

砂防ソイルセメント（INSEM）の配合設計における現状と課題

国土交通省 北陸地方整備局 湯沢砂防事務所 渡邊和俊，坂井 等，南 憲長
前国土交通省 北陸地方整備局 湯沢砂防事務所 長井義樹，小竹利明
財団法人 砂防・地すべり技術センター 松井宗廣，嶋 丈示，飯塚幸司，○西尾英貴

1 はじめに

一般に砂防事業は山間部で実施されるため，従来の工法では掘削処分費等の建設コストが増大すると共に，コンクリート等の建設材料運搬が制限され施工効率が低くなる傾向がある．さらに，掘削残土運搬時の騒音・振動や土捨場構築等は環境問題を生じる場合がある．一方，砂防事業を実施する溪流の河床砂礫は，良質な材料であることが多く，これらを活用することは，環境面だけでなくコスト縮減面，安全施工面からも有効かつ重要であると考えられている．このような背景の中，砂防施設の構築に掘削等で生じる現地発生土砂を有効活用できる工法として砂防ソイルセメント工法が開発された．

新潟県中越地震により多大な被害を受けた芋川及び相川流域において，迅速なる復旧工事を推し進めるべく，現地発生材料を活用した工法が多く施工されてきた．湯沢砂防事務所管内の砂防施設では，INSEM 工法（写真-1）をはじめ，ISM 工法，新粗石コンクリート工法といった現地発生材料活用工法により施工が行われている．このように，現地発生材料の活用工法は全国各地でその施工事例が増加してきている．本報では，砂防ソイルセメント工法（INSEM）における配合設計の事例と，その特徴や現時点の評価を行い，今後の課題について報告するものである．



2 配合設計の事例

平成 16～19 年に施工された砂防ソイルセメント工法の収集し得る設計事例について整理した結果，INSEM 工法が 122 件/152 件（80%），ISM 工法が 15 件/152 件（10%）の割合で，INSEM 工法の実績が多い．この中から，施工規模，地域

的なバランス等を考慮し，直轄事業 17 事例，補助事業 21 事例の合計 38 事例を抽出して検討した．

2.1 配合設計手法の概要

砂防ソイルセメントの配合設計手法には，ソイルアプローチとコンクリートアプローチがある．以下にそれぞれの考え方の概要を示す．

①ソイルアプローチ

1m³ の INSEM の体積は，締め固めた状態の現地発生土砂 1m³ とほぼ同じ体積となるという前提で配合設計を行う手法である．

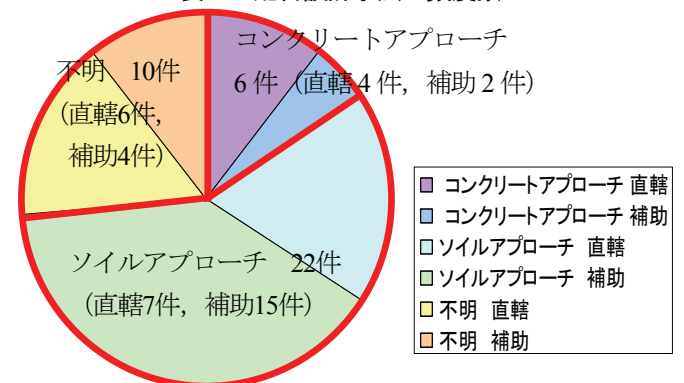
②コンクリートアプローチ

1m³ の INSEM の体積は，現地発生土砂・セメント・水および空気 の体積の合計であるという前提で配合設計を行う手法である．

2.2 配合設計手法の事例

配合設計手法の採用頻度を把握するためにそれぞれの手法の事例数を集計した結果を表-1 に示す．

表-1 配合設計手法の頻度数



今回実施した事例調査では，配合試験内容についてその配合手法が確認できた全 28 事例の内，22 事例がソイルアプローチ，6 事例がコンクリートアプローチであった．その内，発生材料の土質は砂礫質土が 26 事例，粘性土が 1 事例，不明が 1 事例であった．したがって，現地発生材料の土質にかかわらず，ソイルアプローチで配合設計を行っている事例が多いことが確認できた．

3 配合設計方法の特徴と現時点における評価

それぞれの配合設計方法の特徴を以下に整理し，現時点における評価を行う．

3.1 ソイルアプローチ

1m³のINSEMの体積は、締め固めた状態の現地発生土砂1m³とほぼ同じ体積と見なして配合設計を行う手法である。以下にソイルアプローチの特徴を示し、図-1に構成図を示す。

- ・現地発生土砂の含水比の変動を見込んで、配合を検討するため、現場における一定（±2～3%程度）の含水比の変化が許容できる。
- ・粒度構成、及び自然含水比等の現地発生土砂の特性変化がある程度許容できる。
- ・現地発生土砂を改良する必要がある、切り込み砕石等と混合する場合等でも、配合計算が簡単である。
- ・セメント添加による体積変化は考慮せず検討することが多く、出来上がったINSEMは1.0m³を超える場合がある。

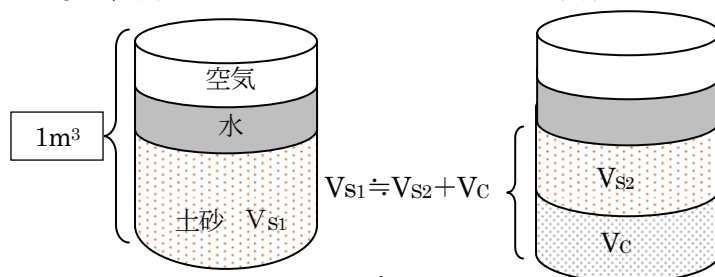


図-1 ソイルアプローチ構成図

3.2 コンクリートアプローチ

1m³のINSEMは、現地発生土砂・セメント・水および空気量の合計であると見なして配合設計を行う手法である。以下にコンクリートアプローチの特徴を示し、図-2に構成図を示す。

- ・ソイルアプローチに比べ、配合計算が煩雑である。
- ・加水量は、単位水量から土砂の表面水量を差し引いた量とする。すなわち、土砂に含まれる吸水量は評価しない。
- ・表面水量の管理が必要となる。
- ・現地発生土砂、セメント、水、空気の体積の合計が1m³のINSEMという前提のため、加水量の変化にあわせて土砂の量を変化させる必要がある。
- ・現地発生土砂の質的に安定している場合に適する。

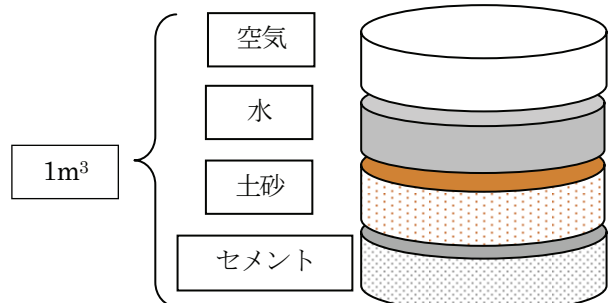


図-2 コンクリートアプローチ構成図

3.3 両手法による計算例の比較

ソイルアプローチとコンクリートアプローチによる設計手法でそれぞれ配合計算を行った。前提条件と計算結果を以下に示す。

①前提条件

区分	割合	表乾密度	吸水率
細骨材	83.9%	2.44g/cm ³	4.85%
粗骨材	16.1%	2.48g/cm ³	4.40%

最大乾燥密度 $\rho_{\text{max}} = 1,827\text{kg/m}^3$ 、最適含水比 13.2%、自然含水比 5.52%、セメント量 150kg/m^3 とする。

②ソイルアプローチによる配合設計結果

単位セメント量	単位水量	単位現地発生材料量
150kg/m ³	241kg/m ³	1,737kg/m ³

③コンクリートアプローチによる配合設計

単位セメント量	単位水量	単位現地発生材料量
150kg/m ³	244kg/m ³	1,939kg/m ³

計算結果から、コンクリートアプローチによる配合設計の方が、単位水量で3 kg/m³、単位現地発生材料量で約200 kg/m³大きな値となる。

3.4 現時点における評価

配合設計手法には以上のように2つの方法があるが、使い分けについては明確な基準が無い。事例調査結果からも、現地発生材料の質、使用部材の重要度等によって配合設計手法を使い分けているという傾向は明確ではない。配合計算事例では、両手法によって単位水量、単位現地発生材料量で差が生じるが、最も効率的に目標強度が発現可能となる手法がどちらであるかについては現時点では論じられない。

4 今後の課題

2つの配合手法にはそれぞれ前提条件があるが、共通する基本的事項として、出来上がったINSEM:1m³を各材料（セメント、土砂、水、（空隙））がどの様に構成しているかということが指摘できる。これは各材料の割合、INSEMの構築方法（特に、締め固め方法等）、土砂の締め固め特性等に支配されと考えられる。したがって、今後、より多くの土砂を用いて両手法で検討を行い、供試体作成方法等を含めて評価を行い、効率良く目標品質（強度、単位体積重量等）を得ることができるよう検討を進めていく必要がある。

5 おわりに

INSEMにおける配合設計手法について、事例を基にその特徴と今後の課題について考察した。環境により優しく、コスト削減、施工合理化が図れる本工法は一層の普及が望まれる。今後も室内及び現地試験や実施工データを基に設計手法を含め、施工方法、施工管理等について検討を進め、本工法の優位性、有効性をより活かすことが出来るよう取り組んでいきたい。

【参考文献】砂防ソイルセメント活用ガイドライン（平成14年1月8日発行）