

中島鎌谷川第二堰堤における砂防ソイルセメント（ISM 工法）の施工について

(財)砂防・地すべり技術センター ○飯塚幸司、松井宗広、田井中 治、嶋 丈示
国土交通省近畿地方整備局 福井河川国道事務所 工務第1課 河合源悟・角鹿一徳
(株) オリエンタルコンサルタンツ 井川 忠

1 はじめに

真名川ダム上流域は、年間6万人が利用する麻那姫湖青少年旅行村（以下、中島キャンプ場）があるなど大野市の貴重な観光資源である。中島キャンプ場内に流入する中島鎌谷川は、平成16年の豪雨災害で土石流が発生し、土砂流出はキャンプ場まで達した。中島キャンプ場の営業期間は5月下旬から11月初旬までの約半年間であるが、真名川ダム上流の砂防工事と同様に積雪の影響を受けて、キャンプ場の営業と同じ時期の施工に限定される。施工時期の制約条件の他、左右岸が地形急峻、ダムサイト周辺も狭隘で十分な施工ヤードが確保困難、スイッチバックでしか進入できない工事用道路しかないなど、厳しい現場条件下にある。

また、キャンプ場の利用者の安全面に配慮し、一般車両と建設車両の相互通行が極力発生しないように現場周辺で現地発生土砂を処理する砂防ソイルセメント工法である INSEM 工法と ISM 工法を比較検討した結果、試験結果により所定の強度が得られた ISM 工法を採用した。

なお、本現場では厳しいアクセス条件のため、通常の ISM 工法のようなプラント設備を設けない施工とした。このような ISM の施工方法は施工条件の厳しい砂防現場においても応用できると考えられ、全国に於ける同様な施工条件下にある砂防工事の参考となると考えられるので、その概要を紹介する。

2 施工諸元

中島鎌谷川第二堰堤（以下、「第二堰堤」と称す）は堤高 24.0m のハイダムである。施工諸元を表 1 に示す。

3 施工条件

3.1 現場条件

第二堰堤は、中島キャンプ場から約 2km 離れた位置で施工するもので、ダムサイトまでのアクセスは、溪流右岸沿いに施工された工事用道路（幅員 4m）しかない（図 1）。なお、現地発生土砂は多量の粘性土を含み、堤体材料としての強度発現が期待できなかったため、真名川上流の河川工事等で発生した建設発生残土（河床砂礫）を用いた。

3.2 配合条件

本体打設時の配合条件は設計及び施工前に実施した試験結果に基づいて決定した。ISM 工法に用いる単位セメント量は、配合強度（10.2N/mm²）を確実に発現できる単位セメント量として 275kg/m³に決定した（図 2）。

4 施工方法等

ISM 工法の施工では一般的にプラントを配置するが、第二堰堤の現場周辺はスイッチバックでしか進入できない工事用道路の制約からセメントサイロ（長さ 10m 程度）すら搬入できなかった。

このような条件下においても所定の品質を確保するとともに、効率的な施工によりコンクリートと同程度の打設を行うために、施工機材等を工夫した施工方法とした。

4.1 施工機材等

ISM 工法は土砂・セメント・水・混和材の 4 つの材料をツイヘッドで混合し打設する工法である。施工機材は、施工ヤードの面積、第二堰堤までの工事用道路の条件を考慮し、表 2 に示す施工機材とした。セメントサイロを持ち込めないため、フレキシブルコンテナによりセメント粉体を搬入した。施工性をあげるため第二堰堤下流面近傍に混合コンテナを設定し、ISM を製造し、通常のコンクリートと同様トラックレーンで打設した。打設に用いたバケツは ISM の最大骨材寸法が約 30cm と通常の生コンクリート（一般に 5cm 以下）に比べて大きいので、吐出口が大

表 1 施工諸元

堤高(m)	24	
堤長(m)	81	
堤体立積 (m ³)	コンクリート	7,959
	ISM	5,576
設計基準強度(6N/mm ²)	6	
割増係数(25%)	1.7	
配合強度	10.2	



図 1 堰堤位置と土砂採取場所

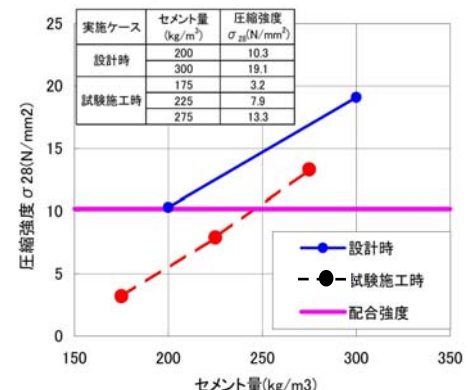


図 2 配合試験結果

表 2 施工機材

掘削	バックホウ(うち1台ツイヘッド装着)	4台
土砂運搬	ダンプトラック(10t級)	1台
土砂選別(粒径調整)	スケルトンバケツ付きバックホウ	1台
ISM材の打設	ラフトレーンクレーン(25t級)	1台

きい汎用性のあるものを用い支障なく打設できた。

4. 2 品質管理

ISM工法の品質管理は、ISM硬化後の圧縮強度・施工時の打設面等を管理目標とした。工事期間中のISMの打設は合計12日間であり、打設日毎に6本の供試体を作成し発現強度を管理した。施工時の品質管理は、コンクリートと同様の品質管理基準（打設面の基準高さ±30mm以内）とした。

5 施工者ヒアリング

第二堰堤の施工に関して、施工者を対象としたヒアリングを実施した。ヒアリングでは今後の改善点を検討するため、施工管理・品質管理に関して、工夫した点や苦慮した点を確認した。

5. 1 工夫した点

- ・ 打設面にISMを敷均す工程で、ISMの投下地点に礫が偏りやすいので、できるだけ分散させるように施工した。
- ・ 打設効率を上げるために、第二堰堤の直下に混合コンテナを設置した。さらに混合待ち時間を少なくするため混合コンテナを2棟（1棟7m³）とし、時間ロスのないように攪拌・混合した。この結果、日打設量は60～100m³となり、コンクリートと同程度の打設効率で施工することができた（図3、4）。
- ・ 大きい礫径を用いるため通常のコンクリートと比較してISMは流動性が劣るため、バイブレータを用いて型枠の隅々まで均一にISMが行き渡るよう工夫した。

5. 2 苦慮した点

- ・ 配合試験には、40日程度の時間を要した。配合試験結果を待ったうえで仕様を決定するため、工期の超過が懸念された。
- ・ 配合強度10.2N/mm²に対して、実施工では18N/mm²を超える高い強度発現が得られた場合があり、結果的に品質が高くなった反面、セメント使用量に工夫が必要と考えられる結果となった。
- ・ 30cmの大粒径が含まれているにもかかわらず、施工管理基準は通常の生コンクリートの基準に準拠されていたため、打設面の管理（管理値＝基準高さ±30mm）に苦慮した。
- ・ 具体には、打設面の基準高さ（±30mm）とするため、バイブレータによる締固めなどで、作業員が膝上までISM材の中に入り、泥まみれの非効率的な作業とならざるをえなかった。
- ・ 現地発生土砂の使用が不可（有機不純物・粘性土）であったことから、掘削土全量（約13,000m³）の搬出、ISMの骨材として使用しない大礫（約1,000m³）の搬出に工程上、日数を要した。
- ・ 通常の生コンクリートの打設と比較すると、混合及び打設のために多くの作業人員を必要とした。

6 まとめ

本現場で適用したISM工法のバケット打設は過去に事例が少なく、特に山間部の狭隘地形での本格的な活用事例は今回が初の試みである。打設方法はコンクリートと同様の汎用性のあるクレーン打設とすることができ、打設量についても混合コンテナを2棟設けることで時間ロスを少なくし、効率的に施工できた。

一方、品質面においては配合強度より大きな強度発現（18N/mm²程度）が得られたことから、単位セメント量をより少なく設定し、より経済的な配合設計とすることが今後の課題である。また、打設面の管理基準に通常の生コンクリートの規格値を用いたため、大きい礫径（30cm程度）を多く含む本工法では、基準値を遵守するための作業に苦労した。今後、ISM工法独自の打設面の管理基準値の検討が必要であると考えられる。

7 おわりに

ISM工法は、狭隘地形や施工条件が劣悪な場合などにおいては、適用が困難と判断されがちであったが、本堰堤での施工方法によれば、厳しい施工条件化においても十分に施工可能であることが確認できた。

本報告が第二堰堤と同様の厳しい施工条件下にある全国の砂防現場における現地発生土砂を活用した砂防堰堤等の施工にあたって参考となれば幸いである。

- 【参考文献】1) 現位置攪拌混合固化工法（ISM工法）設計・施工マニュアル第1回改定版 平成19年3月
2) 中島鎌谷川第二堰堤における砂防用セメント配合試験に関する一考察 平成21年度砂防学会研究発表会概要集



図3 第二堰堤下流面の施工機械配置状況

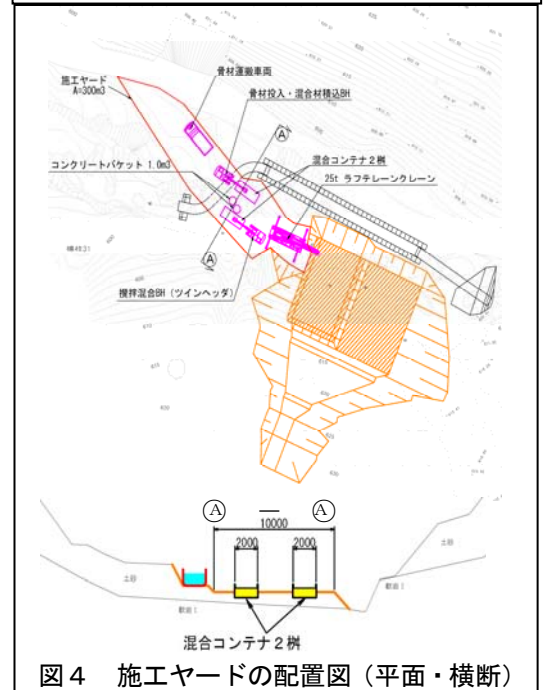


図4 施工ヤードの配置図（平面・横断）