

特異火災原因事例シリーズ

20

スプリンクラー設備に起因する 爆発火災の発生に伴う現場検証

松戸市消防局

1 はじめに

この爆発火災は平成25年9月、火災が発生した場合に消火の目的で用いるスプリンクラー設備が起因して発生したものです。

スプリンクラー配管内に発生した水素ガスが、地下1階スプリンクラーポンプ室（以下「ポンプ室」という。）で使用するグラインダーの火花により引火爆発し、作業員5名（中等症1名、軽症4名）が負傷する事案となりました。

過去にも類似事故が複数報告されており、そのメカニズムは亜鉛メッキ処理された配管と長期間滞留している水との化学反応により、水素ガスが発生するものと考えられています。そのため、通常では発生し得ない水素ガスの検知を目的とし、消防研究センターの技術支援を受けて現場検証を実施しました。

2 発生概要

爆発火災は、耐火造2／1複合用途建築物のスプリンクラー設備のアラーム弁改修工事を行うため、アラーム弁を開放し地下1階の配管内の水を貯水槽内に排水後、ポンプ室内にてグラインダーを使用したところ爆発した。

3 現場到着時の状況

現場到着時、負傷者5名を確認したが、火煙及び臭気等は確認できなかった。

その後、ポンプ室内のガス検知を実施したところ、一酸化炭素濃度が最大50ppm検知されたため、送排風機を設定し排気活動を実施した。

4 現場検証に至った経緯

千葉県にその他特定の事故として災害速報を行ったところ、消防庁予防課より水素爆発の可能性がある旨の情報提供を受け、また、過去の事例からも水素ガス発生の可能性があることから、水素ガスの検知を目的とした現場検証を実施することとした。

5 水素発生メカニズム

配管内面の亜鉛メッキ層が長期にわたり滞留している水により酸化され、これに伴う還元反応（カソード反応）により、水酸化亜鉛と水素ガスが発生するものと考えられている。

(1) 反応式



(2) 水素の性質

無色無臭のガスで、通常環境下では0.0001VOL%程度しか存在せず、空気より軽く（比重0.0695）、爆発下限界は4VOL%で上限界は75VOL%と爆発範囲が広く、最小着火エネルギーが低いいため危険性が高い気体である。

6 スプリンクラー設備の概要

(1) 設置年月 平成4年4月

(2) 配管材質 炭素鋼鋼管：JISG3452白管（亜鉛メッキ処理）

(3) 点検状況 年2回法定点検を行っているが、配管内の水の入替はなし

(4) 貯水槽 鉄筋コンクリート造 縦7m×横11.8m×深さ1.37m＝113m³（水源容量48m³）

7 現場検証概要

当初は、発生場所であるポンプ室での再現実験を実施する予定であったが、隣接するコンプレッサー室内の通電の停止が不能であり、ポンプ室からコンプレッサー室内に水素ガス流入の危険性があったため、同場所での再現実験を断念し、地上1階①エリア（図1）のスプリンクラー配管内の水を、地上1階の補助散水栓から、屋外（地上1階）に設定した仮設水槽内に排水し、水素ガスの検知を行うこととした（図2）。

図1 地卜1階①エリア

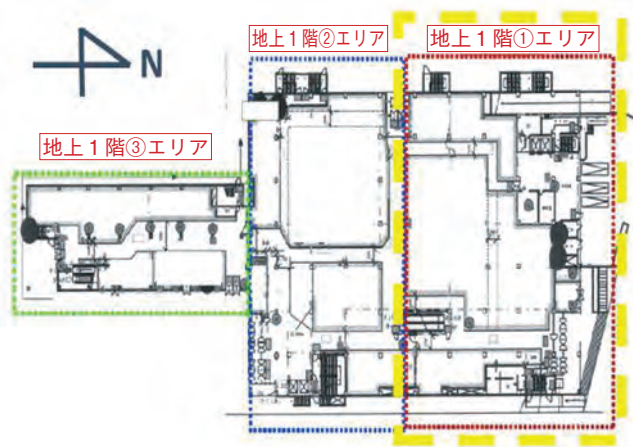


図2 地上1階



8 事前措置

地上1階①エリアの系統の配管内の水を落差で地上1階の補助散水栓から排水するため、屋上の補給水槽バルブを閉止し配管内への通水の停止、自動火災報知設備の警報音

停止、スプリンクラーポンプ作動による圧送の停止のため
電源遮断の事前措置を行った。

9 測定機器設定状況

仮設水槽を2基使用し、塩化ビニールシートで覆い、四角錐台の形状を有する密封空間を作成（写真1）し、仮設水槽上部（気相部）に設定した測定機器（写真2）にて水素ガスの検知を実施した。

また、pH試験紙で配管内の水質測定も実施した。



写真1 仮設水槽

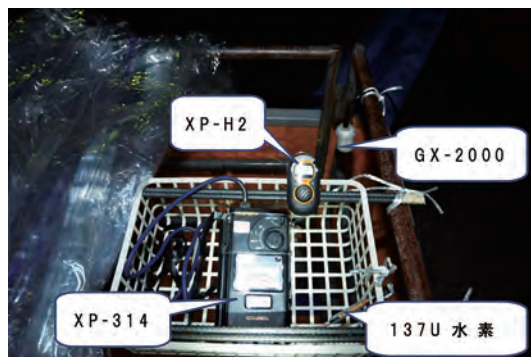


写真2 測定機器設定状況

10 測定結果

(1) 水素ガス濃度は(図3)に示すとおりで、超小型水素

図3 水素ガス濃度

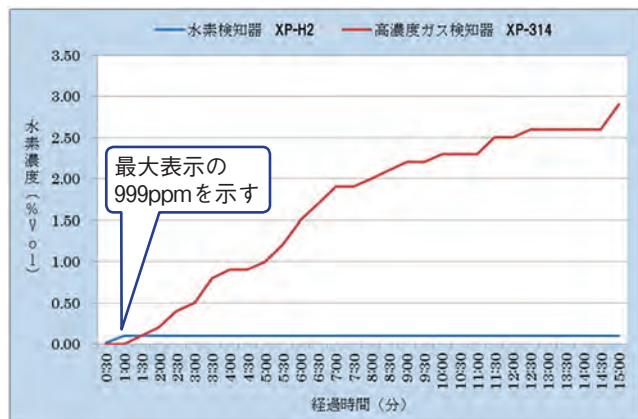




写真3 超小型水素ガス検知器 (XP-H2)



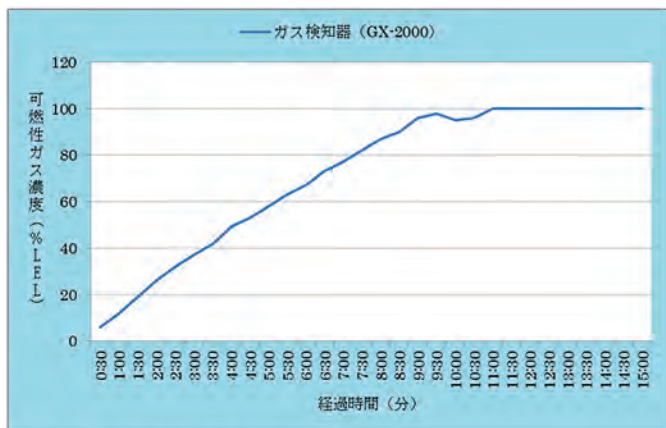
写真4 高濃度ガス検知器 (XP-314)

ガス検知器 (XP-H2) (写真3) では、放水直後から濃度が数十ppmレベルで認められ、54秒経過時点でオーバーレンジの999ppmに達した。

高濃度ガス検知器 (XP-314) (写真4) では、開始1分経過時点から徐々に水素ガス濃度が上昇していき、15分経過時に2.9Vol%まで上昇したところで測定終了とした。

測定終了時点での水位は56cmで容量に換算すると800ℓ (約53ℓ /min) である。

図4 可燃性ガス濃度



(2) 可燃性ガス濃度は (図4) に示すとおりで、複合型ガス検知器 (GX-2000) (写真5) では、開始から30秒経過時点で6% LEL、2分30秒で32% LEL、11分00秒経過時点でオーバーレンジの100% LELを超える「OVER」表示となった。



写真5 複合型ガス検知器 (GX-2000)

(3) 北川式ガス検知管 (137U水素) (写真6) では、測定範囲上限の0.8%まで濃紫色に変色したことから、水素ガスが発生していることが確認できた。



写真6 北川式ガス検知管 (137U水素)

(4) pH試験紙 (写真7、写真8) では水素イオン指数は8から9とアルカリ性を示し、分析用試験紙 (写真8) では亜鉛イオン濃度は反応無しであった。

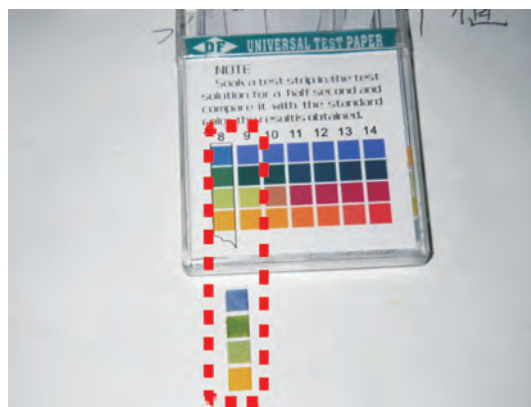


写真7 pH試験紙



写真8 pH試験紙

11 検証結果

超小型水素ガス検知器で測定値上限の999ppm、高濃度ガス検知器で最大2.9VOL%、複合型ガス検知器では水素ガス濃度の上昇傾向とほぼ同一の可燃性ガス濃度の検知、北川式ガス検知管の測定結果からも水素ガスの発生を確認できた。

また、水質測定からも水素イオン指数 (pH) が8.5とアルカリ性を示していることは、水の還元反応の際に水酸化物イオンが生成されたことによるものと解される。

本検証で記録した水素ガス濃度については2.9VOL%で、爆発下限界の4VOL%未満となっているが、検証時の総