

有機質土壌における砂防ソイルセメントの適用

国土交通省中部地方整備局多治見砂防国道事務所 岩田幸雄, 三輪勝弘
 大日本土木(株)名古屋支店 奥村英司, 大西孝之, 河合雅也
 大日本土木(株) 〇佐藤文雄

1. はじめに

木曽川水系蘭川支流額付川(土石流発生溪流)において人家および公共施設、災害時要援護者施設、観光地等の保全を目的とした「額付川第2砂防堰堤」の左岸側袖部(高さ5~11.5m, 延長約80m)について環境負荷軽減, コスト削減の観点から砂防ソイルセメント工法〔内部材: INSEM工法〕を適用した。

本現場では, 過去の土石流により堆積した有機質土が混入した発生土(マサ土)の活用に対して各種配合試験ならびに周辺環境・品質の安定性などを考慮し, 有機質対応のセメント系固化材を適用した。¹⁾

本稿では, 配合試験, 試験施工を経て設定した施工仕様に基づく実施工と品質管理結果ならびに砂防ソイルセメントの長期強度把握に向けた取組みについて報告する。



写真-1 施設位置

2. 施工概要

図-1 に袖部正面, 図-2 に断面を示す。外部保護材は, 上流側に残存型枠を用いたW工法, 下流側はW工法と土砂型枠の併用により, 目標強度 $3\text{N}/\text{mm}^2$ (目標強度レベルIII)²⁾, $V \approx 4,000\text{m}^3$ を施工するものである。

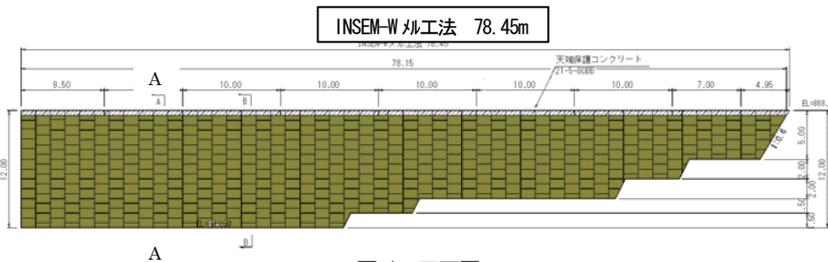


図-1 正面図

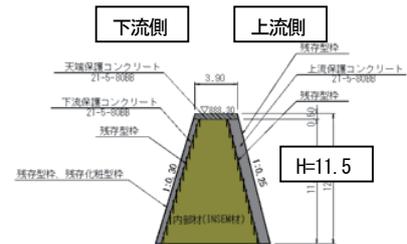


図-2 断面図(A-A)

3. 試験施工

試験施工は, 配合試験で得た示方配合における各目標含水比(11.0%, 13.0%, 15.0%)に対する, ①母材とセメントの混合状況把握(混合方法・時間の確認・設定) ②現場締固め特性(密度)及び最適施工方法の設定(転圧回数・方法, 機械機種確認) ③目標強度, 単位重量の確認 ④品質管理基準の設定と, 示方配合の妥当性確認を目的として実施した。

試験ケースは3含水比に対して, 転圧回数を6・8・10回に設定し, 全9ケースについて25cm/層×2層の試験施工を実施した。供試体強度は全てのケースで目標強度を満足した。試験施工結果を元に設定した施工管理基準を表-1に示す。

表-1 設定施工管理基準

単位セメント量		kg/m ³	150
セメント種別		高有機質土用セメント系固化材	
目標土砂含水比		ω %	11.0~13.0
混合	空練り	分/バッチ	15
	本練り	分/バッチ	10
堤体施工	敷均し機種	3tフットーサ [※]	
	敷均し厚さ	cm/レイ	28cm
	転圧機種	4t振動ローラー	
	転圧回数	回	8
レイ間処理		散水/セメント散布	
品質	目標密度 ρ	g/cm ³	2.050以上
	供試体強度 σ ₂₈	N/mm ²	3



写真-2 施工箇所全景

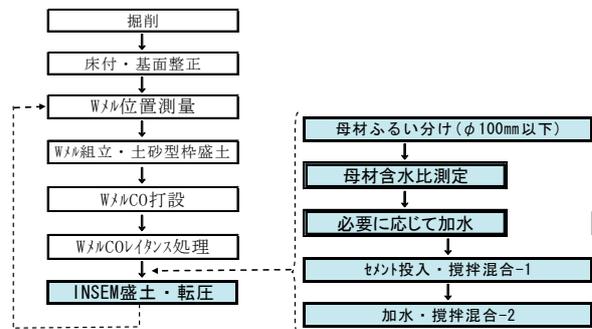


図-3 INSEM 施工フロー

4. 施工および施工管理

設定した施工仕様に対して、図-3 の施工フローに基づき本施工を実施した。写真-2，図-4 に施工箇所全景，写真-3 に施工状況を示す。

施工時の品質管理は、①適用母材の含水率測定・含水調整，②フェノールフタレインによる混合状態確認，③ $\sigma 7 \cdot \sigma 28$ 圧縮強度確認用供試体作成，④INSEM 材盛土時の巻出し厚さ，⑤転圧時の RI 密度管理 を実施した。尚，INSEM 母材量・添加固化材量は鋼製コンテナ (24m³) 2 槽によるバッチ管理で対応した。また，INSEM 締固管理には GPS 転圧管理システムを導入し，施工時の転圧回数・エリア・標高をリアルタイムに運転席モニタに表示し，RI 密度測定によるポイント管理と併用した情報化施工を実施した。(図-5 参照)

総数量 4,000m³ に対して，12 リフト・46 レイアを 45 日で実施し，日平均施工量は 約 89m³/日であった。

5. 品質管理結果

材齢 28 日圧縮強度試験結果は，目標強度 3.0N/mm² に対して，平均値 9.33N/mm²，標準偏差 3.1N/mm²，変動係数 33.2%であった。図-6 に施工期間内にコア採取強度 3 回を含む圧縮強度試験結果を示す。供試体強度/コア強度の比は，1.40~1.56 であった。尚，コア採取は，えん堤本体とは別に供試体ヤードを設けコア採取・圧縮強度試験を実施した。各供試体密度は管理密度 2.05g/cm³ に対して，平均 2.15g/cm³，標準偏差 0.049g/cm³，変動係数 2.29% と均一な値を得ている。また施工期間中 3 回の粒度試験を実施し母材粒度特性の変化を確認したが，全て「単位セメント量 150 kg/m³とした場合の目標強度レベルⅢ」の適用範囲内であった。³⁾

強度の変動要因としては，粒度・密度の変動が少ない事を勘案すると，①外気温の変化(施工期間 5/下旬~11/初旬，外気温 7°C~36°C) ②有機不純物量の多少 等の影響が考えられる。

6. 経年強度把握への取組み

本工事では，INSEM 施工着手時の配合試験で判明した「有機不純物の影響による固化不良」に対して，「有機不純物対応のセメント系固化材」を適用した。砂防ソイルセメントへ当該固化材の適用は少ない事例と考えられることから，耐久性把握と今後の類似対策へのデータ蓄積を目的として， $\sigma 7 \cdot \sigma 28 \cdot \sigma 91 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 7 \cdot 10$ 年の経年強度確認用にコア供試体を各 3 本採取し，えん堤近傍で土中養生を継続中である。コア採取状況を写真-4 に示す。 $\sigma 91$ 迄の強度は，3.54N/mm²(7)-4.72N/mm²(28)-6.51N/mm²(91) と増加中を確認している。

7. おわりに

砂防ソイルセメントは，現地発生土の有効活用法として多くの砂防現場で積極的に活用されている。一方，規格化された材料で構成するコンクリートとは大きく異なり，様々な土砂・自然環境・施工法など工法の特徴を適切に把握した上で取り組む必要が有る事を本工事でも改めて痛感した。本報告が，今後の類似工事に少しでも役立てれば幸いである。

本工事施工に際して，多くの方々の協力を得て竣工できたことを深謝する次第です。

【参考文献】

- 1) 平成 23 年度砂防学会研究発表会概要集 PP. 250
- 2) 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
- 3) 砂防ソイルセメントの材料特性に関する調査結果，(独)土木研究所・(財)砂防・地すべり技術センター
- 4) 砂防ソイルセメント設計・施工便覧 (財)砂防・地すべり技術センター

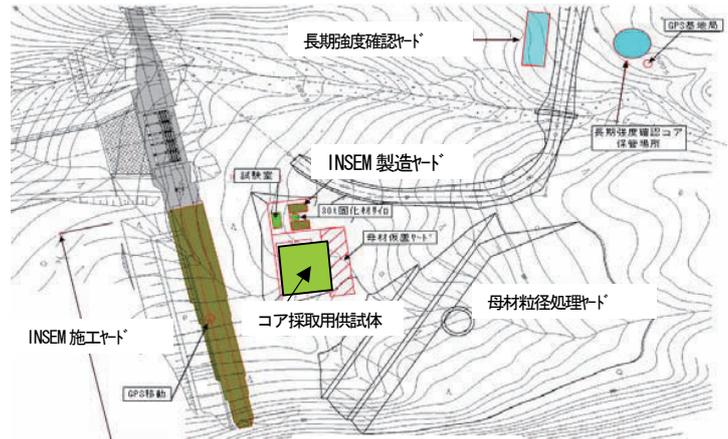


図-4 平面図



写真-3 施工状況

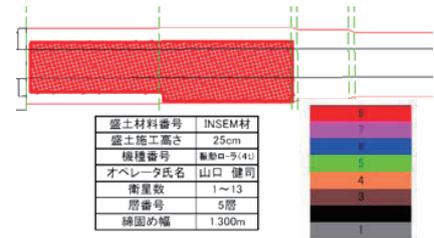


図-5 転圧回数色別図

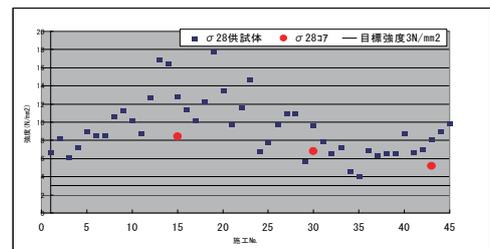


図-6 圧縮強度試験結果



写真-4 経年強度用コア採取