

## 自動架梯装置の開発

消防庁 消防研究所

山田 實, 亀井 浅道

天野 久徳, 西 晴樹

### 1. はじめに

近年, 中高層建物がますます増加する中, はしご付き消防自動車(以下はしご車と呼ぶ)はこれらの建物の火災等に対する消防活動において, 一層不可欠な装備の一つとなる。はしご車の操作では, 場合によっては操作台から数 10m も離れている場所への架梯が要求されることも少なくない。このような操作を安全かつ迅速に行うためには, かなりの熟練を要するのが実情である。はしご車の架梯操作の問題点を解消するために, 消防研究所では, 平成元年度からはしご先端を容易に目標位置に架梯できる自動架梯装置の開発を行っている。この自動架梯装置は, 照準器を通して定められた目標位置にはしご先端を自動的に架梯させる装置であり, 現在広く配備されているタイプのはしご車に搭載して使用するものである。

ここでは, 自動架梯装置付きはしご車の概要, はしご車と照準器の座標系及び自動架梯装置による模型はしごの架梯精度について紹介する。

### 2. 自動架梯装置付きはしご車の概要

自動架梯装置付きはしご車の概要を図 1 に示す。自動架梯装置は制御部, 照準器及び各種センサー類から構成される。

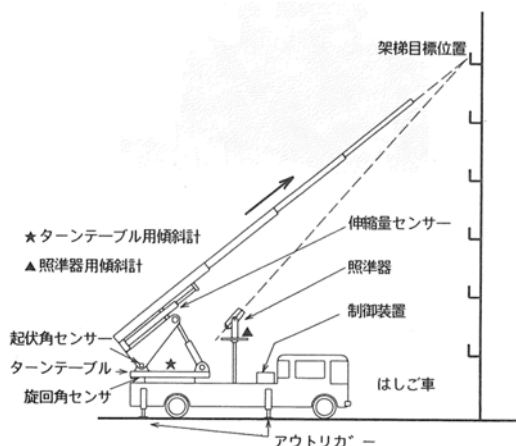


図 1 自動架梯装置付きはしご車の概要

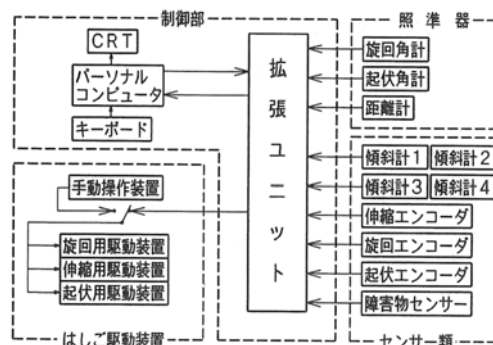


図 2 自動架梯装置のブロック図

自動架梯装置の制御部, 照準器, センサー類及び既存のはしご駆動装置は, 図 2 のブロック図に示すように拡張 1 ニットを介して結合される。図 2 に示されているように, 必要に応じて手動装置に切り替えて架梯操作

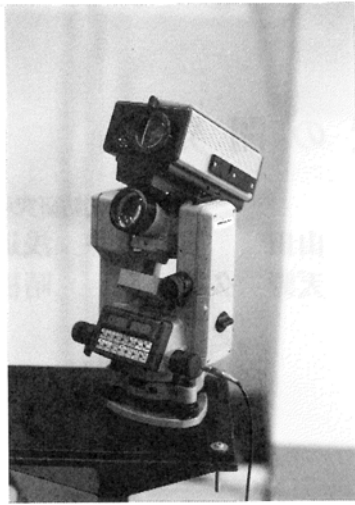


写真1 照準器

を

行うことも可能な仕様となっている。

照準器、センサー類及び制御部は以下の機能を有する。

#### (1) 照準器

写真1に示す照準器は、接眼十字線付き望遠鏡に目標位置までの距離及び目標位置方向の水平旋回角並びに仰角の計測機能を備えたものである。接眼十字線が合わされた目標位置に対する距離、旋回角、仰角が自動的に計測され、計測値は照準器の液晶に表示されるとともに電気信号化されて、図に示すように拡張ユニットを介してコンピュータに送られる。

#### (2) センサー類

照準器による計測値から梯体の伸縮長さ、旋回角、起伏角を算出するためには、車体の傾斜と照準器の傾斜及び動作開始前のはしご本体の姿勢に関する情報が必要である。これらを検出するために、車体及び照準器に二つずつの傾斜計を、起伏軸にロータリーエンコーダを取り付けている。

また、はしご本体が移動中に障害物に接触したことを感知する障害物センサーも取り付けられている。

#### (3) 制御部

制御部はハードウェアとソフトウェアで構成される。ハードウェアは、コンピュータと入出力信号用のインターフェイスからなる。制御部の主な機能は、

①照準器と各種センサーからの信号を入力として制御部に取り込み、

②はしご先端を目的の位置に移動させるための伸縮量、旋回角、起伏角を計算し、

③この結果をアナログ信号化して油圧制御装置へ出力することである。

### 3. はしご車と照準器の座標系

自動架梯装置の制御部では、コンピュータに内蔵されているソフトウェアが重要である。このソフトウェアには、照準器で得られた架梯目標位置のデータをはしごの起伏、旋回、伸縮に関するデータに変換するプログラムが組み込まれている。このプログラムを作成するために、はしご車及び照準器を幾何学的にモデル化し、それぞれに適切な座標を設定する必要がある。

#### (1) はしご車

空間内の任意の位置にはしごの先端を移動させるために、はしごには3つの自由度(旋回、起伏、伸縮)がある。はしごに対する起伏軸及び旋回軸間に関する限り、図3に示すとおりである。

ターンテーブル上には、その傾きを計測するための傾斜計が2個取り付けられている。傾斜計の軸方向は互いに90度なしてお

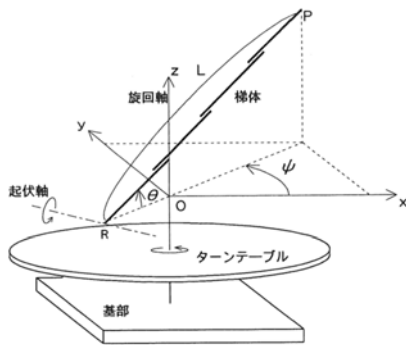


図3 モデル化されたはしご車

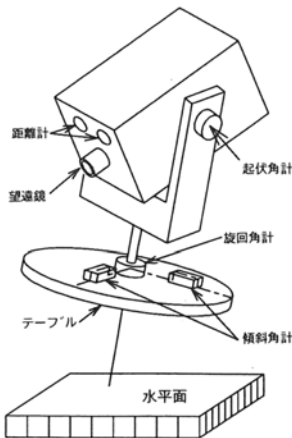


図4 モデル化された照準器

り, その一方は収納状態におけるはしご本体の中心軸をターンテーブル面への投影した線と平行になるように調整されている。

## (2) 照準器

照準器(測距・測角システム)は, 架梯目標位置を計測するためのもので, 図4に示すように望遠鏡, 距離計, 回転角計及び起伏角からなる照準器と2個の傾斜計で構成される。傾斜計は, 照準器の回転軸が鉛直方向となす角を知るためのものである。傾斜計は回転軸に垂直な固定テーブル上に, それぞれの軸が互いに90度をなすように取り付けら

れている。また, 一方の傾斜計の軸方向は, 旋回角度の0度方向に一致するように調整されている。

なお, はしご車が設置される場所は, 平らな地面であるとは限らない。このため, はしご車のシャーシには設置場所毎に異なる曲げやねじれが発生すると考えておく必要がある。したがって, はしご系の座標と照準器系の座標は, 異なる位置に原点を持ち, 座標軸が互いに任意の傾きを持つ関係となる。これらの両座標系に関する詳細な変換式は, 文献2を参照されたい。

## 4. 自動架梯装置による模型はしごの架梯精度

自動架梯装置の作動の確認は, 写真2に示すような特別に製作した模型はしご(4段, 全長5m)を用いて行った1)。機体の伸縮と旋回の動力源には, ステップモーターを使用し, 起伏には油圧を使用した。

架梯精度に関する試験結果の一例を表1

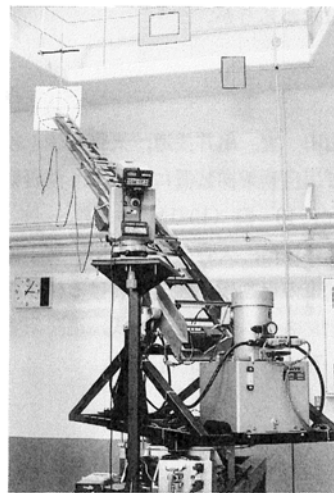


写真2 模型はしご装置による自動架梯装置の架梯実験

表1 架梯精度

| 架 梯 位 置 |         |          | 目標からのズレ (cm) |     |      |
|---------|---------|----------|--------------|-----|------|
| 旋回角 (度) | 起伏角 (度) | 梯体長さ (m) | 左右           | 上下  | 前後   |
| 右 33.5  | 4.65    | 3.18     | 左 1          | 上 3 | 0    |
| 右 33.5  | 4.21    | 3.65     | 左 1          | 上 2 | 前0.5 |
| 右 33.1  | 3.92    | 4.14     | 左0.5         | 上 0 | 0    |
| 右 33.2  | 3.70    | 4.67     | 左 0          | 下 3 | 0    |
| 左 19.65 | 44.5    | 4.64     | 右 1          | 0   | 前 1  |

に示す。表1において架梯位置は次のように規定された値である。旋回角は収納方向を0度とし、左回りを正としている。起伏角は水平状態を0度とし、仰角を正としている。また、長さは起伏軸から計測した長さである。架梯位置の誤差は、梯体の先端と架梯位置とのずれを計測したものである。

表1の目標からのずれの項目において、左右のズレよりも上下のズレの方がやや大きく、最大3cmである。この値は、梯体の長さに対して0.94%である。この比率が実機のはしご車では、28c皿のズレ(30m×0.94%)に相当する。この程度の誤差なら許容できる範囲ではなかろうか。

## 5. おわりに

模型はしごによる実験の結果、自動架梯装置を用いると梯体操作は簡単に行えることがわかった。また、実用化可能な架梯精度が得られていると思われる。

実用化に際しては、はしご車の活動環境(放水、雨、エンジンの振動、熱)に耐え得る装置の開発、また、はしご車固有の特性及び作業範囲の設定を考慮したプログラムの開発等を行う必要がある。現在、模型はしごで得られた知見をもとに、実機はしご車(30m級)用の自動架梯装置を日本機械工業(株)と共同研究で開発中である3)。

## 参 考 文 献

- 1) 山田 實, 亀井浅道, 天野久徳: 模型はしご用自動架梯装置について, 消研輯報, 45, pp. 19 - 21 (1991)
- 2) 亀井浅道, 天野久徳, 山田 實: はしご自動車の自動架梯装置における梯体移動量算出システムと座標変換式, 消防研究所報告, 73, pp. 13 - 20 (1992)
- 3) 天野久徳, その他: はしご自動架梯装置の架梯精度に影響を与える機械的因子に関する考察, 消防研究所報告, 74, pp. 31 - 40 (1992)