

砂防ソイルセメントの使用実態と今後の課題

独立行政法人土木研究所 ○田中秀基、西本晴男、小山内信智
 国土交通省河川局砂防部 原 義文
 (財) 砂防・地すべり技術センター 松井宗広

1. はじめに

近年、砂防工事の実施にあたって、コスト縮減や環境への負荷軽減等が求められ、この一環として建設残土の有効活用が検討されてきた。発生した建設残土をその現場内で活用できれば、搬出・処分にかかる費用の縮減や残土処分場が不要になる等の効果が期待できる。

この様な中、施工現場で建設残土とセメントやセメントミルクを混合した「砂防ソイルセメント」(以下、ソイルセメントと略す)が活用されてきている。ソイルセメントの活用にあたっては、先進的な試験施工事例や試験結果等から、既に計画・設計・施工の手引き書となる「砂防ソイルセメント活用ガイドライン」(砂防ソイルセメント活用研究会編、鹿島出版会、2002)が発刊され、現場での活用事例も年々増えてきている。

ソイルセメントの普及に向けて、課題や施工の実態を把握するため、これまでソイルセメントを使用した 36 現場についての事例を収集したので紹介する。

2. ソイルセメントの活用状況

平成 14 年 8 月時点で、ソイルセメントを活用した砂防施設は、国土交通省の 16 事務所において 36 事例で、うち ISM 工法が 17 事例、INSEM 工法が 19 事例であった。

ソイルセメントが活用された施設を図-1、図-2に示す。ISM、INSEM ともに堰堤が使用事例の約半数を占めている。

図-3は、ソイルセメントが活用された砂防ダムについて、その活用部位を示したものである。本体や本体中詰めと比較して、袖部、基礎部、附帯施設といった部分での活用が多い。今後、本体中詰め等への活用促進にあたって、必要とされる強度、耐久性、打ち継ぎ目でのせん断強度等の考え方を整理していく必要がある。

3. 使用材料の状況

3. 1 現地発生土砂

ソイルセメントの強度は、土質(粒度分布)が影響し、一般的に細粒分(0.075mm)が多いと強度が低下する。以下に使用された土砂の粒径の調査結果を示す。

最大粒径は、ISM は、攪拌に使用されるツインヘッドの施工能力から決まる 300mm であり、INSEM は、振動ローラーで転圧後の 1 層厚さの 1/2 程度の粒径として 40~150mm の間に分布する。平均粒径は、ISM は 0.75mm~21mm、INSEM は 1.8mm~20mm の間に分布している。ただし、どの事例でも、巨礫を除去し最大粒径を上記の値とする以外は、粒度分布の調整は実施されていない。

3. 2 配合の状況

単位セメント量と強度の関係を図-4に示す。ISM は、200kg/m³以上のセメントを使用し、18N/mm²の目標強度で、INSEM は 200kg/m³以下のセメント量で 5N/mm²前後の強度で用いられる事例が多い。

INSEM、ISM とも、同じ強度を得る場合でも事例によって単位セメント量が異なる。これは用いる土砂の粒径や

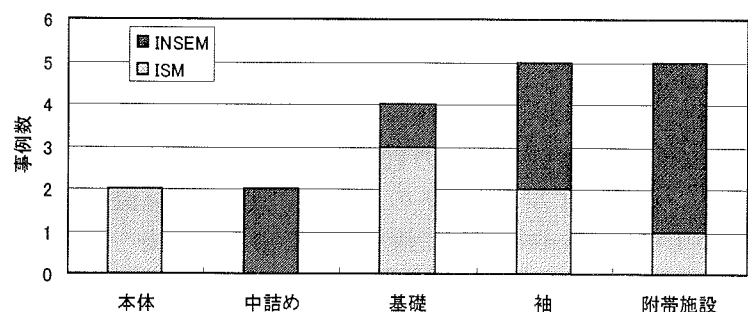
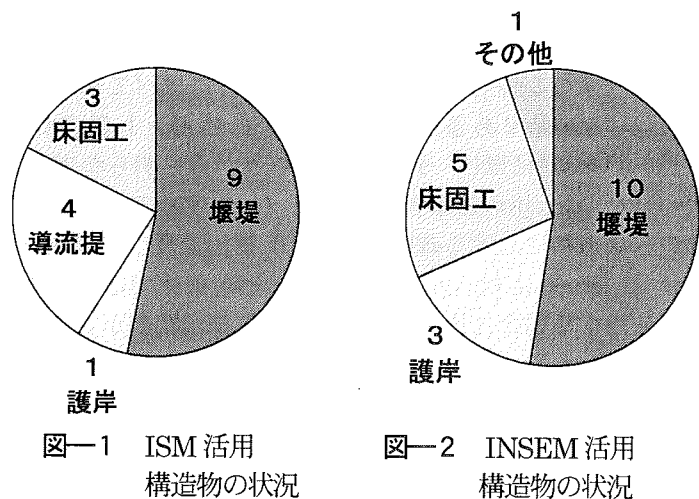


図-3 砂防ダムでの活用部位

含水比の影響を受けるためと考えられる。INSEMでは、4N/mm²の強度を得るため、280kg/m³のセメント量を有する事例も見られた。これは、細粒分(0.075mm以下)含有率が9%の土砂を用いて、床固工本体を施工した事例である。セメント量に比例して強度も増加するが、同時にコスト縮減効果も減少する。この事例では、コンクリートと比較すると約16%程度のコスト縮減効果が得られたが、これ以上セメント量を増加させると、ソイルセメントを選択するメリットは少なくなる。

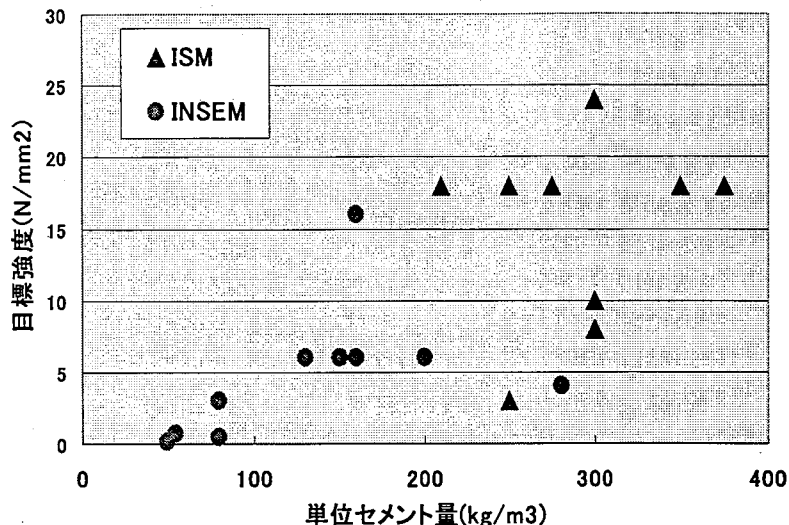


図-4 単位セメント量と目標強度の関係

4. 品質・施工管理の状況

ISMは、マニュアル〔(財)先端建設技術センター、ISM工法研究会、現位置攪拌混合固化工法(ISM工法)設計・施工マニュアル、2001年〕により必要な管理項目が明確となっているが、INSEMの管理項目は、工事を担当している事務所毎に異なり、全国的に統一されていない。表-1は現在行われている品質・施工管理項目であるが、管理項目が多く煩雑となっており、今後管理項目を整理し、標準的な管理項目を提案していく必要がある。

表-1 これまで実施された品質/施工管理項目

品質管理項目	品質管理項目		施工管理項目			
	セメント	土	配合管理	施工管理		
施工前の材料試験	セメントの物理試験 (JIS R 5201)	セメントの化学分析 (JIS R 5202)	配合管理	使用セメント量		
	セメントの水和熱測定 (JIS R 5203)	骨材のふるい分け試験 (JIS A 1102)	攪拌混合	投入土砂量		
	土の粒状試験 (JIS A 1204)	土の粒状試験 (JIS A 1204)		攪拌土の単位容積質量		
	骨材の微粒分量試験 (JIS A 5108)	骨材の微粒分量試験 (JIS A 5108)		混合量		
	現場発生土砂	骨材の密度・吸水率試験 (JIS A 1109)	骨材の密度・吸水率試験 (JIS A 1110)	敷出し・敷均し	加水攪拌時間	
		骨材の密度・吸水率試験 (ASTM D 4959) (JGS 0122-2000)	骨材の密度試験 (JIS A 1202)		混合時間	
		骨材の含水率試験 (JIS A 1125) (JIS A 1203) (ASTM D 4959) (JGS 0122-2000)	骨材の含水率試験 (JIS A 1203)		締混ぜ開始時間	
		締混ぜ後・固体化	安定試験 (JIS A 1215)	三軸圧縮試験	養生	敷均し状況
			フェノールフタレイン溶液散布による目視確認	フェノールフタレイン溶液散布による目視確認		敷均し厚さ
			セメント量管理 (中和滴定法)	セメント量管理 (中和滴定法)		敷均し時間
V C試験 (JSCE-F507)			V C試験 (JSCE-F507)	養生状況	締固め状況	
スランプ試験 (JIS A 1101)			スランプ試験 (JIS A 1101)		締固め回数	
締混ぜ後の含水率試験 (JIS A 1203)			締混ぜ後の含水率試験 (JIS A 1203)		締固め時間	
コア作成			圧縮強度試験 (JIS A 1108)	圧縮強度試験 (JIS A 1108)	施工条件	締固め後の厚さ
	単位体積質量試験 (R1, 実砂法)		単位体積質量試験 (R1, 実砂法)	打設量		
	コア作成		コア作成	打込み深度		
	コア作成		コア作成	打継目処理		

5. ソイルセメントの課題

ソイルセメントの課題について、施工を担当した職員に聞き取り調査を実施した。その結果、①土質また季節によっても、水・土砂・セメントの配合が異なり配合設計に時間を要する、②コンクリートと同程度の品質を求める品質管理は無理があり、ソイルセメントの材料特性にあった品質管理手法を考える必要がある、③凍結融解、摩耗等による長期的な強度変化が不明、といった点に集約された。今後このような課題に対応するため、引き続き施工事例等をもとに検討を進めていく必要がある。

5. まとめ

公共事業のコスト縮減や資源循環型社会への貢献のため、今後も砂防事業において積極的なソイルセメントの活用を図ることが必要である。しかし、ソイルセメントの品質や施工方法、品質・施工管理方法については、統一された規格はなく、現場条件や設置する構造物の種類、活用部位によって、現場毎に異なり、各現場で最適な条件を試行錯誤しながら実施している状況にある。そのため、各現場で実施されている事例を蓄積・整理し、現場条件毎に最適な施工方法を明らかにするとともに、標準的な品質・施工管理手法を提案し、現場での普及を目指す予定である。

参考文献

- 砂防ソイルセメント活用研究会編、鹿島出版会 (2002) : 砂防ソイルセメント活用ガイドライン、1-33
- (財)先端建設技術センター、ISM工法研究会 (2001) : 現位置攪拌混合固化工法 (ISM工法) 設計・施工マニュアル、1-68
- 砂防ソイルセメントを活用した工法推進ワーキンググループ資料 : 国土交通省、国土技術政策総合研究所、独立行政法人土木研究所、2002、2003
- 田村、桜井、池田、松井、吉田(2003) : 砂防ソイルセメントの品質・施工管理について、砂防学会研究発表会概要集、142-143