

浅間山火山噴火緊急減災対策事業において 活用した新技術の紹介

穂田 雄高

関東地方整備局 利根川水系砂防事務所 浅間山出張所

(〒384-2104 長野県佐久市甲1399佐久市役所浅科庁舎3階)

浅間山火山噴火緊急減災対策は、浅間山が噴火した際に発生する融雪型火山泥流や降雨後の土石流による被害を減災することを目的としている。平成24年に事業を開始し、現在、砂防堰堤及び工事用道路等の関連施設の工事を鋭意施工している。平成27年6月に浅間山の噴火警戒レベルが2に引き上げられたことにより、事業の目的を一層早期に果たすことが求められた。そのため、工期の短縮や品質確保の向上を図ることを目的に、NETISに掲載されている新技術（施工当時）等を活用することとした。

キーワード 新技術, 火山, 砂防

1. はじめに

浅間山は群馬県と長野県に跨る国内でも有数の活発な活火山である。有史以来、数多くの噴火を繰り返しており、天明3年（1783年）の大噴火では火砕流により嬭恋村（旧鎌原村）で483人が死亡し、群馬県下で1,400人を超す犠牲者を出した。

浅間山における火山噴火緊急減災対策は平成24年から事業を行っている。平成27年6月には噴火警戒レベルが2に引き上げられ、火山活動に対して配慮するような状況の中で工事を行う必要がある。また、群馬県側は12月以降は降雪があり、長野県側は軽井沢町で夏期工事自粛期間（7月25日～8月31日）があることから、工期の短縮や限られた時間内での品質確保が求められる。



図-1 1973年2月の中規模噴火に伴う火砕流



図-2 2004年9月の噴火

2. 新技術の採用

気候条件や施工期間の制約を受ける中で工事を行うに当たり、工期の短縮と品質確保を図るため新技術を活用した。以下に3つの事例について紹介する。

(1) イーシーフレーム工法と1DAY PAVE

砂防堰堤の施工にあたり工事用道路（コンクリート舗装及びL型側溝）を整備するが、工事契約後に噴火警戒レベルが2に上がったため早期に完成させる必要があった。工事用道路を施工する現場は片押し施工しか出来ないため、従来どおりにコンクリートを打設すると全延長約2kmを施工した場合、養生期間も含めて1年近くを要し

てしまう。そこでイーシーフレーム工法（KT-980111-VG）と早期交通開放型コンクリート舗装（1DAY PAVE）（KT-130044-VE）を用いて施工することとした。

イーシーフレーム工法は、あらかじめ作成した型枠をコンクリート成形機にセットすることで、同一断面の構造物を連続的に施工することが可能な工法である。コンクリート舗装とL型側溝のように同一断面のものを連続的に施工する場合に最適な工法である。

1DAY PAVEは早強ポルトランドセメントを使用し、一般的な舗装用コンクリートと比較して水セメント比の低い配合としたコンクリートである。特徴は養生期間が1日であり、翌日には交通解放が可能となることである。



図-3 新技術を用いたL型側溝施工



図-4 新技術を用いたコンクリート舗装施工

(2) 自走式スクリーンと自走式土質改良機

浅間山出張所管内の工事では発生土砂の有効利用とコスト削減のため、砂防ソイルセメントを活用している。砂防ソイルセメントとは、掘削によって発生した土砂を一定の粒径でふるい分け、固化剤のセメントと練り混ぜることにより砂防堰堤のコア材や地盤の置き換え等に用いるものである。

従来はバックホウにスケルトンバケットを取り付けて

発生した土砂をふるい分け、敷鉄板等で混合枵を設置してバックホウで攪拌して砂防ソイルセメントを製作していた。この方法は通常使っている重機を活用することが出来るため安価である反面、バックホウで1バケットずつふるい分けるため時間がかかることや、攪拌の出来不出来がオペレーターの技量に依存すること、また、一日当たりの施工量に限界があると言った課題があった。

施工時期が12月以降になると施工が出来なくなることと施工量が約9,000m³と多いことから、新技術である自走式スクリーン（TH-110010-VE）と自走式土質改良機（KT-990459-VG）を使用した。

自走式スクリーンは設計上必要な粒径（φ80mm以下）のスクリーンをセットすることで、重機で土砂を投入すると自動でふるい分けを行う。

自走式土質改良機は、予め行った配合試験の結果から得られた配合量をセットすることで、ふるい分けした土砂、固化剤のセメント及び水を自動的に混合・攪拌する。

これら2つの技術はあらかじめ設定を行うことでオートメーションで一定品質の粒径処理と砂防ソイルセメントの生産が可能となり、品質確保を容易に行うことを図った。



図-5 自走式スクリーンによる土砂のふるい分け



図-6 自走式土質改良機によるソイルセメントの生産

(3) ICTの活用

通常の砂防工事では現場が狭小でICTの活用は難しいが、浅間山出張所管内には広い現場があるためICTを活用した（施工者希望型）．活用した工事は砂防堰堤工事である．前述した砂防ソイルセメントをコア材として外側を盛土（外周盛土）にするが、その外周盛土の施工にICTを活用した．

対象となった工事は堤頂長（堰堤の横断的な長さ）が344mと規模の大きな砂防堰堤である．従来は設計図書に基づきTS等を用いて起工測量を行い、必要箇所に丁張を設置し、それに沿って掘削や盛土を行っていた．

新技術（ICT）では初めにUAVを用いて測量を行った．現場代理人がUAVを操縦することが出来たため、専門業者に委託せずに直営で行った．今回の対象エリアは32,000m²であったため、UAVを用いたことで計測日数を大幅に短縮することが出来た．

盛土の転圧についてはTS・RTK-GPSによる転圧管理システム（GPRoller）（TH-100008-V）を用いた．従来の転圧では施工後に現場密度試験を行うことで盛土の品質管理を行っていたが、ICTを用いることで現場密度試験が不要になることで現場の手間が減り経済性が向上した．また、現場密度試験は試験箇所毎の点管理であったが、ICTでは面的管理が可能になることで施工箇所全体にわたって品質が確認出来るため品質確保の向上が図られた．



図-7 UAVによる測量



図-8 ICT建機による盛土の転圧

3. 成果

活用した技術についてそれぞれの成果を述べる．

(1) イーシーフレーム工法と1DAY PAVE

全延長約2kmの工用道路の施工を約半年で施工することが出来た．1DAY PAVEは施工した翌日には交通解放できるため、片押しの現場でも次の施工区間を翌日に施工することが可能であった．また、日当たり作業量の面でも高炉セメントを使った人力施工で80m/dayであるのに対して、イーシーフレーム工法では最大で200m/dayとなった．

(2) 自走式スクリーンと自走式土質改良機

自走式スクリーンについては従来のバックホウを用いたふるい分けと比較して、作業が容易であることに加え、日当たり作業量も多くなった．自走式土質改良機については、母材、固化剤及び水の配合量を一度セットしてしまえばオートメーションで一定の品質で生産出来たため、品質管理が容易になった．

(3) ICT

UAVを用いた起工測量や出来形確認はTSやレベル、リボンテープを用いた従来の方法より大幅に時間の短縮と作業量の低減を図ることが出来た．ICT建設機械の施工は盛土材の転圧管理を容易に行うことが可能であったことに加え、施工エリア全体を面的に確認することが出来たことは確実に品質向上に貢献した．

ただし、ICT建設機械を用いた盛土作業については、盛土と同時に施工をした砂防ソイルセメントの生産ペースに支配されてしまったため、この部分での工期短縮にはつながらなかった．

4. 課題

活用した技術についてそれぞれ課題を述べる．

(1) イーシーフレーム工法と1DAY PAVE

本技術ではコンクリート成形機を用いて順次片押しで施工していくが、コンクリートを送るためにアジテータ車を成形機に横付けする必要がある。そのため成形機の脇（工事用道路外のエリア）も伐採をしなければならなかった。

イーシーフレーム工法については成形機の数が少ないため、利用したい時期に機械の確保が出来ない場合がある。IDAY PAVEについては製品の単価が高いことがネックとなる。また、水セメント比が低いため、成形機へ圧送する際にポンプが詰まりやすいと言う問題もあった。

(2) 自走式スクリーンと自走式土質改良機

砂防ソイルセメントの生産において工期短縮と品質確保に成果を発揮した反面、導入にコストがかかる。ただし、砂防ソイルセメントの生産量が増えれば、当然、単位量当りのコストが低減する。当出張所管内の工事では1工事当たり数千m³を施工するため、従来工法であるバックホウを用いた方法とほぼ同じ程度のコストになった。

(3) ICT

今回、ICT活用施工を実施して工期短縮と品質確保の両面において生産性の向上を図ることが出来た。

ICT活用施工は導入が始まったばかりであり、受発注者ともに手探り状態で始めたため、事前の手続きをどのように進めれば良いのかが分からず時間を要してしまった。

ICT建機で施工している際、例えば掘削面が固い場合に従来の重機であればオペレーターの技術でペースをあまり落とさずに掘削できたが、ICT建機の場合は過掘方向には行かないように作用するため、掘削のペースが落

ちると言ったことがあった。また、掘削箇所の端部において、僅かだが一部設計とズレ（出来形不足）が生じることもあった。

5. 終わりに

すでに述べたとおり、浅間山出張所管内では冬期施工が不可能な地域があるため、工期短縮が常に課題となっている。また、掘削による発生土砂を有効利用するために砂防堰堤に砂防ソイルセメントを活用しているが、砂防ソイルセメントの母材として使えなかった粒径の大きな残土が発生すると言う課題もある。これらの課題について解決策を探っているところではあるが、新技術を活用することでこれらを解決出来る可能性もある。

今回、これまでに活用した新技術を紹介したが、すでにNETISの掲載期間が終了したものもあり、「最先端の技術」と言うわけではない。建設業以外に目を向ければ、昨今のITとそれを支えるハードウェアの技術向上が著しい。一例を挙げれば、製造業の現場ではFA（工場における工程の自動化）や、IoTやAIを活用した人とロボットとの共同作業が当たり前になりつつある。我が国全体で将来的な人口減少は避けられず、建設業でも技能労働者約340万人のうち約110万人が高齢を理由に今後10年のうちに離職するとの予測もある。今後の建設業を支えるためにもこうした最先端の技術を取り入れて受発注者ともに生産性の向上を図ることが急務であると考える。

発注者としては積極的に最先端の技術を取り入れる姿勢で業務に臨むことが必要とされるだろう。