

立坑酸欠事故時の空気供給システムの考案について

大阪市消防局（大阪府） 井村 誠
的場 一輝

1 現状と問題点

立坑、井戸及びタンク内等（以下「立坑等」という）での酸素欠乏やガス中毒事故等における最優先活動として、立坑等内の環境改善及び一刻も早い要救助者への空気供給活動がある。当局では、9ℓの空気ボンベ（以下「ボンベ」という）をロープで結着して立坑等内に投入し、内部の酸素濃度を上昇させる方法を実施している。

現状の活動方法は、先着の消防隊における限られた資器材のみでシンプルかつ早く実施できるという反面、ボンベを立坑等内に入れてしまうことで以下のような問題点があり、これらを解消するためボンベの立坑等内への投入を無くそうと、今回の考案に至った。（イラストに従来の空気供給要領と新空気供給システムを図示）

- (1) そく止弁の開放状況によってはボンベが凍結し、送気不良となる。改善のためには、立坑等へ進入した隊員が操作しなければならない。
- (2) ボンベを立坑等へ降ろす際にボンベが転落し、要救助者へ接触する恐れがある。
- (3) ボンベ残圧が把握できないためボンベ交換のタイミングが地上では把握できない。
- (4) ボンベ交換時、地上に引き揚げるのに時間を要する。また、連続投入したとしてもボンベは長さ 55 cm、直径 17 cm であるため狭い空間では隊員の活動障害となる。

2 立坑等へボンベを投入する必要のない空気供給システムの考案

今回考案した空気供給システムは立坑等内へのボンベの投入をなくすことで、ボンベ状況の把握と立坑等内での活動隊員の負担軽減及び活動空間の確保を主眼とした。従来の立坑等における環境改善方法は、ロープをボンベに

結着して立坑等へ投入する方法が主流である（状況に応じ送排風機やエアラインも考慮）。

ボンベ投入による様々なリスクを回避するため、救助資器材であるマット型空気ジャッキを活用した空気供給システムを考案した。（写真1）

(1) システムの設定方法

ア 通常のマット型空気ジャッキと同様にボンベにレギュレーター減圧器（以下「減圧器」という）、ダブルデッドマンコントローラー（以下「コントローラー」という）を設定した後、連結用ホースを2系統設定し、先端部には共にシャットオフバルブを接続する。連結用ホースは5mが2本、10mが2本あるため1系統あたり15mまでの延長が可能である。

（写真1、写真2）また、空気供給箇所が15m以上先であった場合、1系統での空気供給となるが、連結用ホースすべてを接続することで最大30m先まで空気の供給が可能となる。（写真3）

イ シャットオフバルブの開閉コック及び、セーフティバルブの開閉ネジを開放しておく。【このセーフティバルブから空気を供給する（写真2）

ウ ボンベのそく止弁を開放、減圧器の圧力を0.9Mpaに設定、減圧器そく止弁を開放すれば連結用ホースとシャットオフバルブを接続したものを立坑等へ投入する。（写真4）

エ 目標位置に到達すればコントローラーで送気を行う。先端がシャットオフバルブのため、持ち運びや要救助者付近への移動等、高さや位置の修正が容易であり、必要に応じ係留物に面ファスナーで固定を行う。（写真5、写真6、写真7）

オ コントローラーの送気操作に人員を取られないために、送気操作レバーと連結用ホースの結合部に8mmロープを設定し、常時送気状態にする。（写真8）

(2) 活動空間確保の効果

ボンベを立坑等内の要救助者付近へ投入した場合、9ℓボンベは長さ55cm、直径17cmであり、特に狭隘空間においては進入隊員の活動に支障をきたす恐れがある。

当隊の考案では、直径1.3cmの連結ホース2本と、直径2cmのセーフテ

ィバルブの2器のみを立坑等内へ投入するため2本合わせても約4cmの幅となり、消防隊の活動空間の確保に効果があるといえる。

また、連結ホースに面ファスナーを取り付けることにより、収容時の整頓になり（写真9）、立坑等内で2本の連結ホースを束ねたり、係留物に結着することで活動空間の確保に効果がある。（写真10）

3 空気供給能力の検証

内容積9ℓのボンベ3本の残圧を25Mpaに合わせ、①従来通りボンベのそく止弁を開放し送気を行う。②空気供給システム（2系統）により送気を行う。③空気供給システム（1系統）により送気を行う。3本同時に1分間送気を開始し、ボンベ残圧を計測したところ①では残圧が15Mpa（10Mpa使用）であり、②では残圧が16Mpa（9Mpa使用）であり、③では残圧が22Mpa（3Mpa使用）であった。つまり1分間での送出量は、①で900ℓ、②で810ℓ、③で270ℓであった。次に同時送気しボンベ残圧がなくなるまでの時間を計測したところ、①は6分57秒であり（※この間、凍結危険によりそく止弁を3回調整した）、②は4分7秒であり、③は8分10秒であった。つまり同量の空気量を排出するには、②が短時間で確実にこなせることが分かった。

※①ボンベによる空気の供給は途中で凍結により、安定した空気の供給が行えなかったもの。

4 今後の課題

当消防署で使用しているマット型空気ジャッキはドイツのWeber社製であり、シャットオフバルブのセーフティーバルブの開閉ネジを緩めることで脱気が可能である。その脱気を空気供給として利用したものであるが、他社のマット型空気ジャッキについてはシャットオフバルブのセーフティーバルブでの脱気ができないため、専用のカプラー（5000円程度）が必要となる。

空気供給システムに必要な資器材を展開した場合、マット型空気ジャッキや9ℓボンベにより、地上部分においておよそ1メートル四方の作業スペースを取ってしまう。立坑等内への進入経路までの空間が狭隘の場合、地上の活動隊の活動障害となることが考えられるが、ホース延長により地上部の活

動スペースから離れた位置で設定することも可能である。

【参考作品】

平成 28 年度「空気呼吸器と消防ホースを活用した送気用アタッチメントの考案について」久留米広域消防本部（福岡） 塚本 和典

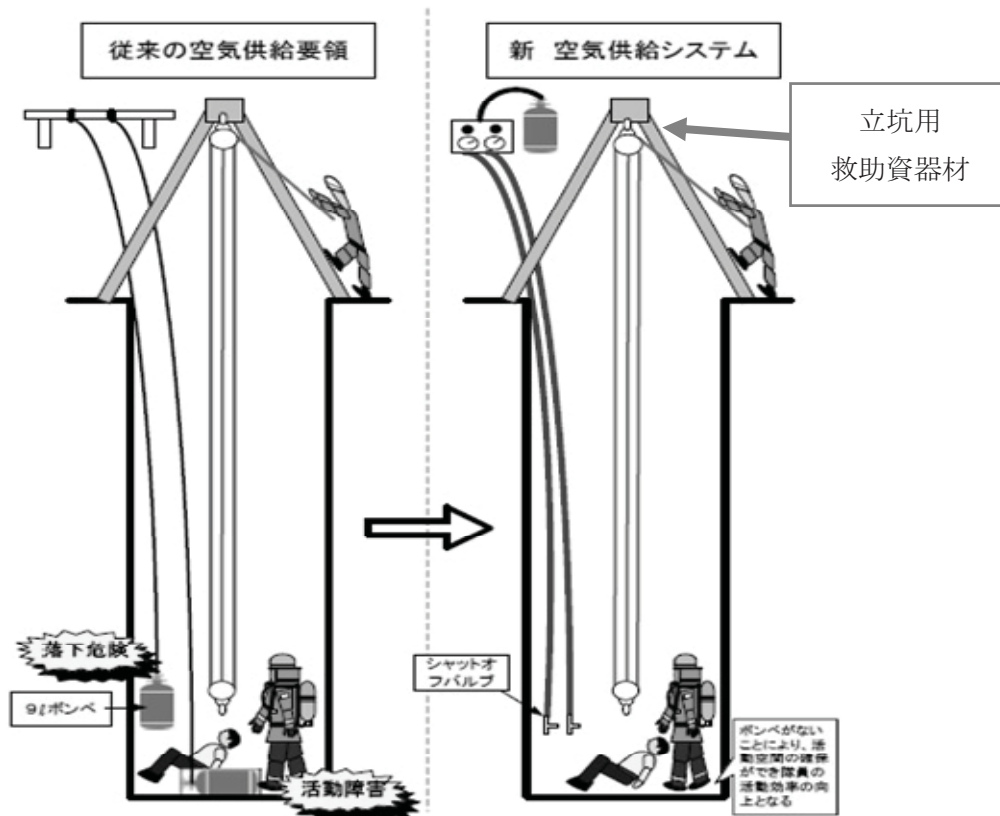


イラスト 従来（旧）の空気供給要領と新（新）空気供給システムの比較

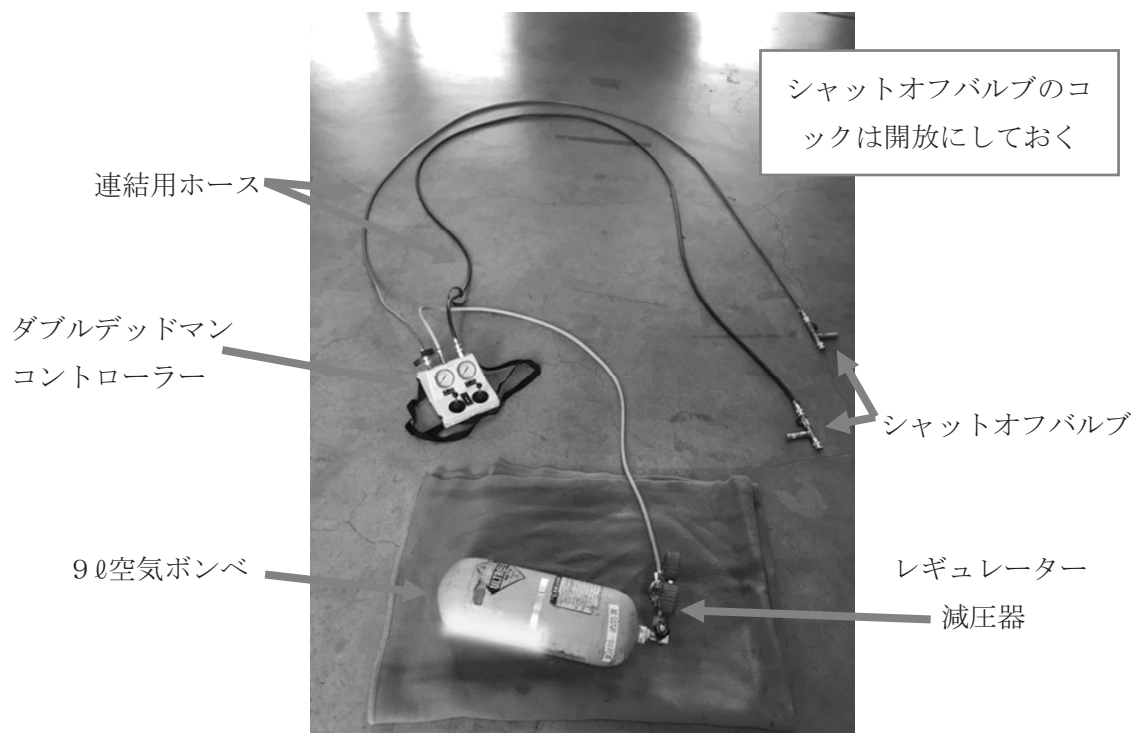


写真1 空気供給システム 2系統図



写真2 シャットオフバルブの状況

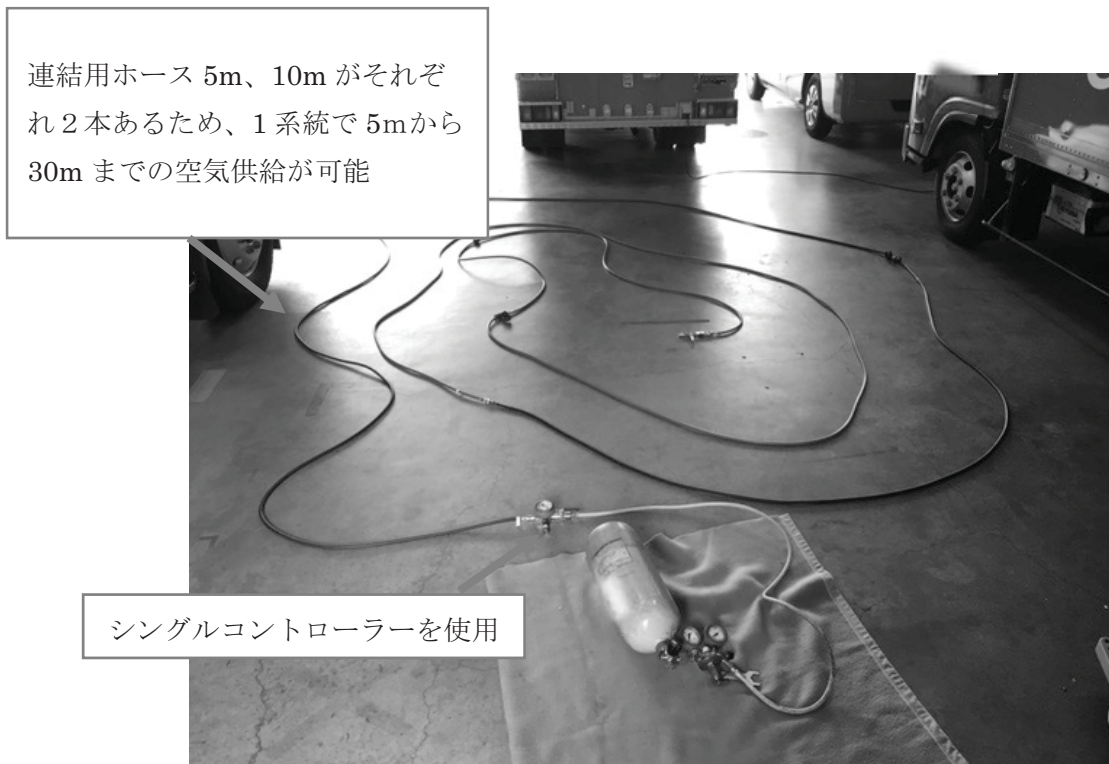


写真3 空気供給システム 1系統図

連結用ホース先端にはシャットオフバルブが接続されている。

GL部にボンベがあるため、交換が容易であり、ボンベ残圧の確認も可能である。

立坑等入口

0, 9Mpa に設定する

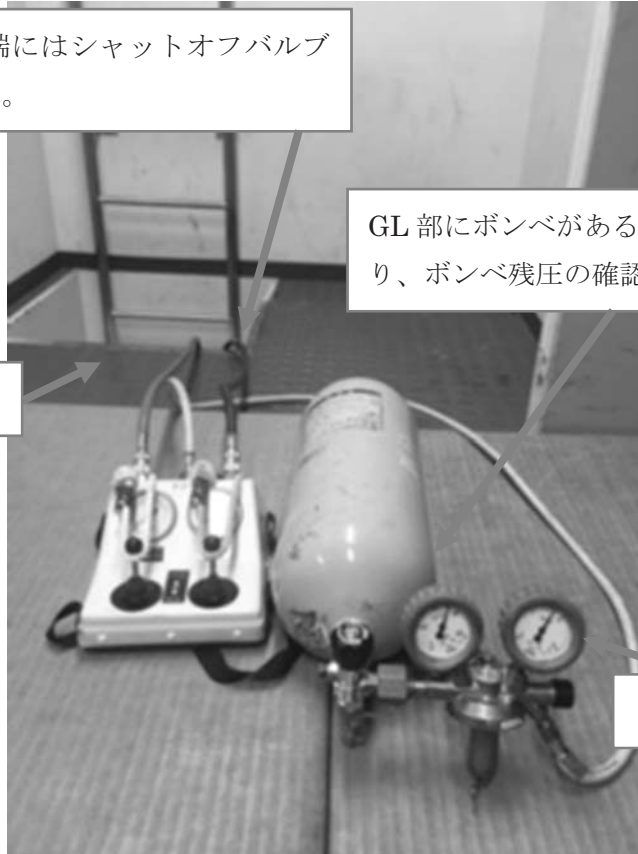


写真4 空気供給システム地上の設定

先端を宙に浮かした状態で送気してシャットオフバルブの自重により連結用ホースが暴れない。また高さ調整、修正も容易である。

要救助者

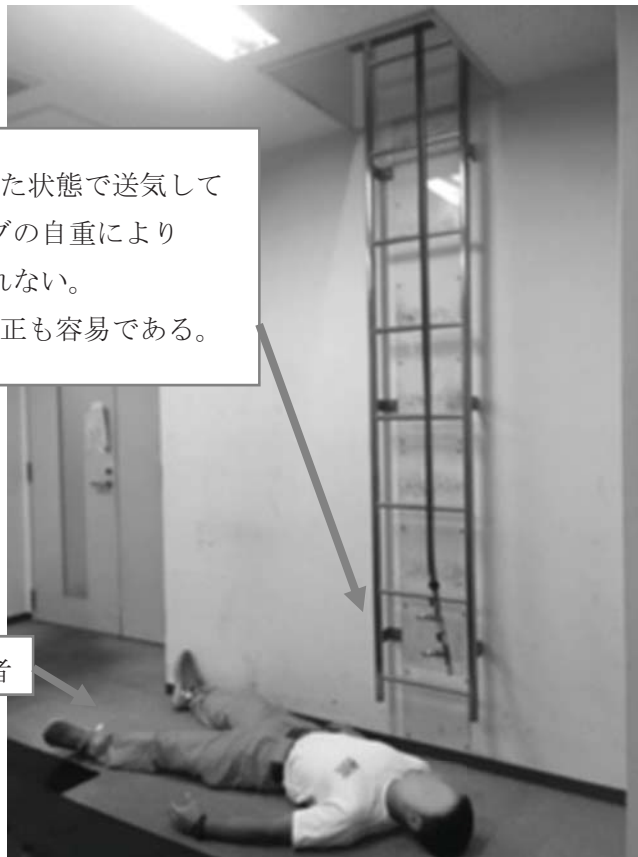
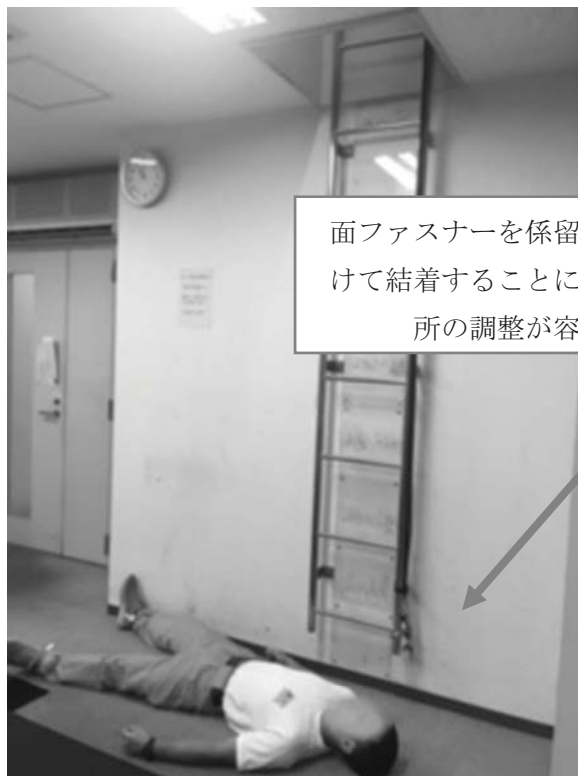
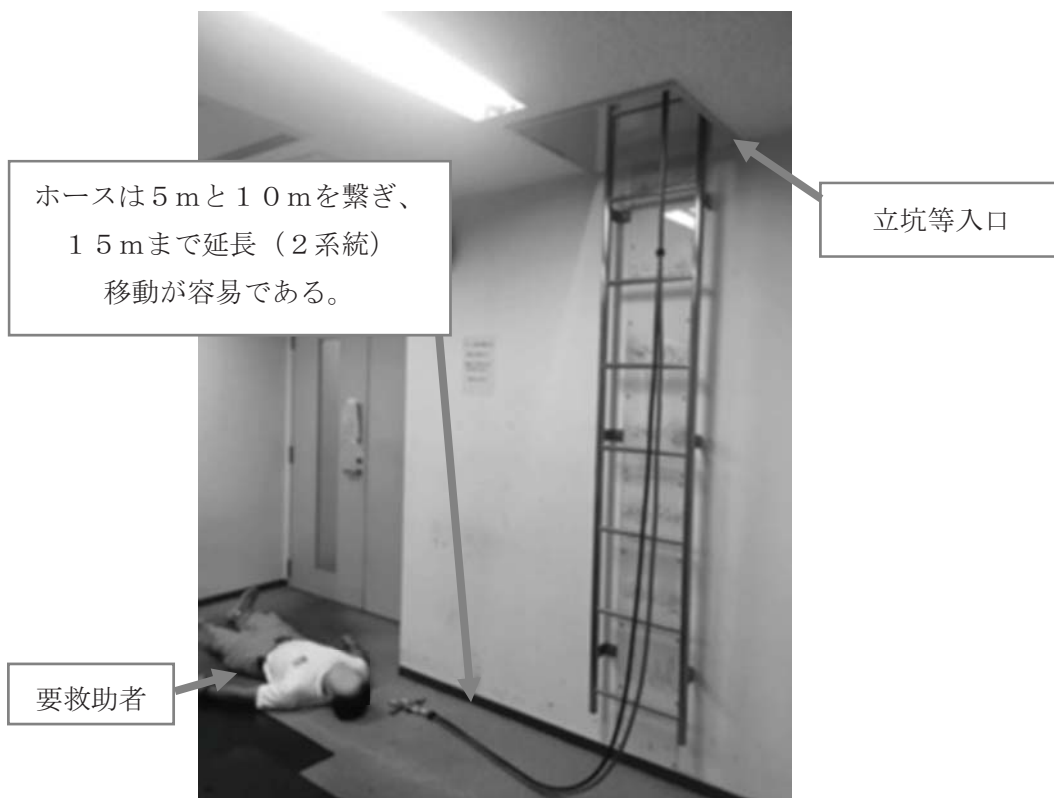


写真5 立坑等内へ空気供給システム2系統投入①



面ファスナーを係留物とともに巻き付けて結着することにより、空気供給箇所
の調整が容易となる。

写真6 立坑等内へ空気供給システム2系統投入②



ホースは5mと10mを繋ぎ、
15mまで延長（2系統）
移動が容易である。

立坑等入口

要救助者

写真7 立坑等内へ空気供給システム2系統投入③

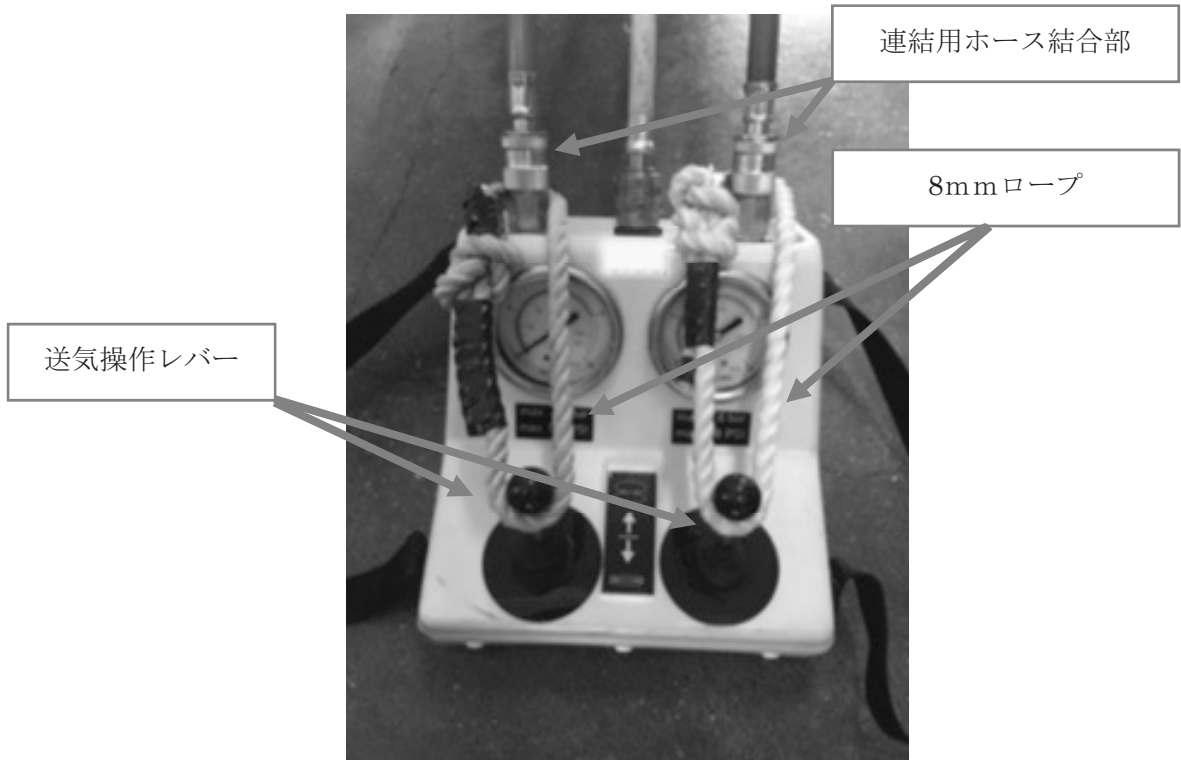


写真8 8mmロープを装着し常時送気状態

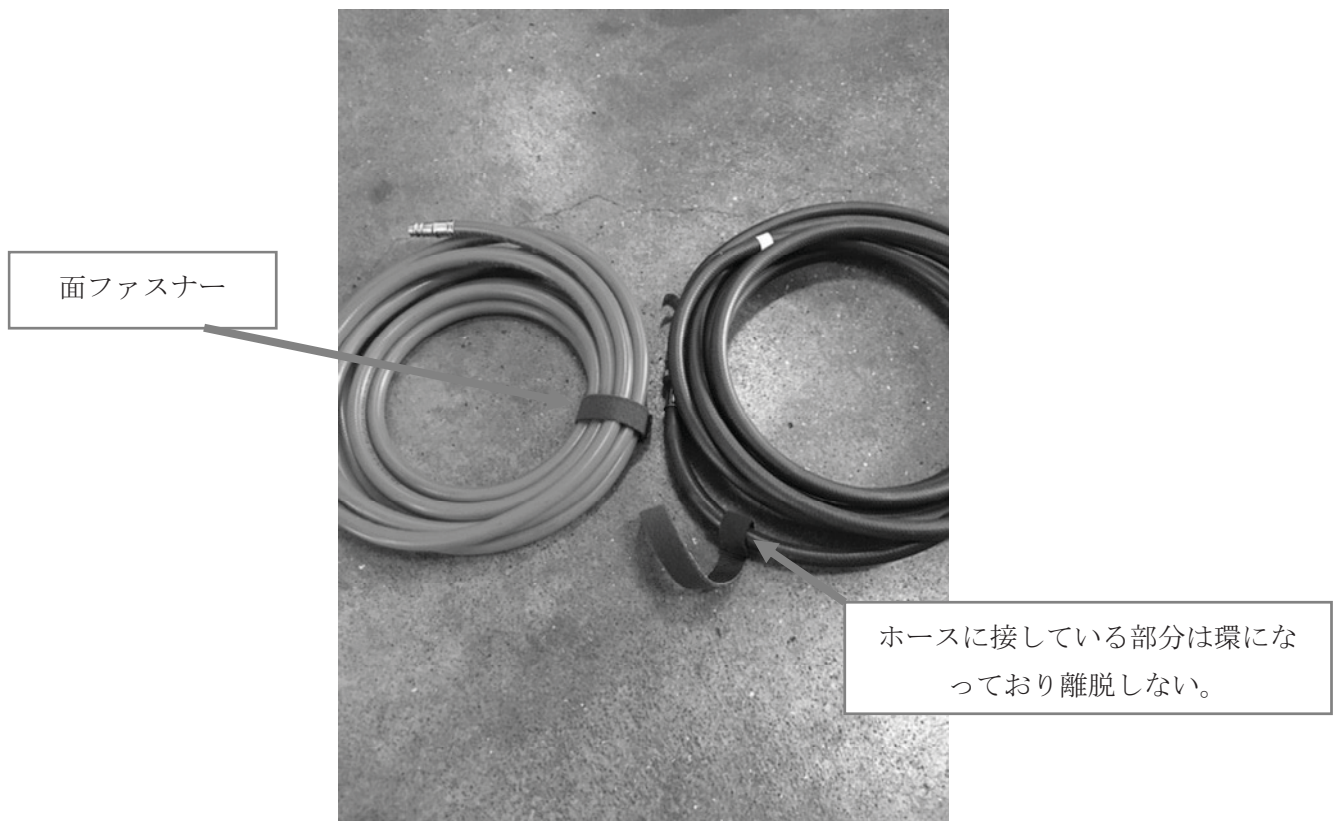


写真9 面ファスナーによる収納



写真 10 面ファスナーによる係留物への結着