

## 消防用ゴンドラ（高所消防活動装置）の開発について（第1報）

Development of a gondola for fire fighting (Series 1)

長 井 庸 二\*  
 加 藤 和 利\*  
 宮 島 敏 光\*\*  
 高 橋 一 久\*

## 概 要

はしご車が接近あるいは架ていけない建物の高層階で火災が発生した場合、建物の外側から消防活動を行うことは困難であるため、屋上に支点を確保して建物外壁面を昇降し目標階に消防活動拠点を設定する消防用ゴンドラの開発が必要とされている。

今回、消防用ゴンドラを試作した。この消防用ゴンドラは可搬、仮設式のデッキ型ゴンドラを基本とし、2本の吊りワイヤーロープと昇降装置により昇降するものであり、諸元性能は次のとおりである。

- (1) 寸法, 重量 長さ約1,700×幅約800×高さ約1,100mm, 約290kg
- (2) 積載重量 200kg
- (3) 昇降装置 エンドレスワインダー, モーター
- (4) 昇降速度 12m/min
- (5) 揚程 50m (ワイヤーロープ長さ 60m)
- (6) 動力 三相交流 200V

There is a great need for the development of a gondola which can apply to use of fire companies attacking from the outside wall when the case arise that an aerial ladder track can not approach a high rise building which is on fire.

We experiment the gondola. The gondola is based on a carrying, temporary gondola.

The gondola is risen and fallen by equipment of rising and falling and 2 wire-ropes.

- (1) Dimension and weight 1,700(L)×800(W)×1,100mm(H) and 290kg
- (2) Carrying capacity 200kg
- (3) Equipment of rising and fall Endless-winder and Motor
- (4) Rising and falling speed 12m/min
- (5) Rising and falling distance 50m (Length of wire-rope 60m)
- (6) Electric power Alternating current 200 voltage

## 1. はじめに

近年、建物の高層化、大規模化に伴い、高層階で発生する火災等の災害も増加の傾向にある。

このような高層建物の高層階で一旦火災が発生すると、濃煙熱気のため消防隊員が屋内に進入できなかつたり、高層階のためはしごが届かなかつたり、あるいは違法駐車車両や道路が狭あいで、

はしご車が直近に部署できない等、消防活動を行う上で種々の問題が提起され、消防戦術面や消防装備面において抜本的な発想の転換が必要とされている。

このため、中高層建物の屋上に支点を仮設し、建物外壁面を昇降して高所外壁面に消防活動拠点を設定することのできる消防用ゴンドラ（高所消防活動装置）を試作したので、その概要を報告する。

\*第三研究室 \*\*日本橋消防署

## 2. 諸元性能

今回試作した消防用ゴンドラの諸元性能は、表1に示すとおりである。

表1 試作したゴンドラの諸元性能

積載重量	200kg	
昇降電動機	昇降速度	12m/min (max)
	使用電力	1.0KW×2台
ケー ジ	形 状	1,710×803×1,100mm
	重 量	292kg (照明器具付保護枠を除く)
電 源	三相交流 200V	
揚 程	50m (ワイヤーロープ長さ 60m)	
総作方法	押釦操作	
通信装置	インターホン (ケー ジ内~地上)	
安全装置	自動傾斜矯正装置	
	上限巻過防止用リミットスイッチ	
	下限巻過防止用エンドクリップ	
	非常停止装置	
	漏電しゃ断器	
	非常時の昇降装置 (手動ハンドル操作方式)	
	ワイヤーロープ巻き装置	
	昇降制動機 (メカニカルブレーキ, 電磁ブレーキ)	
付属装置等	制 御 盤	
	支持金具	突りょう, 上アーム式自在フック 下アーム式自在フック, L型自在フック, S型フック
	ワイヤーロープ	吊りワイヤーロープ 巻き装置用ワイヤーロープ 台付けワイヤーロープ
	ケーブル	電源ケーブル (供給用, 給電用) 制御ケーブル



写真1 消防用ゴンドラ

れたローラーでワイヤーロープをシーブに押し付け、この際に発生する摩擦力で荷重をささえてモーターで巻き込んだワイヤーロープを下方に垂らし、昇降する構造としている。(図1参照)

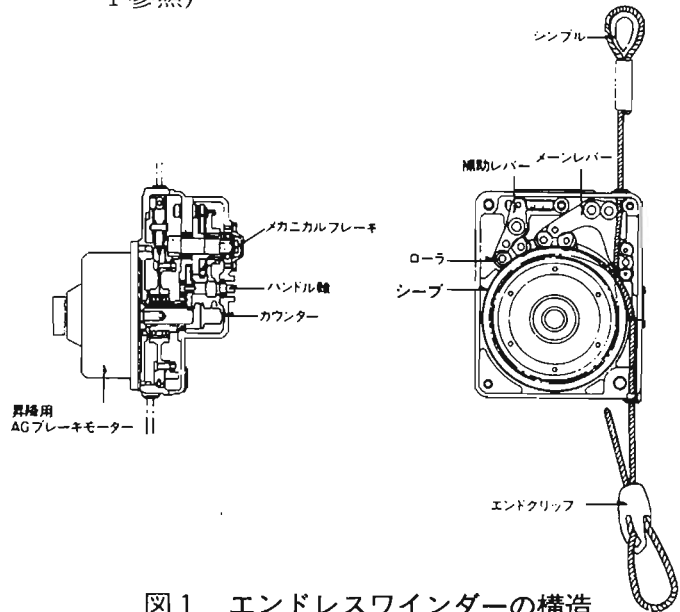


図1 エンドレスワインダーの構造

## 3. 主な構造

### (1) 形式, 昇降方法

ゴンドラには、常設式のものと同仮設式のものがあるが、消防用ゴンドラは使用上の特殊性から、可搬、仮設式のデッキ型ゴンドラを基本とし、屋上に仮設した支点から垂らした2本の吊りワイヤーロープを伝って、昇降装置により昇降する。

### (2) 昇降装置

昇降装置は、エンドレスワインダーとモーターで構成され、原理は、荷重がかかった際のワイヤーロープの張力を利用してエンドレスワインダーの中にある「ベルクランク機構」のメインレバーを動かし、反対側に取付けら

### (3) 屋上支点確保装具

屋上に吊りワイヤーロープを固定する固定物がない場合、ひさし、パラペット、ペントハウス等を活用して支点を設置する。

建物によって屋上の状況が異なるため支点や設定方法も異なる。

屋上支点確保装具には、次のようなものがある。

#### ア 突りょう

屋上に台付けとなるペントハウス等の固定物がある場合、パラペット上に置き、固定物に確保用のワイヤーロープ (台付けワイヤーロープ), 又は反対側のパラペットに

取付けた確保用のフック（吊り込みフック等）と組み合わせて使用する。（図2参照）

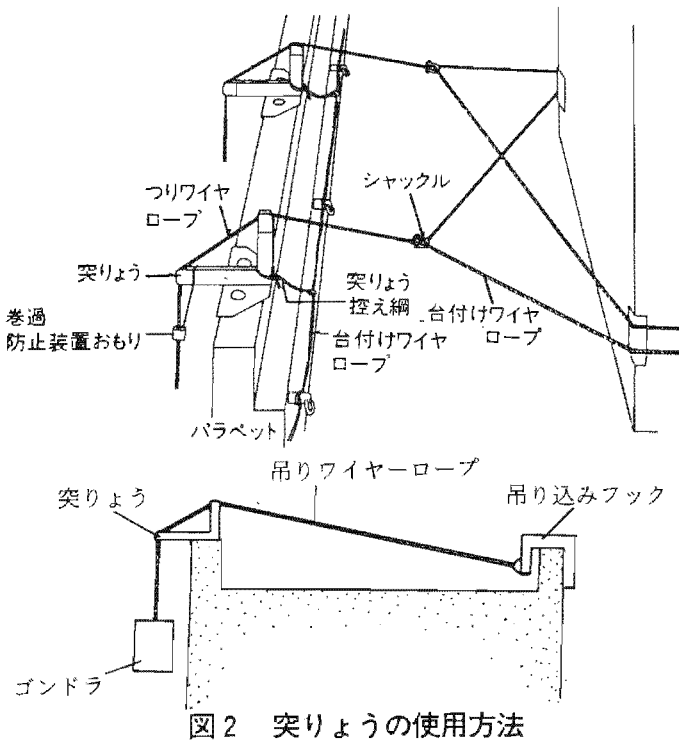


図2 突りょうの使用方法

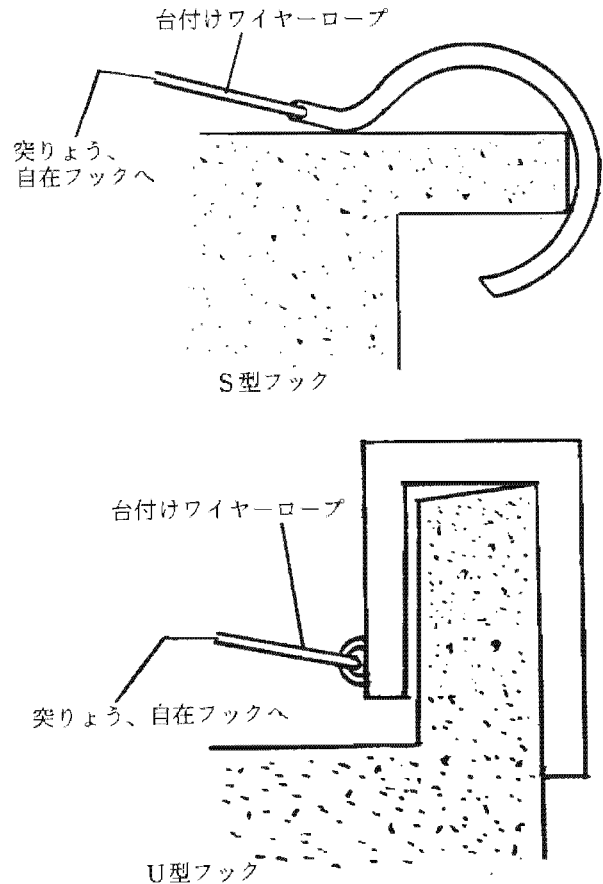


図4 吊り込みフック

#### イ 自在フック

屋上に台付けとなる固定物がなく、パラペットのみの場合、パラペット上に乗せてパラペットの厚さに応じてスライドアームを移動してはさみ込み、吊りピンに吊りワイヤロープを直接緊結させる。（図3参照）

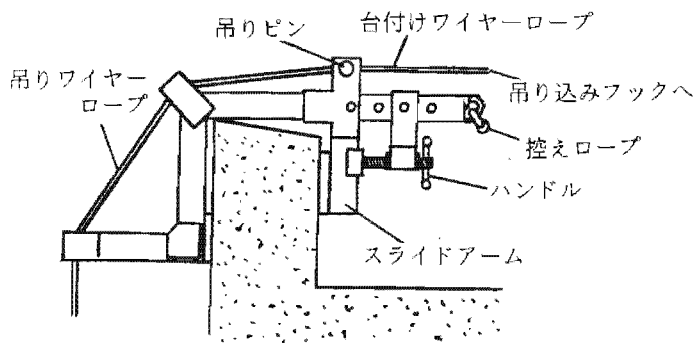


図3 自在フック（下アーム式）の使用方法

安全確保として、反対側のパラペットに確保用の吊り込みフックを取付けて使用する。

#### ウ 吊り込みフック

反対側のパラペットやヒサシに取付ける安全確保用のフックを言い、図4に示すような種類がある。

#### (4) 安全装置

##### ア ブレーキ装置

左右のエンドレスワインダーにメカニカルブレーキを、左右のモーターに電磁ブレーキを内蔵し、ゴンドラを停止したり、保持したり、あるいは昇降速度を制御する。

##### イ 非常用ワイヤロープ攔み装置

ゴンドラの左右に各々1セット装備し、ゴンドラが許容降下速度を超えた時、その速度（25～30m/min）を検知して、別に増設したライフライン兼用の攔み装置用ワイヤロープを攔み、ゴンドラ本体の落下を防止するものである。

##### ウ 巻過防止装置

吊りワイヤロープの最上端付近に取付け、ゴンドラの上昇限界を設定するものでゴンドラ本体に取付けたリミットスイッチと連動して作動し、ゴンドラの動きを停止するものである。

##### エ エンドクリップ

吊りワイヤロープの端末に取付けて、

吊りワイヤーロープが昇降装置から抜けるのを防止するものである。

#### オ 自動傾斜矯正装置

バランスをゴンドラ本体に取付け、昇降中のゴンドラの傾きを検知し、電気の周波数を変えてモーターの回転数を調整し、ゴンドラを常に水平に矯正する装置である。

#### カ 同時操作防止装置

2系統（ゴンドラ側、地上（制御盤）側）ある操作装置が誤って同時に操作できないようにするものである。

#### キ 漏電しゃ断器

ゴンドラ本体の制御盤に取付け、制御盤やゴンドラ本体に万一漏電した場合、微小な電流の差を検知して自動的に電流をしゃ断し、感電を防止するものである。

#### ク 非常停止装置

ゴンドラ本体の制御盤に取付け、ゴンドラの操作回路に異常が起きた時、非常停止ボタンを押すと、ほかの制御回路に関係なく、停止の指令を優先して電源をしゃ断しゴンドラの動きを停止するものである。

### 4. 基本性能把握実験等

消防用ゴンドラの実用化を図るため、基本性能、消費電力、ゴンドラ昇降中の揺れ防止対策等の基礎資料を得る目的で次の実験を行った。

#### (1) 実験項目

ア 屋上支点設定方法の確認

イ ゴンドラの設定に要する時間測定

ウ 昇降速度の測定

エ ゴンドラを傾けて昇降させた時の自動傾斜矯正装置の矯正時間、及び矯正距離の測定

オ 荷重の偏りによる昇降状況の確認

カ 安全装置の作動状況の確認

キ 手動昇降装置の作動状況の確認

ク 消費電力の測定

ケ 強風下における吊りワイヤーロープ、ゴンドラの状況確認

コ ゴンドラ昇降中の揺れ防止対策の検討

サ びょう打銃の性能確認実験、及び目標階でのゴンドラ揺れ防止実験

#### (2) 実験方法

#### ア 屋上支点設定方法の確認

(ア) 突りょう、及び上・下アーム式自在フックをパラペット上に設定し、その状況を確認した。

(イ) 屋上に台付け用の固定物がない場合を想定し、突りょうを使用して、吊り込みフックを応用した台付け方法を検討した。

(ウ) 突りょう、自在フックをパラペット上に設定し、自在フックを応用した台付け方法でゴンドラを吊り下げてパラペット上の突りょう、自在フックの状況を観察した。

#### イ ゴンドラの設定に要する時間測定

1個小隊（5名）を編成し、5階塔屋にゴンドラを設定するまでの時間を測定した。

#### ウ 昇降速度の測定（図5参照）

(ア) ゴンドラを積載物なしで5m昇降させた時の時間を上昇と下降に分けてその所要時間を測定した。

なお、操作は制御盤側で行った。

(イ) ゴンドラに200kgの重量物を乗せ、ゴンドラ内で操作しながら前(ア)と同様に行った。

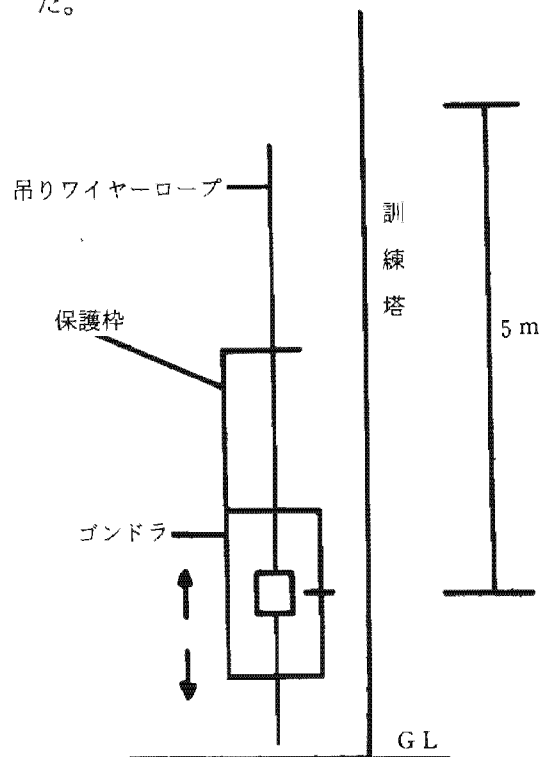


図5 昇降速度の測定方法

エ ゴンドラを傾けて昇降させた時の自動傾斜矯正装置の矯正時間、及び矯正距離の測定（図6参照）

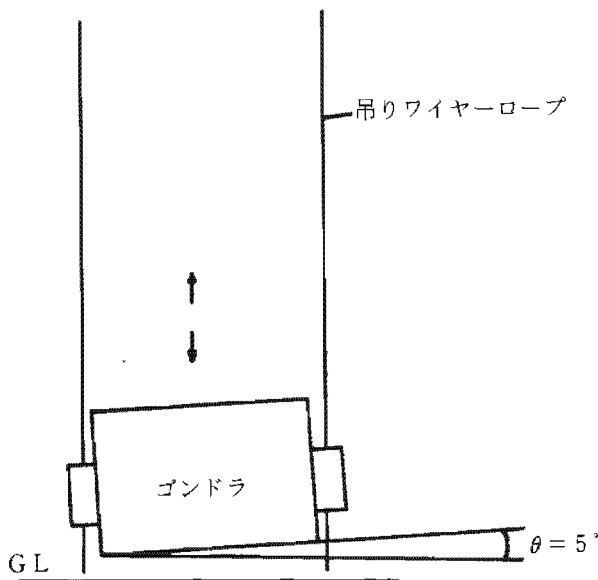


図6 矯正時間、矯正距離の測定方法

- (ア) ゴンドラを積載物なしで5度傾けて昇降させた時にバランスによる矯正時間、及び矯正距離を上昇と下降に分けて測定した。
- (イ) ゴンドラに200kgの重量物を乗せ、ゴンドラ内で操作しながら前(ア)と同様に行った。
- オ 荷重の偏りによる昇降状況の確認  
ゴンドラの片側に200kgの重量物を乗せ、5m昇降させた時の状況、及び所要時間を上昇と下降に分けて測定した。
- カ 安全装置の作動状況の確認
- (ア) 非常停止装置の作動状況の確認  
ゴンドラに隊員2人が搭乗し、昇降中「非常停止ボタン」を作動し、停止後、また復旧させ、再び昇降するまでの一連の状況を確認した。
- (イ) 巻過防止装置の作動状況の確認  
ゴンドラに隊員2人が搭乗し、昇降中巻過防止装置の「リミットスイッチ」を作動し、停止後また上昇するまでの一連の状況を確認した。
- (ウ) 同時操作防止装置の確認  
ゴンドラ内の同時操作防止装置スイッチを「制御盤側」に切り換え次の確認を行った。
- a ゴンドラ内の「上昇」「下降」のスイッチを「ON」にしても作動しないことを確認した。

- b 「制御盤側」で操作し、昇降中ゴンドラ内の「非常停止ボタン」を作動して、ゴンドラの停止を確認した。
- c 「制御盤側」で操作し、昇降中ゴンドラ内に取付けた巻過防止装置のリミットスイッチを作動させてケージの停止を確認した。
- (エ) 電磁ブレーキ装置を解除して昇降させた場合の状況等の確認
- a 昇降速度の測定  
前ウの(ア)(イ)と同様に行った。
- b エンドレスワインダーに内蔵されているメカニカルブレーキの性能確認
- (a) ゴンドラを積載物なしで5m下降させ、下降スイッチを「OFF」にした時の制動距離と制動に要した時間を測定した。
- (b) ゴンドラに200kgの重量物を乗せて前(a)と同様に行った。
- キ 手動昇降装置の作動状況の確認  
エンドレスワインダーに内蔵されているメカニカルブレーキを左右とも解除して、左右の手動ハンドルを同時に10回転した時の左右の移動距離を上昇、下降に分けて測定した。
- ク 消費電力の測定  
ゴンドラに200kgの重量物を乗せてゴンドラ起動時、及び昇降時の電流を上昇と下降に分けてクランプ式電流計により測定した。
- ケ 強風下における吊りワイヤーロープ、ゴンドラの状況確認
- (ア) ゴンドラを吊るしていない時の吊りワイヤーロープの状況について観察するとともに風速計により風速を測定した。
- (イ) ゴンドラを吊るした時のゴンドラの揺れについて観察し、最大の揺れ幅と風速を風速計により測定した。
- (ウ) 隊員2人がゴンドラに搭乗し、風速を測定しながら昇降した。
- コ ゴンドラ昇降中の揺れ防止対策の検討
- (ア) 掴み装置用ワイヤーロープ(誘導用ワイヤーロープ)の端末を固定せずに、ゴンドラを積載物なしの状態、地上で測

定できる位置に吊るして、壁面に対して水平方向に引張力10, 20, 30kgfで引張り、振れ幅を測定した。

- (イ) 誘導用ワイヤーロープの末端をポンプ車に固定し、屋上支点とポンプ車の固定点の中間にゴンドラを吊るし、前(ア)と同様に行った。
  - (ウ) ゴンドラに200kgの重量物を乗せ、前(ア)、(イ)と同様に行った。
- サ ビょう打銃の性能確認実験、及び目標階でのゴンドラ揺れ防止実験
- (ア) 建物の外壁面にびょう打銃の打ち込み力を変えてアンカーピンを打ち、その性能を確認した。
  - (イ) ゴンドラを地上に近い位置に停止し、ゴンドラ内で場所を変えてびょう打銃によりアンカーピンを打ち込んだときのゴンドラの振れ幅を測定した。なお、あらかじめ屋上からゴンドラまでの距離を測定しておいた。
  - (ウ) 壁面に打ち込んだアンカーピンにゴンドラを固定した後、ゴンドラを揺らし、その状況を観察した。

(3) 実験結果

ア 屋上支点設定方法の確認

実験結果については表2に示すとおりである。

表2 屋上支点設定方法の確認結果

項	目	結果
支	突りょうを設定した状況	台付け用の固定物が必要。単独では使用できない。厚みのないバラベットでは使用できない。 (写真2参照)
	上・下アーム式自在フックをバラベット上に設定した状況	取付け可能なバラベットにのみ使用可能。単独で使用できるが、バラベットの強度が問題。 (写真3参照)
台付け方法	S型フック	ひさし、バラベットに使用できるが、ワイヤーロープの展開角度が問題。
	L型自在フック	壁に凹部やひさしがある場合のみ有効。
	上・下アーム式自在フック	応用として後方のバラベットに台付け用として使用可能。 (写真4参照)
突りょう及び上アーム式自在フックをバラベット上に設定し下アーム式自在フックを台付けとしてゴンドラを設定した。	突りょうの状況	前方下方に傾き台付け側は5cm程度浮いた。 (写真5参照)
	上アーム式自在フック状況	しっかりしており、一番安心感があつた。



写真2 突りょうの設定状況



写真3 自在フック（上アーム式）の設定状況



写真4 自在フック（下アーム式）を台付け用として使用した状態



写真5 突りょうが前のめりとなった状態

イ ゴンドラ設定に要する時間測定

実験結果については表3に示すとおりである。

表3 ゴンドラ設定に要する時間

項目	経過時間	所要時間
操作始め		—
資器材を屋上に搬送終了	5分40秒	5分40秒
支点設定終了	8分33秒	2分53秒
吊りワイヤーロープ設定終了	11分10秒	2分37秒
電源・制御ケーブル接続終了	12分40秒	1分30秒
ゴンドラ設定終了	13分40秒	1分00秒

ウ 昇降速度の測定

実験結果については表4に示すとおりである。

表4 昇降速度測定結果

条件	方向	所要時間(秒)	平均速度(m/min)
積載物なしで5m移動	上昇	26.5	11.3
	下降	26.9	11.2
200kgの重量物を乗せて5m移動	上昇	26.6	11.3
	下降	25.8	11.6

エ ゴンドラを傾けて昇降させた時の自動傾斜矯正装置の矯正時間、及び矯正距離の測定

実験結果については表5に示すとおりである。

表5 自動傾斜矯正装置の矯正時間・矯正距離

条件	方向	矯正時間(秒)	矯正距離(cm)	平均速度(m/min)
積載物なしで移動	上昇	6.2	110	10.6
	下降	13.5	245	10.9
200kgの重量物を乗せて移動	上昇	6.8	115	10.1
	下降	6.5	90	8.3

オ 荷重の偏りによる昇降状況の確認

実験結果については表6に示すとおりである。

表6 荷重の偏りによる昇降状況

方向	状況	所要時間(秒)	平均速度(m/min)
上昇	正常	26.5	11.3
下降	正常	25.3	11.9

カ 安全装置の作動状況の確認

実験結果については表7に示すとおりである。

表7 安全装置の作動状況

装置名	昇降操作	スイッチON	結果
非常停止装置	ゴンドラ	ゴンドラの非常停止スイッチ	正常
巻過防止装置	ゴンドラ	ゴンドラのリミットスイッチ	正常
同時操作防止装置	制御盤	ゴンドラの上昇スイッチ	正常
	制御盤	ゴンドラの変速スイッチ	正常
	制御盤	ゴンドラのリミットスイッチ	正常

性能	条件		方向	所要時間(秒)	平均速度(m/min)
	ブレーキ性能	電磁ブレーキ解除	積載物なしで移動	上昇	25.9
下降				25.2	11.9
200kgの重量物を乗せて移動			上昇	26.6	11.3
			下降	26.0	11.5
メカニカルブレーキ制動		積載物なしで移動	方向	制動距離(cm)	制動時間(秒)
			下降	0	0
メカニカルブレーキ制動	200kgの重量物を乗せて移動	方向	制動距離(cm)	制動時間(秒)	
		下降	0	0	

キ 手動昇降装置の作動状況の確認

実験結果については表8に示すとおりである。

表8 手動昇降装置の作動状況

ハンドル	方向	移動距離(cm)	ハンドル1回転当たりの移動距離(cm)
右	上昇	7.0	0.7
	下降	7.0	0.7
左	上昇	7.0	0.7
	下降	7.0	0.7

(注) 移動距離はハンドル10回転当たりの移動距離である。

ク 消費電力の測定

実験結果については表9に示すとおりである。

表9 消費電力の測定結果

測定条件			電流値(A)	消費電力(KVA)
起動時	地上	上昇	26	5.2
		下降	26	5.2
	途中階	下降	28	5.6
昇降時	上昇	15	3.0	
	下降	20→14(安定)	4.0→2.8(安定)	

ケ 強風下における吊りワイヤーロープ、ゴンドラの状況確認

実験結果については表10に示すとおりである。

表10 強風下における吊りワイヤーロープ、ゴンドラの状況

名称	状況	風速測定場所
吊りワイヤーロープ	・大きく波をうった。 ・壁面に叩きつけられることはなかった。	訓練塔北西側 5階屋上
ゴンドラ	・風向にもよるが、壁面に対して水平方向、垂直方向に揺れた。 ・屋上に近いほど、地上に近いほど揺れは少ない。 2, 3, 4階の位置での揺れが顕著に認められた。 ・最大揺れ幅（ゴンドラ停止状態） 階 層 3階 水平方向 約 150mm 垂直方向 約 120mm	訓練塔北西側 5階屋上 3階 地上 ゴンドラ内
風向, 風速: 西の風, 3~13m/min		

コ ゴンドラ昇降中の揺れ防止対策の確認  
実験結果については表11に示すとおりである。

表11 揺れ防止対策の確認結果

・誘導用ワイヤーロープ固定なし

支点からゴンドラまでの距離	17.30 (m)		
荷重条件	積載物なし		
引張力 (kgf)	10	20	30
揺れ幅 (m)	0.5	0.92	1.35
荷重条件	200kg積載		
引張力 (kgf)	10	20	30
揺れ幅 (m)	0.33	0.63	0.95

・誘導用ワイヤーロープ固定

支点からゴンドラまでの距離	10.25 (m)		
壁面から固定点までの距離	8.60 (m)		
壁面からゴンドラまでの距離	5.00 (m)		
荷重条件	積載物なし		
引張力 (kgf)	10	20	30
揺れ幅 (m)	0.22	0.57	0.99
荷重条件	200kg積載		
引張力 (kgf)	10	20	30
揺れ幅 (m)	0.11	0.42	0.72
その他	・ねじれ防止には非常に効果がある。 ・壁面から離れて昇降するので壁面に凹凸があっても接触の心配がない。		

サ びょう打銃の性能確認実験, 及び目標階でのゴンドラ揺れ防止実験  
実験結果については表12に示すとおりである。

表12 びょう打銃の性能確認実験, 目標階でのゴンドラ揺れ防止実験結果

ゴンドラ内の打込み位置 (cm)		ゴンドラ移動距離 (cm)	
ゴンドラ中央からの水平位置	ゴンドラ上枠からの垂直位置	打込み直前	打込み後
60	38	38	—
4	34	27	50
9	31	25	48
11	22	42	56
5	18	20	26

アンカーピンにてゴンドラを固定して揺らした状況	・揺れを防止することが十分可能であった。 ・左右に打込んだアンカーピンにゴンドラを若干降下させて荷重をかけたところアンカーピン及び壁面に変形が認められた。
-------------------------	--

(注) ゴンドラ上枠から屋上までの距離 37.30m

(4) 考察

ア 屋上支点設定方法の確認

(ア) 突りょう

本実験では、ゴンドラを吊るした時、突りょうが「前のめり」になった。

基本的には突りょうと台付けとの間の吊りワイヤーロープの角度は15~90°に展調することとなっている。(図7参照)

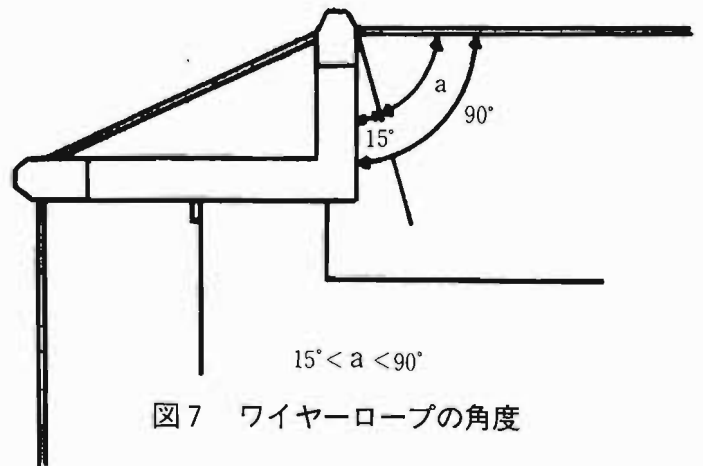


図7 ワイヤロープの角度

本実験では、台付けとして下アーム式自在フックを突りょうと反対側のパラペットに取付けており、この角度は満足されている。

本実験では、突りょうの後端部から下アーム式自在フックまでの距離が長い



(34.5m)ため、ゴンドラを吊るさない状態ではこの間のワイヤーロープが自重で弛んでしまう。

また、突りょうの前端部には、ワイヤーロープとの接点に摩擦が存在することから、ゴンドラを吊るした時、この摩擦力のため初期の段階ではワイヤーロープが突りょうの前後端部の接点を滑走せず、ワイヤーロープが自重で弛んでいた分が、突りょうの「前のめり」という現象につながったものと考えられる。

したがって、今後、フックの開発をすすめる中で、ワイヤーロープが弛まない方法として、フックとワイヤーロープとの接点の摩擦の解消に伴う改良を行う必要がある、さらには、両フック間の展調するワイヤーロープの長さの基準といったものを定めていかなければならない。

#### (イ) 上・下アーム式自在フック

取付け可能なパラペットがあり、その厚さ、立上がりを含めて、その強度があれば、単独でも使用が可能である。

しかし、実災害現場でその強度を確認することは、極めて困難であり、パラペットの変形や亀裂等がないかどうかを目視でしか確認できない。

したがって、安全管理上から台付けと併用して安全を確保する必要がある。

また、固定物がなく、パラペットがある場合、台付け用の自在フックとしても応用できる。

#### (ウ) S型フック、L型自在フック

フックの中では、単純な構造であり、条件によっては、ひさしやパラペットに使用できるが、偏荷重に対しては弱い。

また、実際に使用するには、いろいろな制限があり、消防隊が使用する仮設のフックとしては好ましくない。

#### (エ) 実際の取付け方法

屋上に取付け可能なパラペットがある建物では、アーム式自在フック1組と台付け用としての自在フック1組があれば設定可能であるが、パラペットやペントハウス等固定物がない場合でひさし状の

ものがあり、使用可能な強度があれば、支点を設定するのに、台付けのフックが必要となる。

また、台付けのフックに依らない場合はゴンドラを吊るした反対側の地上固定物や自動車等に固定するとか、反対側の方立て（窓と窓の間のコンクリート製の柱）に台付けワイヤーロープを巻付けて設定する方法が考えられる。

#### イ ゴンドラ設定に要する時間

設定時間については、編成する小隊員の人数、手順、屋上に搬送する支点等資器材の重量及び大きさ、被災建物の階段、エレベーターの有無、階層、屋上等の状況によってかなり異なると思われる。

特に、支点等資器材は重量物が多いので、今後、開発をすすめていく中で、最も効果的な設定方策の一つとして支点等資器材の汎用性、及び小型軽量化といったものについて考えていく必要がある。

#### ウ 昇降速度、矯正時間、及び矯正距離

(ア) 上昇時、積載物なし、及び200kg積載とも11.3m/minで、下降時は積載物なしで11.2m/min、200kg積載で11.6m/minとほとんど変わらない。

(イ) ゴンドラを傾けて昇降させた時の矯正時間は、上昇時に6.2～6.8秒かかり110～115cmの距離が必要であった。また、下降時には積載物なしで13.5秒、200kg積載時に6.5秒であり、積載物なしでは距離も245cmと長くなっている。

積載物なしで下降時に傾き矯正時間がかかりかかるのは、傾きを修正するために電磁ブレーキによる制御や昇降装置供給電力の周波数変化の影響があると推測される。

ゴンドラを傾けて昇降させ水平になるまでの平均速度は8.3～10.1m/minと通常速度より6～30%程度低下している。

(ウ) 荷重を偏らせた場合の昇降速度は11.3～11.9m/minで平均荷重時(11.3～11.6m/min)とほとんど変わらずなく、荷重の偏りによる影響は認められなかった。

(エ) ゴンドラが積載物なしあるいは重量物を積載、又は荷重の偏りがあったとしても昇降速度はほとんど変わらないが、ゴンドラが傾いたときには自動傾斜矯正装置が働き、姿勢を矯正しながら昇降するので速度は低下してしまう。

#### エ 安全装置の作動状況

(ア) 各安全装置は正常に作動していることが確認できた。(ただし、漏電しゃ断器、ワイヤーロープ掴み装置を除く。)

(イ) ブレーキは、電磁ブレーキが上昇、下降の両方向に効き、メカニカルブレーキは下降時のみに効く構造となっている。

したがって、電磁ブレーキを解除しての昇降速度は11.3~11.9m/minで、積載物なしでは電磁ブレーキが作動していないので若干速度が上がっている。

(ウ) メカニカルブレーキの安全性は、電磁ブレーキを解除して下降した場合と200kgの積載物を乗せて電磁ブレーキを作動させた場合と同様の昇降速度であることが確認できた。

#### オ 手動昇降装置の作動状況

手動ハンドル1回転あたりの移動距離は上昇・下降とも0.7cmであることが確認され、このことから、1m上昇、又は下降させるためには143回転しなくてはならない。

#### カ 消費電力の測定

(ア) 消費電力は昇降時3.0~4.0KVAであることが確認された。

(イ) 起動時の電流値が上昇より下降の方が大きいのは、ワインダーに内蔵されているメカニカルブレーキが抵抗として働くためである。

(ウ) モーターの起動時には負荷電流の4~6倍の起動電流が流れると言われている。本実験では起動時の電流が昇降時の電流の2倍程度であったのは電流計の指示の遅れによる影響もあると考えられる。

#### キ 強風下における吊りワイヤーロープ、ゴンドラの状況

(ア) ビル風の性状からすると、風は下から上に向かって流れることから、吊られているゴンドラが壁面から離れる作用が生

じる。また、風が壁面に垂直に当たってもゴンドラが壁面から離れる作用が生じると言われている。

したがって、ゴンドラが壁面に対して平行に揺れるのは、横風の力がほとんどロスなく作用しているからである。

(イ) ゴンドラを3階部分に停止させ、十分横揺れさせてから、吊りワイヤーロープの端末を人の力で固定してみたが、矯正することができなかった。

ゴンドラが風等で振られることを考えると、今後、物理的な方法でゴンドラの揺れを抑制する方法を検討する必要がある。

#### ク ゴンドラ昇降中の揺れ防止対策

(ア) 誘導用ワイヤーロープを固定することにより振れ幅を1/3~1/2に抑えることができた。

誘導用ワイヤーロープの伸び範囲以上の揺れは抑えることができ、有効であることが確認できた。

(イ) 壁面から離れて昇降するので壁面に凹凸があっても接触の心配がない。また、障害物等により壁面直近まで近づけない場合でも、誘導用ワイヤーロープを引張り、建物から離れた場所からゴンドラを上昇させ、目標階付近で誘導用ワイヤーロープをゆるめ、目標階に接近させることができる利点も考えられ、今後、さらに検討をすすめていく予定である。

#### ケ びょう打銃の性能確認実験、及び目標階でのゴンドラ揺れ防止実験

(ア) びょう打銃は、自重2.4kg、長さ360mmと手ごろなもので、専用ピンの打ち込み力も11段階に調整でき、壁の硬さに応じて使用でき、ゴンドラ内での作業を考えた場合、手ごろな装備品といえる。

(イ) びょう打銃を撃つ場合、銃口を壁面に押付けなければならない、また、撃った瞬間の反動力を受ける。

ゴンドラ内でびょう打銃を撃つ場合、ゴンドラ内で撃つ場所やびょう打銃を押付ける力、及び撃った瞬間の反動力の受けかたによってゴンドラの揺れかたが異

なることから、ゴンドラの中央で銃を壁に押付けて、ゴンドラが壁からはなれる瞬間に銃を撃ち、その反動力を腕部で吸収すればゴンドラの垂直方向の揺れはかなり緩和できる。

したがって、災害現場でびょう打銃を使用する場合、現場の隊員の訓練された技術に委ねるところが大きい。

(ウ) びょう打銃を活用して建物壁面にアンカーピンを打ち込むゴンドラの揺れ防止方法はかなり有効であるが、壁面によっては、アルミカーテンウォールのようにアンカーピンが効かない壁もあるので、接着や粘着による方法も検討する必要がある。

なお、7cm×7cmの大きさではめ殺しガラスに接着(2分間放置)、又は粘着(両面テープ)すると100kg以上の固定力が得られるという実験結果を得ており、この

方法で仮固定した後にびょう打銃により本固定することも考えられる。

## 5. 今後の課題

消防用ゴンドラの研究開発は、現場のニーズから実用化が急務とされているが、今後、実用化にあたり、次のような課題が考えられる。

- (1) 昇降速度の高速化
- (2) 屋上支点確保装置の改良
- (3) ゴンドラを目標階で固定(揺れ防止)するための面強度を持った固定装具の開発
- (4) ガラス切断装置の開発
- (5) 無反動放水装置の開発
- (6) 吊りワイヤーロープを利用した通話装置の開発
- (7) 電源ケーブル、制御ケーブル、ワイヤーロープの巻取装置の開発
- (8) 地上側の制御盤の小型化、軽量化
- (9) トータル的な軽量化、省力化