

ソイルセメント工法における創意工夫

公共 通常砂防事業工事

会社名 株式会社 谷上組
工期 平成18年 5月17日
~平成19年 3月20日
現場代理人 加藤和憲

1) はじめに

本工事は、神通川の源流として流れる殿川支流の畦畑地区に砂防堰堤を築堤する工事で、土石流災害の防止を目的とする工事です。

施工する砂防堰堤は、通常のコンクリート堰堤工と特殊工法のソイルセメント工法です。
ソイルセメント工法は、県内で初めてとなる工法のため施工方法、品質・出来形・工程管理等参考にする資料が少なく全国の施工現場の事例も統一されていないことから、発注者と問題点を出し合い、解決し施工手順を決定しました。ソイルセメント工法の特徴は、下記の通りです。

搬出土砂の減少
掘削土砂をはじめとする施工現場周辺の現地発生土砂を建設材料として使用するため搬出土砂が減少し、運搬費、処分費等の減少が出来る。

安全性の向上
市場性・汎用性の高い建設機械を使用した合理化・省人化施工であるため、危険箇所での作業員の減少及び作業期間が減少し安全性が向上する。

コスト縮減
現地発生土等とセメントを施工現場で攪拌混合し建設材料を製造するため、材料の縮減が可能。

2) 工事概要

砂防堰堤工

土工	土砂掘削	3,600m ³	土砂運搬	2,600m ³	埋戻	1,000m ³
コンクリート堰堤工(水通し部)	コンクリート	396m ³	型枠	61m ²	鉄筋工	6.19t
コンクリート堰堤工(袖部)	コンクリート	1,020m ³	型枠	530m ²	足場工	235 m
ソイルセメント工(袖部)	ソイルセメント改良材	4,400m ³				

土砂型枠	盛土	5,100m ³	盛土材運搬	5,100m ³		
上流保護材	上流保護コンクリート	818m ²	1号基礎工	22m	2号基礎工	64m
	天端コンクリート	1式	止水壁	1式		
付替林道工	盛土	1式	排水工	1式		

平成18年12月上旬

(ソイルセメント工法 温度低下のため休工中)



ソイルセメント工施工箇所

3) ソイルセメント工法の施工

ソイルセメント工法とは、現場発生土砂にセメント、水を混合し、ダンプトラック等で運搬し、ブルドーザ、バックホウで敷き均し振動ローラ等で締め固め、構造物の内部材として使用する工法です。

ソイルセメント工法で使用する土砂を現場内ですべて確保することが出来ないため、施工現場周辺の災害現場（2箇所）から確保しました。

その後、3箇所の材料試験及び配合試験を実施し、より少ないセメント量で設計強度を満たす土砂の選定を行い、そのセメント量を決定しました。

しかし、室内試験と施工現場とは条件が違い、実際使用する機械で設計強度を満たすことが出来るか、現場で試験施工を実施しました。

試験施工前にソイルセメント工法に使用する土砂は、直径100mm以下のためスケルトンバケットで、土砂の選別を行い選別土の含水比の確認を行います。含水比の結果により目標含水比にするため、選別土とセメントの混合時に加水を行います。

セメント量は1m³あたり100kgで試験施工を実施し、現地でコア（150×250）採取を行い圧縮強度試験（1週）を行いました。

しかし、設計強度を大きく上回ったため、ソイルセメント工法のセメント量としては、最小となる1m³あたり80kgで再度試験施工を実施し圧縮強度試験を（1週、4週）と行った結果、設計強度を満たす事が出来ました。

その後、古川土木事務所、配合試験を行ったコンサルにより決定しました。



セメントと土砂の攪拌状況



材料搬入状況



転圧状況

4) ソイルセメント工法の施工における創意工夫

ソイルセメント工法は、施工事例が全国的に少ないため、工事着手前に谷上組土木部で現場視察（静岡県静岡市 中部地方整備局 静岡河川事務所）に行き施工方法及び、問題点を施工業者から説明を受けました。その結果を会社の安全教育・訓練で新工法の施工方法及び、施工時の安全対策を検討し、安全管理の充実を図りました。

現場視察（静岡県静岡市）



積込運搬状況



敷均転圧状況



安全教育・訓練（谷上組本社）

一日の作業は、天候または、作業内容により変化し、ソイルセメント工の作業時間も変化します。混合量も時間に応じて作業を行わなくてはなりません。したがって、コンクリート製桧（混合桧）に 25m³ 用、37.5m³ 用とわかるように桧にラインを引くことにより、作業時間にあつた材料ができ、作業員、オペレーターの作業効率に努めました。



混合桧にセメント投入時に、弱い風でもセメントが飛散するため、桧周辺にブルーシートを設置し飛散防止処置を行いました。完全に防ぐことは、出来ないが周辺で作業を行う作業員の安全を図りました。



設置前
無風時でも飛散



設置後

混合桧で攪拌、混合をバックホウのスケルトンバケットで行うため通常のバックホウ用の爪では、セメントや細かい土砂をきれいにすくうことが出来ません。そのため、爪に鉄板を設置することにより、角部分のセメントでもきれいにすくうことができ攪拌、混合時に材料が均一に混ぜることができ、高品質の材料を作ることが出来ました。



鉄板設置後(スケルトンバケット)



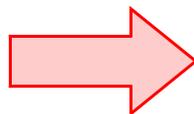
加水及び混合状況



攪拌、混合時のバックホウによる練り混ぜ時にスケルトンバケットを使用しましたが、スケルトンバケットの編み目が 100 × 100 のため、編み目に石などがつまり混ぜにくいので、編み目(150 × 200)のスケルトンバケットを用意し、攪拌、混合を容易にし均等に練り混ぜができ作業時間の短縮、作業量の増加が認められました。



スケルトンバケット編目 100mm × 100mm



スケルトンバケット編目 150mm × 200mm

ソイルセメントの練り混ぜ完了時の混合状態の確認は、フェノールフタレイン法により、確認します。一日多いときには、三回混合するため、すべてにおいて混合状態の確認を行い、品質の確認を行いました。

混合状態の確認



散布後

ソイルセメント工の練り混ぜ完了後、スランプ試験を実施し、スランプ値 ± 0 を確認し、強度確認のため、供試体を六本作製し一週、四週強度を確認しました。

供試体は、使い捨てタイプ(アルミ製)がありましたが無駄なく毎日(6本)作製するため経済性、ゴミの増加を考慮し使い回しが出来るタイプを採用しました。

スランプ試験



供試体作製



圧縮強度試験(1週, 4週)



ソイルセメント工法の施工は、天候に左右されます。降雨時の作業は出来ないため、休日作業の日が増え作業員の健康管理が非常に重要なため、作業が出来ないときは、振り替え休日として健康管理に努めました。また、インターネット等で週間天気予報を参考にして作業の変更を行いました。

セメント系の硬化剤を使用する場合、施工、養生期間のもっとも留意しなければならない点は、夏期、冬期の気温だと思われます。セメント系の硬化材は水を媒体に固化をします。そのため、施工・養生期間を湿潤状態としなければ十分な固化が期待出来ません。しかし、当現場は11月下旬から日平均気温が4度を下回る日が続き、コンクリート工でいえば寒中コンクリートの施工・養生が必要とされますが、ソイルセメント工法の冬期施工が確立されていません。全国的にも寒冷地での施工事例があれば、工期短縮につながると考えられます。

5) 安全対策

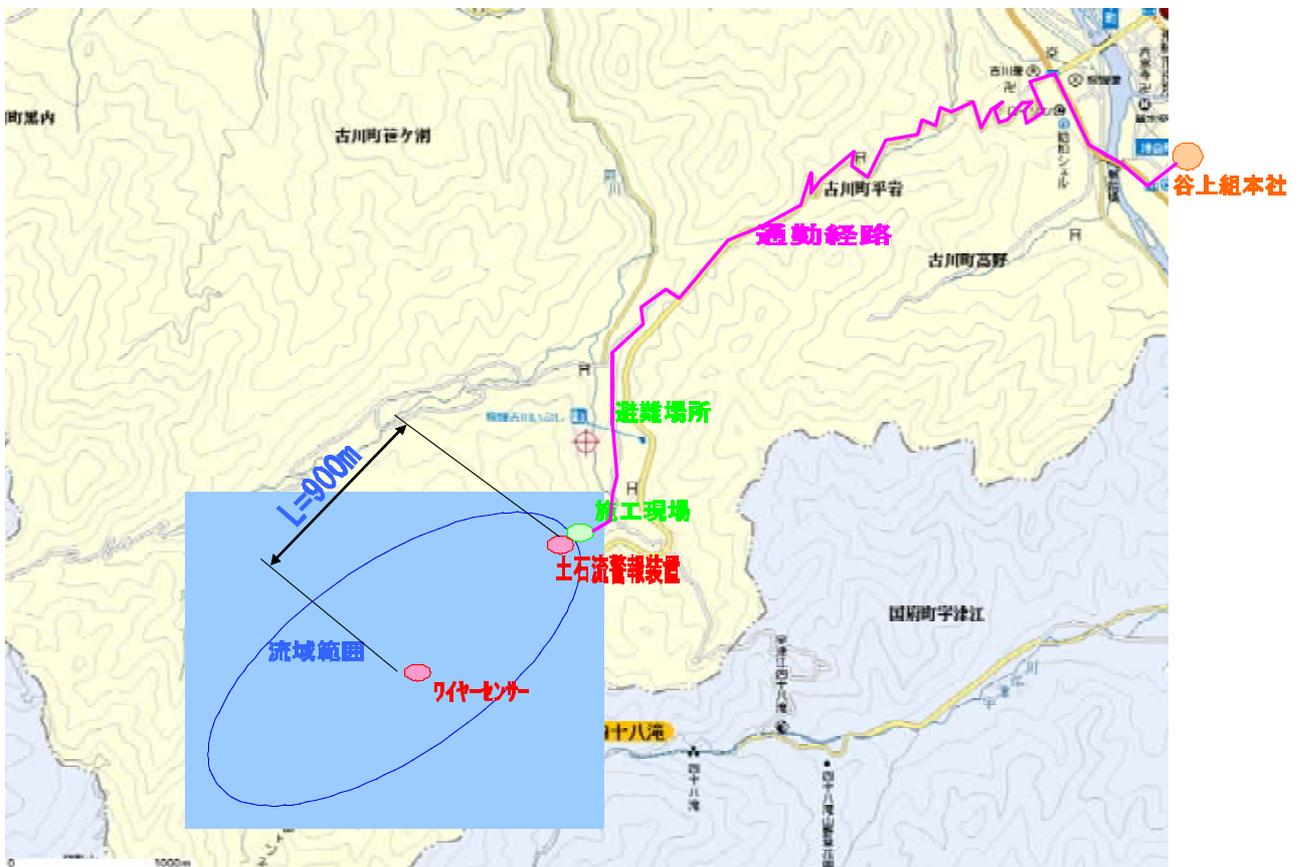
5 - 1 土石流対策

現場より上流 900 m にワイヤーセンサーを設置しました。



確認事項	区 分	警戒基準	防止対策方法
降 雨 時	1 時間	20mm	監視体制に入る
	24 時間	80mm	監視体制に入る

土石流発生の前兆として河川付近での土砂崩れ、流水の異常な変化、山鳴り、地鳴り等の異常な音、湧水の停止を発見した場合は、作業を中止し流域の確認を行い、異常が発見されない場合でも警戒態勢をとりました。



立ち入り防止柵の設置

作業員通路を設置し、クレーン作業範囲内を明確にすることにより、クレーン旋回時における事故防止を図る。



バックホウの後方にバックセンサーを設置して重機災害防止した。
後方センサーをつけることにより、作業員がバックホウ後方の死角箇所へ進入したことをオペレーターに注意を促すとともに、作業員に危険箇所へ進入していることを知らせる。



墜落災害防止対策

昇降路付近の目立つ場所に大だん幕にて、墜落災害の危険について作業員に注意を促した。



社内安全パトロール実施