

湯沢第3砂防堰堤工事について（砂防ソイルセメントの施工について）

日光砂防事務所 工務課 庄司 剛

1. はじめに

湯沢第3砂防堰堤では、砂防工事における施工性・経済性向上、周辺環境への負荷軽減を目的として、現地発生土砂を有効活用するINSEM工法（In-situ Stabilized Excavated Materials）を採用している。この工法は、現場発生土砂に、セメントを混合して堤体材料を製造するもので砂防ソイルセメント（工法）の1つである（図-1参照）。

昨年度のスキルアップセミナーにおいて「INSEM工法における施工条件に関する一考察」¹⁾と題して、INSEM工法における水平打設面の処理方法や、室内試験結果より得られた施工条件について、実施工前の考察として報告している。

今回は、平成18年度の実施工を通して、コンクリートの品質管理・施工条件の妥当性を検証する。

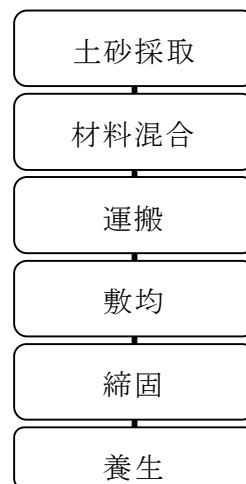


図-1：施工フロー

2. 湯沢第3砂防堰堤の諸元

湯沢第3砂防堰堤は、堤高 22.0m 堤長 90.0m の大規模砂防堰堤で（図-2参照）、かつ冬期は積雪の影響で現地作業が困難である。土砂災害を防止するためには、早期に建設を進めることが必要であるが、INSEM工法は、施工性に優れ、工期短縮が大いに期待できることから本工法を採用している。

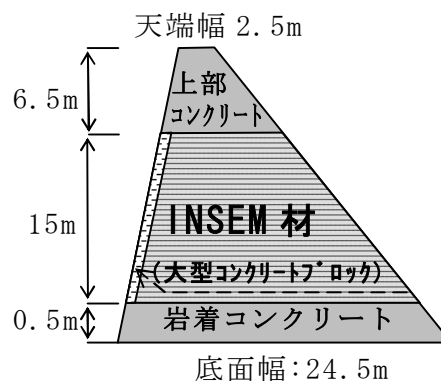


図-2：越流部断面図

3. 配合決定

目標強度は、砂防ソイルセメント活用ガイドライン²⁾における目標強度レベルIV（6～18N/mm²、割増係数2）から、目標強度（材令28日）を12N/mm²と定めた。VC値（コンシステンシー特性）は、比較的安易な締め固めを行うことのできる5～10秒を目標とし、材料の配合を決定した。

まず、単位セメント量を190kg/m³に固定し、単位水量を変化させ、目標VC値の中で締固効果のより高い5秒程度となる単位水量150kg/m³に設定した（表-1参照）。なお、実施工前の室内試験は130kg/m³であった。

番号	単位セメント量 [kg/m ³]	単位水量 [kg/m ³]	VC値 [秒]
1	190 固定	120	21.7
2	190 固定	130	9.6
3	190 固定	140	8.4
4	190 固定	150	6.3
5	190 固定	160	4.6
6	190 固定	180	1.5

表-1：単位水量の決定

番号	単位セメント量 [kg/m ³]	単位水量 [kg/m ³]	28日強度 [N/mm ²]
1	150	150 固定	15.9
2	160	150 固定	13.5
3	170	150 固定	19.4
4	180	150 固定	20.1
5	190	150 固定	19.0
6	200	150 固定	23.5

表-2：単位セメント量の決定

次に、単位水量を150 kg/m³に固定し、単位セメント量を変化させ、目標強度12 N/mm²を満たした上で経済的なセメント量となるよう単位セメント量と28日強度を相関グラフ化した。

その結果、表-2・3のように、単位セメント量と28日強度との間に、不規則分布が認められ、この不規則分布も考慮した強度推定式（下限値グラフ）から単位セメント量160 kg/m³に設定した。なお、実施工前の室内試験では190 kg/m³であった。

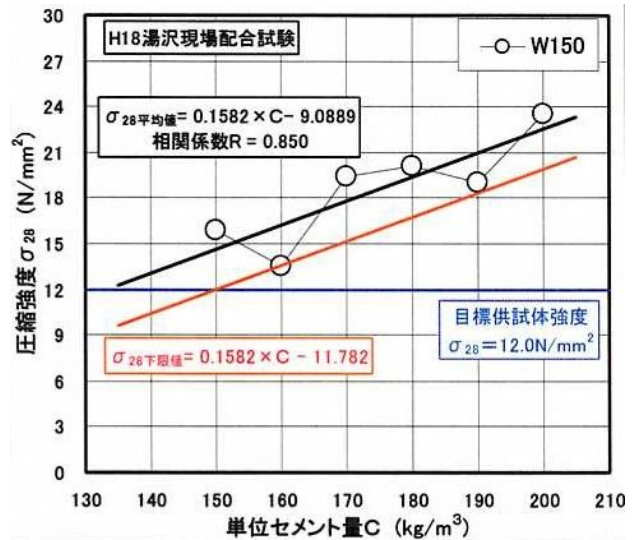


表-3：単位セメント量と28日強度の相関

4. 水平打設面の一体化

4.1 実施工前の検討内容

昨年度の発表では、敷き均し各層の間に生じる水平方向の打設面が構造的弱部とならないよう、水平打設面の一体化を図る施工条件について検討し、次の結果を報告している。

- ・翌日以降の打設面は、敷モルタル又はセメントミルクによる打設面処理を行う

4.2 実施工における確認

実施工前の室内試験での検討結果に基づく施工で、下層と上層に隙間がなく、十分一体化していることが確認された。さらに、実施工は、重機の敷均しによって、水平打継目処理の敷モルタルと上層がよく混ざり合うことで、より一体化する効果も確認された（図-3参照）。

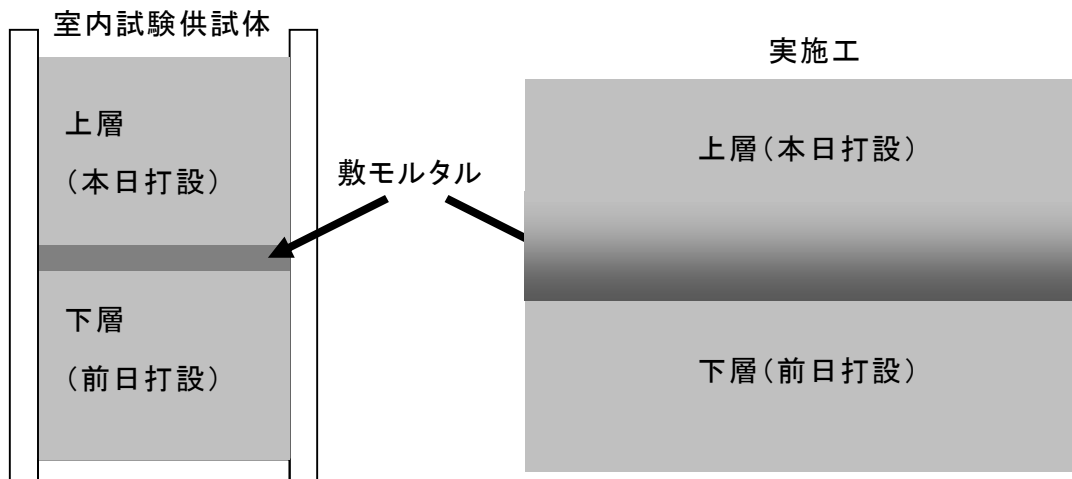


図-3：水平内継目処理

5. その他の工夫点

5. 1 振動ローラ締固

振動ローラの走行を停止した後に振動を止めると、締固面を乱してしまうという問題が発生した。そこで試験的に振動ローラの振動を止めながら走行を停止させると、締固面を乱さなくて済むことが確認できたため、改善を図ることができた（写真-1 参照）。



写真-1：振動ローラによる締固面の乱れ

5. 2 大型ブロックのアンカー鉄筋

INSEM材は、従来型コンクリートよりも低強度であるため、流水や激しい気象条件にさらされる堰堤下流面は、直接INSEM材が表面に出ないように、外部保護材としてプレキャスト大型コンクリートブロックを採用している（図-4 参照）。この大型コンクリートブロックを堤体と一体化させるため、鉄筋アンカーを堤体内部のINSEM材に挿入しているが、アンカー鉄筋が十分INSEM材と付着するかどうかが問題があった。そこで、試験施工をのなかで引張試験を行った結果、必要付着強度を十分満たすことが確認できたが、逆に鉄筋アンカーのフックが伸びきってしまうという別の問題が発生した。そこで、付着強度には問題はないものの、念のため、フック形状を変更し、大型ブロック側が輪の形状になるように工夫している（図-5 参照）。

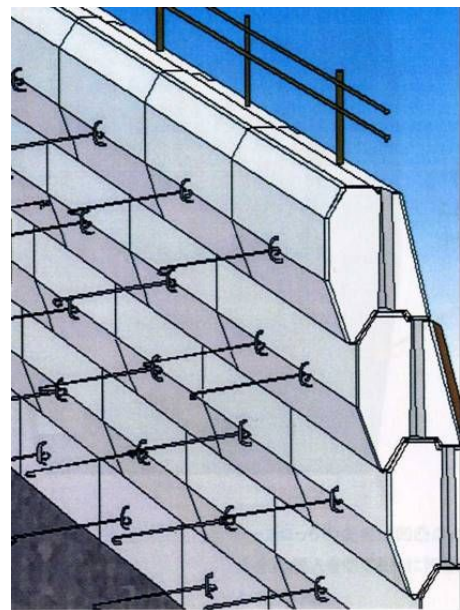


図-4：
大型コンクリートブロックと
アンカー鉄筋

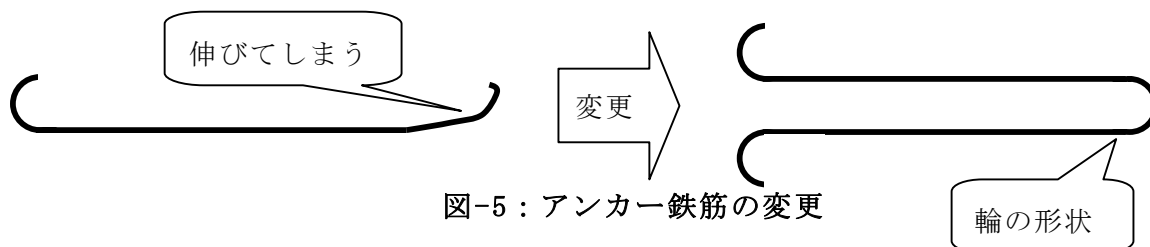


図-5：アンカー鉄筋の変更

6. 今後の問題点

INSEM工法をはじめ、砂防ソイルセメント（工法）は、ごく近年開発された工法であり、現状では必ずしも体系化されているとは言いがたい状況で、開発途上の技術である。よって、施工中の課題の抽出しつつ、工法の改善・改良を加えていくというサイクルの確立が今後も重要と考えられる。

6. 1 土砂への混入物

この工法自体、コスト縮減や環境対策としての工法であるため、現地採取の材料を使用しているが、現地採取の堆積土砂の中には、流木や落ち葉等も混ざっており、比較的簡単に取り除く方法を確立することが今後の課題の1つである。混入することも想定した貧配合・低強度の工法であっても、できる限り混入しない方がよい品質が求められると考えられる。実際に現場では、人の手で取り除いている。



写真-2：採取土砂に混入していた木材

6. 2 省力化施工の可能性

例えば、敷均し締固め方法では、締固め1層 50cmとしているが、さらなる検討によっては、現在よりも厚層での施工の可能性があると考えられる。また、ブルドーザ敷均しを省略し、バックホウで攪拌混合後、すぐに振動ローラで締固めを行うことで、打設サイクルを短縮することができるという可能性も考えられる（図-6 参照）。

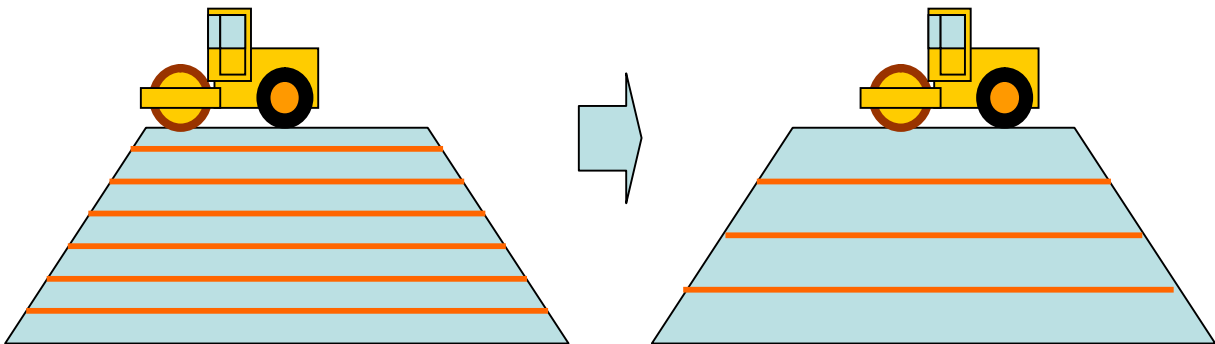


図-6：締固め方法改良の可能性

7. まとめ

この湯沢第3砂防堰堤工事が、日本で最初に大規模な堰堤本体への砂防ソイルセメント（工法）採用であることから、このような対処事例が、今後の同様な工事の参考になるという重要な役割を担うことになることを鑑み、これからの研究継続および実施工の事例収集が重要であると考えられる。

参考文献

- 1) 田井中治, 村松悦由, 小峰正, 中濃耕司, 岡村祐介：INSSEM工法における施工条件に関する一考察, 平成18年度砂防学会研究発表会概要集, p222-223, 2006
- 2) 砂防ソイルセメント活用研究会：砂防ソイルセメント活用ガイドライン, 2002