

明 細 書

発明の名称：送風機および換気システム

技術分野

[0001] 本発明は、送風機および換気システムに関する。特に地下管渠または地下管路に適用して好適な送風機および換気システムに関する。

背景技術

[0002] 下水道等の地下管渠あるいは地下管路（以下、単に「管渠」と称する。）において、保守点検等、人手による作業を行う場合、作業者は、人孔（マンホール）を通じて管渠内に進入するのが一般的である。管渠内は、酸素欠乏状態になる可能性があり、また、硫化水素等の有毒ガスが発生する可能性もあるため、管渠内における作業者の安全管理を図る必要がある。

[0003] 非特許文献１は、下水道管渠内の作業安全に関する報告書であり、事故事例の分析に基づく提言および具体的な安全事項について記載されている。特に、非特許文献１の２７ページには、管渠内の換気方法として、「外気の風向きを考えてファンを設置し、一方から送気、他方から外へ排気することにより、管渠内の換気を行う。このときの管渠内の風速は０．８ｍ／秒以上とする」の記載があり、清掃作業のイメージが図示され、ファンおよびダクトの一例が写真により例示されている。当該清掃作業のイメージによれば、送気側および排気側の両方の人孔にダクトを挿入し、各ダクトの地表側に接続したファンによって送気および排気が実施されている。

[0004] なお、特許文献１にはマンホール用吸排気装置が開示され、特許文献２には、地下構造物用換気装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献１：特開２０００－１０４９６６号公報

特許文献２：特開２００３－３２８３７８号公報

非特許文献

- [0006] 非特許文献1：下水道管きょ内作業安全管理委員会、「下水道管きょ内作業の安全管理に関する中間報告」、平成14年4月 (http://jascoma.com/siryou/k_200804_cyukanhoukoku.pdf)

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] 非特許文献1に記載の「清掃作業のイメージ」通りにファンおよびダクトを人孔に適用し、送気および排気を実施すれば、作業者の安全を図ることができ、また作業安全の確保のためにはそうすることが必要である。その一方で、人孔に挿入されたダクトは、人孔開口部を塞ぐこととなり、ダクトを人孔に挿入した状態での作業者の出入りあるいは部品の搬入・搬出には不便である。また、人孔開口部とダクトとの間に、人の出入りや物品搬出入のためのスペースが確保できない場合には、ダクトを人孔から抜く必要があり、送気あるいは排気を一時的に停止しなければならない事態が生じ、安全管理上好ましくない。さらに、管渠内での作業中に有毒ガスが発生する等の非常事態が生じた場合には、作業者を管渠から速やかに退避させる必要がある。
- [0008] 本発明の目的は、作業者の出入りあるいは物品の搬出入が容易な、人孔開口部に設置する送風機を提供することにある。また、本発明の目的は、当該送風機を用いた管渠内の換気システムを提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0009] 上記課題を解決するために、本発明の第1の態様においては、リング状または円弧状の枠体と、前記枠体に沿って連続的にまたは不連続的に配置されたノズルと、前記ノズルに圧縮空気を供給する圧縮空気供給手段と、を有し、前記圧縮空気供給手段から供給された圧縮空気が、前記ノズル内または前記ノズル周辺の空気を巻き込んで噴出されることで、前記枠体を周辺とする円盤面の法線方向への空気流が生成される送風機を提供する。
- [0010] 前記ノズルが、筒状流路の入口から流入した空気を前記筒状流路の出口に排出するノズルであってもよく、前記ノズルを、前記枠体に沿って不連続的に複数配置してもよい。前記筒状流路の壁面に、前記出口に向けて圧縮空気

を噴出する噴出口を有し、前記噴出口から噴出された前記圧縮空気が、前記筒状流路内の空気を巻き込んで前記出口方向に流れることで、前記筒状流路内の空気流が生成されてもよい。

[0011] 前記複数のノズルのそれぞれが、前記枠体の円盤面中心に立てた法線上の一点に向けて配置されてもよい。前記ノズルの数が4であってもよく、4個の前記ノズルが前記枠体に沿って等間隔に配置されてもよい。

[0012] 前記ノズルを前記枠体に設置する設置具を有してもよく、前記設置具が、前記枠体の円盤面に対する前記ノズルの角度を調節する角度調節機構を有することが好ましい。前記設置具が、前記枠体を挟むクランプ部を有してもよく、この場合、前記クランプ部により、前記ノズルを前記枠体から脱着自在とするとともに、前記ノズルの角度を調節可能とすることができる。

[0013] 前記枠体が、複数の部材で構成されてもよく、この場合、運搬時に、前記枠体を前記部材に分離する第1の構成、または、複数の前記部材が相互に重なるように前記枠体を折り畳む第2の構成、の何れかの構成を有することができる。前記枠体を、人孔開口部に固定する固定治具をさらに有してもよい。また、人孔開口部の周辺と前記枠体との隙間を塞ぐ閉塞部材をさらに有してもよい。また、人孔開口部に設置された状態で、人孔内の下部に垂下する柔軟性の部材であって、空気流の方向を、垂直方向から水平方向に変換する空気流反射部材をさらに有してもよい。また、前記ノズルに流入する空気または前記圧縮空気に芳香剤を供給する芳香剤供給手段をさらに有してもよい。

[0014] 本発明の第2の態様においては、上記した送風機を用いた、地下管渠または地下管路の換気システムであって、前記地下管渠または前記地下管路に接続された複数の人孔のうち、少なくとも1つの人孔に前記送風機が設置され、前記送風機を設置した人孔とは異なる他の人孔の少なくとも1つに排気装置が設置された換気システムを提供する。

[0015] 前記送風機が設置された人孔より下流側にある最初の人孔に、前記排気装置が設置されてもよい。前記送風機が設置された人孔および前記排気装置が

設置された人孔の何れか一方または両方の底部に、空気流の方向を、垂直方向から水平方向または水平方向から垂直方向に変換する空気流反射板を設置してもよい。

[0016] なお、上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものではない。また、これらの特徴群のサブコンビネーションもまた、発明となりうる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]下水道管渠の換気システムの一例を示した断面図である。

[図2]人孔開口部に配置した送風機140の一例を示した断面図である。

[図3]人孔開口部に配置した送風機140の一例を示した斜視図である。

[図4]ノズル144の一例を拡大して示した断面図である。

[図5]実施例1における送風機の風速を距離の関数として示したグラフである。

[図6]送気側の人孔開口部に送風機を配置した様子を示す参考写真である。

[図7]排気側の人孔開口部にファン式排気装置のダクトを挿入した様子を示す参考写真である。

[図8]送風機を作動させた状態において空気が人孔内に送気される様子を示す参考写真である。

[図9]下水道管渠の換気システムの他の例を示した断面図である。

[図10]下水道管渠の換気システムのさらに他の例を示した断面図である。

[図11]下水道管渠の換気システムのさらに他の例を示した断面図である。

[図12]人孔開口部に配置した送風機140の他の例を示した断面図である。

[図13]下水道管渠の換気システムのさらに他の例を示した断面図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は特許請求の範囲にかかる発明を限定するものではない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

[0019] 図1は、下水道管渠の換気システムの一例を示した断面図である。換気システム100は、地表102の下に埋設された管渠110を換気する。管渠110は、底部114および壁面112で区画された地下空間であり、たとえば馬蹄形の断面を有する。管渠110と地表102との間には人孔116および人孔118が設けられ、作業者は、人孔116あるいは人孔118を通じて管渠110内に進入できる。本実施の形態では、人孔116および人孔118の間の管渠110を換気する場合について説明する。人孔116は送気側であり人孔118は排気側である。ここでは人孔116および人孔118が隣り合っている場合を説明するが、人孔116および人孔118が隣り合う必要はない。人孔116および人孔118の間の管渠領域を他の管渠領域から遮断するため、管渠110内に遮断カーテン120を設けてもよい。遮断カーテンにより効率よく換気できる。

[0020] 送気側の人孔116の開口部には送風機140が設置され、排気側の人孔118には排気装置170が設置される。排気装置170は従来のファン式排気装置であり、排気装置170に接続されたダクト172が人孔118に挿入されている。なお、送風機140は複数の人孔に設置されてもよく、排気装置170は複数の人孔に設置されてもよい。また、人孔118は人孔116の下流側に位置する最初の人孔であることが好ましい。上流側に送風機140を配置し、下流側に排気装置170を配置することにより、下水の流れに沿った送気が行える。また隣接する人孔間に送風機140および排気装置170を配置することで送排気間の距離を短くし、換気効率をよくすることができる。

[0021] 図2は、人孔開口部116bに設置した送風機140の一例を示した断面図であり、図3は斜視図である。116aは人孔内壁であり、116cは作業者の出入りに利用する昇降金具である。

[0022] 送風機140は、枠体143とノズル144とを有し、複数のノズル144が枠体143に沿って配置される。枠体143は、リング状または円弧状の外形を有し、たとえば中空構造として圧縮空気を分配するマニホールドの

機能を有してもよい。ノズル１４４にはコンプレッサ１６０から圧力管１６２を通じて圧縮空気が供給される。ノズル１４４は、圧縮空気の供給を受けて１４４'の方向に空気を送り出す。

[0023] 図４は、ノズル１４４の一例を拡大して示した断面図である。ノズル１４４は、ボディ１５０を有し、ボディ１５０で囲まれた空間が筒状流路を構成する。ノズル１４４のボディ１５０には、圧力管１６２から供給された圧縮空気１６４が供給され、圧縮空気１６４はバッファ室１５２を経由して噴出口１５４から筒状流路の出口１５８に向けて噴出される。噴出口１５４から噴出された圧縮空気は、筒状流路内の空気を巻き込んで出口方向に流れ、筒状流路内に空気流を生成する。これによりノズル１４４は、筒状流路の入口１５６から吸入した空気を筒状流路の出口１５８より放出する。圧縮空気が筒状流路内の空気を巻き込むことで、圧縮空気として供給した空気量より多くの空気がノズル１４４から放出される。通常、供給した圧縮空気の１０倍の量の空気をノズル１４４から放出できる。

[0024] ノズル１４４は設置具１４５により枠体１４３に設置される。設置具１４５は、枠体１４３の円盤面に対するノズル１４４の角度を調節する角度調節機構を有してもよい。角度調節機構によりノズル１４４の設置角度を調整し、複数のノズル１４４のそれぞれが、枠体１４３の円盤面中心に立てた法線上の一点に向けて配置できる。これにより送風機１４０の送気方向を人孔１１６の中心に調整することが可能になる。

[0025] 設置具１４５は、枠体１４３を挟むクランプ部を有してもよい。この場合、クランプ部により、ノズル１４４を枠体１４３から脱着自在とするとともに、ノズル１４４の角度を調節可能とすることができる。また、設置具１４５がクランプ部を有する場合、クランプ部によりノズル１４４が枠体１４３から脱着自在であるため、各種開口径の人孔に対応する各種口径の枠体１４３を複数用意しておき、人孔の開口径に適した枠体１４３を選択してクランプ部によりノズル１４４を選択した枠体１４３に装着し、簡便に多様な口径の人孔に対応することができる。

[0026] なお、本実施の形態では、ノズル 1 4 4 の数は 4 つであり、4 個のノズル 1 4 4 が枠体 1 4 3 に沿って等間隔に配置されている。ノズル数は 4 個に限られず、複数であればいくつでもよい。ただし、送気の効率を考慮すればノズル数は 3 以上が好ましい。ノズル数が多いほど送気の効率が良くなるが、無暗に多くしてもコストの増加を招く。よって送気効率とコストのバランスでノズル数を決定するのが好ましい。

[0027] 枠体 1 4 3 は、複数の部材で構成されてもよい。この場合、枠体 1 4 3 は、運搬時に複数部材に分離する第 1 の構成、または、複数の部材が相互に重なるように折り畳む第 2 の構成、の何れかの構成とすることができる。枠体 1 4 3 を、人孔開口部 1 1 6 b に固定する固定治具をさらに有してもよい。送風機 1 4 0 を人孔開口部に固定することで安全性を高めることができる。

[0028] (実施例 1)

図 5 は、実施例 1 における送風機の風速を距離の関数として示したグラフである。送風機 1 4 0 を内直径 6 0 0 m m、長さ 2 0 0 0 m m のダクトの一端に設置し、他端から解放空間に放出される空気流の速度を他端からの距離を変えて測定した。圧縮空気の圧力は 0. 6 9 M P a とし、空気量を 2. 5 m³/m i n とした。ダクト端から離れるほど風速が低下するが、必要とされる 0. 8 m / s e c の風速が得られる条件が存在することが確認できた。なお図 5 における四角のプロットは、ダクトの長さが 9 8 0 m m の場合のデータである。

[0029] (実施例 2)

本実施例 2 では、実際の下水道管渠に図 1 に示す換気システム 1 0 0 を適用した例を説明する。下水道管渠は、2 1 1 0 m m × 2 1 1 0 m m の馬蹄形であり、断面積は 3. 8 2 m² である。人孔 1 1 6 と人孔 1 1 8 の距離は約 6 0 m である。図 6 は、送気側の人孔開口部に送風機 1 4 0 を配置した様子を示す参考写真であり、図 7 は、排気側の人孔開口部にファン式排気装置のダクトを挿入した様子を示す参考写真である。図 8 は、送風機を作動させた状態において空気が人孔内に送気される様子を示す参考写真である。図 8 にお

いて線香の煙が人孔内に流入している様子が見てとれ、人孔内に空気が送気されていることがわかる。

[0030] 表1は、管渠110内において風速測定を行った結果を示す。測定点は、人孔116から2mの地点（人孔）と人孔116から30mの地点（中間）の2点である。比較として、従来のファン型送風装置を用いた場合を測定した。比較例1が300mm径のダクトの場合、比較例2が500mm径のダクトの場合である。

[表1]

位置	実施例		比較例1		比較例2	
	風速 (m/s)	風量 (m ³ /min)	風速 (m/s)	風量 (m ³ /min)	風速 (m/s)	風量 (m ³ /min)
人孔	0.52	119.1	0.41	93.9	1.13	258.7
中間	0.27	61.8	0.10	22.9	0.19	43.5

[0031] 人孔近傍では送風機140より従来型の比較例2の方が風速、風量ともに大きい、中間地点においては本実施例の換気システムの方が風速、風量ともに優れていると言える。管渠内での作業が人孔近傍で行われるとは限らず、むしろ中間地点での作業安全を図る必要性が高いことに鑑みれば、本実施例の換気システムが従来よりも優れていると言える。

[0032] 以上のとおり、本発明の換気システム100によれば、従来同様か従来を超える性能（風速、風量）が達成できる。しかも本換気システム100の送風機140は、従来のファン型とは異なり、フレキシブルダクトを必要としない。このため送風機の小型化が実現できる。また本発明の送風機140では従来のように人孔開口部を塞ぐことがないので、作業者の出入り、物品の搬出入が容易になり、また搬出入時に送風機140の動作を停止する必要がない。さらに、緊急時の脱出経路が確保でき、作業者の安全性をより高めることが可能になる。

[0033] 以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変

更または改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。その様な変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。

[0034] たとえば図9は、下水道管渠の換気システムの他の例を示した断面図である。図9に示す換気システム200は、送風機140が設置された人孔116および排気装置170が設置された人孔118の何れか一方または両方の底部に、空気流の方向を、垂直方向から水平方向または水平方向から垂直方向に変換する空気流反射板202を設置する。このような空気流反射板202により、空気の流れを整え、空気の流れる方向を変更する際に生じる空気流のエネルギー損失を減少させて、よりスムーズな流れを実現し、結果として、管渠110内での流速、風量を増加することができる。

[0035] また、図10は、下水道管渠の換気システムのさらに他の例を示した断面図である。図10に示す換気システム300では、送気側の人孔116に本発明の送風機140を設置するのみならず、排気側の人孔118にも本発明の送風機140と同様の送風機340を設置したものである。送風機340のノズルには、排気用のコンプレッサ360から排気用の圧力管362を通じて圧縮空気が供給される。換気システム340によれば、排気側の人孔118にも本発明の送風機340を設置するので、排気性能を高め、作業者の出入りおよび物品の搬出入がさらに容易になり、緊急時の脱出経路を複数確保して、作業者の安全をより高めることができる。

[0036] さらに、図11は、下水道管渠の換気システムのさらに他の例を示した断面図である。図10に示す換気システム400では、管渠110内にブースタ402を備える。ブースタ402内には送風機140、340同様の送風機を備え、ブースタ用コンプレッサ460からブースタ用圧力管462を通じて圧縮空気が供給される。ブースタ402は、管渠110内の流れを促進する方向に空気流を生成する。換気システム400によれば、ブースタ402により管渠110内の空気流が増強され、作業者の安全をさらに高めることができる。なお、換気システム400において、排気装置170およびダ

クト１７２に代えて、換気システム３００のように、排気側の人孔１１８に送風機３４０を設置してもよい。

[0037] 上記した実施形態では、送風機１４０として、筒状流路を有するノズル１４４が枠体１４３に沿って不連続に配置された例を示したが、ノズルの開口が枠体に沿って連続または連続的に配置されるようにしても良い。たとえば、スリット状の開口を有するノズルを採用し、スリット状の開口に繋がる流路に圧縮空気を供給して、枠体を周辺とする円盤面の法線方向に当該圧縮空気を噴出させ、当該圧縮空気が周辺の空気を巻き込んで噴出されることで、前記円盤面の法線方向に空気流を生成させるようにしてもよい。この場合のスリット状ノズルは、枠体の全域に渡って連続して開口が形成されるようなものであってもよく、適当な長さの開口を有するスリット状ノズルが、開口が連続的に枠体に沿って配置されるようなものであってもよい。

[0038] 上記した実施の形態では、人孔開口部１１６ｂの径に適合した枠体１４３を適用する例を示したが、図１２に示すように、より大きな開口の人孔１１６に対し、閉塞部材５０２とともに人孔開口部１１６ｂの口径より小さな径の枠体１４３を適用してもよい。閉塞部材５０２は、人孔開口部１１６ｂの周辺と枠体１４３との隙間を塞ぐものであり、枠体１４３を大きな口径の人孔開口部１１６ｂに適合させることができる。

[0039] また、図１３に示すように、送風機１４０は、空気流反射部材６０２を有してもよい。空気流反射部材６０２は、たとえば、ナイロン等の柔軟性の部材であり、空気流の方向を、垂直方向から水平方向に変換する。空気流反射部材６０２は、人孔開口部１１６ｂに設置された状態で、たとえば紐材６０４により、人孔１１６内の下部に垂下される。空気流反射部材６０２および紐材６０４は、折り畳むことでコンパクトに収納でき、人孔開口部１１６ｂに設置して垂下するだけで展開できるので、便利である。

[0040] また、上記した実施の形態において、ノズル１４４に流入する空気または圧縮空気１６４に芳香剤を供給する芳香剤供給手段をさらに有してもよい。芳香剤供給手段としては、空気の流入口等に芳香剤を置くだけでもよい。芳

香剤を供給することで、管渠１１０の内部で作業中の作業員に空気が正常に供給されていることを知らせることができる。

符号の説明

[0041] １００ 換気システム、１０２ 地表、１１０ 管渠、１１２ 壁面、１１４ 底部、１１６ 人孔、１１６ａ 人孔内壁、１１６ｂ 人孔開口部、１１６ｃ 昇降金具、１１８ 人孔、１２０ 遮断カーテン、１４０ 送風機、１４３ 枠体、１４４ ノズル、１４５ 設置具、１５０ ボディ、１５２ バッファ室、１５４ 噴出口、１５６ 入口、１５８ 出口、１６０ コンプレッサ、１６２ 圧力管、１６４ 圧縮空気、１７０ 排気装置、１７２ ダクト、２００ 換気システム、２０２ 空気流反射板、３００ 換気システム、３４０ 送風機、３６０ 排気用のコンプレッサ、３６２ 排気用の圧力管、４００ 換気システム、４０２ ブースタ、４６０ ブースタ用コンプレッサ、４６２ ブースタ用圧力管、５０２ 閉塞部材、６０２ 空気流反射部材、６０４ 紐材。

請求の範囲

- [請求項1] リング状または円弧状の枠体と、
前記枠体に沿って連続的にまたは不連続的に配置されたノズルと、
前記ノズルに圧縮空気を供給する圧縮空気供給手段と、を有し、
前記圧縮空気供給手段から供給された圧縮空気が、前記ノズル内または前記ノズル周辺の空気を巻き込んで噴出されることで、前記枠体を周辺とする円盤面の法線方向への空気流が生成される
送風機。
- [請求項2] 前記ノズルが、筒状流路の入口から流入した空気を前記筒状流路の
出口に排出するノズルであり、
前記ノズルを、前記枠体に沿って不連続的に複数配置した
請求項1に記載の送風機。
- [請求項3] 前記筒状流路の壁面に、前記出口に向けて圧縮空気を噴出する噴出
口を有し、
前記噴出口から噴出された前記圧縮空気が、前記筒状流路内の空気を巻き込んで前記出口方向に流れることで、前記筒状流路内の空気流が生成される
請求項2に記載の送風機。
- [請求項4] 前記複数のノズルのそれぞれが、前記枠体の円盤面中心に立てた法
線上の一点に向けて配置される
請求項2または請求項3に記載の送風機。
- [請求項5] 前記ノズルの数が4であり、
4個の前記ノズルが前記枠体に沿って等間隔に配置された
請求項2から請求項4の何れか一項に記載の送風機。
- [請求項6] 前記ノズルを前記枠体に設置する設置具を有し、
前記設置具が、前記枠体の円盤面に対する前記ノズルの角度を調節する角度調節機構を有する
請求項2から請求項5の何れか一項に記載の送風機。

- [請求項7] 前記設置具が、前記枠体を挟むクランプ部を有し、前記クランプ部により、前記ノズルを前記枠体から脱着自在とするとともに、前記ノズルの角度を調節可能とする
請求項6に記載の送風機。
- [請求項8] 前記枠体が、複数の部材で構成され、
運搬時に、前記枠体を前記部材に分離する第1の構成、または、複数の前記部材が相互に重なるように前記枠体を折り畳む第2の構成、
の何れかの構成を有する請求項1から請求項7の何れか一項に記載の送風機。
- [請求項9] 前記枠体を、人孔開口部に固定する固定治具をさらに有する
請求項1から請求項8の何れか一項に記載の送風機。
- [請求項10] 人孔開口部の周辺と前記枠体との隙間を塞ぐ閉塞部材をさらに有する
請求項1から請求項9の何れか一項に記載の送風機。
- [請求項11] 人孔開口部に設置された状態で、人孔内の下部に垂下する柔軟性の部材であって、空気流の方向を、垂直方向から水平方向に変換する空気流反射部材をさらに有する
請求項1から請求項10の何れか一項に記載の送風機。
- [請求項12] 前記ノズルに流入する空気または前記圧縮空気に芳香剤を供給する芳香剤供給手段をさらに有する
請求項1から請求項11の何れか一項に記載の送風機。
- [請求項13] 請求項1から請求項12の何れか一項に記載の送風機を用いた、地下管渠または地下管路の換気システムであって、
前記地下管渠または前記地下管路に接続された複数の人孔のうち、少なくとも1つの人孔に前記送風機が設置され、前記送風機を設置した人孔とは異なる他の人孔の少なくとも1つに排気装置が設置された換気システム。
- [請求項14] 前記送風機が設置された人孔より下流側にある最初の人孔に、前記

排気装置が設置された

請求項 1 3 に記載の換気システム。

[請求項15]

前記送風機が設置された人孔および前記排気装置が設置された人孔の何れか一方または両方の底部に、

空気流の方向を、垂直方向から水平方向または水平方向から垂直方向に変換する空気流反射板を設置する

請求項 1 3 または請求項 1 4 に記載の換気システム。