

高圧ガス事故概要報告

整理番号 2008-603	事故名称 水素ガス製造設備における配管溶接部からの漏えい		
事故発生日時 2008-10-14(火) 17時2分	事故発生場所 新潟県上越市		
施設名称 メタノール分解法水素ガス製造設備	機器名 分解系パージ配管	主な材料 STPG370S S25C	概略の寸法 1・1/2B Sch.80
高圧ガス名 水素、CO ₂ 、CO	高圧ガス製造能力(Nol.) 約 196 千 m ³ /日	常用圧力 2.35MPa	常用温度 37°C
被害状況 水素ガス製造設備において、パージ配管のスミ肉溶接部に発生した応力腐食割れから、水素と二酸化炭素を主成分とするガスが漏えいした(人的被害なし)。			
事故概要 <ul style="list-style-type: none"> ① 17:02 メタノール分解法水素ガス製造設備(完成検査 1997 年 5 月)において、反応器付近に設置してあるガス検知器の警報発報があった(指示値は、5~10%L.E.L.)。 ② 17:05 現場付近において、ガス検知器を用いて漏えい部位の特定を行う。 ③ 17:20 概略の漏えい部位を特定した。 ④ 17:25 工場環境保安部に連絡するとともに、工場各部署へ装置停止に伴う連絡を行った。 ⑤ 17:31 緊急停止操作を行い、17:32 緊急停止が完了した。 ⑥ 17:41 減圧操作を開始した。 ⑦ 17:50~ 消防本部、新潟県高圧ガス担当へ通報を行った。 ⑧ 17:58 減圧完了後、窒素パージを開始した。 ⑨ 漏えい量は、約 0.5 m³(Nol.)と推定。 			
事故原因 <ul style="list-style-type: none"> ① 漏えい部は、パージ配管にあるソケットエルボのスミ肉溶接部の下側であった。 ② 下側のスミ肉溶接線上に配管内面から外面に向けて貫通割れが発生していた。上側溶接線には割れはなかった。 ③ その後の調査で、同じ環境下(流体、温度)で、割れ発生部と同じ炭素鋼のフランジ内面のスミ肉溶接について、複数箇所で見えられた。外面溶接部については割れの発生はなかった。 ④ 同じ環境下の炭素鋼の突き合わせ溶接部については、割れは見えなかった。 ⑤ SUS304 製のノズルでは、割れは見えなかった。 ⑥ したがって、割れは、吸収塔出口から、吸着塔入口までの炭素鋼配管とノズルの接ガス部にあるスミ肉溶接部(ソケット、フランジ)で選択的に発生していた。 ⑦ 割れ部のスミ肉溶接部は、硬度が母材に比べて高かったが、分析の結果、異材混入はなかった。 ⑧ 配管内の流体は、水素および二酸化炭素を主成分とする 30°C~40°Cの水分飽和のガスである。 ⑨ 配管には、スチームトレースおよび断熱保温が施工されているが、夏季にはスチームトレースを停止していた。 ⑩ さらに、割れ箇所であるパージラインなどの枝管には、スチームトレース、断熱保温が施工されていなかったため、流体温度が露点以下となっていたことが考えられる。 ⑪ このため、結露、滞留した水分へ二酸化炭素が溶解し、炭酸腐食が発生し得る環境下で一酸化炭素が共存することにより、スミ肉溶接部の硬度が高く 			

なっている部分で、CO-CO₂-H₂O による炭素鋼の応力腐食割れが発生した。

- ⑫ 貫通割れに至ったパージラインのソケットエルボのスミ肉溶接部は、裸配管であり、行き止まり配管の最下部であるため、液溜まりによる腐食環境に最もなりやすい部位であった。
- ⑬ この貫通割れ部から、内部流体が漏えいした。
- ⑭ 割れ発生箇所であるスミ肉溶接部は、年 1 回、内部目視確認を行ってはいしたが、非破壊検査は実施していなかった。

再発防止対策

- ① 結露防止対策
 - ・枝管などについてもスチームトレースおよび断熱保温を施工する。
 - ・スチームトレースについては、年間を通じ通気を行い、配管の温度が吸収塔出口のガス温度を下回ることがないようにし、日常点検項目に配管温度測定を追加して日常管理を行う。
- ② 更新配管の溶接管理
 - ・欠陥の発生した吸収塔出口から吸着塔入口までの配管を更新する。
 - ・吸着塔 (VE-203A) の下部入口ノズルのフランジ溶接部については、欠陥部位を除去後に溶接肉盛り補修を行う。
 - ・溶接時は、予熱、後熱処理を行い、溶接部の急冷による硬化が発生しないよう熱管理を行う。
- ③ 振動防止対策
 - ・パージ配管の振動防止対策として、アングル材に U バンド止めの方法から、配管エルボ部にダミー配管を溶接し、架台にボルト止めするトラニオンサポート構造とする。
 - ・配管立ち下がり部にサポートを追加する。
- ④ 定期点検
 - ・更新配管については、定点を定め、毎年の定期自主検査時に内面溶接部の浸透探傷試験を行い、欠陥がないことを確認する。
- ⑤ 水平展開
 - ・同様なプロセスを採用している他工場についても、同じ対応を取る。

教訓

- ① エンジニアリング会社では、フランジ内面のシール溶接部の割れ事例を承知していたが、工場サイドへ情報提供していなかった。したがって、工場サイドでは、情報がないことから対応がなされていなかった。プロセスライセンサー、エンジニアリング会社などは、プラントユーザーに対して、同様なプロセスで発生した事故、トラブルなどの保安情報の共有化を図るべきである。また、プラントオーナーは、保安情報の入手に努めなければならない。
- ② 炭酸腐食、一酸化炭素を起因とする応力腐食割れ、結露環境、スチームトレースの停止、行き止まり配管など、事故が発生してみると、過去の事事例からも最も懸念される箇所である。現実には、小口径配管は見のがされがちであり、注意しなければならない。小径配管では、内面腐食、外面腐食、保温材、振動、疲労などについても同じように注意しなければならない。
- ③ この配管は、12 月から 3 月にかけて現場施行されている。一般的な炭素鋼であっても、溶接後の熱管理がなされていない場合、内部流体によっては、応力腐食割れの発生が顕在化する。
- ④ 発災部の溶接を見るところ、スミ肉溶接のノド厚が不足気味であり、差し込まれている配管が差し込みエルボのエンドに当たっているなど、溶接施工が適

切ではなかったと思われるものであった。現場溶接の良し悪しが運転後の維持管理、保安管理に効いてくるので、溶接施工には十分注意しなければならない。

- ⑤ 現場を確認したところ、ガス検知器と漏えい源は離れていたが、適確に検知することができた。漏えい流体は、水素リッチでもあり、ガス検知器で適確に発見され、爆発、火災などの大事故への発展を未然に防止した好例である。

備考

事故調査委員会

なし

写真・図面

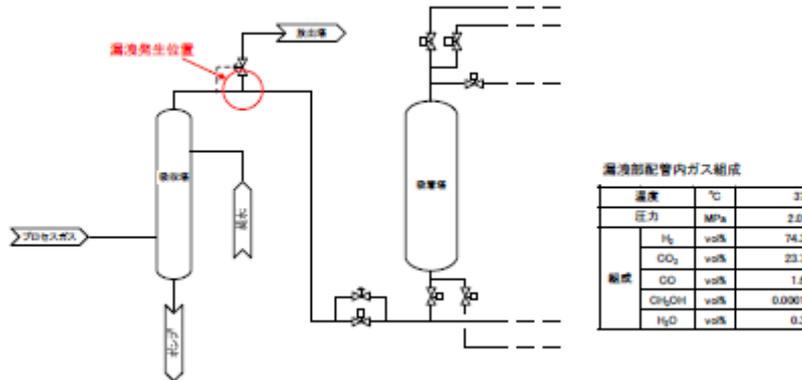


図1 フローの概要

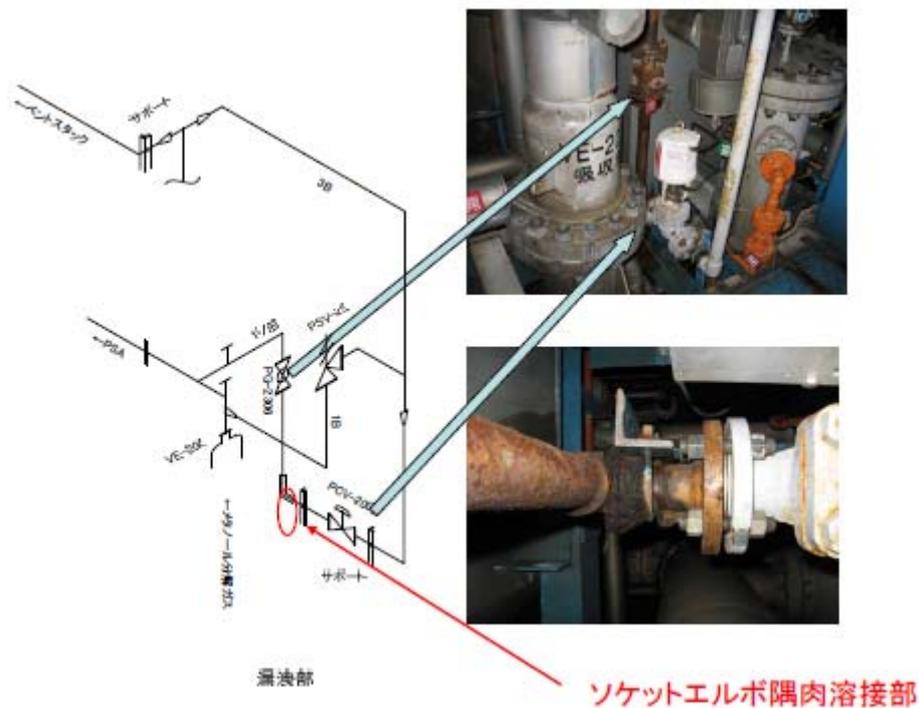


図2 発災部の状況



写真1 ソケットエルボのスミ肉溶接部

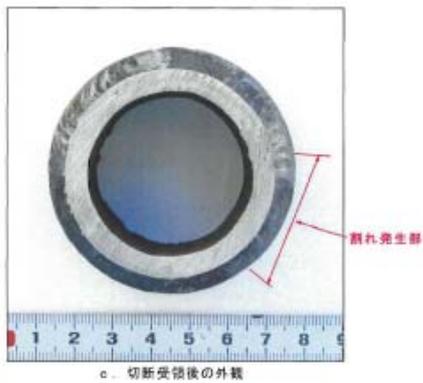


写真2 スミ肉溶接部の割れ発生部

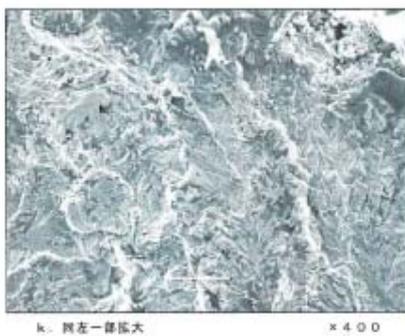
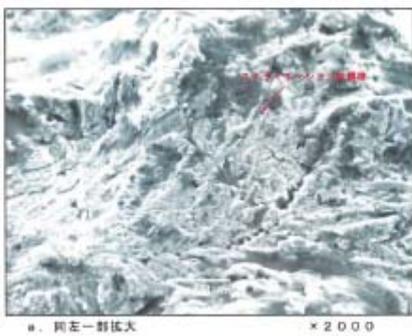
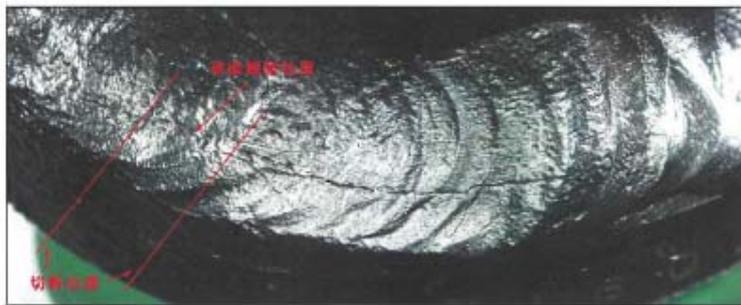


写真3 割れ部の詳細

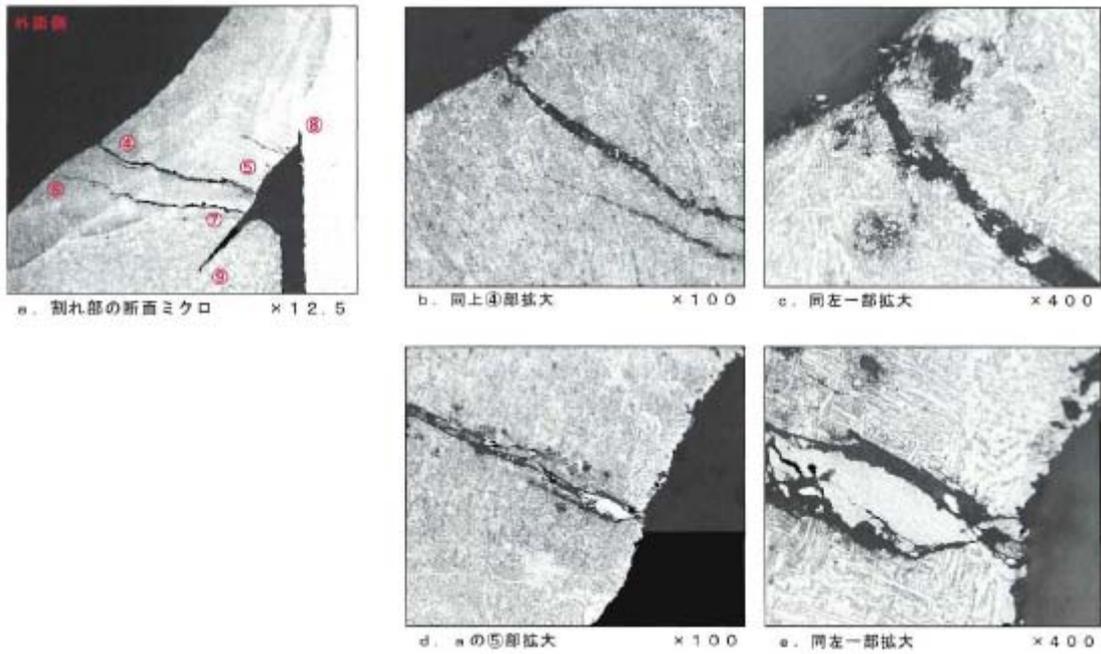


写真4 割れ部のミクロ写真

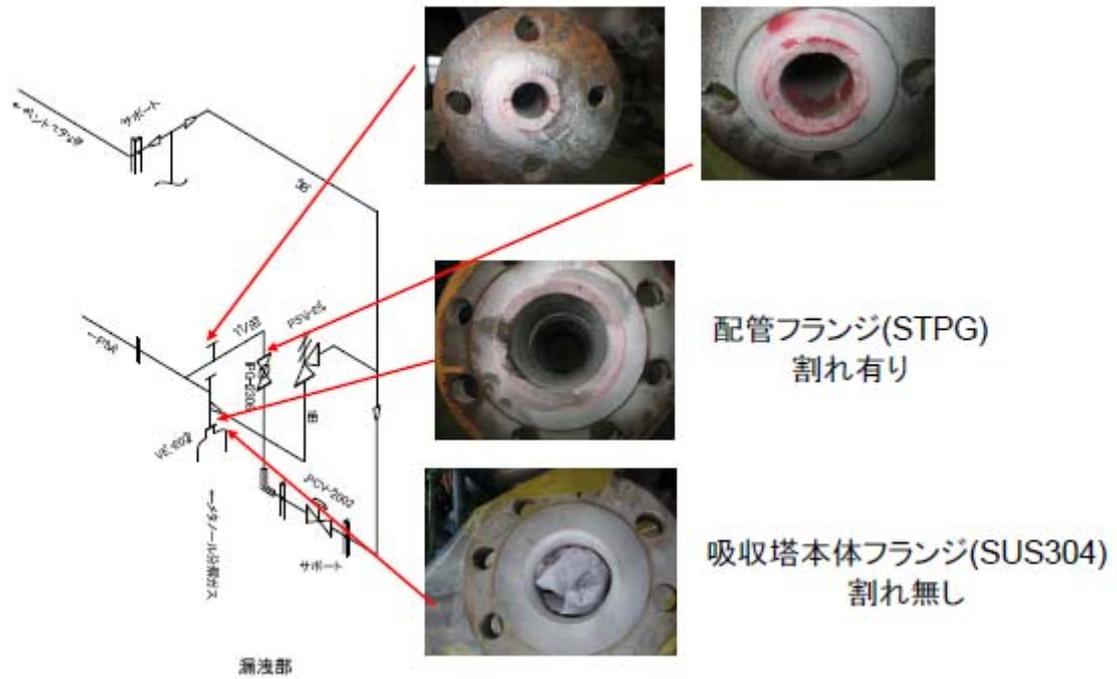
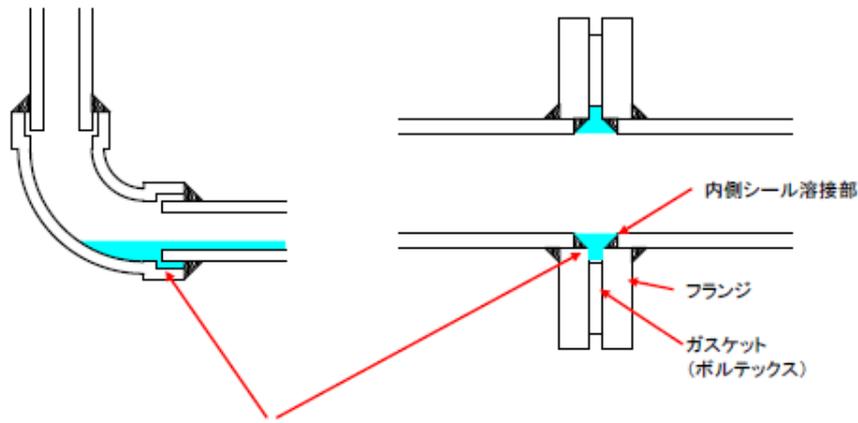


写真5 隣接フランジの状況

スチームトレスの不足、夏場のスチーム停止による
配管温度の低下で配管内で結露発生

漏洩部(ソケットエルボ下側溶接線)

配管フランジポケット部



配管内で結露した水にCO₂、COが溶け込み腐食環境を生成

図3 割れ発生メカニズム

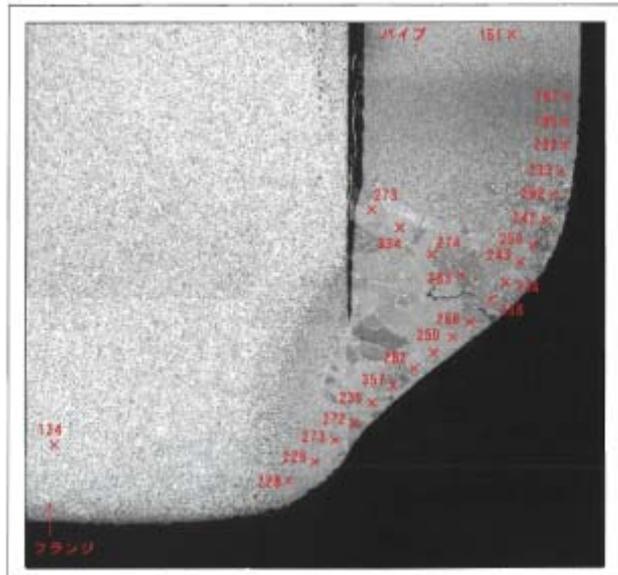


図1 SFVCA製フランジ-STPG370製パイプの断面硬さ測定結果

写真6 溶接部近傍の硬度分布

表1 ガス組成

			PSA入口側	PSA出口側
割れ状欠陥			有り	無し
温度	°C		37	37
圧力	MPa		2	2
組成	H ₂	vol%	74.3	100
	CO ₂	vol%	23.7	0
	CO	vol%	1.6	0
	CH ₃ OH	vol%	0.0001	0
	H ₂ O	vol%	0.3	0