

関東地方における上下水道に関する LCA 手法を用いたエネルギー評価

東京都市大学 学生員 ○青木匠

東京都市大学 正会員 長岡裕

1 はじめに

近年、エネルギー消費による二酸化炭素などの温室効果ガスによる地球温暖化が問題となっている。上下水道事業は大量の温室効果ガスを排出しており、持続可能な水循環の構築に向けて、施設や地域別のエネルギー消費を明らかにし、エネルギー削減に向けて地域の選定などを行う必要がある。

環境影響負荷を対象とし、エネルギーを評価する方法として LCA 手法がある。LCA 手法とは製品などにおける、建設、運転、破棄、修繕、リサイクルといった各段階におけるエネルギーを定量的に評価する手法である。

本研究では、関東地方の上下水道において LCA 手法を用いて環境影響不可を詳細化することで、施設やライフサイクルごとのエネルギー消費を明らかにすることを目的とする。

2 調査対象

調査地域は、関東地方の上下水道を対象とする。関東地方は全国においてエネルギー消費が多い地域である。温室効果ガス排出量の削減は、排出割合の大きい地域において抑制することが、全体の排出量削減に効果的であると考えられる。したがってエネルギー削減を行う場合、全国を対象とするより関東地方を調査対象にすることで、効率よくエネルギーを削減できる。また、上水道と下水道を総合的に評価することで、取水地点から水が使われ再び取水地点までの流れが分かり、より環境影響負荷を詳細化することができると思われる。

3 調査結果

本研究では、エネルギー消費の指標として CO₂ に着目する。CO₂ は地球温暖化の代表的な指標であると考えられ、京都議定書において CO₂ 排出量の削減が重要視されている。

関東地方の下水道における管路施設、ポンプ施設、下水処理場において建設、運転に伴う CO₂ 排出量の算出を行った。上水道における CO₂ 排出量は渡邊の論文¹⁾に記載されており、これを用いて上水道と下水道で比較を行う。

3. 1 管路施設における CO₂ 排出量の算出

管路施設に関して、建設における CO₂ 排出量を求める。算出方法は、下水道統計²⁾よりコンクリート管の管口径 (m) 別に管路総延長(m)を整理し、管路総延長に開削方法による管口径別の二酸化炭素排出係数³⁾を乗じ、耐用年数 50 で除することにより年間の CO₂ 排出量を求める。

3. 2 ポンプ施設における CO₂ 排出量の算出

ポンプ施設に関して、建設、運転における CO₂ 排出量を求める。運転段階においては電力、燃料を対象とする。建設における CO₂ の算出は下水道統計²⁾よりポンプ施設の電動機出力 Gp (kw) を式(1)に代入し、耐用年数 50 で除することで求める。電力による運転段階の CO₂ 排出量は、下水道統計²⁾よりポンプ施設における電力の年間使用量 (千 kwh/年) に二酸化炭素係数 (0.555t-CO₂/千 kwh) を乗じることにより得られる。燃料による運転段階は下水道統計²⁾より燃料の種類ごとの使用料 (kl/年) に二酸化炭素排出係数⁴⁾ (t-CO₂/kl) を乗じることによって求める。

$$PGWCO_2 = 0.816 * Gp^{-0.2635} \quad (1) \quad ^5)$$

PGWCO₂: ポンプ設備設置に伴う CO₂ 排出量

Gp: 電動機出力 (kw)

3. 3 下水処理場における CO₂ 排出量の算出

下水処理場に関して、建設、運転における CO₂ 排出量を求める。運転においてはポンプ施設と同様、電力、燃料を対象とする。建設における算出方法は下水道統計²⁾より、下水処理場建設の財源内訳(百万円)に産業連関表による土木建設の環境負荷原単位 (0.9297t-C/百万円)⁶⁾を乗じ耐用年数 50 で除し、

キーワード 関東地方 LCA 上下水道 エネルギー消費

連絡先 〒176-0012 東京都練馬区豊玉北 3-6-13 TEL. 090-6110-0558 E: stravaganza.a.t@ezweb.ne.jp

CO₂に換算するため44/12を乗ずる。運転段階においてはポンプ施設と同様、電力、燃料の使用料に算出政令で定められた二酸化炭素係数⁴⁾を乗じることによって求める。

3. 4 算出結果

これまでの調査による下水道のCO₂排出量を表1に示し、渡邊の論文により得た上水道におけるCO₂排出量の構成比を表2に示す。

表1より、下水道の施設別に比較を行うと、管路施設において最もCO₂排出が多いことが示された。関東地方には人口が集中しているため、地下に多くの污水管、雨水管が必要となるため管路施設のCO₂排出量が大きくなったと考えられる。建設と運転段階では、管路施設を除いて運転段階においてCO₂排出量が大きいことがわかる。また、電力による運転段階においてCO₂排出量が大きいことが示された。したがって下水道においてエネルギーを削減する場合、下水道の管路施設に重点を置いていくと共に、ポンプ施設と下水処理施設では電力による運転段階に注目していく必要がある。

表2より、上水道の施設別に比較を行うと、ポンプ施設が全体の40.3%を占めており、LC別では、電力における過程において全体の91.3%と大部分を占めていることがわかる。ポンプ施設は、上水道施設の随所で利用されており、水の運搬に大きな役割を果たしている。その際、多くの電力消費が行われていると考えられる。

表1、表2から上水道と下水道では、下水道の管路施設建設において、2.47E+08 (t-CO₂/年)と最も多くのCO₂を排出しており、運転段階では上水道のポンプ施設において6.87E+07 (t-CO₂/年)と多くのCO₂を排出していることが示された。

4 まとめ

これまでの調査による上水道と下水道のCO₂排出量の算出結果で比較すると、下水道の管路施設上水道のポンプ施設において多くのCO₂を排出していることが示された。したがって、上下水道においてエネルギーを削減する場合、これらの事を考慮し重点を置いていく必要がある。

表1 下水道におけるCO₂排出量

	建設	運転		合計	施設別の LC構成比 (%)
	CO2排出量 (t-CO2/年)	CO2排出量(t-CO2/年)		施設別合計 CO2排出量 (t-CO2/年)	
		電力	燃料		
管路施設	2.47.E+08			2.47.E+08	99.3%
ポンプ施設	5.13.E+02	1.62.E+05	8.43.E+03	1.71.E+05	0.07%
下水処理施設	1.26.E+04	1.29.E+06	1.93.E+05	1.50.E+06	0.60%
合計	2.47.E+08	1.45.E+06	2.01.E+05	2.48.E+08	100%
LC構成比(%)	99.3%	0.59%	0.08%	100%	

表2 上水道におけるCO₂排出量

	建設	運転		合計	施設別の LC構成比 (%)
	CO2排出量 (t-CO2/年)	電力に伴う CO2排出量 (t-CO2/年)	薬品に伴う CO2排出量 (t-CO2/年)	施設別合計 CO2排出量 (t-CO2/年)	
ダム	5.84.E+04			5.84.E+04	0.03%
浄水施設	5.85.E+04	8.80.E+07	1.73.E+06	4.57.E+07	26.7%
配水施設	1.32.E+06			4.62.E+07	26.9%
導水管	3.11.E+06			3.11.E+06	1.81%
送水管	5.78.E+06			5.78.E+06	3.37%
配水管	1.65.E+06			1.65.E+06	0.96%
ポンプ施設	3.87.E+05	6.87.E+07		6.91.E+07	40.3%
合計	1.24.E+07	1.57.E+08	1.73.E+06	1.72.E+08	100%
LC構成比(%)	7.20%	91.3%	1.01%	100%	

5 参考文献

- 1) 渡邊佳孝: 関東地方における既存の水道事業に関するLCA手法を用いたエネルギー評価, 第40学会土木学会関東支部技術研究発表会, H24. 3
- 2) 社団法人日本水道協会, 下水道統計 (H21/4/1-H22/3/31), H22
- 3) 深谷渉, 宮本豊尚, 横田敏宏: 下水道管路施設のLCA試算, 第48回下水道研究発表会講演集, H23
- 4) 燃料の発熱量・CO₂排出係数の一覧表, http://www.j-lpgas.gr.jp/nenten/data/co2_ic_hiran.pdf#search='%E7%87%83%E6%96%99+%E6%8E%92%E5%87%BA%E4%BF%82%E6%95%B0' 閲覧日 2013/10/5
- 5) 藤原正弘, 持続可能な水道サービスのための管路技術に関する研究, H23, 財団法人水道技術センター, p. 490
- 6) 産業連関表による環境負荷原単位データブック, <http://www.cger.nies.go.jp/publications/report/d031/index-j.html>, 閲覧日 2013/10/31