



Title	上水スラッジの新凍結濃縮法
Author(s)	福里, 豊; 吉井, 隆裕; 伊藤, 伸治 他
Description	第13回衛生工学シンポジウム (平成17年11月17日 (木) -18日 (金) 北海道大学クラーク会館) . 一般セッション . 6 水処理 . 6-6
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 13, 203-206
Issue Date	2005-11-16
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/1367
Type	departmental bulletin paper
File Information	6-6_p203-206.pdf



6-6 上水スラッジの新凍結濃縮法

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においては、排熱の有効利用が重要である。従来浄水場排水処理において排熱は、スラッジの加温や脱水ケーキの乾燥などに利用されている。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あり、季節による熱需要の変動が大きい。このため、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望まれる。そこで本研究では、東京都水道局からの委託研究として、コージェネレーション排熱がある場合に排熱を有効に利用できる、排熱駆動型アンモニア吸収冷凍機を用いた新規なスラッジ凍結濃縮システムを開発して、実証設備及び実機脱水機によるスラッジ脱水実験を実施した。

2. 調査内容

2.1 スラッジ

4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、B浄水場スラッジを以後Bスラッジ、C浄水場スラッジを以後Cスラッジ、D浄水場スラッジを以後Dスラッジという。）を用いた。

2.2 凍結処理実験

図1に実証設備フロー、表1に実証設備の仕様を示す。A浄水場の実証設備を設置し、A浄水場ガスタービン排熱からの回収蒸気を、アンモニア吸収冷凍機の駆動熱源として用いた。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℃に冷却した冷ブラインにより1.5～2時間の凍結処理を行ない、30℃に加温した温ブラインにより1.5～2時間、融解処理を行った。

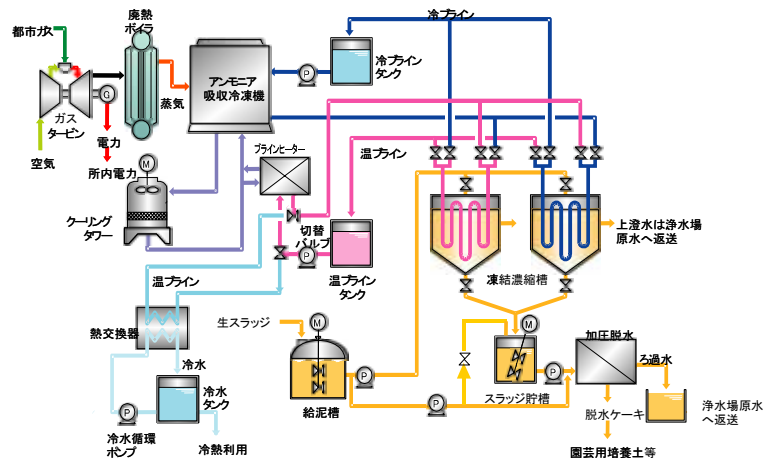


図1 実証設備フロー

表1 実証設備の仕様

機器名称	仕様	数量
アンモニア吸収冷凍機	冷凍能力:16USRT ブライン: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 A浄水場実証設備による脱水処理実験

表2に示す混合条件で脱水処理を行ない、ろ過速度を測定した。ここで、未処理スラッジを凍結処理したスラッジを「凍結融解スラッジ」、凍結融解後上澄水を除去したスラッジを「凍結濃縮スラッジ」、未処理スラッジと凍結融解スラッジを混合したスラッジを「凍結混合スラッジ」、

未処理スラッジと凍結濃縮スラッジを混合したスラッジを「凍結濃縮混合スラッジ」と呼ぶことにする。

1) 未処理スラッジ、凍結融解スラッジ

4 浄水場スラッジの秋季、Aスラッジの冬季、夏季、秋季において、未処理スラッジ、凍結融解スラッジのろ過速度を測定した。

2) 凍結混合スラッジ

冬季、夏季、秋季のAスラッジについて、凍結混合スラッジのろ過速度を測定した。

3) 凍結濃縮混合スラッジ

4 浄水場スラッジの秋季、Aスラッジの冬季、夏季、秋季において、凍結濃縮混合スラッジのろ過速度を測定した。

4) 凍結濃縮混合加温スラッジ

冬季のAスラッジについて、25~30℃に加温した凍結濃縮混合スラッジのろ過速度を測定した。

表2 混合条件

	凍結融解スラッジ(%)	未処理スラッジ(%)	凍結融解スラッジの濃縮
未処理スラッジ	0	100	-
凍結融解スラッジ	100	0	-
凍結混合スラッジ	50	50	-
凍結濃縮混合スラッジ	75	25	2倍濃縮
	50	50	2倍濃縮
	33	67	2倍濃縮
凍結濃縮混合加温スラッジ	50	50	2倍濃縮

*表中の数値は、DSベースの混合率(%)を示す。

2. 4 実機脱水機による脱水実験

E 浄水場の実機脱水機 (125m²、33 室DCフィルタ、圧搾圧力：1.5MPa) を用いて、冬季、夏季、秋季のAスラッジおよび秋季のBスラッジについて、未処理スラッジ、凍結濃縮混合スラッジの脱水テストを行った。未処理スラッジに対する凍結濃縮スラッジの混合率は、33、50%とした。

2. 5 融解熱回収実験

凍結したスラッジの融解熱 (冷熱) を回収する設備を設け、冷熱回収の可能性を調査し、凍結濃縮処理の効率的運転方法を検討した。凍結したスラッジの融解工程において、加温しないブラインを介して融解潜熱を冷水として回収した。

3. 実験結果と考察

3. 1 スラッジの性状

表3に凍結融解処理前後のスラッジ性状の一例を示す。凍結融解スラッジは、粒子の粗大化により、ケーキ比抵抗が未処理スラッジより2桁低く、ろ過性が向上していることが分かる。

表3 凍結融解処理前後のスラッジ性状

項目	単位	未処理スラッジ	凍結融解スラッジ	
pH		6.7	6.7	ハンディpH計による*1
全蒸発残留物(DS)	%	4.9~5.4	3.2~5.7	JIS K 0102 14.2(重量)
強熱減量	%-dry	39.5	39.3	JIS K 0102 14.5(重量)
ケーキ比抵抗	m/kg	6.43E+12	2.92E+10	下水試験法 2.4.15.5
砂状粒径	%	10.9	60.5	(粒度分析計)
シルト状粒径	%	52.4	36.5	(粒度分析計)
粘土状粒径	%	36.7	3.0	(粒度分析計)

*1ラコムテスターpH計 防水型PCWP10 アズワン製を使用

3. 2 実証設備脱水機による混合脱水処理結果

図2に、実証設備脱水機による4浄水場の秋季スラッジを用いた凍結濃縮混合スラッジ混合率とろ過速度の関係を示す。混合率 33%以上の凍結濃縮混合スラッジは、未処理スラッジと比較してろ過速度の向上が認められた。また、図3に冬季、夏季および秋季のAスラッジについて、凍結混合スラッジ（混合率 50%）、凍結濃縮混合スラッジ（混合率 50%）のろ過速度および冬季の凍結濃縮混合加温スラッジ（混合率 50%）のろ過速度を示す。これらの結果から、凍結融解処理後濃縮すればろ過速度は 1.5 倍向上し、さらに加温した凍結濃縮混合スラッジは、加温をしない場合よりろ過速度を 1.2 倍向上できることを確認した。これらから、全量凍結融解処理しなくてもよい凍結濃縮混合処理は、加温処理を併用することで年間を通じて凍結濃縮混合スラッジのろ過速度 2～3 kg-DS/m²/h を達成できる。

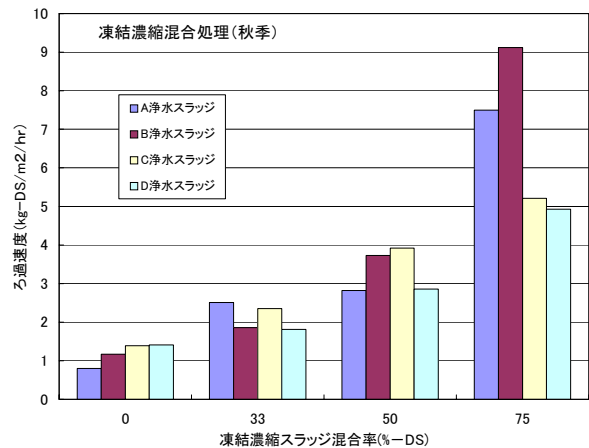


図2 凍結濃縮混合スラッジのろ過速度

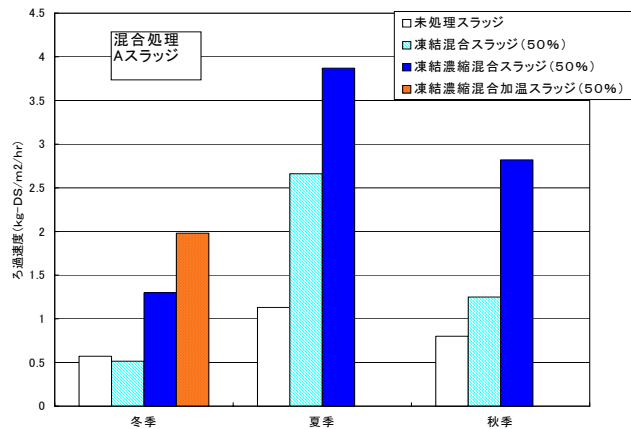


図3 凍結濃縮加温によるろ過速度

3. 3 実機脱水機による実験結果

実機脱水機による混合濃縮スラッジ混合率とろ過速度の関係を図4に示す。スラッジは、冬季、夏季および秋季のAスラッジ、秋季のBスラッジを用いた。混合率 33%以上の凍結濃縮混合スラッジにおいて、ろ過速度の向上を確認した。図2、図3に示す実証設備脱水機によるろ過速度に比べて実機脱水機によるろ過速度は、大きい値となっている。実機のろ過圧 (0.6MPa)、圧搾圧力 (1.5MPa) に比べて、実証設備のろ過圧 (0.4MPa)、圧搾圧力 (0.7MPa) は低く、ろ過時間の差がろ過速度に影響していると考えられる。実機脱水機による実験結果から、凍結濃縮混合処理は、実証設備による実験結果同様、加温処理を併用することで、年間を通じて

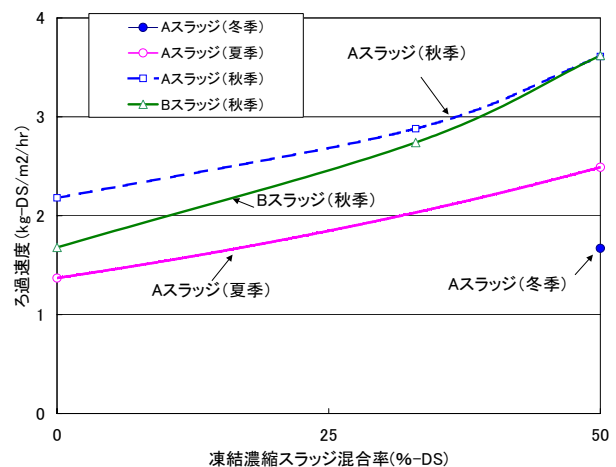


図4 実機脱水機実験によるろ過速度

凍結濃縮混合スラッジのろ過速度を2～3 kg-DS/m²/hを達成できる。

3. 5 融解熱回収実験

図5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%をブラインにより冷熱として回収できることを確認した。

図6に示されるように、夏季において回収した冷熱をガスタービンの吸気冷却(30℃→20℃)に用いれば、夏季において外気温が高いときは、A浄水場型ガスタービンの出力を最大約8%向上できる知見を得た。さらに回収した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、スラッジの顕熱分の冷却熱量を削減でき、その結果、凍結処理スラッジ量を約8%多くできる。

また凍結濃縮混合処理は、図5に示す冷凍機ドレインおよび冷却水の持ち出し熱量を利用でき、凍結濃縮混合スラッジと未処理スラッジを合わせた全量を約35℃に加温できることを試算により確認した。

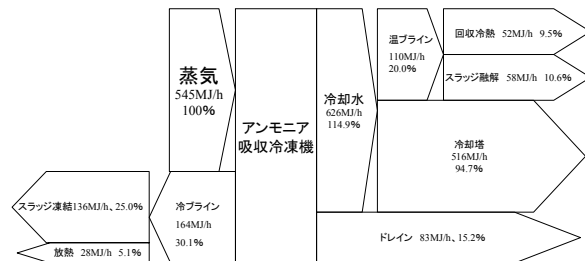


図5 冷凍機廻り熱収支

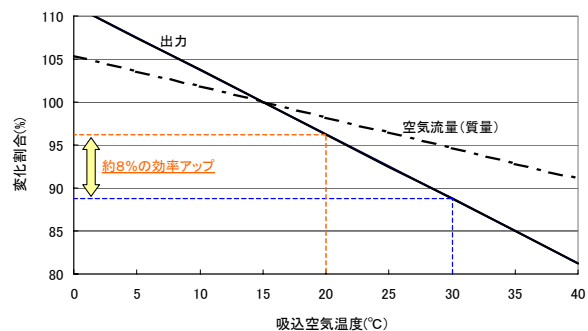


図6 外気温度とガスタービン性能の関係

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浄水場に凍結実証設備を設置し、4浄水場の秋季スラッジおよび冬季、夏季のAスラッジを用いた凍結融解処理、脱水テスト、およびAスラッジ、Bスラッジを用いた実機脱水機による脱水テストを行ない、得られた知見は以下の通りである。

- ①排水処理過程から排出される濃縮スラッジ全量を凍結融解処理するのに必要な排熱(蒸気熱量)が不足する場合でも、ろ過速度の向上が見込める混合率で凍結濃縮スラッジを添加する凍結濃縮混合処理は、全量凍結融解処理に比べて多くのスラッジを処理することができ、排水処理の効率を向上できる方法として適用性が大きい。
- ②アンモニア吸収冷凍機冷却水およびドレインの排熱により、凍結濃縮混合スラッジおよび未処理スラッジを合わせた全量を約35℃に加温できるため、凍結濃縮混合加温処理は、年間を通して凍結濃縮混合スラッジのろ過速度を2～3 kg-DS/m²/hまで向上でき、全量凍結融解処理に比べて経済性、CO₂削減において有効な処理法である。
- ③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を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。夏季において外気温が高いときは、A浄水場型ガスタービンの出力は最大約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。