

駆動ポンプの改良について

Improvement of wheel driven portable pump

石 川 泰 弘*

神 田 淳*

橋 本 嘉 洋**

The Pump is fire fighting equipment at the begining of the fire that is driven by a car wheel.
The prototype pump was developed by 3rd laboratory in 1973.

And now, We improve that is the following:

1. The pump can also used with wide tire. Because the driving roller of the pump loked long in length.
2. The roller was taken light weight by using an alloy of aluminum.
3. Transmission of power became more sure by using a synchronous belt.

1. はじめに

駆動ポンプは、震災時の住宅火災等に対する初期消火器材として開発したもので、その概要は研究所報10号(1973年)に掲載されている。ポンプ装置の機構、能力は自動車の駆動輪の回転力を利用し、小型の自吸式ポンプを回転させ60 l/minの放水ができるものである。開発当初、米国製の自吸式ポンプを使った駆動ポンプが実用化され、蒲田、矢口、東調布の三署において都民指導用として活用されたが、その後、普及の段階でこのポンプが製造中止となり入手できなくなった。また、自動車のタイヤ幅が広がってきたために駆動ローラーの幅を広げる必要が生じた。さらに水ぬれによるVベルトの滑り、そのほか動力伝達機構の改良あるいは軽量化など普及するためには、いくつかの改良が必要となった。

今回行った改良及び性能実験結果の概要を報告する。

2. 駆動ポンプ装置の構造、諸元、性能

改良した駆動ポンプの構造及び諸元は、写真1、2、図1及び表1のとおりである。

3. 改良項目

次の4項目について改良を行った。

- (1) 国産の自吸式ポンプへの変更

- (2) 幅広タイヤに合う駆動ローラーの改良
- (3) 動力伝達機構(Vベルト及びプーリー)の改良
- (4) 本体重量の軽減(ローラーの軽量化)

4. 各部改良点の概要(構造、性能等)

- (1) 国産の自吸式ポンプの構造、性能

ポンプの構造は、図2に示すとおり8枚の羽根をもつゴム製のローターがケーシング内壁に

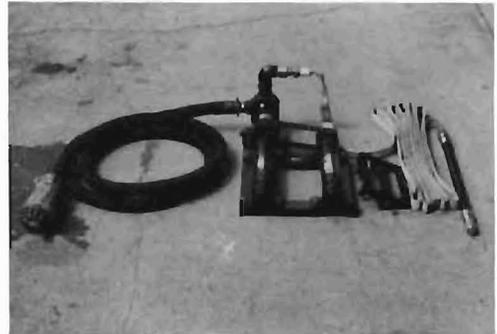


写真1 改良駆動ポンプの全景



写真2 放水状況

*第三研究室 **大森消防署

接触しながら回転するものである。

国産ポンプの性能は、図3に示すとおり回転数2,200rpmにおいて吐出水量は約50ℓ/minである。

(2) 幅広タイヤに合う駆動ローラーの改良

ラジアルタイヤの普及など自動車のタイヤは幅広タイヤが主流になってきた。開発当初、駆動ローラーの幅は160mmに設計したため、最近の200mm前後の幅広タイヤの自動車では駆動できないものとなった。そこで、ローラーの幅を90mm増加させ250mmに変更するとともに軸径を若干太くして耐荷重強度の強いものに改良した。

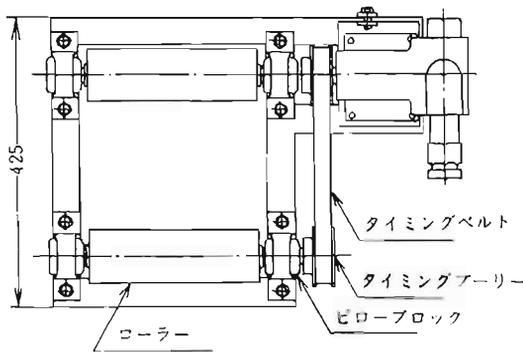


図1 改良駆動ポンプ構造図

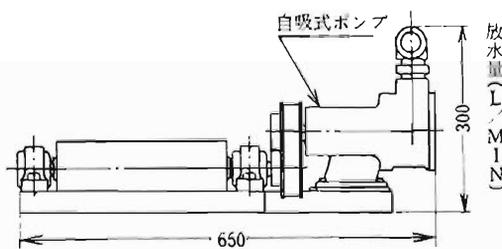


図2 ポンプのローターケーシングの構造

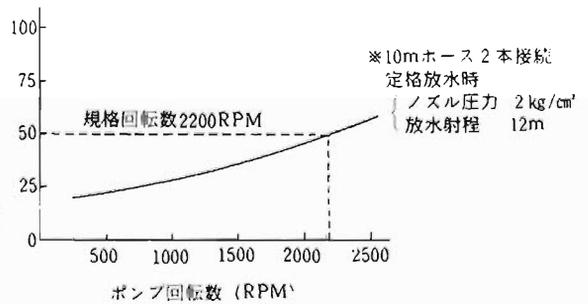


図3 国産ポンプの性能

表1 諸元比較

項目	改良前	改良後
ポンプ型式	ロータリー型自吸式	モノブロック型自吸式
定格吐出量	60ℓ/min(750RPM)	50ℓ/min(2,200RPM)
ローラー幅	160mm	250mm
ローラー径	65mm	75mm
ローラー材質	JIS-SNC836	JIS-A5056BE
ローラー重量(1本)	4.5kg	2.6kg
本幅	460mm	530mm
奥行	420mm	410mm
体重(含むポンプ)	23kg	28kg
動力伝達機構	Vベルト伝達	タイミングベルト伝達
自動車運転速度	10km/h	25km/h
ローラー径	25mm	25mm
長さ	10m	10m
ノズル	腕開式	腕開式

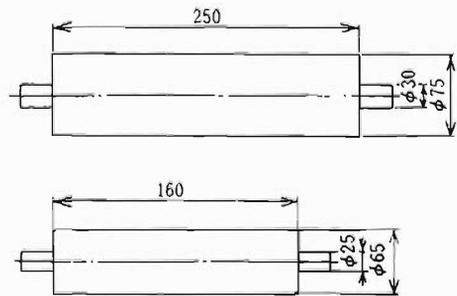


図4 ローラーの比較(上:改良後,下:改良前)

ングベルト及びプーリーを採用し、ローラーの回転がポンプローターの回転軸に確実に伝達するように改良した。

(4) 本体重量の軽量化

幅広タイヤが乗るようにローラー幅を広くしたため、当然重量が増加してしまうことになる。そこで、軽量化のためアルミニウム合金のローラーを試作した結果、総重量は5kg増にとどまった。

5. ローラーの強度測定実験

改良したアルミ製ローラーについて耐荷重強度を確認するため、ひずみ（応力）測定実験を行った。

(1) 実験装置及び方法

荷重を加えた場合のローラー内に発生する応力を把握するため、図5に示すとおりローラー各部(19ヵ所)にひずみゲージを貼り、図6に示すとおり相対するゲージとタイヤ中心が直線上

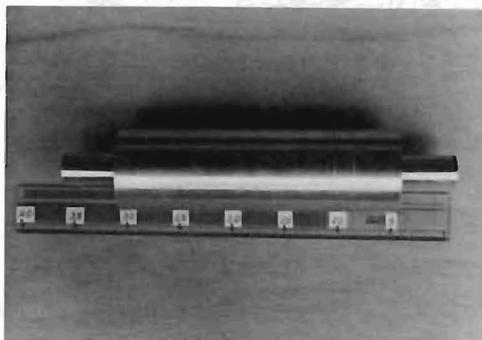


写真3 改良アルミローラー

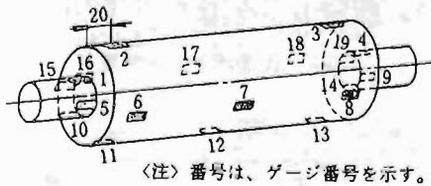


図5 ひずみゲージ貼付位置

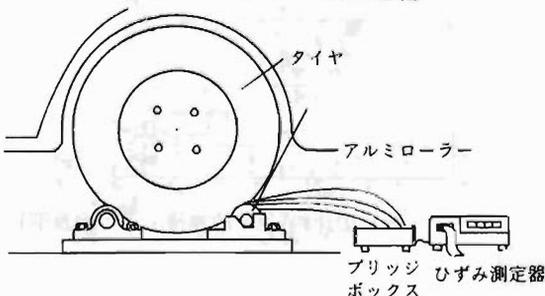


図6 ひずみ測定状況

に位置するように舞台上に設定する。

この状態で実際に自動車のタイヤを乗せ、ローラー各部に発生するひずみ量をひずみ測定器(UCAM)で測定するとともに、台秤で車輪荷重を測定した。次に重りにより順次車輪荷重を増加させ、各部のひずみ量及び車輪荷重を測定した。

(2) 実験結果

車輪荷重別の各部に発生したひずみ量は、表2のとおりである。

(3) 実験結果の考察

実験結果によって最大引張応力の発生したゲージ番号10について検討する。

まず、このひずみの値から応力を算出すると表3のとおりである。

各測定点の中で最大引張応力の発生したゲージ番号10の位置は、軸部でローラーに近接した

表2 車輪荷重別ひずみ発生状況

ゲージ番号	単位 μm				
	535kg	680kg	800kg	975kg	1040kg
1	-207	-263	-312	-369	-382
2	-17	-21	-25	-27	-29
3	-11	-15	-19	-21	-22
4	-187	-213	-259	-322	-334
5	-20	1	-10	-1	8
6	0	0	-1	0	0
7	-4	-4	-9	-7	-7
8	0	2	0	2	2
9	-18	22	-63	-114	-116
10	201	256	303	363	377
11	18	24	27	32	32
12	58	67	78	89	90
13	16	17	21	25	25
14	182	206	249	313	322
15	35	19	36	27	18
16	2	0	0	0	1
17	4	5	9	6	6
18	0	0	0	1	0
19	22	26	72	112	115

(注) マイナスは圧縮ひずみを示す。

表3 最大引張応力発生点の応力変化

車輪荷重(kg)	535	680	800	975	1040
応力(kg/mm ²)	1.45	1.84	2.18	2.56	2.71

タイヤと反対側である。これは、軸部の径がローラー径に比較して極端に細いため、モーメントの原則に反してこの部分に発生したものと考えられる。ところで、本アルミローラーは、ローラー部と軸部が一体型で、材質が JIS 規格 A-5056BE、耐力が10kg/mm²の一般的なアルミニウム材である。また、ローラーは、回転運動を行い、常に交番荷重（力の作用方向が交互に変化する荷重）が作用しているものと考えられるので、工学上の経験値から安全率を9とすると、許容応力は

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{\sigma_0}{a} & \sigma &: \text{許容応力 (kg/mm}^2\text{)} \\ &= \frac{10}{9} & \sigma_0 &: \text{耐力 (kg/mm}^2\text{)} \\ &= 1.11 \text{ (kg/mm}^2\text{)} & a &: \text{安全率} \end{aligned}$$

となる。

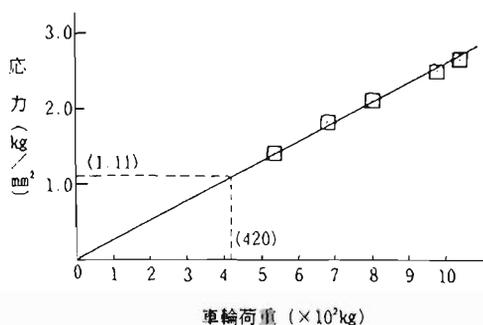


図7 車輪荷重に対する応力変化

表4 車種別車輪荷重例と許容車輪荷重の比較

自動車種別	駆動輪荷重	許容車輪荷重
軽自動車	175kg	420kg
普通自動車 (3000cc)	325kg	

ここで、ゲージ番号10の位置の車輪荷重と応力の関係をグラフにすると、図7のとおりである。グラフからもわかるように両者は、比例関係にあるといえる。このグラフから許容応力に対する許容車輪荷重を求めると、約420kgであることがわかる。

この車輪荷重を一般の自動車の車輪荷重と比較すると表4のとおりである。

このように、普通自動車の中でも比較的大型といわれている3,000ccクラスの乗用車に対してもアルミローラーは、強度的に問題ないことが明らかになった。

6. おわりに

駆動ポンプは、簡便な初期消火器具としての利点を持っている。今回は実用上障害となっていた点を改良し一応の成果を挙げることができた。

今回の改良によって駆動ポンプの研究開発は一応終了するが、今後、試作機についての耐久性、装置全体の簡易搬送具等についても検討する予定である。