

事故概要	発生日時（曜日）	発生場所
1989年9月12日(火) 4:00頃, 東京都墨田区 金属製品製造工場のアルミニウム容器製造装置の廃液処理設備で爆発, 火災が起きた。当該作業所が約10平方m焼け, シッターおよび窓ガラスが破損した。硫酸とアルミニウム粉を含んだ強酸性のアルミニウム廃液をpH調整槽で処理する際に, 流入した廃液量が過大だったため, 中和が不完全なまま次工程の廃液槽に流入した。そのため, 同廃液槽で時間経過とともに水素が多量に発生して, 廃液槽の上部で可燃性混合気を形成し, タイムレコーダの電気火花で着火した可能性がある。		
背景	<ul style="list-style-type: none"> ・ 廃液処理設備フローは, 以下の通り。 廃液 → 中和槽(pH調整) → 廃液槽 → デカンタ → 汚泥 ・ 廃液槽におけるアルミニウムと硫酸の反応による水素の発生が考慮されていなかったと推定されている。 反応式: $2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$ ・ アルマイト増産に伴い, 廃液量がプラントの廃液処理能力を超えた可能性がある。 	

区分	原因事象	事故進展フロー	備考																					
経過		<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>1989/9/12</td> <td>pH調整槽に硫酸とアルミニウム粉を含有する強酸性のアルミニウム廃液を供給</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td>中和処理を開始</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td>廃液の流入量が過大でpH調整槽の処理能力を超えていた</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td>中和が不完全なまま次の廃液槽に廃液が流入</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td>廃液槽内でアルミニウムと硫酸の反応から大量の水素が発生</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td></td> <td>廃液槽の穴から水素が漏えい</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td></td> <td>作業場で可燃性混合気が形成</td> </tr> </table>	1	1989/9/12	pH調整槽に硫酸とアルミニウム粉を含有する強酸性のアルミニウム廃液を供給	2		中和処理を開始	3		廃液の流入量が過大でpH調整槽の処理能力を超えていた	4		中和が不完全なまま次の廃液槽に廃液が流入	5		廃液槽内でアルミニウムと硫酸の反応から大量の水素が発生	6		廃液槽の穴から水素が漏えい	7		作業場で可燃性混合気が形成	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> 廃液処理設備(夜間無人運転) </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> *調整槽の中和処理能力を把握していなかったこと **設備の安定操作範囲の理解と把握に欠けたこと ***処理能力の限界と酸濃度確認作業が記載されていないこと </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> 酸濃度が高いままでも, 廃液槽へ流入できたこと, また, 中和完了の確認, 異常時の警報, 停止設備が欠如していたこと </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> *金属と酸との混触による水素発生の危険性を把握していなかったこと **廃液槽内に可燃性ガスの検知機器がなかったこと </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> 地下設置設備に対し, 換気対策が取られておらず, 作業場に水素が流入する構造になっていたこと </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> タイムレコーダの電気火花と考えられている </div>
	1	1989/9/12	pH調整槽に硫酸とアルミニウム粉を含有する強酸性のアルミニウム廃液を供給																					
	2		中和処理を開始																					
	3		廃液の流入量が過大でpH調整槽の処理能力を超えていた																					
	4		中和が不完全なまま次の廃液槽に廃液が流入																					
	5		廃液槽内でアルミニウムと硫酸の反応から大量の水素が発生																					
	6		廃液槽の穴から水素が漏えい																					
7		作業場で可燃性混合気が形成																						
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> 化学物質管理ミス* 変更管理ミス** マニュアル不備*** </div>																							
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> 設備設計の検討不足 </div>																							
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> 化学物質管理ミス* 設備設計不備** </div>																							
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> 設備設計不備 </div>																							
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> 着火源 (電気火花) </div>																							

		8	3:56	着火, 爆発, 火災		時間は調査による推定
対応操作				↓		
		1		消火活動の実施		
		2	4:49	鎮火		
恒久的 対応策		1	運転管理	酸化アルミニウム生産量の制限設定		
		2	安全管理	換気設備の設置		
		3	安全管理	可燃性ガスの検知, 警報システムと遠隔監視モニター設備の設置		RISCAD提案
		4	安全教育	金属と酸との反応による水素発生危険性の教育		RISCAD提案
		5	設備	中和槽の前に調整槽を設置		RISCAD提案
		6	手順書	処理能力の限界と酸濃度の確認作業に関する記載		RISCAD提案
教訓	<p>・ 金属は水素の発生源 : アルミニウムなどの金属が存在するところに酸を投入すると, 水素が発生して, 爆発する危険性がある。取り扱う物質の性質を把握し, 必要な安全対策を施さなければならない。</p>					
	<p>・ 生産増強時に注意 : 生産増強時には人員や設備に負担がかかるので注意が必要。特に下流の廃液処理への負荷などは見落としやすい。</p>					
	<p>・ 事故は主工程以外で多発する : 生産工程では危険対策がとられている場合が多いが, 付帯設備では, 十分でないことが多い。廃液処理などの付帯設備であってもリスクを的確に評価し, 対策を取った上で作業を実施する必要がある。</p>					