

## 23. スカイステーション工法

(株)タダノ：三浦 真一  
 (株)ハラダ総業：富田 実  
 (株)スカイフォース：\*藤原 修二

### 1. はじめに

我が国は国土の80%近くが山地で占められており、山岳部の道路建設又は道路維持における斜面安定の問題はこれ迄も国土保全あるいは開発において重要な課題であった。

平成10年度からは1兆1,900億円の予算規模で第4次急傾斜地崩壊対策事業五箇年計画【表-1】が実行されている。いうまでもなく急傾斜地の安定工事はほとんどが公共事業であり、公共事業の費用対効果の議論がなされている現在ではあるが、住民の安全を確保するための事業の優先度は高い。

この安全を確保するための急傾斜地の崩落防止工事（以下斜面安定工事という）は、命綱にぶら下って作業を行う【写真-1】か、足場を組んで行う【写真-2】のが一般的であり、機械化が極めて遅れている分野である。高所での難しい作業のため、誰にでもできるわけではなく熟練が必要である。作業者の高齢化が進んでいることもあり、労働災害が多い工種の一つとなっている。

この様な状況を鑑み、斜面土工の機械化を法的に適合したシステムとして社会に供給する事を目的に開発したのが『スカイステーション工法』である。

今まで命懸けでやっていた人力作業を、新開発の法面作業車スカイステーションを使うことにより、安全性を飛躍的に高め、コスト縮減及び工期の短縮を実現した『スカイステーション工法』の概要と、現場への適用事例について述べる。

【表-1】第4次急傾斜地崩壊対策事業五箇年計画

区 分	(単位:億円)		
	第4次五箇年計画 (平成10~14年度) 計画額(A)	第3次五箇年計画 (平成5~9年度) 計画額(B)	倍率 (A/B)
急傾斜地崩壊対策事業費	5,900	5,800	1.02
災害関連・地方単独事業費	3,200	3,000	1.07
調整費	2,800	2,700	1.04
合計	11,900	11,500	1.03



【写真-1】人力による岩盤削工



【写真-2】単管足場

## 2. スカイステーション工法の概要

### 2-1. 開発製品の仕様

#### (1) スカイステーションAT-550S

スカイステーションAT-550Sは、160トン吊りタダノ製オールテレーンクレーンAR-1600Mをベースとし、最大積載重量6.7tの重量物用旋回デッキを装備した超高揚程高所作業車で、デッキ最大地上高55m、最大作業半径30mを実現した。

またエクステンションジブ及び最大積載重量1.5tのサブデッキを装着することでデッキ最大地上高68m、最大作業半径41mを可能とした。

仕様を【表-2】に、メインデッキ作業範囲を【図-1】、サブデッキ作業範囲を【図-2】、メインデッキ装着時の外観を【図-3】に示す。

#### 《特長》

##### (a) メインデッキ

メインデッキは6.7m×3mとし、パーカッション装置や種々の装置を余裕をもって搭載可能とした。またデッキ先端部を3分割し、拡張機能によりそれぞれが個別に1m伸長する。また360°連続旋回機能によりどのような斜面にも的確にアプローチ可能とした。さらに、資材積み降ろし用の450kg吊りのカーゴクレーンを標準装備している。

##### (b) サブデッキ

メインブームに対し5°から60°の範囲で無段階にパワーチルトするエクステンションジブ

と、2.8m×2mのサブデッキを組み合わせることにより、メインデッキに比べてさらに高く、さらに遠くの作業を可能とした。またオーバハング斜面にもアプローチ可能とした。

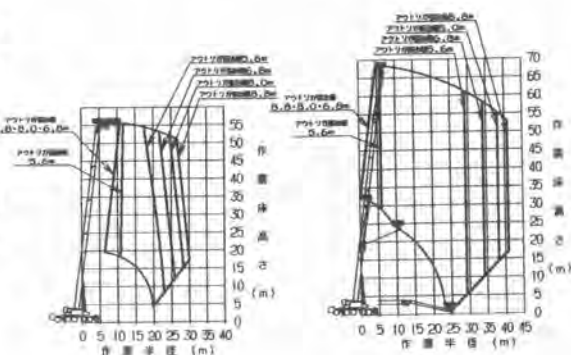
##### (c) 安全性・操作性

新開発のマルチディスプレイ型AML（過負荷防止装置）とAMC（総合制御装置）の2系統の安全制御装置により、安全性を高めた。

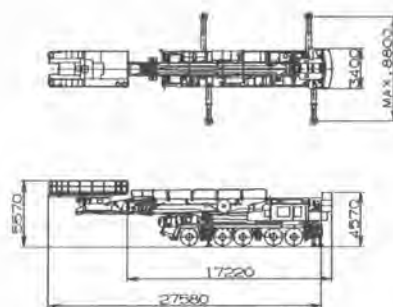
操作はデッキ上の上部操作盤と旋回台部キャブ内操作盤のどちらからでも可能とした。また音声メッセージにより作業状態をオペレータや周囲の人に知らせる音声警報装置を装備し、安心して作業に集中

【表-2】 スカイステーションAT-550Sの仕様

	メインデッキ	サブデッキ
最大積載量	6.7t	1.5t
最大地上高	55m	68m
最大作業半径	30m (6.7t積載時) 35m (3.0t積載時)	41m (1.5t積載時) 44m (0.5t積載時)
デッキ面積	23.1m <sup>2</sup>	5.6m <sup>2</sup>
旋回角度	360°連続	
チルト	—	5°～60°
安全装置	過負荷防止装置、音声警報装置、非常用ポンプ、緊急停止装置、ジャッキインターロック装置、ブームインターロック装置、アウトリガインジケータ他	



【図-1】メインデッキ作業範囲 【図-2】サブデッキ作業範囲



【図-3】メインデッキ装着時外観図

できるようにした。さらに、急激なレバー操作をしても、滑らかに起動・停止する「緩起動・緩停止機能」、ブーム伸縮、起伏のストロークエンドでのショックを防止する「ストロークエンドクッション機能」、ブームの長さ、角度、作業半径に応じて速度を自動的にコントロールする「起伏速度制御装置」「旋回速度制御装置」を標準装備し、安全性を高めた。

#### (d) 走行性能

メルセデス・ベンツ社製の最大出力503馬力のエンジンを搭載し、Hi・Lo切り替え付自動ロックアップ5速フルオートマチックミッションや油圧式ハイドロニューマチックサスペンションと8輪駆動との組み合わせで、超大型キャリヤとしては驚異的な走りを実現した。さらに、4方式のステアリング方式でクラス最小の小回り性と操縦性を実現した。

なお本機は公道走行時には、旋回体及びブームを別送し、台車のみで走行しなければならない。台車は道路法による基本通行条件のC条件適合車である。

#### (2) AT-250S

スカイステーションジュニアAT-250Sは4モーションコントロールを標準装備し、分解搬送する必要のないコンパクトなキャリヤで、デッキ最大積載重量2.5t、デッキ最大地上高25m、最大作業半径14mを実現した。

また、7m道路の片面を通行可能な状態で作業可能とするため、テールスイングが車体からはみ出さない構造とした。

仕様を【表-3】に、作業範囲を【図-4】に、外観を【図-5】に示す。

#### 《特長》

##### (a) デッキ

3.5m×1.94mのデッキは拡張機能により4m×3.57mまで拡張可能とし、法面安定化工事用の機械の搭載を容易にした。また360°連続旋回機能によりどのような斜面にも的確にアプローチ可能とした。

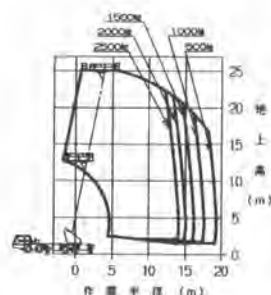
なおオプションとして、資材積み降ろし用の100kg吊り電動ウインチを用意している。

##### (b) 安全性・操作性

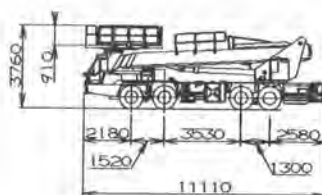
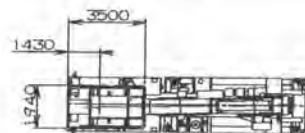
新開発のAMC（総合制御装置）を搭載し、操作性・安全性を高め、レバー1本で水平・垂直・斜め移動ができる4モーションコントロールを標準装備し、経験や勘に頼ることなく誰でも簡単に目指す斜面へ一直線にアプローチ可能とした。

【表-3】スカイステーションジュニアAT-250Sの仕様

デッキ最大積載量	2.5t
デッキ最大地上高	25m
デッキ最大作業半径	14m (2.5t積載時) 19m (0.5t積載時)
デッキ面積	11.5m <sup>2</sup>
旋回角度	360°連続
安全装置	過負荷防止装置、音声警報装置、干渉防止装置、非常用ポンプ、緊急停止装置、ジャッキインターロック装置、ブームインターロック装置、アウトリガインジケータ他



【図-4】作業範囲



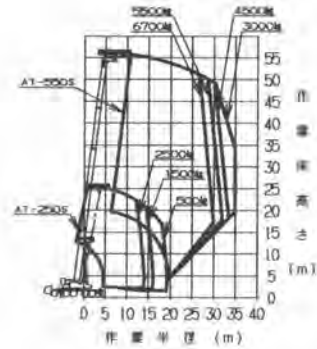
【図-5】外観図

操作はデッキ上の上部操作盤と旋回台部操作盤のどちらからでも可能とした。また音声メッセージにより作業状態をオペレータや周囲の人に知らせる音声警報装置を装備し、安心して作業に集中できるようにした。さらに、急激なレバー操作をしても、滑らかに起動・停止する「緩起動・緩停止機能」、ブーム伸縮、起伏のストロークエンドでのショックを防止する「ストロークエンドクッション機能」、ブームの長さ、角度、作業半径に応じて速度を自動的にコントロールする「起伏速度制御装置」「旋回速度制御装置」、ブームと車輻やデッキとの干渉を未然に防止する「ブーム干渉防止装置」を標準装備し、安全性を高めた。

(c) 走行性能

最小回転半径10.2mのコンパクトなキャリヤとし、全装備状態で公道走行可能な、道路法による基本通行条件のC条件適合車とした。また現場内での移動はデッキ上に2.5t積載したままで可能とした。

スカイステーションAT-550Sと、スカイステーションジュニア250Sの作業範囲は相互補完的な役割を果たしており、この2機種を用いることにより、アンカー工事における完全無足場工法が確立できた。【図-6】



【図-6】作業範囲比較

2-1. 現場への適用事例

(1) 施工実績

スカイステーション工法の施工実績を【表-4】に示す。

【表-4】施工実績

工事名	機種	工期
北海道開発局 オビラルカトンネル工事	AT-550S	H10.09~H10.11
北海道建設部 穂別蘆川線局改2工区工事	AT-550S	H10.11~H11.03
北海道建設部 穂別蘆川線災害防除工事	AT-550S	H11.06~H12.01
北海道建設部 小樽海岸公園舗装工事	AT-550S	H11.07~H11.11
北海道開発局 336号橋仮町橋構造改良工事	AT-550S	H11.09~H11.09
寺岡工務㈱ クラウズ校舎3階ベランダ設置針金敷き工事	AT-550S	H11.11~H11.11
宮崎開発建設部 274号日高ウエンゲル法塔	AT-550S	H11.11~H11.12
北海道建設部 松前町築港2急傾斜地工事	AT-550S	H11.12~H11.12
北海道開発局 336号橋仮町橋構造改良工事潮見台工区	AT-550S	H12.01~H12.02
関東地方建設局 波木井防災工事	AT-550S	H12.03~H12.03
小樽開発建設部 229号神恵内村川白トンネル	AT-550S	H12.03~H12.04
宮崎開発建設部 一般国道453号大滝行緊急災害	AT-550S	H12.04~H12.05
遠別町 遠別町道の沢改修工事	AT-250S	H12.06~H12.06
東京都 東京スタジアム	AT-550S	H12.07~H12.07
特定土木事業所 尾崎路津別線道車庫改修工事	AT-550S	H12.07~
留萌支庁 防災ダム大根地区2工区	AT-250S	H12.07~

(2) スカイステーションの機械損料

スカイステーションは現在機械損料が設定されていないため、北海道では暫定的に、平成10年度建設機械等損料算定表の高所作業車の数値を基に計算して運用している。【表-5】

【表-5】損料表

機種	稼働率	(1) 基礎価格 (千円)	(2) 年間標準					(7) 運転1時間あたり (円)	(8) 併用1日あたり											備 考
			(3) 標準 使用 年数 (年)	(4) 運転 時間 (時間)	(5) 運転 日数 (日)	(6) 併用 日数 (日)	(9) 維持 費率 (%)		(10) 管理 費率 (%)	(11) 燃料 費率 (円)	(12) 燃料 費率 (円)	(13) 燃料 費率 (円)	(14) 燃料 費率 (円)	(15) 燃料 費率 (円)	(16) 燃料 費率 (円)					
AT-550S(EN)	0.13	356,000	7.4	860	120	160	25	9.0	140	49,930	830	331,044	386	130,188	1,508	537,007				
AT-550S	0.13	392,000	7.4	860	120	160	25	9.0	140	46,564	880	306,726	386	121,407	1,508	500,804				
AT-2602	0.13	106,000	7.4	860	120	160	25	8.0	140	15,147	930	100,429	386	39,484	1,508	162,912				

(3) 施工事例

施工事例として、穂別蘆川線局改2工区工事を紹介する。

本工事は北海道の穂別町と蘆川町をつなぐ道々で、道路沿いに面した岩盤斜面が崩落の危険性があり、

斜面の安定性を図る必要があった。まず現場では崩落危険のあるオーバーハングや急勾配の岩盤斜面を標準的な法面勾配を1:0.5とする事とし削工(岩切り)した後、現場吹付法枠とグラウンドアンカー、ロックボルトで定着し斜面の安定を図る事とした。斜面揚程高約48m、斜長約55m、岩盤削工(岩切り)総数は約7,300m<sup>3</sup>で、風化泥岩及び風化砂岩であり軟岩I(硬度)である。現場吹付法枠は上部H200、中部H500、下部H300で中部はグラウンドアンカーφ115(5-2)、下部はロックボルトφ90(D-25)で定着を行った。現場吹付法枠総数4,798.11m<sup>2</sup>、グラウンドアンカー316本、延長3,133.5m、ロックボルト605本、延長1,815mが設計概要で、3期に分け施工が行われた。【図-7】

#### (4) 施工結果

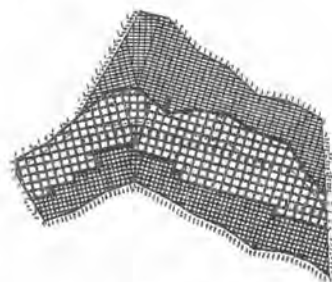
スカイステーションを設置した後、メインデッキに0.2m<sup>3</sup>クラスのプレーカー付バックホーを取付けH500の現場吹付法枠が設置される上段までを目安に岩盤斜面の削工を行い【写真-3】それより上部のH200が設置される部分の施工は、サブデッキ(エクステンションジブ付)に0.015m<sup>3</sup>クラスのプレーカー付バックホーを取付け削工を行った。【写真-4】

施工出来高はメインデッキが1サイクル7H当たり50m<sup>3</sup>前後で、サブデッキが1サイクル7H当たり18m<sup>3</sup>前後であった。

メインデッキの施工範囲はおよそ揚程高38m、作業半径22m、斜長40m。サブデッキの施工範囲はおよそ揚程高44m、作業半径33m、斜長53mであった。

グラウンドアンカーとロックボルトの施工は、従来工法では現場吹付法枠、単管パイプ足場組立、ボーリング作業がラップする上下作業は危険を伴うため、一切行う事ができなかったが、『スカイステーション工法』を採用する事によりボーリングマシンと人間を載せたまま移動できるため【写真-5】、現場吹付法枠の養生が終わった所から順次、グラウンドアンカーやロックボルトの打設を行う事ができた。斜面安定工事において、経済的にも工期的にも非常に高い比率である単管パイプ足場は、本工法により工期の大幅な短縮とコスト縮減が図れた。

以上の事から『スカイステーション工法』は斜面岩盤削工においては、1サイクル50人~60人工の出来高(従来の5倍~15倍程度)が上がり、アンカー工では単管パイプ足場組立解体に要する日数が短縮されると共に、並行作業に伴う工期の短縮(40%程度)が図られ、しかも天候に左右される事がなく、安全性については、従来工法とは比較にならない位向上する事ができた。



【図-7】法面平面図



【写真-3】メインデッキによる岩盤削工



【写真-4】サブデッキによる岩盤削工



【写真-5】グラウンドアンカー打設状況

軟岩掘削にスカイステーション工法を適用した場合の実績を、基準掘削量を $25\text{m}^3$ に換算した数値を【表-7】に、スカイステーションを単管足場として使用した場合実績を、 $1,000\text{空m}^3$ の換算値で【表-8】に示す。また、従来工法で施工した場合のとの工程の比較を【表-9】に示す。

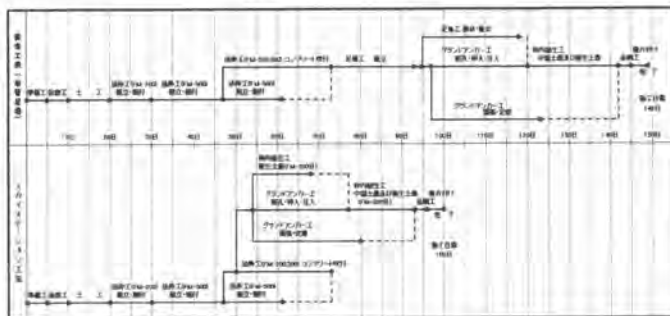
【表-7】軟岩掘削  $25\text{m}^3$ 換算

	従来技術	新技術	向上の効果
工 法	静的破砕+人力	スカイステーション工法	
経済性	1,250万円	409万円	67%
工 期	2.5日	1.57日	39%

【表-8】単管足場  $1,000\text{空m}^3$ 換算

	従来技術	新技術	向上の効果
工 法	単管足場	スカイステーション工法	
経済性	280万円	260万円	7.1%
工 期	120日	50日	50%

【表-9】工程比較表



### (5) まとめ

#### 《災害防除工事》

##### 従来工法

- ①岩盤削工（岩切り）は命綱を使用して人力主体で行う。
- ②現場吹付法枠の設置及び植生土のう設置は命綱を使用して人力主体で行う。
- ③ボーリング機の作業足場は単管パイプを使用し人力により組立解体を行うか、クレーンによる吊り足場で行う。

##### スカイステーション工法

- ①岩盤削工はデッキ上にプレーカーを取付けたバックホーを搭載して行う。
- ②現場吹付法枠の設置及び植生土のう設置はデッキ上より行う。
- ③ボーリング機の作業足場はデッキである。

#### 《技術開発による効果》

- ①安全性の向上（労働災害の削減） ②工費の縮減 ③工期の短縮 ④法律を遵守した工法の提供
- ⑤篤職といわれる人手不足への対応 ⑥工期短縮に伴う総資本回転率向上による経営の合理化

### 3. おわりに

冒頭で述べた様に、我が国は80%近くが山岳地帯であり交通網を整備、維持していく上で斜面の安定化は避けては通れない問題である。しかし、斜面安定工事の機械化は現在ほとんどされておらず、人力に頼っているのが現状である。しかし『スカイステーション工法』の開発と施工実績を積み重ねた結果、安全性はもちろん、工期面、総合的にコスト面で従来工法と十分競争力があることが明らかとなってきた。『スカイステーション工法』が更に安全性の向上をもたらし、工期短縮やコスト縮減の手段となる様、斜面安定工事の高度化を目指していきたいと考えている。

最後に、『スカイステーション工法』による施工及び本稿執筆に際し、多大な御協力を頂いた室蘭土木現業所若小牧出張所、(株)小金澤組、並びに(株)ハラダ総業、(株)タダノの関係各位に深く感謝の意を表します。