

9 INSEM工法による床固工の施工について

国土交通省北陸地方整備局湯沢砂防工事事務所
(財)砂防フロンティア整備推進機構

大野宏之
吉田三郎

小川正淳
清水一成 ○山本 篤

1 はじめに

近年、都市近郊の砂防工事に伴う掘削残土の処分は、費用面や搬出経路沿いの環境において大きな事業上の負担となり、また残土処分場の確保が今後困難になることが予測される。

INSEM (IN-situ Stabilized Excavated Materials) 工法は、このような背景のもと考案され、現場発生土をセメント等の固化材料と混合して現場に定着させ、搬出土砂を無くし、かつ環境への配慮を目指した工法である。

この度その研究成果として新潟県清津川右支川二居川(図-1 位置図)において計画された床固工の1つ(大川床固工)をINSEM工法によって施工したので、その効果及び課題について報告する。これは平成11年に施工された六甲砂防工事事務所管内の西滝ヶ谷5号低ダム(H=5m)に次いで2例目のものとなる。

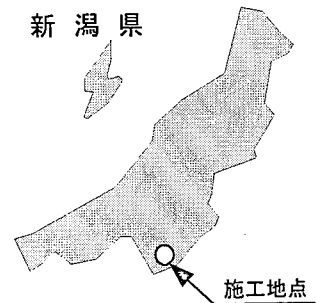


図-1.位置図

2 INSEMダムの施工

本工法の設計から施工までの流れを、図-2に示す。また、本施設のダム諸元は以下の通りである。

①形状・堤体構造

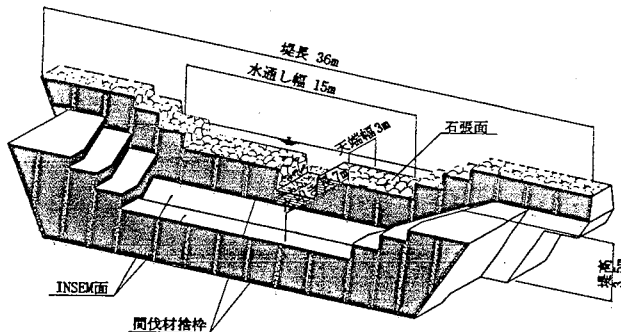


図-3構造図

②材 料

φ80mm以下の現場発生砂礫を使用。設計基準強度は摩耗、凍結融解を考慮し、 $6\text{N}/\text{mm}^2$ とした。これより室内目標強度 σ_{28} を $9\text{N}/\text{mm}^2$ と設定。これを満足するセメント量として、 $200\text{kg}/\text{m}^3$ とした。

③ 使用機材

土砂の選別	
土砂の混合	バックホウ(0.7 m^3)
土砂の運搬	
敷き均し	バックホウ(0.4 m^3)
締固め	振動ローラー(4t)、タンパ

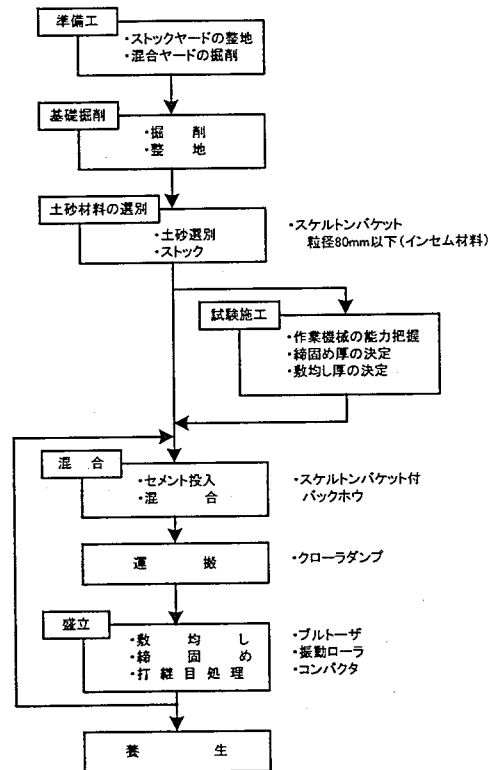
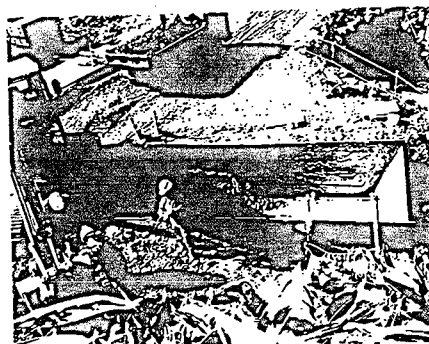
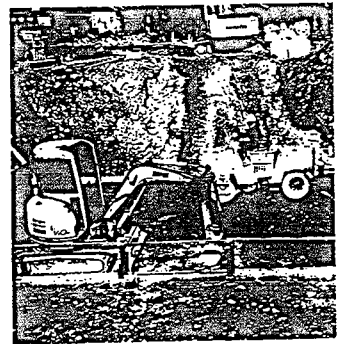


図-2. インセム施工手順フロー



混合用鋼製ヤードと0.7 m^3 BH



0.4 m^3 BH敷き均し状況と4t振動ローラの締固め状況

3 凍結融解に関する検討

施工地は冬季の積雪が多く、またINSEM体の透水係数も実績で 10^{-4} から 10^{-5} cm/secオーダーとコンクリートに比べて高いため、このような環境下では凍結融解による強度劣化が懸念される。

INSEMにおける凍結融解への抵抗性の検討はこれまで行われていないが、セメント量と損失重量の関係を図-4、図-5に示す。セメント量が 100kg/m^3 以上あれば、凍結融解に対する抵抗性は急激に高くなっている。次に図-6に示すグラフは圧縮強度と耐久性の関係を示した図である。これによれば、圧縮強度が 6N/mm^2 あれば、ほぼ100%の供試体が凍結融解試験に合格している。今回設定したセメント量とその圧縮強度は共に両条件を満足しており、凍結融解に対する抵抗性については、問題は少ないものと判断した。

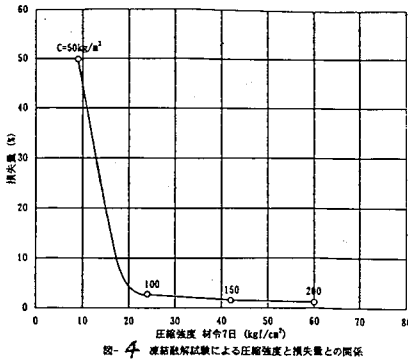


図-4 凍結融解試験による圧縮強度と損失量との関係

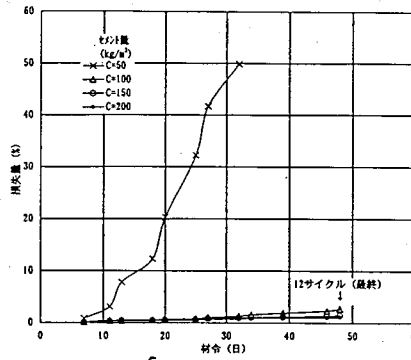


図-5 凍結融解試験による材齢と損失量との関係

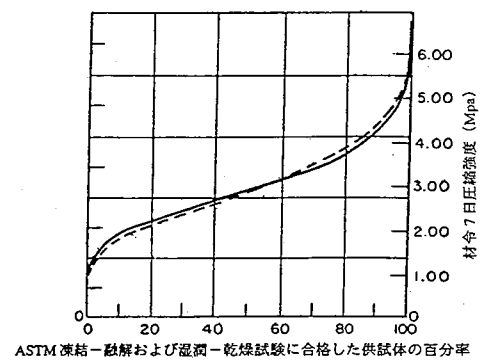


図-6 圧縮強度と耐久性の関係

4 完成床固工の強度について

室内配合試験結果を図-7に示す。この結果より現場試験施工を行って本体施工時のセメント量、水量、締固め厚等を設定した。

- セメント量 200kg/m^3 (寒中施工考慮)
- 水量 $8\sim 13\%$ (目標 10%)
- 混合時間 15分(フェノールフタレイン目視)
- 締固め厚 15cm (材料分離軽減)
- 転圧回数 8回(所定の密度を満足する)

完成堤体における強度の確認試験を行った結果、どの場所をとっても σ_{28} は 9N/mm^2 以上の値となり、設計基準強度 6N/mm^2 を大きく上回る結果となった。これにより、耐摩耗性、凍結融解に対する抵抗性は確保されたと考える。

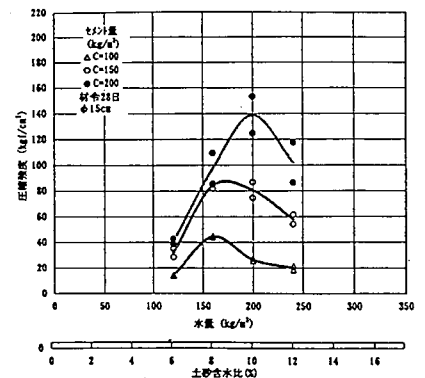


図-7 室内試験における水量と圧縮強度の関係

5 考察及び今後の課題

- 施工期間が11月～3月と最も厳しい寒中施工であったため、凍結融解に対する抵抗性への懸念から、安全側に見てセメント量を 200kg/m^3 に設定した。寒中施工でなければ 150kg/m^3 程度に落とすことも考えられるが、水量や粒度をあまり気にしないで施工をすることを考える方がINSEMの思想には合うように思われる。
- 土砂材料や盛立面の凍結防止にジェットヒーターを使用したことから結果的に土砂含水比は $10\sim 12\%$ と最適な状態で盛立が行われたことによりレベルの高い施工ができたが、その分手間がかかり、実質日盛立量は $20\text{m}^3/\text{日}$ と少なかった。(六甲の日盛立量は $80\text{m}^3/\text{日}$)
- 構造物が小規模であり、使用する土砂の最大粒径を 80mm としていることから、材料分離の問題や、締固め度のばらつきを押さえる目的で1層の締固め厚さを最大粒径の倍程度と考え 15cm とした。1層の厚さが薄いことから打継目処理に手間がかかり、これが施工上のネックになった。根本的に1層の締固め厚さをもっと厚くできないか検討する必要がある。
- 本施工では、水叩きや垂直壁天端には侵食摩耗が起きても問題ないように 30cm 厚の余盛を行った。前庭保護工としては余盛なしで若干の摩耗は許容するといった考え方があっても良いのではないかとと思われる。

6 おわりに

INSEM材はコンクリートに比べ強度は低いですが、本施工のように直接外部に露出する面を保護することによって、形状や構造面において多様性や融通性があるという感触を得た。使用する部位や目的、発生土砂量等様々な条件によっては、例えば内部部材的な使い方をするなどすることにより、コンクリートまでの強度はなくとも様々な所に使用する事が可能であり、現場発生材を堤外になるべく出さず、土砂処分費の縮減、土砂を処分場まで搬送する際の周辺環境への影響の低減等に大いに貢献する工法であると言える。今後は、今回明らかとなった検討課題についての検討を進め、INSEM工法の合理的な設計・施工方法を確立したい。