

I S M工法による砂防堰堤基礎の大規模急速施工（災害対策）

国土交通省北陸地方整備局湯沢砂防事務所 山本 悟  
 株式会社 本間組 遠藤 朗  
 I S M工法研究会（大日本土木 株式会社） ○佐藤文雄

1. はじめに

平成 16 年 10 月の新潟中越地震により旧山古志村（寺野地区）で長さ 360m、幅 230m、深さ 25m、崩壊土量 104 万 m<sup>3</sup> の大規模地滑りにより芋川が河道閉塞した。緊急対策として、堆積土砂の決壊を防ぐべく管渠および開渠工事は積雪前に無事施工完了した。平成 17 年度には、膨大な河道閉塞土砂の崩壊による下流域への二次災害を防止するため 3 基の砂防堰堤が計画された。

本件は、砂防堰堤 2 基に対する支持地盤の改良盛土形成に際して砂防ソイルセメント工法の中から選定された I S M工法の選定経緯ならびにその施工法の立案と施工結果について報告する。

2. 工事概要

本工事は、3 基の砂防堰堤の内、2 号および 3 号の支持地盤となる改良盛土を砂防ソイルセメント工法で構築するものである。（図-1 参照）

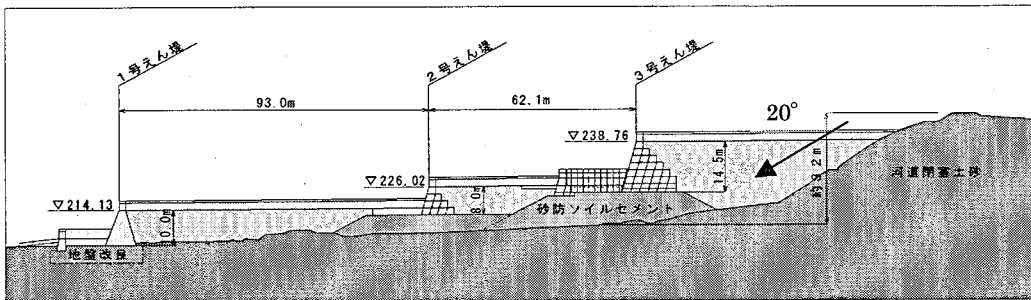


図-1 縦断面図

砂防ソイルセメントの施工量は、約 37,000m<sup>3</sup> で河道閉塞土砂下流側の勾配は約 20 度、支持地盤下端までの高低差は約 32m と急峻で、施工箇所へのアプローチ方法が施工上の課題である。崩壊土砂の特徴は、最大粒径が 100 mm、粘土シルト分が 27.5% で粘土塊を含んだ粘性土である。（図-2 参照） 施工期間は、平成 17 年 9 月中旬～12 月中旬の降雪時期迄の実質 3 ヶ月間と厳しい制約の中、約 500m<sup>3</sup>/日の施工量をクリアする必要がある。

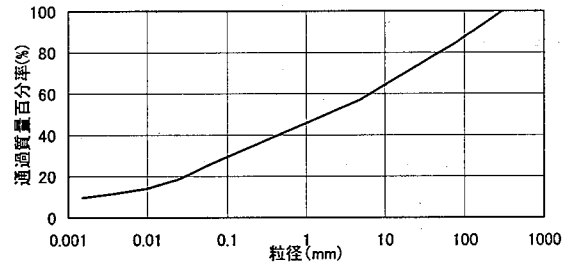


図-2 粒度分布

3. 砂防ソイルセメントの工法選定

3.1 ISM と INSEM の配合試験

崩壊土砂の有効利用を目的とした砂防ソイルセメント工法（ISM、INSEM）の配合試験を実施した。ISM は、セメント量をそれぞれ 250、300 kg/m<sup>3</sup>、INSEM では、セメント量が 200 kg/m<sup>3</sup> で碎石を 50% 混入することで設計基準強度を満足した。（表-1 参照）ISM の割増し係数は、過去の実績から 1.97 とした。

3.2 ISM 工法の選定

一般的な ISM 工法では砂礫土砂と高性能減水剤を含んだセメントミルクを現位置で攪拌混合するが、配合試験時の混練性状からポンプ圧送が可能と判断し、攪拌ピットによる大量施工システムを設定した上で INSEM 工法との比較を行った。コスト比較ではほぼ同等であったものの、INSEM 工法では、①大量の攪拌材料を不整地運搬車にて急勾配搬入路を頻回に運搬する必要があるが、中越地方は、11～12 月にかけて降雨や降雪も多く、粘性土が基盤となる搬入路の整備経費の増加が懸念される。②攪拌材料敷均し後に締め固め作業を伴うことから、降雨による品質及び施工への影響も懸念される。③現場外から大量の碎石を調達する必要がある。等の課題が懸念された。一方、ISM 工法では運搬作業もポンプ圧送を適用することで、効率的かつ安全に施工可能となる等、品質・施工性・安全性・経済性などを総合的に判断して、ISM 工法を選定した。

表-1 砂防ソイルセメントの配合試験結果

設計基準強度 2号堰堤下部:1.0N/mm <sup>2</sup> 3号堰堤下部:1.6N/mm <sup>2</sup>				
工法	セメント量 (kg/m <sup>3</sup> )	碎石添加率 容積率(%)	σ 28d (N/mm <sup>2</sup> )	備考
ISM	250	—	2.15	—
	300	—	3.29	—
INSEM	200	50	2.23	—
		50	3.99	25 kg/m <sup>3</sup> 加水

(財) 砂防地すべり・技術センター提供

#### 4. ISMのポンプ施工に伴う配合試験

ポンプ施工に伴い、60分程度の流動性保持（60分後スランプ15cm以上）を目標に混和剤選定に向けた配合試験を実施した。

混和剤種類・添加量をパラメータとして検討した結果、寺野地区の崩壊土砂には、オキシカルボン酸系・ナフタリンスルホン酸系の混和剤（レオソイルA）をセメント量に対し2%添加により、流動性が60分以上保持できることを確認した。

（図-3参照）なお圧縮強度は、C=250 kg/m<sup>3</sup>で2.08N/mm<sup>2</sup>、C=300 kg/m<sup>3</sup>で3.17N/mm<sup>2</sup>で所定の配合強度を満足した。

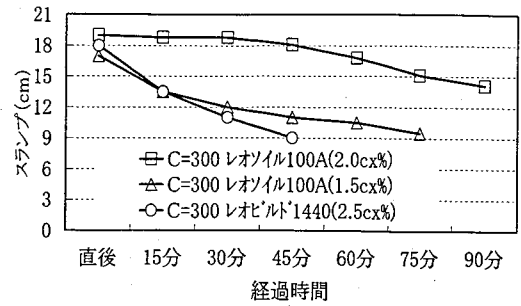


図-3 スランプの経時変化

#### 5. 施工

##### 5.1 施工手順

崩壊土砂掘削→運搬→粒径処理→運搬→攪拌土砂をピットに投入→ツインヘッドでセメントミルクと攪拌混合→ISMをホッパー投入→ポンプ圧送→打設

##### 5.2 崩壊土砂の掘削・運搬・粒径処理

掘削後の崩壊土砂は不整地運搬車で運搬、解砕選別機で粒径処理を行った。（写真-1参照）ISMのポンプ施工に伴う攪拌土砂の最大粒径は、圧送管直径(150mm)の1/3(50mm)とした。

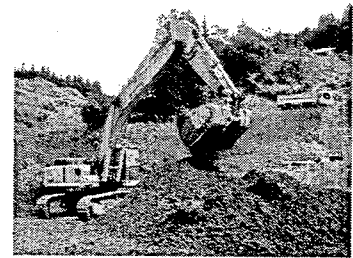


写真-1 解砕選別機

##### 5.3 プラント運転工

ISMに使用するセメントミルクの製造は、3基のプラント設備で行った。（写真-2参照）日施工に伴う材料使用量は、高炉B種：150t（バラ）、混和剤：2t（バラ）である。主な機械設備を表-2に示す。

##### 5.4 攪拌混合・圧送・打設

攪拌混合は、1セット当たりツインヘッド1台・混合ピット(10m<sup>3</sup>混合/ピット)を2基・圧送ポンプ1台で構成し、3セット配置により連続大量施工に対応した。圧送ポンプは、定置式で圧送距離は概ね200mである。施工箇所では鋼製簡易型枠とISM材を中詰めした大型土嚢を併用し、圧送されたISM材を打設し、バックホウ等で敷き均しを行った。日平均施工量は、3セットで約500m<sup>3</sup>/日である。

表-2 主要機械設備

機械設備				
工種	機械名	能力・仕様	数量	備考
運転工	セメントサイロ	30t縦型	3	高炉B種
	モルタルプラント	24m <sup>3</sup> /h	3	-
	圧送ポンプ	300ℓ/m	3	-
	発電機	125KVA	3	-
	水槽	10m <sup>3</sup>	3	鋼製
運搬工	バックホウ	0.6m <sup>3</sup> 山積	2	土砂投入用
	バックホウ	0.6m <sup>3</sup> 山積	3	攪拌用
	バックホウ	0.6m <sup>3</sup> 山積	3	ポンプ投入用
	ツインヘッド	MT1000	3	攪拌機
	混合ピット	20m <sup>3</sup>	6	鋼製
	コンクリートポンプ	50m <sup>3</sup> /h	3	定置式
	圧送配管	6m/本	110	φ6インチ

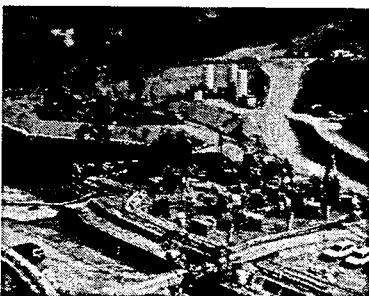


写真-2 プラント・攪拌ヤード全景

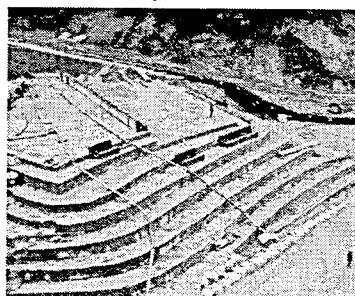


写真-3 3号堰堤施工状況

表-3 圧縮強度結果

施工箇所	2号堰堤基礎部	3号堰堤基礎部
設計基準強度	1.00	1.60
配合強度	1.97	3.15
最大値	2.93	4.16
最小値	1.02	1.64
平均値	1.70	2.51

(単位:N/mm<sup>2</sup>)

#### 6. 品質管理

攪拌混合後の水セメント比を一定に保つため、施工日毎に土砂の含水率を測定し、セメントミルクの配合を決定した。圧縮強度試験は、供試体寸法φ125×h250mmのサミット缶にISM材を採取し、材齢7、28日で実施した。表-3に圧縮強度試験結果を示す。

#### 7. おわりに

本工事の施工に際し、(財)砂防地すべり・技術センターのご指導を頂き深く感謝いたします。ISM工法による大規模急速施工実績が砂防ソイルセメント活用の有効な方策として水平展開されることを祈願すると共に、今後もより一層の普及に向け技術研鑽を図る所存です。

##### 【参考文献】

- 1) 現位置攪拌混合固化工法 (ISM工法) 設計・施工マニュアル (財) 先端建設技術センター・ISM工法研究会 平成13年5月
- 2) 砂防ソイルセメントガイドライン 砂防ソイルセメント活用研究会編 平成14年1月