

104 I SM (現位置攪拌混合固化) 工法による砂防ダムの施工

建設省神通川水系砂防工事事務所 渡部 文人、佐々木 重義
株式会社 大本組 ○福本 健治

1. はじめに

I SM (In Situ Mixing) 工法は、危険な環境下での人力作業を軽減する合理化施工法が求められている砂防施設等において、汎用性の高い機械を使用して施工し、安全性の向上、施工の合理化による建設コスト縮減、建設残土を排出しないことによる環境負荷の軽減を図ることを目的に開発されたものである。

本稿では、I SM工法の特徴と餌掛谷砂防ダム群の施工事例について紹介する。

2. 工法の特徴

本工法は、構造物を築造しようとする現位置において、河床砂礫とプラントから圧送されるセメントミルクをバックホウに装着したツインヘッドにより攪拌混合し、指定する強度 (範囲 $5 \leq \sigma \leq 24 \text{N/mm}^2$) のI SM混合体を形成する工法である。攪拌混合1層の厚さは、ツインヘッド径である $H=1.0\text{m}$ を標準とし、施工深度に応じて攪拌土の埋戻しと攪拌混合を繰り返す。(図-1)

- ① 施工の省力化：掘削土量や人力重作業が減少し、少人数で汎用的な機械設備を使用して施工できる。
- ② 工期の短縮：作業内容の簡素化と機械化による急速施工等により工期の短縮が図れる。
- ③ 建設副産物の軽減：現地発生の河床砂礫を骨材に有効利用して混合体を形成するため、建設残土が減少する。砂防施設が築造される急峻・狭隘な渓流域では、残土処分地を設けることが困難という課題が解消される。
- ④ 経済性の向上：施工の省力化、工期の短縮、建設副産物の軽減等により建設コストの縮減が図られる。
- ⑤ 安全性の向上：掘削面の狭い空間や足場上での人力作業、クレーンによる型枠移動やコンクリート打設作業が削減されると同時に、急速施工により掘削法面の放置期間が短縮され、安全性が向上する。
- ⑥ 周辺環境に与える影響の緩和：残土運搬やコンクリート搬入が軽減されるだけでなく、残土処分地を設けることもなく、周辺環境に与える影響が緩和される。

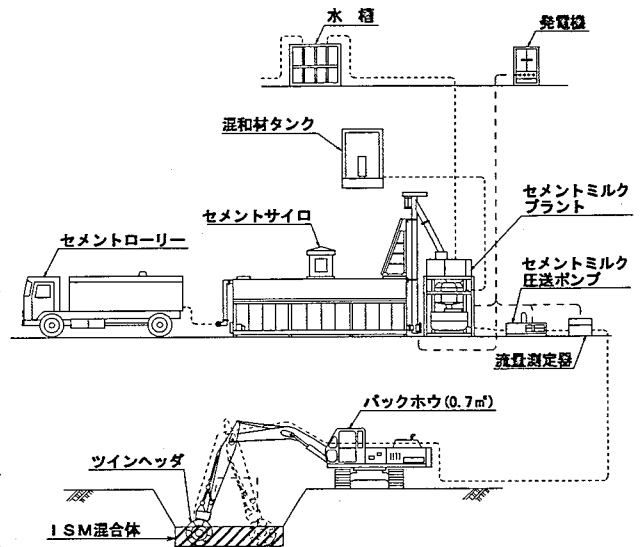


図-1 I SM工法システム概要図

3. 餌掛谷上流砂防ダム群工事

餌掛谷上流砂防ダム群は、北アルプス焼岳の直下 (標高 $1,430 \sim 1,520\text{m}$) において、土砂流出防止を主目的として計画されたもので、本工法により本ダム2基と副ダム4基の地中部分を床堀省力化工として施工した。

表-1 工事概要

工事名	餌掛谷上流砂防ダム群工事
河川名	神通川水系高原川左支平湯川右小支餌掛谷
工事場所	岐阜県吉城郡上宝村一重ヶ根地先
工期	H. 10. 9. 8~H. 11. 1. 5
施工概要	床堀省力化工【I SM工法】 $8,748\text{m}^3$ コンクリート工【在来工法】 $2,351\text{m}^3$

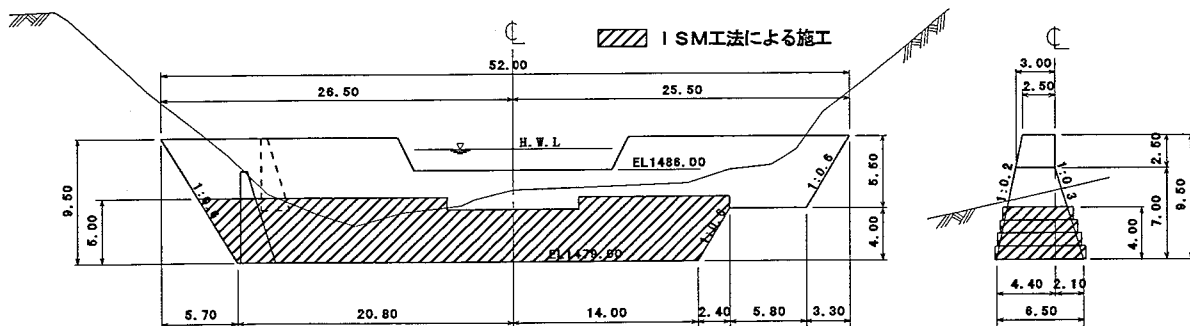


図-2 餌掛谷上流3号副ダムのI SM工法施工範囲

4. ISM工法の施工手順

- ① 1層目を残して掘削（湧水の発生箇所は基面まで掘削）
- ② 1層目のほぐし・粒径処理（φ300mm以上の大径礫を除去）
- ③ 1層目攪拌混合（H=1.0m、攪拌時間2.5～3分/m²）
- ④ 水平打継目処理（グリーンカット等）
- ⑤ 2層目攪拌土投入（粒径処理後の砂礫）
- ⑥ 2層目攪拌混合（H=0.75～1.0m、攪拌時間2.5～3分/m²）
- ⑦ ④～⑥の作業を施工深度に合わせて繰返し行う。

※ ダム袖部や施工深度が深い場合は、作業④を省略して1日に3層の重層施工を行い、掘削法面の放置期間を短縮した。

5. 品質管理 本体構造物に適用したため、設計基準強度18N/mm²の空気連行型ISMコンクリートとし、含水率、単位容積重量、セメントミルク比重、空気量、一軸圧縮強度、水セメント比を管理項目として品質管理を行った。

施工箇所ごとの一軸圧縮強度を図-3に示すが、全体では平均23.1N/mm²、変動係数13.2%であった。1号～4号砂防ダムまでの広い区域の河床砂礫を材料として使用したにもかかわらず、変動係数が計画の15%以下に収まったことは、管理方法が適正であったと判断できる。

6. ISM工法の効果 本ダムと副ダムなど施工規模により異なるが、以下のことが実証された。

- ① 湧水が発生しない場所では、1層目の掘削が省略されると同時に、掘削幅も小さくなり、掘削土量が15～20%減少する。
- ② 工期短縮はダム規模により異なるが、10～20%の工程が短縮され、降雪前に施工を完了した。
- ③ 本工法による施工では、掘削土＝攪拌土＋埋戻土となり、建設残土はほとんど発生しない。
- ④ 本工法施工部分で10～20%、堤体全体では5%程度の建設コストが縮減される。
- ⑤ 3層の重層施工を行うと、掘削法面の放置期間は1～2日となり、安全性の向上効果は大きい。

6. ISM混合体の区分 4号副ダムの一部で、単位セメント量を減じて施工し、ツインヘッドによる攪拌の施工性や混合状態は良好で、一軸圧縮強度は以下の結果が得られた。単位セメント量 200kg/m³ → 8.3 N/mm²
単位セメント量 150kg/m³ → 3.8 N/mm²

図-4に示す低強度のISMコンクリートやISM改良体としても適用可能な工法であることが実証された。

7. まとめ ISM工法は、現地の砂礫を有効利用して高強度のISMコンクリートから地盤改良まで、幅広い範囲の強度を持つISM混合体を形成できることが実証された。今後の展開として、築造しようとする構造物の用途や機能に応じて強度を選択することになり、図-5に示すように、砂防施設等の基礎部に低強度のISMコンクリートにより、人工岩盤を形成するという活用方法が有効と考えられる。また、ISM工法の効果として「①安全性の向上、②建設コストの縮減、③環境負荷の軽減」があらためて実証された。

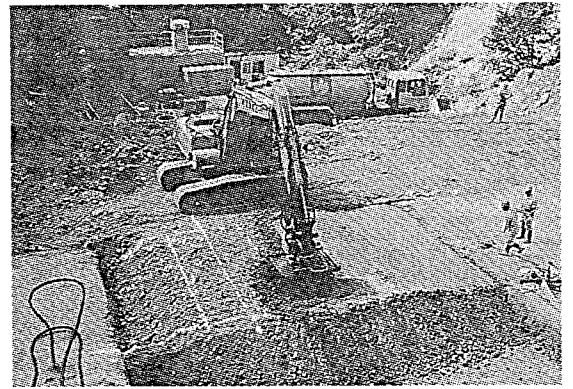


写真-1 攪拌混合状況

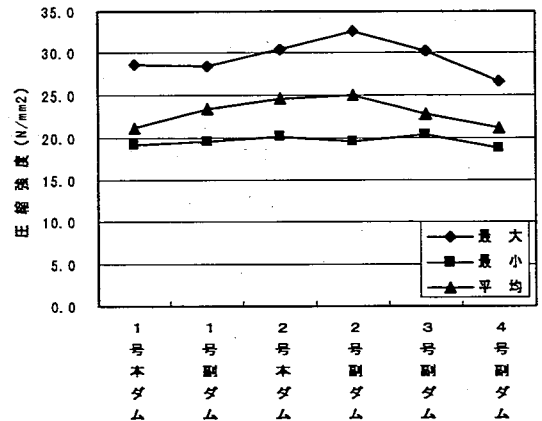


図-3 施工箇所ごとの一軸圧縮強度
表-2 攪拌土1m³当たりセメントミルク配合

高炉セメントB種	300.0 (kg/m ³)
水	115.8 (kg/m ³)
高性能減水剤	4.50 (kg/m ³)
AE剤	0.48 (kg/m ³)

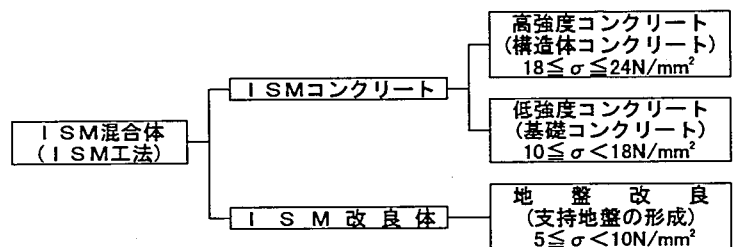


図-4 ISM混合体の区分

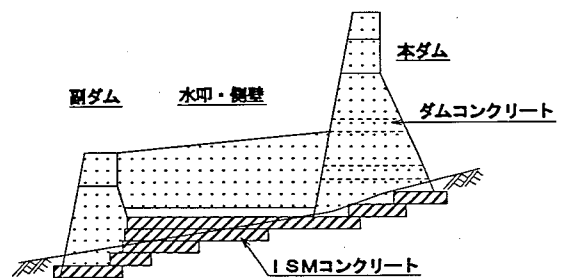


図-5 砂防施設への適用 (人工岩盤の造成)