

## 昇降バケットの開発について (第2報)

— 実 用 機 —

Development of a Rescue Lift Cage (Srieas 2)

— For Practical Use —

矢ヶ崎 孝\*

目黒 公一郎\*

## 概 要

高齢者及び身体障害者などいわゆる災害弱者が居住する建物の2階あるいは3階から安全に、かつ、迅速に救助することを目的とした救助資機材「昇降バケット」の開発について、平成2年度から3年度にかけて試作し検討を行った。平成4年度、これらの検討結果を踏まえ、救助機材として一部機能の向上を図りながら、構造的に十分安全性を有する昇降バケットの実用機を製作した。本報は、これまでの研究経過及び実用機の概要について紹介する。

It takes time and hard work for fire fighters to rescue the aged or physically handicapped people by way of a ladder.

As a rescue equipment for the weak, a lift cage had been manufactured as a trial and tests had been made for practical use from 1990 to 1991.

Based on the results of the tests, some improvements were made in its size and strutral strength in 1992. The new rescue equipment was assigned to a fire station and is now in service.

## 1. はじめに

人口の高齢化の進展に伴い、各方面で高齢化社会への対応が検討されているところであり、火災等の災害においても高齢者の犠牲者は今後増加することが予想される。災害弱者が多数入居している社会福祉施設や病院等で万一火災が発生した場合、過去の災害事例から見ても多数の死傷者が発生する可能性が大であり、この様な災害に有効に対応できる救出用の資機材の開発が強く望まれている。

第三研究室では、平成2年度から平成4年度の3ケ年で自力避難困難者を安全に、かつ、確実に救出できる資器材の開発をすすめてきた。第一期として平成元年強度等について実験、検討を重ねて「簡易昇降装置付はしご」を試作し、第二期として第一期の検討を踏まえ「昇降バケット」を試作した。この内容は、「消防科学研究所報第26号及

び第29号」に報告済である。これらの結果の総集として、平成4年度「昇降バケット」の実用機を開発、立川消防署へ配置・運用するまでに至った。この昇降バケットの概要について報告する。

## 2. 開発の経緯と条件

## (1) 現 状

現在、低層階における自力避難困難者への救出手段は、可搬式の三連はしごを活用した人力による方法が主流であるが、この方法は要救助者の恐怖感やロープの締めつけなどによる心身苦痛を伴い、負担も大きい。また、救助隊員にとっても過大な負荷となり、多数の者を連続的に救出することは極めて困難な状況である。

## (2) 開発経緯と実用機の条件

## ア 簡易昇降装置付はしごの試作

平成元年度、アルミ製の二連はしごと電動ウインチ及びリフターから構成される「簡易昇降装置付はしご」を試作した<sup>1)</sup>(写真1参照)。この長所としては、

- ① 狭いスペースで設定できること。

\*第三研究室

- ② 隊員の負担が軽減される。
- ③ 連続的に救出できる。

検討課題としては、

- ① 救助器具として強度不足である。
- ② リフターに要救助者を収容しにくい。
- ③ 搬送。設定にやや時間がかかる。

があげられた。



写真1 簡易昇降装置付はしご

#### イ 昇降バケットの試作

平成2年度、簡易昇降装置付はしごの試作検討結果を踏まえ、はしごの代わりにワイヤーロープを吊り下げ、リフターに代えてバケットが昇降する「昇降バケット」を試作した<sup>2)</sup>(写真2参照)。これは「簡易昇降装置付はしご」の特徴(前アの①②③)はそのまま生かすことができ、加えて長所は次のとおりであった。



写真2 昇降バケットの試作機

- ① バケットに収容するので、高所の恐怖感がなく、また、ロープ等の締め付けによる苦痛がない。
- ② ワイヤーロープの設定範囲内において何れの階層でも救助可能である。

検討課題としては、

- ① 消防活動の実態から車両に積載して搬送することを考慮したとき、装置の小型化を図る必要がある。
- ② 車両から現場に搬送するための運搬車の開発が必要である。
- ③ 電源の確保(発電機)を容易する必要がある。
- ④ 取扱いを簡便にするため装置を更に軽量化する必要がある。

があげられた。

#### ウ 実用機の製作条件

試作機の検討結果を踏まえ、実用機の製作条件を次のように定めた。

- (ア) 昇降バケットは、ゴンドラ構造規格(昭和44年12月27日労働省告示第53号)に適合するものであること。
- (イ) 昇降バケット一式は、昇降バケット、支点確保装置、発電機、吊りワイヤーロープ及びこれら一式を収納できる運搬車から構成されるものであること。
- (ロ) 装置一式がポンプ車のホースカー室に収まること。
- (ハ) 諸元性能は次のとおりとした。
  - a バケットの積載荷重は、100kgf以上又は定員1名とすること。
  - b 昇降速度は、毎分6m以上であること。
  - c 発電機の発電能力は、昇降バケットの作動に十分な100V-2kVA以上とすること。
  - d バケットの揚程は、15mとし、連続した救助が可能であること。
- (ニ) 装置の設定及び収納は、迅速に行えるものであること。各部、軽量化が図られたものであること。
- (ホ) 高所での使用を考慮した電氣的・機械的安全装置を備えたものであること。

### 3. 実用機の概要

#### (1) 諸元・性能

前2の製作条件を基に製作した実用機「昇降バケット」の装置一式を写真3、4及び5に、諸元・性能を、表1に示す。



写真3 昇降バケットの実用機



写真4 昇降バケット収納状態



写真5 昇降バケット搬送状況

表1 昇降バケットの諸元性能

| 項目       | 諸元・性能                 |  |
|----------|-----------------------|--|
| 昇降バケット本体 | 寸法                    | 全高1200mm×全幅1350×奥行600mm<br>(収納時全幅890mm)  |
|          | 主構造材                  | アルミニウム                                   |
|          | 自重                    | 本体約85kgf、上枠10kgf                         |
|          | 積載荷重                  | 100kgf                                   |
|          | 安全装置                  | 水平維持矯正装置、非常停止装置、<br>漏電防止装置               |
|          | 間隙                    | 1mm                                      |
|          | 昇降速度                  | 約7m/min                                  |
|          | 使用電力                  | AC100V/110V・50/60Hz・15A                  |
| 支点確保装置   | 寸法                    | 長さ約65cm×高さ約55cm                          |
|          | 自重                    | 約7kgf                                    |
| 吊りワイヤロープ | φ6mm、長さ約10m           |  |
| 運搬車      | 形状                    | 現用の軽乗ホースカートとは同一                          |
|          | 寸法                    | 全長1730mm(収納時937.5mm)<br>×高さ935mm×幅1120mm |
|          | 積載可能物品                | バケット本体及び他財物品一式                           |
|          | 自重                    | 約70kgf                                   |
| 発電機      | 発電能力                  | 2.0kVA・50Hz                              |
|          | 連続運転可能時間              | 約2.5時間                                   |
|          | 乾燥自重                  | 37kgf                                    |
| 備考       | 昇降バケットの搬送は、「ポンプ車」による。 |  |

#### (2) 主な構造

昇降バケットは、ゴンドラ構造規格に適合させたものである。

昇降バケット一式は、昇降バケット本体、支点確保装置、吊りワイヤロープ、発電機及びこれらを全て収納し運搬可能な運搬車から構成され、ポンプ車のホースカー室に収納積載が可能である(写真6参照)。

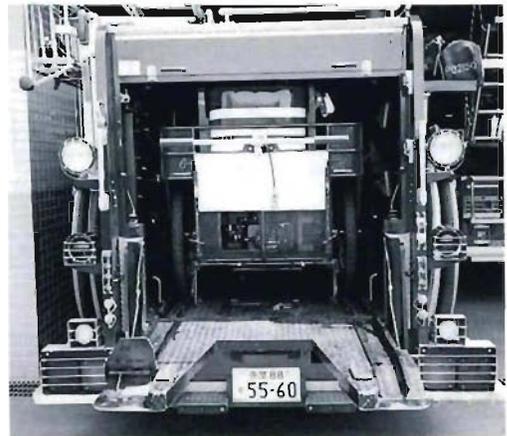


写真6 昇降バケットをポンプ車に積載した状態

ア 昇降バケット本体

㇫ 要救助者1名(100kgf)を収容する部分は、昇降バケットの試作機と同様にバケット方式

とした。実用機は、運搬車に積載する関係上、左右伸縮式とし、全幅は1350mmが800mmとなる（写真7-1、7-2参照）。



写真7-1 昇降バケットを展開した状況



写真7-2 昇降バケットを収納した状況

- (イ) 本体を構成する主要材料は、軽量化を図るためアルミ合金とした。
- (ウ) 隊員1名が昇降バケット内で特定の作業が行え、又は、上階への資材搬送等も行うことができる構造とした。
- (エ) 許容積載荷重は100kgf以上とした。
- (オ) 自重量は、本体85kgf、上枠10kgfの合計95kgfである。

#### イ 昇降装置

電動機及び減速機能を有した巻上機から構成されたもので次のとおりである。

- (ア) 昇降装置は、バケットの長手方向の左右に各1基、計2基装備しバケット内に100kgfを積載させた状態で、約7m/分の昇降速度を確保できる能力を有するものである。

- (イ) 電動機は、AC100V入力、350Wの整流子方式とした。

また、巻上機は、φ6mmのワイヤーロープを巻き上げ及び巻き戻すこと可能なエンドレスワインダー方式とした（図1参照）。

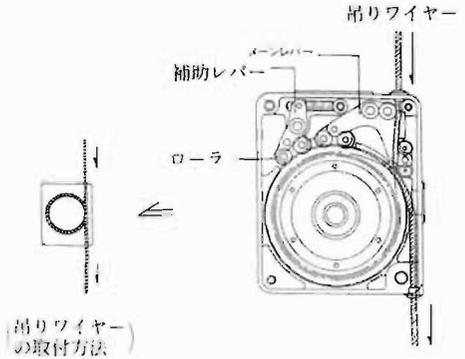


図1 昇降装置

- (ウ) 昇降バケットの昇降操作は、地上又は救助活動階において遠隔操作により行うことができる。

#### ウ 安全装置

制動装置、漏電遮断器、上限巻き過ぎ防止装置及び非常停止装置を備え、次のような機能を有する。

- (ア) 制動装置は、昇降バケット本体の左右の昇降装置内に二系統組み込み、電源遮断時に自動的にブレーキが働く構造となっている。
- (イ) 漏電遮断器は、昇降バケット本体内に取り付け万一漏電した場合、微小な電流の差を検知して瞬時に電流を遮断するもので感電事故の未然防止を図るものである。
- (ウ) 上限巻き過ぎ防止装置は、昇降バケットが最上端に達しても、昇降装置の電動機が回転し続けて事故が発生することを防止するもので、リミットスイッチ及び断電器等の動作機構によって構成されるものである。
- (エ) 非常停止装置は、遠隔操作ボタンの上昇又は下降ボタンなどを離しても電氣的故障等で昇降が停止しない場合、非常停止ボタンを押して強制的に電気回路を遮断し電動機を停止するものである。

#### エ 支点確保装置

支点確保装置は、次のとおりである（図2参照）。

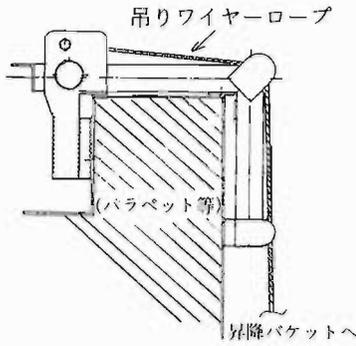


図2 支点確保装置

(ア) 本体を構成する主要材料は鋼製とし、構造は、軽量化を考慮した形状とした。

(イ) 100mmから350mm程度の厚みのある腰壁等に固定ができる自在型とした。

(ウ) 支点確保装置は、消防活動上十分な強度と剛性を確保するために次の条件を考慮したものである。

- ・ バケットの自重
- ・ バケット内の許容積載荷重
- ・ バケット昇降慣性力
- ・ 風荷重

(エ) 自重量は、1基当たり約7kgfである。 エ 吊りワイヤーロープ

(フ) 直径6mmの伸び及びよれの少ないワイヤーロープとした。

(ヘ) ワイヤロープの安全率は、10倍以上とした。

#### オ 運搬車

ポンプ車のホースカー室に積載するため、外観及び曳行方式は軽量ホースカーを基本とし、昇降バケット本体及び発電機など附属品一式を積載できるものとした。

#### カ 発電機

昇降バケットの昇降に十分な50Hz・2kVAの発電能力を有する汎用の発電機を積載している。

## 5. 設定要領

### (1) 地上装備の設定

ア 昇降バケットは、支点確保装置を設定する真下に移動する。

イ 支持具、吊りワイヤーロープ等及び2次支点用ロープを運搬車から降ろし、救助階等の

上階または屋上等に搬送する。

ウ 昇降バケットを運搬車上で後方に引き出し昇降バケットを使用状態の大きさに組み立てる。転落防止用の上枠を組み立て、昇降バケットに上部に装着する（写真8参照）。

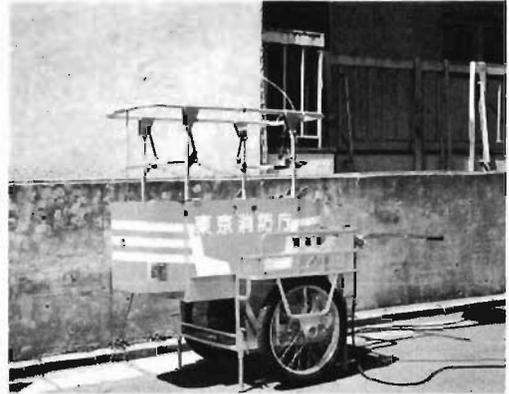


写真8 昇降バケットの上枠を取付けた状況

エ 昇降バケットの電源コンセントを接続し、発電機を始動する。

### (2) 支点確保装置の設定

ア 昇降バケット支点用の支点確保装置及びワイヤーロープ等の資機材は、階段等を活用して救助階の上階又は屋上へ搬送する。

イ 上部支点の位置は、昇降バケットの昇降面となる外壁面に突起物等支障がない部分とし、腰壁または屋上パラペット等の強固な場所を選定する。

ウ 支点確保装置を昇降バケットの吊芯（約1250mm）と同じ間隔に腰壁または屋上パラペット等に設定する。

エ 支点確保装置にワイヤーロープの端末を確実に固定し地上に垂らす。吊りワイヤーロープは、地上に垂らしたとき2m以上の余長を確保すること。

### (3) ワイヤロープの設定

ア 支点確保装置から垂らした2本の吊りワイヤーロープを昇降バケットの上部支点穴を介してバケット上面にある昇降装置のワイヤーロープ設定用の穴に挿入する。

イ 遠隔操作ボタンの上昇ボタンを押しワイヤーをワインダー内に巻込みワインダー下部にワイヤーの出るのを確認して上昇ボタンを放し、一端停止する。

ウ 上昇ボタン押すとき、ワイヤーロープがス

ムースに動くよう、又運搬車によって下部に引掛掛からないように誘導する。

エ ワイヤロープをワインダー内に巻き込み、支点確保装置と昇降バケットの間のワイヤロープが少し張った状態とし、支点確保装置、ワイヤロープ及び昇降バケット等の各部の取付状態を確認する。

オ 昇降バケット本体をさらに上昇させ完全に中吊り状態とする。このとき昇降バケットが振り運動を起こさないよう確保しておく。

カ 運搬車を活動の障害とならない位置まで移動する。

キ 昇降バケットを地上から約10cm位置まで下降させ、昇降バケットに隊員が1人搭乗し、再度、支点確保装置、ワイヤロープ及び昇降バケット等の各部の取付状態の確認を行う。

ク 遠隔操作ボタンの配列は、写真9のとおりである。



写真9 遠隔操作ボタン

## 6. 基本性能実験等

昇降バケットの実用機についての性能を確認する目的で次のような実験を行った。

### (1) 昇降速度特性の測定実験結果

バケット内積載荷重を0kg、50kg、80kg、100kgに設定し、2階(行程約3m)迄を、上昇下降させ、ストップウォッチによりその所要時間を測定した。測定結果を表2及び図3に示し、次の性能が確認できた。

ア 上昇及び下降とも、バケット内積載荷重を増すと昇降速度は低下する傾向が見られる。

イ 上昇速度よりも下降速度の方が速い傾向が

ある。

ウ 測定結果データは、昇降バケット試作機とほぼ同様であった。

表2 昇降バケットの昇降速度測定結果

| 荷重    | 実験回数 | 上昇時間 | 上昇速度      | 下降時間 | 下降速度      |
|-------|------|------|-----------|------|-----------|
| 0kg   | 1回目  | 18'8 | 9.57m/min | 18'8 | 9.57m/min |
|       | 2回目  | 18'6 | 9.68m/min | 18'6 | 9.68m/min |
|       | 3回目  | 18'4 | 9.78m/min | 18'8 | 9.67m/min |
| 50kg  | 1回目  | 21'8 | 8.26m/min | 19'2 | 9.38m/min |
|       | 2回目  | 21'8 | 8.26m/min | 19'0 | 9.47m/min |
|       | 3回目  | 21'6 | 8.33m/min | 19'0 | 9.47m/min |
| 80kg  | 1回目  | 23'8 | 7.56m/min | 20'6 | 8.74m/min |
|       | 2回目  | 23'4 | 7.69m/min | 20'4 | 8.82m/min |
|       | 3回目  | 23'4 | 7.69m/min | 20'4 | 8.82m/min |
| 90kg  | 1回目  | 25'0 | 7.26m/min | 21'0 | 8.57m/min |
|       | 2回目  | 24'8 | 7.26m/min | 20'8 | 8.65m/min |
|       | 3回目  | 24'6 | 7.32m/min | 21'0 | 8.57m/min |
| 100kg | 1回目  | 25'6 | 7.03m/min | 23'4 | 7.69m/min |
|       | 2回目  | 25'4 | 7.09m/min | 22'8 | 7.89m/min |
|       | 3回目  | 25'4 | 7.09m/min | 23'4 | 7.69m/min |

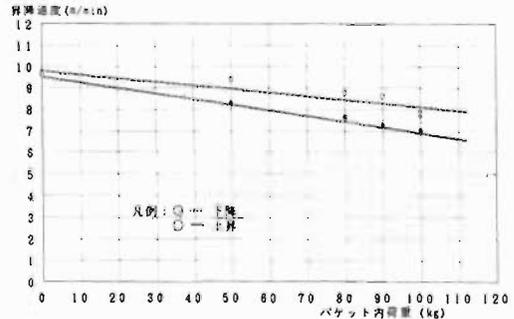


図3 昇降バケットの昇降速度特性図

### (2) 吊ワイヤロープの張力及びバケットの振動測定について

#### ア 測定方法

荷重変換器、加速度変換及びひずみゲージを次のように取付けて測定した。

(ア) 昇降バケットを吊るための2本のワイヤロープと上部支点との間にひずみゲージ式荷重変換器を取り付け、昇降バケットが昇降する際に発生するロープの張力を測定する。

(イ) バケット床面中央部付近に鉛直方向の加速度の変化を測定するための加速度変換器を取り付け、昇降バケットの鉛直方向の振動を測定した(図4参照)。

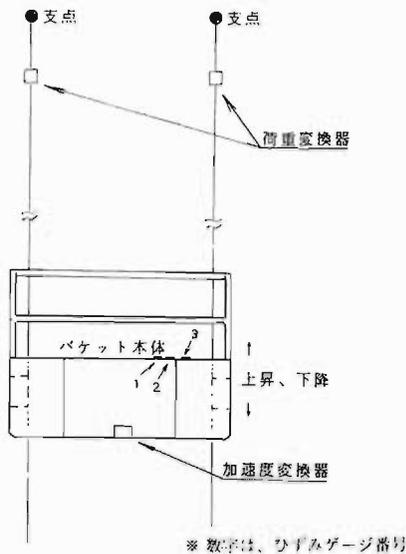


図4 吊りワイヤーロープの張力及びバケットの振動測定

(ウ) バケット本体上面にひずみゲージ3点を貼付し応力測定を行った(図4参照)。

イ 荷重条件は、次の条件で行った。

(ア) 昇降バケット積載荷重0kgfで昇降操作を行う。

(イ) 昇降バケット積載荷重100kgfで昇降操作を行う。

ウ 測定結果

(ウ) ワイヤロープの張力について測定結果を、図5及び6に示す。

a 積載荷重0kgfで昇降操作

向かって左側は約44kgf、右側は約52kgfで左側の張力の方が8~10kgf程度大きかった。左右の張力変化は、ほぼ同様な波形を示した。

昇降中に一端停止又は昇降開始すると、瞬時に5kgf程度の張力が増減するが、上昇と下降では符号が逆になった。

昇降中の張力は、変化はほとんどなく一定の値を示した。

地上から上昇直後は、瞬時に10kgf程度の張力の増加を示した。地上到着時は、特に大きな張力は見られず到着と同時に0kgfに戻った(図5参照)。

b 積載荷重100kgfで昇降操作

張力の大きさ以外は、前aの傾向とほぼ同様であった。

向かって左側は約95kgf、右側は約104kgfで

左側の張力の方が8~10kgf程度大きかった。左右の張力変化は、ほぼ同様な波形を示した。

昇降中に一端停止又は昇降開始すると、瞬時に5~8kgf程度の張力が増減するが、上昇と下降では符号が逆になった。

地上から上昇直後は、昇降中の張力の最大で10kgfの張力の増加を示した。地上到着時は、特に大きな張力は見られず到着と同時に0kgfに戻った。

昇降バケットの試作機で見られた、自動傾斜矯正装置による5~10kgf程度の張力の変化はほとんど見られず安定した昇降であることがグラフからわかる(図6参照)。

(イ) 昇降バケットの昇降時の振動について

a 積載荷重0kgfで昇降操作

地上から上昇直後と到着直後に0.20~0.25Gの加速度が発生した。

昇降中は、極めて安定し加速度の変化はみられなかった。

昇降途中の一旦停止時と昇降開始時には、0.1Gから0.15Gの加速度が発生した(図5参照)。

b 積載荷重100kgfで昇降操作

地上から上昇直後は0.10~0.15G、地上に到着直後は0.20~0.40Gの加速度が発生した。

昇降中は、極めて安定し加速度の変化はみられなかった。

昇降途中の一旦停止時と昇降開始時には、0.10Gから0.15Gの加速度が発生した(図6参照)。

(ウ) 昇降バケットの発生応力について

昇降バケット本体上面に添付したひずみゲージには、応力の発生はほとんど見られなかった(図5及び6参照)。

(4) 実験結果のまとめ

ア 昇降速度特性については、試作機とほぼ同等の結果が得られた。低層階で使用するということから、昇降速度は、7~8m/minが妥当である。

イ ワイヤロープの張力については、昇降操作中など大きな変化は見られず良好であった。最大積載荷重時、左右の張力差が10%程度みられたが、破断荷重から見れば0.5%であるので

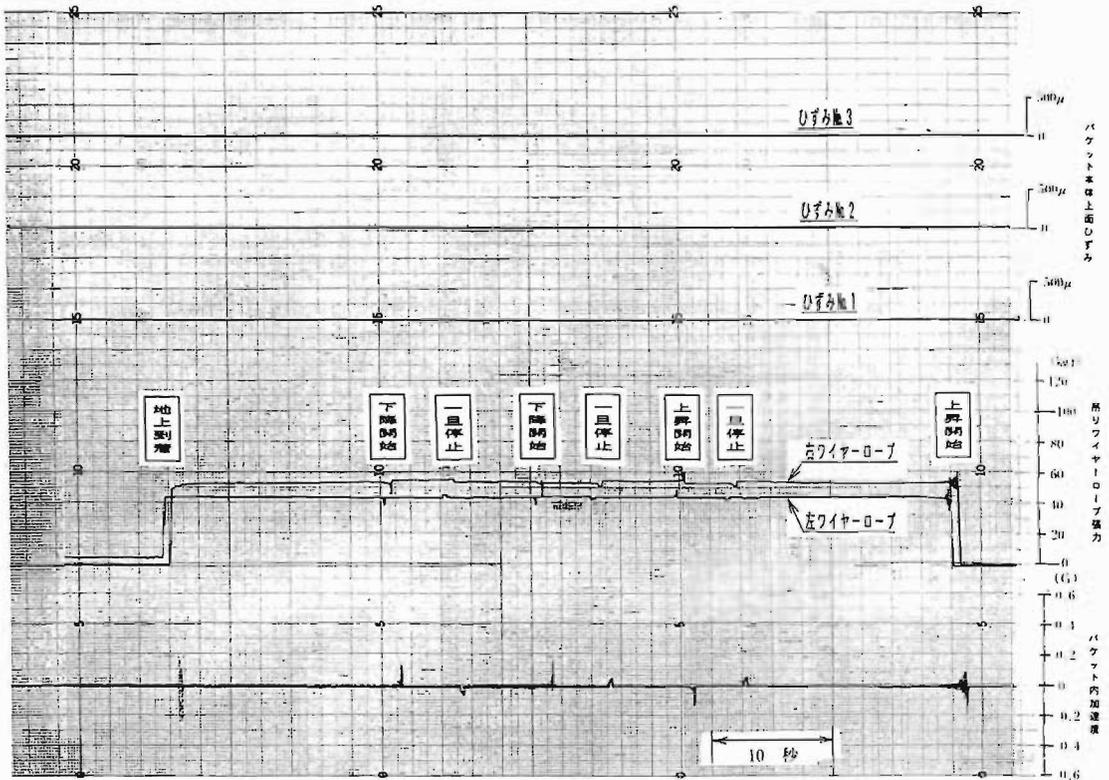


図5 昇降バケットの昇降特性等の実験結果 (積載荷重：なし)

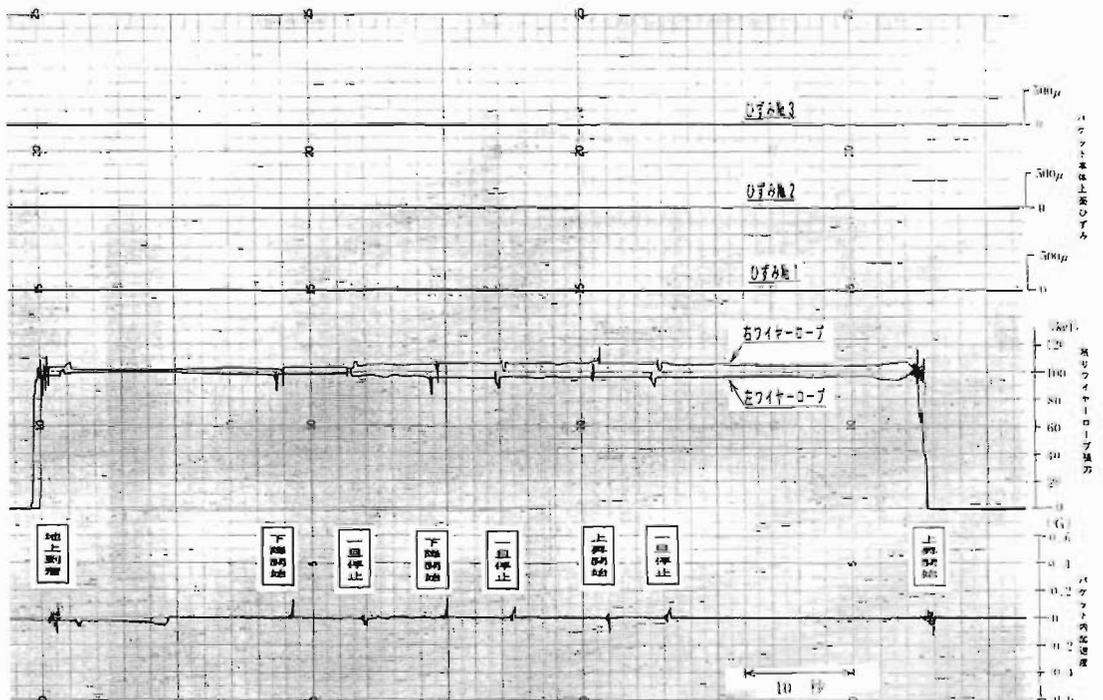


図6 昇降バケットの昇降特性等の実験結果 (積載荷重：100kgf)

問題はないが、基本的に左右のバランスをとることが望ましいので、バケット内に座らせて救助する場合、要救助者の頭部をバケットに向かって左側にして救助した方が適当であろう。

ウ 昇降中に加速度の変化はほとんど現れず、また、昇降中の一端停止及び昇降開始時のバケット内の加速度についても、極めて小さく問題はない。しかし、着地時の加速度がやや大きいので着地直前に一端停止するなどで衝撃を少なくする必要がある。

## 7. ま と め

今回製作した昇降バケットの実用機は、試作機で検討課題であった事項については概ね解決することができ、また、性能確認実験結果も良好であった。特に、装置一式の消防署から現場への搬送方法については、昇降バケットを伸縮小型化をすることによりポンプ車による搬送を可能としたこと、また、車両から設定位置までの搬送は装置一式を運搬車で一括して移動を可能にしたことなどは、この装置の機動性を大幅に向上させるものであった。

本機材は、消防活動現場において迅速・確実な救助活動と装置の自動化・省力化による隊員の労力軽減につながることを期待されるものである。

## 参 考 文 献

- (1) 消防科学研究所報 第26号 1989  
「簡易昇降装置付はしごの開発について」
- (2) 消防科学研究所報 第29号 1992  
「昇降バケットの開発について」