

パンフレット

アンモニア冷凍空調設備の事故防止の注意事項

1. 目的

平成 21 年 3 月、福岡県にある博物館において、アンモニアを冷媒とする冷凍空調設備(以下、「アンモニア設備」という)のメンテナンス中、アンモニアが漏えいして、作業員 1 名が死亡、8 名が重軽傷を負う重大事故が発生した。アンモニアは吸引すると中毒を引き起こす毒性ガスであり、アンモニア設備の事故(年平均 10 件程度)が繰り返されていることから、事故防止は重要課題となっている。

このパンフレットは、アンモニア設備のなかでも、近年、設置が進行中のユニット型の冷凍空調設備における事故の未然防止に向け、主に従来型のアンモニア設備の事故事例の知見から、今後の保安確保を図るための注意事項をとりまとめた。

2. 漏えい事故の分類

平成 12 年から平成 21 年までの 10 年間に於いて、アンモニア設備の事故は合計 73 件発生している。このうち、55%が食品、32%が冷凍、冷蔵倉庫で発生しており、事故事象では、約 92%が漏えい、7%が破裂、1%が火災であった。

アンモニア設備の事故のうち、90%以上を占める「漏えい」について事故原因を分類した結果を図 1 に示す。

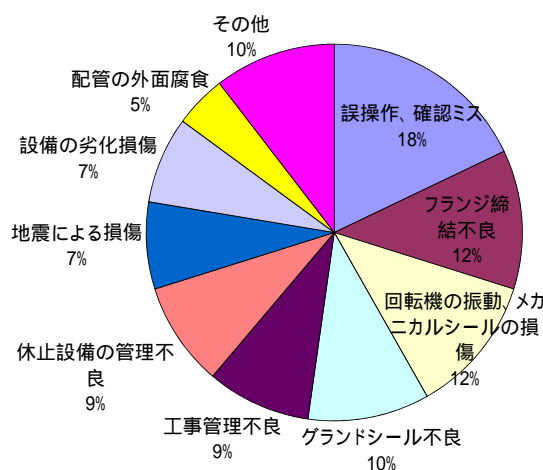


図 1 漏えい事故の原因分類

3. 事故防止の基本的取り組み

アンモニア設備を取り扱う冷凍事業者は、危険を伴う高圧ガスを取り扱っている自覚を持ち、各種法令及び基準、規程類の遵守はもちろんのこと、常に自主保安

意識を持って、安全確保に努める必要がある。さらに、冷凍事業所、設備メーカー、メンテナンス事業者及び工事事業者は、相互の情報共有に努め、あらゆる場面で事故防止を図る必要がある。

- (1) アンモニア設備は、メンテナンスフリーとなっている家電の冷蔵庫、エアコンとは違い、安全確保のためには、設備の維持管理が欠かせない。冷凍事業者は、アンモニア設備のメーカー、メンテナンス事業者とともに、定期的な点検、設備の修理、交換及び故障、危険などの異常発生時の態勢を整備し、自主的かつ継続的な保安管理を実践する。
- (2) 冷凍事業者はアンモニア設備の機器台帳、取扱説明書及び運転マニュアルを整備し、運転記録を取るなど、適確な運転管理を実践する。また、関係者へ運転教育、保安教育を実施し、異常発生時の態勢の整備を図る。
- (3) 保安検査の実施が義務づけられていない冷凍空調設備では、冷凍事業者の責任において、計画的に運転管理、維持管理を行い、設備の取扱責任者を自主的に選任して、冷凍空調設備の安全確保を図る。

4. 事故防止の注意点

個別の注意点と関連する代表的な事故事例を以下に示す。なお、休止設備の管理不良による事故、地震による損傷などは、ここでは取り上げない。

4.1 誤操作、確認ミスに関する注意点

アンモニア設備では、従来はマニュアルでコントロールするシステムであったが、近年は自動運転のシステムを採用している。いずれにしても運転員の誤操作、確認ミスは、重大事故につながる恐れがあるので、運転、取り扱いに際しては、運転マニュアルに従った操作を行い、特にバルブ操作の際には十分な注意が必要である。

- (1) 運転マニュアルの整備、運転記録の作成
- (2) 重要操作では、チェックリストの作成
- (3) 操作前に KY(危険予知)の実施
- (4) 異常検知装置(インターロック)の設置



写真 1 アンモニアが漏えいし、死亡事故を起こしたドレン弁

表 1 事故事例

	年月日	業種	設備区分	事故概要
1	2003/12/21	食品	冷凍設備、圧力計	アンモニア設備の改造工事中、圧力計の針が外れていたため、作業者が独自の判断で圧力計の交換作業をしようとして、元弁が開いた状態で、圧力計を取り外して

				しまい、アンモニアが漏えいし、両手に凍傷を負った。
2	2006/ 8/6	冷凍 冷蔵	冷凍設備、 ドレン弁	アンモニア設備において、低圧受液器のドレン弁(180度近く開いていた)からアンモニアが漏えいし、アンモニア中毒を起こして作業員1名が死亡した。

4.2 フランジ締結部に関する注意点

アンモニア設備は毒性ガスを扱うので、フランジ継手、溶接継手が多用されている。フランジ継手は、振動によるボルトの緩み、温度変化による伸縮、無理な接続など、フランジ面圧が不均一となって漏えいしやすい。さらに、フランジ締結部では、ガスケットの劣化、ボルトの腐食など、複雑で複合的な事象の影響を受けている。このため、アンモニア設備では、フランジ締結部の維持管理が重要であり、定期的な点検の実施などが必要である。

- (1) フランジ締結部の定期的な点検計画の作成と実行
- (2) ボルトの片締め、緩み、ガスケット当たり面の状況など、締結状態の確認
- (3) ガスケットの劣化の確認と定期的な交換の実施
- (4) フランジ継手、溶接継手及びボルトの腐食の確認



写真2 アンモニア設備のフランジ継手の例(左:4本ボルト、右:2本ボルト)

表2 事事故事例

番号	年月日	業種	設備区分	事故概要
1	2006/ 6/20	食品	冷凍設備、 フランジ継手	アンモニア設備において、フロートスイッチの下部取付フランジ継手からアンモニアガスが漏えいした。原因は、フランジ継手と取付ボルトの腐食及び振動による緩みと見られる。設備は定期的な維持管理がなされていなかった。
2	2006/ 9/3	冷凍、 冷蔵	冷凍設備、 配管、継手	アンモニア設備の電磁弁に漏れが確認され、電磁弁交換後のガス漏れ検査実施中に、上流側ストレーナのフランジ継手からアンモニアが漏えいした。作業員3名のうち2名がアンモニアを吸引し負傷した。原因

			は、フランジ継手の片締めで、取付不良だった。また、電磁弁交換の作業手順の不備と危険防止の措置が十分でなかった。
--	--	--	---

4.3 グランドシールに関する注意点

アンモニア設備の閉止弁、制御弁などのグランドシール、グランドパッキンは、長時間の使用、温度変化により、磨耗、収縮、劣化などによりアンモニアが漏えいする恐れがある。このため、グランド部の保守管理に十分な注意が必要である。

- (1) 定期的な交換計画について、メーカー、メンテナンス事業者とともに検討、作成し、確実に実行
- (2) グランドパッキン、グランドシールなどの劣化状況を点検し、必要に応じて交換
- (3) 安全弁の元弁など、日常開閉しない閉止弁の点検

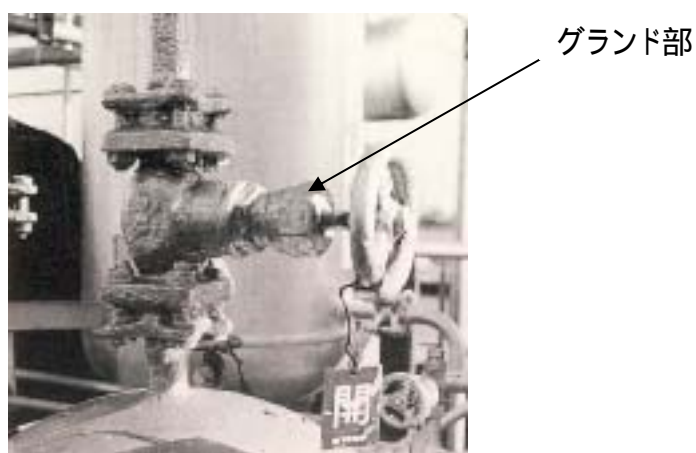


写真 3 閉止弁のグランド部の例

表 3 事事故事例

	年月日	業種	設備区分	事故概要
1	2006/1 1/11	冷凍 冷蔵	冷凍設備 バルブ	冷凍設備の凝縮器を交換するため、高圧受液器のバルブ(50A)を閉じたところ、冷媒であるアンモニアが少量漏えいした。原因は、バルブグランドパッキンの経年劣化によると見られる。
2	2007/ 9/22	冷凍 冷蔵	冷凍設備 バルブ	付近住民より、アンモニア臭がすると消防署に通報があった。緊急出動した従業員により、漏えい箇所である圧縮機サクシオンバルブのグランド部の増し締めを行って漏えいは止まった。原因は、グランド部のパッキンが摩耗したためである。

4.4 回転機(圧縮機、ポンプ)に関する注意点

アンモニア設備の回転機(圧縮機、ポンプ)には振動が発生する。このため、回転機本体とともに、接続する配管、継手などの疲労破壊、緩みなどの点検、検査を実施し、維持管理を徹底する。

- (1) 定期的な維持管理の計画を作成し、着実に実行
- (2) ケーシング、フランジ継手、軸受けの振動状況とボルトの緩みの点検
- (3) メカニカルシールの点検と定期的な交換
- (4) 配管の支持部、配管同士の接触部、配管と電気配線の接触部の点検

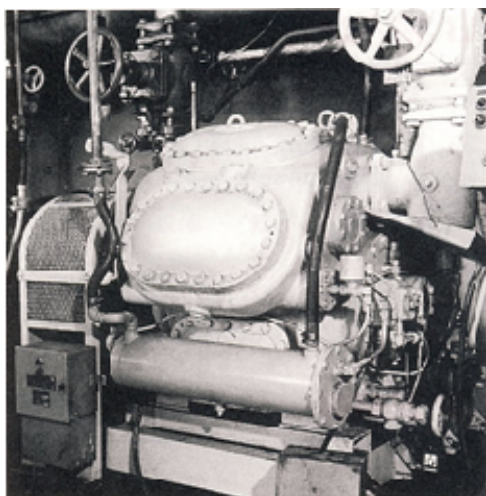


写真 4 往復動圧縮機の例

表 4 事故事例

	年月日	業種	設備区分	事故概要
1	2006/ 1/26	食品	冷凍設備、 配管継手	冷凍機の油圧配管継手の袋ナット部が振動のため緩んでおり、少量のアンモニアが漏えいしていた。前回の分解整備時に袋ナット部の緩み止め対策が不十分であったため、圧縮機運転中の振動により、袋ナット部が徐々に緩んだと見られる。
2	2009/ 4/16	博物館	空調設備、 メカニカル シール	アンモニア設備の定期点検時に、圧縮機からの冷媒漏えいが確認された。原因は、メカニカルシールが劣化したためと推定される。今後は、保守点検の強化と消耗品の劣化状況の確認を行う。

4.5 工事、修理の注意点

アンモニア設備において、工事中、修理中の事故防止は重要であり、作業手順の文書化、情報の共有、危険予知活動などを通じて、工事中、修理中の事故防止を徹底する必要がある。

- (1) 工事計画書の作成と承認
- (2) 冷凍事業者、メーカー及びメンテナンス事業者を含め、責任範囲、情報の共有、緊急時対応などを明確に定め、工事安全の徹底を図る。
- (3) 工事中、修理中には、バルブ単体での閉止は漏えいの危険があるため、閉止板、仕切板などで確実に縁切りする。
- (4) 気密試験は、安全に配慮して不活性ガスを使用する。
- (5) アンモニアガスは毒性ガスであり、防毒マスクなどを常備し、工事中、作業中の人身事故の防止を図る。



写真 5 アンモニアが漏えいし、死傷事故を起こした膨張弁

表 5 事故事例

	年月日	業種	設備区分	事故概要
1	2003/ 2/9	冷凍、 冷蔵	冷凍設備、 配管	アンモニア給液配管の手動弁の取替工事において、アンモニアの抜き取り措置を実施しておいた配管を切断するところを、誤って、ヘアピンコイル側のバイパス液配管を電動ノコギリで切断した。このため、アンモニアが漏えいし、通路及び冷蔵庫内に充満した。
2	2009/ 3/9	博物 館	空調設備、 電子式膨 張弁	空調用アンモニアヒートポンプユニット内で定期メンテナンス作業を行っていた。このとき、同時並行で作業していた制御ソフトの点検、確認行為により、給液用配管にある電動三方弁が開いて、整備中の電子式膨張弁からアンモニアガスが漏えいした。このため、作業員1名が死亡、8名が重軽傷を負った。

4.6 除害設備の注意点

アンモニア設備の除害設備は、緊急時に被害を拡大させない重要な設備であり、安全弁から除害設備に至る配管なども含め、維持管理が重要である。

- (1) 除害設備の機能確認、除害設備に至る配管などの損傷状況の確認
- (2) 除害剤の保有量の確認
- (3) 緊急時の操作手順の周知、教育、訓練