

現地発生土砂の有効利用に向けて 「ISM 工法」

環境負荷軽減・コスト縮減・工期短縮

1. はじめに

従来の砂防堰堤をはじめとする砂防施設の建設は、その多くが、急峻な地形と狭隘な施工環境の中、掘削・床掘ならびに型枠組立・コンクリート打設・養生など危険・苦渋を伴う人力作業を主体に施工されている。

現位置攪拌混合固化工法；ISM 工法（In Situ Mixing）は、建設省北陸地方建設局（現 国土交通省北陸地方整備局）が策定した「River Renaissance 計画」の一環として、前記課題を克服すべ

く「合理的な砂防施設の建設に向けて」（財）先端建設技術センターおよび民間4社（小野田ケミコ（株）、大日本土木（株）、大豊建設（株）、（株）大本組）が平成4年度から共同研究により開発した特許工法である。

本稿では、ISM 工法の概要と特徴ならびに施工事例の紹介として北陸地方整備局立山砂防事務所管内で施工された「平成14年度スゴ谷床固工事」について紹介する。

2. 技術概要

ISM 工法は、建設サイトの土砂を骨材として用い、汎用的な掘削機械であるバックホウのアーム先端にツインヘッドを装着し、プラントから圧送するセメントミルクと攪拌混合し、所定強度の混合体を造成する工法である。図 1 にシステム概要図を示す。

攪拌混合1層の施工厚さは、ツインヘッド直径である $H = 1.0\text{m}$ を標準とし、施工深度に応じて攪拌材料の埋戻しと攪拌混合を繰り返し行い、所定規模の構造物を造成する。適用可能

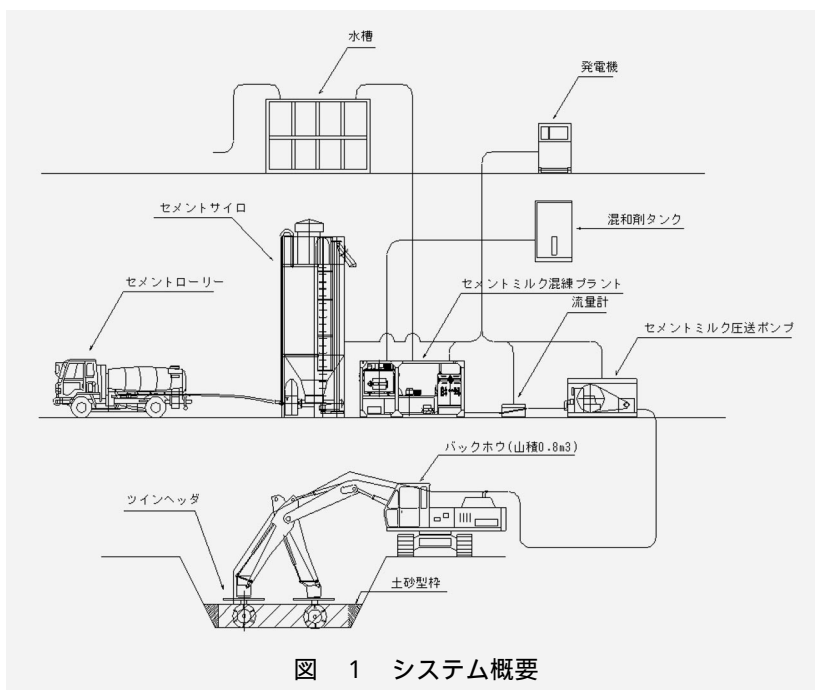


図 1 システム概要

な骨材は $\phi 300\text{mm}$ 以下としている。

3. 技術の特徴

本工法には、以下の特長を有している。

- ① 環境負荷軽減
建設残土の運搬やコンクリートの搬入などの工事車両による周辺環境に与える影響が緩和されるだけでなく、残土処分地を設ける必要がなくなる。
- ② 建設副産物の軽減
現地発生の玉石や砂礫を搅拌材料として有効利用するため、建設残土の発生量を大幅に減少できる。
- ③ 施工の省力化
掘削量が減少し、型枠・足場の組立解体やコンクリート打設などの人力作業を軽減し、少人数の作業員で汎用的な機械化施工が可能となる。
- ④ 安全性の向上
危険、苦渋を伴う掘削面下の狭隘な場所や足場上での作業がなくなり、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。
- ⑤ 工期の短縮
作業内容の簡略化と機械化施工により、工期短縮が図れる。
- ⑥ 建設コストの縮減
施工の省力化、工期の短縮、建設副産物処理の軽減等が達成されることにより、建設コストの縮減が図れる。

など、昨今の建設産業において叫ばれている「建設コストの縮減」や「環境負荷軽減」に大きく寄与できる工法である。

4. 適用方法・留意点

ISM 工法の適用に際して、標準的な適用フローを図 2 に、施工手順を図 3 に示す。施工

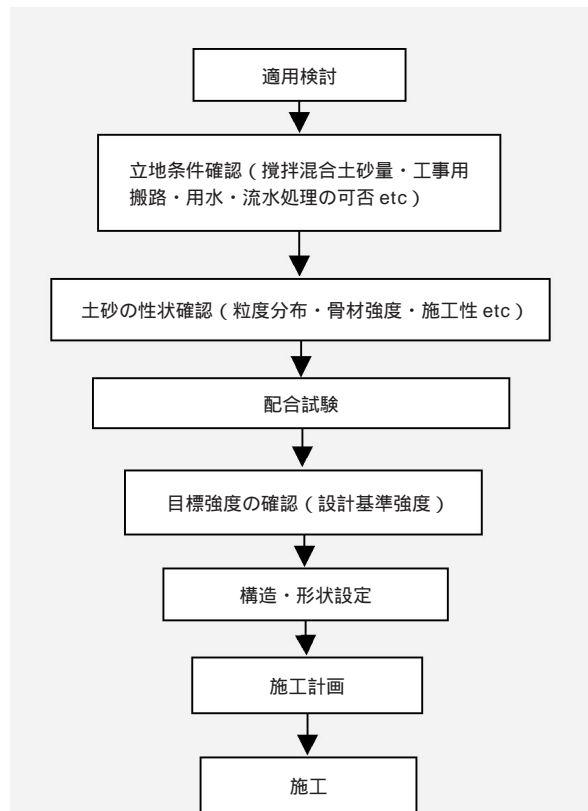


図 2 適用フロー

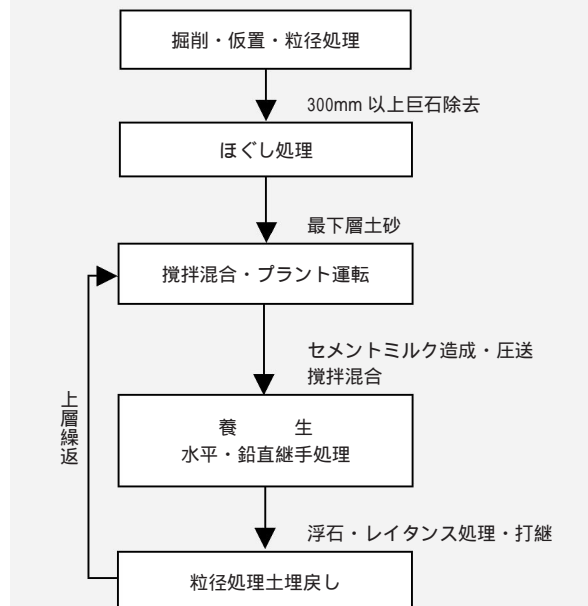


図 3 施工手順

は、各工種全般にわたり機械化施工が主体で、危険苦渋を伴う人力作業を極力排除したシステムとなっている。なお、調査・設計・施工における詳細は、「ISM 工法設計・施工マニュアル：(財)先端建設技術センター」に準じて実施する。

本工法の適用に際しての留意事項は以下のとお

りである。

(1) 立地条件の確認

① ISM工法の適用に際しては、適用対象構造物を造成するために必要な攪拌混合土砂および土砂型枠・重機足場などに適用するために必要な土砂量の確保。

② プラント、土砂の仮置、粒径処理のためのヤードの確保。

③ セメントミルク造成のための水確保。

等である。

(2) 土砂性状確認

必要強度、施工性を確保するため、土砂の粒度分布、強度等の把握が必要となる。

(3) 目標強度の設定・配合試験

ISMの強度は、材齢28日の強度を基準とし、適用する部位の要求性能に応じて設定する。ISM工法では現地発生土砂材料を用いるため、材料により強度、施工性に大きく影響する。このため、事前に配合試験を実施し、強度・性状を確認する必要がある。

5. 施工事例「スゴ谷床固工事」

(1) 工事概要

富山平野を横断して流れる常願寺川は標高2,400m付近からわずか56kmの距離で流れる世界に類をみない急流河川である。その源流である立山カルデラは非常にもろい地質で雨や地震等による崩壊が頻繁に発生したため、常願寺川は幾度も洪水を引き起こした暴れ川として恐れられている。明治39年に県営砂防事業が開始され、大正15年には国直轄の砂防事業も開始された。現在もカルデラ内には約2億m³の崩壊土砂が堆

積し、砂防施設の整備に際しては立山黒部アルペンルートとして有名な自然豊かな立山の環境に配慮した工事施工が必要不可欠である。

本工事は、常願寺川水系真川右支川において渓床固定・不安定土砂押止のため床固工群を整備するものである。施工個所位置図を図4、平面図を図5、正面図および断面を図6に示す。

ISM工法の選定理由は以下のとおりである。

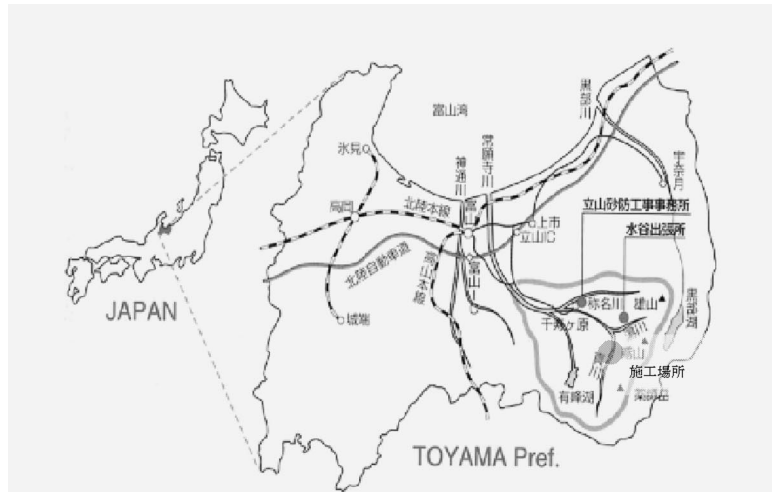


図4 施工個所位置図

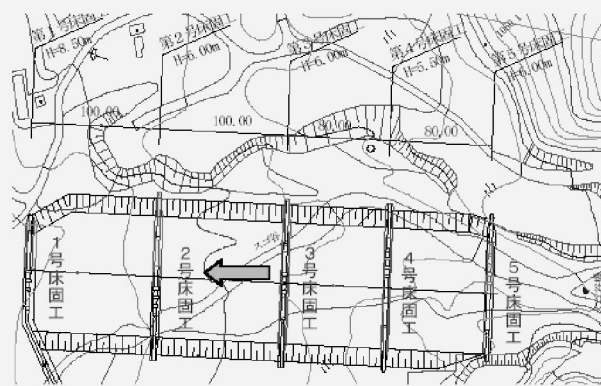


図5 平面図

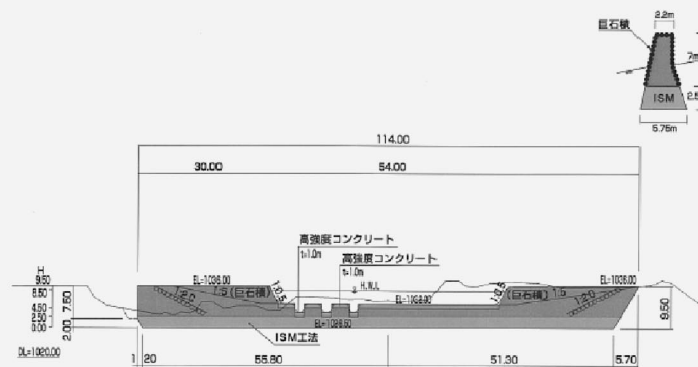


図6 ISM適用概要図(4号)

工事名	平成14年度スゴ谷床固工事
施工時期	平成14年 7月～平成14年10月
概要	土 工 33,000m ³ ISM コンクリート 5,800m ³ ; 1～4号床固工 一般コンクリート 1,160m ³ ; 2, 4, 5号床 固工 巨石 積・張 1,100m ² ; 2, 4, 5号床 固工 仮設工 1式

①構造物構築に際して従来の施工法では大量の残土発生が想定される。②地域環境が積雪等，苛酷な自然環境下であり施工期間が制約される。上記の施工条件に対して，建設残土の発生抑制・工期短縮・コスト縮減を図る目的から ISM 工法が採用された。工事概要を表 1 に示す。

(2) 調査・計画

ISM 工法では，工事個所の $\phi 300\text{mm}$ 以下の河床砂礫や玉石を骨材として用いるため，良質な ISM の造成には骨材の粒度分布の把握が重要となる。表 2 に粒度試験結果を示す。

D (mm)	結果	粒径処理後	適正範囲
300	44.0	0	0
50～300	20.4	36.6	20～50
5～50	17.8	31.7	30～60
5 >	17.8	31.7	20～50
合計	100	100	

事前調査では，サイトの河床砂礫には $\phi 300\text{mm}$ 以上の巨石・転石が約44%と多く，ISM の適用も懸念されたが，スケルトンバケットによる適切な粒径処理にて対応した。その他，骨材に関する



写真 2



写真 1

各種試験（密度吸水率試験，有機不純物試験，微粒分量試験）結果も所定の値を確認し，室内配合試験を経て，設計基準強度（ $18\text{N}/\text{mm}^2$ ）をクリアする単位セメント量（ $275\text{kg}/\text{m}^3$ ）を設定した。着手前の河床状況を写真 1 に示す。

(3) 施工

ISM 工法の主要設備は，セメントと水および混和剤を混合してセメントミルクを製造するためのプラント設備と，施工場所において玉石・砂礫とセメントミルクを攪拌混合するためのバックホウに装着された攪拌混合機（ツインヘッダ）とで構成される。

施工は，あらかじめ施工個所の土砂を掘削し，巨石（ $\phi 300\text{mm}$ 以上）除去後の玉石・砂礫とプラントより圧送されるセメントミルクとを攪拌混合し，所定強度の基礎体 1 層当たり 1m を標準に，施工規模に応じて複数層の施工を行い，構造物を構築する。一般的な ISM 施工では，最下層について掘削を行わず粒径処理とほぐし処理のみで攪拌混合工程に移行するが，当該現場では，写真 2 に示すように伏流水による水セメント比へ

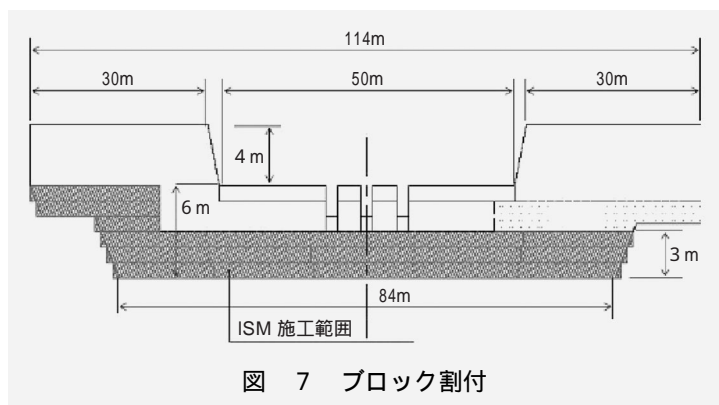


図 7 ブロック割付



写真 3 施工状況



写真 4 施工箇所全景

の影響が懸念されることから最下層についても掘削して、水中ポンプによる配水処理にて、攪拌対象土砂を安定した含水状態にして施工を行った。図 7 にブロック割付、写真 3 に施工状況、写真 4 に施工箇所全景を示す。

(4) 品質管理

ISM の品質管理は、骨材含水率、単位容積質量、セメントミルク比重・濃度、一軸圧縮強度 (σ_7 , σ_{28}) などについて実施した。ブロックごと

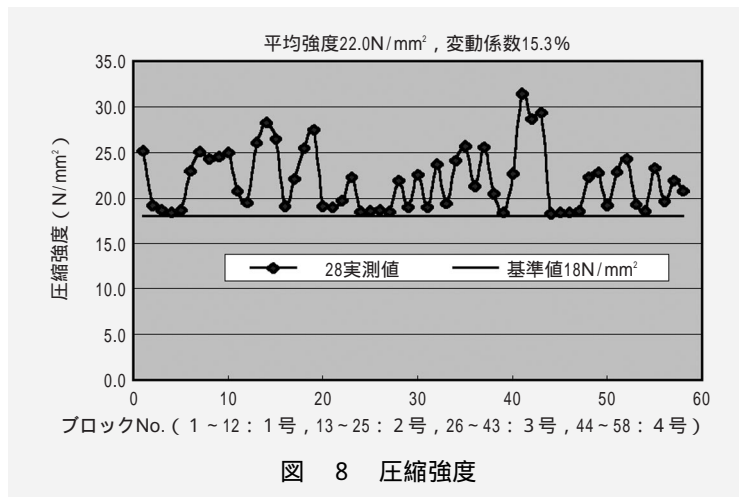


図 8 圧縮強度

の強度結果を図 8 に示すが、全ブロックを通じて良好な結果となった。骨材の表面水管理を的確に実施し、圧送するセメントミルクの W/C を管理調整することで比較的安定した品質が確保できたと考えられる。

(5) 適用効果

ISM 工法の適用による「現場発生土の排出抑制量」は、平成14年度で約3,500m³、平成16年度までの3年間では約10,000m³の効果が確認できた。

また、「工期短縮」については、平成14年度工事で約20日間の短縮となり、「コスト」についても従来のコンクリート工法に比して約16%のコスト縮減を達成した。

6. おわりに

平成17年10月現在、ISM 工法の施工実績は施工中を含め50数件、施工総数量も14万 m³超を得ている。平成10年に本工法の普及・技術研鑽を推進すべく「ISM 工法研究会」を設立し、平成13年5月には設計・施工技術の標準化を図り幅広い分野での適用を目的に「ISM 工法設計・施工マニュアル(編集;(財)先端建設技術センター・ISM 工法研究会、監修;国土交通省北陸地方整備局)」を発刊した。

「建設リサイクル法」の完全施行に伴い、建設副産物の発生抑制、再資源化、再利用が求められる中、現地発生土砂の有効利用工法として多くの砂防構造物本体ならびに支持地盤改良等に適用されている。

今後も、安全はもとより21世紀に求められる「資源循環型社会」の実現と「コスト縮減」に寄与すべく適用範囲の拡大と普及促進に向け技術研鑽を図る所存である。

執筆：ISM 工法研究会 技術委員会

委員長 佐藤 文雄