

## 遠隔自動制御装置付二又分岐金具の開発

## Development of the Gated Wye with Remote Control System

矢ヶ崎 孝\*

目黒 公一郎\*\*

米田 雅一\*

## 概要

従来、二又分岐金具のバルブ操作は筒先担当員とは別の隊員が行っていた。今回、筒先担当員の手元操作によって二又分岐金具のバルブの開閉ができ、所望の流量の放水が可能な遠隔自動制御装置付二又分岐金具を試作した。最終的には筒先担当員の手元操作によってポンプからの送水状態を制御し、望みの圧力、流量の放水ができることを目標としている。

この報告では遠隔自動制御装置付二又分岐金具を組み付けたホースカーについて、その大きさ、重量等の計測を行い、また実際に放水実験をして二又分岐部の流量と圧力の関係を測定したので報告するものである。

結果は流量と圧力の関係において既存の二又分岐金具とほぼ変わらない特性を示したので十分実用に耐えるものと判断する。

以後、このホースカーの軽量化を行い、より消防活動現場の実情に合った設計とする予定である。

Manipulation of the valve of the gated wye has required another fire fighter. To save the time and the work, the gated wye with remote control system was developed. The system is ultimately supposed to control the pressure and the flow of water from the pump by the nozzleman's manipulation.

This paper reports the specifications of the hose cart which is equipped with the gated wye and the results of water shooting tests.

The tests revealed the good performance of the developed gated wye and the need for the light weight hose cart.

## 1 はじめに

消防活動の迅速化及び隊員の労務負担等の軽減を目的として、消防車両の自動化、省力化等の研究開発について平成5年度から平成7年度までの3ヶ年計画で推進している。

消防車両のうちポンプ車については、第一段階として筒先担当員が遠隔でポンプ操作ができる「消防ポンプ車の流量自動制御装置の開発」と題し、基礎調査、システム設計及び試作機による各種実験を行い、実用機開発への貴重なデータを得た。<sup>(1)(2)(3)(4)</sup>

第二段階として第一段階の研究成果を踏まえ、実機で十分に流用可能な装置の開発を目指して研究開発の項目を次の3点にしぼり決定した。

- (1) 二又分岐金具の遠隔自動制御装置の開発
- (2) 遠隔操作用信号伝達装置の開発
- (3) ポンプ車の遠隔自動制御装置の開発

今回、研究開発の初年度として最初の1点目に該当する項目について検討した。その結果遠隔自動制御装置付二又分岐金具（以下「新二又分岐金具」という。）を開発し、既存の二又分岐金具と比較したので、その概要について報告する。

## 2 開発の条件等

- (1) ポンプ車の遠隔制御装置については、東京消防庁消防科学研究所のほか各関係機関で研究されてきたところであるが、現行の放水体系に必要な不可欠な二又分岐金具を使用した場合についての遠隔制御装置の研究開発は、未着手の状態であった。

新二又分岐の開発条件を次のとおりとした。

- ア 筒先担当員からの遠隔制御信号の伝達方法は、消火用ホース内に水のない場合においても放水信号の伝達が可能な導線入りホース（有線式）で行う。
- イ 筒先担当員からの遠隔信号により二又分岐金具のバルブ開度を制御することにより放水流量の制御を行う。
- ウ 通常の操作時の安全性はもとより、ホースの損傷、

\* 第三研究室 \*\*査察課

遠隔制御装置等の機器の故障にも安定性が保たれるシステムとする。

エ 消防活動現場に耐え得る耐水性、耐震性、及び耐衝撃性等を有するものとする。

(2) 前(1)の条件を満足し、開発した新二又分岐金具には消防活動上次のようなメリットが考えられる。

ア 放水開始時及びバルブ開閉調整時に伝令兼二又分岐金具バルブを開閉する操作員を必要としないため、隊員の労務負担の軽減となる。

イ 放水開始の時期が、筒先担当員の放水準備完了時と同時にバルブ開閉作業が行えるので従来の方法と比較して早くなる。

ウ 放水中の放水量が筒先担当員の手元スイッチで任意に、かつ、早期に調整が可能となる。

エ 転戦時、二又分岐金具バルブで放水停止できるので筒先の移動が容易となる。

オ 二又分岐金具のバルブの開閉を電動により一定速で行うため、水撃作用がほとんどなくなり、他の放水量への圧力変動の影響も少なく安全な放水が可能となる。

カ 装置は、ホースカー一体型なので新たな装備の搬送及び分岐作業を行う必要がなく作業の迅速化が図れる。

### 3 開発機器の概要

本装置は、電動バルブを備えた二又分岐金具、遠隔制御スイッチ付の管そう、制御器、導線入りホース及び蓄電池等から構成される。既存の二又分岐金具は単にホースカーに積載されており、現場においても多くの場合その傍らで活用されることから開発機器については常にホースカーへ固定積載して活用できる構造とした（写真1参照）。各種諸元について表1に示す。



写真1 新二又分岐金具付ホースカー

新二又分岐金具を固定積載したホースカーの総重量は160kgfで、既存のホースカーと比較して約55kgf増加した。ホースカーの形状は既存のホースカーとほぼ同じで

あり、ポンプ車への積載も可能である。しかし、電動バルブ等の組み付けによりホースの積載容積が減少し、φ65消火用ホース約2本分減となった。以下各構成部品について説明する。

表1 諸元表

全	長	1000mm
全	幅	1100mm
全	高	802mm
全	高 + 上枠高さ	1050mm
全	重量	160kgf
バルブの種類・口径		バタフライ式・φ50mm
バルブ開閉所要時間		約4秒/全開←→全閉
最高使用圧力		1.96MPa (20kgf/cm <sup>2</sup> )
駆動方式		電動式・DC24V
遠隔制御スイッチ		開・閉・停止

#### (1) 二又分岐金具

今回の試作では二又分岐金具を独立した金具とはしないでホースカーに組み込む構造とした。吸水口はφ65めす金具、吐水口はそれぞれφ50めす金具とし既存の二又分岐金具と同様とした。装置の軽量化を考慮して配管部の材質はアルミ合金とし、配管の長さは必要最小限とした（写真2参照）。電動バルブは、各吐水口にて2基装備し各々独立して作動する方式とした。

作動時間は全開から全閉及びその逆も同様に約4秒を要する。

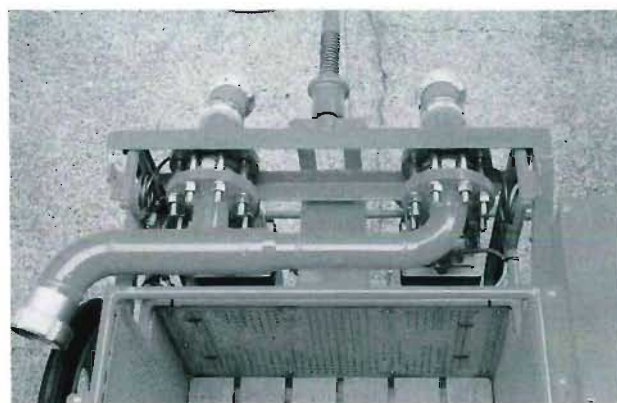


写真2 上から見た二又分岐金具

#### (2) 遠隔制御スイッチ付の管そう

筒先担当員が二又分岐金具部のバルブを操作するためには管そうにスイッチを設けなければならない。試作した管そうには3つのスイッチがついている。それ

ぞれ「開」、「閉」、「停止」である。「開」はスイッチを押している間バルブを開けるように動作し、「閉」はスイッチを押している間バルブを閉めるように動作する。「停止」はスイッチを1回押しただけでバルブを全閉にする。この3つのスイッチによりバルブの開度を任意に設定することができるので、流量を自分の希望通りの流量とすることができる(写真3、4参照)。遠隔制御信号は、多重伝送により導線入りホースを介して送信されるもので、管そう部に電源を必要としない無電源構造となっている。さらに、管そうの根元部分に発光ダイオードを有し、二又分岐金具部と導線入りホース、遠隔制御スイッチ等の電気的な接続(回路接続)が完了すると発光する構造となっている。



写真3 遠隔制御スイッチ付の管そう



写真4 遠隔制御スイッチ

### (3) 制御器

制御器は、筒先担当員からの遠隔信号により二又分岐の電動バルブを開閉し、流量を制御するものである。筒先から前(2)のスイッチにより多重伝送により「開」「閉」「停止」の3種の信号が送られてくる。制御器は多重伝送受信部で受信し「開」「閉」「停止」を認識した信号を受け電動バルブの開閉に必要な電源供給の制御を行う。通常の操作時の安全性はもとより、ホースの損傷、通信機の故障時にも制御の安定性が保たれるシステムとした(写真5参照)。



写真5 制御器

### (4) 導線入りホース

消防活動は直接人命にかかわるだけにシステムの信頼性は非常に高いものが要求される。また、ホースが要求される環境条件は非常に厳しいものがあり、この条件をクリアしなければ現場で使用することができない。今回開発した導線入りホースは、新二又分岐金具の各吐出口に3本ずつないで遠隔操作しても接続不良等の不都合は生じなかった。この導線入りホースは、導線断面を同軸形状とし、ホースのジャケット部と内張ゴムとの間に2本挿入したものである。導線中心部の導体を信号用とし外周部のシール部はアース用としている。仮に1本が断線した場合、他の1本のみでも導通可能である。結合金具部は外周の金属部がアース用で内側の導電性を有したパッキンを信号用としている。

また、このホースのもうひとつの特長として結合金具部をねじ式でなく、迅速に結合できるツータッチ式金具で、おす・めすがないものを使用した(写真6参照)。



写真6 導線入りホース

### (5) 蓄電池

電動バルブ、制御器等の動力源として2個の蓄電池を使用している。12V-16Ahを直列につないで24Vとして使用している。この蓄電池は、充電-放電が繰り返される様なサイクル充電方式で本開発機のような発電装置を有しないものに適合するものである。また、



電池の消耗度を確認するため、その残量に比例した表示を行う容量計を装備した（写真7参照）。

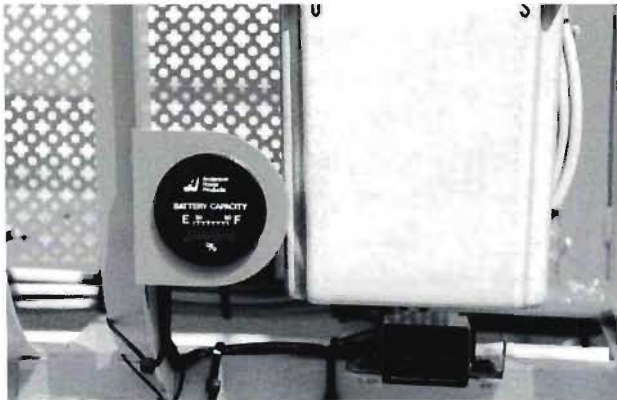


写真7 容量計

#### 4 性能確認実験

##### (1) 実験日及び実験場所

平成6年5月10日(火)

東京消防庁 装備工場 ポンプ性能試験場

##### (2) 実験項目及び目的

###### ア 各二又分岐金具の摩擦損失について

新二又分岐金具は配管部が既存のものとは比べて3～4倍長く、また、吸水口から2度にわたり約90°配管の曲がりがあるため、その摩擦損失の増加が推測される。既存の二又分岐金具と新二又分岐金具の摩擦損失を測定し、比較検討する。

###### イ 水撃作用等について

新二又分岐金具はホースカーに常時積載固定されているため、φ65mmホースからの送水時、各二又分岐部のバルブ開閉時、及び筒先部の放水停止におけるホースカー等の挙動について確認する。

##### (3) 実験方法

###### ア 各二又分岐金具の摩擦損失について

普通ポンプ車の第一放口からφ65mm消火用ホースを2本を延長し二又分岐金具の吸水口に接続する。φ65消火用ホースの途中に電磁流量計を挿入する。

二又分岐金具の吸水口に圧力変換器（No1）を、二又分岐金具の吐出口部右に圧力変換器（No2）を、同左（No3）に接続し各吐出口から導線入りホースを介して水槽へ放水する。バルブの開閉度、流量等の変化における二又分岐金具の摩擦損失を測定する（図1、写真8参照）。

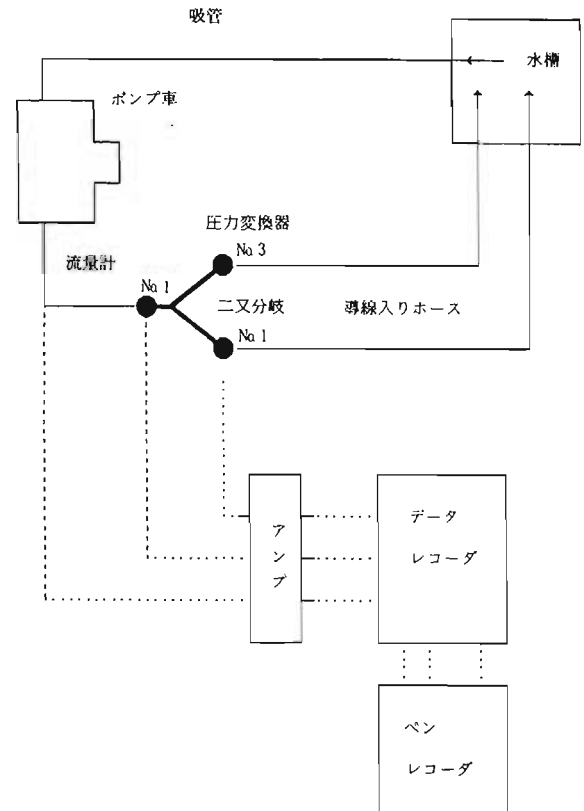


図1 実験状況

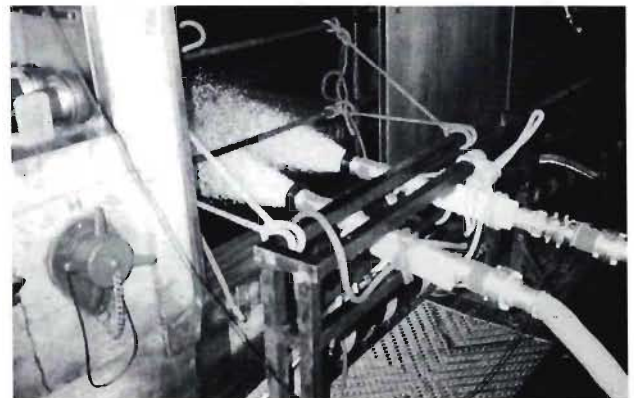


写真8 実験状況

###### イ 水撃作用等について

水撃作用等については次の操作を行ったとき前アの測定器による圧力変動の測定及び目視によるホースカー等の挙動について確認する。

- (ア) φ65mm消火用ホースからの送水開始
- (イ) 二又分岐金具部のバルブの開閉
- (ウ) 筒先部の放水開始及び停止

##### (4) 実験結果

###### ア 各二又分岐金具の摩擦損失について

(ア) 二又分岐金具のバルブを左右とも100%開いた状態でポンプ圧力を上げ流量を増加させた場合の実験結果を図2、図3に示す。一放口あたり実用域の約400ℓ/minを放水する場合、グラフから既存の二又分岐金具は二放口分の800ℓ/minを送水するためには二又分岐金具部の入口圧力2.1kgf/cm<sup>2</sup>を必要とす

るのに対し、新二又分岐金具は $2.2\text{kgf/cm}^2$ となった。新二又分岐金具の方が約 $0.1\text{kgf/cm}^2$ 高い入口圧力を示した。摩擦損失は、 $800\text{ l/min}$ 付近では既存の二又分岐金具は $0.1\sim 0.2\text{kgf/cm}^2$ 、新二又分岐金具は $0.3\sim 0.4\text{kgf/cm}^2$ であった。また、既存の二又分岐金具の左右の摩擦損失の差はほとんど見られないが、新二又分岐金具は左バルブの方が摩擦損失がやや大き

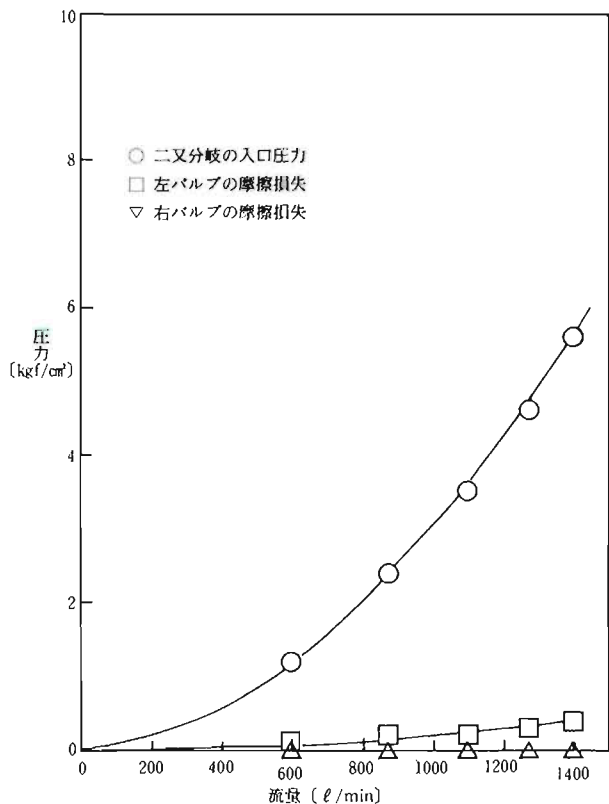


図2 既存の二又分岐の摩擦損失(右100% 左100%)

い。

(イ) 二又分岐金具バルブを一つのみ100%開いた場合の実験結果を図4～図6に示す。既存の二又分岐金具は左右対称な形状であるので右バルブのみの測定をした。一放口あたり $400\text{ l/min}$ の放水量を得るためには入口圧力を既存の二又分岐金具は約 $2.2\text{kgf/cm}^2$ 、新二又分岐金具は開度右100%左0%時及び右

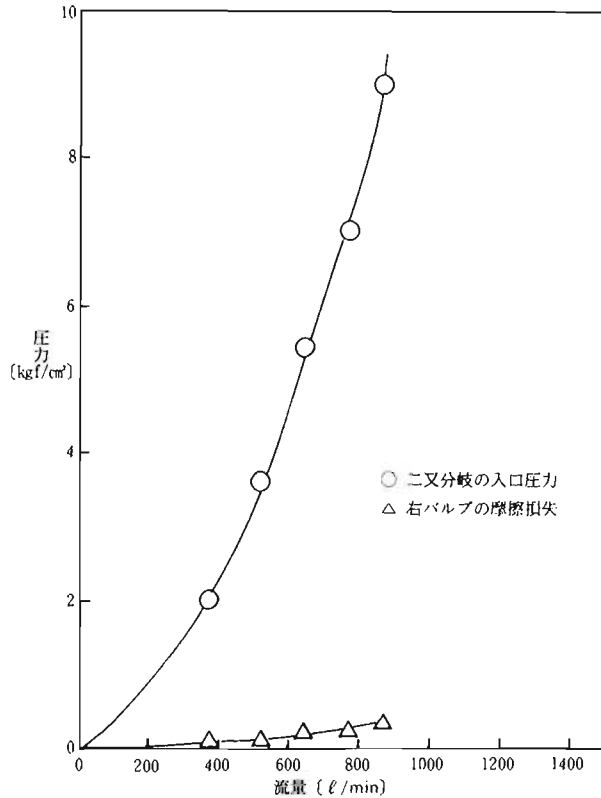


図4 既存の二又分岐の摩擦損失(右100% 左0%)

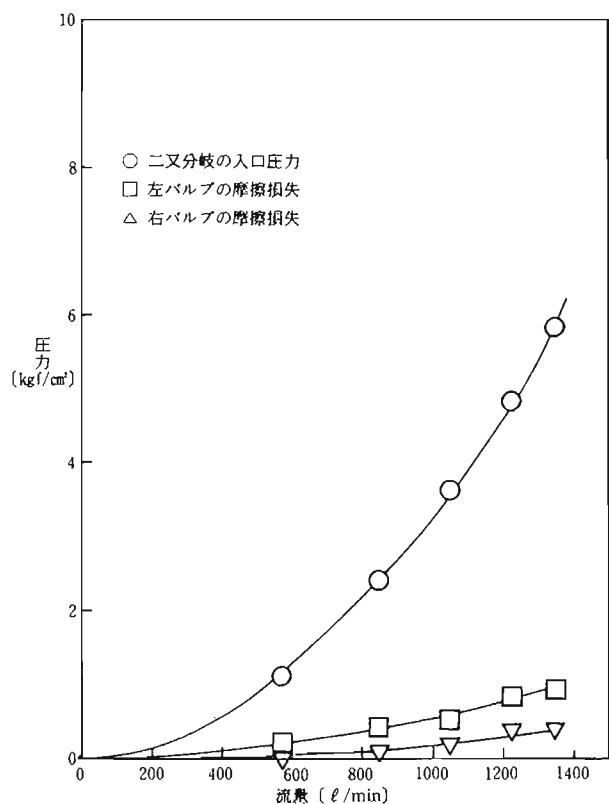


図3 新二又分岐の摩擦損失(右100% 左100%) (74)

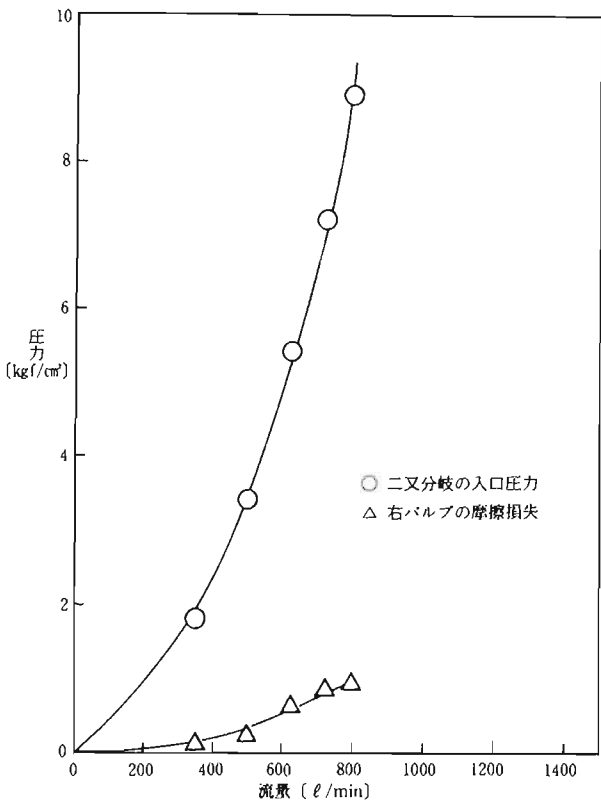


図5 新二又分岐の摩擦損失(右100% 左0%)

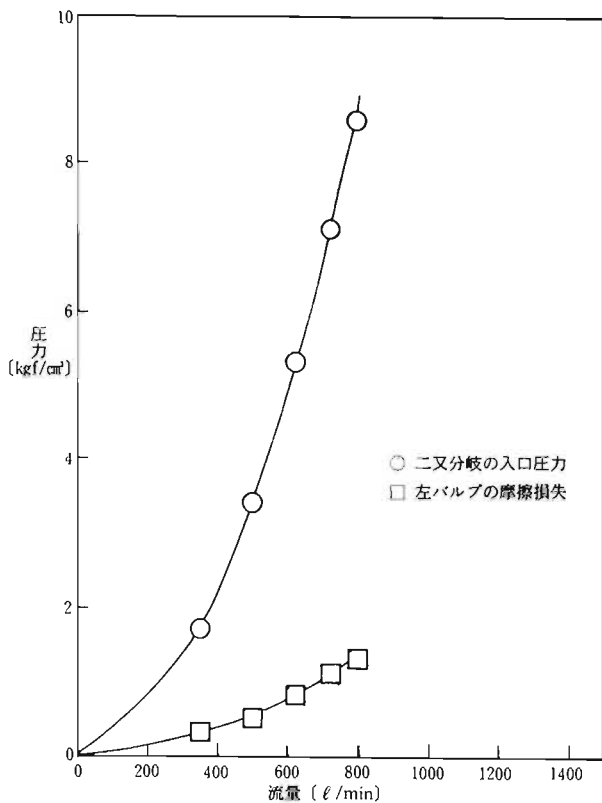


図6 新二又分岐の摩擦損失 (右0% 左100%)

0%左100%とも約2.3kgf/cm<sup>2</sup>であった。新二又分岐金具の方が約0.1kgf/cm<sup>2</sup>高い入口圧力を示した。摩擦損失は400 l/min付近では約0.1kgf/cm<sup>2</sup>、新二又分岐金具の右バルブは約0.2kgf/cm<sup>2</sup>、左バルブは約0.3kgf/cm<sup>2</sup>であった。

イ 前(3)イに示す実験方法で行うも、ホースカー等の大きな振れ、移動及び転倒はなかった。二又分岐金具部のバルブを開閉したときの圧力変化を図7から図8に示す。二又分岐金具の左右バルブを100%開いているときに一方のバルブを閉めると既存の二又分岐金具は、他方が約3 kgf/cm<sup>2</sup>から瞬時に約6 kgf/cm<sup>2</sup>程度となり約5 kgf/cm<sup>2</sup>のところ安定するのに対し新二又分岐金具は約3 kgf/cm<sup>2</sup>から突出する圧力はなく5 kgf/cm<sup>2</sup>付近に上昇し安定している。

### 5 考察

- (1) 摩擦損失については、新二又分岐金具は既存品と比較してやや高い傾向にあるものの、一放口あたりの実用域 (400 l/min) においては約0.1kgf/cm<sup>2</sup>、落差で1 m程度であるので消火活動にほとんど影響がないものと言える。新二又分岐の左バルブが右バルブより摩擦損失が大きい理由として、左バルブが水の流れに対して直角に屈曲して作られているためと考えられる。

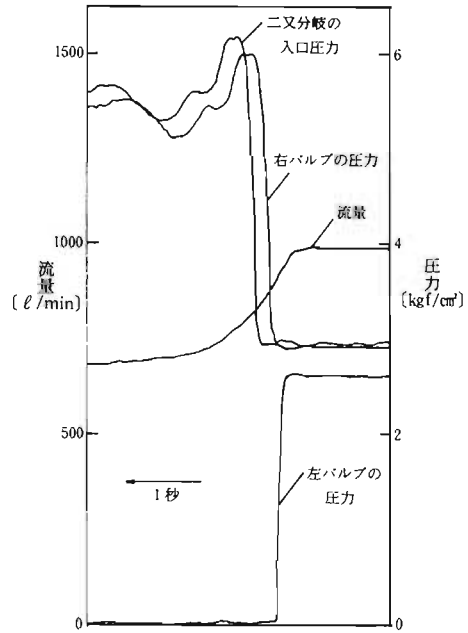


図7 既存の二又分岐の水撃作用 (右100% 左100%から0%へ)

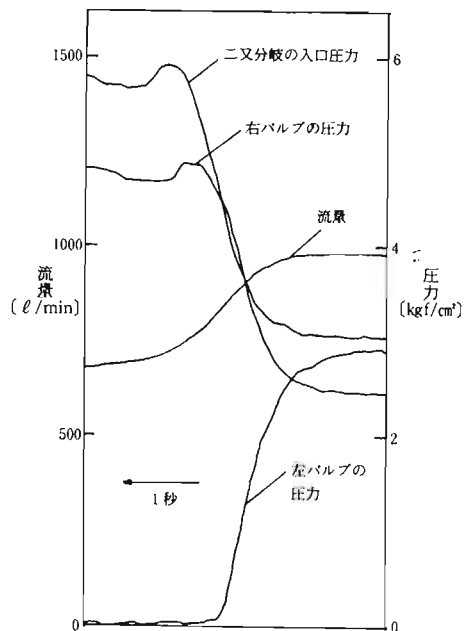


図8 新二又分岐の水撃作用 (右100% 左100%から0%へ)

(2) 水撃作用については、ホースの動きに対してホースカーが転倒する等の懸念はない。

## 参考文献

## 6 まとめ

今回開発した新二又分岐金具は、前2(2)に示す通り本装置は相当のメリットがあり実用化された場合には消防活動の迅速化、隊員の労務負担の軽減に大きくつながると考えられる。今後の課題としては装置の軽量化、軽量ホースカー及び動力式ホースカーへの搭載について検討しトータルシステムとしてポンプ車の制御装置と組み合わせて研究を進めていきたい。

- (1) 消防科学研究所報 第25号(1988)「消防ポンプ車の流量自動制御装置の開発について」
- (2) 消防科学研究所報 第26号(1989)「消防ポンプ車の流量遠隔制御装置の開発について(第2報)」
- (3) 消防科学研究所報 第28号(1991)「消防ポンプ車の流量遠隔制御装置の開発について(第3報)」
- (4) 消防科学研究所報 第29号(1992)「消防ポンプ車の流量遠隔制御装置の開発について(第4報)」