

# 現場狭隘部での砂防事業の取組 横湯川仏岩 1 号堰堤の事例

深澤 光太<sup>1</sup>

<sup>1</sup>長野県 北信建設事務所 整備課 (〒383-8515 長野県中野市大字壁田955)

今回の事例は、地形条件から資材などの運搬が困難なため、砂防ソイルセメント工法（流動タイプ）と簡易な製造施設を用いた現場練コンクリートでの施工を計画した。これらの工法は施工事例が少ないため、設計段階で本現場での活用可否を検討するため試験施工を実施した。以下にその取組について報告する。

キーワード 砂防ソイルセメント、流動タイプ、現場練りコンクリート

## 1. 横湯川砂防事業について

横湯川は、山ノ内町を流下する溪流であり志賀高原大沼池を源流とし、志賀山・東館山など諸連峰からの溪流を合わせ西流し、渋温泉付近で角間川と合流する山間の急流河川である。長野県では明治 39 年（1906 年）より横湯川流域の砂防事業に着手し、一時直轄砂防事業として整備を進めてきた経緯がある。近年では平成元年に約 40 万m<sup>3</sup>の山腹崩壊や、平成 15 年には大規模な地すべり等の土砂災害が発生しており、現在、長野県により整備を続けている。横湯川流域では、平成 31 年時点で 32 基の砂防・治山施設が整備されており流域の土砂整備率は 66%、流木整備率は 8%程度である。この流域は、上

信越国定公園内に位置しており、施工予定地の 300m 下流にはスノーモンキーで有名な地獄谷野猿公苑があることから、昨今では海外からの観光客が多く訪れるようになり、観光資源を保全するためにも早期の効果発現が必要である。（図 1）

## 2. 堰堤施工での課題と対応

本工事にあたり、下流から横湯川沿いに工事用道路が施工できるか検討したが、前述の地獄谷野猿公苑により進入が困難である。また、上流側から工事用道路のルートを検討を実施した。当該流域はV字谷地形の溪流になっている。施工予定地の近傍を通過する金倉林道から堰堤計画地の河床付近を接続する既存道路の勾配が最大 20%と急勾配であるため、これを利用するには大規模な地形改変が必要になり、多大な費用を要することが判明した。そのため、設計にあたり長野県版技術提案制度「新技術・新工法活用支援事業」を活用し、「生コンクリートの搬入が困難な施工条件下における砂防堰堤を構築する材料」をテーマに募集したところ、「砂防ソイルセメント（流動タイプ）」が提案された。この工法を活用すれば、建設資材の搬入を極力減らすことができ現地発生材を有効活用することができ、この工法で設計することとした。また、近年の災害で流木による二次被害が問題となっている。この流域内の流木整備率も低いため、本堤の構造を透過型砂防堰堤とし、スリット基礎部

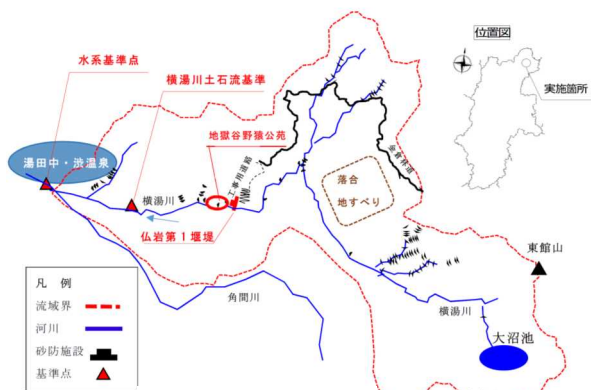


図 1 流域概要図

と堤冠部の設計基準強度は、砂防ソイルセメント工法では発現できない強度（ $18\text{N}/\text{mm}^2$ 以上）が必要となる。したがって、一定の強度が必要な箇所については現場練りコンクリートでの施工を検討することとした。（図2）

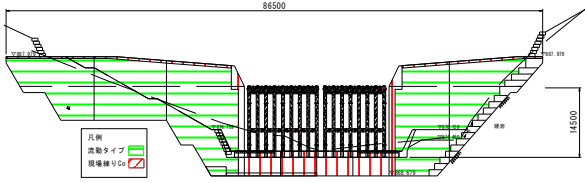


図2 堰堤正面図

### 3. 砂防ソイルセメント工法の検討

砂防ソイルセメント工法には転圧タイプと流動タイプがある。転圧タイプで本堤を施工する場合、母材を $\phi 150\text{mm}$ 以下にふるい分けし、セメントと混合して転圧をかけて施工する。対して流動タイプはセメントミルクを発生材と混合するためコンクリートのような性状を持つことが特徴的であり、レキ径の大きい粗石にも充填ができることが期待できる。施工予定地は、既設砂防堰堤で形成された堆砂敷上に施工を計画しており、レキ径の大きいものが多く見られたため、転圧タイプの施工にあたり活用可能な土砂の歩留まりが懸念された。堆砂敷の延長は200m程度であり、人力作業による土砂の賦存量の把握や精度の高い礫の分布を効率よく把握するためには、ドローンの併用が妥当であると考えた。そこで、砂防堰堤へ活用する河床材料の採取範囲である既設砂防堰堤の堆砂範囲について、ドローンを用いた空中写真撮影を実施し、 $\phi 500\text{mm}$ 程度の粒径の分布を判読した。（図3）その結果、河床には $\phi 500\text{mm}$ 以上の粗石が多く点在することが確認され転圧タイプで施工する場合には、粒径処理に時間を要すること、ソイルセメントの母材が不足する恐れがあることが判明した。このことから、比較的粒径の大きい粗石も活用が可能な流動タイプでの施工が可能か検討した。

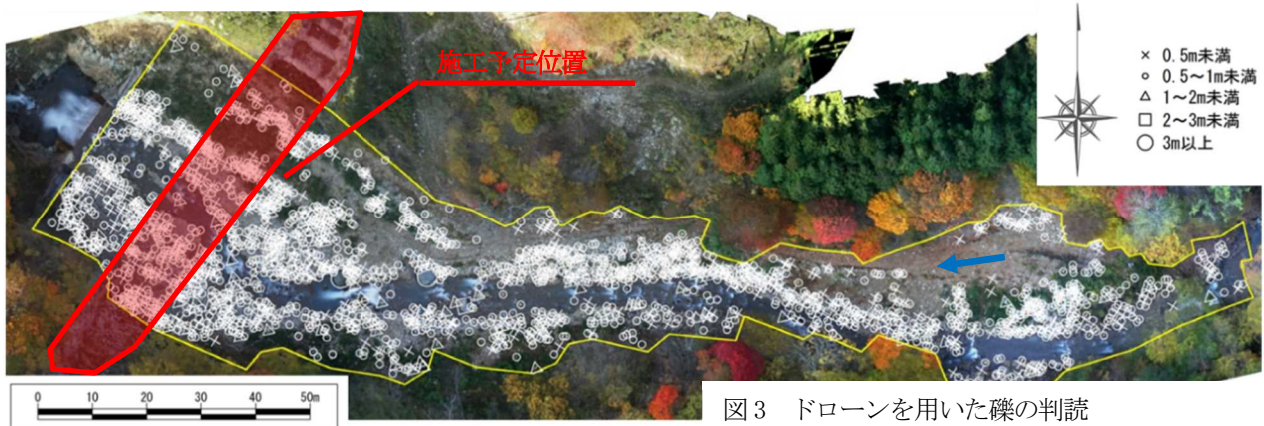


図3 ドローンを用いた礫の判読

### 3.2 流動タイプの試験施工

砂防堰堤本体に $\phi 500\text{mm}$ 以上の粗石を活用した流動タイプの実績はない。そのため $\phi 500\text{mm}$ までの粗石を活用した流動タイプが、砂防堰堤に必要なとされる施工性や品質等を確認するために現地発生材を用いて試験施工を実施した。セメント等の配合については事前に実施した室内配合試験により、次の3ケースとした。（表1）

表1 配合ケース

	CASE 1	CASE2	CASE3
試験体の寸法 (mm)	B:1600×L:1600×H:1000(500×2層の打設)		
セメント量 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	180	180	125
総水量 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	466		
混和剤 (%)	1.0		
粗石混入率 (%)	50	25	25

#### (1) 施工性の確認

施工予定地が狭隘なため、使用出来る重機の数も制限される。そこで、実際の施工を想定して施工ヤードを $400\text{m}^2$ 程度に限定して試験を実施した。（図4）

その結果、流動タイプの製造については問題なく製造できることが確認できた。しかし、粗石の割合を1バッチ当たり50%とするCASE1の際に、供試体へ打設の締固めに時間を要することとなり施工性の低下が確認され

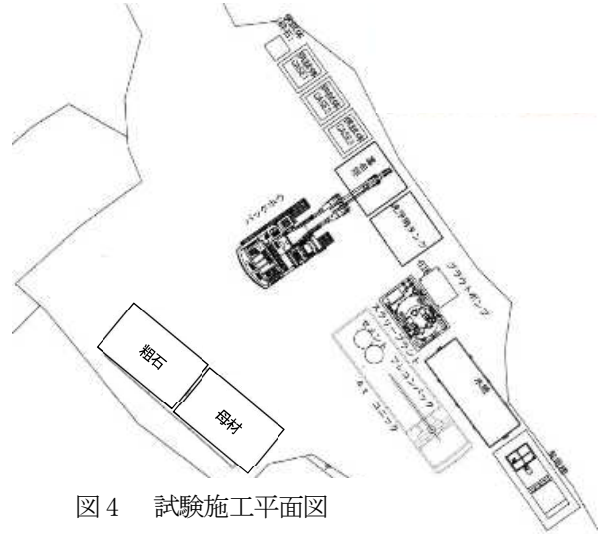


図4 試験施工平面図

た。1バッチ当たり25%とするCASE2の場合は、締めめの効率も良く日当り施工量として約50m<sup>3</sup>程度の製造が可能となることが確認できた。

## (2) 施工品質の確認

本堤の打設計画がケーブルクレーン打設となるため、流動タイプの製造から打設完了まで時間を要することが想定される。そのため、流動タイプ製造後の一定時間を経過した硬化状況を確認する必要があるため、製造30分後のスランプロスを確認した。その中で、今回の配合では、減水剤を使用してスランプが維持できるか検討した。その結果、練り混ぜ直後のスランプが13.5cmに対し、練り混ぜ後30分経過のスランプは11.5cmとなり、施工に必要な流動性確保しており、支障なく打設できることが確認された。(図5)

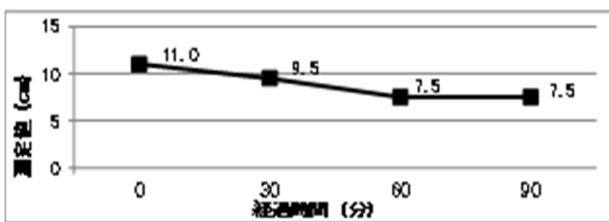


図5 スランプ量の変化

## (3) 供試体の強度及び品質確認

製造後28日経過した供試体の強度の確認したところ砂防ソイルセメント工法で必要とされる4.5N/mm<sup>2</sup>以上の強度が確認された。(表2) また、型枠に打設された流動タイプと粗石の間に空隙が生じていないか確認するため、供試体を切断し充填性を確認した。その結果、流動タイプと粗石の間に空隙はなく充填性が良好であることが確認された。(写真1)

表2 一軸圧縮強度試験結果

セメント量 (kg/m <sup>3</sup> )	単位体積重量 (g/cm <sup>3</sup> )	一軸圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )
180	2.01	4.96
120	2.02	2.70



写真1 供試体切断面の状況

試験施工の結果、粗石を活用した流動タイプの砂防ソイルセメント工法は施工性及び品質など、本堤の材料に

必要とされる条件を満足していることが確認された。また、今回の試験施工では減水剤を使用することでスランプロスの低減が確認された。よって本現場においては粗石を活用した流動タイプにより施工することとした。

## 4. 現場練りコンクリートの試験施工

スリット基礎部等、砂防ソイルセメント工法では強度発現できない部分については現場練りコンクリートを使用するが、今回の施工条件から、標準的な製造機械を設置するには、現地施工ヤードの制約上困難であった。そのため、標準的な機材を使用しない製造方法として、骨材を工場内のプラントで計量し、袋詰めした上で運搬し、現地でセメントと練混ぜる方式「計量骨材方式」を検討した。

この方式の採用にあたって、要求される品質等が確保できるか、試験施工を実施した。

### (1) 材料の検収・保管方法

使用材料の計量方法及び保管方法の確認

現場練りコンクリートに使用する骨材は生コン工場のプラント内で1バッチあたりに必要な骨材を計量し、大型土のうに袋詰めし現地まで運搬・保管とすることとした。(図6) また、袋詰めした骨材を保管する際に、雨水の進入や骨材の乾燥を避けるため、ブルーシートによる養生で骨材の表面水率がどのように変化するか確認した。その結果、製造後1か月経過した骨材の表面水率は大きく変動することがなく、シートによる養生は骨材管理に有効であることが分かった。(表3)

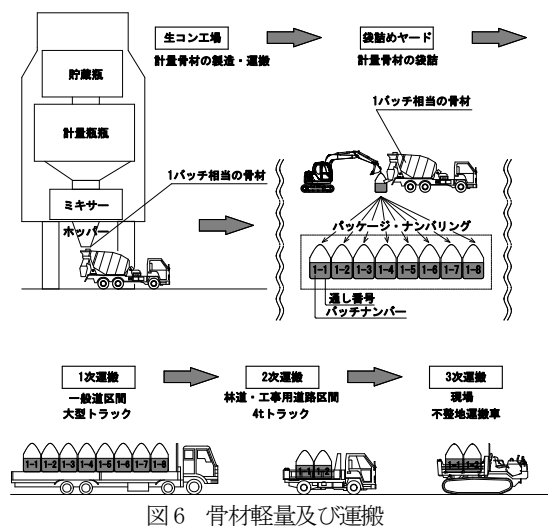


図6 骨材軽量及び運搬



表3 骨材の水分変化

	骨材の表面水率
投入後	3.0%
3日目	3.0%
7日目	2.7%
35日目	3.4%

## (2) 製造方法の確認

製造方法については、流動タイプと同程度の施工ヤードを用いて試験を実施した。混合方法については、バックホウによる混合（以下バケツ混合）とISM工法で活用されていた、ツインヘッダー(写真2)による混合（以下攪拌機混合）の2パターンによる製造を実施して両者の比較を実施した。比較の結果、攪拌機混合は、バケツ混合と比較し練混ぜ後のコンクリート性状が材料の分離も確認されず良好な状態が確認された。であり短時間で練混ぜることが確認された。



写真2 ツインヘッダーの形状

## (3) 品質及び品質の確認

製造した生コンのスランプ試験の結果を確認すると、バケツ混合はスランプが高く練混ぜが不完全であることに対して、攪拌機混合は目標スランプ値に近く、適切な練混ぜがされていることが確認される。(図7) 圧縮強度試験を実施した結果、両者の混合による強度の違いは確認されなかった。しかし、バケツ混合では供

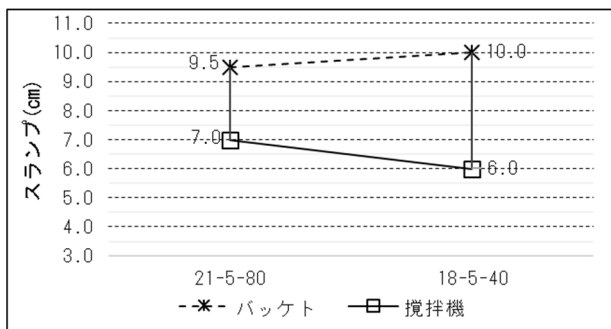


図7 スランプ試験結果

試体の表面にひび割れが確認されたが、攪拌機混合の供試体では、ひび割れもなく良好なできばえであった。

(写真3)



写真3 硬化後のコンクリート

以上のことから、攪拌機による混合の方が、短時間で、強度も確認でき、品質の高いコンクリートが製造できることが分かった。このことから、今回の工事では、攪拌機混合による現場練りコンクリートを製造することとした。

## 5. まとめ

粗石を活用した流動タイプの試験施工の結果から、500mm程度までの粗石を活用することが可能であることが確認された。これにより、粗石の多い河床においても流動タイプによる砂防堰堤の施工が可能となり、砂防ソイルセメント工法の汎用性が高まる。また、粗石を利用することにより更なる環境負荷の低減が期待される。

計量骨材方式による現場練りコンクリートの試験施工の結果、必要な強度等が確認された。砂防ソイルセメント工法において、特殊な条件下であっても、計量骨材方式の現場練りコンクリートを活用すれば透過型の砂防堰堤を構築することも可能となる。

この工事については、今年から本堤工事に着手予定であり、工事中も流動タイプや現場練りコンクリートの品質等について確認していきたい。

### 参考文献

- 1) (一財)砂防・地すべり技術センター：砂防ソイルセメント施工便覧
- 2) 砂防学会：流動タイプのソイルセメントの設計に関する一考察
- 3) 砂防学会：現地の粗石を活用した砂防ソイルセメント流動タイプの試験施工の実施事例について