

電動アシストホースカー 「X-Quicker (クロスクイッカー)」 Electric Assist Hose Cart (“X-Quicker”) for Firefighting

藤井 勲 杉山 和弘 向井 勇貴



Abstract

Yamaha Motor Engineering Co., Ltd. (hereinafter referred to as “the Company”) has been developing and selling products for firefighting agencies since 1985 to date, starting with the electric hose cart jointly developed with the Tokyo Fire Department. This range of products includes ride-on electric hose layers, hose carts with handles, firefighting motorcycles (commonly known as “red bikes”), and lightweight dual-focus portable floodlights, among others. The electric assist hose cart (product name: “X-Quicker”) introduced in this article is mounted on the rear of a fire truck (Figure 1). After arriving at the scene, it is used to carry up to 120 kg of equipment, such as fire hoses, and allow hoses to be extended to the fire source or water supply as part of firefighting operations. This article introduces the development and features of this product.

1 はじめに

ヤマハモーターエンジニアリング株式会社（以下、当社）では、1985年に東京消防庁と共同開発した電動ホースカーから現在に至るまで、乗用式電動ホースレイヤー、手引きホースカー、消防活動二輪車（通称：赤バイ）、軽量二焦点型可搬式投光器など、消防機関向け製品の開発、販売を行なっている。今回紹介する電動アシストホースカー（商品名：「X-Quicker」）は、消防自動車の後方に搭載され（図1）、現場到着後に消防ホースなど、最大120kgの機材を積載し、火元や水利までホースを延長するための消防用資機材である。本稿では、その開発概要と製品の特徴について紹介する。



図1 搭載状態

2 商品の企画

昨今の消防業界課題として消防自動車の軽量化、隊員の高齢化、女性隊員の増進に伴う省力化の要望がある。

「X-Quicker」は、当社が得意としていた乗用方式から、隊員が牽引する操縦方式に変更することで、車体の小型軽量化を図り、電動アシスト化により機動性、操作性を向上することを企画の骨子とした。そして“迅速、確実、安心”をキーワードとして、過酷な現場で活躍できる力強さと扱いやすさの両立を目指した。

3 開発企画と達成方法

企画コンセプトに基づき3つの開発項目を示す。

1. 迅速：消火活動の最前線で一分一秒でも早く放水を開始するため、消防自動車から降車後に、ハンドル展開と電源オンの2アクションのみで走行準備を完了させる。
2. 確実：パワフルなモーターで素早く発進加速し、力強く坂

道を上る。また、大径タイヤの採用により、ホースや路面段差を乗り越え、未舗装路などのさまざまな悪路も走破する。

3. 安心：スロットル操作が不要で、直感的かつシンプルな“引くだけアシスト”で、消防隊員とホースカーの動きを連動させ、消防隊員の体力および、精神的な負荷を軽減する。主なフィーチャーを以下に示す(図2)。



図2 主なフィーチャー

3-1. アシスト駆動システムの概要

図3に示す通り、隊員が歩き出すと、B:ストロークセンサーでハンドルが軸方向にストロークする値を検出し、C:コントローラーで必要なモーター出力を演算し、E:モーターに電流値を指示しアシスト力を発生させる。ハンドルがストロークしている時だけアシスト力が発生し、歩く速度を落としたり、止まったりするとアシスト力は発生しない。コントローラーと左右のモーターはCAN(Controller Area Network)通信で指令値の受け渡しを行う。コンポーネントについては、モーターサイクルのエンジン制御ユニットのハードウェアをコントローラーとして流用し、制御仕様は「X-Quicker」専用としている。モーターはE-Bikeで採用されている240Wのモーターを二基搭載、D:バッテリーは密閉式の鉛蓄電池を直列に3個接続して36Vを供給する。

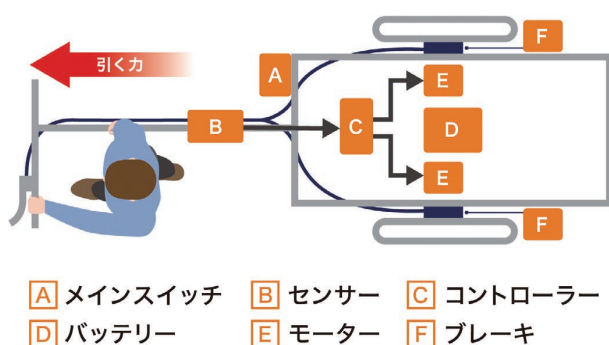


図3 システムの構成

制御仕様の主な特徴を3つ示す。

1. 発進時の力強さと、飛び出し挙動を抑えるため、アシスト力の立ち上がり時間と、モーター出力の適合値を最適化した。
2. ホースカーを牽引する際には、歩くステップによる引き力(=ハンドルにかかる荷重)の脈動が発生する。脈動が大きいとハンドルの持ち上がりが大きく、操縦性が悪化するため、モーター出力の増減方法を最適化し、操縦性を向上させている(図4)。
3. フェールセーフの機能として、片輪が脱輪、もしくは障害物でロックした場合や、センサーに不具合が起きた際にアシスト力を強制的にカットする。

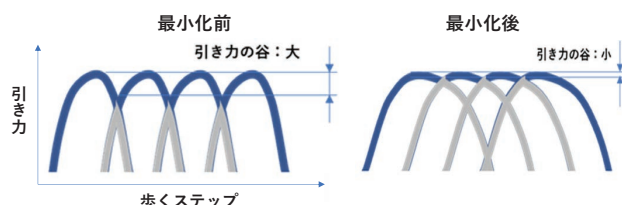


図4 引き力の谷の最小化

3-2. 車体構成

車体構成は、ステアリング部、メインフレーム部、サブフレーム部に大別される。ステアリング部にはストロークセンサーを配置し、そのスライド機構にはカムフォロアー(軸付きベアリング)の採用により、スムーズな動作と操縦時の剛性を確保している(特許出願済)(図5)。メインフレーム部は、ホース10本(200m分)を積載できる容量を確保し、構造に角形鋼管を採用することで、従来の乗用式電動ホースレイヤーの丸形鋼管フレームから、重量軽減と剛性アップを図っている。サブフレーム部は、バッテリー、モーター、ホイールなどの電源、動力系をユニット構造でまとめており、製造性とメンテナンス性の向上による今後のバリエーション展開も考慮している。

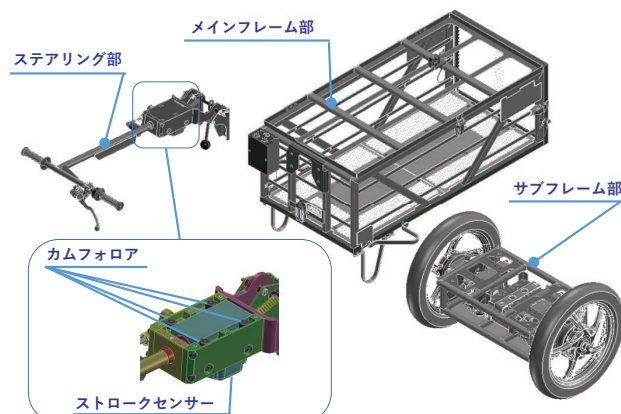


図5 車体構成とスライド構造

3-3. 走行評価・強度・信頼性

評価項目、実施方法、判断基準については、隊員の使用状況を確認し、当社のモーターサイクルの開発経験を生かした、「X-Quicker」独自の実験企画を立案している。一例として、走行機能評価では、ホースカーを牽引する速度や登坂角度に応じて、最適なアシストフィーリングとなる制御パラメーターの適合を実施し、災害現場でホースや路面段差の乗り越し性能確認に加え、山間部や河川敷での使用を想定し、悪路での走行機能確認、および走行耐久を実施した。強度確認では、障害物への衝突後も走行が継続できるよう、フレームや駆動系の強度確認、および現場に散乱するホースの乗り越しを想定した走行耐久試験を実施した。また、大型加振機を用いて、消防自動車搭載時の走行振動を模擬した加振耐久も実施し、必要とされる信頼性を漏れなく確認している。

3-4. アシスト効果

アシスト効果の検証例として、ハンドル取り付け部にロードセルを装着し、アシスト有無でハンドルに掛かる荷重を計測した結果、7°登坂路における登坂範囲の平均値で、約80%の負荷が軽減され、アシストによる力強さを感じることが確認できた(図6)。

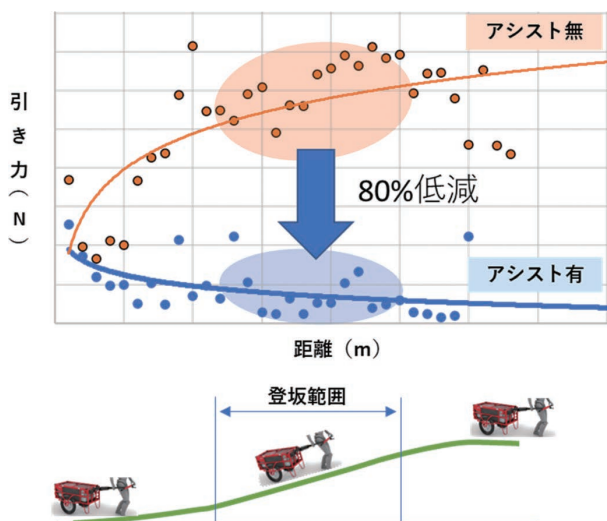


図6 アシスト効果

4 販促活動

「X-Quicker」の販促活動として、アシストによる負荷軽減効果を体感していただくことが一番であるため、各地の消防署へデモンストレーション活動を実施している。併せて、消防署員の方々に認知していただくために、展示会への出展、業界誌への

広告掲載、Web での開発者トークなどの動画コンテンツ等を実施し、製品の良さを訴求する活動を展開している。

参考資料として、仕様諸元を下記に示す(図7)。

仕様諸元

製品名		X-QUICKER
型式		E055
全長	使用時	2,140mm
	収納時	1,241mm
全幅		858mm
全高	使用時	880mm
	収納時	829mm
トレッド		708mm
最低地上高		150mm
装備重量		100kg
最大積載量		120kg
荷室ホース積載本数 ※1		10 本
登坂力 ※2		10°
原動機	型式	ブラシレス DC モーター
	定格出力	240W × 2 個
バッテリー	型式	LPX12-9.0
	種類	密閉式鉛蓄電池
	容量	12V8.6Ah(20 時間率) × 3 個
一充電走行距離(平坦舗装路) ※2,3		約 20km(約 4 時間)
一充電走行距離(10°登坂舗装路) ※2,3		約 1.5km(約 30 分)
タイヤサイズ		2.75-14_41P(チューブ入り)
タイヤ空気圧		280kPa
ブレーキ方式		ドラム式(左右)
駐車ブレーキ方式		手ブレーキロック式
使用环境温度		-5℃ ~ 40℃

※1 ホース径 65mm

※2 最大積載量 120kg積載時

※3 測定条件: 満充電された新品バッテリー、20℃の環境下で連続走行した場合の電流値に基づいた計算値

図7 仕様諸元

5 おわりに

「X-Quicker」は、老若男女を問わず、すべての消防隊員の皆様にご使用いただけるよう、力強さと扱いやすさを兼ね備え、従来は困難であった走行環境での運用を可能とし、消防活動の省力化と活動範囲の拡大を実現した。40年にわたり、重要な社会インフラのための消防製品を市場に提供し続けてきた当社の経験と信頼が結集された成果である。

■ 著者



藤井 勲
Isao Fujii
ヤマハモーターエンジニアリング(株)
事業企画推進部



杉山 和弘
Kazuhiro Sugiyama
ヤマハモーターエンジニアリング(株)
事業企画推進部



向井 勇貴
Yuki Mukai
ヤマハモーターエンジニアリング(株)
システム開発部