

浸出水処理の高度化による温暖化対策

鹿島建設(株) 正会員 ○間宮 尚、岡部 元宣、有馬 毅
 鹿島環境エンジニアリング(株) 菊池 茂、柴西 聡、渡邊 裕貴

1. はじめに

資源循環の最後に位置する最終処分場では浸出水が発生する。焼却灰の埋立、被覆型処分場やゼロエミ(無放流)といった条件では浸出水は塩類を含むため逆浸透膜処理や透析処理が必要となる。この高度処理は処理水の純度が高いことが注目されているが、後段の濃縮・乾燥工程では膨大な熱エネルギーが必要で、維持管理費に影響を与えている。例えば、1tの水を蒸発するには単純に約70Lの液体燃料が必要となる。長期エネルギー需給の見通し¹⁾は、需要側での化石燃料消費量を2013年度比で2030年までに約17%低減することを要請し、当該分野の低炭素化を求めている。

2. 逆浸透膜処理を含む浸出水処理の低炭素化

逆浸透膜処理の流れを図-1に示す。この処理では浸出水中のSSやイオンが濃縮され、これは濃縮装置と乾燥装置を経て乾燥される。この濃縮・乾燥工程は一般には熱で蒸発させる方式であるが、ここで図-2の下側に示す熱回収(熱回収型VCC)を志向する。大気放散していた水蒸気(熱エネルギー)を回収し、圧縮機で昇温・昇圧して蒸発熱の一部として利用することによりボイラーで供給する熱量を約80%低減する。

3. 試作機の構成の構成と改善

揺動型圧縮機と減圧乾燥機を組合せて製造した熱回収型濃縮・乾燥装置(VCC)の試作機を図-3に示す。VCC試作機の圧縮機は7.5kW、蒸発器と凝縮器の伝熱面積は当初約3.8m²とした。試運転を繰り返し、課題を一つ一つ解決した結果、濃縮工程時には約125L/hの蒸発が可能となり、その際のボイラー供給蒸気量を20kg/h程度まで低減できることを実験で確認した。主な改善事項を以下に挙げる。

- ① エアベントによる不凝縮性ガスの除去
- ② 伝熱面積の増強
- ③ 蒸気系配管の圧力損失低減
- ④ 給水・蒸気供給の自動制御化
- ⑤ 減圧乾燥工程の組込み

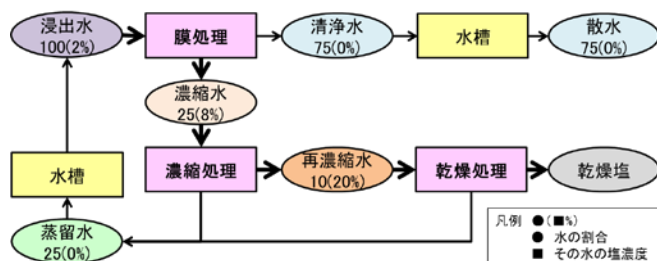


図-1 逆浸透膜浸出水処理の水・塩類フローの例

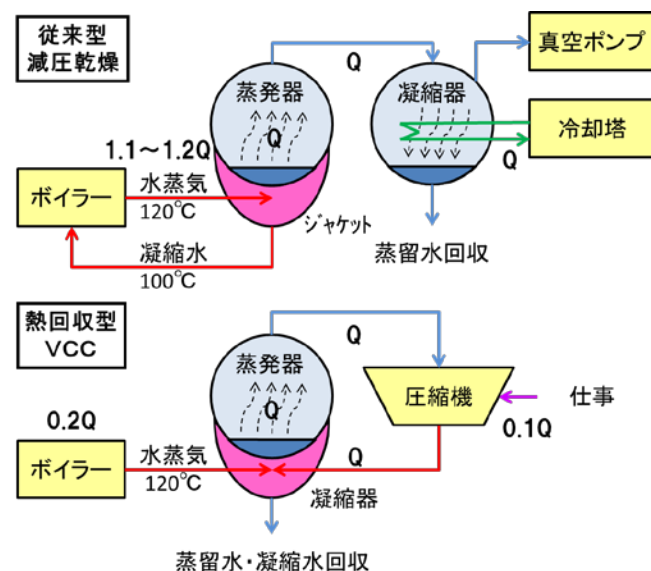


図-2 従来型と熱回収型(VCC)の比較



図-3 熱回収型(VCC)試作機の外観

キーワード：廃棄物処分場 浸出水処理 温暖化対策

連絡先：〒107-8348 東京都港区赤坂 6-5-11 鹿島建設(株)環境本部 TEL 03-5544-0781

4. 試作機の浸出水処理施設での試験

上述の VCC 試作機を十勝環境複合事務組合が運営管理するうめーるセンター美加登（北海道中川郡池田町）に持ち込み、実際の浸出水を用いて濃縮・乾燥試験を実施した（図－4）。表－1に示すように、圧縮機による熱回収を行ったケースでは100L/h以上の蒸発性能を確保した。

図－5に試料のTDS(Total Dissolved Solids)が最も高かった試験2の水収支を示す。VCC 試作機では凝縮水量は被処理水の蒸発量とボイラーからの供給蒸気量の和となる。供給蒸気量は立上げ時と乾燥時と比較して濃縮時には少量で済むこと、その際の被処理水の蒸発量が大きいことが図の傾きから分かる。

濃縮・乾燥工程を立上げ、濃縮、乾燥に区分し、各々でのボイラー蒸気供給量を処理水量で除した値を表－2にまとめた。試験が二日に跨る場合、立上げを一日分含む評価 α と、濃縮・乾燥を連続バッチ式で行うと想定して立上げを無視した評価 β を見ると、ボイラー供給蒸気量の蒸発量に対する比が前者は約1/4以下、後者は約1/5以下となった。

最後に電力と蒸気の供給による VCC 試作機の稼働によるCO₂排出量の試算結果を表－3に示す。CO₂排出原単位は東京電力の0.496kg-CO₂/kWh、A重油の2.71kg-CO₂/Lを採用した。試験4前半が従来型の濃縮・乾燥に当るため、VCCを濃縮・乾燥に用いることでCO₂排出量を半分に以下に低減できることを現地試験にて確認した。VCCの完成と普及は国家目標の達成に寄与する。

5. まとめ

浸出水処理工程の低炭素化を目指して、逆浸透膜処理の濃縮・乾燥工程に熱回収工程を組み込んだ試作機を作製し、浸出水処理施設で稼働状況の確認を行った。1,000L以上の浸出水の濃縮・乾燥工程での電力と蒸気の消費量から、VCCは浸出水処理工程のCO₂排出削減に寄与することを確認した。

本報告は環境省「平成27年度CO₂排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業（CO₂排出量を半減する高効率熱回収型濃縮・乾燥システム(VCC)の開発）委託業務」で実施したものの一部である。

参考文献

1) 経済産業省、長期エネルギー需給見通し、2015.7

謝辞

試験の実施に当たっては十勝環境複合事務組合のご理解を頂きました。ここに記して謝意を表します。

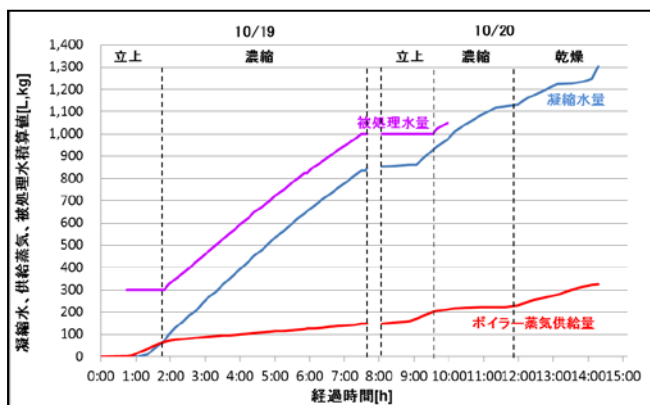


図－4 現地試験状況（左：外観、右：内観）

表－1 現地試験の条件と蒸発速度の結果

試験	日時	被処理水			運転方法		濃縮速度 L/h
		採取場所	pH	TDS※	処理量	濃縮方法 ボイラー制御	
1	10/17	RO原水	6.8	1.0%	1000L	VCC ON-OFF	130.1
2	10/19 10/20	再濃縮水	9.1	7.3%	700L	VCC ON-OFF	120.3
					350L		103.9
3	10/21 10/22	原水	6.8	3.0%	700L	VCC PID	126.3
					500L		120.1
4	10/23 10/24	RO濃縮水	7.2	2.0%	300L	減圧乾燥 VCC PID	58.1
					750L		138.7

※TDS:Total Dissolved Solids



図－5 水収支（試験2：再濃縮水）

表－2 現地試験のまとめ（蒸気供給量）

試験	X 処理量 [L]	供給した蒸気量[kg]					指標	
		A 立上 一日目	B 濃縮 一日目	C 立上 二日目	D 濃縮 二日目	E 乾燥 二日目	α (A~E)/X	β (B+D+E)/X
1	1,000	66	71			87	22.4%	15.8%
2	1,050	65	82	(52)	18	107	25.9%	19.7%
3	1,200	(49)	89	54	23	99	22.1%	17.6%
4	1,050			52	50	82	17.5%	12.6%

表－3 現地試験のまとめ（CO₂排出量）

試験	処理量	電力関連		蒸気関連		合計
		電力量	CO ₂ 排出量	蒸気量	CO ₂ 排出量	
	L	kWh	kg-CO ₂	kg	kg-CO ₂	kg-CO ₂ /L
1	1,000	45.3	22.5	224	48.6	0.071
2	1,050	60.3	29.9	272	59.0	0.085
3	1,200	57.3	28.4	265	57.5	0.072
4後半	750	32.7	16.2	184	39.9	0.075
4前半 減圧濃縮	300	20.4	10.1	483	104.7	0.383