

空港用化学消防車の電動化 ～Oshkosh 社製 STRIKER® VOLTERRA™の紹介～

第一実業株式会社 航空・インフラ事業部
航空宇宙部 中本 圭祐

1. はじめに

当社は米国 Oshkosh 社製空港化学消防車の取り扱いを行い、10 年経過した。これまで国内の空港及び自衛隊の飛行場に約 60 台納入した。

Oshkosh 社は、空港用化学消防車の北米市場で No.1 のシェアを有する。標準車は内燃機関(ICE) を使用したものであるが、2023 年に電動の空港用化学消防車、STRIKER® VOLTERRA™ (写真-1) を新たに開発した。空港における脱炭素化のための一つのアイテムとして紹介をしたい。



写真-1

2. 脱炭素化のための各機関の目標

近年、地球温暖化による悪害が世界各地で散見されるようになった。このために世界規模で、人類目標として地球温暖化防止が叫ばれている。国連気候変動枠組条約第 21 締約国会議 (COP21) では、世界の平均気温の上昇を工業化以前よりも、1.5°C 高い水準までのものに制限することが掲げられた。これを実現するために航空業界も脱炭素化に動き出している。国際民間航空機構 (ICAO) は 2050 年までに航空業界全体で実質炭素排出ゼロを目指すことを採択した。また、日本政府においても、2050 年までにカーボンニュートラルの実現を前提とし、2030 年度までに温室効果ガスの排出を 2013 年度比 46% 削減することを目指す決定をした。この決定に基づき、「空港の脱炭素化に向けた取組方針」の中で、空港車両に係る取組 (空港車両の EV・FCV 化等) が挙げられている。

これまで車両の内燃機関においては、排出ガス中の窒素酸化物 (NO_x) や粒子状浮遊物質 (PM) の排出量を下げるべく、メーカー各社が開発にしのぎを削ってきた。技術革新により NO_x や PM 排出量は格段に少なくなった。次なる課題は、化石燃料の使用量を減らすことである。

3. Oshkosh 社の環境に対する取組み

昨今においては、化石燃料を燃やして電気を生み出すよりは、太陽光、風力、バイオマス等の再生エネルギーによる発電が注目されており、今後この発電量の割合が増えていく。電動化車両は再生エネルギーから発電された電気を利用できる点において脱炭素化として有効である。

Oshkosh 社は米国の特殊車両製造メーカーであり、ディフェンス部門、高所作業器材部門、商業用特殊車両部門の 3 部門で構成される。全部門のあらゆる分野で CO₂ 排出をさせない電動化アイテムの製造販売を行っている (図-1 電動化アイテム群)。



図-1

車両用途ごとで運用場所、運用形態が異なり、充電インフラの入手しやすさ等が異なる。Oshkosh 社としてはそれぞれの分野のアイテムで、使用される環境等を勘案して、電動化がふさわしいかどうか、どんな電動化方式 (EV,PHEV) が最適であるかといったところを個別検証を行い、それぞれのアイテムで最適な開発を行っている。

空港化学消防車は、国内に導入している最大モデルで約 14 トンの水量及び消火剤を積載し、車両総重量は 35 トンを超える。一方で、迅速に事故現場にアクセスするために、高い走行性能が求められる。さらに、平坦な舗装路面以外でも走破できる登坂能力やオフロードも必要な機能となる。これらの性能・機能要求のために、最大級の内燃機関が搭載され、燃料消費量は大きい。また、あらゆることを想定し、性能低下なく長時間連続で運用できる必要がある。ゆえに最も環境負荷の高い車両と見なされる。ここでソリューション提供のために、Oshkosh 社は STRIKER VOTERRA の開発をスタートした。

4. Oshkosh STRIKER の概要

STRIKER® VOLTERRA™ 紹介に入る前に標準モデル (STRIKER) の紹介をしたい。主な特徴を以下 4 項目挙げた。

(1) ミリタリー仕様のサスペンション・足回り

大型軍用トラックでも使用されている独立懸架方式 (図-2TAK-4) を採用している。これにより乗り心地、ブレーキ性能向上、水タンクや配管等の車載機器へのひずみ低減が実現される。

また、走行用タイヤには軍用トラックにも使用されている仕様のタイヤ (24R21) を装着している。これは単位距離当たりの設置圧力が低く、かつ肉厚トレッドとなっているので、瓦礫等を走破する際のタイヤパンクリスクを大幅に低減できる。

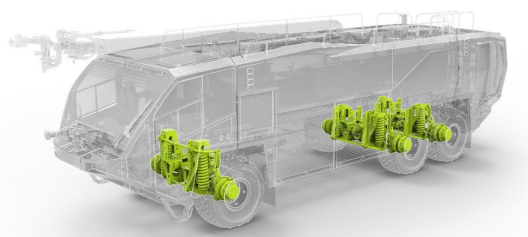


図-2

(2) 直感的な操作性

Oshkosh 社 (Pierce Manufacturing, Inc.) は一般消防車の製造もおこなっており、豊富な消防車製造の経験より、直感的な操作性が空港用化学消防車にも活用されている。(写真-2)



写真-2

(3) 製品ラインアップで部品共用化

4x4, 6x6, 8x8 のモデルで共通のプラットフォームを多く使用しており、部品の共有化が図られている。これはアフターセールスサポートの充実化に有効となる。(写真-3~5)



写真-3 4x4



写真-4 6x6



写真-5 8x8

(4) 消火装置テクノロジー

高所伸縮タレット (HRET) をはじめとして、低所アタックバンパータレットなど、多彩な消火戦術のためのオプションを車両に搭載することができる(写真-6)。また、昨今の環境面への配慮から、実際の消火泡薬剤を放射せずに、消火泡薬液混合装置の機能をチェックできるオプション (写真-7 ECO-EFP) も装備することが可能である。



写真-6



写真-7

5. Oshkosh STRIKER® VOLTERRA™ 6x6

STRIKER® VOLTERRA™は現在のところ 6x6 のモデルのみ適用される。空港用化学消防車においては、長時間に渡る連続的な運用において車両性能を損なうことのないように、駆動系統は内燃機及び電動を組み合わせたシステムが採用されている。内燃機関及びモータのそれぞれのトルク特性を最大限に引き出せる制御がなされている。また、プラグイン充電機能を有しており、バッテリーを充電することにより、内燃機関を起動せずに電動のみで走行が行える。

5-1 開発目標

現在 (2024 年 1 月 18 時点) では、プロトタイプを 2 台製作し、フィールドテストを含む各種試験を

行い（写真-8、9）、設計レビューし、製品化を完了し、受注を受け付けしている段階である。

開発に際しては、フル電動で走行できることと、通常車両の機能及び性能を一切低下させないことを基本とした。とりわけ以下の項目を基本的なものとして開発が行われた。

- ① NFPA414 及び ICAO 空港業マニュアルへの適合
- ② 化石燃料（軽油）使用量の削減
- ③ 車両性能の向上
- ④ 通常車両と同様の操作性

最終製品において、上記いずれの項目を満足するものとなっている。



写真-8



写真-9

5-2 機器概要

標準モデルと STRIKER® VOLTERRA™の諸元の比較を下表のとおりまとめた。（表-1）

項目	標準モデル 6x6(国内向け)	STRIKER® VOLTERRA™ 6x6
水槽/薬液層/粉末容量	10,500/880/300kg	←
エンジン	DEUTZ TCD16.0V8 (または SCANIA DC16)	SCANIA DC13
気筒数	8 気筒	6 気筒
排気量	15.9 ℓ	12.7 ℓ
定格出力	520kW	405kW
最大トルク	2,890Nm	2,343Nm
バッテリー充電用 外部電源	—	DC 150kW, AC200-240V, ~6kW AC400-480V, ~23kW
パワーディバイダ	Oshkosh 標準 ポンプクラッチ 走行放水用モジュレートクラッチ付	←
変速機/モータ	Allison EVS-4800 7 速 AT	Oshkosh EMIVT モータ内蔵無段変速 AT 回生ブレーキ機能
最高速度※カタログ値	113km/h 以上	115km/h 以上
加速性能(0-80km/h)	35 秒以内	25 秒以内
登坂性能	50 度以上	50 度以上
操作装置	Oshkosh 標準	標準モデルと同じ EV 走行ボタンのみ追加
オプション消火装置	HRET 他	← (標準モデルと同様オプションの搭載可能)

表-1

5-3 運用上の特徴

消防車庫からスタンバイ位置までや回送時の走行、待機時の運転室内空調は、内燃機関を起動せずと

も電動のみで行える。緊急時対応等で迅速な走行が必要な場合には、内燃機関とモータの組み合わせ動力が使用される。放水の際の水ポンプを駆動するには内燃機関が使用される。電動及び組み合わせ動力による運行性能は以下のとおりである。

- ・フル電動で0から65km/hの速度で概ね40kmの距離を走行可能
- ・フル電動で最高96km/hの速度で走行可能（内燃機との組み合わせで最高速度115km/h）
- ・内燃機関との組み合わせで0から80km/hの加速時間は25秒以下（標準モデル35秒以下）

なお、内蔵バッテリーの充電は、消防車庫内で直流急速充電装置のほか、3相交流400Vまたは単相交流200Vを使用して行うことができる。また、回生ブレーキ機能を有しており、制動時の運動エネルギーを電気エネルギーへの変換による充電も可能となっている。この機能の副次的なものとして、ブレーキ部品の摩耗低減にも有効となる。

5-4 燃料消費量・CO2削減メリット

成田国際空港殿に2019年に納入したOshkosh STRIKER 6x6において、運用状況を成田国際空港株式会社殿の協力により調査した。Oshkosh社においてフィールドテストで得られた実績値に基づきSTRIKER® VOLTERRA™を同様の使用条件で運用した場合の燃料消費量比較シミュレーションをした。(表-2)

バッテリーをフル充電した場合に、燃料使用量は71.1%削減可能となる。充電に再生エネルギーを使用した場合においてはこの削減量がそのままCO2削減量となる。

標準モデル 年間の燃料消費

運用形態	時間・距離	燃料消費量
スタンバイ	618.7h	3204.8ℓ
放水	32.4h	3236.4ℓ
走行	1736.0km	2256.8ℓ
燃料消費量合計(A)		8698.0ℓ

STRIKER VOLTERRA 年間電力・燃料消費試算

運用形態	時間・距離	燃料消費量	電力量
スタンバイ	618.7h	0.0ℓ	4949.5kwh
放水	32.4h	2232.4ℓ	-
走行(回送時)	1519.0km	0.0ℓ	2825.3kwh
走行(緊急時・最高速度・最大加速度)	217.0km	282.1ℓ	-
燃料消費量・電力量合計		2514.5ℓ	7774.9kwh

年間電力消費量(充電損失分を含む)	9329.8kwh
年間燃料消費量(B)	2514.5ℓ
年間燃料消費削減量(A-B)	6183.5ℓ
燃料及びCO2削減率	71.1%

表-2

5-2 STRIKER® VOLTERRA™販売実績

現在以下のユーザから受注しており、納入はいずれも2024年夏以降を予定している。発注に至った経緯を以下のとおりまとめた。

(1) ダラス・フォートワース国際(DFW)空港向け6台受注

DFW空港は米国テキサス州に位置する。8本の滑走路に対して6つの消防車庫を有し、Oshkosh STRIEKR 8x8を配備している。これをSTRIKER® VOLTERRA™ 6x6×6台と標準STRIKER6x6×2台及び即応車としてSTRIEKR4x4×2台に寄せ換えと増車をする。これはPFAS非含有の新たな

な消火薬液への切り替えに際して、新たな消火泡薬液に最適な消火戦術を実現するための一括更新である。更新に際しては、レスポンスタイム向上を狙った。DFW 空港では新ターミナルが増設されるなどにより、カバーすべき範囲が広域化した。高い加速性を持つ STRIKER® VOLTERRA™ 6x6 でレスポンスタイムに余裕を持たせることが可能となる。

また、DWF は環境問題の意識が高く、国際空港評議会 (ACI) の 7 レベルから構成される空港カーボン認定 (ACA) プログラムにおいて北米初レベル+4 (上位 2 レベル) に認定され、空港及び車両等から排出される CO₂ が実質ゼロを達成している。さらに、上位レベルを目指し、国連の世界目標より早く、2030 年までに、カーボン排出実質ゼロを目標に掲げている。

STRIKER® VOLTERRA™ 導入がこの環境目標をサポートできることも決め手となった。

(2) ウェスタン・シドニー国際(WSI)空港向け 4 台受注

オーストラリアで 50 年ぶりに新設される WSI 空港は 2026 年に開港が予定されている。3,700m 滑走路 1 本を有するものとなる。WSI 空港は、建設計画当初より持続可能な未来に向けた戦略を打ち出している。STRIKER® VOLTERRA™はこの目標に完全一致しているために採用された。空港化学消防車を緊急対応のための資産ではなく、より広範囲の環境持続可能性への取組においても重要な役割を果たし、カーボンニュートラルな未来への取り組みを象徴するものとして位置づけされている。

車両はいずれも 50ft 級の高所伸縮タレット (HRET) が装備され、水槽容量 11,356L 及び消火薬液容量 1,590L、粉末消火装置 250kg のシステムが搭載される予定である。

6. まとめ

2030 年までに 2013 年度比 46%の削減をするには、あらゆる側面で脱炭素化を目指す必要がある。空港用化学消防車以外の空港用特殊車両 (除雪、救難関係) のほとんどがディーゼル内燃機関で駆動する商用トラックをベースにしている。乗用車と比べて商用トラックの EV 化は遅れており、車両の脱炭素化の実現はまだ先と予想される。2030 年までの選択肢は多くない。STRIKER® VOLTERRA™は数少ない選択肢の一つである。

一方、軽油の代替としてバイオディーゼルが期待されている。車両の内燃機に使用されるバイオディーゼルについては、現段階で品質面及び供給面で課題がある。安定的な品質を確保するためには規格化が必要であるが、いまのところ米国、欧州の規格に限定されている。また、バイオディーゼルの大量生産となれば、原料確保に森林破壊など別の環境問題が浮上する。ディーゼル内燃機関とモータを組み合わせた STRIKER® VOLTERRA™は、大幅に軽油使用量を削減できる。将来的に、どうしても削減できない部分のみを規格化された使用可能なバイオディーゼルで補うことができれば、より効果的な脱炭素化対策となる。

最後に、本論文作成のために、車両運用情報を提供いただいた成田国際空港株式会社殿に謝意を申し上げたい。

以上