

軽量ブーム搭載の新型高所作業車

スカイボーイ AT-320XTG-1

山下 輝

従来の限定中型免許（GVW8t未満）で運転可能な直伸式ブーム型の高所作業車は最大地上高27m以下であり、最大地上高32mの高所作業車は中型免許枠（GVW11t未満）であった。本稿で紹介するスカイボーイ AT-320XTG-1（以下「本機種」という）は、新規開発した21面体・5段同時伸縮の軽量ブーム採用により、限定中型免許で運転可能ながら従来の27m高所作業車と変わらないコンパクトな車両寸法と最大地上高32mの広い作業範囲を実現した。本稿では軽量化技術と共に本機種の概要と特長を紹介する。

キーワード：高所作業車，トラック，軽量化，ブーム，作業範囲，テレマティクス，環境性能

1. はじめに

高所作業車は、建築、土木、道路、点検・補修等のメンテナンスといったさまざまな現場で使用される車両である。車両のタイプとしては、機動性に富むトラック式と屋内作業や造船所で稼動するホイール式、建築現場等の不整地で稼動するクローラ式といった自走式があり姿・かたちもさまざまである。

特にトラック式の高所作業車は、作業高さ8m～40mの製品が日本国内で生産されており、その機動性を生かして「現場から現場へ」と迅速に対応できる車両として幅広い用途に使用されている。トラック式高所作業車を市場別に見ると、電気工所用、通信工所用、一般工所用に大きく分類される。その中でも一般工所用の使用用途は、建設工事、橋梁やトンネルの点検・整備、看板工事、メンテナンスなど多岐にわたる。特に近年は道路・トンネル等の道路関連市場、公共施設の耐震補強工事等のインフラ老朽化への対応が喫緊の課題としてクローズアップされており、その現場でも維持・管理のメンテナンス需要として高所作業車は必要不可欠な車両となっている。またトラック式高所作業車は公道を走行することから運転免許制度に依存し、車両総重量（以下GVWという）により免許区分が異なる。そのため最大地上高や作業範囲などの性能と共に車両の軽量化も求められる。

高所作業車の腕部分（以下ブームという）には伸縮式と屈伸式があり、伸縮式は操作が容易でレンタル向け用途に適するため日本国内の高所作業車の多くが直伸式ブームとなっている。一方、屈伸式は奥深く進入

でき障害物をよけることが可能で差し込み作業に適している。

このような状況の中、本稿では新規開発した軽量ブームの搭載によりGVW軽減と作業性能向上を両立した高所作業車の第一弾として本機種を開発したので概要について紹介する（写真—1, 2）。



写真—1 走行姿勢 外観



写真—2 作業姿勢 外観

2. 製品の概要と特長

本機種は限定中型免許で運転可能なGVW8t未満ながら最大地上高32mを実現した高所作業車であり、ブームにはレンタル用途に適した直伸式を採用している。従来の限定中型免許枠の直伸式ブーム高所作業車は最大地上高27m以下であったが、本機種は従来27m機種と同等のGVWと車両寸法ながら、最大地上高と最大作業半径を広げ「より高く、より広い」を実現した。これらの実現には技術的課題として構造物の軽量化が必須であり、本機種は新規開発した軽量ブームにより課題の解決を図った(表-1)。

(1) 作業範囲の拡大

高所作業車の基本性能で重要視されるのが、車両の

コンパクト性と作業範囲である。よりコンパクトな車体で、より高く・より遠くへアプローチできるかが評価につながる。一般的には車両の大きさ・重量に比例して作業範囲(作業高さ・作業半径)も大きくなり、主要な購入ユーザであるレンタル会社のレンタル価格も作業高さに比例して高くなる価格設定となっている。

そこで本機種は従来27m機種と同等の車両コンパクト性と重量を維持しながら、最大地上高で+5m、最大作業半径で+1.6mの作業範囲拡大を実現した(図-1, 2)。これにより車両の機動性や使い勝手が従来27m機種と変わらないため、従来通りレンタル会社での専用オペレータ不要の機械のみの貸し出しを可能とするとともに、作業性向上による適用用途拡大と作業の効率化を可能としている。またブームには操作性

表-1 主要諸元比較

	本機種 AT-320XTG-1	従来27m機種 AT-270TG-2
バスケット積載荷重	200kg 又は 2名	200kg 又は 2名
最大地上高さ	32.0m	27.0m
最大作業半径	17.0m	15.4m
車両寸法(全長×全幅×全高)	8.67m × 2.2m × 3.75m	8.63m × 2.2m × 3.75m
車両総重量	8t未満	8t未満
架装対象車	4.0t車クラス	4.0t車クラス
ブームタイプ	直伸式	直伸式
ブーム形状	最大21面体	6面体
ブーム段数	5段同時伸縮	4段同時伸縮
ブーム長さ(全縮~全伸)	8.00~30.52m	8.00~25.52m

(注) 全長×全幅×全高(走行姿勢)は架装シャシにより異なる。

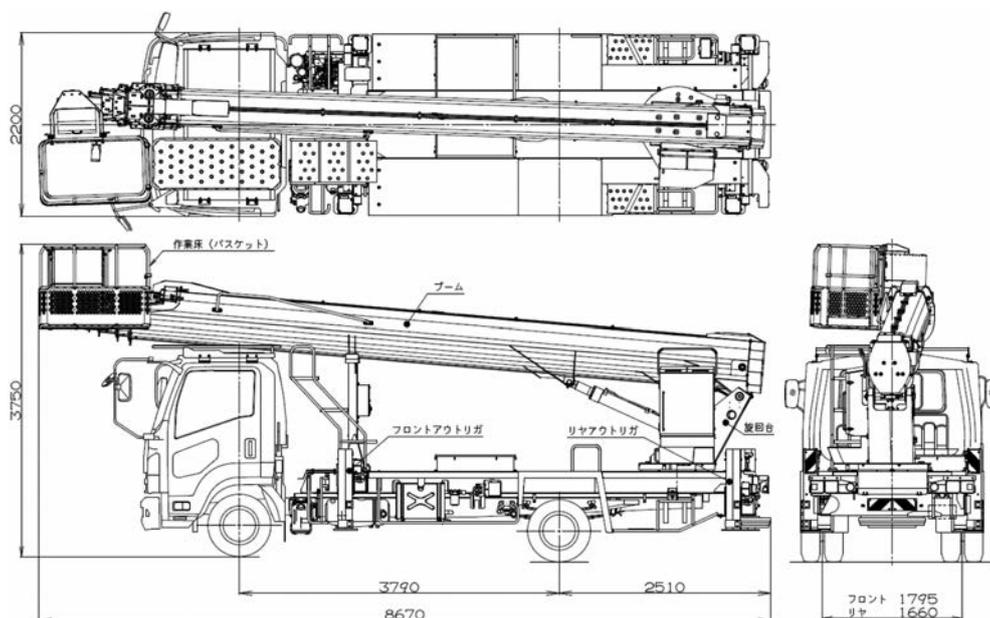


図-1 3面図

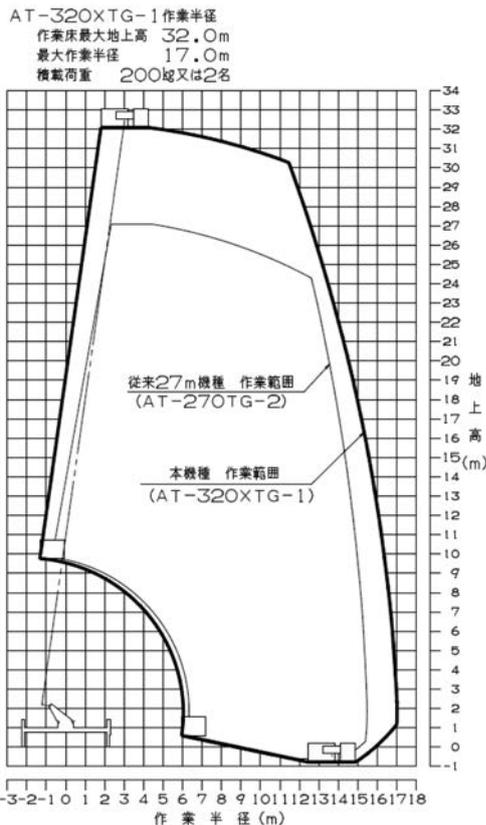


図-2 作業範囲比較 (バケット積載荷重 100 kg 時)

の良い直伸式を採用するとともに、後述する軽量化と高剛性を両立した21面体断面を採用することでよりレンタル用途に適した機械となっている。

(2) ブームの軽量化

車両のコンパクト性と作業性能の両立には技術的課題として構造物の軽量化が不可欠である。本機種ではブームを軽量化することで課題の解決を図った。高所作業車のブームは鋼板を折り曲げ、端部を溶接して箱形状にしたものを入れ子状に構成した構造が一般的であり、建設機械であることから高い耐久性と堅牢性を求められる。

本機種で採用したブームは、従来27m機種同様の全縮長さと同様のブーム剛性を維持しながら全伸長さを5m延長すると共に重量の軽量化を実現した。ブームの概要を以下に紹介する。

(a) 薄板高張力鋼の採用

構造物の軽量化手法には新素材の採用やハニカム構造等の形状工夫なども挙げられるが、いずれもコストや製造性・メンテナンス性に課題がある。そこでブーム鋼板板厚を従来よりも薄くし軽量化した。またブーム鋼板材は従来590MPa級の高張力鋼を使用していたが、より高強度の高張力鋼を採用することで薄板化に伴う応力増大や耐摩耗性などの課題を解決してい

る。

薄板高張力鋼を構造物に採用する課題として製造性の悪化が挙げられる。例えばブームは断面および前後端部を溶接接合する構造が一般的であるが、溶接は鋼板が薄く材料強度が高いほど溶接抜けや不良が発生しやすく、より高度な加工技術が必要となる。他にもプレス工程での加工精度悪化やブーム材に採用可能な長尺かつ平坦な鋼板製造などの課題がある。薄板高張力鋼の採用には、これら製造技術の向上も不可欠である。

(b) 21面体ブーム断面

高所作業車はブーム先端に設けられた作業床に作業者が搭乗し作業するため、ブームには堅牢性と剛性が求められる。しかしブーム材鋼板を薄板化すると強度と剛性が低下する。そこで本機種ではブーム断面の大断面化と共に、断面形状を従来の6面体から最大21面体の多角形状とすることで強度と剛性を確保した。これにより従来27m機種と同等の剛性ながら軽量化を実現している(写真-3)。

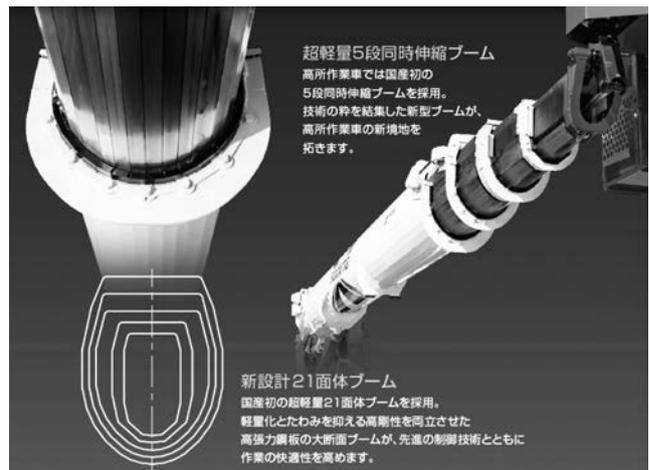


写真-3 ブーム外観

(c) 5段同時伸縮機構

車両のコンパクト性と最大地上高32mの両立には、従来27m機種同様のブーム全縮長さと共に全伸長さの延長が必要となる。そこで本機種はブーム段数を4段から5段とすることで全縮長さを維持しつつ全伸長さを延長した。多くの高所作業車はブーム先端に設けられた作業床に電気および油圧の供給が必要であるが、一般的にこれら電気ケーブルや油圧ホースはブーム内蔵式となっており、ブーム外面への露出を最小限とすることで作業時の接触等で損傷しにくい構造としている。一方、ケーブル類のブーム内蔵は伸縮機構が複雑であり、これまでの日本国内高所作業車のブーム段数は4段以下となっていた。

このような状況の中、本機種では5段同時伸縮機構を新規開発し搭載した。新伸縮機構は1本伸縮シリンダと伸縮ワイヤ掛け回しで構成され、一般的な高所作業車と同様に作動速度の速い5段同時伸縮とした。また作業床に供給する電気ケーブルおよび油圧ホースは従来通り損傷しにくい内蔵式とすると共に、伸縮シリンダ・伸縮ワイヤ・電気ケーブル・油圧ホース等の内蔵物を一体物として組立する構造とすることで軽量化と製造性・メンテナンス性の向上を図っている。

(3) 安全性・快適性・利便性の追求

高所作業車は、高所作業での墜落・転落事故防止等の安全の確保や、工期短縮および経費削減等の作業効率の向上に寄与する機械として普及してきた。このような、より高い安全性や作業の快適性・利便性のニーズに対して本機種は以下の機能を備えている。

(a) 制御機器（検出器）の二重化

高所作業車の制御は、安全性・快適性・利便性向上など高度化してきている。そのなかでも、ブーム長さ・起伏角度・旋回角度、モーメント検出等の検出器データをもとに機械を制御し、労働災害につながる車両の転倒事故や過負荷による機械の損傷を防止している。従来これら検出器はその各々がそれぞれ1個のみ装備されているため、何らかの原因で故障が発生した場合には転倒事故や機械の損傷につながる。こうした課題に対して、より機械の安全性を高めるために各種検出器を二重化した。

これら検出器は車両に搭載されたコントローラ（AMC：写真—4）により制御されており、二重化した検出器の相互差をリアルタイムで監視することで、より安全な作業を可能としている。

新型AMC

テレマティクスや安全装置の拡充などの各種機能充実のために新型AMCを新開発。先進の機能と制御を支えます。



写真—4 コントローラ（AMC）外観

(b) 作動速度制御と緩起動・緩停止機能

高所作業車は、その姿勢に応じてブームの伸縮・起伏・旋回速度を制御して安全な作動速度を実現してい

る。例えば、ブームが長い状態では旋回の作動速度を遅く、ブームが短い状態では旋回の作動速度を早くするという速度制御により、作業床の作動速度（作業者の体感速度）を一定に制御している。また操作レバーの急操作時も緩起動・緩停止機能により、作動速度を徐々に変化させることで作業者へのショックを和らげる。本機種は制御条件をより細かく設定することで、軽量長尺化したブームにおいても急操作・急停止時の作業床の揺れを抑え作業の安全性と快適性を向上させた（図—3）。



図—3 作動速度制限と緩起動・緩停止機能

(c) テレマティクスシステム

遠隔地から車両の情報を確認できる通信システムであるテレマティクス機能を標準装備している。テレマティクスとは、テレコミュニケーション（通信）とインフォマティクス（情報工学）を合わせた言葉である。インターネットから専用のウェブサイトにアクセスする事で、稼動状況や位置情報、エラー履歴を確認することが可能となり、ユーザによる車両の保守管理や、故障時の迅速なサービス対応等のアフターサービスに活かされる（図—4）。

建設機械業界におけるテレマティクスシステムは、大手ショベルメーカーから車両の盗難防止を目的として搭載されるようになった技術であるが、時代の変化とともに省力化・自動化へと発展してきている。高所作業車においても他の建設機械との協調作業や自動化施工等、今後の更なる発展が期待される。



図-4 テレマティクスシステム

(d) その他

従来 27 m 機種は車両重量の関係で車両荷台の最大積載量は確保できていなかった。本機種はブーム軽量化により車両重量が軽量化できたことから最大積載量 100 kg の大型荷台を標準装備しており、資材や工具の積み込みなど、更なる利便性向上に繋がっている。合わせて本機種は軽量化によってオートマチック式トラックへの架装も可能としており、よりレンタル用途としての利便性を高めている。また本機種の主要構造物は鋼製でありアルミ等の軽量素材は採用していない。特に鋼製の作業床は作業時の接触による変形や損傷の修理が容易でありメンテナンス性を高めている。

(4) 環境性能の向上

「低騒音」「省エネ」「CO₂ 排出量の低減」等の環境課題は建設機械においても対応が求められている。こうした課題に対し「アイドリングストップ」と「エンジン回転の無段階制御」を採用した。

(a) アイドリングストップ

一般工事用の高所作業車は、意図しない作動を防止

するためフットスイッチと操作レバーの同時操作で動作する。アイドリングストップはこのフットスイッチの操作に連動しており、フットスイッチを踏んでいない状態が一定時間継続するとエンジンを自動停止させる。その後、作業位置移動のためにフットスイッチを踏むと同時にエンジンが始動する(図-5)。アイドリングストップ機能の採用により燃料消費・CO₂ 排出量を約20%低減させる効果がある(図-6, 写真-5)。

(b) エンジン回転数の無段階制御

高所作業車の油圧駆動は、トラック式高所作業車の場合、PTO (Power Take-Off) を用いてトラックのエンジン回転から動力を得て油圧ポンプを駆動させている。従来機は、無操作時のアイドリングと操作時の低速・高速の3段階のエンジン回転制御であった。この場合、低速時のポンプ吐出量に少しでも不足が生じると高速回転となるため、エネルギーを無駄にしてしまう。本機種は車両エンジンの回転数を各作動に合わせて無段階で制御する機能を採用し、常に必要な流量を確保するようエンジン回転数を制御しており作業時燃料消費の改善効果がある。

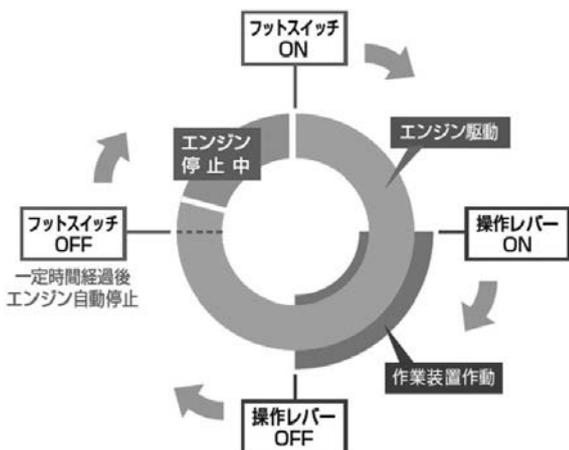


図-5 アイドリングストップ状態遷移

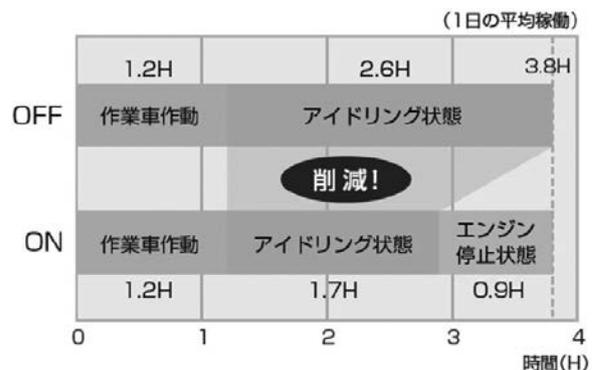


図-6 アイドリングストップ効果イメージ

上部操作部

電気比例式十字操作レバーを採用。垂直・水平操作スイッチの切替で、垂直・水平移動が1レバーで行えます。



アイドリングストップ機能と アクセル無段階制御

アイドリングストップ機能は、操作に応じてエンジンが自動停止、スムーズに再始動。CO₂排出や燃料消費削減、アイドリング騒音の低減を実現します。さらにアクセル無段階制御※を採用し、ムダなエンジン回転の上昇を抑えることで、作業時の燃料消費も抑えました。

※アクセルスイッチがH(高速)の場合のみ



写真一5 操作部外観

3. おわりに

以上、最新の高所作業車について紹介した。本機種で採用した軽量ブームをはじめとする新技術は高所作業車の安全性とともに「より高く、より広い」を実現し、作業性・快適性・利便性を高めユーザにとって「より作業効率の高い機械」となっている。

今後も技術力の向上とともに市場の情報・要求に迅速に対応し、より一層顧客満足度の高い商品の開発に取り組む所存である。

JCM/A

[筆者紹介]

山下 輝 (やました ひかる)

(株)タダノ

LE 開発第二部 高所・特機開発ユニット

主任

