

硫化水素除去装置の開発について

大阪市消防局（大阪） 北口 正
橋口博之

1 はじめに

最近、全国的に温泉入浴剤などの硫黄化合物とトイレ洗剤などの塩素系化合物を混合させることにより人為的に硫化水素を発生させる事案が急増しており、当局管内においても2月19日から7月26日の5ヵ月間で25件発生し、20名が死亡している。

硫化水素事案のほとんどは自損目的で100%に近い率で死亡に至っているが、自損者以外の家族などが巻き添えにより死傷したり、発生した硫化水素が屋外に漏洩することにより近隣住民が気分不良を訴えたり、長時間にわたり避難を強いられることが問題となっている。また今後、硫化水素を使った犯罪発生も懸念されており、地下街・地下鉄・バスなど公共的な密閉空間で硫化水素が発生すると多大な人的被害が出るだけでなく、除去処理に拡散するための広大な開放空間及び長時間を要し、その社会的影響は計り知れない。

そこで、近隣住民に被害が及ぶことがなく避難を最小限にし、さらに消防隊員が長時間にわたり硫化水素に曝露されることなく作業時間を短縮できるなど、二次災害防止を目的として、硫化水素を屋外に排出することなく発生居室内において短時間に浄化する「簡易型硫化水素除去装置」を開発した。

2 除去装置製作に至った経緯

上記硫化水素発生事案25件のうち、消防隊の作業時間が1時間を超える事案が21件あり、消防隊の作業時間が長引くのと同時に付近住民に対する避難勧告が長時間に及ぶことが問題となっていた。

その中でも5月に発生した事案では覚知時間が深夜0時頃で、住民の避難時間が3時間にも及び、住民から寒さの訴えや早く自宅に戻

りたいなどの要望が相次いだ。

そこで避難住民の一時避難場所としてエアーテントの設営や人員搬送車の要請など検討したがいずれも住宅密集地において実用的ではなかったため当面の防護対策として保温用毛布と飲料水の準備を進めた。しかし、季節によっては雨や風・炎天下や寒さの中で避難を強いることとなり抜本的な対策とはならない。そこで発想を転換し発生居室内で硫化水素を処理できれば広範囲に避難を促す必要がなくなり、かつ避難勧告時間を短縮させることができるのではないかと考え、その処理方法について検討した。

3 除去装置の開発

硫化水素が水溶性であることに着目し、放水による溶解や中和剤の散布などの検証を重ねていたが、なかなかよい結果が出なかった。案も尽きかけていたところ、大阪市立環境科学研究所の硫化水素に詳しい工学博士から硫化水素を吸着できる活性炭があるとの情報を得た。

早速、この活性炭のサンプルを入手し、活性炭と送排風機を組み合わせた除去装置のミニチュアを製作した。

底に穴を開けた紙コップの中に、網に入れた活性炭を詰め込み、小型ドライヤーの先に付け、ドライヤーからの送風が活性炭を通過する仕組みにした。ミニチュアセット内で硫化水素を発生させ、高濃度になったところでドライヤーの送風を開始したところ、500ppm あった濃度が1分ほどで0 ppmまで低下した。

(写真1)

この結果により活性炭と送排風機を組み合わせた除去装置の効果に確証を得たことから、実物検証の準備を進めた。

実物検証は送排風機のダクト排気口付近に洗濯用ネットに入れた活性炭を詰め(写真2)、ドラゴンブーストユニット(DB)のコンテナを居室(24 m³)と見立て、温泉入浴剤(440ml)とトイレ洗剤(500ml)を混合し硫化水素を発生させ、濃度が安定した時点(硫化水素発生10分後・

550ppm) で送排風機を作動した。しかし、30分経過しても全く濃度に変化が現れなかったため、内部を確認したところ、ダクトの排気口に活性炭を取り付けていたため、ダクト内の圧力が上昇し無秩序に移動しており送排風機から排気された硫化水素は活性炭を効果的に通過しなかった。これにより検証の継続を一旦断念し、活性炭の固定方法について再検討することとした。

次の検証装置は、送排風機のダクトの代わりにポリエチレン製植木鉢を使用し送排風機との間を密着させ、かつ送排風機を垂直に立てて使用する方法の1号機を考案した(写真3)。

また、活性炭販売業者から硫化水素を活性炭に効果的に吸着させるためには送風量を $40\text{ m}^3/\text{分}$ 以下にする必要があるとの情報を得たが、当局保有の送排風機は送風量が $70\text{ m}^3/\text{分}$ あるため、排気側に活性炭を配置するのではなく吸気側に配置することで活性炭が抵抗となり吸気側の風量を低下させることに成功した。

4 除去装置の検証

先と同様の検証を実施(写真4)。硫化水素発生直後から濃度は急上昇し、5分後に最高値(500ppm)に達した。その後、緩やかに(毎分 $1\sim 2\text{ ppm}$)減少していったため反応が治まったと判断し、除去装置を作動させたところ濃度に急激な変化がみられ作動後10分で約260ppm・20分で約100ppm・30分で約40ppmの濃度が低下し、全体としては除去装置作動後30分後に400ppmの濃度が低下することとなった。この検証結果により装置について一定の効果があることが確認されたが、活性炭の量についても検証が必要であるため、第1回目は3kg、第2回目は4kg、第3回目は2kgとして検証したところ、混合液の反応の割合で濃度最高値に差はあるものの、濃度低下にほぼ同一の結果が出た。

この結果から一定量の活性炭(今回の検証では直径30cmの円をほぼ覆うことができる量:2kg)があれば濃度低下時間に差はないと考えられ、活性炭の量よりも硫化水素を吸着する活性炭の面積が重要で

あるとの結論に達した。

5 除去装置の改良

活性炭の吸着面積を増すために改良装置を考察。プラスチック製衣装ケースであれば底部の面積が大きく取れるのではないかと考え、製作にとりかかった。1号機の吸着面積は約70cm²、2号機の吸着面積は約200cm²と3倍近い面積となった。(図・写真5)

6 改良型除去装置の検証(公開検証訓練)

検証方法は先の2回の検証と同様であるが、硫化水素発生居室を検証しやすいように窓が付いている移動式ユニットハウス(17m³)に変更した。(写真6)

消防、警察、海上保安本部等防災機関、ホテル、報道関係者など200名以上の見学者が集まり、反響の大きさに驚きながらも検証した結果、2回目の検証に比べ濃度低下の速度が劇的に速まり、装置作動前には753ppmあった濃度が作動後5分で71ppmまで低下。作動後13分で労働安全衛生法規制値の許容限界濃度である10ppmを下回る3ppmにまで低下し、その効果を十分に検証でき、公開検証訓練は成功を収めることができた。(表)

7 今後の装置の可能性

当局では現在、硫化水素除去装置を指揮支援隊及び化学災害特別救助隊4隊に5機保有し、硫化水素発生事案に対応している。

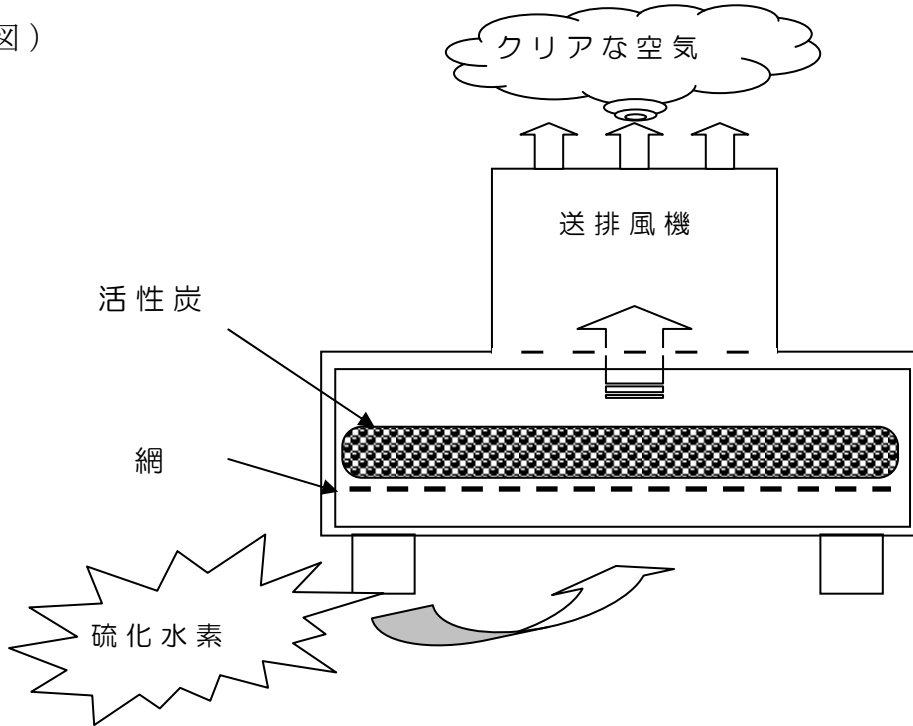
今回は硫化水素に対応できる活性炭を活用したが、他の有毒ガスの種類によって専用活性炭を入れ替えれば有毒ガス災害の対応にも期待ができる。

非常に安価で誰にでも簡単に製作可能であるので、今後は全国の消防機関をはじめとする防災機関で保有し、同種事案による二次的被害の防止につなげていただきたい。

※除去装置製作に伴う材料費 2 5 0 0 円程度

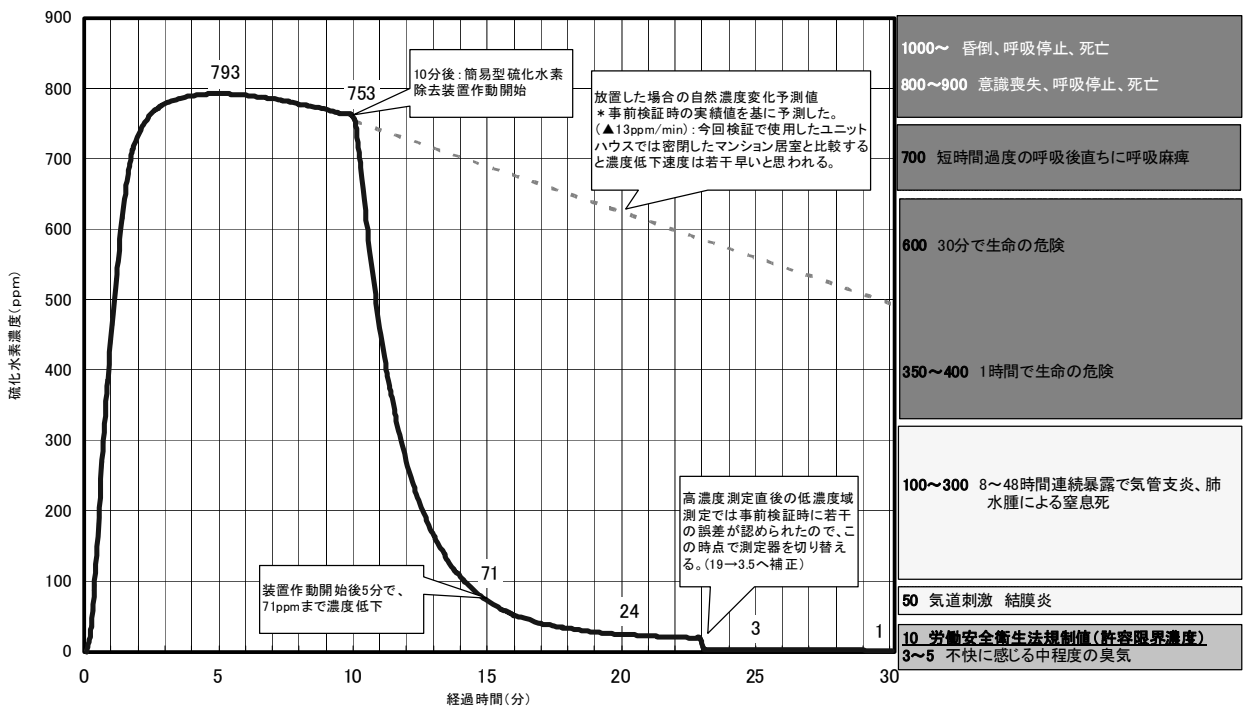
活性炭：1 kg 約 1 5 0 0 円程度

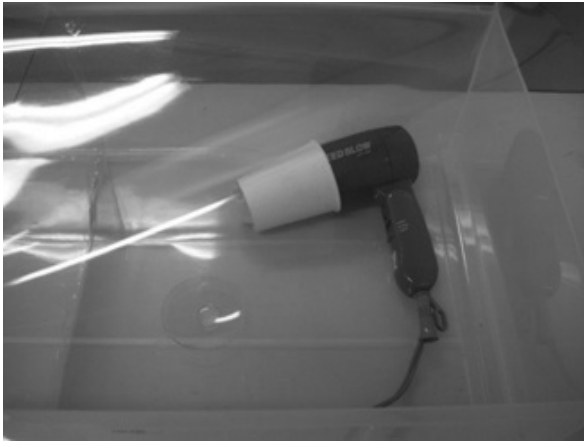
(図)



(表)

簡易型硫化水素ガス除去装置検証訓練 濃度変化測定結果





(写真1) ミニチュアセット内での実験



(写真2) 実物検証の様子



(写真3) 送排風機を立てて活用
する方法を考案(1号機)



(写真4) コンテナ内での検証



(写真5) 改良型除去装置(2号機)



(写真6) 公開検証訓練の様子

硫化水素除去装置作成方法

1 使用材料



① 衣装ケース ② 網 大小 ③ おもり ④ 材木 ⑤ 木ネジ ⑥ 隙間テープ
⑦ 洗濯用ネット ⑧ 結束バンド ⑨ 特殊触媒活性炭 約 5kg

※材料費 2500 円程度（活性炭除く）

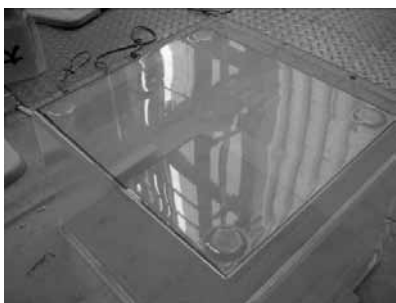
2 作成方法

（1）衣装ケース上部の開放



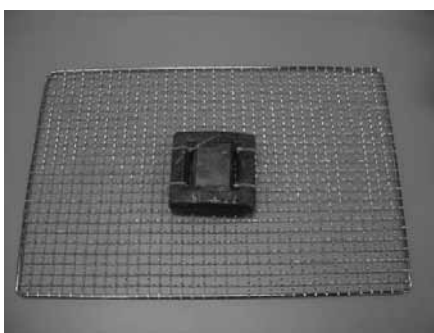
- ・ 衣装ケース上部（ふた部分）に送排風機を取り付ける部分の穴を開け、穴の周囲に隙間テープを貼る。

(2) 衣装ケース下部の開放と網の固定



- ・ 衣装ケース下部に穴を開け、結束バンドで網を固定する。

(3) 衣装ケースに活性炭をセット



- ・ 活性炭の浮き上がり防止ネットを作成する。
- ・ 衣装ケースに洗濯用ネットに入れた特殊触媒活性炭をセットし、蓋を閉める。

(4) 上記作成手順により作成し、上部に送排風機をセットすれば完成。

