

砂防ソイルセメントの集中プラントにおける品質管理について

熊本県北広域本部阿蘇地域振興局 山崎雅弘 柳瀬義博 渡邊勇
(株) インバックス 秋山祥克 石塚昌一 ○橋木貞則

1 はじめに

熊本県阿蘇市では、H24.7九州北部豪雨災害に伴う県が実施する災害復旧・復興事業で発生する土砂を一箇所に集積し、砂防ソイルセメント（INSEM 工法）を集中ヤードで一括して製造する砂防ソイルセメント集中プラントが稼働している。

従来であれば、INSEM 工法は、工事箇所毎に、現地土砂の INSEM 材への適応性を評価し、示方配合を決めて施工を行う工事箇所完結型が一般的である。

これに対して、本計画では、複数の災害復旧・復興事業の土砂を一箇所に集積し、一括して INSEM 材を製造する地域連携型で施工している。しかし、この手法では、使用する土砂のバラツキが大きくなり、どのように品質管理を実施するかが課題となった。

本発表は、地域連携型における INSEM 製造の効率的な品質管理項目の検証と課題について、集中プラントにおける実例をもとにとりまとめたものである。

2 集中プラントの概要

集中プラントを計画するにあたり、INSEM 工法を活用する砂防工事箇所は次のとおりである。

表 1 INSEM 工法の砂防工事箇所一覧

番号	溪流名	住所	適用場所	設計数量 (m ³)		
				レベルⅠ	レベルⅡ	レベルⅢ
1	北坂梨川Ⅰ	阿蘇市古城	本堤、地盤改良	37		8,414
2	北坂梨川Ⅱ	阿蘇市古城	本堤			6,799
3	北坂梨川Ⅲ	阿蘇市古城	本堤、導流堤	1,765		6,125
4	鬼塚川	阿蘇市鬼塚	本堤、地盤改良	157		10,674
5	坂梨地区	阿蘇市坂梨	地盤改良、本堤		2,391	10,919
6	宮川 3	阿蘇市西手野	地盤改良	666		
7	塩井川Ⅰ	阿蘇市塩井	地盤改良	917		
8	野中川 3	阿蘇市野中	地盤改良	413		
9	西小園川Ⅲ	阿蘇市西小園	導流堤下部	782		
合計				50,059	4,737	2,390.8

2.1 集中プラントヤードでの土砂のバラツキ把握

前述のとおり、集中プラントヤードでは様々な工事で発生する土砂を活用する計画であるため、土砂のバラツキが大きいことが予想された。そのため、本事業では、工事の施工工程計画に沿って、入手可能な土砂を次の 3 種類に分別し、土砂の物理特性を把握した上で、要求品質に応じて、示方配合を検討した。

- ・ 砂防工事で掘削される土砂（掘削土砂）
- ・ 河川工事で掘削された土砂（河川土砂）
- ・ 本プラントヤードに流入した土砂（流入土砂）

これらの土砂の物理特性を SB ウォール工法研究会の

指標チャートで表示すると次のとおりとなる。

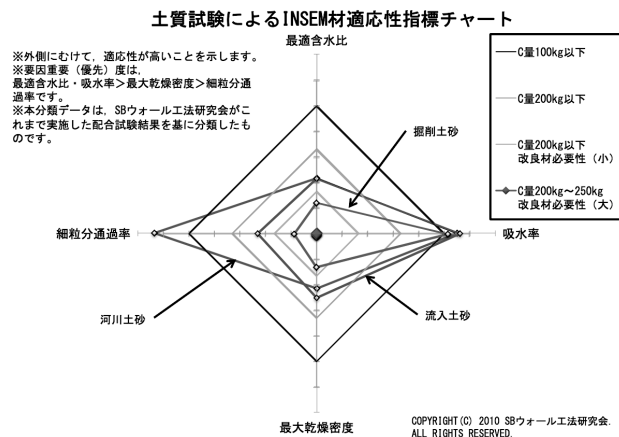


図 1 INSEM 材適性指標分類チャート図

本プラントでは、次の 4 種類の示方配合を使用し、使用する土砂や INSEM 材の目標品質に応じて、これらの示方配合を適用することとした。

また、本工事での示方配合は、（一財）砂防地すべり技術センターの研究をもとに、製鋼スラグによる改良方法も活用している。

表 2 集中プラントヤードでの示方配合

対象土砂	改良材種類	改良割合	固化材混合量	要求品質
掘削土砂 流入土砂	製鋼スラグ	30%	200 kg/m ³	3.0N/mm ² ～
河川土砂	製鋼スラグ	30%	185 kg/m ³	3.0N/mm ² ～
河川土砂	水砕スラグ	40%	150 kg/m ³	3.0N/mm ² ～ 単重抑制
掘削土砂	RC-40	20%	200 kg/m ³	0.5～1.5 N/mm ²

3 品質管理項目の検討

3.1 品質管理の方針

本事業で製造する INSEM 材の目標強度は、砂防本堤内部材で 3.0N/mm² 以上であり、河川ダム等で施工されている CSG 工法や RCC 工法とほぼ同等な品質である。この強度領域を満足するためには、コンクリートと同様にセメントによる水和反応が必須であり、INSEM 材の長期的な耐久性を担保する上でも最も有効であると考えられる。

一方、本事業で使用する土砂は、阿蘇地方特有の高有機土である黒ボクであり、セメントによる固化が極めて難しいとされている。このため土砂の有機物の含有量や種類によっては、全く固化しないケースも想定された。逆に、十分な水和反応が得られていれば、多少の強度の低下があったとしても、養生日数とともに

強度が増加する事から、そのリスクは小さい。そのため、本プラントでの品質管理においては、管理方針を「水和反応」の確認に絞り込んだ。

3.2 有機物による INSEM 材品質への影響確認試験

工事名	鬼塚川災害関連緊急砂防（本場）工事			
施工者名	（株）杉本建設・（株）藤本建設工業JV			
試験日	平成26年3月11日			
試験場	同川土砂			
試験採取場所	西川霞雲きヤード（メサイア3号機）北西の河川土砂、西端天端北側寄り東側へ5m程度の土砂を採取			
配合	セメント種類	GS225		
	セメント量	185kg/m ³		
	設計含水比	26.26%±2.0%		
	改良材名	製鋼スラグ		
	混合割合	70:30		
	使用水	スラグ改良水（メサイア使用水）		
	最大乾燥密度	1.556 (g/cm ³)	土砂含水比	34.07%
	試験含水比 (%)	26.26	29.26	
	材齢7日 (N/mm ²)	2.83	2.53	
	示方配合	示方配合は妥当		
含水比補正	補正の必要はない			
有機物の影響	示方配合で対処可能			

本プラントでの品質管理においては、設計含水比の確認及び有機物による影響を確認する手段として「有機物による INSEM 材品質への影響確認」（有機物影響試験と称す）を実施することとした。

この試験は、Φ125mm 供試体を用いて以下の項目を事前に確認するものである。

図 2 有機物影響試験結果例

- ・ 材料試験データでの設計含水比変動予測
- ・ 供試体の強度測定による水和反応確認
- ・ 適用する示方配合の妥当性確認、設計含水比の補正

3.3 品質管理項目

本プラントでの、品質管理項目は次のとおりである。

表 3 品質管理項目

使用土砂性状のバラツキ確認	材料試験	土砂の物性値のバラツキを確認するため、1,000m ³ 毎に次の試験を実施する。 JIS A 1102 骨材のふるい分け試験 JIS A 1204 粒度試験 JIS A 1109 細骨材の密度吸水試験 JIS A 1110 粗骨材の密度吸水試験 JIS A 1210 突き固めによる土の締め固め試験 (E法)
	土砂の簡易締め固め試験	集中プラントヤードで集積した土砂の性状のバラツキを確認するため随時簡易締め固め試験を実施し、示方配合の妥当性を評価する。
	有機物影響試験	500m ³ 毎に実施。黒ボク土は、高有機質土であり、セメント水和反応に大きく影響を与える。本試験によって、事前に土砂の水和反応への影響を把握する。
計量管理	示方配合の確認試験	INSEM プラントでは、示方配合の計量を容積で行うため、締め固め後の容積と締め固め前の容積の変化率を計測する。
	混合水質の改良	INSEM 材製造時に加水する水を製鋼スラグにて事前に改質する事で、INSEM 材の品質を安定させる。

4 効果検証

図 3 のとおり、今回の品質管理項目で管理した INSEM 材の強度推移を見れば、7 日~28 日強度の伸びも明瞭で、十分な水和反応が得られており、良好な INSEM 材の製造を実現している。

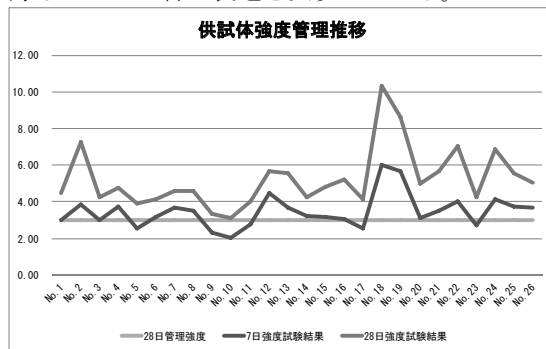


図 3 供試体による強度推移

図 4 は、3/23 現在の本プラントの稼働状況である。

INSEM プラント稼働日数：126 日

INSEM 材総製造量：31,521m³

INSEM プラント一台当りの日平均製造量：250m³

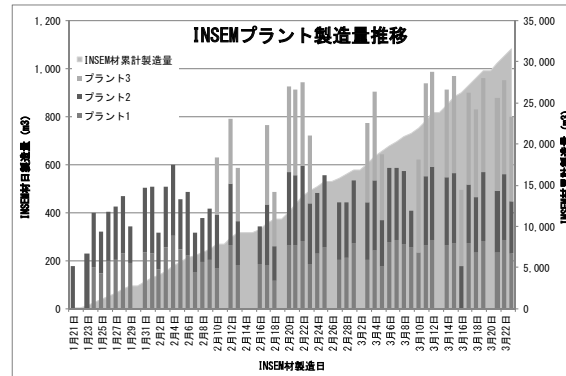


図 4 INSEM プラント製造量推移

5 今後の課題

本プラントでの品質管理を行うにあたり、堤体に適用する INSEM 品質は土質改良的なものではなく、CSG 工法や RCC 工法と同様な固練りコンクリートの品質であることから、INSEM 材の水和反応の確認を主な品質管理項目とした。現状段階においては、複数の異なる土砂を材料とした INSEM 材の効率的な製造管理ができていると考えられる。

一方、本発表では、論じていないが、現状の INSEM 材施工の品質管理においては、INSEM 材のコンクリートの管理と土質改良的な管理が混在しており、RI 測定等の密度管理が、INSEM 品質管理に有効であるかどうかなど更に検証が必要な項目もあると考えられる。今後、これらの検証を進めることで、より合理的で効率的な INSEM 工法の管理ができるものと考えられる。

参考文献：

- 1) SB ウォール内部材への土砂の適応性確認体系：SB ウォール工法研究会 HP； <http://www.sbwall.org/sb/>
- 2) 嶋丈示，秋山祥克，水山高久，有機質土を INSEM 材に活用するための改良手法：H25 砂防学会研究発表論文概要集