

TKW-048 重大事故	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） Sir Frederick Warner : Chemical Engineering Progress, Vol. 71, No.9, 77 (1975)		本資料の 作成者名
整理番号	資料のタイトル The Flixborough Disaster		武川哲也
失敗事例のタイトル The Flixborough Disaster（フリクスボローの化学プラント爆発）			一次原因（材料要素） 延性破壊と爆発
機種 攪拌機付反応器	部品 ① 20"バイパス配管 ② 8"連結管	材料 オーステナイ ト系ステンレス鋼 Type 304L	概略の寸法 ① 20"φ×202.6×0.19"t ② 8"φ
<b>損傷発生時の状況</b> Nypro(社) Flixborough 工場(UK) で、1974年6月1日 4:53 pm に TNT 15 トンに相当する爆発事故を起し、死者 28 人、負傷者 89 人を出し、1821 戸の家屋が損傷する大惨事になった。 圧力 125lb/in <sup>2</sup> (8.75kg/cm <sup>2</sup> )、温度 155℃で触媒存在下の空気酸化により、シクロヘキサンからシクロヘキサノールとシクロヘキサノールを製造するプロセスである。 6 連の反応器の内、割れを生じた No.5 反応器を撤去後、ベローズを介した 28"φ(711mm)ノズルと 20"φ(508mmφ)の S 字型 304L 管で No.4 と No.6 反応器を繋ぎ、3 ヶ月間操業を続けていた。(図1) このバイパス管が屈曲し、ベローズを破断させて、大量に流出して形成したシクロヘキサン雲が爆発した。また、反応器を出て 2 基のセパレータを繋ぐ 8"φ(203mmφ)管からも発火し、50"(1270mm)長さの裂け口を生じていた。			
<b>調査内容とその結果</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・破壊の状況：バイパス管はジャックナイフ状に折れ曲がり、元の位置の土台に激しく衝突していた。両側のベローズは、数個の大きな破片に分離し、元の位置近傍に散乱していた。(図2)</li> <li>・破壊に対する荷重の検討：S 字型配管に作用するせん断応力、曲げモーメントを評価した。</li> <li>・蒸気雲の検討：計算とウインドトンネルテストにより衝突音波ジェットの挙動と効果（蒸気雲の詳細）検討</li> <li>・実規模モデルによる実験：操業圧力より僅かに高い圧力でバイパス管は、S 字型に曲げられる。ベローズの破壊は、バイパス管の破壊に追従する。</li> <li>・8"管の破壊：2 基のセパレータを繋ぐ 8"φ 管の曲管部内側に、50"長さの割れが存在していた。</li> <li>・高温破壊：8"φ 管に亜鉛脆化とクリープキャビテーションの痕跡が、金属学的調査で確認された。</li> <li>・事前検討：設計変更に対して、作用応力評価、基準類の参照、圧力検査等安全評価が実施されていなかった。</li> </ul>			
<b>損傷発生のシナリオ</b> 事件 3 日前から当日朝まで 3 回漏れと補修の繰返し。当日圧力が 125→127 lb / in <sup>2</sup> と通常より若干上昇。 ① 2 基のセパレータ間の 8"φ 管が、逆止弁ボルトの緩みから保温材に蓄積した酸化性残渣が発火し、火炎が曲管部に当り、小爆発した。(図3) ② 20"φ バイパス管が通常圧力よりやや高めの内圧によるせん断応力と曲げモーメントで、屈曲変形を起し、ベローズの引裂き破壊を伴って破断。流出して形成された大量のシクロヘキサン雲が爆発した。 当初、①の現象が先行した結果として、②の現象をもたらしたと判断されたが、詳細な実験によって、①と②の現象が偶然同時に起ったと結論された。 なお、8"φ 管には、高温破壊である亜鉛脆化とクリープキャビテーションの現象も見られている。			
<b>対策（損傷発生時にとられた対策あるいは現在とるべきと考えられる対策）</b> 完全に崩壊しているため、新設に際しては安全性に対する十分な設計検討と、入念な検査が必要である。			
<b>教訓</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・装置の改善や設計変更に際しては、安全性を重視した十分な設計検討、各種基準類や設計ガイドの参照、さらに入念な事前検査を行う必要がある。とくに可燃性の流体を扱うプラントでは、重視される。</li> <li>・S 字型配管の場合、内圧に基づくせん断応力、曲げモーメントの作用を評価する必要がある。</li> <li>・大事故では、複数の事象が偶然性の一致で同時発生することがある。</li> </ul>			
<b>備考</b>			
失敗の主要因		誰が判断した結果生じた失敗と考えられるか	
チェックボックス（○を記入：複数可）		チェックボックス（直接作業者の場合○、監督者の場合△を記入）	
	当時の技術レベルでは不可抗力	△	設計者
	情報伝達不備・不足		製作者 / 建設担当者
○	担当者不勉強/教育不十分/意識不足	△	検査者
	指示ミス		使用者
	うっかり、ぼんやり		メンテナンス者
	その他		その他

2 ページ以降に写真、図表等を添付してください

事例番号: CB0058048 (TKW-048)  
 「フリクスボローの化学プラント爆発」

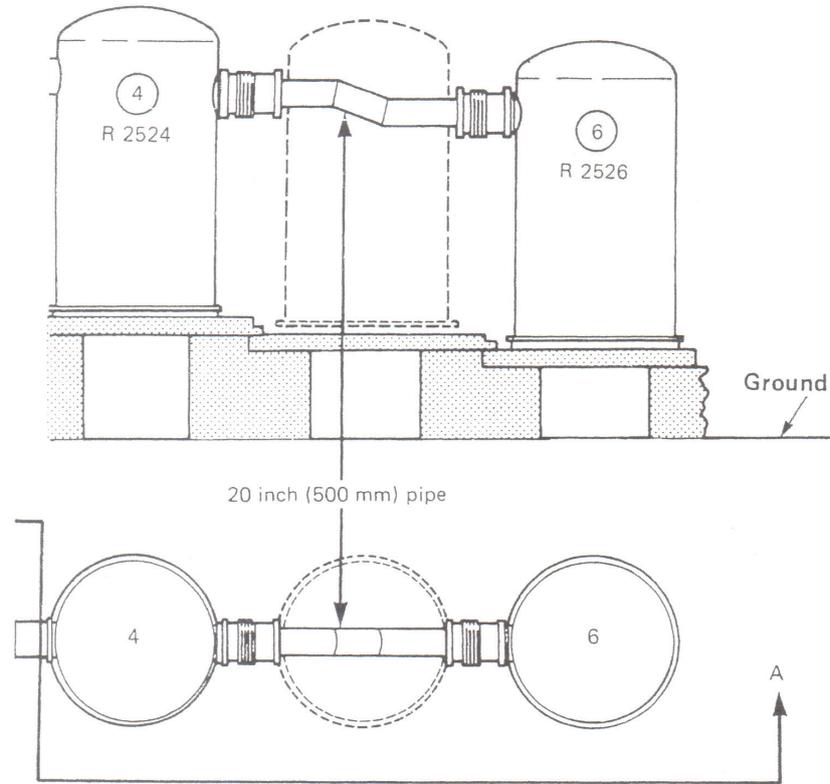


図1. 反応器とバイパス配管の配置

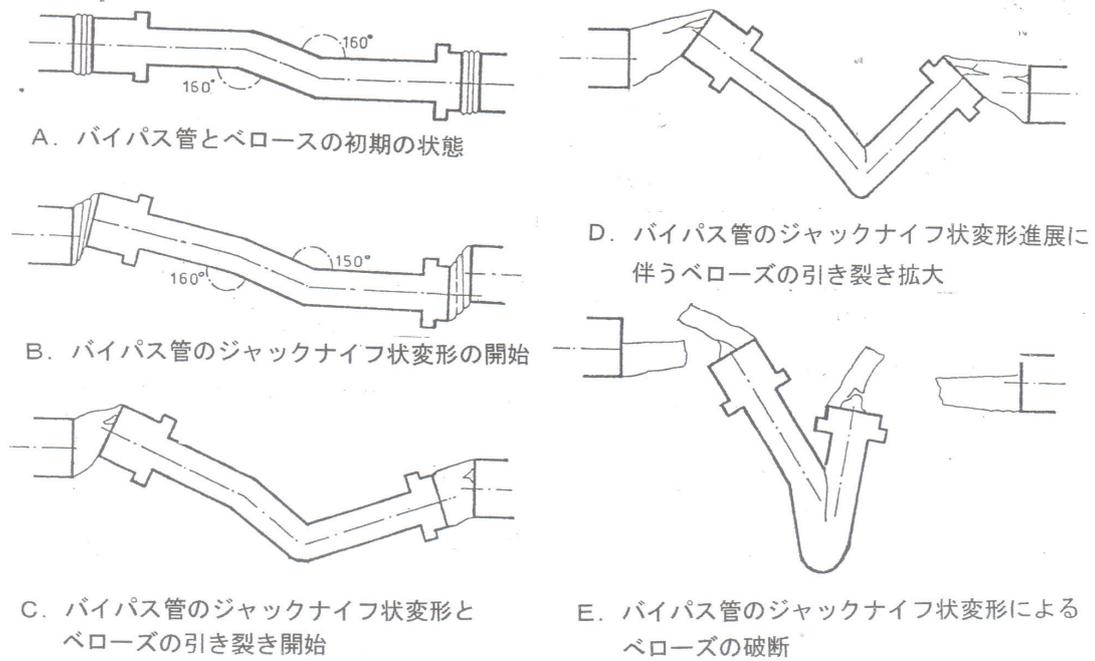


図2. バイパスベローズ(28"φ)の破裂の状況

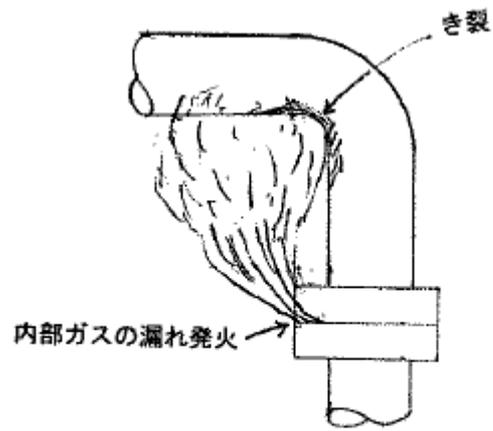


図3. 8"φ管の損傷