

動力式ホース・カーの開発研究について

島 光 男*
梅 澤 道 雄*

1 ま え が き

現在のホースカーによるホースの搬送、延長は人力で行なうもので、非常に大きな労力を必要とし、現場行動における労力の大半をホース延長のためについやしてしまふ。登坂時におけるホース延長ではその影響が特に大きい。

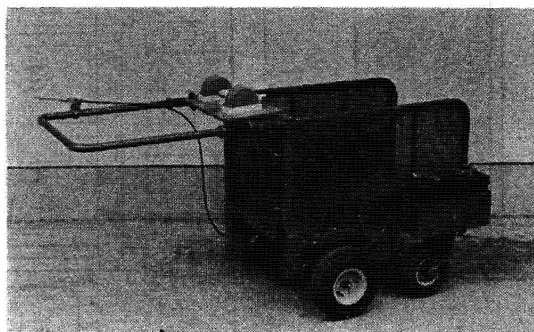
ホース・カーに関する省力化については、以前からしばしば問題にされており、幾度か試作を試みているが、決定的なものをみないまゝ現在に至っている。最近では構内運搬車、ゴルフ・カート等小型の動力伝達機構の車が、民間企業の間で次々と開発されている。消防用ホース・カーの動力化に関して、これらの電動機構を利用することに着目し、ゴルフ・カートの動力伝達機構を使つて、動力式ホース・カーを試作したのでその概要を報告する。

2 仕 様 ・ 構 造

動力式ホース・カーの外観、構造は写真第1、第2第1図、仕様諸元は第2表のとおりである。

動力源は、出力250Wの直流複巻電動機と40AHの蓄電池2個を使い、車輪への動力伝達装置は、デフアレンシャルギヤー機構になつている。車輪は4個あり、

写真第1



写真第2

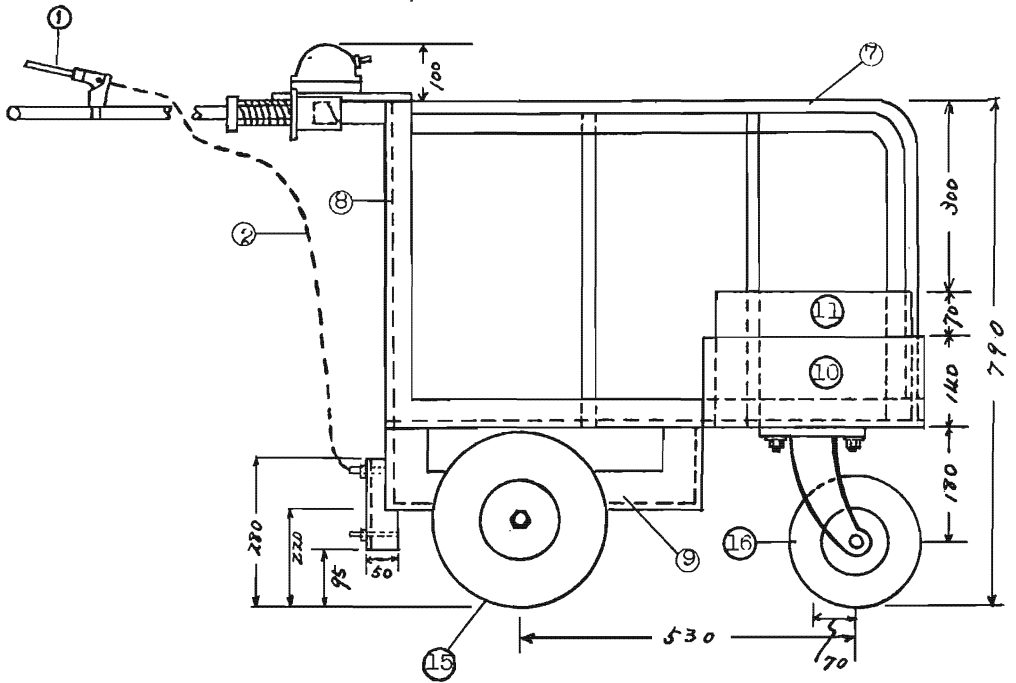
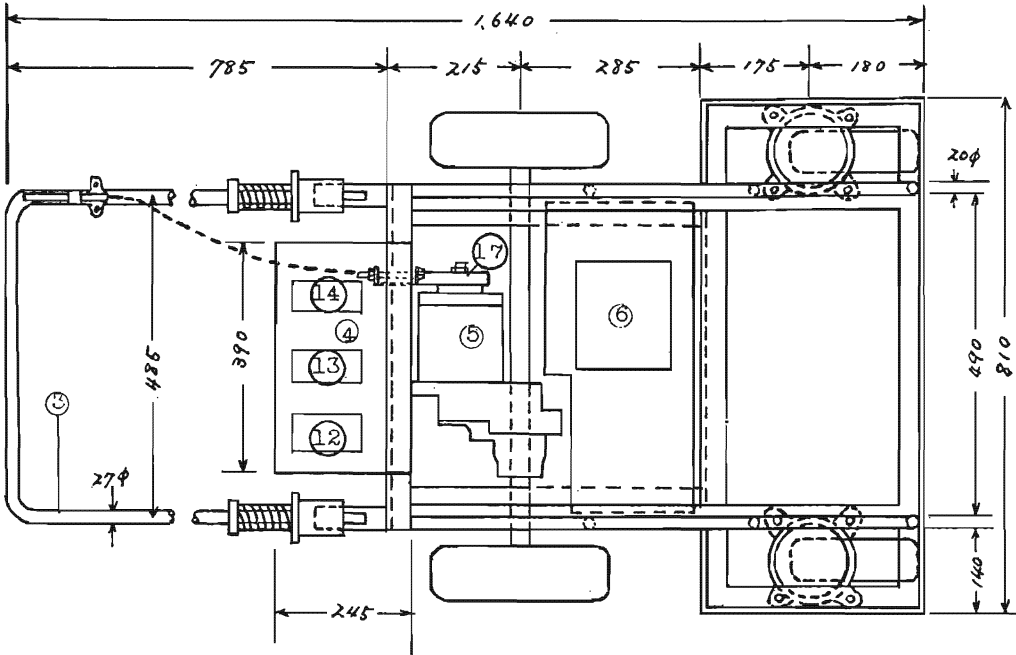


第1表

番号	部 品 名	備 考	番号	部 品 名	備 考
①	ブレーキレバー	制動、始動	⑩	バッテリーボックス	
②	" ワイヤー		⑪	バ ッ テ リ ー	12V, 40AH
③	曳 手	27φ	⑫	切 替 開 閉 器	前進、後進
④	操 作 板	木製	⑬	主 開 閉 器	NFB 30A
⑤	電 動 機	直流複巻12/24V, 250W	⑭	切 替 開 閉 器	低速、高速
⑥	リレーボックス		⑮	駆 動 輪	空気式
⑦	ホースカー本体	20φ	⑯	キ ャ ス タ ー	
⑧	" アンクル	40×40	⑰	ブ レ ー キ	拡張式
⑨	ホースカーアンクル	65×65			

* 第三研究室

第1図 構造 図



第2表 仕様諸元

車 体 寸 法	全長	1,640mm
	全幅	810 "
	全高	890 "
	ホイールベース	530 "
	車輪距離	前輪
後輪		680 "
車体重量	145kg	
最少回転半径	460mm	
電動機	直流複巻電動機12/24V 250W 4極 1,500rpm, 30A	
最終減速比	減速2段デフ付 1:13.9	
制動機構	機械式	
蓄電池	一般自動車用12V40AH×2	

駆動輪は直径30cmの空気タイヤ2個である。電動機、ギヤ機構、車輪等については三菱電機の既製品をそのまま使い、台車フレームは当庁装備工場で製作、ぎ装したものである。

(1) 運転要領

運転操作は、ノーヒューズ・ブレーカーをONにし、曳手ハンドルのブレーキレバーをにぎるだけで、モーターが作動する、運転要領の詳細については、結線図によつて説明すると次のとおりである。

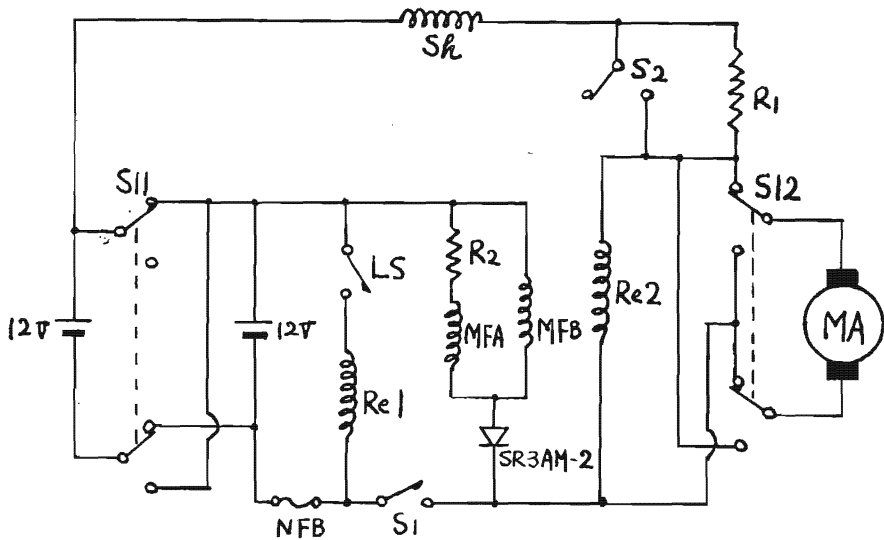
ア 停止時はマイクロスイッチLSがOFFで、常にブレーキが効いた状態になる。発進は、ブレーキレバーをにぎるとLSがONになり、リレースイッチS1、S2が閉じモーターが作動する。

イ 前進、後退の切替は、スイッチS12で行なう。

ウ 速度切替は、スイッチS11によりモーターのアマチュア電圧を12V、24Vに切替えて行なう2段変速である。

エ 電源をしゃ断し(ノーヒューズブレーカーをOFF)、ブレーキレバーをにぎると、普通のホースカーと同様に人力で可動できる。

第2図 結線図



- | | |
|---|------------------------|
| NFB: ノーヒューズブレーカー | R ₁ : 起動抵抗 |
| S ₁ , S ₂ : リレー接点スイッチ | MFA, MFB: モーターフィールド |
| S ₁₁ : 速度切替スイッチ | MA: モーターアマチュア |
| S ₁₂ : 回転切替スイッチ | S _R : 直巻コイル |
| LS: マイクロスイッチ | |

3 性 能

性能については、コンクリート舗装路面の平坦地、勾配6度、10度の坂道で空車、ホース積載本数5本、および10本の場合について走行速度、負荷電流を測定した。

(1) 摩擦係数

コンクリート舗装路面における、動力ホースカーの路面と車輪、差動機、軸受の摩擦などを含めた、全体の摩擦係数を測定した結果は、第3表のとおりである。

第3表 摩擦係数

	全重量 W(kg)	けん引力 F (kg)	摩擦係数 $\mu = \frac{F}{W}$
空 車	145.0	4.5	0.031
ホース5本積載	207.5	7.0	0.034
ホース10本積載	270.0	10.0	0.037

(2) 走行試験

走行速度は、電動機入力電圧を低速(12V)、高速(24V)で20m走行し、ストップウォッチで測定し

た。入力電流については、直流電流計を蓄電池回路に接続し、発進時、走行時の電流を測定した。電動機出力等の測定結果は、第3図、第4図および第4表のとおりである。

平坦地の場合

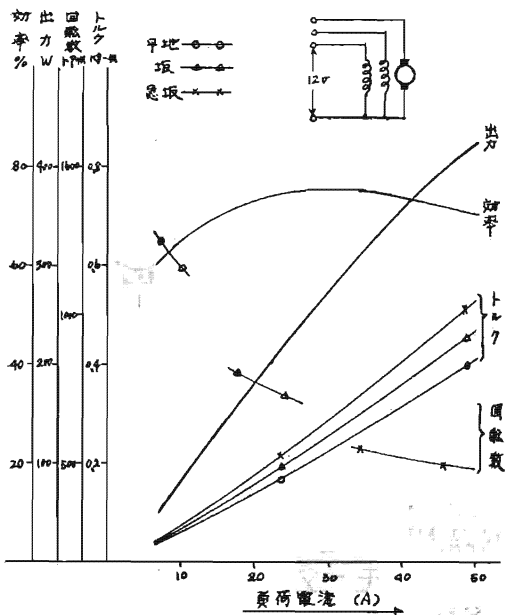
積載荷重0で、低速(12V)運転の時、入力電流8[A]、走行速度5.1[km/h]、これは人間の歩く速さとほぼ同じであり、高速(24V)運転の時、入力電流13[A]、走行速度9.0[km/h]で、これは人間のはや足よりやや速い速度である。また、ホース10本積載(積載荷重125kg)の場合でも、入力電流、走行速度ともにホースを積載しない時の値とほぼ同じである。

坂(勾配6度)の場合

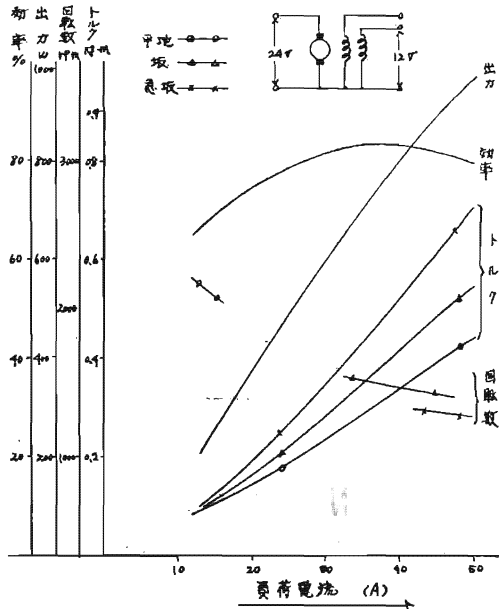
低速(12V)運転の時、積載荷重0で入力電流18[A]、走行速度3.5[km/h]、ホース10本積載した場合入力電流30[A]、走行速度2.3[km/h]になる。高速(24V)運転の時、積載荷重0で入力電流30[A]、走行速度8.0[km/h]である。

電動機の定格電流は30[A]であるから、上記の運転条件の範囲を越えて連続運転する場合には、人力をもつて助けてやる必要がある。

第3図 負荷特性曲線



第4図 負荷特性曲線



第4表 実 験 結 果

	全重量 (kg)	荷重 (kg)	ホース数 (本)	走行速度(km/h)		電動機出力(W)		入力電流(A)			
				12V	24V	12V	24V	発進時		走行時	
								12V	24V	12V	24V
平地 (0°)	145.0	0	0	5.1	9.0	59	202	30	50以上	8	13
	207.5	62.5	5	4.8	9.0	78	252	"	"	10	13
	270.0	125.0	10	4.5	8.5	270	288	"	"	10	15
坂 (6°)	145.0	0	0	3.5	8.0	155	590	"	"	18	30
	207.0	62.5	5	2.8	7.2	225	796	35	"	25	40
	270.0	125.0	10	2.3	6.5	270	913	"	"	30	47
急坂 (10°)	145.0	0	0	2.7	7.2	310	836	50以上	"	35	42
	207.5	62.5	5	2.1	5.4	420	960	"	"	50	50以上
	270.0	125.0	10	—	5.4	—	—	"	"	—	"

写真第3, 第4 第5

(3) ホースラインの乗越え実験

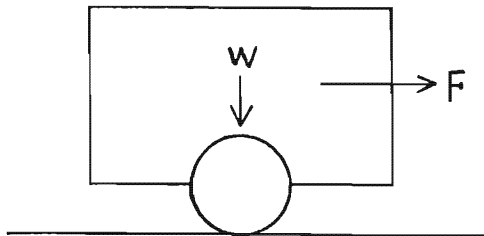
ホースの径と台車々輪の径との比は、現在65対300であり、普通のホースカーでは、その比が65対645である。本試作機では、車輪の径が小さいので、ホースを乗越えられるかが当然問題となってくる。

平坦地において150~200[kg]の積載荷重で、加圧した65ミリホースの乗越え実験を行なった結果、補助輪を曳行ハンドルによつて浮かせてやれば、動輪は自力で乗越えることが可能であつた。写真第3, 第4, 第5は、ホース乗越えの状況を撮影したものである。

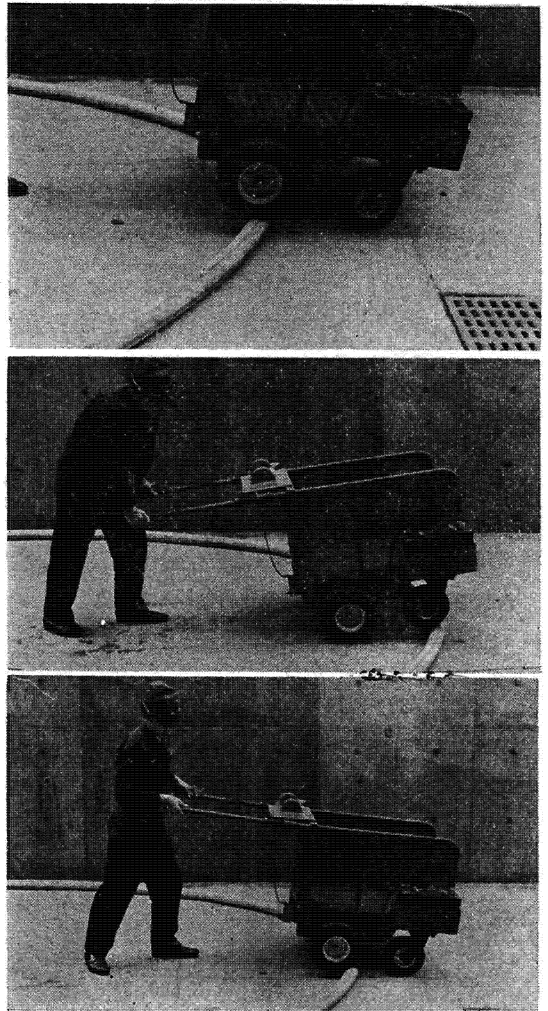
人間が曳行してホースを乗越える場合にも、車輪の径が大きい方が有利であるが、これを動力によつて行なう場合には、車輪の径をむやみに大きくすると電動機出力が不足することになる。

4 理論と実測値

第5図



動力ホースカーの全重量が145 [kg] の場合について、電動機のトルク、回転数、出力、台車運転速度等を計算した結果は、次のとおりである。



(1) 第5図において、等速回転で走行している場合の、各部特性について計算すると、

D : 車輪の直径 30[cm]

W : 台車と荷重の全重量 145[kg]

μ : 摩擦係数(差動機を含む) 0.03

F : 台車の可動に必要な力

$$F = \mu \cdot W = 0.03 \times 145 = 4.3[\text{kg}]$$

モーターには、入力電圧12Vで8[A]流れた、この時のモータートルクTは

$$T = 0.976 \frac{E \cdot I \cdot \eta}{N} \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

ただし E : モーターの入力電圧 12[V]

I : モーターの入力電流 8[A]

η : モーターの効率 60[%]

N : モーターの回転数 [r.p.m]

Fと車輪軸に作用するトルク T_H の関係は

$$T_H = F \times \frac{D}{2} = 4.3 \times \frac{0.3}{2} = 0.64[\text{kg-m}]$$

モータートルクTは

$$T = T_H \times \frac{1}{K}$$

ただし K : 減速比 13.9

$$\therefore T = 0.64 \times \frac{1}{13.9} = 0.046[\text{kg-m}]$$

①式よりモーターの回転数Nは

$$N = \frac{0.976 E I \eta}{T} = \frac{0.976 \times 12 \times 8 \times 0.6}{0.046} = 1,222[\text{r.p.m}]$$

車輪回転数 N_H は

$$N_H = \frac{N}{K} = \frac{1,222}{13.9} = 88[\text{r.p.m}]$$

台車の運転速度Vは車輪の外周をLとすると

$$V = N_H \times L$$

Lは πD であるから

$$V = 88 \times 3.14 \times 0.3 = 83[\text{m/min}] = 5.0[\text{km/h}]$$

したがって、同条件で動き出すとき30[A]流れた、この時、台車の初速度は約18[km/h]になる。また、全重量145[kg]の台車を、引張り力 $F = 4.2[\text{kg}]$ 、入力電流 $I = 8[\text{A}]$ 、走行速度 $V = 5.0[\text{km/h}]$ で運転する場合の、モーター所要馬力Pは

$$P = \frac{F \times V}{75} = \frac{4.2}{75} \times \frac{5,000}{3,600}$$

$$= \frac{4.2 \times 5 \times 10^3}{7.5 \times 3.6 \times 10^4}$$

$$= \frac{21}{27} \times 10^{-1}$$

$$= 0.08[\text{P.S.}]$$

$$\doteq 60[\text{W}]$$

モーターの消費電力 W_H は

$$W_H = E \cdot I = 12 \times 8 = 96[\text{W}]$$

モーター出力 W_{Mo} は

$$W_{Mo} = E \cdot I \cdot \eta$$

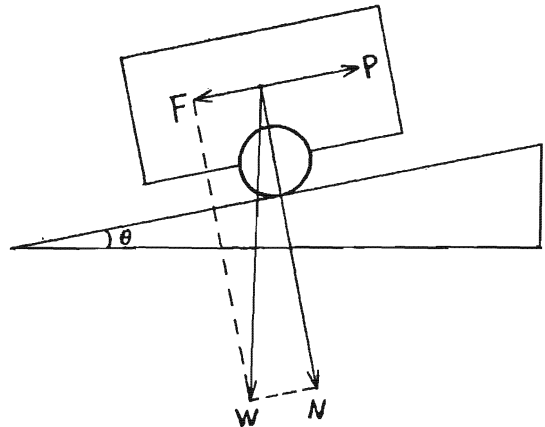
η は効率で60[%]であるからである。

$$W_{Mo} = 12 \times 8 \times 0.6 = 57[\text{W}]$$

(2) 坂道の場合

下図において、坂道の場合については次の式を適用すればよい。

第6図



斜面に垂直に働く力Nは

$$N = W \cdot \cos \theta$$

ただし W : 全重量

摩擦力fは

$$f = \mu \cdot N = \mu \cdot W \cos \theta$$

ただし μ : 摩擦係数

引き上げようとする力Pは

$$P = f + F = \mu \cdot W \cos \theta + F = \mu \cdot W \cos \theta + W \sin \theta$$

5 考 察

走行試験の結果を総合的に考察すると、平坦地において65ミリホース10本積載し、走行速度は実用上十分満足するものであり、入力電流も15[A]程度であるからかなり余裕がある。坂道(勾配6度)の場合、ホース10本積で低速運転の時走行速度2.3[km/h]、入力電

流30[A]であるから、これが連続運転の限界である。したがって、ホースカーの動力化ということに対しては、運用上のすべての条件を動力によつて満足させることは、電動機、蓄電池等のぎ装から考えて困難なことである。

結局、人力で曳行する力の一部を、動力を利用することによつて軽減するという考え方で開発を進めることが必要であろうと思われる。実用化するには、車輪

の径等をさらに検討する必要があるので、今回の実験結果を今後の研究開発資料にして行きたい。

6 おわりに

本試作機の製作ぎ装について、当庁装備工場に多くの協力をいただいたことに対し、謝意を表する次第であります。