

S Bウォール工法 配合試験マニュアル

平成 22 年 11 月版

S Bウォール工法研究会

目 次

1 総説	配合試験- 1
1.1 S Bウォール工法の定義.....	配合試験- 1
1.2 内部材 (INSEM 工法・L. U. C. 工法)	配合試験- 2
1.3 配合試験マニュアルの適用範囲	配合試験- 4
2 試験計画	配合試験- 4
2.1 計画概要	配合試験- 4
2.2 現地発生土砂の利用計画	配合試験- 5
2.3 材料の品質	配合試験- 5
3 材料試験 (現地発生土砂, クラッシュラン等)	配合試験- 6
3.1 使用材料	配合試験- 6
3.2 水.....	配合試験- 7
3.3 セメント	配合試験- 7
4 配合試験	配合試験- 8
4.1 配合試験ケースの設定.....	配合試験- 8
4.2 配合計算	配合試験- 9
4.3 配合試験の手順.....	配合試験-12
5 硬化後の試験	配合試験-18
5.1 圧縮強度試験	配合試験-18
5.2 その他の試験	配合試験-18

参考資料

配合試験記録用紙

1 総説

1.1 S Bウォール工法の定義

S Bウォール工法は、INSEM材 (IN-situ Stabilized Excavation Materials) および L.U.C.材 (Low paste concrete Using Crusher-run) を内部材とし、軽量鋼矢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えん堤である。

【解説】

S Bウォール (Steel wall or Concrete Block wall) 工法は、INSEM工法¹⁾および L.U.C.工法²⁾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、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、土石流対策えん堤、砂防えん堤等に要求される耐摩耗性、耐衝撃性、耐久性及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及び設計施工の合理化を図ろうとするものである。

¹⁾ INSEM工法とは、狭義のINSEM工法ではなく、「砂防ソイルセメント活用ガイドライン」(平成14年；砂防ソイルセメント活用研究会編，水山高久監修)で示されるところの以下のことをいう。

INSEM工法 (IN-situ Stabilized Excavation Materials) は建設材料の性状や施工方法等に大きな差異がない「CSG工法」，「INSEM工法」，「砂防CSG工法」を統一したものであり，施工現場から掘削土砂等の現地発生土砂をできるだけ搬出せずにそれらの有効活用を図るためのものである。そのためINSEM工法を用いる際には，計画地周辺で採取できる現地発生土砂の貯存量及び性状の把握を行い，貯存量が少ない場合には，その貯存量に見合った現地発生土砂の活用を計画したり，不足量を周辺から採取したりすることにより対処する。また，細粒土砂や有機物及び大礫径を多く含む現地発生土砂はセメント量を増やして改良材として使用したり粒度調整したりすることで活用する。

²⁾ L.U.C.工法とは，クラッシュラン等にセメント，水を混合し，ダンプトラック等で運搬，ブルドーザ等で敷均し，振動ローラ等で締固め，構造物の内部材として使用する工法である。

1.2 内部材（INSEM 工法・L.U.C. 工法）

S Bウォール工法に用いる内部材は、以下に示す INSEM 工法および L.U.C. 工法の 2 種類を適用する。

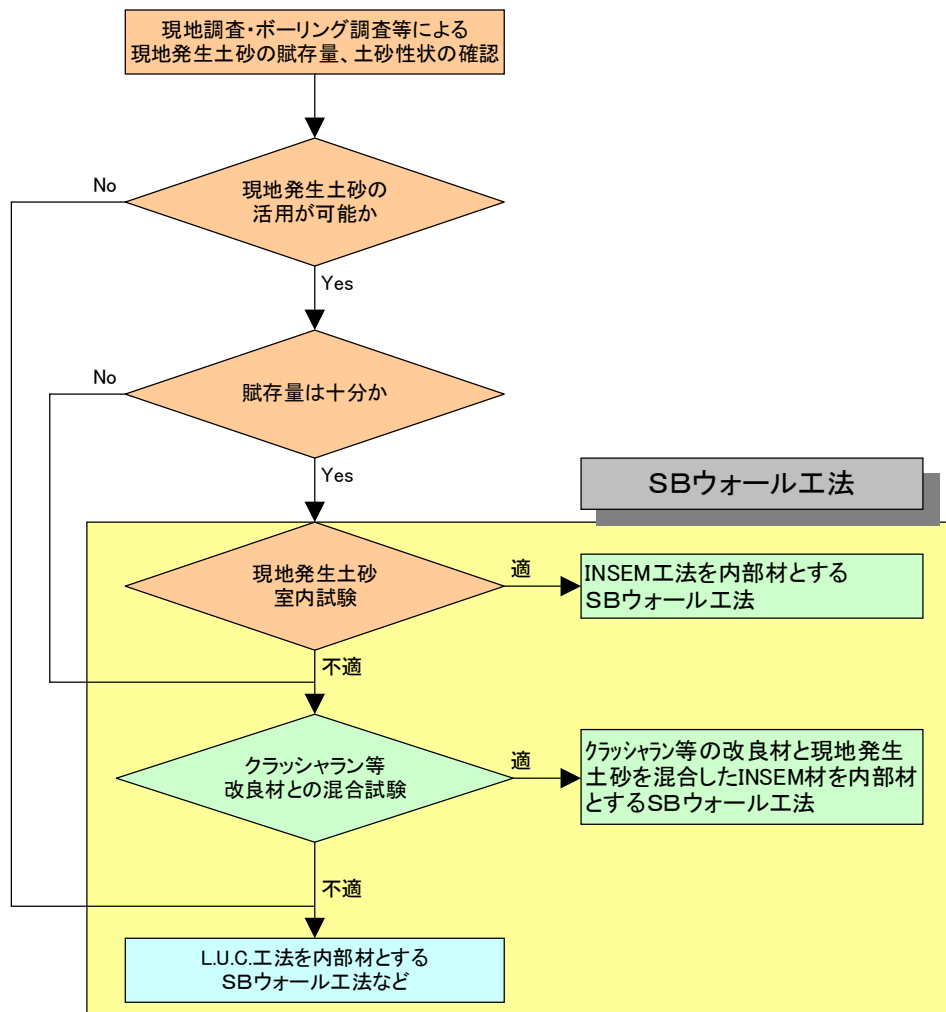
INSEM 工法¹⁾は、現地発生土砂にセメント・水または、現地発生土砂とクラッシュラン等の混合材料にセメント・水を混合し、また、L.U.C. 工法²⁾は、クラッシュラン等単独にセメント・水を混合し、ダンプトラック等で運搬して、ブルドーザ等で敷均し、振動ローラ等で締固め、構造物の内部材として使用する砂防ソイルセメント工法である。

【解説】

INSEM 工法¹⁾は内部材に用いる現地発生土砂のばらつきに大きく影響されるため、内部材としての要求品質を明確にした上で、図-1.1 に示す内部材活用検討フローに従い、要求品質の確保が可能かどうかを配合試験によって判断する。その性状から、内部材の配合試験の実施を義務付けることとする。

また、INSEM 工法は現地発生土砂単独または現地発生土砂に改良材としてクラッシュラン等を混合して活用する場合も含めた砂防ソイルセメント工法である。

L.U.C. 工法²⁾は、現地発生土砂が不良な場合に所要の品質を確保するための工法として、クラッシュラン（C-40）・再生クラッシュラン（RC-40）の活用を含めた工法である。



LUC-SBウォール工法：平成14年6月建設技術審査証明（砂防技術）技審証第0202号財団法人砂防・地すべり技術センター。

INSEM-SBウォール工法：平成17年2月建設技術審査証明（砂防技術）技審証第0503号財団法人砂防・地すべり技術センター。

図-1.1 内部材活用検討フロー

1.3 配合試験マニュアルの適用範囲

本配合試験マニュアルは、INSEM 工法および L. U. C. 工法（以下「内部材」と称す）の配合試験計画に適用する。

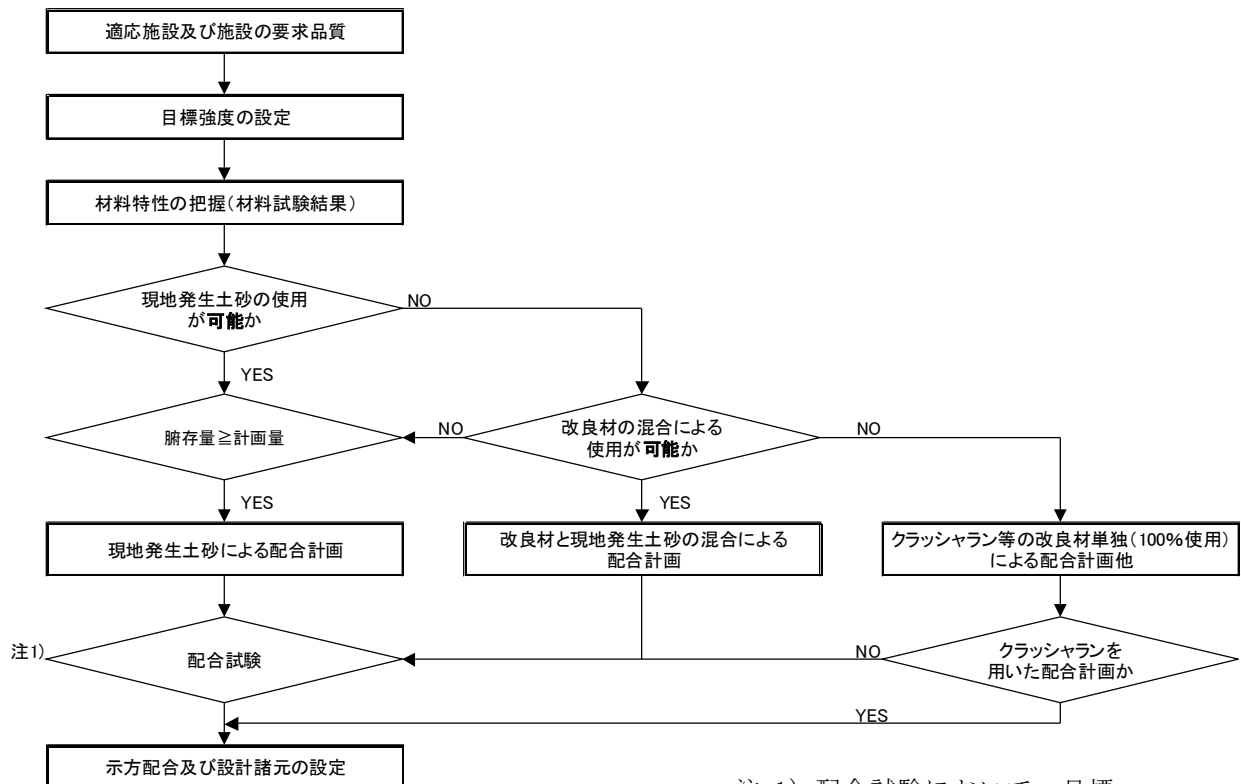
2 試験計画

2.1 計画概要

配合試験は、所要の品質（強度と単位体積重量）を満足するための内部材の配合条件を把握するために行なうものである。

【解説】

配合試験計画の流れを図-2.1 に示す。



注 1) 配合試験において、目標強度が確保できない場合、または、六価クロムの溶出が基準値以上の場合は、再度配合試験計画を見直す。

図-2.1 配合試験計画の流れ

2.2 クラッシュラン等の利用計画

現地発生土砂単独の使用が困難な場合、または、貯存量が計画量に満たない場合は、クラッシュラン等を改良材として混合するか、または、クラッシュラン等(C-40・RC-40)を単独利用するなど、内部材の活用計画を立案する。

【解説】

砂防工事により生じる現地発生土砂の利用は、その性状と計画施設の規模等を十分把握した上で、図-2.1に従い計画を立案する必要がある。

2.3 材料の品質

2.3.1 目標強度の設定

目標強度は、対象とする砂防施設の要求性能に合わせて適切に設定する。内部材の強度特性値は、原則として材齢28日における圧縮強度に基づいて定める。

【解説】

材料の目標強度は「砂防ソイルセメント活用ガイドライン（平成14年1月；砂防ソイルセメント活用研究会編，水山高久監修）」及び「SBウォール工法設計・施工マニュアル（平成18年10月；SBウォール工法研究会）」に準じて設定する。

15m未満の砂防えん堤に関しては、以下の強度を標準とする。

① 目標強度： $\sigma_a = 3.0\text{N/mm}^2$

② 配合強度： $\sigma_a' = 4.5\text{N/mm}^2$

2.3.2 単位体積重量

内部材（INSEM材および、L.U.C.材（再生クラッシュラン単独を使用））の単位体積重量は室内試験によって確かめられた値の90～95%程度を目安に設定する。ただし、L.U.C.材（クラッシュランを単独使用）の場合に限り、単位体積重量を $\gamma = 19.60\text{kN/m}^3$ として良い。

【解説】

内部材（INSEM材および、L.U.C.材（再生クラッシュラン単独を使用））単位体積重量は、室内試験で確かめられた下限値の90～95%程度を目安に設定する。ただし、L.U.C.材（クラッシュラン単独を使用）の場合に限り、過去の試験結果より、単位体積重量を $\gamma = 19.60\text{kN/m}^3$ として良い。

2.3.3 六価クロム溶出量

六価クロムについては配合試験の段階で実施する環境庁告示 46 号溶出試験により基準値以下であることを確認する。

【解 説】

六価クロム試験は材齢 7 日の供試体を用いて行い、その時の溶出量は 0.05mg/l 以下とする。

3 材料試験

3.1 使用材料

使用材料の試験は材料の性状と配合上必要な物理特性値等を把握する目的で行なうものとする。クラッシュランおよび再生クラッシュランの場合は、製造工場が管理する試験成績表をもって評価する事ができる。

【解 説】

(1) 骨材の最大寸法 (G_{max})

骨材の最大寸法は、使用機械や施工方法により適切に設定するものとする。なお、クラッシュランおよび再生クラッシュラン単独の場合は、G_{max}=40mm とする。

(2) 試験項目

材料試験の試験項目は、表-3.1 を標準とする。

表-3.1 標準的な試験項目

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 (E 法)	単位体積重量及び最適含水比の把握

3.2 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ものとする。

【解 説】

河川水等を使用する場合には、事前に JIS A 5308 付属書 9 または、JSCE-B101 の水質試験を行い、セメントの反応を妨げる事のないことを確認する。

3.3 セメント

配合試験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。

【解 説】

使用するセメントは長期強度に優れ、六価クロムの溶出の少ない高炉セメントを標準とするが、施工条件等に応じて他のセメントを用いてもよい。

セメントに関する試験は、必要に応じて行なうものとする。

4 配合試験

4.1 配合試験ケースの設定

配合試験は施工条件等を考慮し、設定された配合強度が確保できる試験ケースを設定する。

【解説】

内部材に現地発生土砂を用いる場合は、そのばらつきに大きく影響を受けるため、原則として配合試験を行なうものとし、配合ケースは以下の方法により設定する。なお、L.U.C.材を用いる場合、骨材にクラッシュラン(C-40)を単独で使用する場合に限り配合試験は行なわないが、再生クラッシュラン(RC-40)を単独使用する場合は、配合試験を実施する。

(1) 単位セメント量の設定

単位セメント量の変化は、必要に応じて適時設定する。

(2) 設計含水比の設定

設計含水比の設定は 1 単位セメント量に対して最適な含水比を中心に 3 水準を標準とする。

(3) 骨材の混合割合の設定

2 種類以上の材料を混合する場合、主材料の性質に応じて混合割合を適切に設定するものとする。

標準的な配合例を表-4.1 に示す。

表-4.1 標準的な配合例

試験ケース	現地発生土砂	混合材料	再生クラッシュラン
混合割合	1 パターン	2~3 パターン	1 パターン
単位セメント量	1 パターン当り 3 ケース	同左	1 パターン当り 1 ケース
単位水量	単位セメント量 1 ケース 当り 3 水準	同左	同左
練混ぜ回数 (バッチ数)	9 バッチ	18~27 バッチ	3 バッチ
供試体数	2 材齢(6 本)×9=54 本	2 材齢(6 本)×18~27= 108~162 本	2 材齢(6 本)×3=18 本

4.2 配合計算

配合計算は砂防ソイルセメントと同様の方法で行なう。

【解説】

配合計算はソイルアプローチ²⁾による方法を標準とするが、現地の施工方法によってはコンクリートアプローチ³⁾による方法でもよい。

ソイルアプローチによる配合計算例を以下に示す。

ソイルアプローチおよびコンクリートとは、「砂防ソイルセメント活用ガイドライン」(平成14年1月；砂防ソイルセメント活用研究会編，水山高久監修)で示される以下のことをいう。

- 2) ソイルセメント配合設計手法に基づいた方法で、所定量の現地発生土砂に所定量のセメントを混合する方法。
- 3) コンクリート配合設計に基づいた方法で、現地発生土砂・セメント・混合水の容積合計が 1.0m^3 となるように設定された方法。

表-4.2 配合計算例

【INSEM材：現地発生土砂 100%】

1. 配合条件

使用材料：	現地発生土砂	配合割合：	現地発生土砂 100%
配合ケース：	CASE①	使用モールド：	150×300
配合名：	C-200 ω-19.5	1バッチあたりの混合量：	25リットル

2. 現地発生土砂投入量の算出

項目	単位	計算値	備考	
① 現地発生土砂の最大乾燥密度	ρ_{di}	t/m ³	1.787	突き固め試験結果より
② 現地発生土砂の設定乾燥密度	ρ_{di}'	t/m ³	1.698	①×0.95
③ 現地発生土砂含水量	ω_{ni}	%	17.21	室内試験結果
④ 1m ³ 当り投入量	G _i	kg/m ³	1990.23	(②+②×③/100)×1000×現地発生土砂配合割合/100
⑤ 1バッチ当り投入量	g _i	kg/バッチ	49.76	④×(1バッチあたりの混合量/1000)

3. 加水量の算出

項目	単位	計算値	備考	
① 現地発生土砂の最大乾燥密度	ρ_{di}	t/m ³	1.787	突き固め試験結果より
② 現地発生土砂の設定乾燥密度	ρ_{di}'	t/m ³	1.698	①×0.95
③ 現地発生土砂含水量	ω_{ni}	%	17.21	室内試験結果
④ 目標含水量	ω_t	%	19.50	配合条件
⑤ 1m ³ 当り投入量	W	kg/m ³	38.88	(②×(④/100-③/100))×1000×現地発生土砂配合割合/100
⑥ 1バッチ当り投入量	g	kg/バッチ	0.97	⑤×(1バッチあたりの混合量/1000)

4. セメント量の算出

項目	単位	計算値	備考	
① 1m ³ 当り投入量	C	kg/m ³	200.00	配合条件
② 1バッチ当り投入量	C'	kg/バッチ	5.00	①×(1バッチあたりの混合量/1000)

表-4.3 配合計算例

【INSEM 材：クラッシュラン 50%混合】

1. 配合条件

使用材料：	現地発生土砂 クラッシュラン	配合割合：	現地発生土砂 50% クラッシュラン 50%
配合ケース：	CASE①	使用モード：	150×300
配合名：	C-200 ω-16.0	1バッチあたりの混合量：	50リットル

2. 現地発生土砂投入量の算出

項目	単位	計算値	備考	
① 現地発生土砂の最大乾燥密度	ρ_{di}	t/m ³	1.619	突き固め試験結果より
② 現地発生土砂の設定乾燥密度	ρ_{di}'	t/m ³	1.538	①×0.95
③ 現地発生土砂含水量	ω_{ni}	%	26.49	室内試験結果
④ 1m ³ 当り投入量	G _i	kg/m ³	972.71	(②+②)×③/100)×1000×現地発生土砂配合割合/100
⑤ 1バッチ当り投入量	g _i	kg/バッチ	48.64	④×(1バッチあたりの混合量/1000)

3. クラッシュラン投入量の算出

項目	単位	計算値	備考	
① クラッシュランの最大乾燥密度	ρ_{sc}	t/m ³	2.233	突き固め試験結果より
② クラッシュランの設定乾燥密度	ρ_{sc}'	t/m ³	2.121	①×0.95
③ クラッシュラン含水量	ω_{nc}	%	2.32	室内試験結果
④ 1m ³ 当り投入量	G _c	kg/m ³	1085.1	((②+②)×③/100)×1000×クラッシュラン配合割合/100
⑤ 1バッチ当り投入量	g _c	kg/バッチ	54.26	④×(1バッチあたりの混合量/1000)

4. 加水量の算出

項目	単位	計算値	備考	
① 現地発生土砂の最大乾燥密度	ρ_{di}	t/m ³	1.619	突き固め試験結果より
② 現地発生土砂の設定乾燥密度	ρ_{di}'	t/m ³	1.538	①×0.95
③ 現地発生土砂含水量	ω_{ni}	%	26.49	室内試験結果
④ クラッシュランの最大乾燥密度	ρ_{sc}	t/m ³	2.233	突き固め試験結果より
⑤ クラッシュランの設定乾燥密度	ρ_{sc}'	t/m ³	2.121	④×0.95
⑥ クラッシュラン含水量	ω_{nc}	%	2.32	室内試験結果
⑦ 目標含水量	ω_t	%	16.00	配合条件
⑧ 1m ³ 当り投入量	W	kg/m ³	64.41	((②×((⑦/100-③/100)))+(⑤×((⑦/100-⑥/100)))×1000×現地発生土砂配合割合/100+ ((②×((⑦/100-③/100)))+(⑤×((⑦/100-⑥/100)))×1000×クラッシュラン配合割合/100
⑨ 1バッチ当り投入量	g	kg/バッチ	3.22	⑧×(1バッチあたりの混合量/1000)

5. セメント量の算出

項目	単位	計算値	備考	
① 1m ³ 当り投入量	C	kg/m ³	200.00	配合条件
② 1バッチ当り投入量	C'	kg/バッチ	10.00	①×(1バッチあたりの混合量/1000)

4.3 配合試験の手順

配合試験は示方配合を決定する目的で行なうものであり、適切な手順で実施する。

【解説】

配合試験の標準的な手順を図-4.1、供試体作製方法を図-4.2に示す。

供試体は、現地の施工方法に類似した方法で作製するものとし、突き棒（ブルドーザによる敷均しを想定）と簡易振動機（振動ローラによる締固めを想定）による締固めを行なう。

突き棒による締固めは上面積 7cm^2 について 1 回の割合で突く。簡易振動機の締固め時間は予備締固め試験を行って決定する。

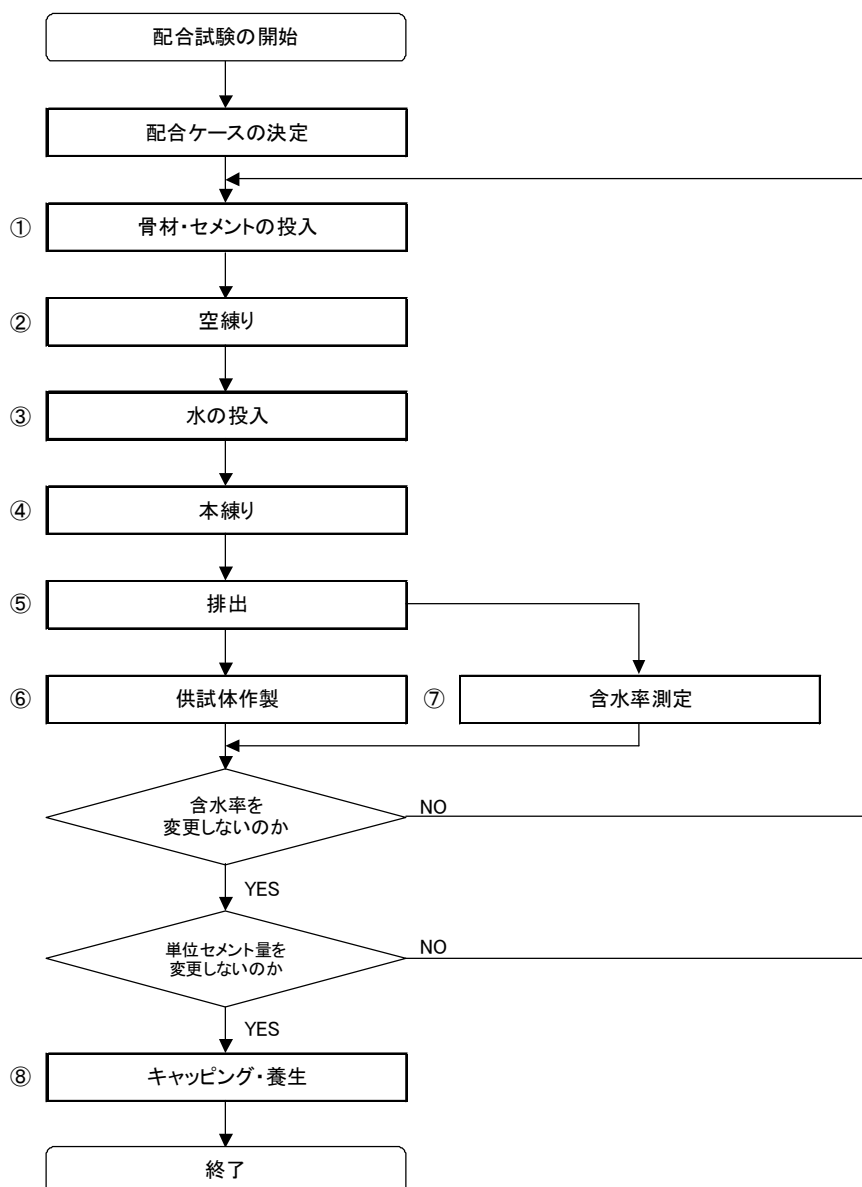


図-4.1 配合試験の手順

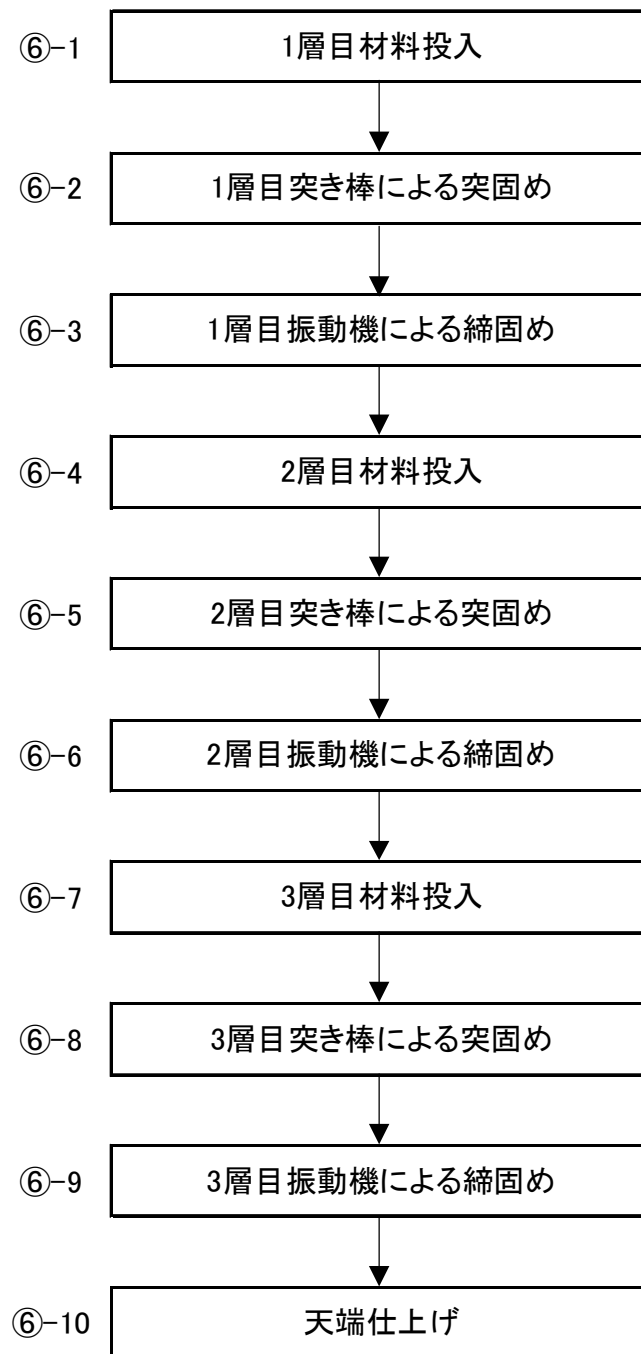


図-4.2 供試体作製フロー

① 使用材料・セメントの投入

使用材料とセメントを2回に分けて交互にミキサーへ投入する。



② 空練り

使用材料投入後，ミキサーを稼動して練り混ぜを行なう。練り混ぜ時間は材料の種類及び混合量に応じて適時設定するが，目安として1分程度とする。



③ 水の投入

空練りが終わると，直ちに水をミキサーへ投入する。



④ 本練り

水を投入した後，材料が十分混合するまで練り混ぜを行なう。練り混ぜ時間は材料の種類及び混合量に応じて適時設定するが，目安として3分程度とする。



⑤ 排出

練り混ぜ完了後、バットへすみやかに排出し、材料の温度を測定する。このとき同時に気温も測定しておく。最大礫径を 40mm 以上とした場合は、排出後 40mm ふるいで 40mm 以上の礫をカットする。



⑥ 供試体作製

供試体の寸法は、JIS A 1132 より直径が最大骨材寸法の 3.0 倍以上、かつ、10cm 以上で、直径の 2 倍の高さをもつ円柱形とし、最大骨材の寸法から使用するモールドを決定する。モールドの大きさは、INSEM 材の場合 $\phi 150\text{mm}$ (もしくは $\phi 125\text{mm}$)、L. U. C. 材の場合 $\phi 125\text{mm}$ を標準とする。



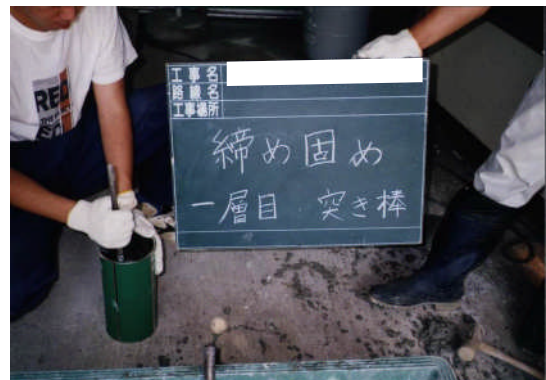
以下の要領で供試体を作製する。

⑥-1 1層目材料投入

モールド底面より 10~15cm の高さまで材料を投入する。

⑥-2 1層目突き棒による突固め

突き棒で表面を均し、 7cm^2 に 1 回割合で突き固める。突固めの回数は $\phi 150\text{mm}$ のモールドでは 25 回、 $\phi 125\text{mm}$ では 18 回とする。



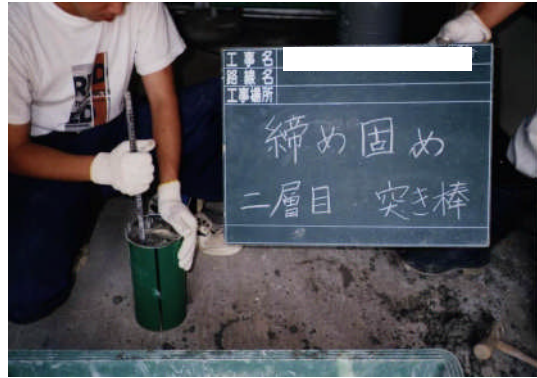
⑥-3 1層目振動機による締固め

表面を均し、簡易振動機により所定の時間締固める。締固め時間は全面にブリージングが起こるまでの時間で、 $\phi 150\text{mm}$ のモールドでは 10 秒程度、 $\phi 125\text{mm}$ では 6 秒程度が目安となる。



⑥-4 2層目材料投入

1層目の上面より10~15cmの高さまで材料を投入する。



⑥-5 2層目突き棒による突固め

⑥-2と同様の作業を行なう。

⑥-6 2層目振動機による締固め

⑥-3と同じ要領で行なう。



⑥-7 3層目材料投入

材料をモールドの天端より高くなるまで投入する。

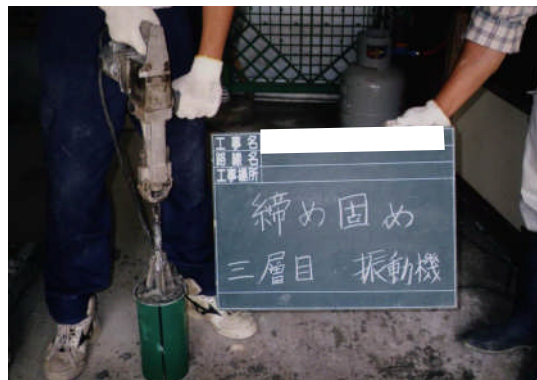


⑥-8 3層目突き棒による突固め

⑥-2と同様の作業を行なう。

⑥-9 3層目振動機による締固め

突き棒による突固め後、材料上面がモールドの天端以下となった場合には、モールドの天端より少し高くなるまで余盛を行い、簡易振動機で締固めを行なう。



⑥-10 天端仕上げ

締固め完了後、コテや木槌等で上面を水平に仕上げる。仕上げ面の高さはキャッピングの種類に応じて行なう。一般にイオウキャッピングの場合はモールド天端までとし、モルタルキャッピングの場合はモールド天端より少し下げしておく。



⑦ 含水比測定

練り混ぜた材料の中で代表的なものを取り出し、その含水比を測定する。測定方法はフライパン法または炉乾燥法で行なう。



⑧ キャッピング・養生

キャッピングは JIS A 1132 (付属書 2) を参考にして実施する。

養生及び脱型は JIS A 1132 の規準に準じて行なうことを標準とする。



5 硬化後の試験

5.1 圧縮強度試験

圧縮強度試験は、JIS A 1108「コンクリートの圧縮強度試験方法」に準じて行なうものとする。

【解説】

圧縮強度試験の材齢は1週と4週の2材齢を標準とする。試験に用いる供試体は1材齢あたり3本とする。

また、密度（単位体積重量）は圧縮強度試験を行なう前に測定した供試体の寸法と質量より算出する。

5.2 その他の試験

配合試験の目的に応じて5.1以外に必要な試験を実施する。

配合試験記録用紙

配合試験記録用紙

記録者		配合材料		主材料:G	副材料:S			
		配合比						
		材料混合率		%	%			
試験日:平成	年	月	日	AM PM	気温	°C	LUC温度	°C
配合名:CASE		C -	W -	1バッチ当りの配合量	リットル	モールド寸法		
実施配合 (1m ³ 当り)	セメント C(kg)	加水量 W'(kg)	主材料 G (kg)	副材料 S (kg)	単位水量 W(kg)			
1バッチ当たり の配合計量値	セメント C(kg)	加水量 W'(kg)	主材料 G (kg)	副材料 S (kg)				
練り混ぜ時間	空練り	分	秒	本練り	分	秒		
締固め時間	1層目	秒	2層目	秒	3層目	秒		
練り混ぜ後含水率	容器No							
	m _a	g						
	m _b	g						
	m _c	g						
供試体(1)	ω	%						
	モールドNo	モールド	モールド+供試体	供試体	締固め			
	1	g	g	g	回 層			
供試体(2)	2	g	g	g	回 層			
	3	g	g	g	回 層			
	モールドNo	モールド	モールド+供試体	供試体	締固め			
六価クロム供試体	4	g	g	g	回 層			
	5	g	g	g	回 層			
	6	g	g	g	回 層			
	7	g	g	g	回 層			

※ m_a : (試料+容器)質量

m_b : (乾燥試料+容器)質量

m_c : 容器質量

$$W = \frac{m_a - m_b}{m_b - m_c} \times 100$$