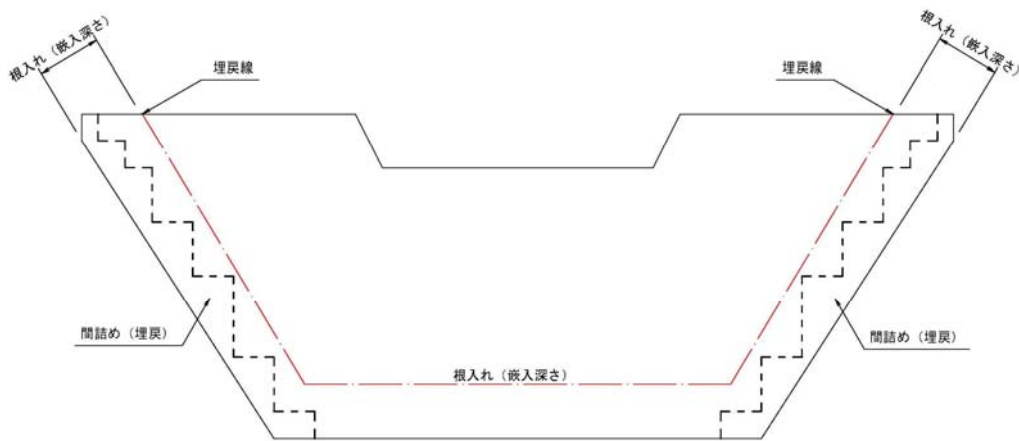


図- 3.12 間詰構造図

SB ウォール工法における間詰め【袖部堤体内基礎】に用いる材料については、コンクリート堰堤と同様に嵌入させる地質に応じて選定することを標準とする。

堰堤本体を嵌入させる地質が岩盤の場合、掘削によって露出した岩盤の急速な風化が進み、堰堤本体の安定上において危険な要素を持つため、切り込んだ岩盤と堰堤本体基礎均しコンクリートとの隙間は、嵌入部岩盤以上の強度が得られる材料で所定の高さまで間詰めを行う。

なお、嵌入する地盤が砂礫地盤の場合、内部材を用いて間詰めを行う事とする。ただし、施工性および経済性を考慮し選定する。

以下に嵌入する対象地質別による間詰め処理の参考図を示す。

【対象地質が土砂の場合】

先述より、堰堤本体を嵌入させる地質が砂礫地盤の場合、間詰め材料として内部材を使用する（図- 3.13 参照）。ただし、地形条件によりやむを得ず基礎根入れが少なく基礎均しコンクリート(t=250mm)以上が露出し、内部材の露出が懸念される場合については、摩耗および洗掘防止を目的として、基礎均しコンクリート以下についても外部保護材と同等以上の機能を有する構造であるコンクリートを打設する事を推奨する（図- 3.15 参照）。

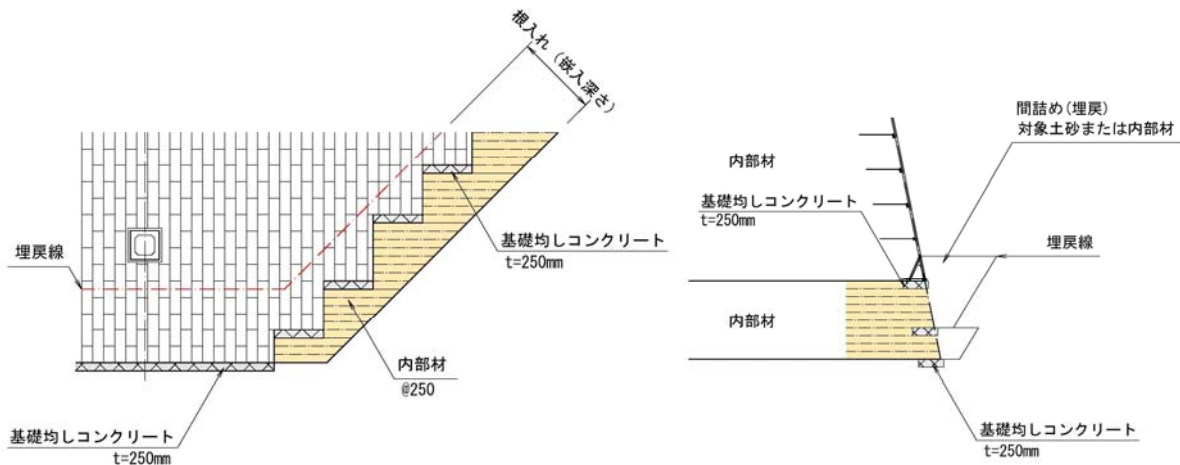


図- 3.13 間詰構造図（砂礫地盤の場合）

【対象地質が岩盤の場合】

堰堤本体を嵌入させる地質が岩盤の場合、間詰めには嵌入部岩盤以上の強度が得られる材料を用いる（図- 3.14 参照）。ただし、地形条件によりやむを得ず基礎根入れが少なく基礎均しコンクリート(t=250mm)以上が露出し、内部材の露出が懸念される場合については、摩耗および洗掘防止を目的として、基礎均しコンクリート以下についても外部保護材と同等以上の機能を有する構造であるコンクリートを打設する事を推奨する（図- 3.15 参照）。

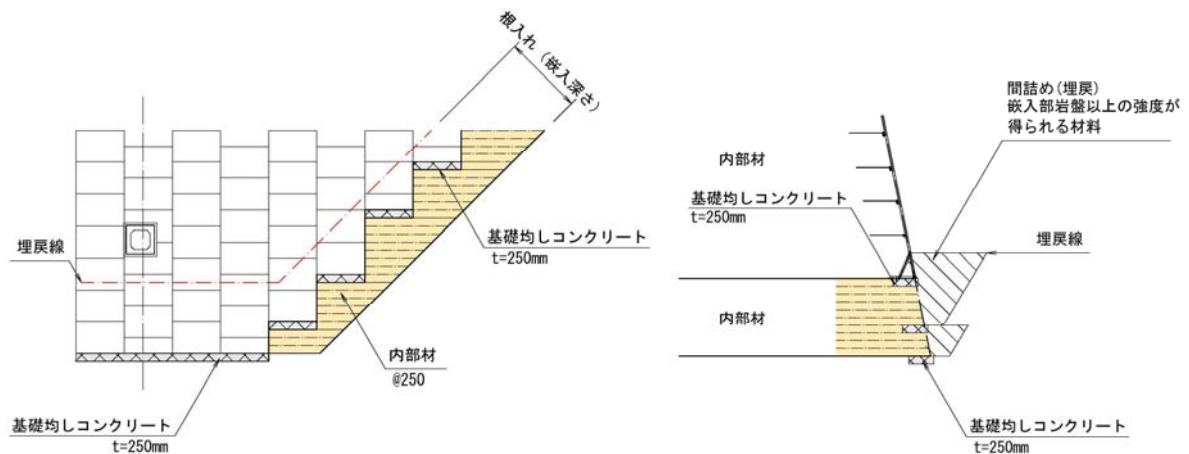


図- 3.14 間詰構造図（岩盤の場合）

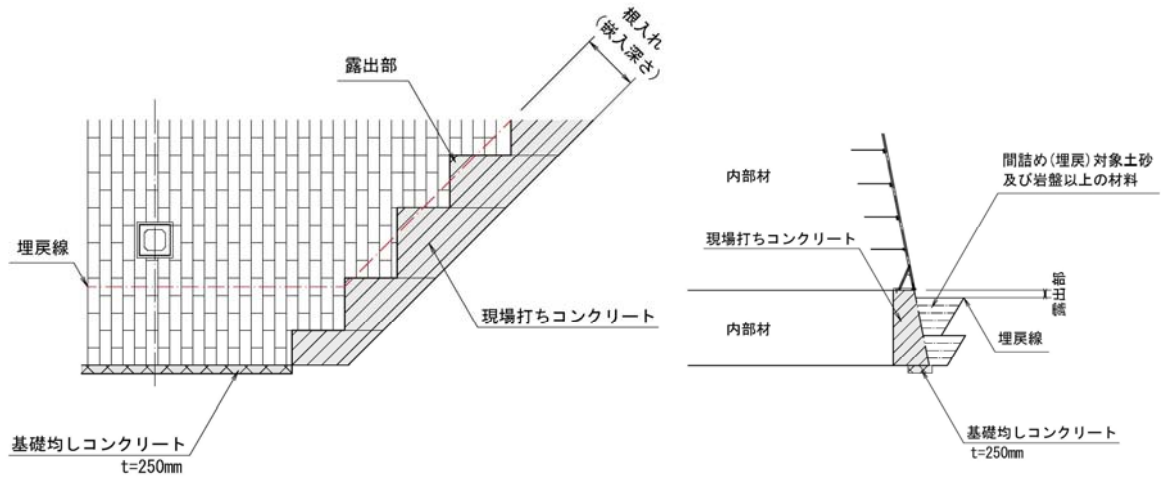


図- 3.15 間詰構造図 (基礎が露出した場合)

(2) 嵌入部基礎

嵌入部の基礎は、内部材施工と同時に階段状に施工し、図- 3.16 のように、保護材天端の端部から堤体掘削ラインまでの水平距離を 300mm 目安に確保して、基礎均しコンクリートを打設する。なお、基礎均しコンクリートは、コンクリートの搬入が困難な現場条件の場合は、コンクリートと同等の強度を有する材料で施工してもよい。

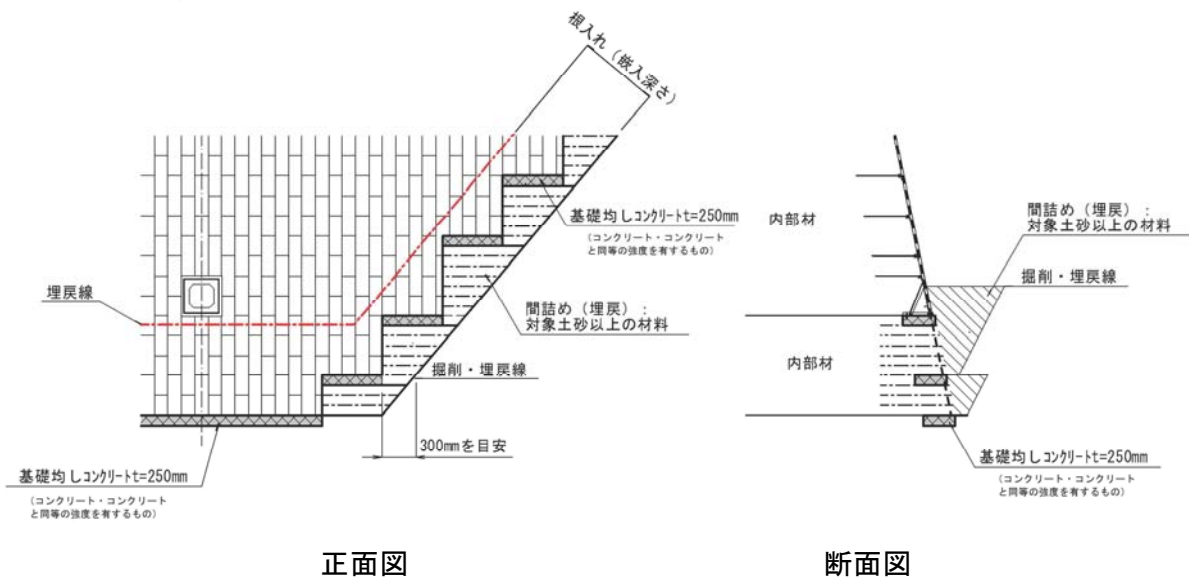


図- 3.16 嵌入部基礎形状

3.5 袖の設計（内部破壊に対する構造検討）

(1) 袖部の内部破壊に対する検討

土石流荷重を見込む場合、堰堤の袖部は礫の衝撃力に対して安全な構造とする。

【解説】

砂防ソイルセメントを活用した砂防堰堤の場合、準拠指針である「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 H28 年 3 月」 p3 記載事項に該当する。また、SBウォール工法については、下記検討手法を用いて袖部の破壊検討を実施すれば、十分な安全性・安定性が確保できる構造であることが証明できる事を建設技術審査証明取得時（一般財団法人 砂防・地すべり技術センター）に承諾されている。よって、袖部の検討については、下記要領を用いて検討する。

① 礫の衝撃エネルギーに対する検討

→実物大衝撃実験による検討を基に設計条件における衝撃エネルギーとの比較による安全性の確認。

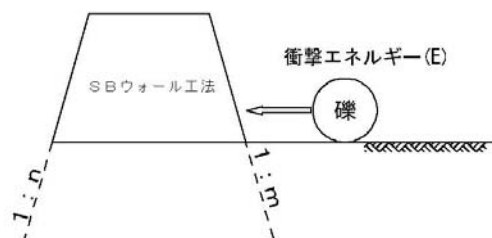


図- 3.17 SBウォール工法袖部に働く外力（礫衝撃力）

SBウォール工法については、袖天端幅を 3.0mとすることで、実物大衝撃実験で行った最大衝撃エネルギー（礫径 $D = 1.5\text{m}$ ，土石流流速 $V = 9.0\text{m/sec}$ ）の範囲内であれば安全であることが確認されている。

（表- 3.6）

なお、最大衝撃エネルギーは次式により算出される。

・ 礫の衝突エネルギーの計算式

$$E = 1/2 \times w/g \times V^2 \quad (\text{kN} \cdot \text{m})$$

SBウォール工法袖部の内部破壊における条件は以下の通り。

- 袖天端幅が 3.0m以上であること
- 衝突エネルギーが表- 3.6 以下であること

表- 3.6 上流外部保護材が対応可能な土石流諸元

上流外部保護材厚 鋼板 t (mm)	土石流規模		最大衝突エネルギー E max (kN・m)
	礫径 φ (m)	流速 V (m/s)	
2.8 (2.3 mm+腐食しろ 0.5mm)	1.0	9.0	55.17
3.7 (3.2 mm+腐食しろ 0.5mm)	1.5	9.0	186.10

※鋼板厚さ(t)については、p16 に記載している通り、0.5mm 腐食しろを考慮した厚さであり、実物大衝撃実験は、この腐食しろ 0.5mm を控除した厚さで実施している。



写真- 3.2 衝撃実験状況(自由落下方式)



写真- 3.3 衝撃実験後の鋼板の状況



写真- 3.4 コア抜き後内部材状況



写真- 3.5 衝撃試験状況 (振り子方式)



写真- 3.6 重錘衝突面 (1)

写真-3.2～3.4 は INSEM-SB ウォール工法実物大衝撃実験 (平成 15 年 9 月 4 日実施)

写真-3.5～3.6 は LUC-SB ウォール工法実物大衝撃実験 (平成 14 年 4 月 10 日実施)

(2) 袖天端の勾配

袖天端の勾配は、原則上流の計画堆砂勾配を設けない。

【解説】

袖の天端は、施工性を考慮して原則設置しない。やむを得ず天端に勾配を設置する場合は、別途エクストラとして数量を計上する。

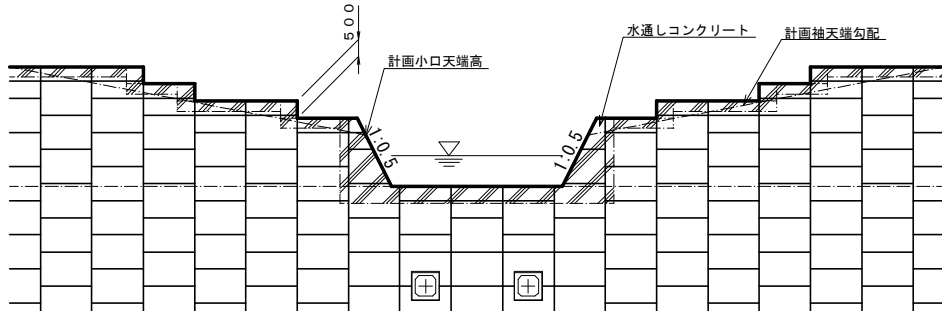


図- 3.18 袖天端勾配設置 (例)

(3) 袖天端保護コンクリート

袖天端は、内部材の劣化を防ぐことを目的にコンクリートなどで保護することを原則とする。

【解説】

袖の天端は、内部材の長期的な品質保持を目的にコンクリートなどで保護する。保護コンクリートなどの厚さは30cm程度以上とし、コンクリート材料を使用する場合は、伸縮に対応するため目地を10~15m間隔で設ける。なお、目地はコンクリートブロック目地間に設ける事を基本とする。

なお、袖天端保護材としては、コンクリート材料のほか、コンクリートの搬入が困難な現場条件の場合は、コンクリートと同等の強度を有するものを使用し、クラックや耐衝撃性や耐摩耗性に対する工夫が必要である。

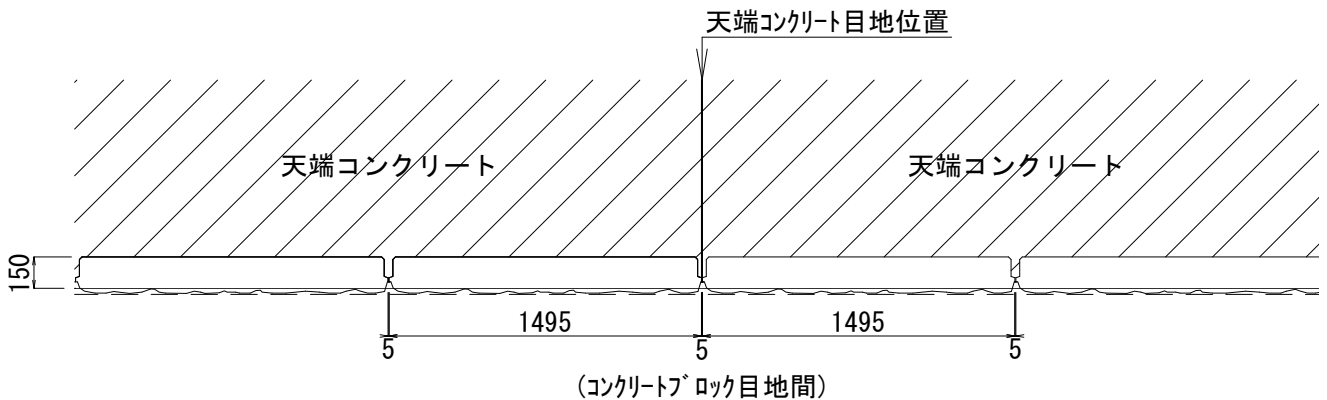


図- 3.19 天端コンクリートの目地設置位置 (例)

(4) 袖部対策工

袖部対策工は、袖部の地山嵌入に伴う地山掘削により、施工時の安全性や施工性に大きな影響が生じる場合や、長大な掘削斜面の形成による工事中の安全確保などを考慮して採用される。

袖部対策工のソイルセメントは、原則として堰堤本体に使用する材料と同程度の強度を確保する。

【解説】

袖部対策工は、平成 27 年 6 月 1 日・事務連絡：「砂防堰堤の袖部処理の特例について（試行）」に準拠し、工事の安全確保や他構造物への影響を考慮し、原則として堰堤本体に使用するソイルセメントと同程度の強度を確保する事を基本とする。

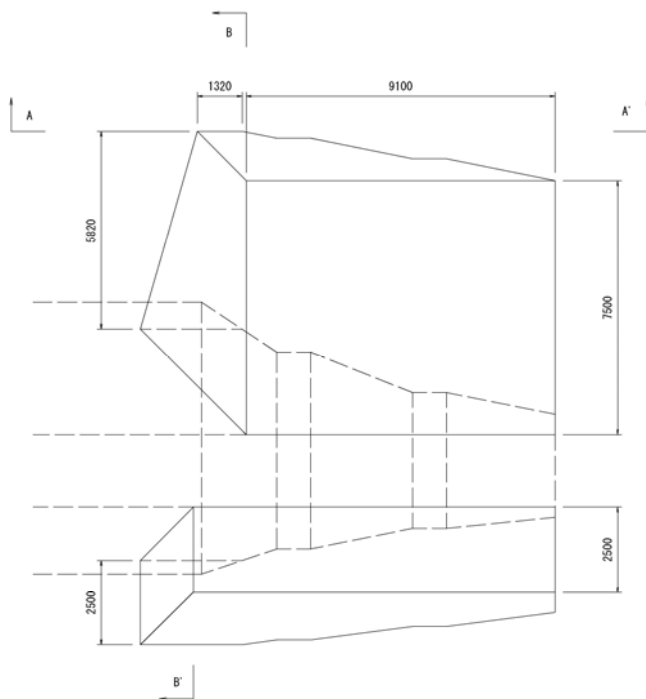
砂防堰堤本体の構築材料がコンクリートの場合、堤体部にソイルセメントを用いたことを想定して目標強度を設定し、それと同強度を袖部対策工に用いるソイルセメントの目標強度とする。

コンクリート堰堤工で計画する袖部対策工の構築材料にソイルセメントを用いる場合、相対的にソイルセメント使用量が少なく、配合を決定するための各種試験を実施する期間や費用、施工性や経済性でコンクリートを適用した場合に比べて劣ることがあり、ソイルセメントのメリットを活かすことができない場合がある。このため、ソイルセメントによる袖部対策工の採用に際しては、構築材料による施工性や経済性などを検討して比較検討を行った上で決定する必要がある。

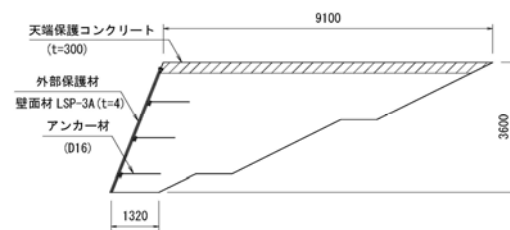
袖部対策工の形状寸法は、厚みを地山への必要嵌入量と同等として上下流方向への幅は下流側へ必要嵌入量の 1 倍、上流側へ 3 倍として設計されるが、施工時のソイルセメントの締固めを考慮して十分な幅を設定することが望ましい。

一般的に搭乗型の機械施工として使用される搭乗型コンバインド式ロードローラの施工可能幅は、重機の規格より重複幅と型枠の法勾配による堤体内部への突出を考慮し、 $B=2.0\text{m}$ 程度以上、 $L=6.0\text{m}$ 程度以上の施工範囲が必要であり、この施工幅が確保できない場合は機械転圧での施工は困難である。

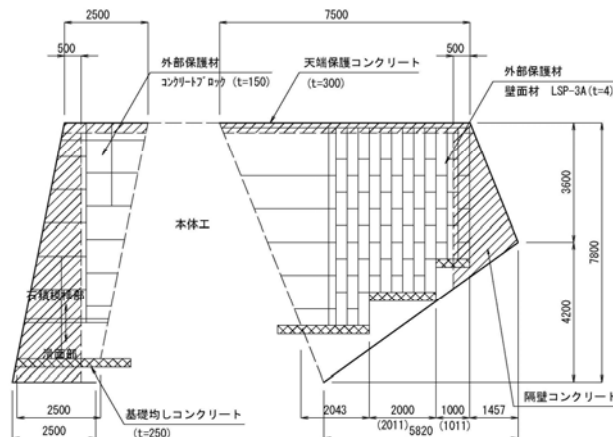
図- 3.20 の様な通常の袖部対策工の形状では、特に下流側には機械施工部分はなく、人力施工部分が大半を占めることとなる。（図- 3.21 参照）



(平面図)

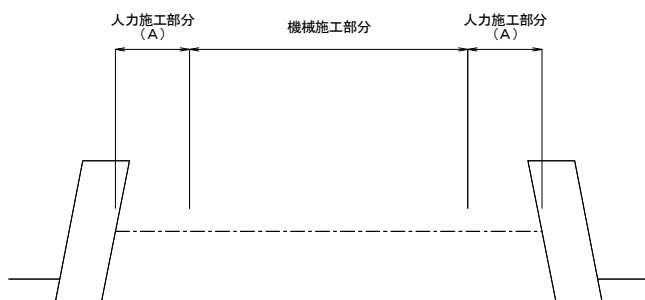


(A-A' 断面図)



(B-B' 断面図)

図- 3.20 袖部対策工 (例)



壁面法勾配	(A)
~0.2	50cm
~0.3	60cm
~0.4	70cm
~0.5	80cm

図- 3.21 締固め位置の分類

3.6 前庭保護工の設計

前庭保護工（副ダム，水叩工，護床工，側壁護岸，護岸工）の設計については，本堤の高さ，流域の大小，施工性・経済性および周囲の景観を十分検討した上で実施する。

【解説】

内部材自身は耐衝撃性・耐摩耗性が低いことから，水通し部からの落下水，落下砂礫による衝撃が作用する水叩工へ使用する場合は，耐衝撃性，耐摩耗性の高いコンクリートで保護する。

側壁護岸，副ダムについては，流域条件，施工性，経済性を検討したうえで SB ウォール工法によって構造物を構築することが可能である。

3.7 付属物の設計

砂防堰堤の付属物である間詰め、水抜きなどは、その機能および安全性が得られる構造として設計する。

3.7.1 間詰め（埋戻し）

間詰めは掘削部において行い、対象となる場所（基礎掘削部・本体の立上がり部・袖の嵌入部）及び対象地盤の性質を考慮して間詰め（埋戻し）材料を選定するものとする。

【解説】

間詰め(埋戻し)に用いる材料については、一般的な砂防堰堤と同様に嵌入させる地質に応じて選定することを標準とする。

堰堤本体を嵌入させる地質が岩盤の場合、掘削によって露出した岩盤の急速な風化が進み、堰堤本体の安定上において危険な要素を持つため、切り込んだ岩盤と堰堤本体の間は、嵌入岩盤以上の強度が得られる材料で間詰め(埋戻し)を行う。

なお、嵌入する地盤が砂礫地盤の場合、対象地盤と同等以上の材料を用いて間詰め(埋戻し)を行う。また、間詰め(埋戻し)材料に内部材を使用する事も可能であるが、施工性および経済性を考慮し選定する。

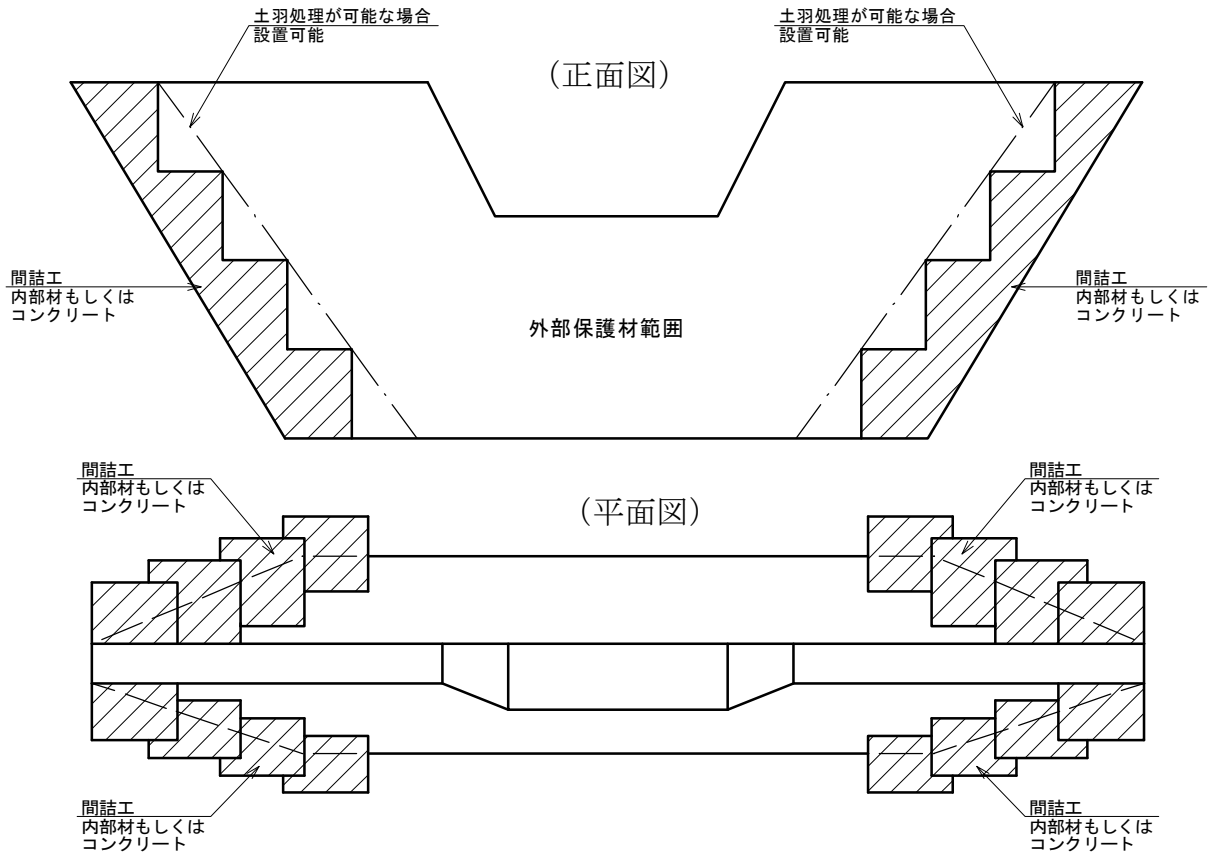


図- 3.22 間詰め概略図

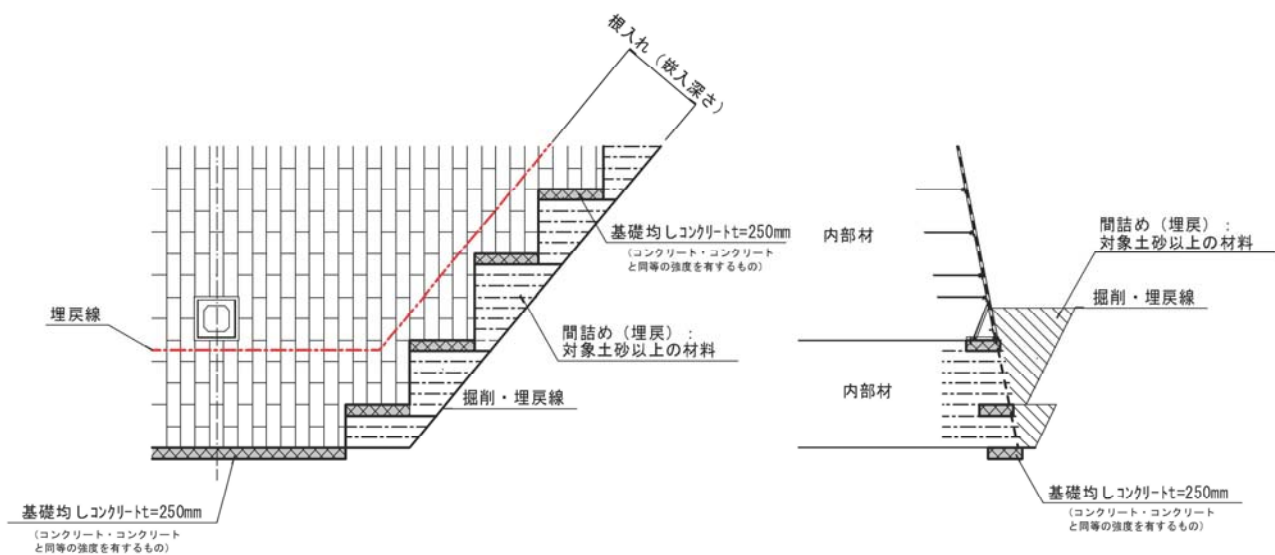


図- 3.23 間詰構造詳細図



写真- 3.7 間詰（埋戻し）設置状況（左：型枠有・右：盛れこぼし）

3.7.2 水抜き暗渠

水抜き暗渠は、その目的により大きさ、形状、数量および配置を設計する。

【解説】

水抜き暗渠には、内部材の施工を考慮して、コンクリート二次製品であるボックスカルバートを用いることを標準とする。

3.8 外部保護材の設計（配置・割付）

外部保護材の配置については、それぞれが有する機能（内部材打設時の型枠機能，耐摩耗性・衝撃に対する内部材保護機能，修景機能）を十分に発揮できるように考慮して設計を実施する。

【解説】

SBウォール工法における外部保護材の割付例を図-3.24，図-3.25に示す。

外部保護材の配置は，堤体内で最適な形状で設計（配置）を実施する。

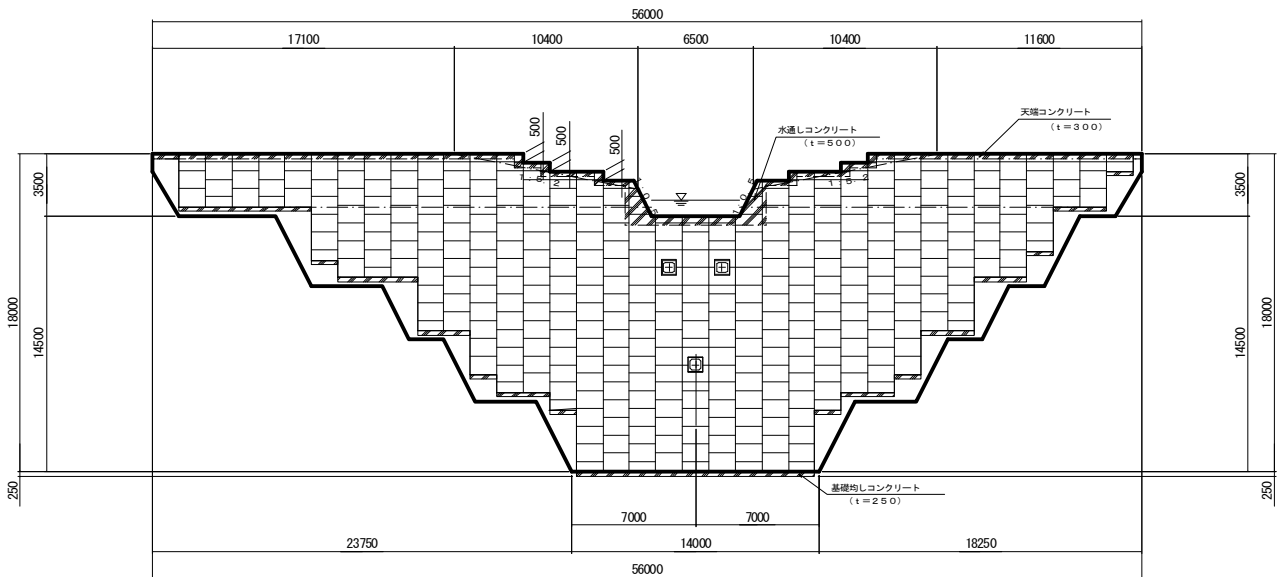


図- 3.24 下流外部保護材（コンクリートブロック）の割付例

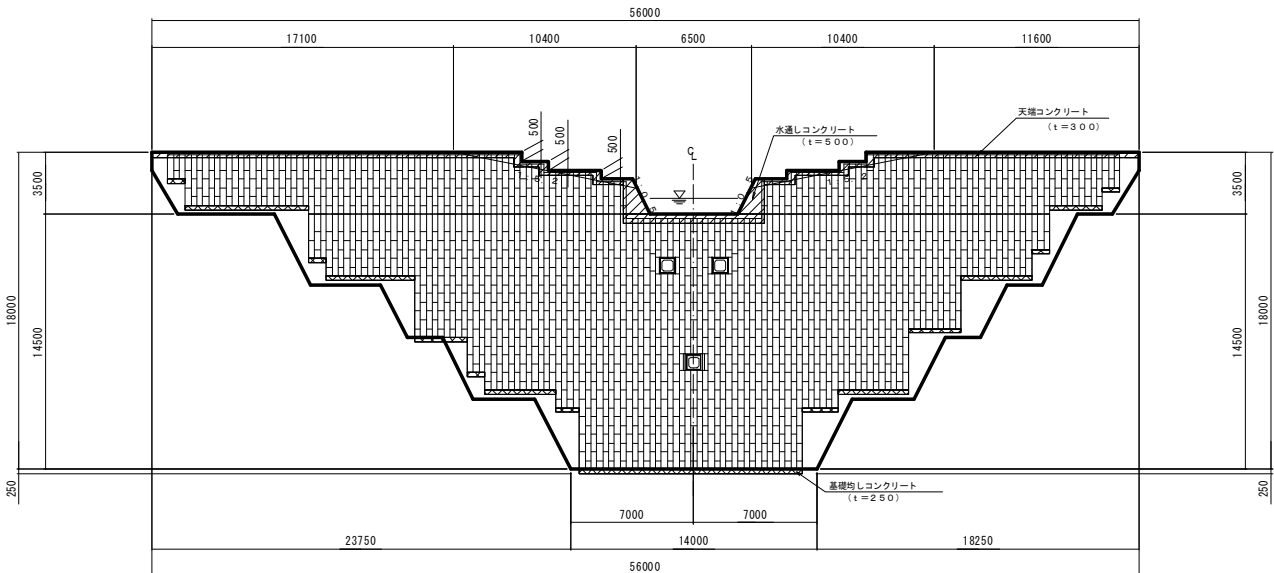


図- 3.25 上流外部保護材（軽量鋼矢板）の割付例

(1) 基礎部

基礎部の断面形状を図- 3.26 に示す。

基礎均しコンクリートの厚さは、外部保護材建込み時における1層当りの内部材の締め厚に合わせて250mmとする。奥行き方向の長さについては、コンクリートブロック：1,000mm，鋼板：800mmを標準とする。

安定計算上のり面勾配ラインと外部保護材の位置関係については、コンクリートブロックが外部保護材表面，鋼板が壁面材凹凸の中心線となる。

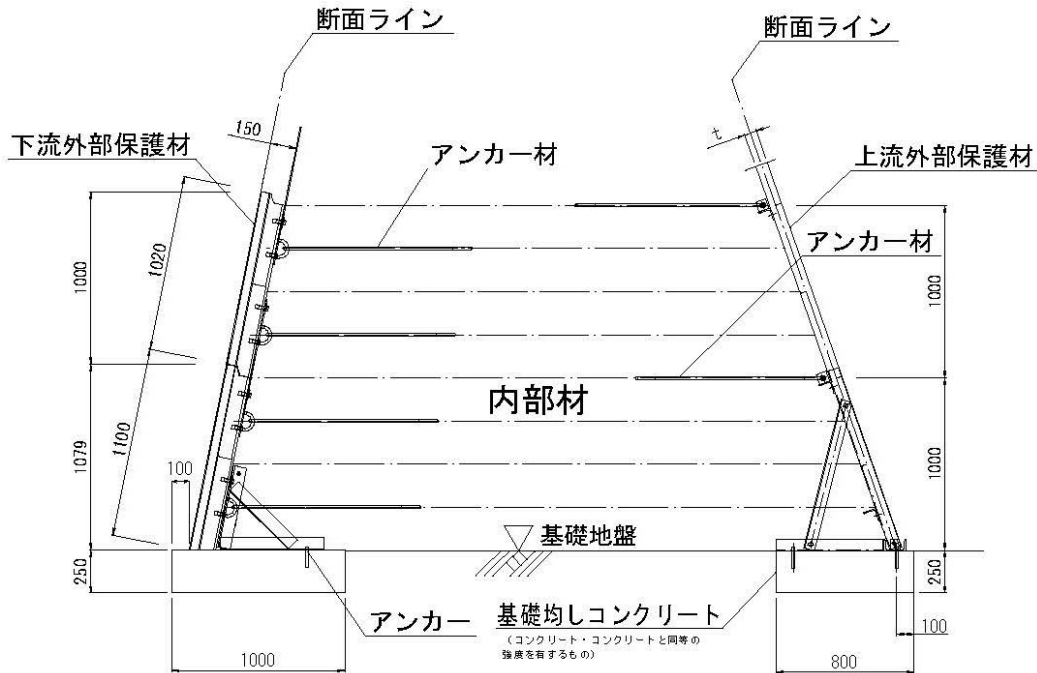


図- 3.26 基礎部断面形状

(2) 天端部

水通し部および袖天端部の外部保護材については、内部材と保護コンクリートなどの一体化，土石流の衝撃など外力に対する保護機能および保護コンクリートなど，打設時の型枠機能を担うことを目的に，堤体頂部付近まで外部保護材を配置することを標準とする。

4 施工

4.1 SBウォール工法の施工概要

SBウォール工法における施工計画は、現場条件や対象施設の規模を十分に把握したうえで、施工設備・施工機材を選定し、効率的且つ経済的になるよう工程計画を立案する。

【解説】

SBウォール工法は、内部材と外部保護材で構成された複合構造物であり、その主たる作業は、外部保護材の組立と内部材の施工である。特に、内部材施工はコンクリートのような養生を必要としないため、連続施工が可能であることが本工法の最大の特徴といえる。

このため、SBウォール工法の上・下流外部保護材は、内部材施工時には、残存型枠として機能し、足場設置や脱型作業を省略するなど、内部材の連続施工に則した機能を有している。SBウォール工法の施工手順、工程概要を図-4.1、表-4.1に示す。

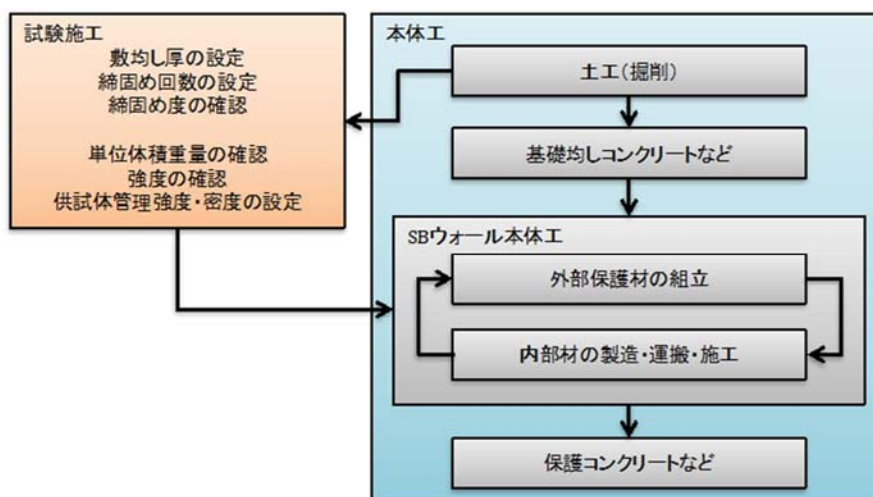


図-4.1 SBウォール工法の施工手順

表-4.1 SBウォール工法の作業工程概要

対象場所	工種	工程		
施工ヤード	土工 (掘削・基礎地盤の整地)	土砂の搬出計画		
—	試験施工	現場での内部材品質の事前確認		
ストックヤード	土砂ふるい分け (土砂の分類)	作業量に適した機械の選定		
施工ヤード	基礎工・天端保護工 (コンクリート、高強度INSEM)	基礎工 (養生)	天端保護工 (養生)	
施工ヤード	外部保護材の組立 (資材の搬入)	内部材の施工に沿った組立計画		
混合ヤード	内部材製造 (土砂・セメント・水搬入)	内部材の施工計画数量に合わせた製造計画 (機械・パーティ)		
施工ヤード	内部材施工 (堤体内搬入・敷均し・転圧)	施工計画(数量)に適した施工機械・運搬計画の立案		

4.2 使用する施工機材

SB ウォール工法における施工機材は、工程計画や対象施設の規模に適した施工能力や経済性などを考慮して選定する。

【解説】

内部材の施工に使用する標準的な機材を表- 4.2 に、外部保護材の施工に使用する機材を表- 4.3 に示す。

表- 4.2 内部材の施工に使用する一般的な機材例

作業工程	作業内容	使用機材
土 工	掘 削	バックホウ
水通しコンクリートなど、 コンクリート打設工	搬 入	生コン搬入
	打 設	シュート・ホッパ、バイブレータ
	養 生	養生マット、シート
混合ヤードの設置	混合桝の設置	バックホウ
	INSEMプラントの設置	INSEMプラント、バックホウ
内部材の製造／運搬(投入)	製造(混合)	バックホウ・INSEMプラント
	運 搬	ダンプトラック クレーン、バケット
内部材の敷き均し ／締固め	敷き均し	バックホウ
	締 固 め	振動ローラ、ハンドローラ、ランマ(振動コンパクト)

表- 4.3 外部保護材の施工に使用する標準的機材例

作業工程	作業内容	使用機材
外部保護材の横持ち	横持ち、荷揚げ	ラフテレーンクレーン
外部保護材の組立	吊り込み、設置	ラフテレーンクレーン(必要に応じて)
	アンカー削孔	ドリル
	アンカー打設	ハンマー
	ボルト締付け	ラチェットレンチ、インパクトレンチ バールなど

4.3 試験施工

本体工事の着手前に、工事で使用する機材を用いて、敷均し厚、締固め回数など、内部材の施工方法、および単位体積重量、強度などの品質確認を行い、示方配合の妥当性の確認を行う。

【解説】

室内配合試験は、実現場での施工と施工機械や、計量方法などで、幾つかの違いがある。

このため、SBウォール工法では、本施工前に試験施工を実施し、効率的な施工方法や、内部材品質を確認し、示方配合などの妥当性の評価および補正を行う。

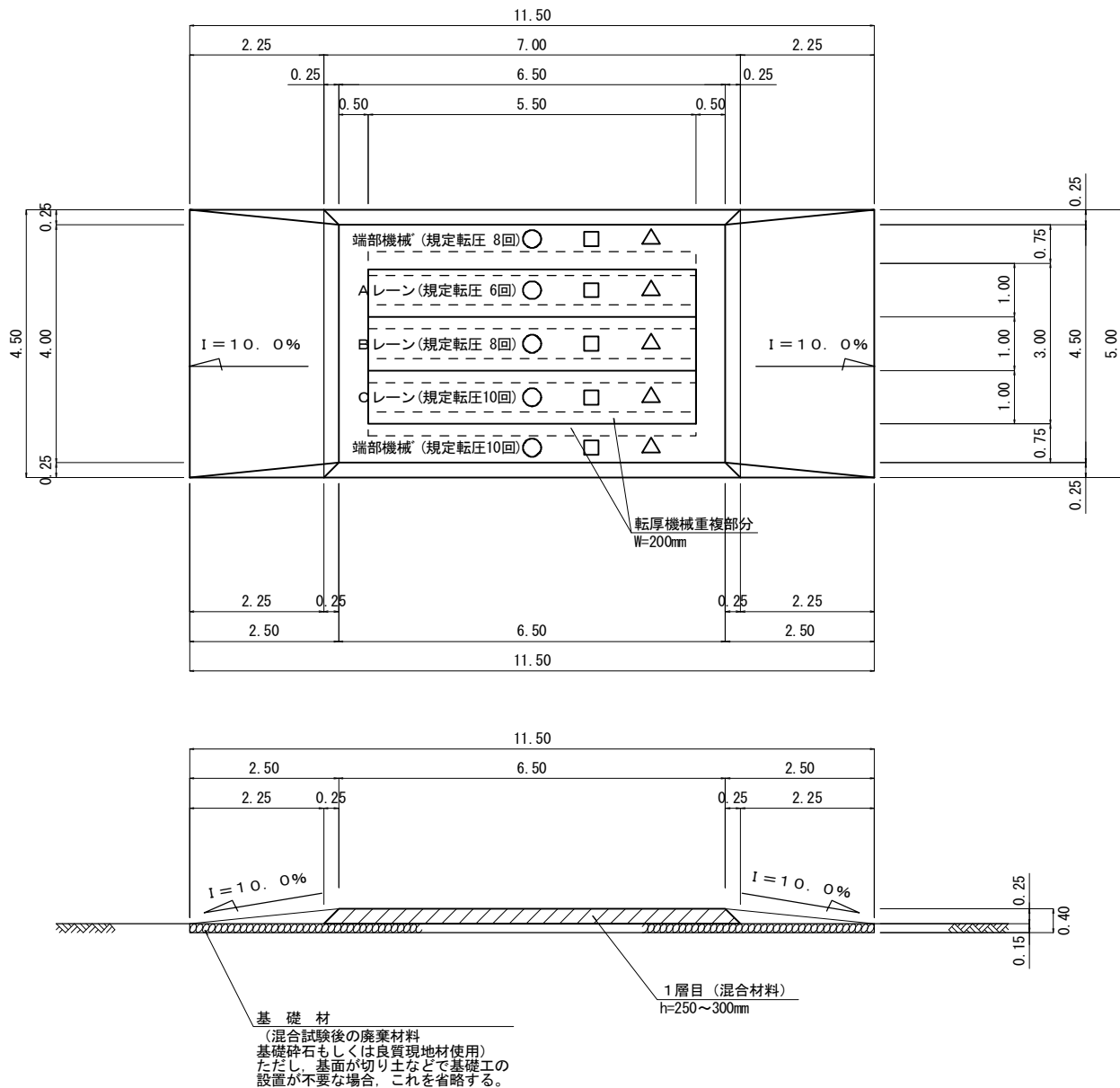


図- 4.2 試験施工計画の事例



写真- 4.1 試験施工の状況

表- 4.4 室内配合試験と現地施工の比較

項目	室内配合試験	施工現場	留意点	対処方法	
土砂の自然含水比測定	40mmでスクリーニングした試料で実施。	サンプリング土砂量が2kが程度であるため、大礫骨材の有無が含水比に大きく影響するため、40mmでスクリーニングした試料で測定する。	実施工での土砂の最大粒径は、125mm～150mmであるが、自然含水比測定は40mmアンダーで行う。	現地土砂の含水比の測定は、40mm以下で行うため、最大粒径が125mm～150mmの土砂の実含水比より高めとなる。	実施工で活用する土砂の40mm越えの骨材が多い場合、40mm以下で実施した室内配合試験による示方配合と、実配合が異なる場合がある。このため、試験施工時に、練混ぜ後の性状を配合試験時と比較し、設計含水比の補正を行う。
含水比測定	乾燥機 電子レンジ フライパン	電子レンジ フライパン	一般的に、測定時間、測定設備の問題から、フライパン法で行う場合が多い	電子レンジ、フライパン法は、加熱により含水比を測定する方法であるため、試料が高熱となり、試料の水分だけでなく、有機物も炭化するため、含水比が大きく測定される。	予め、室内配合試験実施時に、フライパン法および電子レンジ法と、配合試験で実施した測定法との相関を測定し、現場で補正する。
土砂の最大粒径	40mm	125mm～150mm以下	内部材で活用する土砂の最大粒径は、基本的に内部材の施工厚の1/2以下である。なお、現場によっては、施工性等を勘案し、施工厚の1/2より小さく設定するケースもある。	一般的に、粒径の大きな骨材は、内部材材の強度品質を向上させる効果があるが、現地土砂の含水比の測定は、40mm以下で行うため、そのまま加水量を決定すると、大礫が多い場合、加水後の内部材性状が、示方配合の性状と大きく異なる場合がある。	実施工で活用する土砂の40mm越えの骨材が多い場合、40mm以下で実施した室内配合試験による示方配合と、実配合が異なる場合がある。このため、試験施工時に、練混ぜ後の性状を配合試験時と比較し、設計含水比の補正を行う。
土砂の計量	重量計量	容積計量	内部材製造の混合樹等において容積計量を行う。	現場では、混合樹等に、容積の目印を入れるなどして、目視で計量を行うため、自ずとその精度は低くなる。	土砂変化率のバラツキ、精度を勘案すれば、容積計量の精度に固執する必要は無いものと考えられる。定期的に、堤体の内部材施工数量と、内部材製造数量を確認して、容積変化率を補正していくことで、全体の精度を高めていくことが出来る。
セメントの計量	重量計量	重量計量	内部材の施工現場では、一般的に1tのフレコンバックで搬入されており、フレコンバックの投入数を基準としてINSEMを製造している。なお、INSEMプラントや、セメントサイロを用いる場合は、この限りではない。	配合試験室、施工現場共に、重量測定であるため大きな差はないものと考えられるが、施工現場では、混合時等において、セメントの飛散等もあることを勘案する必要がある。	—
水の計量	重量計量	容積計量	内部材製造の加水用として水槽等を用い、容積計量を行う。内部プラントは、自動計量装置にて実施する。	室内配合試験では、一度の内部材製造は、20～50リットル程度であるのに対し、施工現場では、10m ³ ～25m ³ 程度であり、加水量の精度は、1リッター程度あれば問題無いと考えられる。なお、INSEMプラントは、自動計量を機械的に制御するため、この限りではない。	—
養生	気中養生、標準養生	現場で、ブルーシートおよび養生マットで養生する。	施工時の気温等の影響を受ける	室内配合試験の養生環境では、コンクリートと同様に、養生環境を20℃の湿潤状態で行うのに対し、散水等で湿潤状態の保持は管理できるものの、養生時の気温による影響は免れない。	試験施工、供試体による品質管理により、気温による影響を把握し、著しく強度品質が低下する場合は、配合設計時に温度補正等を行う事で対処するが、明瞭な水和反応領域の内部材は、コンクリートと同様に、長期強度において、ほとんど養生温度による強度の差は無くなる。

4.4 内部材の施工計画

SB ウォール工法の内部材施工は、内部材の製造・運搬・敷均し、転圧を一式とした作業である。施工計画の立案にあたっては、これらの一連の流れが効率的に進められる計画を立案する。

【解説】

内部材施工は、SB ウォール工法の主たる作業であり、その如何によっては、工事全体の工程に大きく影響するばかりでなく、効率の低下は、内部材の品質低下を招く可能性がある。

また、その作業は、図- 4.3 のとおり、大きく 3 つの項目が一式とした作業である。このため、これら 3 つの工程が、ひと流れの作業となるよう、計画する必要がある。

特に、内部材製造と練混ぜ後の内部材の運搬作業は、クリティカルポイントとなりやすいため、事前に十分な検討を行うことが望ましい。

写真- 4.2 は、堰堤直近に複設混合機を設置し、練混ぜ後の内部材や保護材などの堤体内への搬入を効率化させるため、クレーンのブーム角を固定した円周内に荷揚げ地点、荷降ろし地点を設置した例である。

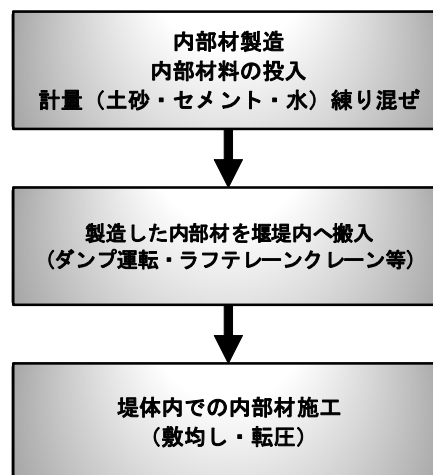


図- 4.3 内部材（INSEM 材）の製造・施工フロー

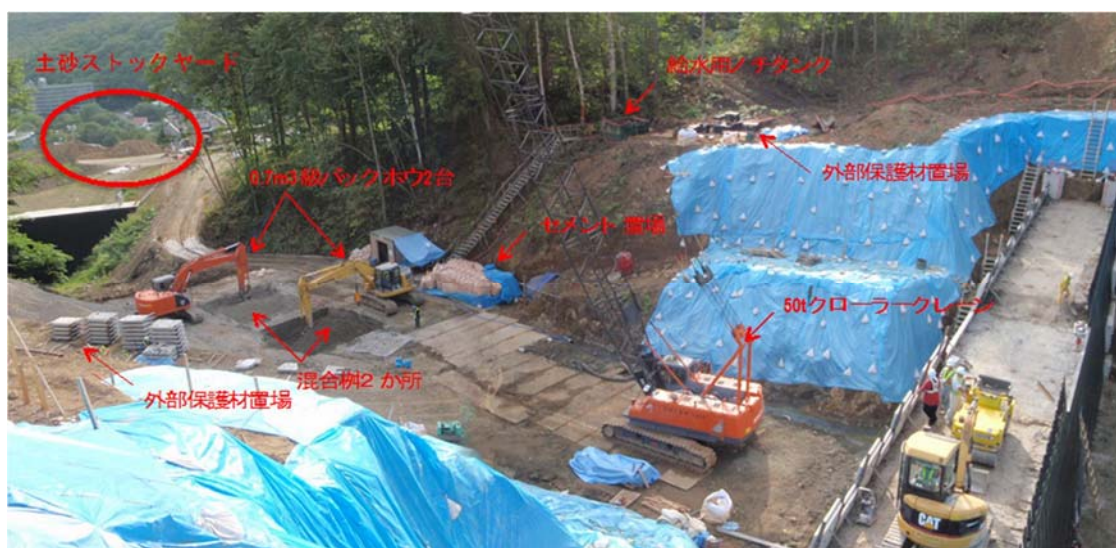


写真- 4.2 INSEM 材の製造から堤体内搬入の工夫例

4.4.1 土砂のストックヤード，内部材混合ヤードの設置

土砂のストックヤード，内部材混合ヤードの設置は，現地の環境条件などを十分考慮し，これらの作業が安全で効率よく行えるように計画する。

【解説】

土砂のストックヤード，内部材混合ヤードの計画は，内部材の製造，運搬作業に影響するため，事前に十分検討する。

なお，これまでの事例では，練混ぜ後の内部材を，効率的に堤体内へ搬入することが内部材施工全体の効率化に貢献している場合が多いようである。

各ヤードでの一般的な作業内容，計画優先項目を示す。

表- 4.5 土砂ストックヤード，INSEM 材混合ヤードの計画優先項目

	土砂のストックヤード	内部材混合ヤード
作業内容	掘削土砂のストック出来るヤード 内部材材料となる土砂の選別作業 内部材材料となる土砂のふるい分け作業	内部材製造に影響が出ない程度の土砂，セメント，水のストック 内部材の混合機あるいは，INSEM プラントの設置スペース 内部材の製造作業
計画場所の優先項目	<ol style="list-style-type: none"> 1. 十分な作業スペース 2. 効率的にダンプなどの 3. 搬送路が確保できる場所 4. できるだけ，施工ヤードの近郊 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 練混ぜ後の内部材を，効率的に堤体内へ搬入が可能な場所 2. 内部材製造に必要な土砂，セメント，水の補充が効率的に出来る場所

表- 4.6 土砂ストックヤードと INSEM 材混合ヤードの設置モデル

モデルNo	モデル1	モデル2	モデル3
土砂ストックヤード、内部材混合ヤードのモデルパターン	<p>堰堤施工地点直近に土砂のストックヤード、内部材の混合ヤードを設置する場合。</p>	<p>堰堤施工地点直近に混合ヤードを設置し、離れたところに土砂のストックヤードを設置した場合。</p>	<p>堰堤計画地点直近に、土砂のストックヤード、内部材混合ヤードが設置できない場合。</p>
掘削土砂の搬出	ダンプトラック、バックホウによる直接運搬 ◎	ダンプトラック >	ダンプトラック =
内部材混合ヤードへの土砂の運搬	ダンプトラックおよびバックホウによる直接投入 ◎	ダンプトラックにより内部材の混合量を充足する程度に混合ヤードに運搬。 > ○	ダンプトラックおよびバックホウによる直接投入 < ◎
製造した内部材の堤体内への搬入	バックホウによる直接投入、ベルトコンベアによる投入、ラフタレーンクレーンによる投入 ◎	バックホウによる直接投入、ベルトコンベアによる投入、ラフタレーンクレーンによる投入 =	ダンプトラックでの運搬後、バックホウによる直接投入、ベルトコンベアによる投入、ラフタレーンクレーンによる投入 > ○
考察	堰堤直近に広い施工ヤードがある場合は、内部材料となる土砂のストックヤード、内部材製造ヤードが、堰堤直近に確保できるため、作業効率が高い。	堰堤直近に広いヤードが確保できない場合は、まず、製造から施工完了迄の時間的な制限がある。製造した内部材の搬入が効率化出来るため、比較的狭くても設置可能な内部材の混合ヤードの設置を検討する。また、内部材混合ヤードでの土砂ストックは、一日分のストックができれば、工程上問題はない。	堰堤直近にほとんどヤードが確保できない場合、製造した内部材のダンプ運搬を前提として、計画堰堤地点近郊に、土砂のストックヤードおよび内部材の混合ヤードを併設する。混合ヤードで製造した内部材は、ダンプトラックで運搬し、堰堤直近で借り受け機等で一度仮置きし、堤体に搬入するケースが多い。
施工性総合評価	◎	○	△



写真- 4.3 土砂ストック，混合ヤードの配置例：モデル2事例
(バックホウ混合→内部材製造，バックホウによる直接投入)



写真-4.4 土砂ストック，混合ヤードの配置例：モデル1事例
(INSEM プラント→内部材製造，ラフテレーンクレーンによる投入)



写真-4.5 土砂ストック，混合ヤードの配置例：モデル3事例
(INSEM プラント→内部材製造，ダンプトラック運搬)

4.4.2 内部材の製造方法の検討

内部材製造方法の検討にあたっては、堰堤の規模、工期などを勘案し、内部材施工のクリティカルポイントとならないよう検討する。

【解説】

これまでの実績から、SBウォール工法の効率的な施工とは、効率的な外部保護材の組立、内部材の製造、運搬の作業により、連続して内部材の敷均し、転圧作業が出来る場合と言える。このため、内部材の製造方法の検討は重要である。

SBウォール工法の内部材製造方法は、大きく分けて、現地で混合機を設置し、バックホウ混合により製造するケースと、可搬式INSEMプラントによって製造するケースの2つある。

以下に、これまでの事例から一般的な製造モデルの特徴を記述する。

(1) バックホウ混合：単設混合機の場合

単設混合機によるバックホウ混合の場合、図-4.5に示す通り、運搬、内部材施工作業が、内部材製造待ちとなる上、製造した内部材をすべて搬出しないと、次の内部材製造に取り掛かれないため、すべての作業の稼働率は半分以下となる。



図-4.4 単設混合機概念図

また、内部材を一度製造すると、連続して、運搬、敷き均し・転圧作業までを完了させる必要があるため、昼休みや終業時間などの時間的制約を受け、稼働率を上げづらい。

一方、空き時間を、外部保護材の組立作業などに当てる工程計画が組めれば、少人数での施工が可能となる他、混合に必要な機械が最小となるため、小規模の堰堤の場合や、混合ヤードが狭い場合などは有効である。

単設混合機の場合の日製造量は、混合機の大きさにもよるが、約 60m³～100m³程度の実績が多い。

作業工程	作業時間												現場作業稼働率		
	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3			
内部材製造 (材料投入・計量・練混ぜ)	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	50%		
運搬 (堤体内への搬入)				1	1	1		2	2	2		3	3	3	38%
内部材施工 (堤体内での敷均し・転圧)				1	1	1		2	2	2		3	3	3	38%

図-4.5 単設混合機の工程モデル図

(2) バックハウ混合：複設混合桝の場合

複設混合桝は、一つの混合桝で製造された内部材を搬出している間に、もう一つの混合層で次の内部材を製造しようとするもので、図-4.7 のとおり、必然的に稼働率は向上するが、混合桝において、同時に搬出作業と混合作業が行われるため、バックハウが二台必要になる他、単設混合桝と比較すれば、広い混合ヤードが必要となる。



図- 4.6 複設混合桝の概念図

なお単設混合桝と同様に、INSEM 材を一度製造すると、連続して、運搬、敷き均し・転圧作業までを完了させる必要が有るため、昼休みや終業時間などの時間的制約を受け、稼働率を上げづらい。

複設混合桝の場合の日製造量は、混合桝の大きさにもよるが、約 150m³～180m³程度の実績が多い。

バック 複 設 混 合 桝	作業時間															現場作業 稼働率									
	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4		4	5	5	5	5				
内部材製造 (材料計量・練混ぜ)	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	83%				
運搬 (堤体内への搬入)					1	1	1		2	2	2		3	3	3		4	4	4		5	5	5	63%	
内部材施工 (堤体内での敷均し・転圧)						1	1	1		2	2	2		3	3	3		4	4	4		5	5	5	63%

図- 4.7 複設混合桝の工程モデル図

(3) 可搬型 INSEM プラントによる内部材製造の場合

近年 SB ウォール工法において、可搬式 INSEM プラントでの施工事例が増加している。このプラントは次の特徴を持っている。

- ・ プラントの分割が可能で、4t トラックで搬送、バックハウでの組み立てが可能
- ・ 示方配合を入力することで、土砂ホッパー、セメントサイロ、水槽に土砂、セメント、水を補充すれば、自動で計量、混合を行う。なお土砂は二種類まで自動混合できる。



写真- 4.6 可搬型 INSEM プラント

- ・ 配合は，コントロールパネルに入力するだけなので，異なる配合を随時製造することができる。
- ・ プラント稼働後数分で，混合された内部材が排出されるため，堰堤の施工にあわせた製造が出来る。
- ・ 自動で INSEM 材料の数量を管理することが出来る。



写真-4.7 INSEM プラントの組立状

図- 4.8 のとおり，INSEM プラントによる内部材製造は，連続計量，連続製造が可能であるため，内部材製造が作業のクリティカルポイントとなる事はほとんど無い。また，随時適量の内部材の製造が可能のため，堤体内での敷均し・転圧作業の状況に応じた工程が可能となる。

なお，可搬式 INSEM プラントの日製造量は，約 200m³～250m³程度の実績が多く，規模が大きい堰堤の場合，内部材施工量にあわせて，INSEM プラントを複数台設置した例もある。

INSEM 混合機の設置 台数	作業工程	作業時間																		現場作業 稼働率
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	内部材製造: 材料計量，混合は全自動	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
	運搬 (堤体内への搬入)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
	内部材施工 (堤体内での敷均し・転圧)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	98%

図- 4.8 INSEM プラントの工程モデル図

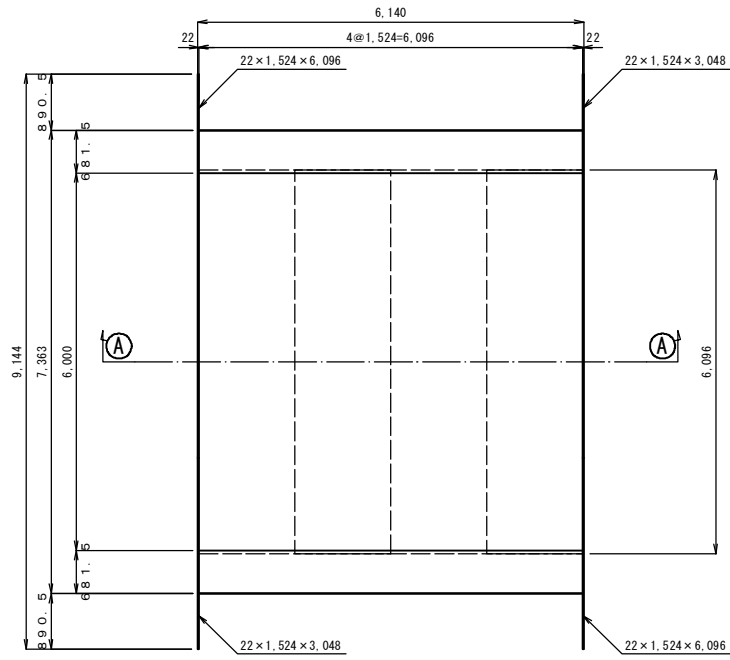
1) 混合機の仕様事例

内部材をバックホウ混合で製造する場合は，混合機に土砂の容積を計量するための混合機を設置する。

混合層の大きさは，混合ヤードの条件にあわせて，作成するが，工事終了後

なお，内部材材料の計量数量計算にあたっては，SB ウォール工法研究会のバックホウ計量シートを用いれば，簡便に行える。

平面図



A - A 断面

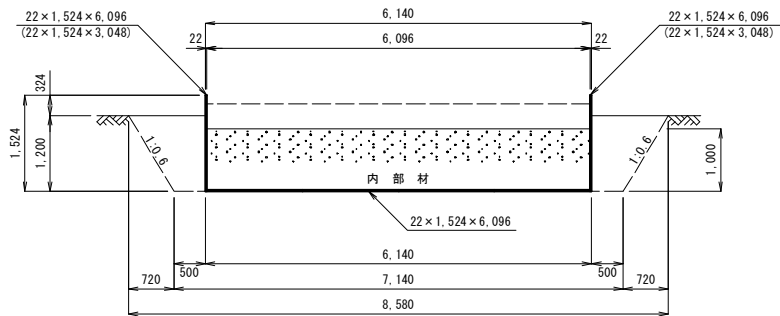


図- 4.9 混合樹の製作例 (30m³級 鋼製混合樹)



写真- 4.8 混合樹の製作例 (左 : 単設混合樹, 右 : 複設混合樹)

2) INSEM プラント

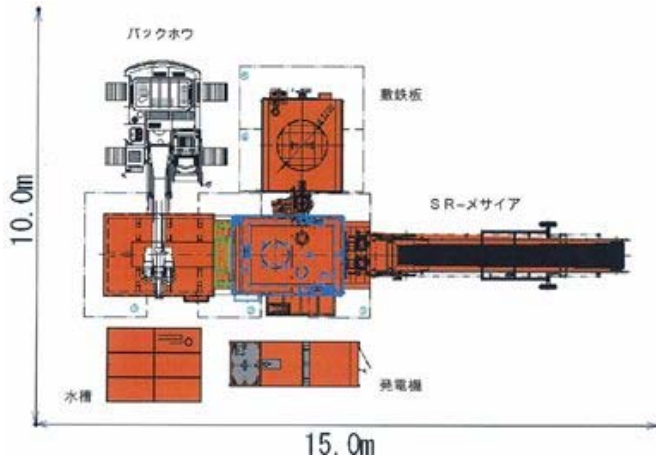
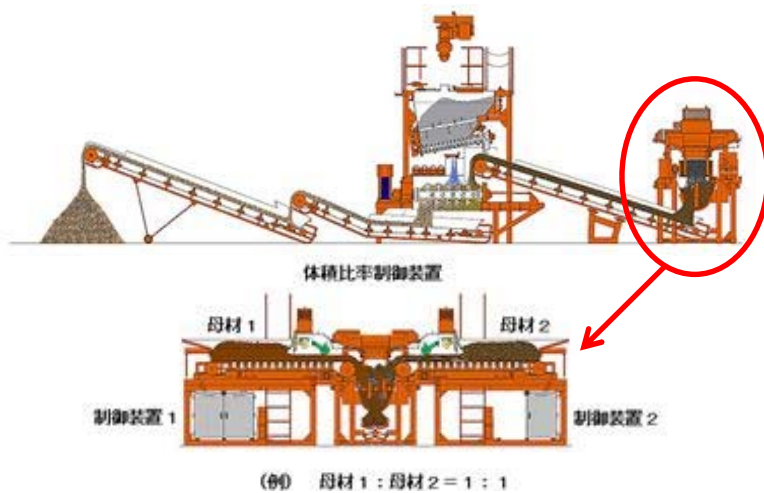


図- 4.10 INSEM プラント（メサイア）の概要



二種混合対応 INSEM プラント

図- 4.11 二種混合対応 INSEM プラント（メサイア）の概要

3) その他混合方法による留意点

自走式土質改良機を INSEM 材の製造に用いる場合、作業量モニタに表示される処理土量や使用した固化材量、液体量などは計算値であり、計測値ではないこと、出来高管理に用いることはできないことに留意が必要である。

このため、自走式土質改良機を今後も使用される場合には、使用する機能説明ならびに取扱い説明書を確認し、機能や特徴を十分に理解した上で利用する必要がある。

4.4.3 内部材の製造手順

内部材の混合は、適切な計量を行い、製造方法毎に所定の品質が確保されるよう実施する。

【解説】

内部材の製造は、試験施工で確認された配合で実施し、図- 4.12 に示す手順により行う。なお、各計量数量の計算は、SB ウォール工法研究会が提供する計量シートを活用することで、簡便にすることができる。

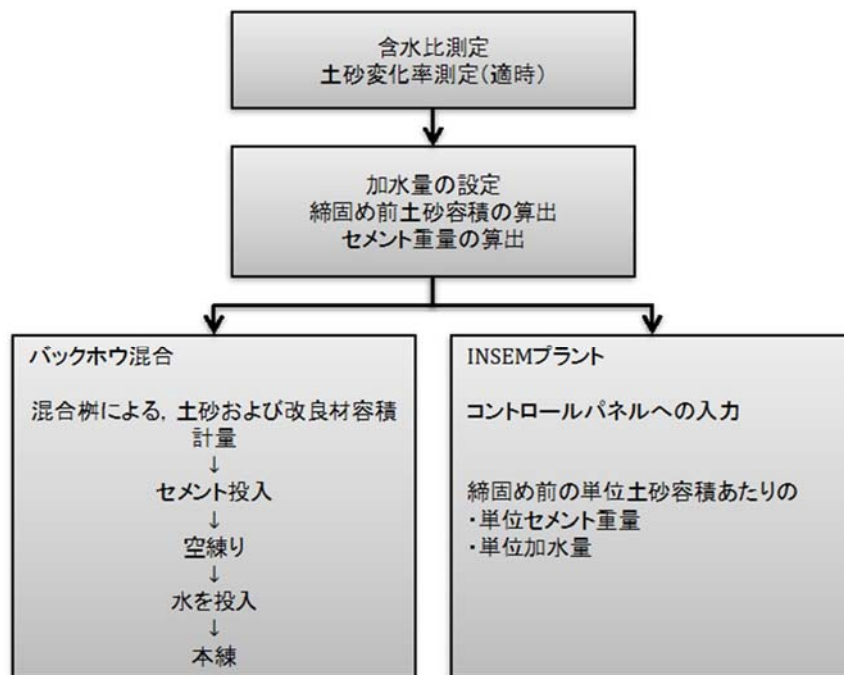


図- 4.12 内部材の混合手順

(1) 含水比測定

混合作業の前に、その日に使用する材料の含水比を測定し、加水量の設定を行う。試験は1回に1材料以上とする。

【解説】

含水比試験は、内部材の配合に大きく影響をあたえるため、重要な測定項目である。このため、含水比測定においては次に示す項目に留意する必要がある。

1. 含水比は同じ試料でも、粒度に大きく影響をうけるため、全体の粒度と採取した試料の粒度がほぼ同等であるよう、留意して採取する。

2. 当日使用する土砂の含水比のバラツキを勘案して試料を採取する。

なお、含水比の測定方法は、フライパンによる加熱や、電子レンジで行う場合が多いが、双方とも、熱により試料を乾燥させる方法であるため、試料の水分だけでなく、土砂の有機成分なども燃焼し、含水比に影響する可能性がある。

室内配合試験で乾燥機による含水比測定を実施している場合は、乾燥機とフライパンなどによる直火法との相関を測定し、適切に補正する。



写真- 4.9 含水比測定用試料の採取状況



写真- 4.10 含水比測定（左：フライパン法・右：電子レンジ法）

表- 4.7 フライパン法による含水比測定の補正事例

試験前試料含水比試験			
試験名	フライパン法(%)	乾燥機(%)	補正率(%)
No. 1	120.19	98.64	82.07
No. 2	3.84	3.76	97.02

(2) 加水量の設定

現地での加水量の設定は、試料含水比から算出する加水量にこだわらず、練混ぜ後の性状を配合試験時、試験施工時の性状と比較して、当日の加水量を調整する。

なお、試料含水比から計算する加水量は示方配合の設計含水比から材料の含水量を差し引いた量とし、次式で求める。

$$W' = \rho_d (W/100) - \rho_d (Z/100)$$

W' : 加水量 (kg/m³)

W : 設計含水比 (%)

ρ_d : 材料の乾燥密度 (kg/m³)

Z : 材料の自然含水比 (%)

【解説】

内部材の品質は、土砂の含水比に大きく影響を受けるため、事前に土砂の含水比を測定し混合時に含水比調整（加水）を行うが、前述のとおり、土砂の含水比は、測定用試料の粒度が大きく影響する他、ストック土砂自体の含水比のバラツキも大きいため、その精度が著しく低下する可能性を排除できない。

一方、製造後の内部材の性状は、土砂の含水比1%～2%の違いが練混ぜ後の性状に顕著に反映されるため、現地での加水量設定にあたっては、計算上の加水量だけでなく、練混ぜ後性状を試験施工時、配合試験時の性状と比較し、適切に調整する事が望ましい。



写真- 4.11 練混ぜ後性状の確認（左：現地施工，右：室内配合試験）

(3) 土砂容積変化率の測定および土砂計量

施工現場では、事前に、土砂容積変化率（締固め前土砂容積／締固め土砂容積）を測定し、締固め後 1m^3 を想定した締固め前の土砂容積を計量する。

土砂容積変化率は、施工の進捗にあわせて随時補正する。

【解説】

SB ウォール工法の示方配合は、2.1.6 章の示方配合の概念に示したとおり、内部材 $1\text{m}^3 = \text{締固めた土砂 } 1\text{m}^3$ としている。

室内配合試験では、最大乾燥密度の 95% を締め固めた土砂重量とみなして、重量計量を行うが、施工現場では、土砂の計量は容積計量で行うため、事前に土砂容積変化率を測定し、締固め前の土砂容積を算出しなければならない。

なお、土砂容積変化率は、土砂のバラツキや含水比などに影響をうけるため、施工当初は、室内配合試験などで測定した容積変化率を用いるが、本体施工が進めば、内部材混合ヤードでの製造量と、現場での実施工量との相関から、随時容積変化率を補正する。

(4) 材料の貯蔵

内部材として用いる現地発生土砂などの貯蔵方法は、野積みとなる場合が多いため、降雨などにより、試料含水比の増加が懸念される場合は、シートを掛けるなど、適切な処置を施す。

また、貯蔵場所については、セメント水和反応を阻害する有機成分の多い表土などが混入しないよう留意する。

【解説】

内部材の品質は、土砂に含まれる水量（試料含水比）に大きく影響をうけるため、示方配合では、設計含水比を決め、現場において含水比調整のための加水処理を行うのが一般的である。しかし、INSEM 材料である土砂の含水比が降雨などによって設計含水比より高い時は、手間のかかる抜気処理をしなければならないため、事前にシート掛けなどにより、含水比の上昇を防ぐ処置を行う。

また、表土などに多く含まれる有機成分は、セメント水和反応を阻害し、内部材の強度発現性が著しく低下する可能性がある。このため、内部材材料となる土砂のストックにおいては、これらの土砂が混入しない様、留意する必要がある。

(5) 内部材製造

内部材品質は、配合に大きく影響を受けるため、製造方法毎に、適切な計量計算、計量を行う。

また、随時、練混ぜ後の性状を確認し、加水量などの調整を行う。

【解説】

1) バックホウ混合

内部材の配合は、その品質に大きく影響するため、内部材製造にあたっては、適切な計量を行わなければならない。

バックホウ混合により INSEM 材を製造する場合、土砂の計量は、混合枡で行い、水量は、水槽などの目盛を用いて行う。

なお、セメントは、フレコンで購入すれば、1 トンごと計量されてくるため、フレコン一袋当たりを基準に、内部材材料の計量を行う。

一方、練混ぜは、試験施工時に、練り混ぜ状況と練り混ぜ時間を確認し、本施工時の練り混ぜ時間の参考とする。

土砂の性状により、練混ぜ時間は異なるが、一般的にバックホウによる練り混ぜ時間は $20\sim 25\text{m}^3/\text{hr}$ を目安とし、試験施工の際に確認する。

一般的なバックホウによる混合手順は次のとおりである。

1. 現地発生土砂もしくはクラッシャーなどの混合材料を、予め土砂容積変化率から計算した締固め前の容積の目印までに投入し、その後セメントを投入する。なお、セメントの投入は、土砂間にサンドイッチ状に投入することで飛散を抑制することが可能である。
2. 材料投入後、まず、セメントとの混合状態が確認しやすい空練りを行う。
3. 十分に空練した後、必要量の水を加えながら攪拌する。



写真- 4.12 混合枡への加水状況

混合 枓 計 量	投入セメント量	2.00ton	セメント量を基準に製造量を算定します。		
	使用材料	材料名	締固土砂容量	ほぐし土量	混合枓計量高さ
	No. 1土砂	試料-1	7.33m ³	9.30m ³	0.00m ~ 0.83m
	No. 2土砂	試料-2	3.14m ³	3.70m ³	0.83m ~ 1.17m
	No. 3土砂	0			
	No. 4土砂	0			
合計製造量（締固時）			10.47m ³	!セメント投入量が2.0t以上の場合は、土砂投入を2層に分け、間にセメントを挟む	

加
水
量
計
算

混合枓加水量	下限含水	中央含水	上限含水
設計含水比水量	1.850ton	2.088ton	2.327ton
加水量	0.512ton	0.751ton	0.989ton
	512リットル	751リットル	989リットル

図- 4.13 配合計算事例

(バックホウ混合計量シート：SBウォール工法研究会)

2) INSEM プラントによる混合

INSEM プラントのコントロールパネルに、内部材の締固め前土砂容積 1m³あたりの単位セメント重量，単位加水量を入力し，バックホウで，随時プラントの土砂ホッパーに土砂を投入すれば，所定品質の INSEM 材の製造ができる。

また，日当りの製造量が多い場合や，単位セメント量が多い場合は，セメントサイロを接続することで，セメントの補充頻度を少なくすることができる。

なお，INSEM プラントの製造能力は，これまでの実績から 30~50m³/hr 程度と考えられる。

以下に，INSEM プラントによる混合手順を示す。

1. コントロールパネルへの締固め前土砂容積 1m³あたりの単位セメント量，単位加水量を入力
2. バックホウにより混合材料をプラント土砂ホッパーに投入する。
3. スタート釦を押して，製造を開始する。

ほぐし土量1m ³ 当り加水量・ 投入セメント 量	混合枓加水量	下限含水	中央含水	上限含水	投入セメント量
	設計含水比水量	0.135ton	0.160ton	0.185ton	137kg
	加水量	0.065ton	0.090ton	0.115ton	
		65リットル	90リットル	115リットル	

図- 4.14 INSEM プラント計量計算事例

(INSEM プラント計量シート：SBウォール工法研究会)

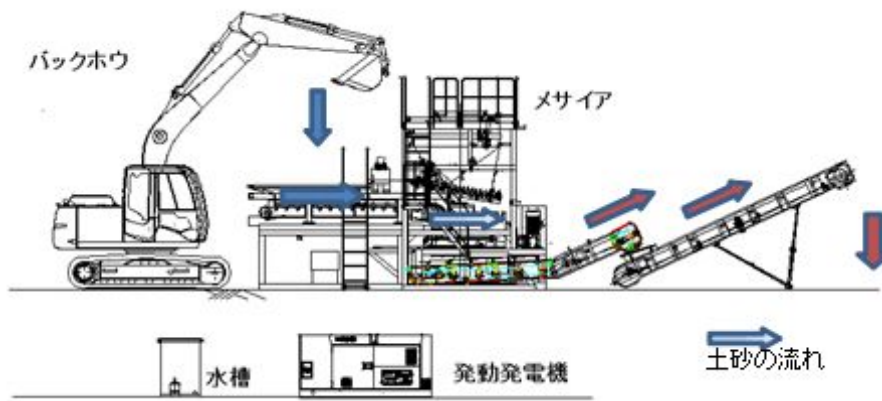


図- 4.15 INSEM プラント（メサイア）の概要



写真- 4.13 セメントサイロを接続した INSEM プラントの例



写真- 4.14 複数台の INSEM プラントを活用し、INSEM 集中プラントの例

4.4.4 内部材の運搬

混合した内部材は、品質の低下が発生しないように速やかに施工ヤードまで運搬する。

【解説】

SB ウォール工法の内部材の配合は水和反応を目的とした固練りコンクリートの配合である。このため、練混ぜ完了後、すみやかに施工することが品質の向上につながる。

特に、練混ぜ後の内部材の堤体内部への運搬は、外部保護材を越える必要があり、事前に効率的な運搬方法を検討する。

なお、検討にあたっては、練り混ぜ完了後2時間以内に締固めが完了する計画としないといけない。



写真- 4.15 内部材の積込み状況



写真- 4.16 内部材の運搬状況（左：ダンプトラック、右：ラフテレーンクレーン）



写真- 4.17 内部材の運搬状況（バックホウによる直接投入）

4.4.5 敷均し

敷均しは、締固め面の平滑化を目的として行う。敷均しは、締固め効果が期待できるように薄層敷均しを原則とする。

【解説】

(1) 敷均し厚

敷均し厚さは、試験施工で確認した締固め時の沈下量から設定する。なお、敷均し厚さは、締固め機械の規模に応じて次のように設定する。

1) 締固め機械が 10 t 未満の場合

仕上げ厚 25cm 程度×1層

2) 締固め機械が 10t 以上の場合

仕上げ厚 25cm 程度×2層

(2) 敷均し量および範囲

敷均し量およびその範囲は、使用する重機や混合方法による練り混ぜ能力、気温などを考慮し、また敷均し中の乾燥などによる品質の低下を防ぎ、十分な締固めが行える時間内で設定する。

写真-4.18 に重機（バックホウ）による敷均し状況を示す。



写真-4.18 バックホウによる内部材の敷均し

4.4.6 締固め

内部材の締固めは、振動ローラやランマなどの機械を用いて、所定の品質が得られるよう、速やかに実施する。内部材の締固め仕様は、敷均しと同様に施工試験により決定する。

【解説】

(1) 使用機械

締固めに使用する機械は、施工箇所に応じて次のとおりとする。（図-4.16）

1) 機械施工部分（中央部）

自走式の振動ローラを標準とする。（写真-4.19左）

2) 人力施工部分（端部）

端部は、自走式による締固めが困難であるため、ランマなどの小型機械を用いて締固めを行う（写真-4.19右、写真-4.20左）また、外部保護材近傍の端部は、外部保護材の変位に注意して締固めを行う（写真-4.20右）。なお、人力施工範囲については下表を目安とする。

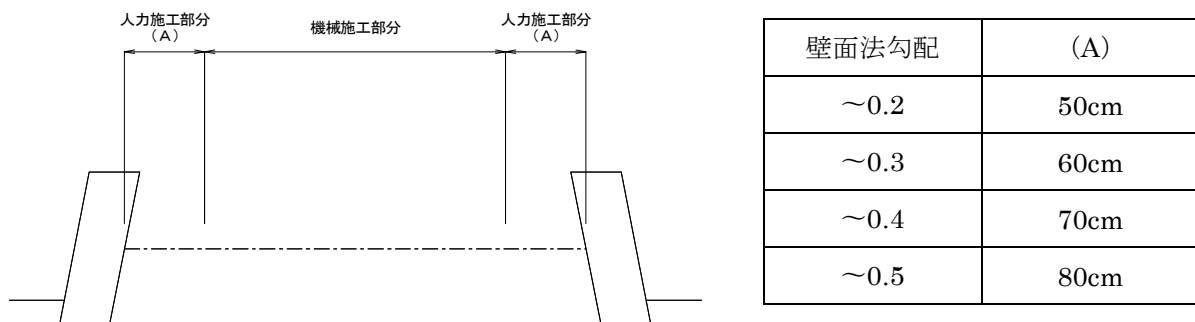


図-4.16 締固め位置の分類



写真-4.19 左：振動ローラによる締固め・右：ハンドガイドローラによる締固め



写真- 4.20 左：ランマによる締固め・右：外部保護材近傍の内部材

【端部施工の留意点】

端部を施工する時には、型枠の法勾配による堤体内部への突出などにより、転圧機械の接近が困難となる場合がある。したがってその場合には、人力によるランマや電動ハンマ及び掛矢などを使用し、十分な転圧を行う必要がある。

(2) 締固め厚さ

内部材一層当たりの締固め厚さは、締固め機械の規格に応じて設定する。

1) 締固め機械が 10 t 未満の場合

仕上げ厚 25cm

2) 締固め機械が 10t 以上の場合

仕上げ厚 50cm

SB ウォール工法の内部材の配合は、固練りコンクリートの性状であるため、締固め機械が大型となった場合、締固め作業に支障を来す場合がある。試験施工などで確認し、支障がある場合は、配合を調整する必要がある。なお、SB ウォール工法の内部材の強度品質は、一概に密度との相関があるわけではない。

(3) 締固め方向および速度

締固め方向は敷均し方向と同様に長軸方向を標準とする。

(4) 締固め重複幅

締固めは、隣接部との境界部分に締固め不足が生じないように重複締固めを行う。重複幅は 20cm 以上(締固め機械幅の 1 割程度)とする。

(5) 締固め方法

締固めは、敷均し完了後速やかに初期転圧、規定転圧、仕上げ転圧の順で実施する。

- 1) 初期転圧は転圧面を平滑化するために実施するもので無振動とする。
- 2) 規定転圧は有振動による転圧で内部材の品質に大きな影響を与えるため、ゆっくりと時間をかけて行う。
- 3) 仕上げ転圧は転圧部の段差を解消するために行うもので、必要に応じて初期転圧と同様無振動とする。

4.4.7 養生

養生は、所定の品質を確保するために、天候・気温、施工時期などを十分考慮し、湿润状態が保てる様、適切な養生を行う。

【解説】

SBウォール工法の内部材は、セメント水和反応を期待する配合であるため、養生に際しては、内部材の乾燥に注意しなければならない。

特に、冬期の場合は凍結（0℃以上）、夏期の場合は乾燥対策を含め、シート掛け、散水などにより適切な養生を実施する。

4.4.8 打継目処理

内部材施工前には打設面を十分に清掃し、打設面が乾燥している場合には散水などを行う。また、打設間隔が空いた場合および長期に渡り施工間隔が空いた場合は、必要に応じて適切な処理を行う。

【解説】

(1) 打設面処理

連続打設の場合は、次打設前に内部材表面の水溜りやゴミを除去するなどして、打設面の清掃を基本とし、乾燥している場合は散水などを行う。

(2) 施工継目の処理

同一層面で長期間施工間隔が空くなどして、既存の内部材の固化が進んだ場合は、場合によって、図-4.17の処理を行う。

なお、打止めを行う際は、次回実施する施工に影響がないような勾配で実施する。

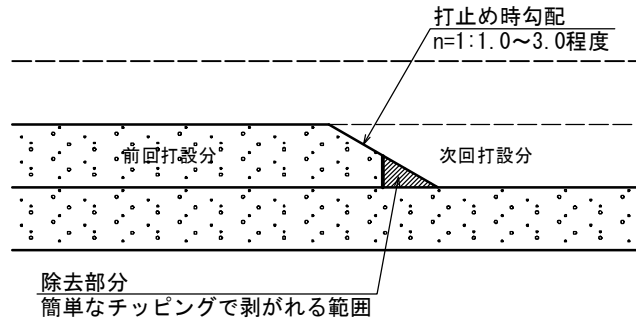


図- 4.17 施工継目の処理方法事例

(3) 水平打継目処理

SB ウォール工法は、本来面状多層構造であり、水密性を有さないため、基本的には水平打ち継ぎ目処理は行わない。

一方、長期間打設間隔が空くなどして打継面が他の面の固化状況と著しく異なる場合には適切な処理を施す。

内部材打継目処理としては次の方法を適切に選択する。

- ・ 通常の打継目処理は、清掃・散水
- ・ 打設間隔が長期間空いた場合は、清掃・散水およびセメント散布

(4) その他打継目処理

施工の諸条件（半川締め切りなど）、水通しコンクリートと内部材との接面や、水抜き暗渠と内部材の接面などは、内部材の転圧が十分出来ない場合があり、漏水などが生じやすいため、モルタル塗布など、適切な処置を施すことが望ましい。

打設面の処理事例および多年度における施工実績例を以下に示す。

1) 打継目処理実施事例



写真- 4.21 右：中央部清掃・水散布状況・左：端部清掃・水散布状況

2) 鉛直打止め施工事例（半川締切り）



写真- 4.22 左：ダム軸方向状況・右：正面方向状況



写真- 4.23 半川施工事例（左：隔壁設置例・右：スロープ状施工事例）

3) 水平打止め施工事例（仮排水設置）



写真- 4.24 左：正面方向状況・右：仮排水設置状況

4.4.9 降雨時の対応

内部材の品質に支障を来す降雨に対しては、シート掛けするなどして内部材を保護する処置を施し、速やかに作業を中断する。

【解説】

突然の降雨は、内部材の配合に影響する可能性があることから、混合ヤードをシート掛けするなどして内部材を保護する処置を施し、速やかに作業を中断する。

4.4.10 天端保護コンクリート，水通しコンクリート

天端保護コンクリート，水通しコンクリートは、内部材保護を目的に実施する。

【解説】

SBウォール工法の内部材は、耐摩耗性が低いため、摩耗が激しい水通し部は、コンクリートを打設し、内部材を保護する。

一方、袖天端部は、常時摩耗にさらされるわけではないため、コンクリートの搬入が困難な現場条件の場合は、コンクリートと同等の強度を有するものを使用し、クラックや耐衝撃性や耐摩耗性に対する工夫を行った上で施工してもよい。

なお、コンクリート打設においては、通常のコンクリート工と同様に収縮目地が必要である。

また、天端部の型枠設置時の安全性を図るため、必要な場合は足場を設置してもよい。



写真-4.25 天端保護コンクリート施工実施事例



写真- 4.26 水通しコンクリート施工実施事例



写真- 4.27 足場設置事例

4.5 外部保護材の施工詳細

4.5.1 外部保護材と内部の施工手順

外部保護材は内部材の施工に合わせて順次設置する。

外部保護材の組立は、添付する割付図面（施工図）に従い実施する。

【解説】

SBウォール工法は、外部保護材の組立と内部材の敷均し、締固め作業を交互に行うことで堤体を構築する工法である。そのため、はじめに外部保護材を高く組立てしまうと外部保護材が転倒したり、外部保護材近傍の締固めが困難になる。

外部保護材の組立と内部材の施工の関係は、外部保護材の高さ（千鳥状に配置した壁面材の低いほうの頂部）と内部材の天端高さとの差が50cmになった場合を目安に次の外部保護材の1段（高さ1m）を建て込むようにする。つまり、内部材4層（厚さ25cm/層×4層=100cm）施工後に外部保護材1段を組立て作業サイクルとなる。

SBウォール工法の施工手順については、図-4.1を参照。



写真-4.28 外部保護材の組立状況

4.5.2 外部保護材の保管および仮置き

外部保護材の仮置きは、施工計画に従い堤体の構築に支障が無いような場所を確保する。

【解説】

写真- 4.29 に各外部保護材の梱包状態を示す。

鋼製およびコンクリートブロック壁面材の保管・仮置きについては、変形、破損の恐れがないよう注意する。なお、長期間現地に保管する場合、特に鋼材についてはシート掛けをするなどして腐食に対処する必要がある。

なお、外部保護材の保管ヤードは現場条件を考慮して設置する。

参考として2日程度で施工可能な外部保護材の保管ヤードを図- 4.18 に示す。



写真- 4.29 左：鋼材の梱包状態 右：コンクリートブロックの梱包状態
15,000

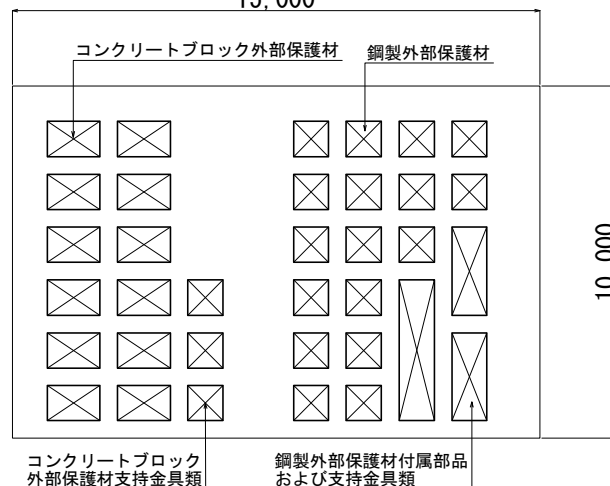


図- 4.18 外部保護材保管ヤード（例）

4 コンクリートブロック外部保護材は 35m²（壁面材 25 枚），鋼製外部保護材は軽量鋼矢板の場合 70m²（壁面材 200 枚）／日 施工可能として試算。面積は正面投影面積を表す。

4.5.3 基礎均しコンクリート工

所定の寸法で基礎均しコンクリートなどを施工する。

【解説】

計画地盤高まで床掘りが完了した後（あるいは地盤改良により所定の支持力を得た地盤），図-4.19に示すように外部保護材を設置する箇所に基礎均しコンクリートなどを打設する。基礎均し材料としては，コンクリートの他，コンクリートの搬入が困難な現場条件の場合は，コンクリートと同等の強度を有するものを使用する。

なお，基礎地盤が強固な岩盤の場合，あと施工アンカーの引き抜きに対する必要抵抗力が十分に確保できる場合は，基礎均しコンクリートなどの厚さを薄くしても良い。

堤体断面方向の基礎均しコンクリート幅と外部保護材との関係は以下の通りである。

- ・ 外部保護材（鋼板）： 800mm
- ・ 外部保護材（コンクリートブロック）： 1,000mm または 1,150mm

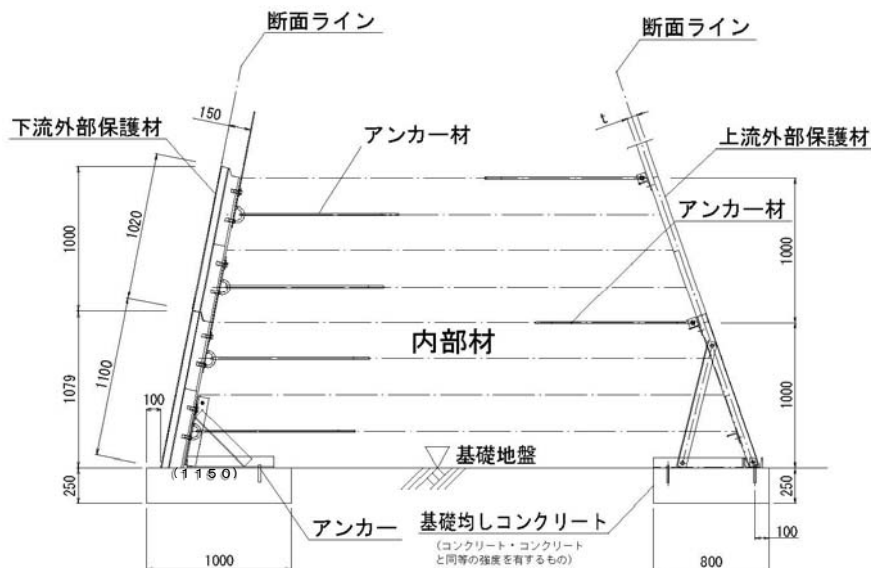


図-4.19 基礎均しコンクリートの打設（断面図）

基礎均しコンクリートの打設例を写真-4.30に示す。



写真-4.30 基礎均しコンクリートの打設例

4.5.4 上流外部保護材（鋼板）の施工

上流外部保護材として軽量鋼矢板を使用する場合の施工手順を図- 4.20 に示す。なお、作業に使用する機材を表- 4.8 に示し、各作業工程における作業上の留意事項を以下に記す。

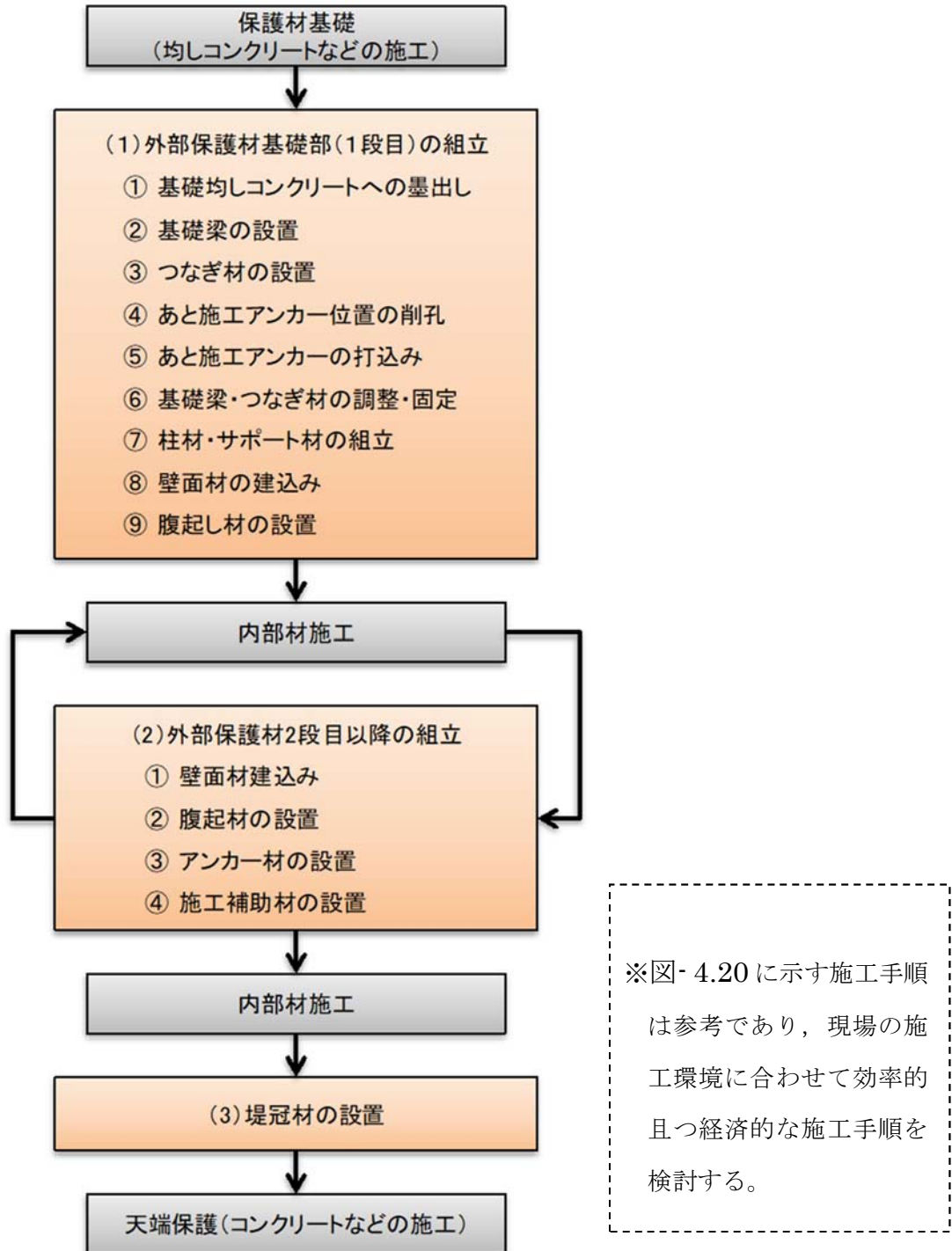


図- 4.20 上流外部保護材の施工手順

表- 4.8 上流外部保護材（軽量鋼矢板）の施工に使用する標準的機材

機材名	作業内容	仕様・規格
ラフテレーンクレーン	壁面材の横持ち, 荷揚げ	16 t 吊
コンクリート 削孔ドリル	基礎均しコンクリートの掘孔	ドリル径 17.0mm あと施工アンカー (M16) 芯棒打ち込み式の場合
ハンマー	あと施工アンカーの打込み	
ラチェットレンチ インパクトレンチ	ボルトの締付け	サイズ: 24 (ボルト: M16, F8T)
高さ・勾配調整	外部保護材の高さ・勾配調整	水系, 水準器, スラント, 水平器

(1) 外部保護材基礎部（1 段目）の組立

写真- 4.31 に基礎部外部保護材の部材名称と部材構成を示す。



写真- 4.31 基礎部外部保護材の部材名称

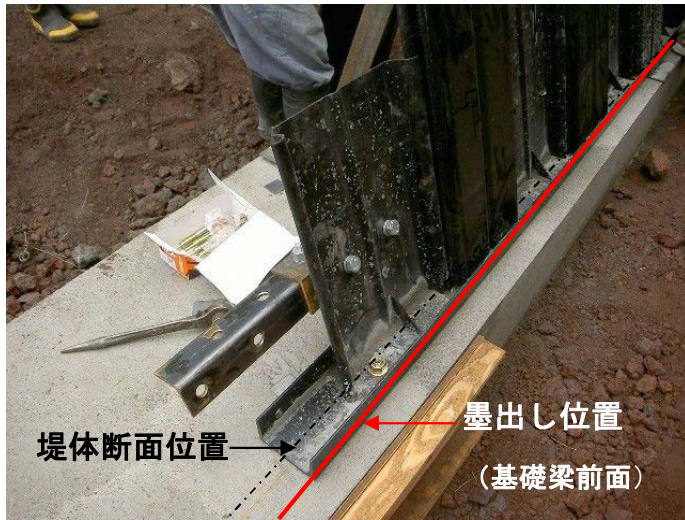


写真- 4.32 基礎均しコンクリートへの墨出し

- ①基礎均しコンクリートへの墨出し
 出し
 →基礎均しコンクリート表面に基礎梁設置用の墨出しを行う。墨出し位置は堤体断面位置ではなく、基礎梁（溝形鋼）前面が望ましい。
 (写真- 4.32)



写真- 4.33 基礎梁の設置

- ②基礎梁の設置
 →墨出し位置に沿って基礎梁を並べる。（写真- 4.33）



写真- 4.34 基礎梁の設置

- 基礎梁の設置延長方向長さは、写真- 4.34 に示す調整ゲージ、あるいは通常の壁面材によって行う。（写真- 4.34）

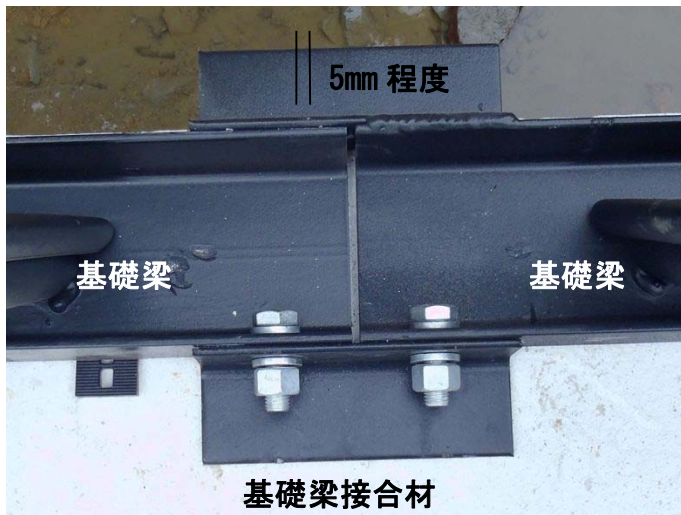


写真- 4.35 基礎梁の設置

②基礎梁の設置

→基礎梁どうしの連結は、基礎梁接合アングルを用いて行う。
基礎梁どうしは、概ね 5mm 程度のクリアランスを確保する。

基礎梁延長を確認後、接合ボルトを本締め、基礎梁の延長を確定する。(写真- 4.35)



写真- 4.36 つなぎ材の設置

③つなぎ材の設置

→基礎梁の所定の位置につなぎ材を設置する。

基礎梁とつなぎ材を接合する。
ボルトは本締めして良い。

(写真- 4.36)

④あと施工アンカー位置の削孔

→基礎梁、およびつなぎ材のアンカー孔を通して基礎均しコンクリートの削孔を行う。

(写真- 4.37)

- ・ドリル径 (17.0mm)
- ・削孔深さ (10~12cm)

→壁面勾配が 2 分より急 (直に近づく) になると、壁面材より川側に位置するアンカー孔を削孔する場合、ドリル本体が壁面に当って削孔が難しくなる。その場合、長尺のドリル刃を用意して対応する。



写真- 4.37 あと施工アンカー位置の削孔



写真- 4.38 あと施工アンカー位置の削孔

④あと施工アンカー位置の削孔
→基礎梁およびつなぎ材のアンカー孔を通して基礎均しコンクリートの削孔を行う。

(写真- 4.38)

- ・ドリル径 (17.0mm)
- ・削孔深さ (10~12cm)



写真- 4.39 あと施工アンカーの打込み

⑤あと施工アンカーの打込み
→アンカー孔にあと施工アンカーを挿入した後、アンカー頭部をハンマーで打込み、固定する。(写真- 4.39)

ナットの本締めは、基礎梁・つなぎ材の高さ調整後に行う。



写真- 4.40 基礎梁の高さ調整

⑥基礎梁・つなぎ材の調整・固定

→水系、水準器、スラント、水平器などを用いて基礎梁・つなぎ材の高さ調整を行う。

高さ調整は、鉄板など、厚さの異なる調整用ライナーを予め用意して対応する。

(写真- 4.40)



写真- 4.41 つなぎ材の高さ調整

⑥基礎梁・つなぎ材の調整・固定

→水系，水準器，スラント，水平器などを用いて基礎梁・つなぎ材の高さ調整を行う。

高さ調整は，鉄板など，厚さの異なる調整用ライナーを予め用意して対応する。

(写真- 4.41, 写真- 4.42)



写真- 4.42 基礎梁・つなぎ材の高さ調整

→基礎梁・つなぎ材の高さ調整が完了した後，あと施工アンカーのナットを本締めする。



写真- 4.43 柱材・サポート材の組立

⑦柱材・サポート材の組立

→柱材・サポート材ともに，部材の向きに注意して組立を行う。

柱材は，スラントを用いて規定の勾配に調整した後，ボルトの本締めを行う。

(写真- 4.43)



写真- 4.44 壁面材の建て込み

⑧壁面材の建て込み
→割付図をもとに壁面材の建て込みを行う。

壁面材は,隣り合う壁面材のグリップ部に確実に挿入しつつ落とし込む。

(写真- 4.44, 写真- 4.45)



写真- 4.45 壁面材の建て込み

⑨腹起材の設置
→割付図をもとに腹起材の設置を行う。

(写真- 4.46)



写真- 4.46 腹起材の設置

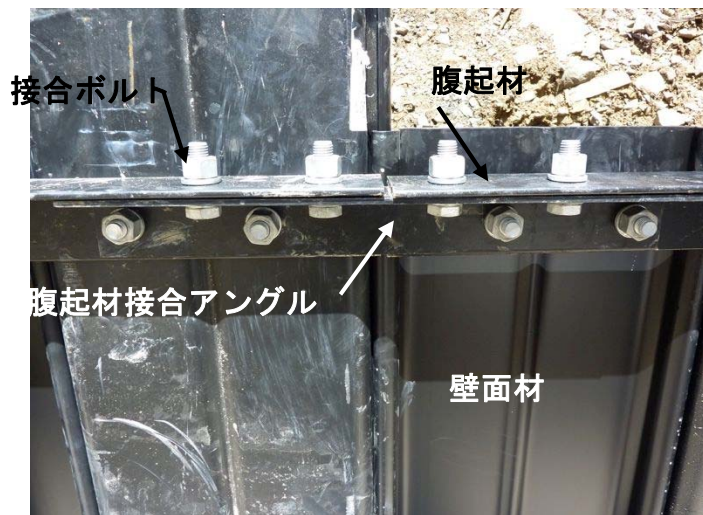


写真- 4.47 腹起材どうしの接合

⑨腹起材の設置

→腹起材接合材は、8本のボルト（M16）を用いて腹起材および壁面材を接合する。（写真- 4.47）

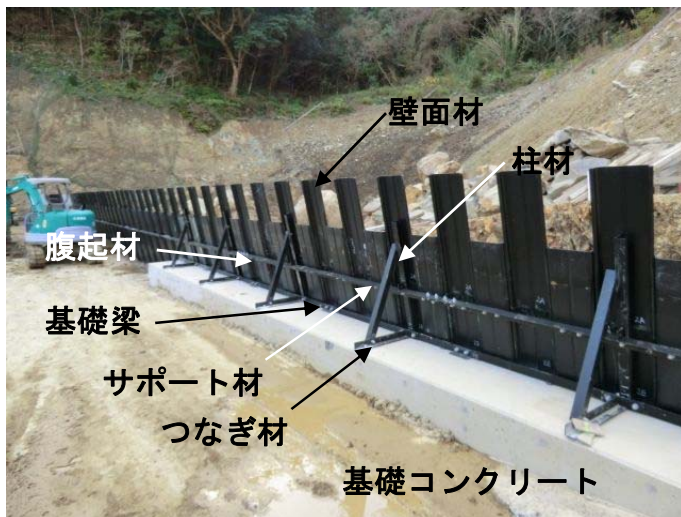


写真- 4.48 外部保護材 1 段目完成

外部保護材 1 段目の完成

（写真- 4.48）

→基礎部の腹起材は、柱材とボルト接合する。

(2) 外部保護材 2 段目以降の組立



写真- 4.49 壁面材の建て込み

①壁面材の建て込み

→割付図をもとに壁面材の建て込みを行う。

2 段目以降の壁面材の建て込み方法は、壁面材に溶接している「はらみ防止材」を下向きにする。（写真- 4.49）



写真- 4.50 腹起材の設置

②腹起材の設置

→割付図をもとに腹起材の設置を行う。

2 段目以降の腹起材には、アンカー材取付プレートが溶接してある。(写真- 4.50)

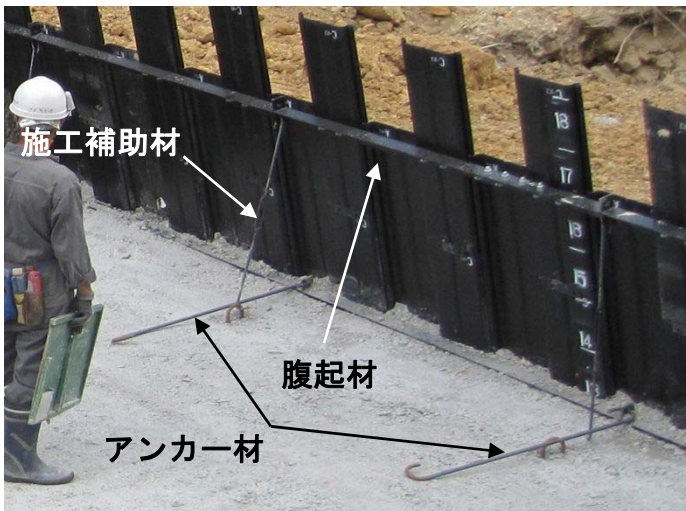


写真- 4.51 アンカー材の設置

③アンカー材の設置

→腹起材に溶接されている上側のアンカー材取付プレートにアンカー材を引っ掛けて設置する。(写真- 4.51)



写真- 4.52 施工補助材の設置

④施工補助材の設置 (必要に応じ)

→3 段目以降の腹起材に溶接されている下側の取付プレートに施工補助材を引っ掛けて設置する。

・施工補助材は、内部材打設の際、外部保護材が内部材の側圧を受けて外側にはらむのを防止する目的で必要に応じて設置する。



写真- 4.53 施工補助材の設置

- ・ 設置方法は、内部材に施工補助材設置用アンカー鉄筋を打ち込む。（施工補助材をアンカー鉄筋に設置しつつ打ち込む。）施工補助材のもう一方のフックを腹起材下側の取付プレートに引っ掛ける。ターンバックルで施工補助材を締め付け、外部保護材を規定の勾配に調整する。

（写真- 4.52，写真- 4.53）

- ・ 施工補助材は、現場の状況に合わせて適宜使用する。

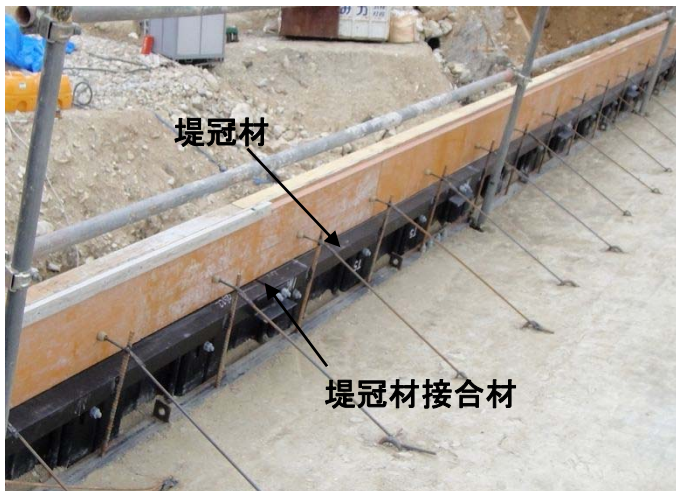


写真- 4.54 堤冠材の設置

○堤冠材の設置

→割付図をもとに堤冠材を設置する。

- ・ 堤冠材に溶接されている取付プレートを壁面材に合わせてボルト接合する。
- ・ 堤冠材どうしの接合は、堤冠材接合材を用いてボルト接合する。（写真- 4.54）

4.5.5 下流外部保護材（コンクリートブロック）の施工

下流外部保護材の施工手順を図- 4.21 に示す。なお、作業に使用する機材を表- 4.9 に示し、各作業工程における作業上の留意事項を以下に記す。

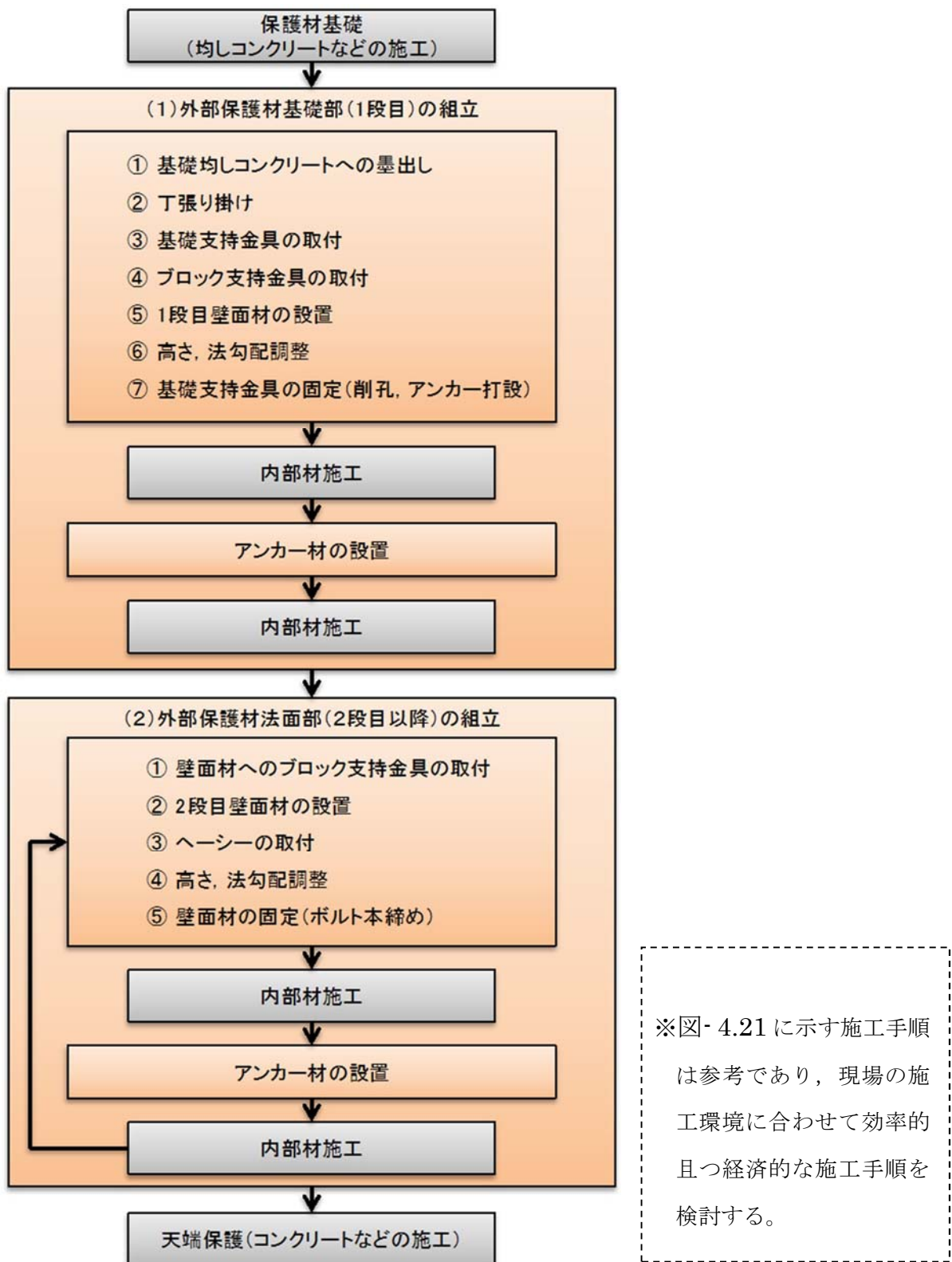


図- 4.21 下流外部保護材の施工手順

表- 4.9 下流外部保護材（コンクリートブロック）の施工に使用する標準的機材

機材名	作業内容	仕様・規格
ラフテレーンクレーン	壁面材の吊り上げ，設置	25ト吊り
コンクリート 削孔ドリル	基礎均しコンクリートの掘孔	ドリル径 17.0mm 基礎部アンカー（M16） 心棒打ち込み式の場合
ハンマー	基礎部アンカーの打込み	
ラチェットレンチ インパクトレンチ	ボルトの締付け	サイズ：24（ボルト：M16）

(1) 外部保護材基礎部（1段目）の組立

写真- 4.55 に基礎部外部保護材の部材名称と部材構成を示す。



写真- 4.55 基礎部外部保護材の部材名称



写真- 4.56 基礎部 墨出し・丁張り掛け

①基礎均しコンクリートへの墨出し

②張り掛け

→外部保護材の位置決め，設置延長方向の通り，高さの管理を目的に墨だし・丁張り掛けを行う。（写真- 4.56）



写真- 4.57 基礎支持金具の組立

③基礎支持金具の組立

（写真- 4.57）

基礎支持金具 k1,k2,k3 を M16 ボルト,ナット,ワッシャーで組み立てる。

このボルト締めは手締め程度とする。



写真- 4.58 基礎支持金具の組立

→基礎支持金具の組立

（写真- 4.58）



写真- 4.59 基礎支持金具の取付

④基礎支持金具およびブロック支持金具の取付
 →組み立てた基礎支持金具を壁面材のインサートに合わせてボルト・ワッシャーで固定する。(写真- 4.59)
 基礎支持金具と同様にブロック支持金具についても壁面材と固定する。



写真- 4.60 1 段目外部保護材の設置

⑤1 段目外部保護材の設置
 →所定ののり勾配が出せる専用の吊り金具を用いて吊り上げ、所定の位置に設置する。(写真- 4.60)



写真- 4.61 1 段目外部保護材の設置

⑥ブロックの目地 (設置時)
 →左右のコンクリートブロック間は 5mm の目地間隔を設けて設置する。(写真- 4.61)



写真- 4.62 外部保護材の調整

⑥高さ、のり勾配調整

→1 段目外部保護材の設置が完了した後、丁張りおよび水準器を利用して外部保護材の高さ、のり面勾配調整を行う。

(写真- 4.62)

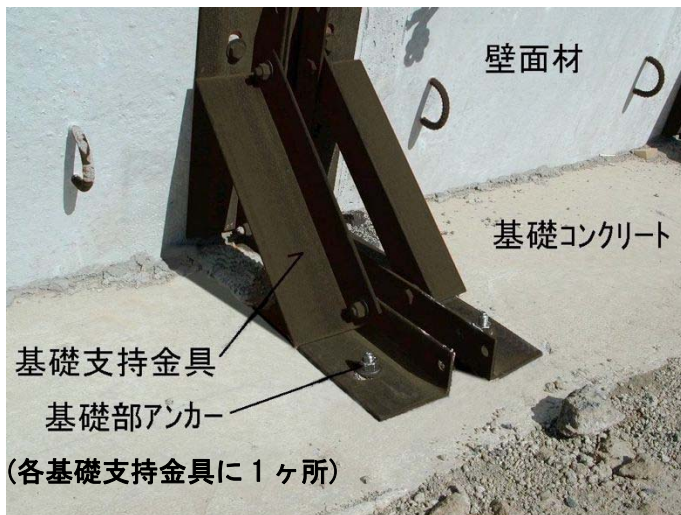


写真- 4.63 基礎支持金具の固定

⑦基礎支持金具の固定

基礎部モルタルの注入

→基礎部の調整が完了後、上流外部保護材と同様に基礎支持金具に設けたアンカー孔を通して基礎均しコンクリートの削孔（ドリル径 17.0mm・削孔深さ 100mm）および基礎部アンカーを打設する。

基礎均しコンクリートとブロックに隙間が生じた場合、モルタルなどで充填する。

(写真- 4.63)

- ・内部材の打設
- ・アンカー材の設置
- ・内部材の打設

→1 段目外部保護材の固定が完了した後、内部材を打設する。

壁面材裏面のフックまで内部材の打設が完了後、アンカー材をフックに引っ掛け設置する。

(写真- 4.64)



写真- 4.64 アンカー材の設置



写真- 4.67 外部保護材の設置

② 2 段目外部保護材の設置

→専用吊り金具で吊り上げた外部保護材を下段外部保護材に取り付けられているブロック支持金具をガイドに設置する。

(写真- 4.67, 写真- 4.68)



写真- 4.68 外部保護材の設置



写真- 4.69 ペーシー取付

③ペーシーの取付

→隣り合う壁面材裏面の支持金具をペーシーでボルト連結する。この後、外部保護材ののり面勾配調整を行うことから、ペーシーを取り付けるボルトは仮止めとする。

(写真- 4.69)



写真- 4.70 専用吊り金具の取り外し

→ペーシーを固定し、隣り合う壁面材との一体化を確認後、専用吊り金具を壁面材から取り外す。

(写真- 4.70)



写真- 4.71 外部保護材ののり面勾配調整

④のり面勾配調整

→外部保護材の頂部の高さおよびのり面勾配を確認する。

ブロック壁面材は1体当たり500kg程度の自重があるため、のり面勾配が付いている場合、内部材側に倒れ傾向にあるので注意する。

(写真- 4.71, 写真- 4.72)



写真- 4.72 外部保護材ののり面勾配丁張り

⑤壁面材の固定

→のり面勾配の調整が完了した後、各部材を接合するボルトの本締めを行う。

- ・内部材の打設
- ・アンカー材の設置
- ・内部材の打設

(3) その他

外部保護材の施工におけるその他の留意事項

- ① 外部保護材吊り上げ時，作業員の頭上付近を外部保護材が通ることは危険であり，安全上絶対に行ってはならない。
また，壁面材（コンクリートブロック）に有害なクラックもしくは玉掛用具に損傷があると，外部保護材の落下破壊などによる二次災害が発生する恐れがあり危険である。従って，吊り上げ前には目視により壁面材および玉掛用具の点検・確認を必ず行う。
- ② 外部保護材の施工に当たっては，現場の状況に見合う重機を選定し，外部保護材の損傷に注意して安全且つ確実に施工しなければならない。
- ③ 外部保護材の設置前に外部保護材設置面に異物がないことを確認する。もし，異物などがある場合は設置面を十分に清掃した後，外部保護材の設置を行わなければならない。
- ④ 外部保護材の設置作業員は，施工する外部保護材の荷下にならないように注意し，必ず安全帯を付けて作業を行わなければならない。また，外部保護材を傷付けないように注意し，安全且つ正確に外部保護材を設置しなければならない。
- ⑤ 外部保護材設置時，完全に連結金具で固定した後でなければ，吊り金具を外してはならない。
- ⑥ 標準部の外部保護材の積み高さは1回1段（直高 H=1.0m）とし，内部材の施工後再び積み上げる。
- ⑦ クレーンの旋回は，吊り荷の静止を待って定められた建設用クレーン標準合図に従って行わなければならない。
- ⑧ 外部保護材の吊り上げは専用吊り金具を使用し，使用上の留意事項に注意する。

外部保護材の施工事例



写真- 4.73 上流外部保護材（軽量鋼矢板）



写真- 4.74 下流外部保護材（コンクリートブロック）