

Ⅶ-145

下水汚泥流動焼却炉の高温燃焼による温室効果削減コストの試算

建設省土木研究所 正会員 原田一郎
建設省土木研究所 正会員 尾崎正明
建設省土木研究所 正会員 酒井憲司

1. はじめに

下水汚泥焼却炉の排ガスには温室効果ガスの亜酸化窒素 (N_2O) が含まれ、なかでも設置基数の半分を占める高分子系汚泥流動焼却炉において単位汚泥量あたりの N_2O 排出率が最も大きく、同時に排出される二酸化炭素 (CO_2) に匹敵する温室効果をもたらしている。その削減対策としては燃焼温度の引き上げが効果的であるといわれているが¹⁾、高温化に起因するコストの上昇が予想され、温室効果ガスの削減対策を推進する上から経済的な影響を事前に把握しておく必要がある。そこで、本調査では9基の下水汚泥流動焼却炉を対象に、ライフサイクルコスト(LCC)分析手法を用いて高温化がもたらすコスト変化を試算した。

2. 計算方法

(1)コスト増加条件 下水汚泥焼却炉のコストは大きく建設費、運転・維持費及び補修費から構成され、燃焼温度を引き上げた場合これらの増加が予想される。図-1 に焼却炉のコスト構造及び高温化に伴う増加要因を示す。本調査では焼却炉メーカー及び地方公共団体にヒアリングを行い、実績コスト及び50℃の燃焼温度引き上げを想定した建設費及び補修費の推定増加額を計上した。また、運転・維持費の増加額は補助燃料使用量及び燃焼ガス量の増分から推計した。なお、人件費は変化しないと仮定しシェアが小さい消耗品費の増分も無視した。

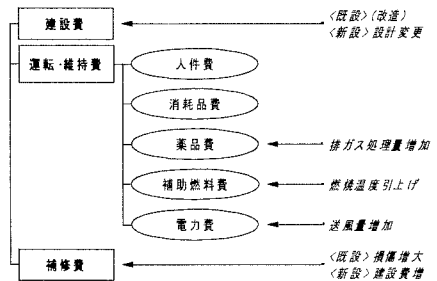


図-1 汚泥焼却炉のコスト構造及びその増加要因

(2)分析手法 LCC分析手法には次の2種類があるが²⁾、本調査では双方を用いてコスト分析を行った。

〔年価法〕発生コストを毎年の平均コスト(年価)に変換する方法。経過年の進行に伴い減少する減価償却費と増加する補修費年価の和の極小点が経済的耐用年数を表す。本調査では、調査対象炉の高温化で増加が見込まれる補修費の年価を試算するとともに、経済的耐用年数の変化の有無を検討した。

〔現価法〕コストを現在価値(現価)に換算しその累積値であるトータルコストを求め経済性を比較する方法。本調査では、調査対象炉で高温化した場合(以下「既設炉」という)と、同じ炉で高温燃焼を前提に設計し運転した場合(以下「新設炉」)を想定し、それぞれのトータルコスト増加率を計算した。

さらに、高温化により変化する温室効果ガスの排出量を見積もり、トータルコストの計算結果を用いて温室効果の削減に必要な単価を試算した。なお、LCC分析に必要な名目割引率及びデフレーターはそれぞれ長期プライムレート、卸売物価指数を用い、一方 N_2O の排出率は燃焼温度の線形近似とし¹⁾補助燃料使用量の増加に伴う CO_2 発生量の増加も考慮した。

表-1 ライフサイクルコスト分析の調査対象炉

炉名	建設年	経過年	能力(t/d)	燃焼温度(℃)	補助燃料	備考
A1	88	7	45	800	A重油	既設炉の高温化の場合改造が必要
B1	78	18	50	830	A重油	
B2	83	13	100	830	A重油	
C1	76	20	30	800	灯油	* 運転・維持費不備のため年価法のみ実施
C2	81	15	45	800	灯油	
C3	81	15	60	820	都市ガス13A	
C4	80	16	40	820	A重油	* 運転・維持費不備のため年価法のみ実施 * 運転・維持費不備のため年価法のみ実施 既設炉の高温化の場合補修費の増加なし → * 現価法のみ実施
C5	77	19	30	800	A重油	
D1	73	18	20	850	A重油	
D2	77	15	20	850	A重油	注) 全て高分子凝集剤使用

3. 結果と考察

表-1 に調査対象炉の概要を示す。A,B,C,D はメーカー名を表す。既設炉で補修費の増加を見込まないD社の年価法分析は行わず、また、運転・維持費データの欠損が大きい一部の炉は現価法分析から除外した。

【キーワード】 下水汚泥、流動焼却炉、温室効果、ライフサイクルコスト

【連絡先】 〒305-0804 茨城県つくば市大字旭1番地 建設省土木研究所汚泥研究室 TEL:0298-64-2211内4344

(1)経済的耐用年数 高温化を想定した既設炉における補修費年価の推定増加率を図-2 に示す。初期において増加率が高く使用年の経過とともに抑制される傾向が見られた。これは経過年数の進行に伴い本来の補修費が増加し高温化の影響が相対的に小さくなるためであると考えられる。次に、年価の経年変化の例を図-3 に示す。償却率の算出方法(定額法及び定率法)による相違はあるものの、極小点で示される経済的耐用年数は他の炉も含めほとんど変化は見られなかった。

(2)トータルコスト 既設炉でのトータルコスト変化の例を図-4 に示す。補修費及び補助燃料費に比べ電力・薬品費の増加率は極めて小さく、調査対象炉中の最大値はそれぞれ 81.5%、45.8%、3.6%と見積もられた。図-5 に各炉におけるトータルコスト増加率を示す。A1 炉では既設炉の改造が必要となるものの経過年数が短いため運転・維持費及び補修費の増分が小さく、また D 社の炉は既設炉での補修費上昇がなく新設炉の方が大きく計上された。これらを除くトータルコスト増加率は、既設炉で 10.0 ~ 15.0%であったのに対し、新設炉では補修費増が抑制され建設費増の影響も軽微で既設炉の半分以下の 4.1 ~ 7.3%に抑えられた。

(3)削減単価 現価法を適用した 7 炉における温室効果の削減量及びその必要コストの試算結果を表-2 に示す。燃焼温度を 50℃上昇させた場合、排ガスによる温室効果は下水汚泥 1DSt あたり CO₂ 換算で 0.62 ~ 1.54t の削減が可能となる。その平均コストは既設炉で補修費増が生じない D 社を除くと CO₂ 換算 1t あたり既設炉で 3,200 円、新設炉で 1,300 円となった。コスト増の抑制には当初設計時から温室効果抑制対策を考慮することが重要である。

4. おわりに

本調査では、下水汚泥流動焼却炉の燃焼温度引き上げを想定し LCC 手法を用いて温室効果ガスの削減に必要なコストを試算した。今後予想される本格的な削減対策の実施に向け、引き続き下水道分野全体としての必要コストを把握する必要がある。

なお、本調査にあたり貴重なデータの提供を頂いた焼却炉メーカー並びに地方公共団体の関係各位に謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 竹石ら,「流動炉における排ガス成分の挙動解明及び削減に関する共同研究報告書」,土木研究所共同研究報告書第 147 号, 1996
- 2) 例えば, ロジャー・フラナガンら,「建物のライフサイクル計画」,技術書院, 1988

表-2 温室効果ガスの削減量及びその必要コスト

炉名	投入汚泥量(DST)	LCCトータルコスト (百万円・H9年度価格)		温室効果ガス排出量		N ₂ O (t)	計(CO ₂ 換算t)		削減量(CO ₂ 換算t/DSt)	削減率(%)	温室効果単価			
		実績	高燃化 既設・新設	実績	高燃化		実績	高燃化			削減量 既設・新設	削減単価		
A1	17,535	1,499	1,598	1,533	24,962	26,263	140	49	68,336	41,359	1,538	39.5	3,689	1,266
B1	30,706	1,222	1,399	1,304	50,201	55,498	149	11	96,443	58,917	1,222	38.9	4,717	2,204
B2	73,794	1,776	1,954	1,849	103,988	110,111	358	27	215,122	118,328	1,312	45.0	1,830	755
G2	39,877	1,247	1,427	1,309	59,909	64,347	318	111	158,548	98,679	1,501	37.8	3,010	1,034
G3	68,778	1,943	2,234	2,084	103,041	110,824	406	48	228,805	125,711	1,498	45.0	2,830	1,371
D1	15,269	1,084	1,164	1,159	25,673	29,042	42	1	38,818	29,330	0.821	24.4	6,373	6,904
D2	18,513	699	733	736	28,925	29,083	51	1	42,863	29,432	0.725	31.3	2,476	2,755

注) 計算条件: 汚泥中の元素含有率: 0.327kgC/kgDS, 0.0472kgN/kgDS
補助燃料の炭素排出係数: 0.7357kgC/gC/L(A重油), 0.6896kgC/gC(L灯油), 0.5655kgC/Nm³(都市ガス13A)
・N₂OのGWP: 310 (CO₂のGWP=1)

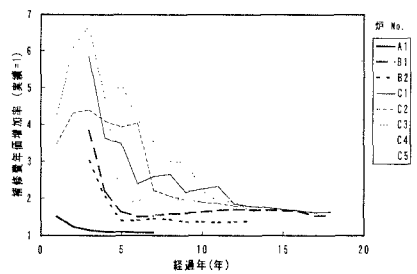


図-2 既設炉における補修費年価の増加率

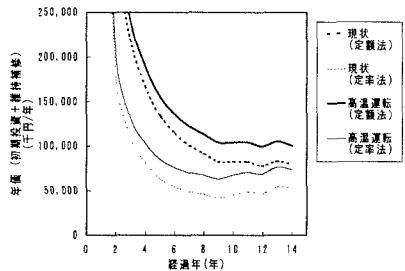


図-3 経済的耐用年数の変化(C3 炉)

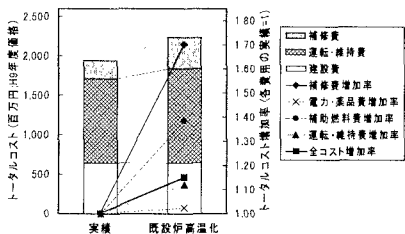


図-4 トータルコストの変化(C3 炉)

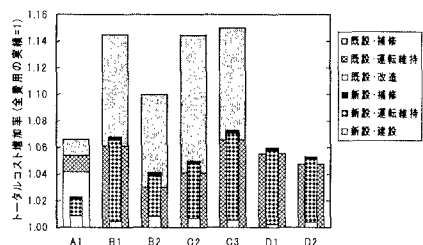


図-5 各炉におけるトータルコスト増加率