

「INSEM-ダブルウォール工法」を適用した砂防えん堤の施工管理について (石川谷川砂防事業)

千葉 泰志¹・平塚 一博²

¹長浜土木事務所 河川砂防課

²長浜土木事務所 河川砂防課

淀川水系姉川右支川石川谷川は、流域に保全人家21戸、公共施設、要配慮者利用施設等を抱える土石流危険渓流であり、現在最下流に位置する1号えん堤の施工を行っているところである。このえん堤は県内ではまだ施工実績の少ない砂防ソイルセメントを用いた『INSEM-ダブルウォール工法』を採用している。本稿は『INSEM-ダブルウォール工法』を適用した砂防えん堤における品質・施工管理について紹介し、考察するものである。

キーワード INSEM-ダブルウォール工法、砂防ソイルセメント、砂防えん堤

1. はじめに

滋賀県長浜市今荘町地先に位置する淀川水系石川谷川は、保全対象として人家21戸、公共施設、要配慮者利用施設、県道、市道等を抱える流域面積0.72km²の土石流危険渓流である。域内の渓床勾配は、流域全体をとおして急峻で渓床および渓岸は荒廃しており、不安定土砂が多く堆積している。また、所轄不明のえん堤が7基設置されているが、谷出口付近のえん堤を除く全てのえん堤は満砂状態で、整備率は7%程度である。このようなことから、平成20年度に事業採択を受け、現在最下流の1号えん堤(L=89.8m、H=14.5m)の施工を進めているところである。

このえん堤の特徴は、現場発生土にセメントを添加・混合し製造された砂防ソイルセメント(INSEM材)を堤体の中詰土に利用する『INSEM-ダブルウォール工法』を採用していることである。現場発生土を利用することから、材料が均一でなくINSEM材の発生強度にばらつきが生じやすいため、現場発生土の性状や施工規模等の条件を十分勘案して、適切な計画、設計、施工管理を実施する必要がある。

今回は、現場での品質・施工管理に焦点を当てて、紹介する。



図.1 位置図

2. INSEM-ダブルウォール工法

INSEM工法は、現場発生土にセメントと水を攪拌・混合した砂防ソイルセメントを砂防えん堤等の中詰材に使用し、振動ローラの締固めにより構造物を築造する工法である。ただし、凍結融解作用や摩耗作用にさらされる部位には外部保護材で保護する必要がある。

ダブルウォール工法は、上下流面を構成する壁面材を

多段のタイ材で連結した中に現場発生土を中詰めする工法である。中詰土のせん断変形を防ぐためにえん堤断面が大きくなる。

「INSEM - ダブルウォール工法」はダブルウォール工法の中詰材をINSEM材とし、両者の問題を解消した工法である。

導入の効果としては、搬出土砂の減少、工期の短縮、環境負荷軽減への寄与、コスト縮減等が考えられる。一方、現場発生土を利用するため材料が均一でないことや土の備蓄や攪拌混合を行う施工ヤードの確保等の課題もある。

3. 石川谷川1号えん堤の諸元

形式 不透過型
 寸法 堤長W=89.8m 高さH=14.5m
 構造 INSEM - ダブルウォール工法。
 中詰土砂 (INSEM材) 8,919.5 m³
 外部保護材 軽量鋼矢板, エキスパンドメタル
 施工ヤード 既設えん堤の堆砂敷きを利用

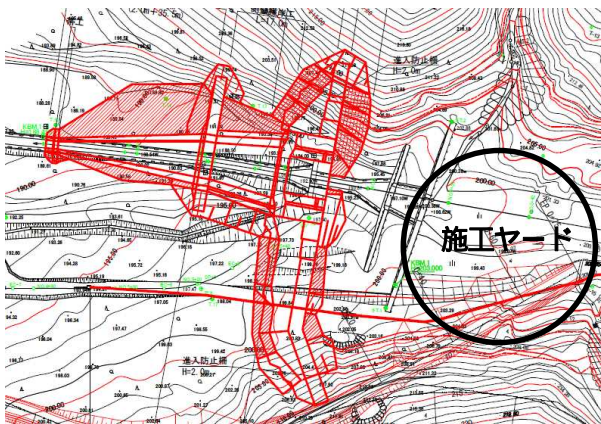


図.2 平面図

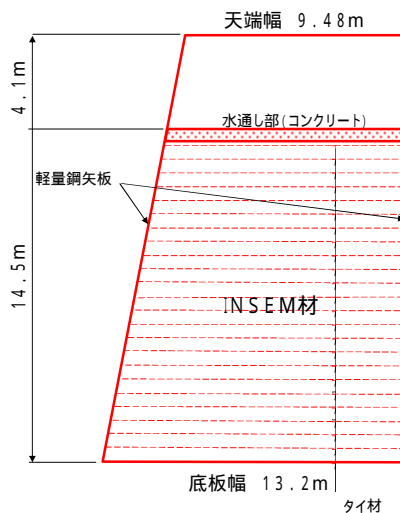


図.3 断面図

4. 品質と施工管理

(1) 現場発生土の性状確認

配合試験や試験施工に先立ち、現場発生土の粒度特性等の性状をを把握する。また、INSEM材製作に使用する予定の上流部の水を採取し水質試験を実施する。

材料の工学的分類 : 土質区分の把握
 ふり分け試験 : 粒度分布の把握
 土粒子の密度試験 : 材料物性値を把握
 締固め試験 : 最適含水比の目安の把握
 含水比試験 : 混合時の必要加水量の把握
 水質試験 : PH試験, 塩化物有無等の確認

(2) 配合試験

目標強度を発現するために必要な単位体積当りのセメント量, およびINSEMのピーク強度時の含水比を決定するために行う。

当現場では、セメント添加量3ケース, 含水比3ケースの9ケースを2種類の土砂を用いて行った(合計18ケース)。

セメント量 50kg/m³, 60kg/m³, 70kg/m³
 含水比 10%, 12%, 14%
 試料 現場発生土, 他工事からの搬入土



写真.1 供試体作成

配合試験の結果、

- ・上流部の水は使用可能(水質試験結果)
- ・セメント添加量 2種類の土砂共に 50kg/m³
- ・現場施工含水比 11~14% の間で施工
- ・発生土 最大乾燥密度の90% 1.788g/cm³以上
- ・搬入土 最大乾燥密度の90% 1.883g/cm³以上にて施工することとなった。

転圧回数等については、試験施工にて決定する。

(3) 試験施工

試験施工は、実際に使用する材料や締固め機械を用い本施工における敷均し厚や転圧回数等を決定し、所定の要求性能（圧縮強度および単位体積重量）が確保できることを確認する。

【決定項目】 転圧回数，敷均し厚，品質管理基準

【確認項目】 圧縮強度，単位体積重量

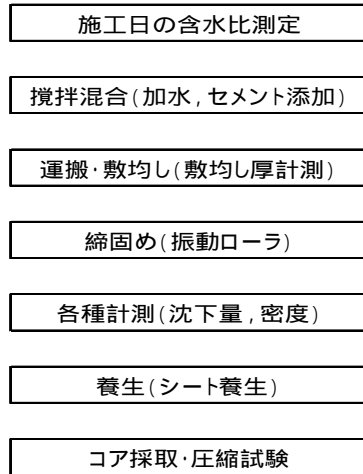


図.4 試験施工の流れ

試験施工は転圧回数の変化3ケース（8回，10回，12回），2種類の土砂で行った。（合計6ケース）



写真.2 試験施工 締固め

結果，転圧回数 10回
締固め厚 30cm で実施することになった。

(4) 本施工

含水比試験

1回/日（施工前）にフライパン法により自然含水比を測定した。

土砂採取およびふるい分け

バックホウにスケルトンバケットを装着し，粒径20cm以上の石を除去した。

攪拌・混合

INSEM材の混合にはバックホウによる混合が標準だが，本工事では自走式土質改良機リテラ（NETI S工法）を使用した。リテラに粒度処理を行った土砂，セメント，水を投入し攪拌・混合した。

1回/日，フェノールフタレイン溶液により混合状況を確認した。あわせて供試体（3本）を作製し圧縮強度の管理を行った。



写真.3 リテラによる攪拌・混合

締固め

INSEM材をダンプトラック等にて運搬し，2t振動ローラにより転圧した。ローラの速度（1km/h程度）および転圧回数を目視により確認した。壁面材の付近はランマにより転圧した。

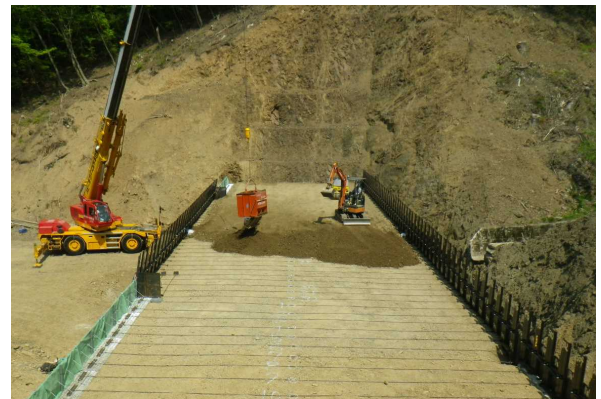


写真.4 敷均し・締固め

仕上がり確認

仕上がり厚，密度について管理した。

厚さは丁張りにより計測。密度はR I試験機にて試験施工で決定した密度以上であることを確認した。

養生，打継ぎ目処理

シート養生を行った。

日をあけて打継を行う場合は，セメントと水を散布した。また，打継の端部処理として，打ち止め部の不良部分を10cm程度除去した。



写真.5 打ち止め部処理

上記が一連の施工の流れになる．



写真6 完成

【現場代理人コメント】

- ・養生が不要で連続打設が可能ならリテラを導入した事で工期の短縮が図れた．
- ・品質管理を行う上で、土砂の含水比が重要であり降雨後は含水比が下がるまで作業ができない時があった．
- ・軽量鋼矢板端部や連結材周辺には振動ローラが入れないため転圧が難しかった．



写真.7 連結金具周辺の転圧状況

5. 課題と考察

試験施工を行うスペースや土砂をストックするスペース等かなり広いヤードが必要であり、計画段階で十分検討する必要がある．

上流壁面材と下流壁面材をタイ材で連結した状態でINSEM材を締固めるため、転圧による沈下を考慮し、タイ材を緩めて締固めを行うことになる．所定の締固め密度が確認されてタイ材を締上げる際に壁面材の勾配に微妙なずれが生じた結果、壁面材にたわみが生じた．構造上問題ないと思われるが、出来形として課題が残った．今後、たわみに進行が無いのか追跡調査を行う予定である．

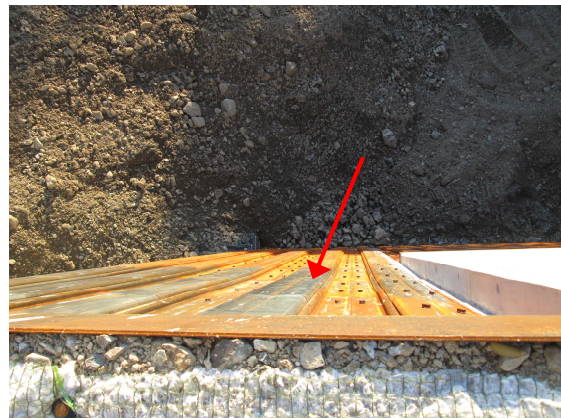


写真.8 壁面材のたわみ

えん堤の天端は流水が通過することを想定しないため、何の処理も行わないことになっているが、堤体内に水が浸入することは有害であるため、遮水シート程度の被覆はしてもいいと思われる．

6. おわりに

えん堤の施工は、4月上旬から打設し始め、8月末で完了した．コンクリートの養生期間が不要で連続打設が可能であるため工期の短縮が図れた．

今後、コスト縮減や、工期の短縮、環境負荷軽減等に有効な工法であり、ますます必要とされる工法であると思われる．

謝辞：本稿をまとめるにあたり、協力をいただいた現場の関係者の方々に感謝します．

参考文献

- 1) 財団法人砂防・地すべり技術センター：砂防ソイルセメント設計・施工便覧