

山林火災用背負子付消火ポンプの開発について

Development of fire pump with carrying frame used for wildland fire.

島	光	男*
石川	泰	弘**
加藤	和	利*
神田		淳*

We developed a fire pump with carrying frame that was used for wildland fire.

The character is;

1. As center of gravity of water bag was raised by using a carrying frame, fire fighting take it easy.
2. A water bag is box type and made of polyester cloth.
3. The carrying frame can put hoses and so forth, because carrying frame and water bag are possible to separate.

1. はじめに

山林火災時の消火活動は、ヘリコプター等による上空からの消火と地上部隊による方法で行われているが、いずれも長時間にわたる活動を強いられるため、隊員の疲労は図り知れないものがある。地上から消火活動する隊員の装備としては約20kgもの消火水を背負っているため、人体への負担が大きく、その軽減を図るための研究開発が強く要望されている。そこで、背負式水のう部の改良及び背負子の開発によって背負い負担と疲労を軽減し、さらに資器材の搬送用としても使用できる機能性のよい山林火災用背負子付消火ポンプ（以下「開発品」という。）を開発したのでその概要を報告する。

2. 現用型背負式消火ポンプの問題点

現地で現用型背負式消火ポンプ（以下「現用型」という。）を使用している隊員等から次の問題点が指摘された。

- (1) 水のうの重心が低く、垂れ下がるため腰部への負担が大きい。（写真1参照）
- (2) 水のうを直接背負うため、背部が冷える。（写真1参照）
- (3) 充水口が背部に付いているため背負ったまま

では十分な充水ができない。（写真2参照）

- (4) ノズル付ハンドポンプの握りがすべりやすい。（写真3参照）



(現用型)

(開発品)

写真1 現用型と開発品の比較



写真2 現用型の外観

* 第三研究室 ** 保谷消防署

表1 各部の名称等

番号	名称	材質	番号	名称	材質
1	水のう本体	P. V. C	14	長さ調整具	プラスチック
2	背負子縦フレーム	アルミニウム	15	冷え防止布	ナイロン
3	# 荷台フレーム	"	16	水のう取り付けひも	"
4	# 下部横フレーム	"	17	折りたたみ金具	スチール
5	背当て	ナイロン	18	水量確認窓	ビニール
6	腰当て	"	19	給水口	P. V. C
7	背負バンド	"	20	給水口覆い布	P. V. C
8	脚バンド	"	21	補強布	ナイロン
9	ワンタッチ式バックル	プラスチック	22	ハンドポンプ	黄銅
10	腰バンド	ナイロン	23	ノズル	"
11	ワンタッチ式バックル	プラスチック	24	握り	プラスチック
12	ハンドポンプ押え	ナイロン	25	"	"
13	ノズルホルダー	"	26	ホース	ゴム



写真3 現用型ハンドポンプ

3. 背負子付消火ポンプの構造概要

開発品の外観、構造及び諸元は図1、表1及び表2に示すとおりで、背負子、直方体型の水のう、ホース及びハンドポンプから構成されており、現用型より背負子の分だけ約1kg重くなっている。

特徴は、次のとおりである。

- (1) 背負子を使用することにより、重心を上げ腰部等への背負い負担を軽減させた。
- (2) 背負子は、アルミパイプで作られており、軽量である。
- (3) 背負子には背当てを設け、身体の冷えを防止できる。
- (4) 背負子と水のうは着脱可能となっており、背負子を資器材搬送用としても使用できる。
- (5) ハンドポンプの握りには、すべり止めを設けた。

改良開発点は、表3及び写真4～6のとおりである。

表2 諸元

各部	比較		
	背負子付消火ポンプ	現用型消火ポンプ	
寸法	水のう	全高 350mm 全幅 300mm 全奥行 150mm	全高 350mm 全幅 350mm
	背負子	全高 590mm 全幅 340mm 全奥行 180mm	/
材質 (重量)	水のう	ポリエステル基布に軟質ポリ塩化ビニール加工 (1.5kg)	合成ゴム引布 (1.5kg)
	背負子	アルミニウム合金 (1.0kg)	/
容量	水のう	規定量 17.5ℓ (最大充水量19ℓ)	規定量 17.5ℓ (最大充水量20ℓ)
ノズル付ハンドポンプ	手動式	1.1kg	手動式 1.0kg
総重量 (ホースを含む)	乾燥時	3.9kg	2.9kg
	充水時	21.4kg (最大充水時22.9kg)	20.4kg (最大充水時22.9kg)

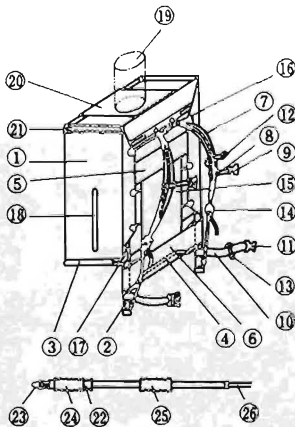


図1 開発品の構造

表3 水のう及びポンプの改良点

改良点	効果
背負い方式を水のうと着脱可能な背負子とした。	重心を上げることができ、腰部への背負い負担が軽減できた。——図2及び写真1 また、背負子を資器材搬送用としても使用できる。——写真6
水のうを立方体型とした。	型くずれが少なく、背負ったままで規定量の水が充水できる。——写真5
水量確認窓を設けた。	水量を容易に確認できるようになった。——写真1、5
背当てを取付けた。	背部の冷えを防止できた。——写真4
ハンドポンプの握りに滑り止めを取付けた。	握りが滑りにくくなった。——写真4

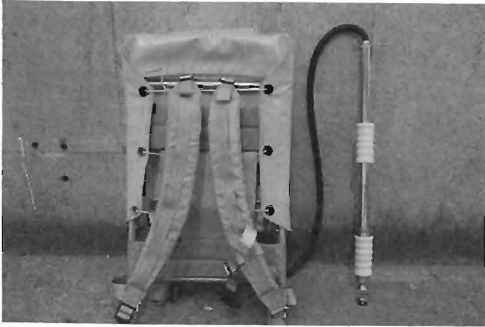


写真4 開発品の外観



写真5 開発品への充水状況



写真6 背負子による資器材積載状況

開発品が人体の腰部疲労を軽減できる理由を図2によって説明すると、水のうを背負った場合、その重心が人体の重心上にくるのが最も楽で、図2のとおり開発品の方が人体の重心に近くなっている。現用型の方は、人体の重心に近づけるためにかなり腰を曲げなければならず、そのため腰部への負担が大きいのである。



図2 開発品と現用型の背負い負担比較

4. 実用試験結果

背負式消火ポンプが配置されている第八消防方面本部内の消防署に開発品を持ち込み、構造、機能及び使い勝手等について実用上の意見を求めた結果、要望をほぼ満足しているが、さらに部分的に次のような要望、意見等があった。

- (1) 水のうの後部に反射表示を設け「東京消防庁 No」を入れる。
- (2) 充水口を65mmホースが入る大きさとする。
- (3) 背負子下部横フレームを円湾曲にする。
- (4) 背負子縦フレーム基底部分を外側に曲げる。
- (5) 背負バンドに携帯無線機のハンドマイク取付けフックを付ける。
- (6) ハンドポンプを軽量化する。
- (7) ハンドポンプのグリップ部分を若干細くする。

上記(3)及び(4)は、背負子を背負った時にフレームが腰部に当たることがわかったので、当然改良の必要がある。(1)～(7)の改良要望点については、全て実用化までに改良できるが、(6)については、価格に大きく影響する内容であり、技術的検討期間が必要であるため、今後の検討課題とした。

5. 作業負荷測定実験

開発品について、現用型に対する改良効果をみるため、開発品、現用型それぞれについて人体に及ぼす作業負荷比較実験を行った。

- (1) 測定項目

ア 心拍数の測定

イ エネルギー代謝率 (R.M.R.) の測定

(2) 測定条件

- ア 歩行速度：60m/min を 7 分間
- イ 歩行面の傾斜角：5 度
- ウ 背負荷重：各消火ポンプ一式 + 18 ℓ の水
(開発品：21.9kg, 現用型：20.9kg)

(3) 測定方法

トレッドミル (ランニングマシン) 上を上記測定条件により歩行し、その時の心拍数、空気消費量及び二酸化炭素量を測定した。

(4) 測定結果

表 4 のとおりであり、開発品と現用型の測定データ上の差異は認められなかった。

表 4 作業負荷測定結果

実施者 () 内 は 年 齢	心拍数 回 / min		空気消費量 ℓ / min		呼吸数 回 / min		R. M. R.	
	開発品	現用型	開発品	現用型	開発品	現用型	開発品	現用型
A (30)	138	132	33.2	30.1	24	16	6.7	9.4
B (30)	115	112	23.7	27.7	12	12	6.8	7.0
C (35)	130	145	51.5	31.8	33	32	8.7	5.5
D (36)	142	140	39.9	40.9	20	27	6.7	5.6
E (39)	144	132	35.7	39.6	25	27	6.6	5.3
F (26)	143	139	37.1	36.3	23	23	5.9	5.2

※ 上記結果の心拍数は定常状態におけるもので、空気消費量及び呼吸数については平均値である。R. M. R. とは、エネルギー代謝率と呼ばれるもので、同じ仕事を行っても人によって酸素消費量は違うが、これを各人の基準的な酸素消費量 (基礎代謝量) で割った値をとると、個人差や日差や環境の影響がほとんど消去されて仕事によってほぼ一定値をとるもので、作業はエネルギー論的にその負担度を評価し、異種労働の比較や労働作業の合理化などに広く応用されているものである。

$$\text{エネルギー代謝率 (R.M.R.)} = \frac{\text{労働作業に要した酸素消費量}}{\text{基礎状態における酸素消費量}}$$

6. 考 察

開発品について実用試験並びに現地消防隊員の意見聴取等を行った結果、十分に実用化できる性能が得られ、要望に答えることができた。

今後、本格的に実用配置に向けて細部にわたる検討、実験を続けていく予定である。今回のトレッドミルによる人体に及ぼす作業負荷の測定実験結果では、人体に背負った水のう等の重量的な要素が測定値に大きく影響し、水のう重心位置の差異と人体腰部疲労への影響等の関係については明確に表われていないものと思われる。従って、今後は、腰部の筋力測定等開発品の効果について再度実験を行う予定である。なお、現在ハンドポンプ部の軽量化についても試作検討を行っている。