

放水器具・吸水器具に関する研究開発

水流駆動式水中ポンプの開発 (第2報)

Research and Development for Water Discharge/Suction Equipment
Improved Underwater Pump Driven by Water Stream(Series 2)

矢ヶ崎 孝*
大原 義雄*
米田 雅一*
橋本 剛*

概 要

放水器具・吸水器具に関する研究開発の一環として、海や河川など真空式のポンプ車では吸水困難な落差の大きい水利の有効活用を目的としてポンプ車の放水エネルギーを利用した水流駆動式の水中ポンプの研究開発を推進している。今回、平成8年度に試作開発した水中ポンプの研究成果を踏まえ改良機を製作した。基本的な給水性能は維持し、軽量化を主目的として研究開発を行った。本報は、改良した水流駆動式水中ポンプの仕様及び各種性能確認実験の概要について報告するものである。

As part of research and development for water discharge/suction equipment, we are developing an underwater pump driven by water stream. This pump is used to obtain water at an elevation where a vacuum pump is not capable enough to suck up water. This includes rivers or the sea. This year we produced an improved version of the 1997 prototype, by maintaining its water-driven capacity and aiming at lighter weight. This report describes its specifications and the results of various performance tests.

1 はじめに

通常、消防隊は真空式のポンプを使用する関係上、吸水可能な水利の高さは7～8mで、水利とポンプ車の落差がこれ以上あると吸水できない。従って、比較的落差の大きい河川や海などの無限水利から吸水することは困難又は不能である。このような状況の中で高落差でも吸水可能なポンプシステムの開発が求められている。そこで東京消防庁では吸水器具・放水器具等に関する研究開発を推進する一環として、平成8年度にポンプ車の放水エネルギーを動力源とした水流駆動式水中ポンプ(以下「試作機」という。)を試作した。しかし、この試作機は可搬式としては非常に、重く、軽量化の課題が残された。

そこで、平成9年度は装置の軽量化を最重点項目として進め、改良型の試作機を製作した。ここに諸元・性能及び各種性能確認実験について報告する。

2 試作機の概要

改良した水流駆動式の水中ポンプ(以下「改良機」という)と現用品の諸元・性能を表1に示す。

(1) 駆動源

改良機は、試作機と同様に駆動は、ポンプ車から送られてきた水エネルギーにより回転力を発生させることのできる水流駆動式のモータとした。駆動するために必要な水圧及び流量は、現在、消防隊が通常使用しているφ40mm～φ65mmの消火用ホースが活用でき、かつ、この消火用ホースで効率よく送水ができるようモータの入口圧力1.47MPa(15kgf/cm²)、500ℓ/minと設定した。

(2) 給水ポンプ性能

給水ポンプは、試作機では減速機を介してモータを組み付けていたものを、改良機では水圧モータに直接組み付け、性能は、定格回転数3600rpm、0.2MPa(2kgf/cm²)、1000ℓ/minが得られるものを利用した。

* 第三研究室

表1 現用品と改良機の諸元・性能比較表

項 目		改 良 機	現 用 品
駆動水	消火用ホース	φ40・φ50・φ65mm×20m	φ75mm×20m
	送水圧力	1.47MPa	*1.47MPa
	流 量	500ℓ/min	*1,250ℓ/min
揚 水 能 力		20m-1,000ℓ/min	*13.5m-936ℓ/min
給 水 効 率		26.7%	6.5%
外 観 寸 法		382×355×220mm	400×300×290mm
重 量		21.4kgf	13.5kgf
備 考		平成9年度の研究で重量が50→21.4kgfに軽量化した。	現在、当庁で20台を配置して運用している。

*印は実測値による

ここで、0.2 MPa (2 kgf/cm²)、1000 ℓ/minとした理由は、20mの落差の水利についての場合、2口放水(500 ℓ/min×2口)を可能とするためである。また、給水ポンプ出口の口径は、圧力損失の少なく、さらに、吸管を併用できるようφ75mmメスとした。

(図1、写真1、2参照)

(3) 締切圧力確認実験

ア 目的

駆動水圧力を変化させた時の給水ポンプの締切圧力の変化を確認することを目的とする。

イ 実験場所

東京消防庁消防科学研究所総合実験室前

ウ 実験内容

この水流駆動式水中ポンプ(改良機)は、平成8



写真1 水流駆動式水中ポンプ

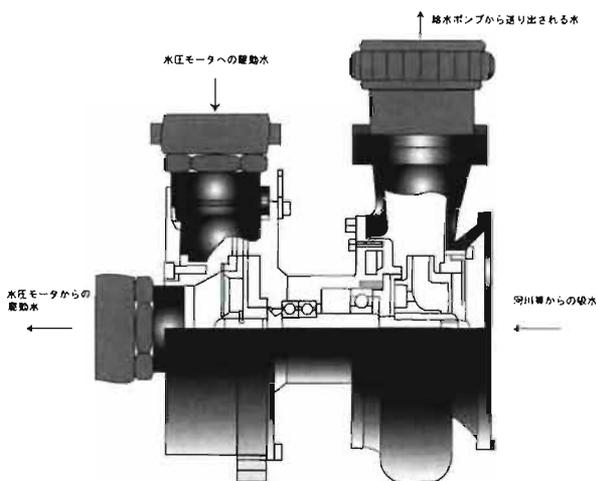


図1 水流駆動式水中ポンプの概要断面図

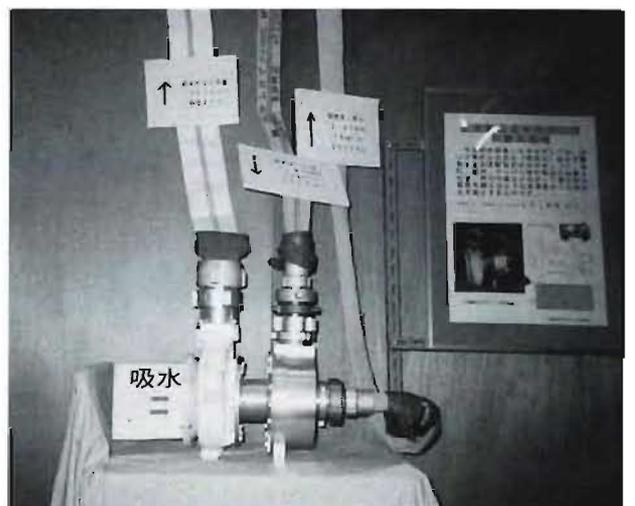


写真2 水中ポンプ(ホースを結合したところ)

年度に試作した水中ポンプを軽量化したものである。本実験は、ポンプ車により水圧モータ部入口圧力の圧力を変え、水中ポンプの締切りでの出口圧力を測定する。

エ 実験方法

水流駆動式水中ポンプの水圧モータ部に 0.29 (3kgf/cm²) ~1.67 (17kgf/cm²) MPaの圧力で送水し、給水ポンプ部の出口を締切りとし、そのポンプ部の出口圧力を金具付きの圧力計で測定する。(図2参照)

オ 実験結果

実験結果を表2及び図3、4に示す。

- (7) 水圧モータ部入口圧力の増加に伴って、水圧モータ内を流れる流量も増加している。
 - (イ) 放口圧力にほぼ比例して給水ポンプ出口締切圧力は増加している。
- (4) 揚水性能確認実験

ア 目的

約22mの揚程で、駆動水圧力と給水流量との関係を確認する。

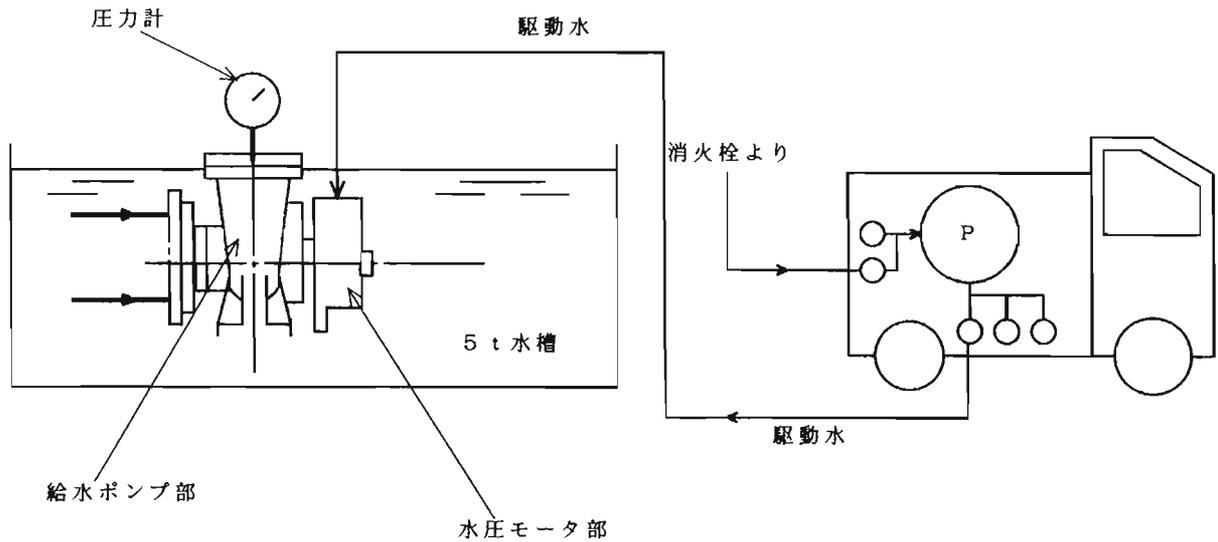


図2 実験概要図

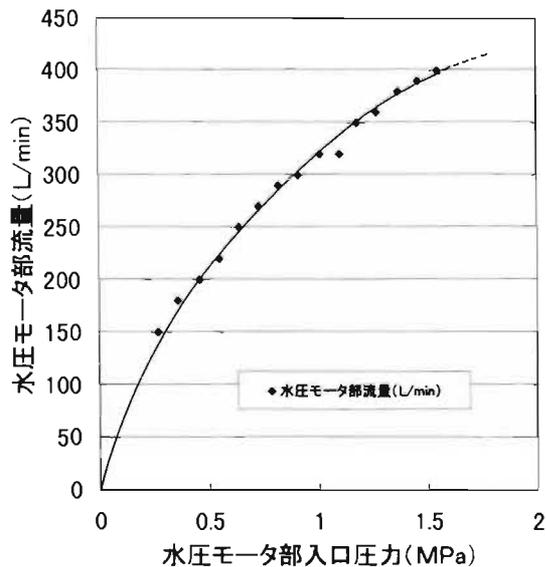


図3 水圧モータ部入口圧力-水圧モータ部放口流量

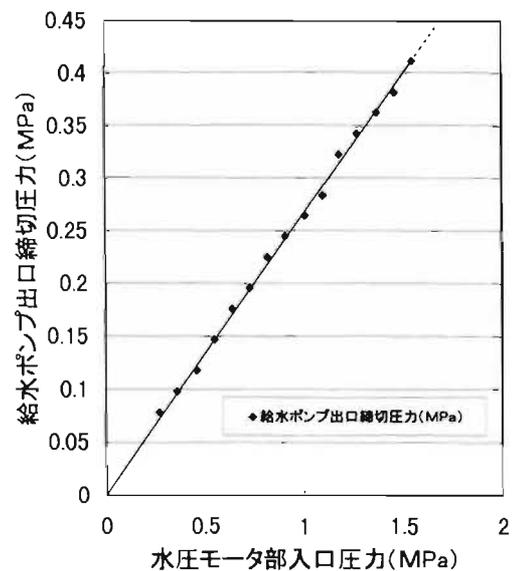


図4 水圧モータ部入口圧力-給水ポンプ出口締切圧力

表2 水圧モータ部入口圧力ー放口流量・給水ポンプ出口締切圧力

放口圧力 MPa	水圧モータ部入口圧力 MPa	放口流量 ℓ/min	給水ポンプ出口締切圧力 MPa
0.29	0.27	150	0.078
0.39	0.36	180	0.098
0.49	0.46	200	0.118
0.59	0.55	220	0.147
0.69	0.64	250	0.176
0.78	0.73	270	0.196
0.88	0.82	290	0.225
0.98	0.91	300	0.245
1.08	1.01	320	0.265
1.18	1.10	320	0.284
1.27	1.18	350	0.323
1.37	1.27	360	0.343
1.47	1.37	380	0.363
1.57	1.46	390	0.382
1.67	1.55	400	0.412

イ 実験場所

東京消防庁消防科学研究所 1階総合実験室前

ウ 実験概要

本実験では、実際に研究所庁舎を使用した揚程20mでの揚水性能の確認実験を行った。

エ 実験方法

実験概要図を図5に示す。

(7) 最初に5t水槽に庁舎常設ポンプから、φ65mm×20m消火用ホースにて充水する。

(4) 充水後、充水に使用した65mmホースをポンプ車の

中継口に結合し、ポンプ車のポンプに給水する。

(ウ) ポンプ車の放口から、φ50mm×20m消火用ホース1本を使用して水流駆動式水中ポンプの水圧モータ部に駆動水として送水する。水圧モータ部入口圧力を計測するため計器媒介を装着するが、防水処理を施す。水圧モータ部入口圧力は0.28~1.45MPaとする。

(イ) 水流駆動式水中ポンプの揚水部の出口に、普通ポンプ車の吸管(φ75mm×12m)を結合し、更にオレンジの透明吸管(φ75mm×12m)を1本結合し、こ

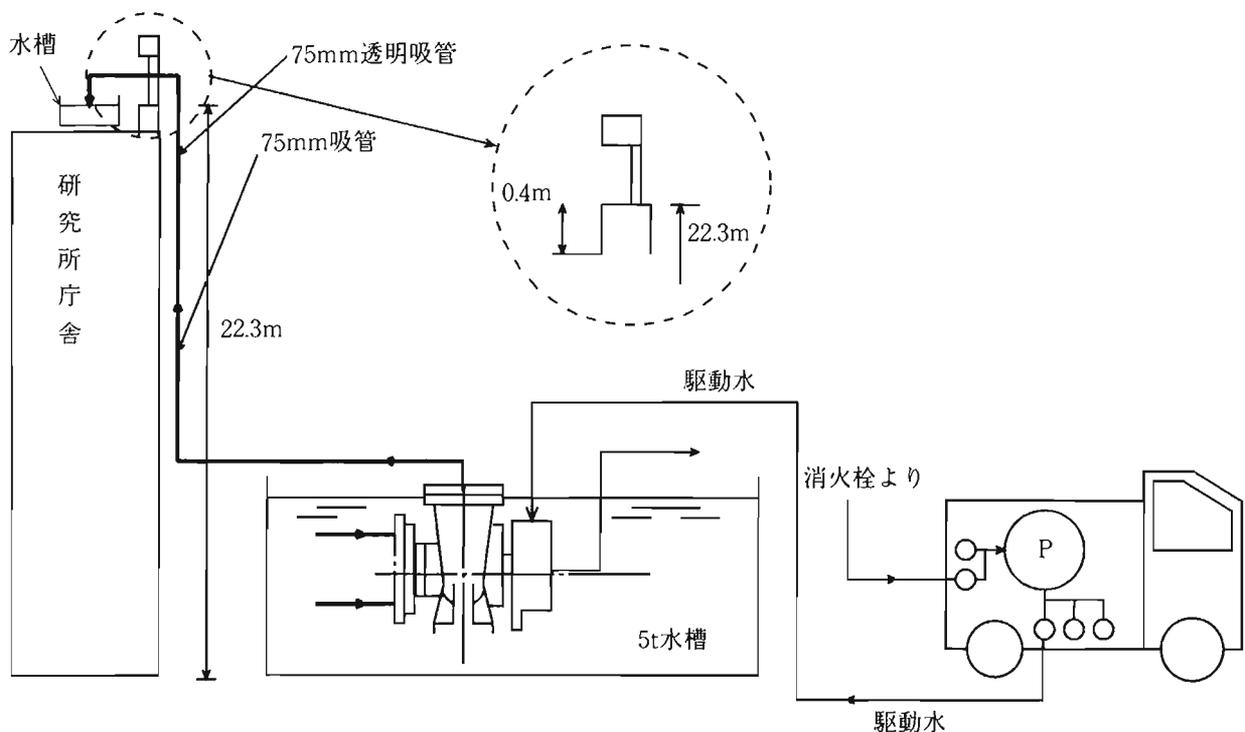


図5 実験概要図

れを消防科学研究所庁舎に沿って屋上(高さ約22m)に引き上げ、その出口に電磁流量計を結合し、流量を測定する。

オ 実験結果及び考察

実験結果を表3及び図6に示す。

- (7) 放口から水圧モータ部入口まで20mホース1本分の摩擦損失があるため表3のような圧力差が生じている。放口圧力が小さいうちは目立たないが(0.29MPaのとき0.01MPaの損失)、大きくなるにつれて摩擦損失も大きくなっている。(1.57MPaのとき0.12MPaの損失)
- (4) 放口圧力1.57MPa(16kgf/cm²)のとき、水圧モータ部入口圧力は1.45MPa(14.8kgf/cm²)となつて、このとき20mの揚程で1000ℓ/minの流量が得られることから、放口圧力を1.96MPa(20kgf/cm²)とすると、1200ℓ/min程度の給水が得られると推定される。

4 まとめ

- (1) 改良機は、試作機と比較してほぼ同等の性能が得られるとともに大幅な軽量化(49kg→21.4kg)を図つた。
- (2) 改良機は、小型軽量化により可搬性能も向上し使用範囲も拡大した。

5 おわりに

水流駆動式水中ポンプは、電源を必要とせずポンプ車の放水エネルギーのみで高落差水利からの給水が可能であるという特長がある。本水中ポンプを消防隊が水槽付ポンプ車に積載して活用するのみならず、前述したように建物に設置した冷暖房用蓄熱槽の水源や海、河川への常設ポンプとしても活用できるよう今後さらに研究を進めていきたい。

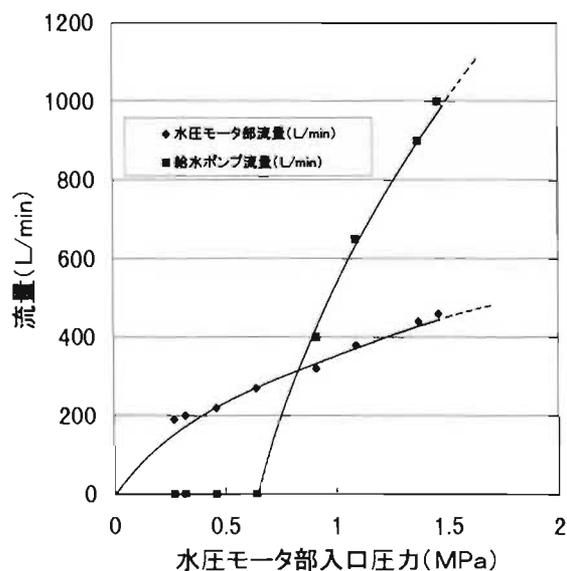


図6 水圧モータ部入口圧力—放口流量・給水ポンプ流量

表3 放口圧力—放口流量・給水ポンプ流量

放口圧力 MPa	水圧モータ部入口圧力 MPa	放口流量 ℓ/min	給水ポンプ揚水流量 (電磁流量計) ℓ/min
0.29	0.28	190	0
0.34	0.37	200	0
0.49	0.49	220	0
0.69	0.67	270	0
0.98	0.92	320	400
1.18	1.08	380	650
1.47	1.35	440	900
1.57	1.45	460	1000