

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2021-16433

(P2021-16433A)

(43) 公開日 令和3年2月15日(2021.2.15)

(51) Int.Cl.
A62C 33/04 (2006.01)

F 1
A62C 33/04

テーマコード(参考)
2E189

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2019-132168 (P2019-132168)
(22) 出願日 令和1年7月17日(2019.7.17)

(71) 出願人 504229284
国立大学法人弘前大学
青森県弘前市文京町1番地
(74) 代理人 100088155
弁理士 長谷川 芳樹
(74) 代理人 100113435
弁理士 黒木 義樹
(74) 代理人 100128107
弁理士 深石 賢治
(72) 発明者 鳥飼 宏之
青森県弘前市文京町1番地 国立大学法人
弘前大学内
(72) 発明者 今淵 友貴
青森県弘前市文京町1番地 国立大学法人
弘前大学内
Fターム(参考) 2E189 LA02

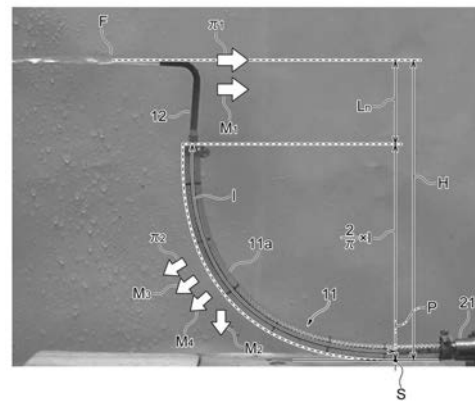
(54) 【発明の名称】 噴流方法

(57) 【要約】

【課題】 安全な高所からの放水等を容易に行う。

【解決手段】 噴流方法は、弾性材料によって形成されたホース11と当該ホースの一方の端部に接続されると共に所定の角度で曲がった管状のノズル12とを備える噴流装置10を用いて流体Fをホース11に流入させてノズル12から噴流させる方法であって、ホース11を一方の端部とは異なる位置で固定する固定工程と、ノズル12、及びホース11の一方の端部から固定された位置までの部分を保持しない状態で、流体Fをホース11の他方の端部から流入させてノズル12から噴流させると共に、当該流入を、当該流体Fによってノズル12にかかる力によって当該ホースの当該部分の一箇所において湾曲する流量で行う噴流工程とを含み、流入させる流体の流量を、ホース11を湾曲させる度合いに応じたものとする。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

弾性材料によって形成されたホースと当該ホースの一方の端部に接続されると共に所定の角度で曲がった管状のノズルとを備える噴流装置を用いて流体をホースに流入させてノズルから噴流させる噴流方法であって、

前記ホースを前記一方の端部とは異なる位置で固定する固定工程と、

前記ノズル、及び前記ホースの前記一方の端部から前記固定工程で固定された位置までの部分を保持しない状態で、流体を前記ホースの他方の端部から流入させてノズルから噴流させると共に、当該流入を、当該流体によってノズルにかかる力によって当該ホースの当該部分の一箇所において湾曲する流量で行う噴流工程と、

10

を含み、

前記噴流工程において流入させる流体の流量を、前記ホースを湾曲させる度合いに応じたものとする噴流方法。

【請求項 2】

前記噴流工程において流入させる流体の流量を、前記ホースの曲げ剛性、及び当該ホースの湾曲する部分の長さに応じたものとする請求項 1 に記載の噴流方法。

【請求項 3】

前記固定工程において、前記ホースが水平方向に向くと共に前記管状のノズルの曲がった方向が鉛直方向の下方方向に向くように固定する請求項 1 又は 2 に記載の噴流方法。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】**【0001】**

本発明は、ホースを介してノズルから流体を噴流させる噴流方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

消火活動において、通常、消防士は地上に立ち、消火ノズルとホースとを腕によって保持し、体全体で空間中にホース先端の直管ノズルを固定して放水を行う。ホース内を流れる水流によってホースの湾曲部には湾曲方向にホースを押す力がかかるが、これを消防士からホースに作用する力によって相殺し静止状態が保たれる。特にこのとき、消防士の体を固定する上で、消防士の接地している地面との摩擦も重要となる。

30

【0003】

他方で、建物火災等で高い位置での（例えば、屋根からの）放水が必要になる場合がある。このとき、消防士は片手でホースを抱え、もう片方の手ではしごをつかんで登らなければならない。その後、高所からの放水を行う。これら一連の作業は、消防士が体勢を崩して転落する可能性があり極めて危険である。

【0004】

安全に高所からの放水を行うため、高層ビル火災等で用いられる高所放水車、及び海上火災等に対して用いられる消防艇では、放水塔が設けられている。放水塔は、例えば、金属部材で構成された伸縮式（又は屈折式）であり、その先端に放水砲（又は放水銃）が設置されているものが用いられる。

40

【0005】

また、特許文献 1 には、安全に高所からの放水を行うための装置として、火災時に利用できる液体噴射装置が提案されている。この液体噴射装置では、曲がったノズルから放出される水流噴流によって生じる反力でホースを湾曲させて、ノズルを浮遊させることを目指している。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0006】**

【特許文献 1】特開 2017 - 164069 号公報

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】**【0007】**

上述した放水塔を製作するには高いコストを要し、そして装置構成上、接合部と可動部とが多いためメンテナンスにも大きな労力とコストとを必要とする。また、特許文献1に記載されている液体噴射装置は、ホース形状を一定に保つための制御機構を必要としており、容易に実現することはできない。

【0008】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであり、安全な高所からの放水等を容易に行うことができる噴流方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0009】**

上記目的を達成するために、本発明に係る噴流方法は、弾性材料によって形成されたホースと当該ホースの一方の端部に接続されると共に所定の角度で曲がった管状のノズルとを備える噴流装置を用いて流体をホースに流入させてノズルから噴流させる噴流方法であって、ホースを一方の端部とは異なる位置で固定する固定工程と、ノズル、及びホースの一方の端部から固定工程で固定された位置までの部分を保持しない状態で、流体をホースの他方の端部から流入させてノズルから噴流させると共に、当該流入を、当該流体によってノズルにかかる力によって当該ホースの当該部分の一箇所において湾曲する流量で行う噴流工程と、を含み、噴流工程において流入させる流体の流量を、ホースを湾曲させる度合いに応じたものとする。

【0010】

本発明に係る噴流方法では、ホースを介してノズルから流体を噴流させる際にホースが湾曲する。このホースの湾曲によって、例えば、高所からの流体の噴流を実現することができる。また、本発明に係る噴流方法では、流体の噴流の際に消防士等によるノズル及びホースの保持が不要である。また、本発明に係る噴流方法では、構成する部品が従来の装置等に比べて少ないため、容易な実現が可能である。このように本発明に係る噴流方法によれば、安全な高所からの放水等を容易に行うことができる。

【0011】

噴流工程において流入させる流体の流量を、ホースの曲げ剛性、及び当該ホースの湾曲する部分の長さに応じたものとするとしてもよい。この構成によれば、ホースの曲げ剛性、及び当該ホースの湾曲する部分の長さに応じて確実にホースを湾曲させることができ、その結果、高所での放水等をより確実に行うことができる。

【0012】

固定工程において、ホースが水平方向に向くと共に管状のノズルの曲がった方向が鉛直方向の下方方向に向くように固定することとしてもよい。この構成によれば、鉛直方向の上方方向にホースを湾曲させることができ、その結果、高所での放水等をより確実に行うことができる。

【発明の効果】**【0013】**

本発明によれば、安全な高所からの放水等を容易に行うことができる。

【図面の簡単な説明】**【0014】**

【図1】本発明の実施形態に係る噴流方法に用いられる噴流装置を示す図である。

【図2】流体をホースに流入する前にホースを固定した状態を示す図である。

【図3】流体をホースに流入してノズルから噴流させている状態を示す図である。

【図4】噴流によってノズルに作用する力と、ホースの弾性によってはたらく復元力との関係を示すグラフである。

【図5】ホースが立ち上がる時の高さとの関係を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 5 】

以下、図面と共に本発明に係る噴流方法の実施形態について詳細に説明する。なお、図面の説明においては同一要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。また、図面の寸法比率は、説明のものとは必ずしも一致していない。

【 0 0 1 6 】

本実施形態に係る噴流方法は、ホースを介してノズルから流体を噴流（噴射、噴出、出射）させる方法である。本実施形態に係る流体の噴流は、例えば、火災の消火のために行われる。消火剤として用いられる当該流体は、気体、液体、粉末消火剤のような固 - 気混相流、固 - 液混相流、及び泡消火剤のような気液二層流の何れかであってもよい。具体的には、当該流体として水が用いられる。なお、本発明に係る流体の噴流は、消火以外のために行われるものであってもよい。

10

【 0 0 1 7 】

まず、本実施形態に係る噴流方法の実行に用いる噴流装置を説明する。本実施形態で説明する噴流装置は、本発明者による噴流方法の実験に用いられた装置である。従って、実際の消火等に用いる場合には、それに応じて構成及び部材のサイズ等を変更してもよい。

【 0 0 1 8 】

図 1 に本実施形態に係る噴流装置 10 を示す。噴流装置 10 は、流体を噴流させる構成として、ホース 11 と、ノズル 12 とを備える。

【 0 0 1 9 】

ホース 11 は、弾性材料によって形成されている。ホース 11 は、力を受けた際に湾曲変形が可能であり、受けた力が取り除かれると元の形に戻るものである。例えば、ホース 11 としては、ポリ塩化ビニール製又はポリエチレン製の従来のもを用いることができる。具体的には、ホース 11 として、外径 15 mm、内径 12 mm の M E G A サンプレーホース等を用いることができる。ホース 11 の長さは、消火に用いる場合には、例えば、数 m ~ 数十 m のものを用いることができる。但し、この範囲に含まれない長さのホース 11 が用いられてもよい。更には、ホース 11 として、以下の表に示すホースも用いることができる。

20

【 表 1 】

ホース	ヤング率 E [MP a]	断面二次モーメント $I \times 10^{-9}$ [m ⁴]	曲げ剛性 $E I \times 10^{-3}$ [N・m ²]
SB-9	7	2. 16	15. 1
SB-12	7	4. 14	28. 9
SA-9	7	3. 24	22. 7
TD-9	7	13. 41	93. 9
LDPEチューブ (14×10)	200	1. 39	279. 0
LDPEチューブ (15×12)	200	1. 47	293. 4

30

40

【 0 0 2 0 】

ノズル 12 は、管状（例えば、円管状）の部品であり、出口から流体 F を噴流する。ノズル 12 は、出口とは逆側の開口部でホース 11 の一方の端部に接続される。ホース 11 とノズル 12 とは、例えば、ホースクランプ 13 によって接続される。ノズル 12 は、所定の角度に曲がっている。即ち、ノズル 12 において、ホース 11 に接続される端部の軸方向と流体 F を噴流する出口の軸方向とに所定の角度がつけられている。曲げられる角度は、例えば、90°である。即ち、ノズル 12 は、L 字状の L 字ノズルを用いることができる。但し、角度は、90°以上であってもよいし、90°以下であってもよい。

【 0 0 2 1 】

50

ノズル 12 は、比較的重量が小さく、また、弾性率が非常に大きな材料である金属又はセラミックス等によって形成される。例えば、ノズル 12 としては、外径 6.35 mm、内径 4.75 mm の銅管によって形成された L 字ノズルを用いることができる。

【0022】

また、噴流装置 10 は、流体 F をホース 11 に流入させるための構成として、タンク（槽）14 と、第 1 ポンプ 15 と、第 2 ポンプ 16 と、ニードルバルブ 17 と、ストップバルブ 18 と、流量計 19 とを備える。これらの装置としては、従来と同様のものを用いることができる。

【0023】

タンク 14 は、ノズル 12 から噴流させる流体 F の容器である。第 1 ポンプ 15 は、タンク 14 に入っている流体 F を第 2 ポンプ 16 に圧送する装置である。第 1 ポンプ 15 と第 2 ポンプとの間には、流体 F が流れる配管 20 が設けられている。第 2 ポンプ 16 は、第 1 ポンプ 15 から流入した流体 F をホース 11 に圧送する装置である。第 2 ポンプ 16 には、圧送される流体 F が流れる配管 20 が設けられている。

10

【0024】

第 2 ポンプに接続された配管 20 は分岐しており、それらの一方はホース 11 に向かい、他方はタンク 14 に向かっている。ニードルバルブ 17 は、ホース 11 に向かう配管 20 及びタンク 14 に向かう配管 20 にそれぞれ設けられた、流体 F の流量を制御するためのバルブ（流量調整器）である。ストップバルブ 18 は、ホース 11 に向かう配管 20 及びタンク 14 に向かう配管 20 にそれぞれ設けられた、流体 F の流れを止めるためのバルブである。流量計 19 は、ホース 11 に向かう配管 20 に設けられた、ホース 11 に向かう流体 F の流量を計測する装置である。

20

【0025】

なお、噴流装置 10 は、流体 F をホースに流入させるための構成として必ずしも上記の構成を取る必要はなく、流体 F をホース 11 に流入させると共に流入させる流体 F の流量を制御可能できる構成であればよい。

【0026】

また、噴流装置 10 は、ホース 11 の一部を固定するための構成（治具）として、バイス 21 を備える。バイス 21 としては、従来と同様のものを用いることができる。なお、ホース 11 の一部を固定するための構成として、必ずしもバイス 21 を用いる必要はなく、流体 F が流通可能な状態でホース 11 の一部を固定できるものであれば、どのようなものを用いてもよい。例えば、ポンプとの接続によってホース 11 の一部が固定されてもよい。以上が、本実施形態に係る噴流装置 10 の構成である。

30

【0027】

引き続き、本実施形態に係る噴流方法を説明する。本方法では、まず、ホース 11 を、ノズル 12 が接続された端部とは異なる位置で固定する（固定工程）。図 2 にホース 11 が固定された状態を示す。ホース 11 の固定は、例えば、消火対象の近傍の位置における地面等の水平面において、ノズル 12 の側が消火対象に向かうように行われる。ホースの水平面への固定は、バイス 21 によって行われる。ホース 11 のノズル 12 が接続された端部からバイス 21 によって固定される位置までの部分 11a は、後述するように湾曲する。当該部分 11a の長さ L_n は、湾曲が適切に行える程度の長さとしてされる。なお、ノズル 12 の、ホース 11 に接続される側の端部から曲がっているところの円管中心までの長さ（即ち、ホース 11 に接続される端部の軸方向の長さ） L_n 、及びホース長さ L_n とノズル長さ L_n との和である全体長さ L も、湾曲が適切に行える程度の長さとしてされる。

40

【0028】

また、図 2 に示すように、ホース 11 の固定の際、上記の部分 11a を水平面に配置する等して水平方向に向くようされると共にノズル 12 の先端である曲がった方向が鉛直方向の下方方向に向くようにしてもよい。なお、図 2 では、ノズル 12 の先端が、ホース 11 が置かれる水平面より下に位置しているが、ノズル 12 の先端が、ホース 11 が置かれる水平面に接している、それによってホース 11 が持ち上げられていてもよい。また、ノズ

50

ル 1 2 が 90° に曲がっているため、ノズルの先端が鉛直方向に向いているが、角度が 90° でない場合等には、ノズル 1 2 の先端が下方方向に向いていればよく、必ずしも鉛直方向でなくてもよい。

【 0 0 2 9 】

ホース 1 1 の固定の後、ノズル 1 2 及びホース 1 1 の上記の部分 1 1 a は、保持されない、即ち、自由に動くことができる状態にされる。その状態で、流体 F を、ノズル 1 2 に接続された端部とは逆側の端部からホース 1 1 に流入させる（噴流工程）。流体 F の流入は、噴流装置 1 0 の上述した流体 F をホース 1 1 に流入させるための構成によって行われる。ホース 1 1 に流入した流体 F はノズル 1 2 から噴流する。流体 F がノズル 1 2 から噴流する際に噴流する方向とは逆方向の力 F_1 がかかる。そして、流体 F の流量が一定以上であると、図 3 に示すように、ノズル 1 2 にかかる力 F_1 によって、ホース 1 1 が、上記の部分 1 1 a の一箇所において湾曲する。また、ホース 1 1 が湾曲する際、ホース 1 1 が各部分で伸縮するため、湾曲した方向とは逆向きにホース 1 1 の弾性に基つき元の形に戻ろうとする復元力（弾性力） F_2 がはたらく。また、ホース 1 1、ノズル 1 2 及びそれらの中を流れる流体 F それぞれに重力がはたらく。また、ホース 1 1 には、地面に設置されたままとっている部位において摩擦力及び垂直抗力がはたらく。ホース 1 1 は、これらの力のバランスが取れた湾曲の状態となり、その状態で安定する。即ち、ホース 1 1 は、時間的に変動がなく、湾曲した状態となる。

10

【 0 0 3 0 】

ノズル 1 2 から流体が噴流する際にホース 1 1 及びノズル 1 2 にかかる力から考えられるモーメントについて説明する。図 3 に示すモーメント M_1 [N · m] は、流体 F を噴流させることによってホース 1 1 に生じるモーメントである。モーメント M_2 [N · m] は、ホース 1 1 及びノズル 1 2、並びにホース 1 1 及びノズル 1 2 内を流れる流体 F に作用する重力によって生じるモーメントである。モーメント M_3 [N · m] は、湾曲したホース 1 1 内を流れる流体 F によってホース 1 1 に作用する力によって生じるモーメントである。モーメント M_4 [N · m] は、ホース 1 1 が曲がることによって発生するモーメントである。これらの各モーメントがバランスすることで、噴流によって湾曲したホース 1 1 は、一定の湾曲形状を保って空間中に静止する。

20

【 0 0 3 1 】

従って、流体 F は、ホース 1 1 が湾曲した状態でノズル 1 2 から噴流する。例えば、図 3 に示すように、ホースが立ち上がって流体 F がノズル 1 2 から噴流する。ホース 1 1 のノズル 1 2 が接続された端部の軸方向と、固定された位置の軸方向との角度（湾曲の角度）が 90° になる場合には、流体 F を噴流していない状態では下方方向に向いていたノズル 1 2 の先端が、ホース 1 1 の湾曲に応じた高い位置で水平方向に向き、水平方向に流体 F が噴流される。このようにホース 1 1 が湾曲して持ち上がることで、ノズル 1 2 の流体放出口を空間的に高く、そして安定して配置することが可能となる。

30

【 0 0 3 2 】

流体 F をホース 1 1 に流入させる際の流量は、ホース 1 1 を湾曲させる度合いに応じたものとされる。ホース 1 1 を湾曲させる度合いは、予め設定されたものであってもよい。流量の制御は、噴流装置 1 0 の上述した流体 F をホース 1 1 に流入させるための構成によって行われる。

40

【 0 0 3 3 】

ホース 1 1 が湾曲してノズル 1 2 が立ち上がる高さは、ホース 1 1 に流入される流体 F の流量に応じたものとなる。一定の流量までは流量が大きくなるほど、ホース 1 1 の湾曲の角度が 90° に近づいていき、立ち上がり高さは高くなる。当該一定の流量を超えて流量が更に大きくなると、ホース 1 1 の湾曲の角度が 90° を超えて、立ち上がり高さは低くなる。図 3 に示すように、ホース 1 1 の湾曲が 90° になる場合、最も高い位置から流体 F を噴流することができる。従って、最も高い位置から流体 F を噴流させるため、ホース 1 1 を湾曲させる度合いは、90° としてもよい。

【 0 0 3 4 】

50

ホース 11 が湾曲する度合い、即ち、ノズル 12 が持ち上がる高さは、ホース 11 中を流れる流体 F の流量の大きさによって簡単に調節することができる。ホース 11 が湾曲する度合いは、後述するようにホース 11 の弾性率、形状及び長さ等に応じたものとなる。

【0035】

なお、ホース 11 が、中心軸を中心にねじれた場合、上記と同様にホース 11 には復元力がはたらく。加えて、噴流で立ち上がったホース 11 の部分 11 a は、地面等の水平面から浮いているため、当該面との接触抵抗（摩擦力）が生じない。その結果、例えば、風等の外部擾乱によって左右、前後、上下というような方向からホース 11 に力がかかったとしても、それらの外部からの力が取り除かれれば、外部の力がかかっていない状態の形状に戻るようになる。なお、ノズル 12 にかかる重力がホース 11 の復元力に比して大きくなりすぎないように、比較的小さい質量のノズル 12 を用いることとするのがよい。

10

【0036】

また、流体 F をホース 11 に流入させる際の流量は、ホース 11 の曲げ剛性、及び当該ホース 11 の湾曲する部分の長さに応じたものとしてよい。例えば、以下のようにする。

【0037】

図 4 に、噴流によって最もホース 11 が立ち上がる場合における、噴流によってノズル 12 に作用する力 F_1 と、ホース 11 の弾性によってはたらく復元力 F_2 との関係を示す。なお、この関係は、本発明者の実験及び研究によって発見されたものである。図 4 のグラフにおいて、横軸（x 軸）は、復元力 $F_2 = EI / l^2$ [N] であり、縦軸（y 軸）は、噴流の力 $F_1 = \rho_w u^2 D_n^2$ [N] である。

20

【0038】

ここで、EI は、ホース 11 の曲げ剛性 [N・m²] である。ホースの曲げ剛性の値は、ホース 11 のヤング率 E [MPa] 及び断面二次モーメント $I \times 10^{-9}$ [m⁴] から算出することができる。復元力の式中の l は、図 3 に示すホース 11 の立ち上がる位置である支点位置 S からノズル 12 側の先端までの距離 [m] である。即ち、l は、ホース 11 の湾曲する部分の長さである。なお、ホース 11 の湾曲に対して、ホース 11 のノズル 12 が接続された端部からパイプ 21 によって固定される位置までの部分 11 a の長さが十分に長ければ、支点位置 S は、当該固定される位置よりもノズル 12 側に位置する。一方で、ホース 11 の湾曲に対して当該部分 11 a の長さが十分に長くなければ、支点位置 S は、当該固定される位置に一致する。 ρ_w は、流体の密度 [kg/m³] である。u は、ノズル 12 出口での噴流の流速 [m/s]（断面平均流速）である。D_n は、ノズル 12 の内径 [m] である。

30

【0039】

実験の値に基づいて、横軸の値を x、縦軸の値を y としたときに $y = a_n x^n$ 、 $a_0 = 0.570147101$ 、 $a_1 = 1.75707036$ との関係が導かれた。相関係数 $r = 0.996955873$ である。このようにこれらの力の関係は、一次関係式となる。EI、 ρ_w 及び D_n は、噴流に用いるホース 11 及びノズル 12 によって定まる。l は、ホース 11 に流体 F を流入させる試験を行って支点位置 S を確認することで算出することができる。これらの値と上記の関係式とから、噴流の流速 u を算出することができる。算出した流速 u から、ホース 11 に流入させる際の流量を算出して、算出した流量の流体 F をホース 11 に流入させる。

40

【0040】

なお、上記の関係式は、ホース 11 を湾曲させる度合い毎に実験等で予め用意しておくことができ、流体 F を噴流させる際の予め設定した度合いに応じた関係式を用いて流量を算出してもよい。

【0041】

流体 F の流量は、噴流の流速 u から以下の式によって算出することができる。例えば、体積流量 Q_v [m³/min] 又は Q_v [l/min] を以下の式によって算出すること

50

ができる。

$$Q_v = (D_n / 2)^2 \times u \times 60 \text{ [m}^3 \text{ / min]}$$

$$Q_v = (D_n / 2)^2 \times u \times 60 \times 1000 \text{ [l / min]}$$

上記の式において、 $(D_n / 2)^2$ はノズル 12 の断面積 $[\text{m}^2]$ であり、 $u \times 60$ は流速 $[\text{m / min}]$ である。また、質量流量 Q_v $[\text{kg / min}]$ を以下の式によって算出することができる。

$$Q_v = (D_n / 2)^2 \times u \times 60 \times w \text{ [kg / min]}$$

【 0 0 4 2 】

また、ホース 11 を湾曲させる度合い、例えば、放水位置を最も高くする条件を、噴流する流体 F によってノズル 12 に作用する力と、使用しているホース 11 の断面形状、弾性率及び長さなどで決まるバランスで予測することとしてもよい。予測した条件に応じた流量の流体 F をホース 11 に流入させてもよい。

10

【 0 0 4 3 】

図 3 に示すようなホース 11 の湾曲の角度が 90° になる場合、流体 F が噴流する位置の水平面から高さ H は以下のように計算で算出することができる。立ち上がったときのホース 11 の湾曲部を適当な曲線を用いて近似し、その曲線を示す関数を用いてホースが立ち上がったときの高さ H を算出する。図 3 に示すように噴流によって 90° の角度で立ち上がったときのホース 11 の部分の湾曲を $1/4$ の円として近似する。この場合の曲線の関数は以下となる。

【 数 1 】

20

$$y = -\sqrt{R^2 - x^2} + R \quad (1)$$

ここで R は、近似した円の半径を表し、 (x, y) はホース 11 上の位置である支点位置 S を原点として、水平方向の距離を x、垂直方向を y とした座標を表す。x と y とが取り得る範囲は、 $0 \leq x \leq R$ 、 $0 \leq y \leq R$ となる。

【 0 0 4 4 】

式 (1) の 1 次導関数 dy / dx を以下の式に代入することで、ホース 11 の湾曲する部分の長さ l を表すことができる。

【 数 2 】

30

$$l = \int_0^R \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} dx \quad (2)$$

その結果、以下の関係式が得られる。

【 数 3 】

$$l = \frac{1}{2} \pi R \quad (3)$$

40

また、図 3 から分かるようにホース 11 の湾曲する部分によって立ち上がった高さは R と等しくなる。

【 0 0 4 5 】

以上から、計算によって予測されるホースの立ち上がり高さ H_{cal} (H の予測値) は以下のように表すことができる。

【 数 4 】

$$H_{cal} = R + L_n = \frac{2}{\pi} l + L_n \quad (4)$$

50

式(4)を用いて計算した結果、上述した表に示すホースを用いた場合の結果を図5に示す。ホース11の湾曲する部分の長さLが求めれば、図5に示す関係を用いて、流体Fが噴流する位置の水平面から高さHを算出することができる。

【0046】

上述したように本実施形態では、ホース11を介してノズル12から流体Fを噴流させる際にホース11が湾曲する。このホースの湾曲によって、例えば、高所からの流体の噴流を実現することができる。また、本実施形態では、ノズル12から離れた位置においてホース11を固定しておくだけで流体の噴流を可能とするため、流体の噴流の際に消防士(消火者)等によるノズル12及びノズル12に近い部分のホース11の保持が不要である。従って、消防士等が安全な地上に居ながらにして、高所から火災が発生している空間に対して当該火災を消火するための流体Fを供給することができる。

10

【0047】

また、本実施形態では、複雑な構成の装置及び高度な制御機構等を必要とせず、構成する部品が従来の装置等に比べて少ない。そのため、製作及びメンテナンスのコスト等を従来よりも低減することができ、容易な実現が可能である。このように本実施形態によれば、安全な高所からの放水等を容易に行うことができる。

【0048】

また、本実施形態のようにホース11に流入させる流体Fの流量を、ホース11の曲げ剛性、及び当該ホース11の湾曲する部分の長さに応じたものとするとしてもよい。この構成によれば、ホースの曲げ剛性、及び当該ホースの湾曲する部分の長さに応じて確実に予め設定された度合いでホース11を湾曲させることができ、その結果、高所での放水等をより確実に行うことができる。但し、流量の制御は、必ずしも上記のように行われる必要はなく、流量を変化させて湾曲の度合いを確かめる実験を行って実験に基づいた流量での流体Fの流入を行ってもよい。また、上記以外のパラメータを考慮して流量を決めることとしてもよい。

20

【0049】

また、本実施形態のようにホース11を固定する際に、ホース11が水平方向に向くと共に管状のノズルの曲がった方向が鉛直方向の下方向に向くようにしてもよい。この構成によれば、鉛直方向の上方向にホース11を湾曲させる、即ち、ホース11を立ち上げることができる。その結果、高所での放水等をより確実に行うことができる。但し、ホース11及びノズル12は、噴流の用途等に応じてどのような向きで固定されてもよい。

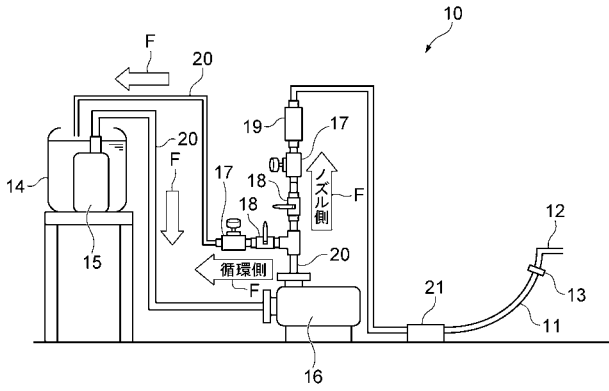
30

【符号の説明】

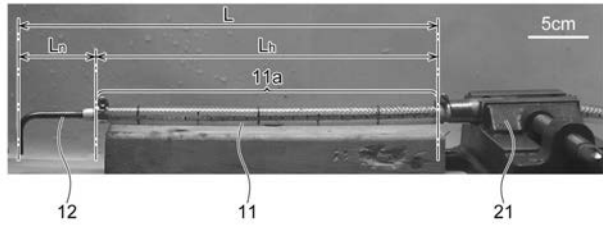
【0050】

10...噴流装置、11...ホース、12...ノズル、13...ホースクランプ、14...タンク、15...第1ポンプ、16...第2ポンプ、17...ニードルバルブ、18...ストップバルブ、19...流量計、20...配管、21...パイプ。

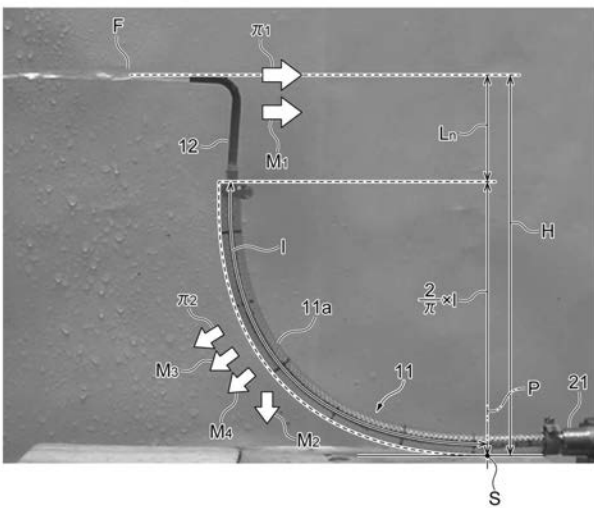
【 図 1 】



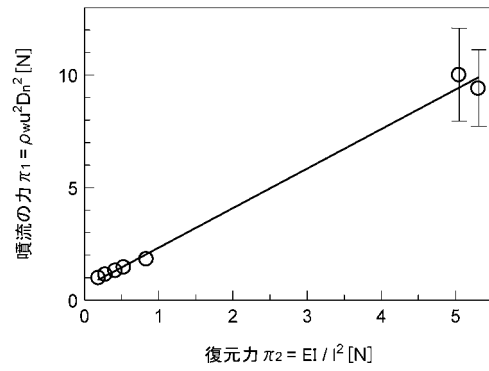
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

