

エンジン駆動式動力ホースカーの改良試作実験結果について

Improvement of the Power Hose Cart in use now

石 川 泰 弘*
 橋 本 嘉 洋*
 青 柳 廣**
 石 井 康 彦***

We tried to improve the traveling performance of the power hose cart in use now. The improved one is used about twice diameter wheel as big as one in use now.

We found the following facts as the result of performance test on the improved power hose cart. This hose cart can ride over hose lines in a scene of fire easier than the power hose cart in use now.

1. はじめに

現在各署に配置してあるエンジン駆動式の動力ホースカーは、以前から多く使用されている手引式のホースカーに比べて車輪の直径が小さいため、火災現場において延長ホースの上を乗り越えることがむずかしく、さらにエンジン故障などの場合には、大きなけん引力を必要とするなど、使い勝手が悪いという意見が出されている。

近年、消防装備機器の省力化、安全化が強くさげられており、更新の時期までには、改良、試作を行い、より性能の良いものを実用化することが急務となっている。

そこで、手引式ホースカーの車輪径を変えないままこれを動力化する方法の研究開発を行った結果、次のような改良型動力ホースカーの試作機が完成したので、その概要を報告する。

2. 構造概要

改良型動力ホースカーの外観及び構造は、写真1、2及び図1に、また、各部の名称、諸元等は、表1、2にそれぞれ示すとおりである。

動力源は、4.5PSの汎用4サイクルガソリンエンジンを用い、また動力伝達機構として遠心クラッチ、変速機（前進2段、後退1段）及びデファレンシャルギヤ等は、現用の動力ホースカーのものをそのまま使用した。変速機のチェンジレバー及び燃料タンクは、ホースカーの前面に位置させ

た。

各部の形状、寸法等については、現用の手引式とほぼ同じであるが、最低地上高をエンジン部のみ100mmとした。これは、ホース積載スペース確保の関係上行ったものである。

ホースの積載スペースは、図2に示すとおり寸法となっており、エンジン等の動力スペースと階段状に隔離させた。(写真3参照)



写真1 前面

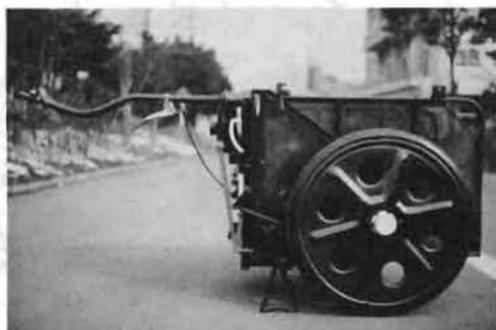


写真2 側面

*第三研究室 **立川消防署 ***大森消防署

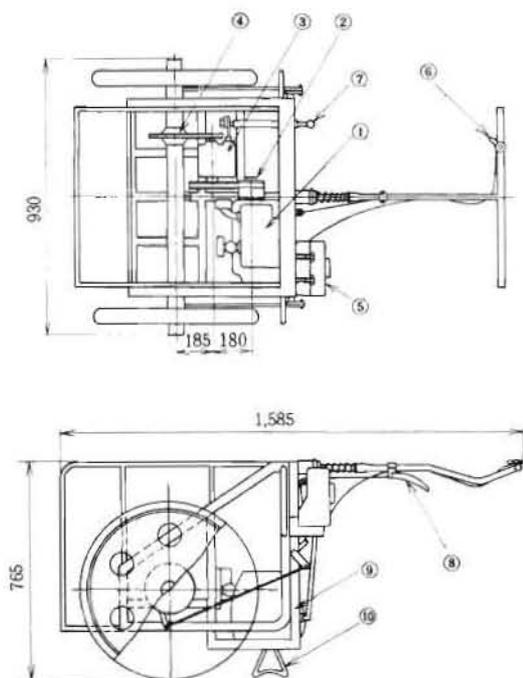


図1 構造図

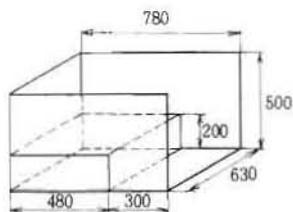


図2 改良型動力ホースカーの積載スペース

65mmホースの積載可能本数を次の式で求めると7.54本となる。

$$N = \frac{V_2}{V_1} \times 10$$

N : 積載可能本数

V_1 : 手引式ホースカー積載容積

V_2 : 改良型動力ホースカー積載容積

次に実際に65mmホースを積載してみると写真4のとおり8本が積載可能である。

操作要領は次による。

- (1) スターターロープによりエンジンを始動する。
(状況によりチョークレバーを引く)
- (2) 引手を保持し、スタンドを外す。
- (3) チェンジレバーをローギヤの位置に入れる。
- (4) スロットルレバーによりエンジン回転を上げ発進する。

表1 各部の名称等

番号	部品名	備考
1	エンジン	4.5PS.空冷4サイクル
2	遠心クラッチ	
3	変速機	
4	デファレンシャルギヤ	
5	燃料タンク	3.0ℓ
6	アクセル	
7	チェンジレバー	
8	ブレーキ	
9	補強フレーム	
10	スタンド	

表2 仕様諸元

項目	寸法等
全長	1650mm
全幅	1100mm
全高	1050mm
最低地上高	100mm
車体重量	145kg
原動機	空冷、4サイクルガソリンエンジン(4.5PS)
変速機	前進2段、後退1段
クラッチ	遠心式
ブレーキ	内部拡張式
車輪径	660mm

- (5) 加速等の状況によりチェンジレバーをトップの位置に入れる。
- (6) 後退する場合は、チェンジレバーをバックの位置に入れる。

表3 各ホースカーの諸元・性能比較表

項目	現用手引ホースカー	現用動力ホースカー	改良型動力ホースカー
全長	1650mm	1955mm	1650mm
全幅	1100mm	1040mm	1100mm
全高	1050mm(上枠)	990mm	1050mm
最低地上高	190mm	95mm	100mm
車両重量	105kg	155kg	145kg
タイヤ径	660mm	420mm(前輪) 310mm(後輪)	660mm
動力源	人力	エンジン(4.5PS)	エンジン(4.5PS)
操縦性能	方向変換容易	方向変換困難(要熟練)	方向変換容易
傷害物(ホース)乗越え性能	1名では困難	車輪径が小さいので困難	1名で容易
積載性能	10本(65mm) 4本(50mm)	10本(65mm)	8本(65mm) 4本(50mm)
隊員負担	けん引労力大	けん引労力なし	けん引労力なし(要保持力)
積載可能なポンプ車	一般ポンプ車	専用ポンプ車	一般ポンプ車

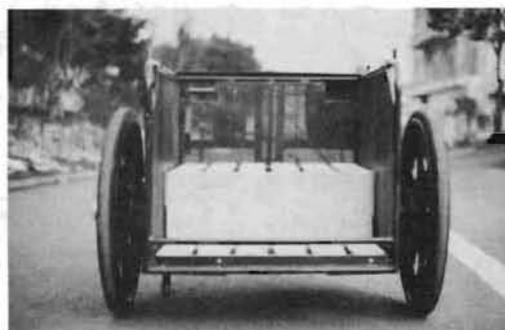


写真3 ホース積載スペース



写真4 65mmホース積載状況

3. 改良型動力ホースカーのエンジン駆動走行性能

平たん地及び登坂路における走行性能実験結果及び改良点、特徴などについては、表3のとおりである。

4. 改良型動力ホースカー等の所要けん引力の測定実験

エンジン駆動式のホースカーは、エンジン故障時等にも容易にえい行できることが必要である。そのため、車輪径と所要けん引力の関係について次の実験を行い、結果の比較検討を行った。

- 現用の手引式ホースカー車輪径(φ650mm)の場合
- 改良型動力ホースカー車輪径(φ650mm)の場合
- 実験用動力ホースカー車輪径(φ350mm)の場合

(1) 実験装置及び方法

図3に示すように、電動式ウインチのワイヤの先端に荷重変換器を取付け、その先にけん引力を測定するホースカーを順次結合した。さら

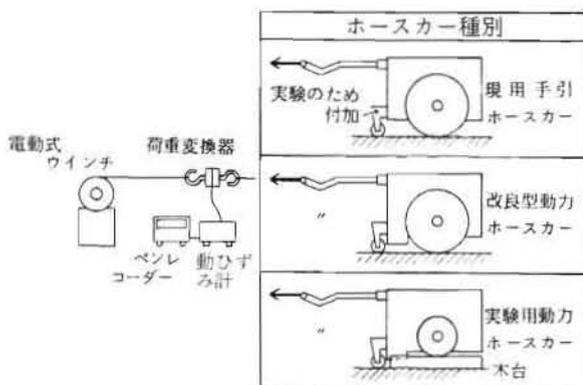


図3 実験装置

に、けん引力の測定結果を記録するため、荷重変換器の出力端子をペンレコーダー（動ひずみ計経由）に接続した。

測定するホースカーには、前部中央にキャスターを取付けけん引力のみを測定できるようにした。また、現用動力ホースカーの車輪を改良型動力ホースカー（試作機）に取付けて、けん引力を測定する場合は、車体が接地しないように車輪下部に木台を敷いた。

測定は、ホースカーをウインチで徐々に引き、始動時のけん引力をペンレコーダーに記録した。

なお、実験条件は表4のとおりである。

けん引力の測定内容としては、平坦地の場合と車輪の前にホースライン（65mm）を置いて乗り越える場合に必要けん引力についてそれぞれ測定した。

積載荷重として、改良型動力ホースカーの満載時を基準とした65mmホース（11kg）8本及び50mmホース（9kg）4本分に相当する124kgの錘りに乗せた。またウインチのけん引速度を5cm/sec以下に設定した。

(2) 実験結果

ア 平坦地におけるけん引力

各ホースカーについて、始動時の所要けん引力を測定した結果は、表5のとおりである。

イ 障害物乗り越え時のけん引力

ホースカーによるホース延長時、特に火災現場付近においては、加圧された消火用ホース等の障害物を乗り越えて延長する必要がある場合がしばしばある。このような場合にホースカーの車輪径の違いによって障害物乗り越え時に必要けん引力にどれだけの差異を

表4 実験条件

ホースカー種別	車輪径	車体重量	荷重量	総重量
現用手引式ホースカー	650mm	105kg	124kg	229kg
改良型動力ホースカー	650mm	145kg	124kg	269kg
実験用ホースカー	350mm	125kg	124kg	249kg

表5 平坦地における所要けん引力

ホースカー種別	車輪径	最大けん引力
現用手引式ホースカー	650mm	4.0kgf
改良型動力ホースカー	650mm	4.2kgf
実験用ホースカー	350mm	4.5kgf

表6 障害物(65mmホース)乗り越え時の所要けん引力

ホースカー種別	車輪径	最大けん引力
現用手引式ホースカー	650mm	81.5kgf
改良型動力ホースカー	650mm	85.0kgf
実験用ホースカー	350mm	118.0kgf

生ずるかを測定した。

障害物としてのホースは、65mmホースを使用し、両輪の直前に接した状態で固定させた。また、積載荷重及びけん引速度については、平坦地におけるけん引力測定と同一とした。

各ホースカーについて、障害物乗り越え時の最高けん引力を測定した結果は、表6のとおりである。

5. 考 察

車輪径を大きくすると障害物等の乗り越えが容易になる理由について理論的に解析すると次のとおりである。

障害物（65mmホース）を乗り越えるときの車輪とホースの接点におけるそのまわりのモーメントを考える。

図4において

W：片輪にかかる重量（kg f）

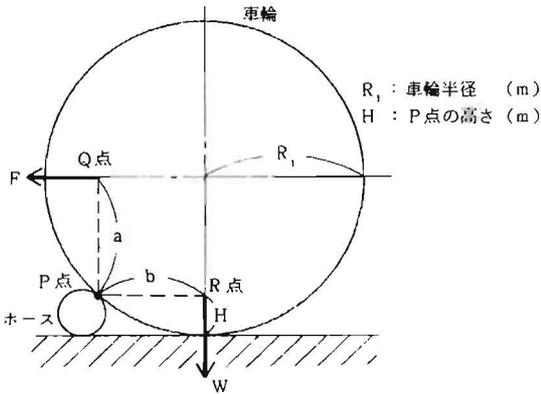


図4 ホース乗り越え時の状況

F : けん引力 (kg f)
 a : P～Q間の長さ (m)
 b : P～R間の長さ (m)

とすると、接点Pを中心に時計方向にホースカー重量に起因するモーメント $M_1 = W \cdot b$ が作用し、反時計方向にけん引力に起因するモーメント $M_2 = F \cdot a$ が作用している。この状態からけん引力Fを増加させていき、両者のモーメントが等しくなったとき、つまり $F \cdot a = W \cdot b$ となったときWの地面から受ける反力が0となり、車輪が浮いた状態でつり合う。さらにけん引力Fを増加させると、けん引力によるモーメント $F \cdot a$ が重力によるモーメント $W \cdot b$ を上まわり、車輪がホースを乗り越える。

したがって理論上、 $F \cdot a > W \cdot b$ が障害物乗り越えの条件といえることができる。

これらの関係を整理すると表7のとおりである。乗越えの条件である $F \cdot a > W \cdot b$ をさらに必要けん引力Fについて整理すると

$$F > \frac{b}{a} \cdot W \dots \dots \dots (1)$$

なお、一般式として

$$F = \frac{[H(2R_1 - H)]^{1/2}}{R_1 - H} \cdot W \dots \dots (2)$$

となる。

改良型動力ホースカーと実験用動力ホースカーについて、上記の(1)式を使いけん引力Fを計算し、実測値と比較すると表8のとおりである。

図4において、改良型動力ホースカーの場合

$$F = \frac{b}{a} \cdot W$$

表7 モーメントと障害物乗り越えの関係

モーメントの関係	障害物乗越え可否
$F \cdot a < W \cdot b$	不 能
$F \cdot a = W \cdot b$	つり合う
$F \cdot a > W \cdot b$	可 能

表8 所要けん引力の計算値と実験値

項目	車輪種別	改良型動力ホースカー車輪 (径650mm)	現用動力ホースカー車輪 (径350mm)
	a		260mm
b		195mm	130mm
b/a		0.75	1.06
W		110kg	100kg
F	計算値	82.5kg f	106.0kg f
	実験値	85.0kg f	118.0kg f

Wは片輪にかかる重量であるから

$$W = \frac{(\text{全重量}269\text{kg}) - (\text{キャストの受ける重量}50\text{kg})}{2} = 110\text{kg}$$

$$\text{よって } F = \frac{0.195}{0.260} \times 110 = 82.5\text{kg}$$

同様に実験用動力ホースカーの場合

$$W = \frac{249\text{kg} - 46\text{kg}}{2} = 101.5\text{kg}$$

$$\text{よって } F = \frac{0.130}{0.115} \times 101.5 = 114.7\text{kg}$$

これをみると、実験値が理論値を若干上まわっているが、空車時のけん引力約4.5kg fを理論値に加算すれば両者はほぼ一致する。

以上のとおり動力ホースカーの車輪径を350mmから650mmに変更することにより、平坦地におけるけん引力は約6.7%減、65mmホース乗越え時のけん引力は約28%減となる。

6. ま と め

今回試作した改良型動力ホースカーの特徴をまとめると次のとおりである。

(1) 長 所

ア 手引式ホースカーの車輪等をそのまま活用

したため、一般のポンプ車への積載時に車両内部の改造を必要としない。

イ エンジン等故障時、現用手引式ホースカーと同様に人力でのけん引及びホースライン等の乗り越えが容易になった。

(2) 短 所

エンジン等の駆動機構を組み込むため、ホース積載量が2本少なくなった。

なお、今後は動力源としてモーター駆動機構など総合的な研究開発を行っていく必要がある。