

低位廃熱利用技術調査

研究報告

'97 下水道新技術研究所年報ダイジェスト 1997 No.35



建設大臣認定機関

財団法人 下水道新技術推進機構

序 文

本機構は、下水道事業がかかえている多様な課題を解決するため、下水道に係わる新技術の研究及び開発を行い、下水道事業への導入を促進し、下水道事業の効率的かつ円滑な推進を図ることを目的に、平成4年9月28日設立以来、新しい技術の研究・開発に取り組んでまいりました。

設立後、5年間が経過するなかで本機構と地方公共団体とで進めた技術開発のうち、東京都の「造粒調質濃縮技術の実用化研究」、長野県・東京都等との「垂直管渠の実用化」等があり、実施設として建設され、現在稼働しています。今後も、更に新技術の普及実用化を進めていきたいと思えます。

本報告書は、本機構が設けている下水道新技術研究所における、平成9年度の研究成果をとりまとめたものです。

平成9年度は、公的機関から新技術活用モデル事業である「車載式高効率汚泥乾燥設備の実用化研究」他45課題、民間企業から「偏心多軸シールド工法に関する共同研究」他14課題、固有研究4課題の合計63課題の調査研究を行い、また民間が開発した新技術の審査証明5課題を実施しました。

本書は、建設省土木研究所からの受託研究のうち『低位廃熱利用技術調査』についてその概要を報告するものであります。

この報告書が実務の中で積極的に活用されることを願う次第です。

財団法人 下水道新技術推進機構

理事長

玉 本 勉

低位廃熱利用技術調査

はじめに

汚泥処理施設で発生する低位廃熱は、消化ガス発電や焼却、溶融プロセスからの燃焼排ガス由来であり、ガス状や温水の形態で発生している。これらのエネルギー量は、汚泥の持つエネルギー量の5割以上を占めることも稀ではない。今後、汚泥の性状が現在よりも高カロリー化してゆく可能性が高いことを考えると、汚泥のエネルギー的価値は高まり、今まで以上に汚泥保有熱量のより高度な活用を推進する必要がある。

本調査は、これまで未利用、廃棄されてきたエネルギー的に低位の廃熱を、下水処理過程あるいは地域社会で活用できる技術やシステムの確立に寄与するため、発生する低位廃熱の質と量を処理場規模を考慮して形態別に定量化するとともに、それらの利用に関する

既存の技術を調査し、実用化のための開発レベルを評価するものである。

研究内容

①低位廃熱の定量化調査

廃熱のエネルギー的低位度を廃熱の温度レベルにより極低品位域（60℃以下）、低品位域（60～90℃）、中品位域（90～150℃）、良品位域（150℃以上）に分類し、それらが汚泥処理プロセスから発生する量をガス及び温水形態別に施設規模を考慮して定量化した。

②既存利用技術調査

既存の低位廃熱利用技術、システムを調査し、整理した。

③エネルギー抽出・変換物質調査

低位の熱エネルギーを効果的に運動エネルギー、化学エネルギー等に変換、抽出する媒体を検索した。

調査は汚泥処理施設を取り扱うメーカー8社の協力を得て、アンケート調査、ヒアリング調査を行った。

研究結果

(1) 低位廃熱定量化調査

低位廃熱の発生源は、消化ガス発電、焼却、溶融の3つのプロセスを対象とした。

消化ガス発電の発電出力は、100~1,800kWとし、各発電出力毎に熱収支計算等について整理した。表-1に消化ガス発電における低位廃熱の定量化結果を示す。

消化ガス発電から抽出可能な廃熱の発生源は、エンジン冷却水、エンジン排気、補機冷却水等があり、エンジン冷却水、補機冷却水

表-1 消化ガス発電における廃熱の低位度のまとめ

発生源	極低品位域	低品位域	中品位域	良品位域	摘要
温度レベル	60℃以下	60~90℃	90~150℃	150℃以上	
エンジン冷却水					前記3つの施設に共通
エンジン排気					排ガス装置の課題
補機冷却水					

が極低品位域から低品位域、エンジン排気がおおむね400℃前後の良品位域である。

消化ガス発電システムから発生する低位廃熱で、エンジン冷却水についてはすでに熱交換器を用いて消化タンクの加温に利用されており、実質的にはエンジン排気の利用法に限られる。焼却炉・溶融炉の施設規模については、25、50、75、100、150、300Wt-t/日規模とした。投入ケーキのカロリーレベルを表-2のように設定し、各カロリーレベルで熱収支計算を行い、廃熱レベル毎に発生量をカロ

表-3 焼却炉低位廃熱のカロリー量原単位

単位: 10³kcal/wt-t/hr

変遷過程	形態	種別	廃熱レベル	項目	処理規模 (wt-t/日)					
					25	50	75	100	150	300
現状レベル 350kcal/kg	温排水	スクラバー	極低品位	平均値	43.81	43.26	43.23	43.02	42.97	42.98
				最大最小	48.80~40.54	47.44~40.26	47.47~40.13	46.96~40.00	46.96~39.88	46.97~39.88
	白煙防止	炉廃熱	低品位	平均値	5.04	5.00	5.01	5.02	5.03	5.03
				最大最小	-	-	-	-	-	-
	排ガス	煙突排ガス	極低品位	平均値	9.06	9.63	9.61	9.84	9.83	9.83
				最大最小	13.32~4.80	13.32~5.94	13.31~5.91	13.31~6.36	13.31~6.35	13.31~6.35
変遷過程 I 500kcal/kg	温排水	スクラバー	極低品位	平均値	42.78	42.26	42.20	42.01	41.97	41.97
				最大最小	47.52~39.76	46.24~39.48	46.19~39.35	45.76~39.23	45.76~39.11	45.75~39.11
	白煙防止	炉廃熱	低品位	平均値	4.96	4.92	4.93	4.94	4.96	-
				最大最小	-	-	-	-	-	7.22
	排ガス	煙突排ガス	極低品位	平均値	8.9	9.45	9.44	9.65	9.65	9.65
				最大最小	13.04~4.76	13.06~5.84	13.05~5.83	13.05~6.25	13.05~6.25	13.05~6.25
変遷過程 II 650kcal/kg	温排水	スクラバー	極低品位	平均値	41.62	41.48	41.47	41.48	41.48	41.48
				最大最小	45.60~39.10	45.20~39.10	45.17~39.10	45.20~39.10	45.20~39.10	45.20~39.10
	白煙防止	炉廃熱	低品位	平均値	6.32	7.04	7.36	7.7	-	-
				最大最小	7.00	5.11	5.11	5.97	8.25	8.25
	排ガス	煙突排ガス	極低品位	平均値	5.72	5.17	5.17	5.17	5.17	5.17
				最大最小	6.80~4.64	6.82~3.52	6.81~3.52	6.81~3.52	6.81~3.52	6.81~3.52
変遷過程 III 850kcal/kg	温排水	スクラバー	極低品位	平均値	41.68	41.68	41.68	41.68	41.76	41.67
				最大最小	46.24~38.97	46.24~38.97	46.24~38.97	46.24~38.97	46.48~38.97	46.23~38.97
	白煙防止	炉廃熱	低品位	平均値	10.24	10.96	11.33	-	-	-
				最大最小	12.94	15.30	15.30	17.29	17.50	17.50
	排ガス	煙突排ガス	極低品位	平均値	20.70~5.16	20.70~9.90	20.70~9.91	20.70~11.70	20.70~11.70	20.70~11.70
				最大最小	3.22	3.20	3.21	3.20	3.20	3.20
最大想定レベル 1000kcal/kg	温排水	スクラバー	極低品位	平均値	4.04~2.40	4.02~2.38	4.03~2.39	4.02~2.38	4.02~2.38	4.02~2.38
				最大最小	40.17	39.99	39.73	40.01	40.01	40.00
	白煙防止	炉廃熱	低品位	平均値	46.72~33.35	46.64~33.35	46.67~33.35	46.84~33.35	46.83~33.35	46.81~33.35
				最大最小	15.84	15.44	-	-	-	-
	排ガス	煙突排ガス	極低品位	平均値	19.73	22.18	23.58	24.55	24.75	24.75
				最大最小	29.70~9.76	29.70~14.66	29.70~14.67	29.70~16.93	29.70~16.93	29.70~16.93
排ガス	煙突排ガス	極低品位	平均値	3.62	3.62	3.61	3.64	3.64	3.64	
			最大最小	4.48~2.76	4.48~2.76	4.47~2.76	4.50~2.77	4.51~2.77	4.51~2.77	

表-2 高カロリーレベル

高カロリーレベル	有機分 (%)	ケーキ含水率 (%)	ケーキ熱量 (kcal/kg)
現状レベル	80.0	80.0	350
変遷課程レベルⅠ	85.0	78.0	500
変遷課程レベルⅡ	85.0	75.0	650
変遷課程レベルⅢ	90.0	73.0	850
最大想定レベル	90.0	70.0	1,000

注：ケーキ保有熱量は「湿潤試料の真発熱量」を示し、潜熱等の熱量は含まない。

り一量(Kcal/時)と容積量(m³/時)で求めた。

焼却炉からの廃熱は、廃熱ボイラーからの良品位域の蒸気、スクラバー排水としての極低品位域の温水、白煙防止施設からの低品位域の温水であり、熔融炉からの廃熱も、焼却炉と同様、廃熱ボイラーからの良品位域の蒸気とスクラバー排水、汚泥乾燥機除湿塔排水塔の極低品位域の温水に分かれる。焼却炉カロリー量原単位を表-3に示す。

焼却炉や熔融炉から発生するスクラバー排水、排熱ボイラーからの余剰蒸気等の低位排熱は、汚泥が持つ熱量の60~70%も占め、有効利用されないで系外へ放出されている。

(2) 消化ガス発電、焼却システムに関して、廃熱の既存利用技術を調査した。(表-4、表-5)なお、熔融については既存利用が見当たらなかった。

(3) エネルギー抽出・変換物質調査

発生する廃熱の利用法としては以下のこと

表-4 消化ガス発電

発 生 源	廃 熱 利 用 用 途
エンジン冷却水	消化タンク加温
エンジン排気	場内給湯、空調
廃熱ボイラー	乾燥機熱源
補機冷却水	場外利用(温室)

表-5 焼却炉

発 生 源	廃 熱 利 用 用 途
廃熱ボイラー スクラバー排水 (場内利用)	空気予熱器
	白煙防止器
	廃熱ボイラー
	廃熱蒸気発電
スクラバー排水 (場外利用)	汚泥加温
	地域熱供給
	温水プール、温室

が考えられる。

イ) 良品位域の排ガスを一旦、廃熱ボイラーで回収し、蒸気にした後、それをタービン駆動源としてさらに動力に変換することにより発電等を行う。

ロ) 良品位域の排ガスを直接、加温源として利用する。消化槽の加温、熔融炉乾燥機等には既に利用されているが、通常の汚泥乾燥処理行程にも積極的に取り入れるべきである。

ハ) 温排水は、ヒートポンプを使用して場内の冷暖房あるいは地域冷暖房、給湯設備に利用する。

エネルギー変換、抽出物質については、代替フロンやアンモニア、プロパン系、非フロン系代替品の研究開発が進められていると同時に、エネルギー変換物質で最も身近なところにあるヒートポンプについても、ノンフロンによる各種研究開発が進められている。

今後の課題

汚泥処理施設で発生する低位廃熱を活用できる技術やシステムの確立に寄与することを目的として、低位廃熱の定量化、既存の利用技術、エネルギー抽出・変換物質について調査を実施した。

本調査では、ヒートポンプに関する研究開発状況調査とそれに関連する作動媒体については、検索できる範囲で、物性、利用目的および今後の見通しを整理するにとどまったが、今後は、低位廃熱の定量化により求まる各温度レベルの廃熱に対して、どのような作動媒体を導入すればよいのか、具体的な実用化システムの中で検討・評価を行っていく必要がある。

• この研究に関する問い合わせは

研究第一部
主任研究員

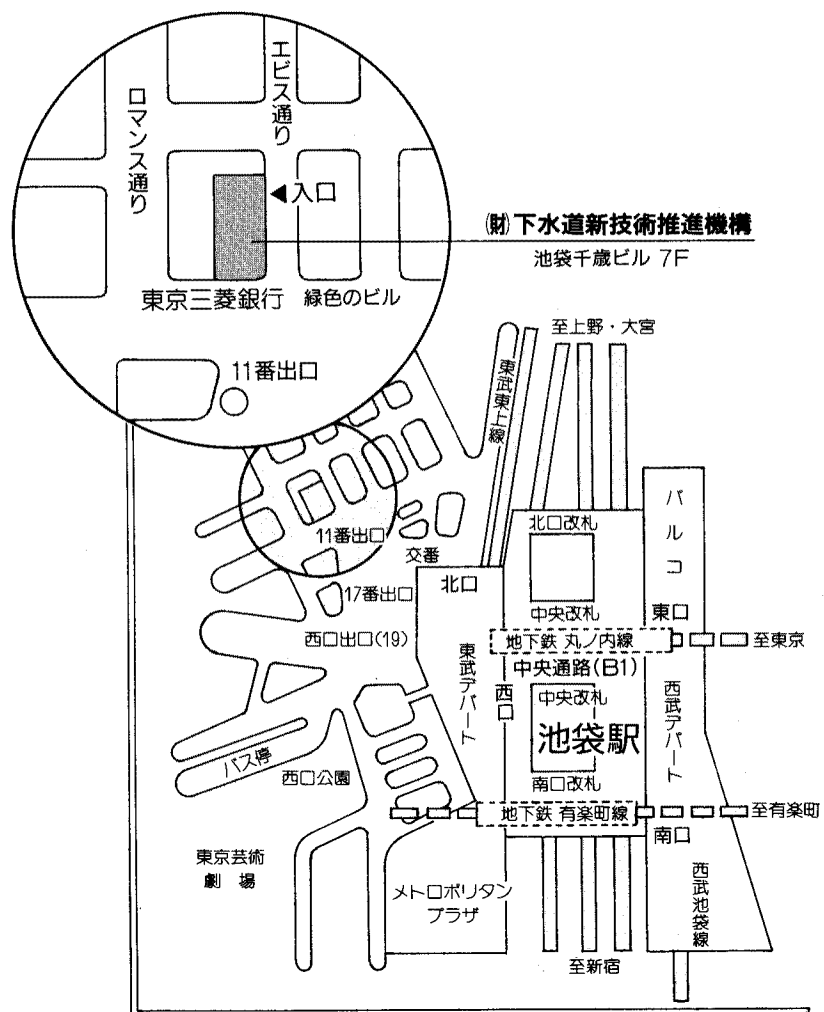
田 島 研 一

技術第一部
研究員

王 尾 和 寿

研究第一部
研究員

山 口 英



財団法人 下水道新技術推進機構

Japan Institute of Wastewater Engineering Technology

〒171-0021 東京都豊島区西池袋1丁目22番8号 池袋千歳ビル7階

TEL 03-5951-1331 FAX 03-5951-1333