

24. 定張力ウインチシステムと斜面舗装機械の開発

鹿島道路(株)機械部 ○ 伊藤 圭祐

1. はじめに

本報は斜面舗装の為に、新たに開発した定張力ウインチシステムを取り付けた、定張力サブウインチポータ（以下、定張力SWP）及び、新規に開発した斜面舗装機械について紹介するものである。また、それらを導入した現場事例についても紹介する。

定張力ウインチシステムとは、斜面での切削や、清掃作業において、安全かつ円滑に作業を行う為の定張力油圧回路を備えたウインチの事である。

2. 概要

ここで述べる斜面舗装とは、ダムや調整池の表面遮水壁をアスファルトコンクリートで構築する舗装のことであり、アスファルトフェーシングとも称される。当社では、斜面舗装に関する技術は既に保有しており、過去に施工した実績も多数ある。しかしながら、補修を目的とした大規模な斜面切削の実績例は無かった。そのため、効率的に斜面切削を実施する為の機械開発が必要となった。

通常、斜面上で機械作業を行う場合、その機械の姿勢保持が重要となる。斜面勾配が緩く、施工機械が斜面を滑落する事が無い角度以内で、自走でも安全に作業ができる場合を除き、一般的には斜面上部からのサポートが必要となる。そのため、斜面勾配がきつくなるに従い、確実に施工機械を保持しなければならない。しかし、施工機械をワイヤロープやロッドで固定すると、施工機械の動きは制限を受け、自由に施工することを制約される。例えば、ウインチ等の巻き上げ装置を用いてワイヤロープで施工機械を保持すると、施工機械の移動はウインチの巻き上げと巻き下げ速度に拘束されるものとなり、施工機械自身が自由に移動作業することを制約する。そこで、斜面舗装工事に供用する施工機械のサポートシステムとして、定張力ウインチシステムを開発した。このシステムにより、斜面上の施工機械を安全に保持しつつ、且つ、自由に施工移動できる。また、新規に開発を行った斜面舗装機械は施工効率の向上と品質の確保を目的としたものである。

3. 定張力ウインチシステム

斜面施工機械にサポートが必要な場合、一般にはウインチ等のサポート機械を堤頂に配置し、そこからワイヤロープを斜面施工機械に接続し、ウインチの巻き上げ、巻き下げにより施工機械の移動を行う。しかし、通常のウインチの場合、斜面施工機械はウインチの巻き上げと巻き下げ速度に拘束されるものとなるため、施工機械の能力を最大限発揮する事が出来ないばかりか、無理なウインチ操作により施工機械を破損する恐れがある。

そこで図-1の概念図に示すように、施工機械重量の斜面分力 F と同じ力 F' で釣り合うように反力相当の力を滑車の先にウエイトで賄えば、施工機械の斜面分力はキャンセルされ、自力で自由に移動作業することが出来る。

この考えを油圧ウインチに応用して、常にワイヤロープを斜面分力相当 F' で緊張するシステムを開発した。施工機械が下へ移動する時は、ワイヤロープに F を超える張力が働き、ワイヤロープは巻き出される。逆に、施工機械が登板する時はワイヤロープが緩もうとするので、ウインチによりワイヤロープは巻き取られる。また、施工機械は斜面上の任意の位置で停止する事も出来る。この働きを担う「油圧回路」を組み込んだ定張力ウインチシステムを開発し、斜面補修工事に用いるSWPに搭載した。

- A : ウインチ B : 斜面施工機械
- W : 施工機械重量
- W' : 施工機械重量の斜面垂直方向の分力
- F : 施工機械重量の斜面谷方向の分力
- F' : 施工機械重量の斜面谷方向の分力に相当する荷重

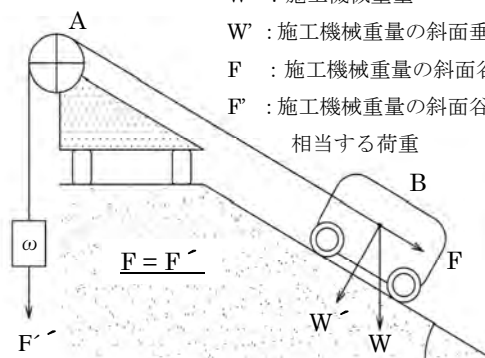


図-1 「定張力油圧回路」概念

このシステムを備えた定張力 SWP は、斜面舗装工事の安全作業、品質向上及び、工期短縮に貢献した。(写真-1)



写真-1 定張力 SWP 全景

表-1 定張力 SWP 仕様表

機械名		定張力サブウインチポータ(定張力SWP)	
使用目的		小型切削機等の牽引及び運搬	
主要寸法	全長	7,570mm	
	全幅	3,000mm	
	全高	3,000mm	
車体重量		14,100kg	
エンジン出力		110kW	
ウインチ能力	定格荷重	20kN	
	動作速度	0~70m/min	
その他特徴		・定張力ウインチ機構搭載 ・デッキ旋回移動可能	

3.1 定張力ウインチシステムを用いた斜面切削

斜面での切削作業を行う為には、斜面下側から上側に向かって作業を行うか、斜面上側から下側に向かい作業を行う方法がある。後者の方が切削層の処理等の点から、作業には効率的である。

切削作業を斜面上側から下側に向かって行う場合、滑落しない勾配上では、切削機は自走での施工が可能ではあるが、安全を考慮して切削機をサ



写真-2 切削機使用状況

ポートする必要がある。しかし、切削機は切削深さによる抵抗の差や、滑りにより、施工速度に差が生じる。そのため、ウインチを一定速度で回転させるだけの従来の施工方法では、ワイヤロープの弛みや張り過ぎに繋がり、作業効率も悪く仕上がり面が不揃いになり、機器の破損に繋がる恐れも有る。定張力ウインチシステムにより、斜面上においても水平自立走行での作業と同様の感覚での切削作業が可能となったことにより、切削精度の向上や施工の効率化に寄与する事ができた。

3.2 定張力ウインチシステムを用いた斜面清掃

切削作業後、油圧ショベルで切削材の撤去を行うが、切削面には切削材の一部やダスト分が多く残るので入念に清掃する必要がある。この清掃作業には小型の搭乗型スイーパーを使用して、小型切削機と同様に、斜面上側から下側に向かって作業を行うのが有効である。この際、自走での施工は困難であり、安全な作業を行う事と作業の効率化を図るために、定張力ウインチシステムを使用した。結果、安定した清掃作業が行え、人力清掃に比べはるかに短期間で清掃作業を終了した。



写真-3 スイーパーによる清掃作業状況

4. 斜面舗装機械

斜面舗装については、多様な現場状況に応じて特殊機械を開発し、現場導入を行ってきた。しかし、短期間で完了させなければならない補修工事という現場条件に合わせ、従来機よりも機能と品質の向上が求められ、新たに開発を行った。

この度、斜面舗装に関して新規に開発を行った機械はメインウインチポータ(以下、MWP)及び、斜面舗装用アスファルトフィニッシャ(斜面用AF)である。

4.1 メインウインチポータ

MWPは主に斜面用AFを牽引するための施工機械である。SWPとは牽引する機械が異なるため、より大きな能力のウインチが必要であり、且つ、低速で巻き上げを行う安定性が求められた。

斜面における舗装作業は、アスファルト合材（以下、アス合材）の供給と抱えの点から、切削作業とは異なり斜面下側から上側に向かって作業を行っていく。そのため、アス合材を抱えたAFが自力で斜面を上り、斜面舗装作業を行うことは困難であり、MWPのからのワイヤロープ巻き上げにより斜面舗装作業を行う必要がある。そのため、MWPのウインチには定張力ウインチシステムは取り付けず、オペレータ同士が作業状況の確認をしながらワイヤロープを巻き上げ、舗装を行っていく。また、MWPには現場条件に応じて、斜面上にて合材供給を行う為のダンプ車を牽引するウインチを搭載する事が可能であり、これはAF用ウインチとは独立して巻き上げ・巻き下げを行う事が出来る。

斜面舗装のスタート時は、細かな敷き均し調整が必要である。この為、斜面用AFの巻き上げには超低速で巻き上げが行える様、微速巻き上げシステムを搭載した。これにより、安定したアス合材の敷き均しが可能となり舗装の品質が向上した。



写真-4 MWP 全景

表-2 MWP仕様表

機械名		メインウインチポータ(MWP)	
使用目的		法面アスファルトフィニッシャの牽引及び運搬	
主要寸法	全長	9,200mm	
	全幅	3,100mm	
	全高	4,300mm	
車体重量		18,600kg	
エンジン出力		80kW	
ウインチ能力	定格荷重	69kN	
	動作速度	0~20m/min	
その他特徴		<ul style="list-style-type: none"> ・施工規模に応じてダンプ車用ウインチ搭載可能 ・AF施工スタート時に有効な微速巻き上げシステム搭載 ・AF&タンパ車搭載可能な回転移動デッキ ・回送時には運転席収納可能でコンパクト化 	

4.2 斜面用アスファルトフィニッシャ

この機械を新規に開発するに当たり、高い締固めで安定したアス合材を敷き均すためのスクリード機能を検討した。斜面用AFは、母体となる小型AFの伸縮スクリードを取り外し、タンパ・バイブレータ(TV)方式のリジッド(固定式)スクリードに交換した。一般に用いられる伸縮スクリードは、舗装幅員に合わせて任意にスクリード幅を変えられるので、舗装幅員の調整には便利であるが、伸縮式機構であるがゆえに、スクリードが前後に配置されている。一般の舗装では問題とはならないが、ダム、調整池等の斜面舗装においては、底面(水平面)から斜面に向かって勾配が変化する部分での敷き均し調整は非常に難しい。そこで、今回はリジッドスクリードを採用し、仕上がり面の向上を計った。また、このクラスのAFでは、バイブレータ(V)方式のスクリードが一般的であるが、アスファルト量の多い特殊アス合材の敷き均し密度向上のため、TV方式のスクリードを採用した。

同時に、合材の飲み込み角度の変更や、オペレータの安全確保としてステップの角度を斜面勾配に合わせて設けた。他には、搭載する発電機が、AFの傾きに関わらず常に水平を保てる機構や、施工ジョイント部を加熱するジョイントヒータが任意の高さ、角度に調整できる機構を設けた事が特徴である。



写真-5 斜面用AF 全景

表-3 斜面用AF仕様表

機械名		斜面用アスファルトフィニッシャ(斜面用AF)	
使用目的		斜面アスファルト施工	
主要寸法	全長	5,000mm	
	全幅	3,400mm	
	全高	1,980mm	
車体重量		8,000kg	
エンジン出力		40kW	
その他特徴		<ul style="list-style-type: none"> ・ホイール式 ・舗装幅3.0m(+ エクステンション 0.4m×2) ・タンパ・バイブ方式のリジッドスクリード採用 ・ホッパの大型化により合材抱え量向上 	

5. 現場活用事例

ここで、新規開発を行った機械を導入した施工現場を紹介する。

5.1 現場概要

場所：山梨県内

概要：発電農水・飲料水用調整池

概要：遮水壁補修面積 約 9000 m²

当現場は、既存の傷んだ舗装を切削して新規の特殊アス合材で舗装を行う現場であり、斜面傾斜が約 22°であった。

夏場の用水供用に向け、舗装作業は冬期施工となり、アス合材の温度管理が難しかったが、合材供給専用ホッパを保温するなどして温度低下を防ぐ事に努めた。また、施工機械が多数導入され、それらが錯綜する現場であったが、大きなトラブルもなく、特に切削作業は単位時間当たりの施工量を予定よりも大幅に上回り全体工期の短縮に貢献した。斜面舗装作業は、微速度巻き上げシステムと TV 方式のリジッドスクリードの効果もあって、舗装面の良好な仕上がりが得られた。

5.2 施工状況

当現場では、以下の図に示すような施工体制で作業を行った。

本現場においては施工の規模と作業の効率を重視して、合材供給専用ホッパとクローラクレーンを組み合わせて特殊アス合材の供給を行い、施工を行った。

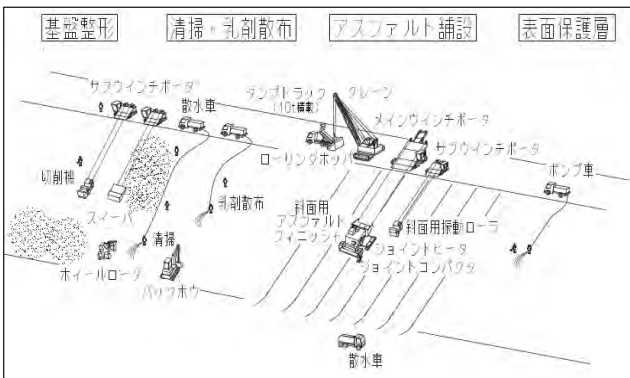


図-2 一般的斜面舗装施工体制概略

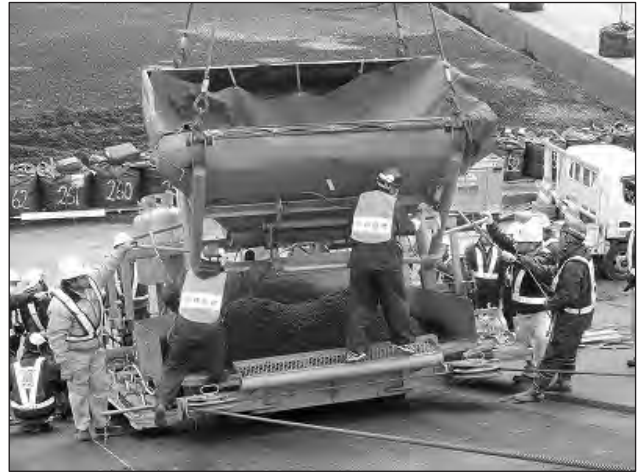


写真-6 合材供給専用ホッパによるアス合材供給状況



写真-7 斜面舗装施工状況全景

6. おわりに

本報では、定張力ウインチシステムと、新規に開発を行った斜面舗装機械に関して報告を行った。斜面での機械施工の難しさを少しでも緩和する、斜面特殊機械の開発により、斜面切削技術を確立すると共に、斜面舗装の施工効率と品質の向上に繋げる事が出来た。

今後も、「品質向上」、「安全確保」、「工期短縮」、「コスト縮減」に貢献できる機械開発を行っていく所存である。

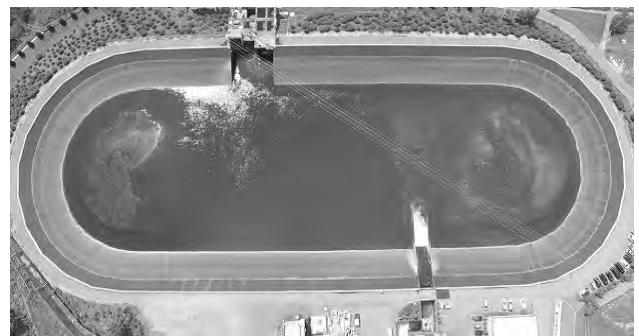


写真-8 現場完成写真