

N-7 凍結濃縮処理による上水スラッジ脱水処理法

株式会社タクマ 福里豊、○吉井隆裕
東京ガス株式会社 伊藤伸治、瀬尾敦子
東京都水道局 鈴木秀彦、星野行宏、荒川和則

1. はじめに

浄水場へのコージェネレーション導入は、震災時等の電力供給の信頼性向上、および総エネルギー使用量の削減により CO₂ 排出量の抑制ができるなどの点で、極めて意義が高い。コージェネレーションのエネルギー利用高効率化を実現するためには、排熱の有効利用が不可欠である。従来、排水処理施設において、排熱はスラッジ加温や脱水ケーキ乾燥などに利用されており、脱水処理効率向上に寄与している。しかしながら、スラッジ処理量は季節変動および時間変動が存在するため、新規の排熱利用方法を開拓して通年での排熱利用率を一層高めることが必要である。そこで本研究では、コージェネレーション排熱がある場合、排熱を有効に活用できる排熱駆動型アンモニア吸収式冷凍機によるスラッジ凍結濃縮システムを開発し、実験装置及び実機脱水機によるスラッジ脱水実験を実施すること、浄水場にスラッジ凍結設備を導入した場合の省エネルギー効果等を検討することを目的とした。なお、本研究は、東京都水道局からの委託研究として実施したものである。

2. 調査内容

2. 1 スラッジ

A 浄水場の各季節におけるスラッジ（A 浄水場スラッジを以後 A スラッジという）を用いた。また、実機脱水機による実験では、B 浄水場スラッジ（B 浄水場スラッジを以後 B スラッジという）についても実施した。

2. 2 凍結処理実験

図 1 に実験設備フロー、表 1 に実験設備の仕様を示す。

アンモニア吸収冷凍機の駆動熱源である蒸気は、A 浄水場ガスタービン排熱からの回収蒸気を用いた。凍結融解処理は、有効容量 0.6m³ の凍結融解槽にスラッジを入れ、-20℃に冷却した冷ラインにより 1.5～2 時間の凍結処理を行ない、30℃に加熱した温ラインにより 1.5～2 時間、融解処理を行った。

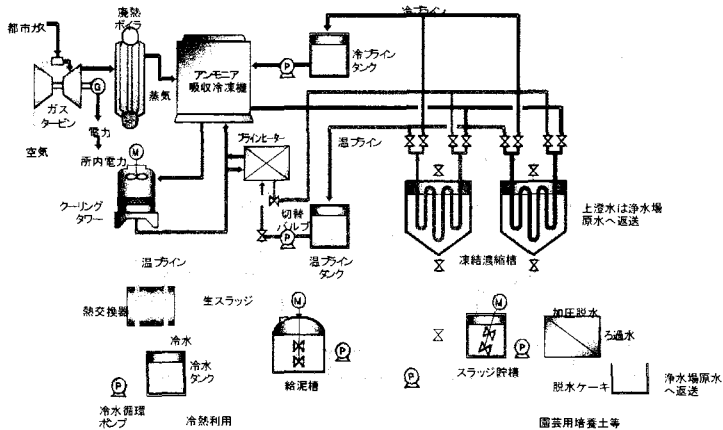


図 1 実験設備フロー

表 1 実験設備の仕様

機器名称	仕様	数量
アンモニア吸収冷凍機	冷凍能力: 16USRT ライン: エチレングリコール水溶液	1基
凍結濃縮槽	有効容量: 0.6m ³	2台
脱水機	手動式フィルタープレス、ろ過面積: 1.59m ² ろ過圧力: 0.4MPa、圧搾圧力: 0.6MPa	1基

2. 3 実験設備による脱水処理実験

凍結濃縮スラッジと未処理スラッジの混合比率を変えた混合スラッジ（以下、凍結混合スラッジという）を脱水処理して、ろ過速度を測定した。凍結混合スラッジの混合比率は、0、25、50、75、100%とした。

2. 4 水質検査

A浄水場スラッジを対象に、凍結融解処理前後の水質変化をみるため、ろ過水、上澄水の水質調査を行ない、返送可能な水質であるか調査した。

2. 5 融解熱回収実験

凍結したスラッジの融解処理において、スラッジの融解潜熱をブラインにより回収し、回収した冷熱の有効利用調査を行なった。

2. 6 実機脱水機による脱水実験

C浄水場の実機脱水機（125 m^2 、33室DCフィルタ、圧搾圧力：1.5MPa）を用いて、混合濃縮スラッジの脱水テストを行なった。凍結濃縮スラッジの混合比率は、0、33、50、100%とした。

2. 7 高濃度スラッジ凍結融解、脱水実験

高濃度（10、15、20%）スラッジを用いた凍結融解処理および脱水テストを行ない、凍結処理効果を検討した。

3. 実験結果と考察

3. 1 実験設備脱水機による混合脱水処理結果

図2に、Aスラッジを用いた凍結混合スラッジ混合率とろ過速度の関係を示す。混合比50%において、夏季のろ過速度は、濃縮処理しない場合に比べ1.5倍上昇した。また、冬期は凍結濃縮および加温処理すれば約2倍にろ過速度が向上することがわかった。

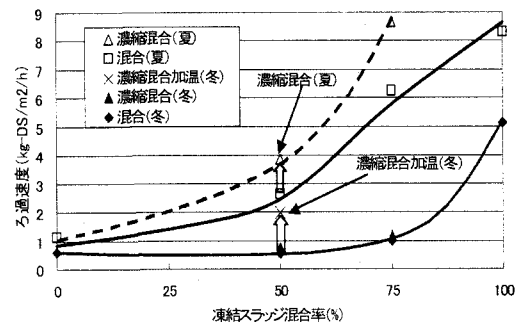


図2 実験脱水機による濃縮混合スラッジろ過速度

3. 2 水質検査結果

凍結融解処理による水質の変化は見られず、凍結融解スラッジ上澄水および脱水ろ液が水質上返送可能であることが確認できた。

3. 3 融解熱回収実験

図3に凍結融解処理における熱収支を示す。蒸気の熱量に対して、冷ブラインによる冷熱量は30.1%、温ブラインへの熱量は20.0%であった。この20.0%のうち、約50%を冷熱として回収できることを確認した。夏季において外気温が高いときは、この冷熱をガスタービンの吸気冷却（30℃→20℃）に用いれば、A浄水場型ガスタービンの出力を最大8%向上できる知見を得た。またこの冷熱を凍結処理に供するスラッジの予冷に利用することで、凍結処理スラッジ量を約8%多くできる。また図3に示す冷凍機ドレインおよび冷

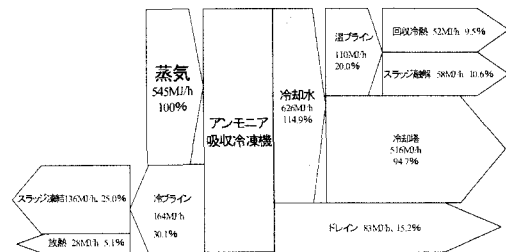


図3 冷凍機廻り熱収支

却水の持ち出し熱量を利用して、年間を通し凍結濃縮混合スラッジおよび未処理スラッジ全量を 30～35℃に加温できることがわかった。

3. 4 実機脱水機による実験結果

図4に、AスラッジとBスラッジを用いた実機脱水機による混合濃縮スラッジの混合率とろ過速度の関係を示す。秋季実験から、A、Bスラッジともに濃縮混合によるろ過速度の向上を確認した。また、凍結濃縮処理および加温処理を併用して、混合率50%のAスラッジは通年ろ過速度 $3.0\text{kg-DS/m}^2/\text{h}$ 、Bスラッジは $2.0\text{kg-DS/m}^2/\text{h}$ (混合比率は7～11月:33%、1～6月、12月:50%)を確保できると考えられる。

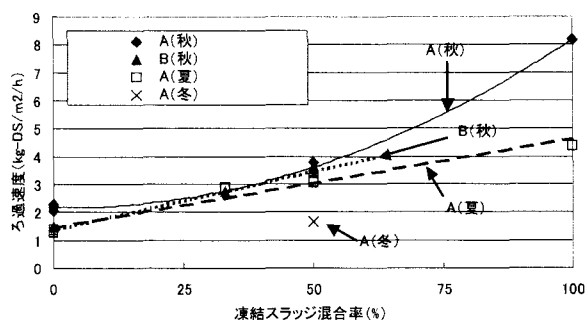


図4 実機脱水機実験によるろ過速度

3. 5 高濃度スラッジ凍結融解・脱水実験結果

10%、15%の高濃度スラッジを用いて凍結融解処理および脱水テストを行なった結果、通常のスラッジと同等の改質効果(ろ過速度の向上)が得られた。20%濃度スラッジについては凍結濃縮スラッジの脱水テストのみ実施し、通常のスラッジと同等のろ過速度向上効果が得られることを確認した。

4. まとめ

東京都水道局からの委託研究である常用発電設備燃焼排熱を利用した浄水場スラッジ凍結濃縮システムについて、通年における検証実験を実施した。A浄水場のガスタービン排熱から得た蒸気をアンモニア吸収冷凍機の熱源とするスラッジ凍結設備を設置し、安定的な稼働を確認した。このシステムを用いてスラッジ凍結融解を行ったところ、凍結1.5時間、融解1.5時間の計3時間での処理が可能であった。本検証実験により得られた知見は以下の通りである。

- 1) 凍結処理スラッジを未処理スラッジと混合することで、冬季は凍結処理スラッジ混合率50%以上、夏季および秋季は25%以上とすることで、ろ過速度の向上を確認した。
- 2) 未処理スラッジおよび凍結融解スラッジの水質調査を行なった結果、凍結融解処理による顕著な水質の変化は見られなかったことから、上澄水および脱水ろ液は原水へ返送可能であることを確認した。
- 3) 凍結処理スラッジの良好な沈降分離特性を利用し、凍結融解処理後上澄水を除去することにより、2～3倍の濃縮が可能となる。2倍濃縮した凍結混合スラッジ50%の場合、ろ過速度は、濃縮しない凍結混合スラッジと比較して、夏季・冬季ともに1.5倍向上できることを確認した。
- 4) A浄水場およびB浄水場を対象とした試算の結果、未処理スラッジ脱水時の加温をアンモニア吸収冷凍機の蒸気ドレンにより賄えることがわかった。これにより、未処理スラッジ、凍結混合スラッジ共に、年間を通して30～35℃に加温することが可能である。
- 5) 凍結したスラッジを融解処理する工程において、融解潜熱をブラインにより冷熱として回収する実験を行なった。回収した冷熱は、ガスタービン吸気冷却に利用できることを確認した。このときA浄水場型ガスタービンの出力は最大8%向上する。また、熱量的に凍結濃縮槽への供給スラッジの前冷却にも同時に利用できることがわかった。