

# サニタリー対応 圧力安全装置について 〈食品・飲料・製薬用機械装置の 圧力安全対策に最適な「安全弁」と「破裂板」〉

BS&B セイフティ・システムズ(株) プロジェクトセールス マネージャー 品川 潮

## 1 はじめに

安全弁や破裂板（ラプチャーディスク）に代表される圧力安全装置（写真1）は、従来より、幅広い産業で普及している。特に石油化学工業では、多くの化学プロセスにおいて、反応槽、圧力容器、配管などが圧力条件下で使用されていることから、多数の使用箇所があり、その経験・実績が製品開発にフィードバックされている。近年、食品業界においても、圧力下で運転される機械装置への安全対策として、サニタリー性を備えた安全弁や破裂板の需要が高まっている。

本稿では、サニタリー用ヘルール継手に対応し、同時に洗浄性に優れた、安全弁、破裂板の構造および特徴について紹介する。

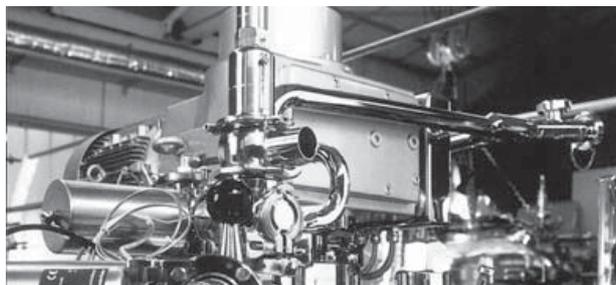


写真1 圧力安全装置が設置された設備例

## 2 LESER 社 サニタリー安全弁

LESER 社は、1818年創業、ドイツ、ハンブルグに本拠を持つ、欧州第一位の安全弁専門メーカーである。すべての製品開発・製造をドイツ国内工場で一貫しておこなうことで、ドイツ品質と高い生産効率を保持しながら、年間10万台以上の安全弁が世界各地に供給されている。世界的なシェアを有する欧州の食品・飲料・製薬・化粧品・バイオなどのエンドユーザーや装置メーカー等との緊密な協力を通じて、高いサニタリー性が要求されるプロセス・装置に適する安全弁の開発・提供をおこなっている（写真2）。



写真2 サニタリー圧力弁

### 3 サニタリー安全弁の特徴

食品・飲料・製薬業界などで、安全弁に求められる主要な特性には、

- ・ 殺菌・洗浄への対応
- ・ 容易な分解・組立・設置
- ・ 流体の内部流入を防ぎ、バクテリアの発生しにくい構造
- ・ ポケット部や液溜りのない構造
- ・ 洗浄に対応するリフティング機構
- ・ 規格・認証・法規への適合

などが挙げられる。LESER社のサニタリー安全弁は、以下の特徴的な構造により、これらの要求を満たしている（図1）。

- ① ベローズの採用によるメカニカル部への流体浸入の防止（流体を汚染しない構造）
- ② 溝や隙間がなく、液溜りのないステンレス製ボディ
- ③ CIP, SIPに対応するニューマティック駆動リフティング機構
- ④ FDA 適合 O-リング/ソフトシールによる高いシール性

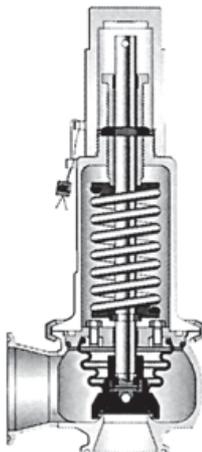


図1 サニタリー圧力弁の構造

- ⑤ 国際基準に基づく表面仕上げ精度：  
 $Ra < 0.75 \mu m$ （ASME BPE, DIN 11866）

### 4 サニタリー安全弁の準拠規格・認証と装着例について

#### ●圧力容器構造規格への適合と実績

LESER社安全弁は、圧力容器構造規格で規定される安全装置の要件を満たすものであり、すでに日本国内での使用実績を有している。

#### ●安全装置としての要件

安全装置として用いられる安全弁は、工場出荷前に、設定吹出し圧力の調整・試験をおこなった後、バルブに封印が施され、これにより安全性能が担保される。製品出荷後、ユーザーでの設定圧力等の変更は、整備工場での分解・再設定以外には不可である。また、超過圧力や吹下り圧力等（図2）についても、各種規格にて定められた条件を満たしている。

#### ●食品・飲料・医薬品製造工程での代表的な設置例

- ・ 殺菌工程での容器保護
- ・ 培養タンクでの異常反応による圧力上昇対策
- ・ 粘性や固着性のある流体での詰まり対策
- ・ 充填装置への安全対策

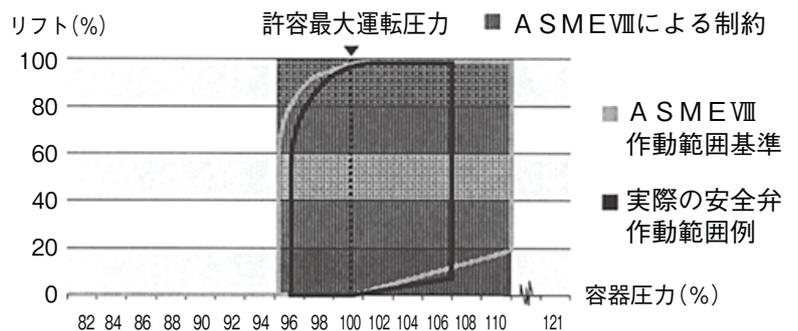


図2 超過圧力・吹下り圧力（ASME Sec. VIII）

ユーザーリファレンスについては、別途お問い合わせ願いたい。

## ●認証

LESER サニタリー安全弁は、ISO 9001 認証事業所での設計・製造がなされており、以下の圧力容器関連規格・認証を取得している。

- ・ USA : ASME Section VIII Division I (UV Stamp)
- ・ Europe : EN ISO 4126-1/PED 97/23 (CE Mark)
- ・ Europe : EHEDG
- ・ Germany : AD2000-Merkblatt A2
- ・ China : AQSIQ
- ・ Canada : CRN
- ・ Russia : GGTN/GOSGOTECHNADZOR, GOST R

また、日本国内でも圧力容器構造規格への対応実績がある。

5

## BS&B 社 サニタリー用 破裂板 (ラプチャーディスク)

BS&B 社は、米国、オクラホマ州タルサに本拠を持つ、破裂板、爆発放散・抑制装置、バックリングピン式リリース弁などを開発・製造するメーカーで、爆発・圧力安全分野のトータルソリューション・プロバイダーとして、グローバルな活動を展開している。

破裂板 (ラプチャーディスク) (写真3) は、圧力容器、配管、回転機械などの密閉された装置が、過剰圧力または負圧によって破壊されることを防止するために設置される、金属板などを用いた圧力安全装置である。圧力安全装置としては、ばね式安全弁も多用されているが、安全弁は吹止りのある安全装置として、また破裂板は吹止りのない安全装置として、ASME, JIS, ISO 規格にて区分され標準化されている。

破裂板は、1931年、石油掘削装置の過大圧保護用途に、BS&B社によって世界で初めて製品化されたものであるが、高い破裂精度を有するBS&B社製破裂板は、その後、用途と製品レンジの広がりとともに、化学精製プロセス、発電、航空宇宙、飲料・製薬、次世代エネルギーシステム等での産業安全に貢献している。

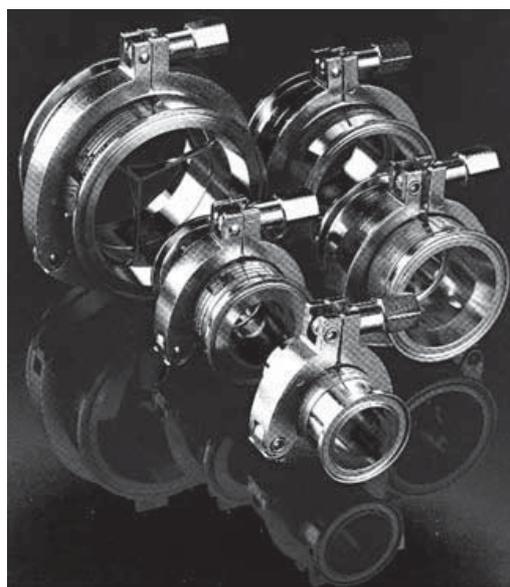


写真3 サニタリー破裂板 (ラプチャーディスク)

## 6 破裂板の特長

破裂板は、次のような特長を有する。

- ・ ばね式安全弁では追従できない高速応答性 (通常数ミリ秒)
- ・ 安全弁では作動に支障を来たすような沈着物や固着物を扱う運転環境への適応
- ・ 運転中、安全装置から流体漏れを許さない場合のリークタイト性
- ・ 腐食性の強い流体への適応性
- ・ 安全弁と比べて、同じサイズでもより大きな吹出し面積

あらかじめ設定した圧力で確実に破裂（作動）する破裂板を設置することにより、圧力系統の一箇所にウィークスポットを設け、万一過剰圧が発生した場合に圧力放出をおこなうことで機器の破壊を防止する。破裂板には機構部がなく、作動源も不要なフェールセーフ仕様である。また、一度破裂が起こると自ら閉止することのないノンリクローリング構造となっている。

## 7 破裂板の構造

破裂板は、大きく分けて、プロセス側からみて順方向にドーム成形され、引張応力を設定圧力の基礎とした、引張型（tension loading）と呼ばれるタイプと、プロセス側からみて逆方向にドーム成形され、座屈応力を利用した、反転型（reverse buckling）（図3）と呼ばれるタイプがある。

現在、サニタリー用破裂板には、主として反転型が用いられている。

反転型ディスクは、初期に開発された引張型のもつ制約を改善する目的で、BS&B社が初めて開発・製品化したものである。ドームは常に圧縮力を受ける構造となっており、引張型と比較し、脈動圧力に対する耐性は高く、設定圧力の最大90%までの運転が可能である。また破裂時には破片飛散のない設計となっている。

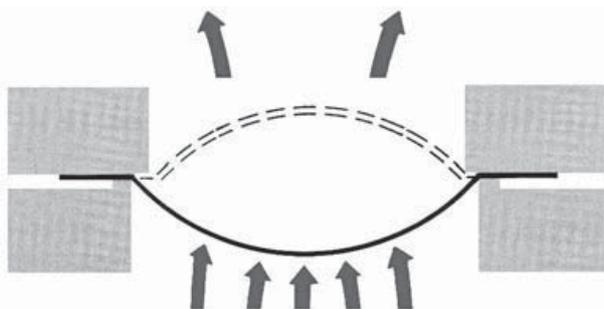


図3 反転型破裂板

## 8 破裂板の材料

破裂板に使用される材料には、薄板への加工性に優れ、強度のバラツキが小さく、高圧・高温下での安定性があり、さらに耐腐食性であることなどが求められる。食品・製薬向けには、オーステナイト系ステンレス鋼（316/316L）が主として使用されている。

## 9 サニタリー破裂板の準拠規格・認証と装着例について

### ●圧力容器構造規格への適合と実績

BS&B社 破裂板については、圧力容器構造規格で規定される安全装置の要件を満たしており、サニタリー仕様品として20年以上の市場実績と多くの設置例がある。

### ●食品・医薬品向けの装着

写真4は、食品・飲料・製薬・バイオ等の分野で使用されているサニタリーディスクである。ステンレス製ディスクの円周にサニタリーガスケット（FDA適合）があらかじめ取り付けられており、既存のサニタリーヘルールに直接装着ができる。また、破裂センサーも用意されており、破裂板の作動を検知することを可能としている。

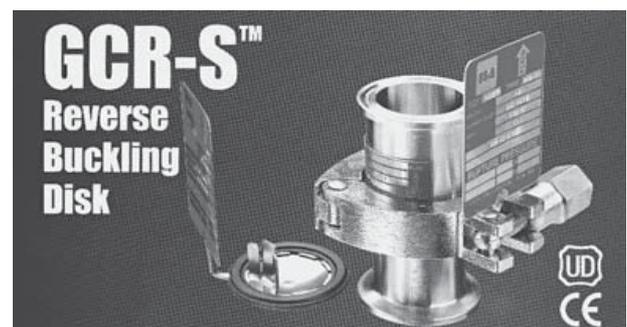


写真4 反転型 サニタリー破裂板 GCR-S

写真5は、液体・ガス体の貯槽やプラントが過剰圧力または真空圧力によって破損する事故を防止するための正・負圧両方向に作動する破裂板である。タンク等において、充填・排出時やスチーム洗浄時における異常時（詰まり等）に、破裂することで、過剰正圧および真空による容器破壊を防止する。



写真5 正・負圧両方向用破裂板

10

## サニタリー対応 圧力安全装置の選定

安全弁および破裂板の選定にあたって必要となる主な情報は次の通りである。

- ・ システム最大許容圧力
- ・ 最大運転圧力および温度
- ・ 真空，脈動，背圧の有無
- ・ 流体名
- ・ 設定作動（破裂）圧力および温度
- ・ 配管サイズ（ノズルサイズ）
- ・ 所要吹出し量
- ・ 用途，設置箇所（レイアウト）
- ・ 材質（ボディ，ガスケット）
- ・ 適応法規・基準

安全弁，破裂板の型式・仕様には，さまざまな選択肢があるため，通常，型式選定は，上記情報を基にメーカー側がおこない，その後ユーザーとの仕様すり合わせがおこなわれる。

## 11 最後に

安全装置である，安全弁，破裂板は，作動しないことが望ましいものであるが，万一の場合を考慮し，設備・人員保護の観点から，使用条件を十二分に考慮した最適な製品の選定と適切な装着が必要である。環境保全，労働・災害安全は，企業の永続に欠かすことのできない要件であり，圧力安全装置の検討に際しては，性能・品質・ノウハウおよび市場実績を有する信頼性の高いメーカー・製品選定が必須である。