

上水道基本計画段階への適用を想定した環境負荷原単位の整備

大阪工業大学大学院 学生会員 ○松山敦子

株式会社 メイケン

野村智美

大阪工業大学工学部 正会員

笠原伸介 石川宗孝

1. はじめに

これまでに、上水道施設を対象としたライフサイクルアセスメント（LCA）の適用事例がいくつか報告されているが¹⁾、その多くは、特に基本計画段階では入手が困難な建設、供用及び廃棄段階で使用される素材、エネルギーの詳細な物量データを必要とする。そこで、本研究では、比較的入手が容易な事業年報程度の物量データのみを使用した場合においても、LCA の実施が可能となるような各施設の単位物量あたりのエネルギー消費量及び CO₂ 排出量の整備を試みた。また、ケーススタディとして、給水人口 93,700 人、1 日平均給水量 43,000m³ の M 市を選定し、得られたエネルギー消費原単位及び CO₂ 排出原単位を用いて、市全体における年間エネルギー消費量及び年間 CO₂ 排出量を試算した。

2. 各施設の環境負荷原単位算出

図 1. に、本研究の対象施設及び評価範囲を示す。本研究では、上水道施設の中でも送・配水施設に限定し、管渠、配水池、ポンプ室の建設段階及び、ポンプ室内のポンプの製造、供用段階において発生する環境負荷について検討した。なお、資材を製造場所から工事現場まで輸送するに伴う負荷量は考慮しないこととした。

2.1 建設段階… 入手した管渠、配水池、ポンプ室それぞれの工事設計書から、各工事ごとに消費される資材費、建設機械稼動に伴う燃料消費量、機械損耗費等を積算し、1990 年の産業連関表による原単位（金額ベース）²⁾ に当てはめ、各工事ごとの総エネルギー消費量及び総 CO₂ 排出量を算出した。得られた結果を、物量データ（管渠布設距離、配水池の有効容量、ポンプ室の床面積）でそれぞれ除し、各施設における建設段階での単位物量当たりのエネルギー消費量及び CO₂ 排出量を誘導した。

その結果、管渠については、図 2. に示すように、管径にほぼ比例して単位布設距離あたりの環境負荷量が大きくなる傾向が認められた。また、ダクタイル鋳鉄管を単位距離布設する際に消費されるエネルギー量と排出される CO₂ 量はいずれも、同管径のビニル管を布設する際の約 2 倍と高く、管渠材料の違いにより与えられる環境負荷量が大きく異なることが示された。さらに、配水池とポンプ室については、表 1. に示すような環境負荷原単位が得られ、

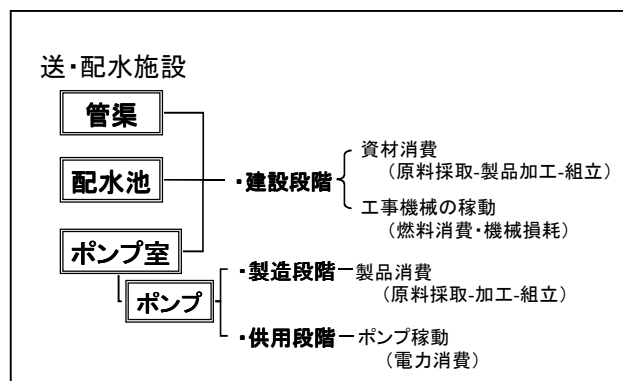


図 1. 対象施設と評価範囲

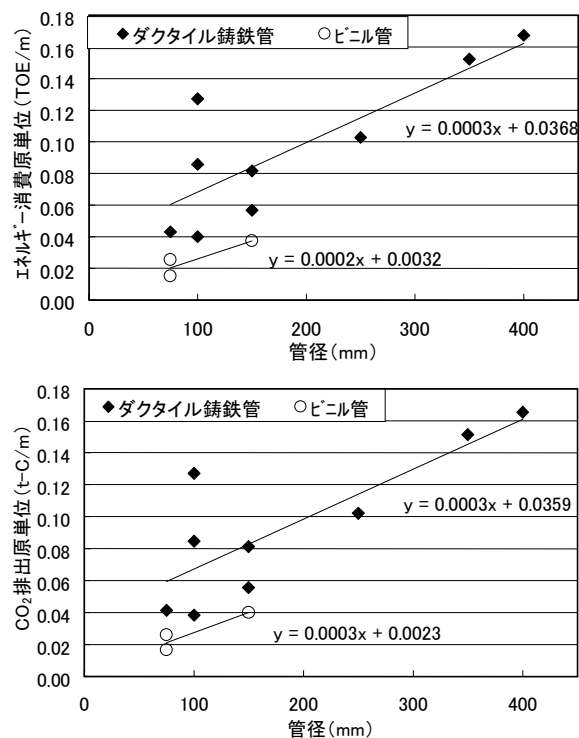


図 2. パイプ管径と環境負荷原単位との関係
（上：エネルギー消費，下：CO₂ 排出）

キーワード：ライフサイクルアセスメント、原単位、エネルギー消費量、二酸化炭素排出量

連絡先：〒535-8585 大阪市旭区大宮 5-16-1 大阪工業大学工学部土木工学科 Tel 06-6954-4109 Fax 06-6957-2131

配水池については有効容量、ポンプ室については床面積、それぞれの大小に関わらず、エネルギー消費原単位及び CO₂ 排出原単位は概ね一定となることがわかった。

2.2 供用段階… 設置ポンプは、1 日最大送水量を送水可能なポンプとして出力が決定されるので、この出力に基づいて電力を算出したのでは、実際の水輸送にかかる電力消費量より過大に評価することになる。そこで、図 3. に示すように、ポンプの年間環境負荷量については、以下の手法で算出した。

ポンプ設置の検討書類と負荷率から 1 日平均送水量を算出し、

ポンプの送水余裕率 = 1 日平均送水量 / 1 日最大送水量

ポンプの出力余裕率 = 設置ポンプ出力 / 計画ポンプ出力

とし、これら 2 つを掛け合わせたものを総余裕率とした。次に、

1 日あたりのポンプ稼働時間 = 24 時間 / 総余裕率

として、設置ポンプ出力ごとの年間電力消費量を割り出し、これに基づき、ポンプの年間エネルギー消費量及び年間 CO₂ 排出量に算出した。

その結果、設置ポンプ出力と年間消費電力量に高い相関が認められ、設置ポンプ出力と年間エネルギー消費量及び年間 CO₂ 排出量との間には、表 2. に示すような算出式が得られた。

3. 年間環境負荷量の試算

表 3. に、M 市における年間エネルギー消費量及び年間 CO₂ 排出量の試算結果内訳を示す。ここで、建設段階の値は、それぞれの施設での試算負荷量を、水道法で定められた耐用年数³⁾で除し、1 年間あたりに換算したものである。年間エネルギー消費量については、管渠の建設段階及びポンプの運用段階がいずれも約 40 % ずつを、年間 CO₂ 排出量については、管渠の建設段階で約 60 % 以上を占めていることがわかり、同市の場合、1 年間あたりに換算してもなお、管渠の建設段階が発生する環境負荷量が、水輸送のためにポンプが消費する電力に伴う環境負荷量を上回るほど大きいことが示された。

4. おわりに

本研究では、比較的容易に入手できる物量データを用いて、送・配水施設の LCA を行うために必要な各原単位の整備を行なった。今後は、資材を製造場所から工事現場まで輸送するのに伴う負荷量の算出を行ない、送・配施設における原単位の精度をより高めると同時に、対象範囲を浄水施設にまで広げての検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 例えば、(社) 日本水道協会：水道における地球温暖化等対策ガイドライン策定、第 4 章、1995
- 2) 国立環境研究所：産業連関表による二酸化炭素原単位、1997
- 3) 厚生省生活衛生局水道環境部水道整備課編：水道実務六法、p221～229、1996

表 1. 配水池、ポンプ室の環境負荷原単位

	配水池	ポンプ室
エネルギー消費原単位	0.296TOE/m ³	0.381TOE/m ²
CO ₂ 排出原単位	0.307t-C/m ³	0.401t-C/m ²

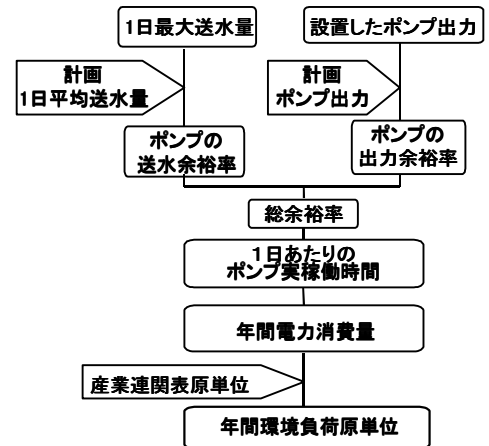


図 3. ポンプの年間環境負荷量算出フロー

表 2. 設置ポンプ出力による年間負荷量算出式

エネルギー消費量 (TOE/台数・年)	$y = 1.42x - 1.56$
CO ₂ 排出量 (t-C/台数・年)	$y = 0.66x - 0.73$

x: 設置ポンプ出力 (kW)

表 3. M 市における年間負荷量試算結果

	年間エネルギー消費量 (TOE/年)			年間CO ₂ 排出量 (t-C/年)		
	建設	供用	合計	建設	供用	合計
管渠	711.7	*	711.7	782.1	*	782.1
配水池	183.7	*	183.7	190.9	*	190.9
ポンプ室	1.3	*	1.3	1.4	*	1.4
ポンプ	0.9	725.9	726.8	0.9	336.2	337.1
合計	897.6	725.9	1623.5	975.3	336.2	1311.5