

施工計画

砂防ソイルセメント（INSEM工法）適用現場での 環境・品質対策について

広島県土木施工管理技士会

株式会社 鴻治組

福田 兼章[○]

Kensho Fukuda

四之宮 亮太

Ryouta Shinomiya

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：広島西部山系
後山2号砂防堰堤外工事
- (2) 発注者：国土交通省 中国地方整備局
太田川河川事務所
- (3) 工事場所：広島県広島市安佐北区安佐町後山
- (4) 工期：平成24年3月10日～
平成25年3月22日
- (5) 工事内容：砂防堰堤1基（鋼製スリット式、
L=42m、H=9.5m、堤体内INSEM
材V=1,800m³）他

広島県は土石流危険渓流が非常に多く、従来広島県による砂防施設の整備が行われてきましたが、平成11年6月の豪雨災害発生を機に、国による広島西部山系直轄砂防事業が始まりました。

本工事は、砂防堰堤の内部材としてコンクリートを用いず、現地発生土砂・セメント・水を混合し構築するINSEM工法により本堰堤を構築するもので、この工法の適用は広島西部山系では2例

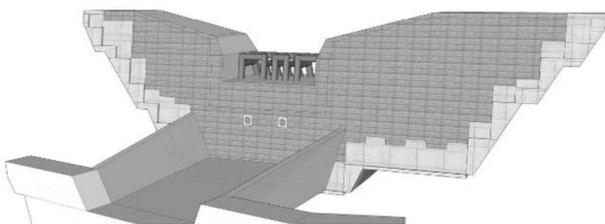


図-1 堰堤完成イメージ図

目となるものでした。

2. 現場における問題点

従来ソイルセメントを使用した埋戻しなどは様々なケースで扱ってきたが、INSEM工法としての施工は当社でも初めてのことであり、この工法に関する様々な情報を収集しながら施工方法の検討を行った。そこで次の事項を課題として抽出し、対策の検討を行った。

1) 現場環境、周辺環境への適応

砂防工事はもともと狭小な現場で、また、広島西部山系においては居住地に隣接している場合が多く、当現場も例外ではなかった。そのような状況のもとで土砂ストックヤードや攪拌ヤード等をどのようにして確保するか、あるいは、団地に隣接する現場でINSEM材の攪拌時に生じる騒音やセメント粉塵の発生といった問題にどのように対応していくかを課題とした。

2) INSEM材の品質確保

INSEM工法は現地発生土を使用することから、母材となる現地発生土の不均一性により、特に発生強度にバラつきが多く発生し、品質確保の難しさが課題と言われている。

広島西部山系の地質は代表的な花崗岩地帯で、場所によっては発生強度が低くなる細粒分を多く含む土砂であることが想定され、また、強度発生が期待し難い冬季の施工が予想されることをふま

え、INSEM 材の品質確保を課題とした。

3. 対応策と適用結果

1-1) 施工ヤードの造成計画

掘削により発生する土砂で下流の谷間を盛り立て、INSEM 施工ヤードを造成することを計画した。施工ヤードは1,000m²程度が施工可能な目安とされており、この大きさを目標に造成計画を立案した。

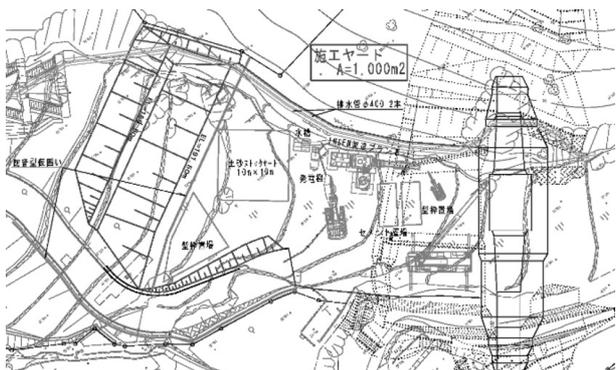


図-2 INSEM 施工ヤード計画図

その結果、1,000m²の施工ヤードを確保することが可能と判断し、現地発生土砂を搬出しないという INSEM 工法の基本理念のもとに施工を開始することができた。

1-2) 機械攪拌方式の採用

防音型仮囲いの設置や極低騒音型機械の使用など、適用可能な防音対策を講じたうえで、実際のバックホウ混合を想定した攪拌騒音試験を実施した。この試験には近隣住民も参加して実際の騒音を体感し、意見を聴取した。



図-3 攪拌騒音試験実施状況

騒音測定値は最大で70dB 程度であったが、地域環境が静かなゆえに攪拌時に生じる機械摩擦音が受忍限度を超えているという意見を頂き、攪拌時の騒音に対して更なる対策が求められた。

また、バックホウ混合時のセメント粉塵の発生制御については、INSEM 材の品質確保のために加水前の空練り作業が必須となるため、緩やかな攪拌作業以外にその対策は無かった。



図-4 バックホウ混合時のセメント粉塵の例

これらの環境問題に対応するため、バックホウ混合方式から専用プラントによる機械攪拌方式へ変更し、攪拌騒音・セメント粉塵の問題に対応した。



図-5 INSEM 材製造プラント

専用プラントでの INSEM 材の製造は、動力源に発電機を使用しており、母材となる現地発生土が礫を多く含まない土質であったため、攪拌時の騒音は最大でも55dB 程度に制御でき、外部からは機械が稼働していることが分からないほど攪拌騒音を低減することができた。

また、機械内部で攪拌を行うため攪拌時にセメント粉塵が発生することは無く、ホッパーへのセメント投入時に専用防塵シートを使用することにより、更なる粉塵の発生防止処置を行った。



図-6 セメント投入時の防塵シート

2-1) 正確な母材含水比の測定

室内配合試験で実施した手順を現場で忠実に再現することが品質確保への第一歩と考え、室内配合試験の含水比測定から圧縮強度試験までの一部始終に立ち合い、ここで得たノウハウをもとに、現場の品質管理を実践した。

含水比の調整がINSEM材の品質を大きく左右することになるため、正確な含水比の測定が不可欠である。そこで、室内配合試験に習い母材含水比の測定には電子レンジ法を採用した。直火法による測定に比べ、火気を使用せず安全で、測定時に材料の飛び散りがないため測定精度がよく、2台の電子レンジを用いて2回測定の平均値とすることで母材含水比測定精度を向上することができた。その結果、実際に製造されたINSEM材の含水比が目標とした値の範囲内であることが確認できた。(図-11参照)

2-2) INSEM材の運搬

INSEM材はコンクリートと同様に製造後2時間以内の締固めが原則とされており、時間経過による含水比の変化が品質低下の要因となり、特に夏場の施工ではその影響が顕著になる。そこで、製造されたINSEM材をベルトコンベアを使用して直接堤体内に運搬し、堤体内では不整地運搬車を

使用することで、締固めまでの時間を最小限に抑え、2時間以内の締固めを完了することができた。



図-7 ベルトコンベアによる運搬



図-8 不整地運搬車による運搬

2-3) 転圧完了後の(冬季)養生

冬季施工時は一日の作業完了時に保温性に優れたマットを敷設して養生を行い、打設面の凍害対策を行った。



図-9 保温養生マット敷設状況

打設面の養生温度を測定したデータはグラフ(図-10)のとおりであり、外気温が0℃以下の場合でも9℃以上の養生温度を確保することができ、凍害対策として機能していることが確認できた。

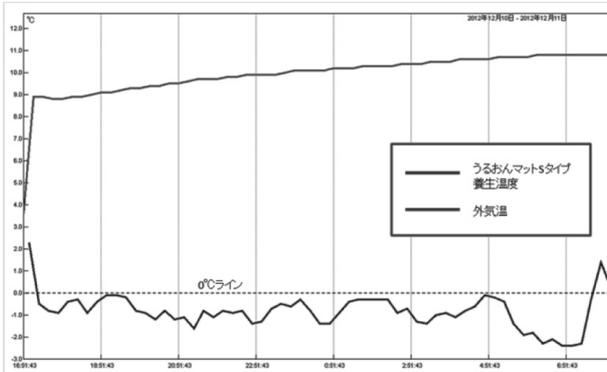


図-10 外気温・養生温度グラフ

4. おわりに

1) 配合設計における割増係数 (k) の設定
標準供試体の圧縮強度試験結果はグラフ(図-

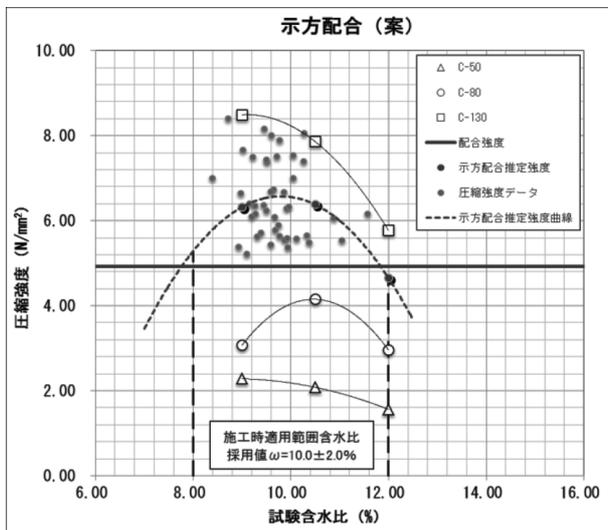


図-11 圧縮強度試験結果

11) に示す結果となり、すべての打設において配合強度を満足する結果を得ることができた。

しかし、今回の配合設計では、機械攪拌方式を採用することで練混ぜのリスクを回避できるという考えのもと、実機試験施工で得られた標準供試体強度とコア供試体強度の比率1:0.61 ($k=1.64$)を採用せず、これを下回る標準的な値 $k=1.5$ を採用して本施工を行ったため、結果として、示方配合推定強度曲線を下回るデータが多くカウントされることとなった。幸い配合強度を下回ることにはなかったが、確実な強度を得るために $k=1.64$ を採用しなかったことは反省すべき点である。

また、バックホウ混合を採用した場合には、攪拌混合による補正がさらに必要となることが考えられるため、実機試験施工において多くのサンプリングコアを採取し、標準供試体との相対関係を求めていくべきである。

2) 盛土施工作業時の安全確保

INSEM工法の堤体内部の運搬、敷均し・締め作業は、重機と作業員が近接して作業を行うことになり、堤体上がるにつれて作業スペースも狭まっていくため、危険性も増加していきます。

作業範囲が限られている以上、安全な作業環境を整えることには困難を極めますが、安全かつ効率的な作業環境を構築するための努力が絶えず必要であると思われる。

最後に、これからますます普及していくINSEM工法を施工する砂防技術者の一助としてこの報告内容が利用されれば幸いです。

本工事の施工にあたってご指導いただきました発注者をはじめとする関係者の皆様にはこの紙面をお借りして感謝申し上げます。