

バイオマスペレット製造における粉じん爆発の防止

Preventing Dust Explosions in Biomass Pellet Production

BS&B セイフティ・システムズ(株) 那須 貴司

バイオマスペレットは、おがくず、粉碎粉じん、削りくず、樹皮、ストロー、草、エネルギー作物、草本バイオマス、果物バイオマス、またはバイオマスブレンドおよび混合物を含む、実質的にあらゆる材料から製造できるクリーン燃焼再生可能燃料源である。

バイオマスペレットは、排出量の少ない石炭よりも効率的に燃焼し、より多くの熱を生成するため、住宅暖房、大型商用ボイラー、さらには石炭との混焼のための暖房、CHP(熱電併給プラント)、および地域暖房用の木材の代わりに世界中でますます使用されている。

ただし、理想的な運用と燃焼のために、これらのシステムには、均一なサイズ、形状、密度、および含水率のペレットが必要である。これを達成するために、原料バイオマス材料は通常、多くの処理ステップを経由する。これには、チップパー、シュレッダー、ハンマーミルを使用したサイズ縮小；ファン、サイクロン、スクリーコンベアを使用した材料搬送；乾燥；混合；水、蒸気、バインダーによるコンディショニング；形成；フィルタリング；そして冷却が含まれる。

残念ながら、ペレット製造プロセスの各ステップは可燃性粉じんを生成する可能性があり、容易に発生する発火源と相まって、壊滅的な粉じん爆発を引き起こす可能性がある。

バイオマスペレットの生産は、ほぼすべてのプロセスで粉じんを生成する可能性がある。多くの場合、潜在的な発火源と組み合わせることで、粉じん爆発の可能性がそう。

粉じん爆発の可能性のあるプラントを検討する場合、3つの点を検討する必要がある。

1. 爆燃が発生しないようにするにはどうするか？
2. 爆燃から生じる圧力を軽減するにはどうするか？
3. 爆燃が別の機器や機器の周囲の環境に伝播しないようにするにはどうするか？

木質ペレット処理に適用される関連する NFPA (全米防火協会)コードは、爆燃放散イベントによる防護に関する NFPA 68；爆発防護システムに関する NFPA 69；可燃性粒子状固体の製造、処理、および取り扱いによる火災および粉じん爆発の防止に関する NFPA 654 規格である。

プロセス機器と人員を防護するために、技術的対策のハイブリッドがしばしば必要とされる。オプションの中には、爆発イベントなどのパッシブデバイスと、爆発抑制や火花検出および消火システムなどのアクティブデバイスがある。

さらに、接続された機器や配管に伝播して二次爆発が発生するのを防ぐために、化学的または機械的シャ断装置が必要である。

粉じん爆発防護

爆発は、処理、取り扱い、または保管作業中に空気と混合されたときに粉じんが発火することに起因する。貯蔵設備では圧力が急激に上昇し、圧力に耐えるのに十分な強度がない場合、大規模な損傷や人員の負傷が発生する可能性がある。

空気中の粉じんが堆積する可能性のある機器には、機械式コンベアがある。密閉されたコンベヤが充填、または空になっている場合でも、発火する可能性のある潜在的な粉じん雲が存在する。

バグフィルターなどの集じん装置は、通常、プロセスで最も乾燥した最も細かい粉じんを処理するため、特に爆発の可能性があります。粉じんは、バケットエレベータで搬送される時、またはペレットがサイロに投入される時にも蓄積する可能性がある。

粉じん爆発のリスクを軽減するための最初のステップは、イベントの発生を防ぐことです。エリアに粉じんがないように保ち、建物の構造と人員の両方を保護するため環境管理(ハウスキーピング)は重要な活動である。

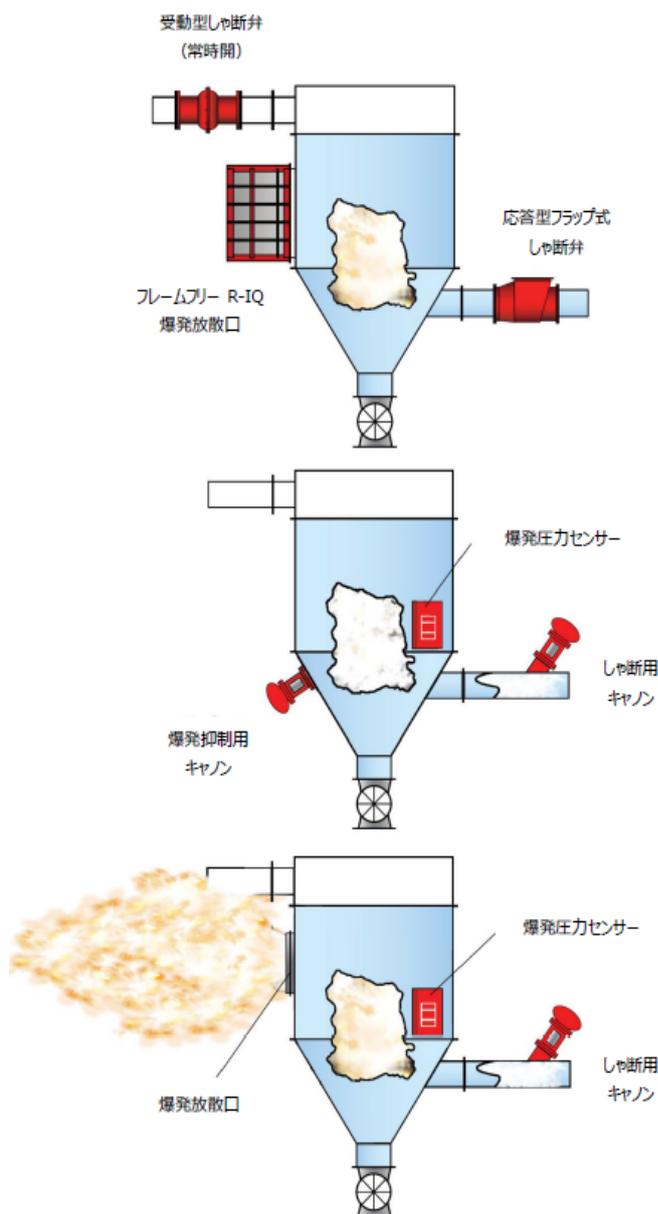
潜在的な発火源を特定して制御することも重要である。発火源を完全に排除することはできないが、大幅に減らすことはできる。技術には、温度、ベルトの位置合わせ、滑り、およびモータードライブの過負荷の監視とともに、火花検知が含まれる。

ペレット製造における潜在的な発火源の 1 つは、含水率を 10%未満に減らすために使用される乾燥機であるため、ペレットは最も効率的に燃焼する。ここでは、温度、流量、湿度の監視も発火を防ぐための重要なツールである。ハンマーミルなどのサイズを微細化する装置には、ミルに混入する異物から、または内部故障により、潜在的な発火源が存在する。金属やその他異物の混入は、石分離器や磁気分離器などを使用して除去する必要がある。

粉じん爆発放散ベント

粉じんやガスの爆発の初期段階では、爆発放散ベントが設定された破裂圧力で瞬時に開き、急速に膨張する燃焼ガスを大気に放出することができ、プロセス機器内で発生する圧力を計算された安全限界に制限できる。

放散ベントは、経済的なソリューションで、多くの場合、設置したら完了というソリューションと見なされるため、最も広く採用されている爆発防護技術である。ただし、放散ベントは米国の NFPA 68、国内の技術基準に従って定期的に検査する必要があることに注意することが重要である。



長年、爆発放散ベントは伝統的に、スリットが切り込まれたステンレス鋼板の間にプラスチックフィルムを挟む「複合」アプローチを使用して設計されてきた。これらの放散ベントは、通常 10kPaG 程度の設定圧力で「開く」ように設計されている。

このタイプの技術では、ステンレス鋼板のスリットは、時間の経過とともに粒子や破片が入り込む可能性がある。堆積すると、最終的に放散ベントの機能に影響を与える可能性がある。重量が重くなると放散口は、ゆっくと開口し効率が悪くなる。

より良い解決策は、ドーム型構造のステンレス鋼の単板で構成される単一セクションの爆発放散ベントである。所定の低設定圧力で作動するように設けられた開口部の周辺ミシン目は、ガスケット材料で保護されている。

単板構造のドーム型設計により、より堅牢で軽量の放散ベントが生成され、粉じんの堆積や汚染の可能性が大幅に排除される。

その汎用性にもかかわらず、爆発放散ベントはすべてのアプリケーションで機能するわけではない。放散ベントを使用すると、燃焼による大きな火炎が大気中に放出される。

これは、サイロなど屋外に設置された装置・機器では許容できるが、建屋内のアプリケーションでは、人員や機器を危険にさらし、二次爆発につながる可能性がある。

火炎放出を避けるには、フレームフリーベント(消炎ベント)を適用できる。消炎ベントは、通常は放散ベントによって放出される圧力波、火炎、および未燃微粒子を吸収するように設計されている。

このニーズに対処するために、フレームアレスターを組み込んだハウジング内に放散ベントを設置して設計されたフレームフリーシステムを提供している。

爆発抑制システム

爆発を完全に防ぐことが理想的であるプロセスでは、爆発抑制システムが理想的な防護手段である。爆発抑制システムは、爆発の最初の数ミリ秒で粉じん爆発を検知し、次に、重炭酸ナトリウムなどの火炎抑制剤をプ

ロセス装置内に瞬時に放出するよう抑制システムの起動信号を送る。これにより、初期の爆発を効果的に停止し、保護される機器にとって安全なレベルまで爆発圧力が低下する。

24 時間/7 日稼働のプロセスの場合、クリーンアップとシステム復旧のスピードにより操業に迅速に戻ることができるため、抑制システムが非常に望ましい場合がある。放散ベントまたはフレームフリーベント(消炎ベント)を使用すると、爆発はプロセス機器内で完全に爆発し、クリーンアップ、火災関連の損傷、およびプロセスを稼働に戻すのに時間が必要になる。

標準的な抑制システムは、センサーといくつかの爆発抑制・しゃ断用「キャノン」で構成され、重炭酸ナトリウムなどの消火抑制剤をプロセス機器に噴射する。加圧用窒素はそのための推進力として使用される。

爆発しゃ断

3 番目の手段は、爆発が発生した場合に相互に接続された機器を保護する化学しゃ断システムである。プロセス機器を接続するダクト及び配管は、さらに大きな強度の爆発を伝ばする可能性があるため、NFPA 654 でしゃ断が求められている。防護されていない場合、ダクト、配管、および接続されているすべての容器と機器が危険にさらされる。

要約すると、爆発しゃ断は NFPA69 によりパッシブ(受動式)またはアクティブ(能動式)に分類できる。パッシブアイソレーションの一般的な例は、基本的に集じん機の入口ダクトに取り付けられた一方向バルブであるフラップバルブである。フラップは通常の操業中は開いており、空気の流れの停止と反対方向からの圧力波に応答して、バルブは閉じ、ラッチされる。このバルブは、衝撃圧力に耐えるため、しゃ断する機器の減圧爆発圧力 Pred の 2 倍の強度を持つダクトに取り付ける必要がある。

パッシブしゃ断装置の別の例は、爆発の際にホッパーをしゃ断するために適切に設計されたエアロックであ

る。これらのデバイスは、適切な分離を提供するために NFPA 69 の要件に準拠している必要がある。この点で、すべてのロータリーエアロックが同じというわけではない。

化学しゃ断システムは、フラップ式バルブの適用制限を克服できる。化学的しゃ断は、通常、消火・抑制剤をトリガーする爆発圧力センサーで構成されるアクティブなしゃ断方法である。化学的しゃ断は、水平ダクトまたは気流の方向に限定されない。さらに、化学的しゃ断は、ドラッグコンベアなどの可動機構を持つ長方形のダクトやケーシングに使用できる。さらに、このしゃ断方法は、大口径のダクトに対してより経済的なソリューションを提供する。

粉じん爆発予防および防護システムは、用途と使用する特定の機器に合わせて調整する必要がある。予防、緩和、しゃ断に細心の注意を払うことで、予防可能な事業中断の可能性を制限しながら、人員とプラントの両方を確実に保護する。

詳細については、BS&B セイフティ・システムズ (TEL 045(450)1272) 爆発防護担当にお問い合わせください。 <http://www.bsb-systems.jp>

(以上)