

昇降バケットの開発について

Development of a rescue-cage with a lift.

矢ヶ崎 孝*

目黒 公一郎*

概 要

高齢者及び身体障害者等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出用資器材「昇降バケット」を開発した。実用機開発のための基礎資料を得る目的で安全性及び操作性等の各種確認実験を行った結果、消防活動に十分活用できる資器材であることを確認した。本装置の特徴は、次のとおりである。

- (1) バケット本体は、自力避難困難者を救助すること考慮してゆりかご形状とした。
- (2) 多人数の連続救助及び隊員の労力軽減を図る目的で、操作は電動式とした。
- (3) 救助活動の機動性と誤操作防止を図るため、操作は簡素化した。

We developed a new type equipment for fire-fighting. It is "Rescure Cage with Lift" so that go to the rescue of many old persons or physically handicapped persons from 2F or 3F. the equipment must be safety and speedy rescue. We made the following peformance test of it.

As result of experiment, it was confirmed that it can be made efficient use as fire-fighting equipments. This forte of equipment is

- 1 This form is so the cradle for the rescue of physically handicapped persons.
- 2 This is operated by electric power so that go to rescue of many peoples and saving fire-fighter's labor.
- 3 This equipment is simple and easy operetion for that must be safety and speedy rescue.

1 はじめに

人口の高齢化の進展に伴い、火災等の災害による高齢者の犠牲者は今後増加ことが予想され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る。身体及び視聴覚に障害のある方や高齢者等いわゆる災害弱者は、災害時においてその状況の応じた的確な避難行動をとることが困難で逃げ遅れ等により死傷する可能性が非常に高い。特に災害弱者が多数入居している社会福祉施設及び病院等で万一火災が発生した場合は、過去の災害事例から見ても多数の死傷者が発生しているのが現状である。よって、これらの人を安全に、かつ、確実に救助できる機材の開発が強く望まれ、実用

機の開発の第一段階として平成元年「簡易昇降装置付はしご」の強度等について実験、検討を行った。これらの検討結果を踏まえ、開発の第二段階として「昇降バケット」を試作したので、その概要について報告する。

2 開発の必要条件

(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、建物の避難設備等の活用を除くと、積載三連はしごを活用した人力による方法が主流でありこれらは救助隊員に過大な負担をかけており、特に多数の者を連続的に救出することは時間的な面を含め極めて困難な状況である。

従って、火災等で要救助者、特に自力避難の困難な災害弱者を2階あるいは3階の開口部から連続的、かつ、迅速安全に救出し、更に消防

*第三研究室

隊員の労力負担を軽減し、効果的な消防活動を行うことが可能な救出用資機材の開発が必要である。

(2) 具備する条件

ア 形状

要救助者(自力避難困難者)1名(100kg f)を収容でき、かつ、要救助者の気道確保を考慮した形状であること。

また、主に高齢者や身体障害者等の救助を対象としているため、要救助者にロープ縛着等の締めつけによる苦痛感を与えない構造であること。

イ 操作性

装置は可能な限り軽量化を図り、容易に搬送ができ、かつ、短時間で設定ができるものであること。

また、多人数の救助を行うため装置は、電動等を利用した動力方式で操作できるものであること。

ウ 性能

多数の要救助者を連続して迅速に救助できるものであること。

車両に積載可能であり、かつ、搬送中の振動に耐えうる強度を有するものであること。

エ 安全装置

漏電時の安全対策が講じられたものであること。また、装置を停止させるための十分な制動装置を有するものであること。

3 試作機の概要

前述の必要条件を満たした実用機を開発するにあたり、次の仕様の試作機を製作した。

(写真1参照)



写真1 昇降バケットの全景

- (1) 要救助者1名(100kg f)を収容する部分は、ゆりがご状のバケット方式とした。
- (2) 操作方法は、救助階の上階にワイヤー2本を下げた支点確保装置を設け、そのワイヤーを昇降バケットに取り付けられた昇降装置によりエンドレスで巻き上げ、又は巻き戻すことによりバケットを昇降させ救助を行う方式とした。今回試作した昇降バケットの諸元・性能は、表1に示すとおりである。

表1 試作機の諸元・性能

項	目	内	容
バケットの本体	主要寸法	幅	約 1,350mm
		奥行	約 520mm
		高さ	約 600mm
	重量	約 65 kg f	
	材質	アルミ合金製	
	駆動荷重	100 kg f	
	操作方法	押扣油壓操作方式	
	行程	15 m	
	昇降速度	約 7 m/分	
電源	AC100/110V (50Hz/60Hz)		
支点確保装置	主要材質	アルミ合金製	
	設定方法	自在式 (取付範囲: 扉型等の厚さ 100mm~ 350mm)	
	許容荷重	250 kg f (2番)	
	重量	約 7 kg f	
吊りワイヤー	φ6 mm, 破断荷重 2,040kg f		
安全装置	メカニカルブレーキ		
	自動ブレーキ		
	漏電遮断器		
	バケット自動傾斜矯正装置		

4 主な構造

昇降バケットは、バケット本体、支点確保装置、吊りワイヤーロープから構成される。

(1) バケット本体 (図1参照)

ア 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を使用した。

イ 形状は、大人1名がひざを曲げて座って後方斜めにもたれる気道確保を考慮した構造である。

また、上階への資材搬送を行うことができ

る作業床を設けた。

ウ 許容積載荷重は100kgfとした。

エ 自重量は、約65kgfある。

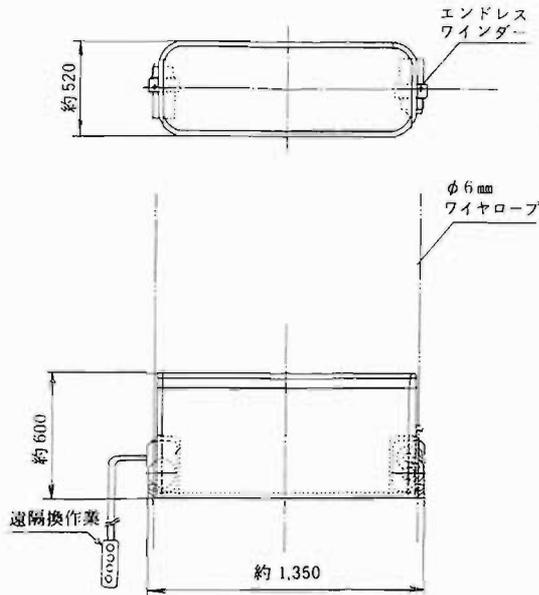


図1 バケット本体の概要図

(2) 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を積載せた状態で、6～7m/sの昇降速度を確保できるものとした。

イ 電動機は、AC100V入力、350Wの整流子方式とした。

ウ 巻上機は、 $\phi 6\text{mm}$ 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とした(図2参照)。

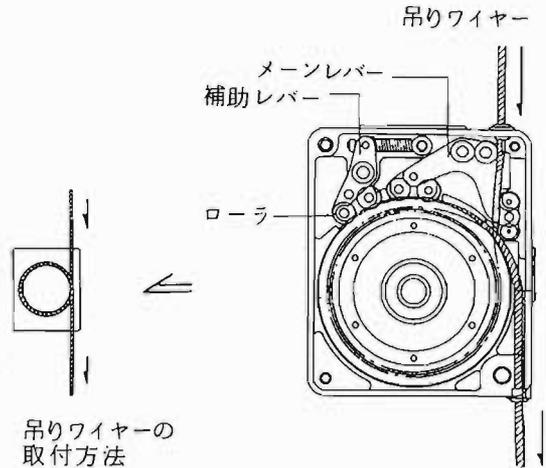


図2 エンドレスワインダー

エ バケット(昇降装置)の操作は、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。

(3) 支点確保装置

支点確保装置は、写真2に示し、次のとおりである。

ア 本体を構成する主要材料は、軽量化を考慮したアルミ合金とした。

イ 構造は、100mmから350mm程度の厚みのある腰壁等に固定ができ自在型とした。

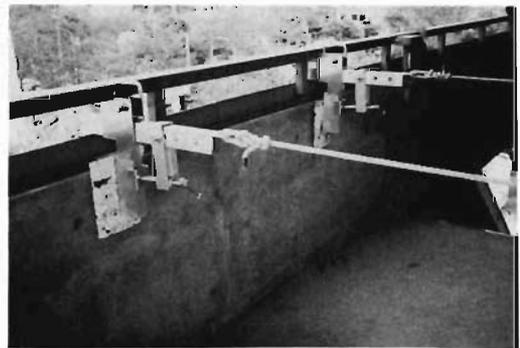


写真2 支点確保装置

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の条件を考慮したものである。

(ア) バケットの自重

(イ) バケット内の許容積載荷重

(ウ) バケット昇降慣性力

(エ) 風荷重

エ 自重量は、1基当たり約7kgfである。

(4) 吊りワイヤーロープ

ア 直径6mmの伸びの少ないワイヤーロープとした。

イ ワイヤーロープの安全率は、10倍以上とした。

(5) 安全装置

ア ブレーキ装置は、バケット本体の左右の昇降装置内の二重の機械式ブレーキにより制御する方式とした。

イ 漏電遮断器は、バケット本体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し感電事故の未然防止を図るものである。

5 基本性能実験等

昇降バケットの実用化を図るため、試作機の基本性能の資料を得る目的で次の実験を行った。

(1) 設定及び救助等の所要時間の測定実験

ア 測定方法

耐火11階の3階部分から要救助者(ダミー)を救助する。

(ア) 活動人員は、指揮者、1番員、2番員及び3番員の4名とする。

(イ) 資機材一式は、対象物(訓練塔)建物前に準備しておく。

(ウ) 電源は、建物一階の商用電源を使用する。

(エ) 屋外階段は、使用可能とする。

表2 昇降バケットの設定等の所要時間の測定結果

項目	回数	
	1回目	2回目
操作開始	0'00"	0'00"
電源設定完了	45"	43"
支点確保ワイヤー吊下完了	3'05"	3'00"
ワイヤーをワインダーに設定完了	4'10"	3'45"
バケット上昇開始	5'00"	4'40"
3階ベランダ床到着	6'30"(1'30")	5'58"(1'18")
3階ベランダ床から上昇	7'15"(45")	6'20"(22")
地上到着	8'23"(1'08")	7'30"(1'10")
救助完了	8'55"(32")	8'00"(30")

注1 ()内の数値は、直前操作終了時からの所要時間

(オ) 支点確保装置は、4階ベランダに設定するものとする。

(カ) 要救助者(ダミー)は、3階ベランダに1体準備し、昇降バケットにより地上に救助する。

イ 測定結果

測定結果を表2に示すとともに、次の結果が得られた。

(ア) 要救助者一人を操作開始から救助完了まで8分から9分の時間を要する。

(イ) バケット上昇開始から救助完了まで一人当たり3分20秒程度の時間を要する。従って、 χ 人の要救助者を救出するのに要する時間 t は、次式が算定の目安として考えられる。

$$t = 4'40" + 3'20" \times \chi \text{ (人)}$$

(2) 昇降速度特性の測定実験

ア 測定方法及び結果

バケット内荷重を0kg, 50kg, 80kg, 100kgに設定し、訓練棟の3階(行程8.8m)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。また、同時に消費電流を測定した。測定結果を表3及び図3に示し、次の性能が確認できた。

(ア) 上昇及び下降速度は実験を重ねるにつれて速くなり、安定した。

(イ) 上昇速度よりも下降速度の方が速い。

(ウ) 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。

(エ) 消費電流は、積載荷重の影響は少なく上昇及び下降開始時に約12Aで昇降中は約10Aであった。

表3 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
0 kg	1回目	1'17"	6.86m/min	50"	10.56m/min
	2回目	1'03"	8.38m/min	46"	11.48m/min
	3回目	1'02"	8.51m/min	45"	11.73m/min
50 kg	1回目	1'32"	5.74m/min	60"	8.80m/min
	2回目	1'15"	7.04m/min	57"	9.26m/min
	3回目	1'14"	7.14m/min	56"	9.43m/min
80 kg	1回目	1'42"	5.18m/min	1'06"	8.00m/min
	2回目	1'23"	6.36m/min	1'01"	8.66m/min
	3回目	1'23"	6.36m/min	56"	9.43m/min
100 kg	1回目	1'38"	5.39m/min	59"	8.95m/min
	2回目	1'31"	5.80m/min	58"	9.10m/min
0 kg 発々60Hz		1'16"	6.95m/min	58"	9.10m/min

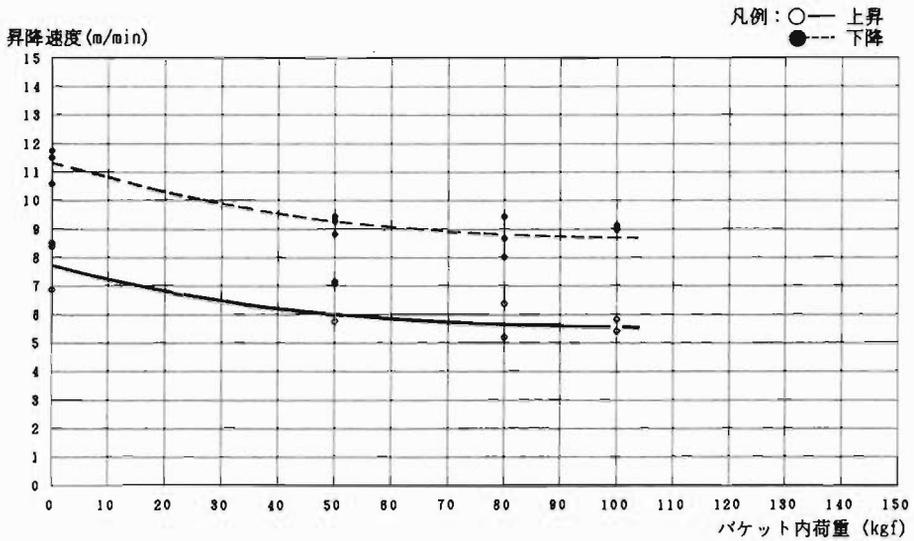


図3 昇降バケットの昇降速度の測定

(3) 吊ワイヤー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

昇降バケットを吊るための2本のワイヤー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。

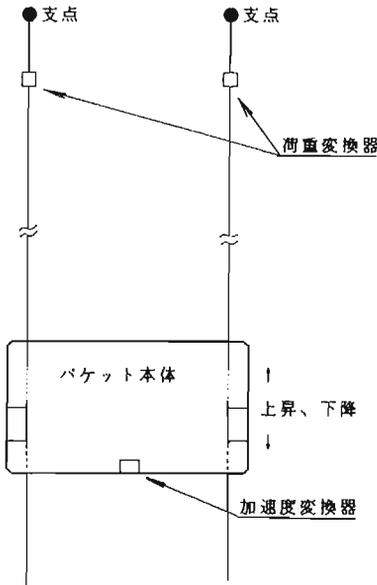


図4 吊りワイヤーロープの張力及びバケットの振動測定方法

また、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ひずみゲージ式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次の条件で測定した(図4参照)。

- (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。

イ 測定結果

(ア) ワイヤーロープの張力について

a 積載荷重0kgfで昇降操作(図5参照)

左右の張力変化は、ほぼ同様な波形を示した。

昇降中及び一端停止中は、左右ともほぼ一定の張力をし、約40kgfであり大きな変動はみられなかった。

地上から上昇直後は、昇降中の張力の最大で約30%増の53kgf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。

b 積載荷重100kgfで昇降操作(図6参照)

前aと同様左右の張力の変化は、ほぼ同様であった。

上昇又は下降して一旦停止した状態では、左右とも安定したほぼ同等の張力で約90kgfであった。

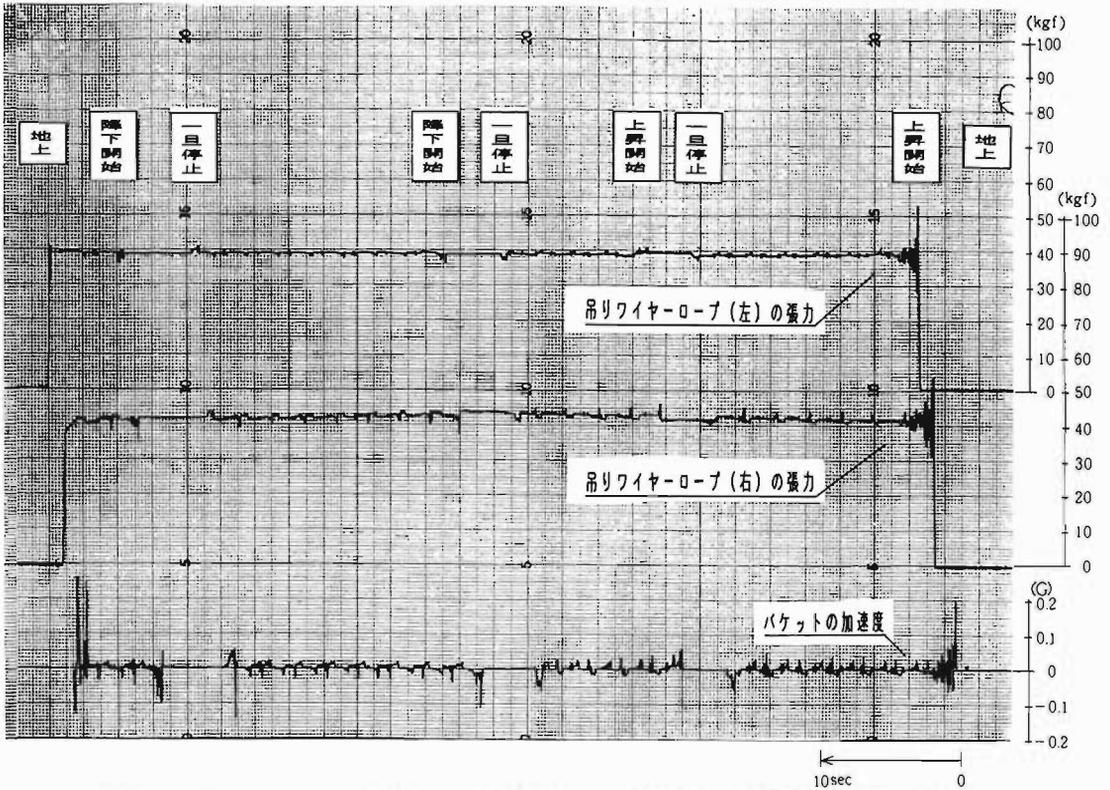


図5 吊りワイヤーロープの張力及び昇降バケットの振動測定結果(積載荷量0 kg)

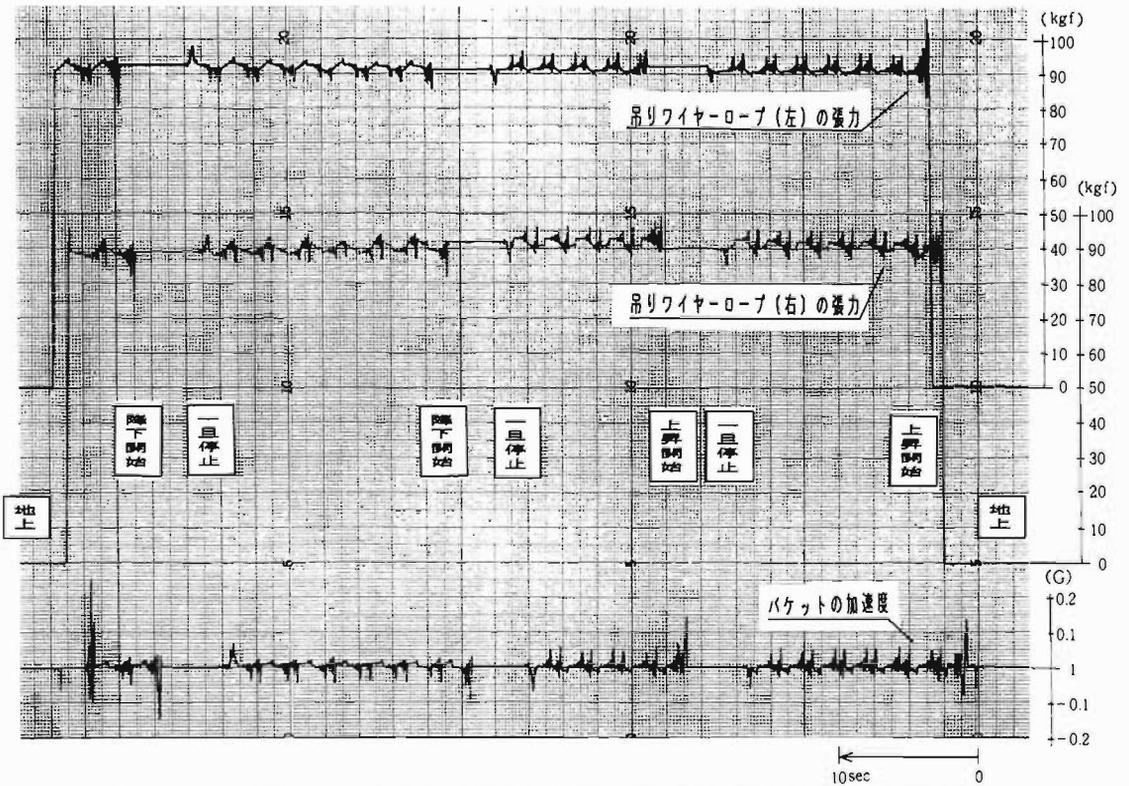


図6 吊りワイヤーロープの張力及び昇降バケットの振動測定結果(積載荷量100kg)

昇降中は、左右とも5～10kg f程度の張力の変化がバケット自動傾斜矯正が働くのと同じ約2秒周期の間隔で見られた。これは、バケット自動傾斜矯正装置の働きが片方のワイヤーの巻き上げ（又は巻き戻し）速度を強制的に減速する方法で行うために生ずるもので、積載荷重なしと比較して積載荷重が増したことににより張力の変化が顕著に現れてきたものと推定される。

地上から上昇直後は、昇降中の張力の最大で10～15%増の100～105kg fであった。地上到着時は、特に大きな張力は見られず到着と同時に0kg fに戻った。

(イ) バケットの振動について

a 積載荷重0kg fで昇降操作（図5参照）

地上から上昇直後と到着直後に0.25～0.25Gの加速度が発生した。

昇降中は、バケット自動傾斜矯正の周期と同じ約2秒間隔で0.05G程度の加速度が発生した。

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。

b 積載荷重100kg fで昇降操作

地上から上昇直後は0.1～0.15G、地上に到着直後は0.1～0.25Gの加速度が発生した。

昇降中は、バケット自動傾斜矯正の周期と同じ約2秒間隔で0.5G程度の加速度が発生した。

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。

6 考察及び今後の課題

(1) 形状について

ア 試作機を現場へ搬送するためにポンプ車等へ積載することは、極めて困難である。

よって、ホースカーと同形状の専用の搬送車に昇降バケットを積載し、ホースカーと専用搬送車の積載替えをして災害出場をする。このためには、昇降バケットを伸縮式にするなどの小型化を図る必要がある。

イ 昇降バケットを多目的に使用するために、バケット内で特定の作業が行える作業床及び落下防止用の手すりを有し、また、バケット内許容積載荷重の範囲内で、資器材の搬送が

行える構造とする。

ウ 容易に搬送できるよう更にバケットの軽量化を図る。

(2) 昇降装置について

ア 救助活動の迅速化を図るため、バケットの昇降速度を安全面を考慮した範囲で増速する。

イ 昇降装置（電動機、巻上機）の軽量化・小型化を図る。

(3) 設定方法について

ア 支点確保装置の取付方法の簡素化を図る。

イ 更に支点確保装置の軽量化を図る。

ウ 支点確保装置の横風荷重に対する影響について検討する。

7 おわりに

今回、ここに紹介した昇降バケットを試作することにより、実用機製作に必要な貴重なデータを得ることができた。今後、実用化に向けて消防活動現場を想定した実戦的な検討を進めて行く予定である。