

B-20

建設汚泥の処理システムに関する比較評価

日本大学大学院 ○小澤 段
国立公衆衛生院 大迫 政浩、松井 康弘、田中 勝
日本大学 齋藤 利晃、田中 和博

1. はじめに

建設工事に伴って排出される泥水および泥土（以下建設汚泥）は、年間約 1000t もの排出がある。そのうちリサイクル率は 6% にすぎず、大部分の約 86% が最終処分されている現状である¹⁾。近年、最終処分場の逼迫に伴いリサイクル促進の動きが活性化しており、骨材や流動化処理土等への再資源化といったリサイクル技術の開発が盛んに行われている。しかし、実際にリサイクルを行う際には、処理・処分を行うのに比べ、環境に対する負荷が少ないものであることが要求される。したがって、処理システム選択に際しては、リサイクルシステム・処理処分システムのそれぞれが環境へと及ぼす負荷・影響を把握することが必要である。

2. 研究の目的および対象システム

2.1 研究目的

本研究においては、建設汚泥処理の実施設へのヒアリングにより、処理・処分と骨材への再資源化の各システムに対し LCA (ライフサイクルアセスメント) 手法を用いて LCI (ライフサイクルインベントリ) を実施し、環境面から比較・評価を行い、ケーススタディとした。またその結果をふまえて処理システム内での環境負荷低減に向け、改善点を抽出した。加えて、輸送距離の環境負荷への影響についても検討を行った。

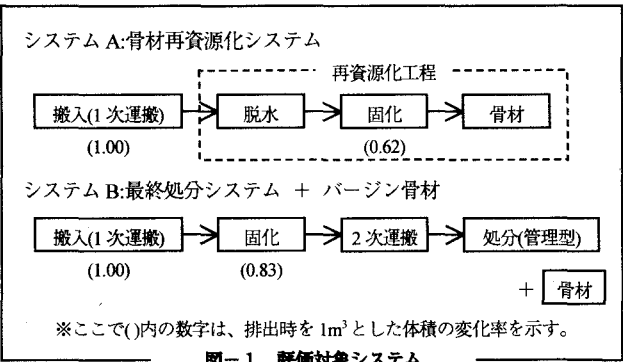


図-1 評価対象システム

2.2 評価対象システムおよび条件設定

セメント混入建設汚泥の処理システムとして、図-1 に示す 2 つのシステムを想定し、運搬・中間処理（再資源化工程・固化工程）・処分・機能拡張の各工程について比較分析を行った。対象とするシステムの概要を以下に示す。

システム A：骨材への再資源化を目的としたリサイクルシステムとして設定。骨材生産時点までを範囲とする。機能として、排出時 1m³ の建設汚泥処理と 0.62m³ のコンクリート用再生骨材の生産を伴う。

システム B：固化・処分を目的とした処理・処分システムとして設定。機能として、排出時 1m³ の建設汚泥処理に、機能拡張としてバージン材からの骨材生産に関わる環境負荷を加えることで、機能の統一を行った。

3. 研究方法

3.1 環境負荷算定方法および条件設定

本研究においては、先述の各システムに対して LCI までを範囲として、工程ごとの体積変化を考慮した上で建設汚泥の排出 1m³ あたりの環境負荷を算定、比較を行った。工程ごとの環境負荷量の算定は、設計図書や運転日報等の資料による各投入資源量及び技術・サービス料に対して、環境負荷原単位を乗じ、積み上げ

を行った。各工程内における評価対象フェーズについて図-2に示す。また、環境負荷量の算定の際に用いた環境負荷原単位には、産業連関表を利用した環境負荷原単位データベースである日本建築学会のデータベース²⁾を用いた。この原単位データベースは、1990年の産業連関表を基に、品目(投入資源・サービス)に対して単位物量当り、金額(生産者、購入者)当りの原単位が設定されている。そのため、LCIの際に入手が比較的容易な金額データを活用することで、簡略化したLCAを行うことが可能となる。しかし、金額データを用いる際には、時間的要素の差異による物価変動が懸念される。そこで金額データに関しては、総合卸売物価指数基本分類別指数³⁾、企業向けサービス価格指数³⁾、建設工事費デフレーター⁴⁾を用いて、1990年価格への補正を行った。

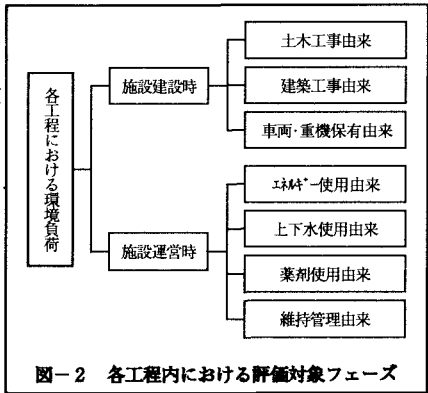


図-2 各工程内における評価対象フェーズ

環境負荷の評価対象項目としてエネルギー、二酸化炭素、硫黄酸化物、窒素酸化物の4項目について比較を行った。また、施設廃棄時の環境負荷は、非常に微小な割合であるとして、LCIの簡略化の観点から、積み上げには加えないものとした。

3.2 環境負荷算定結果

システム間のLCIによる分析結果を図-3に示す。

まず、システムA,B間の比較では、全評価項目を通じてシステムBの環境負荷が大きかった。

両システム共通の工程である運搬について比較したところ、大きな差は見られなかった。同様に、中間処理(再資源化、固化)に関しては、システムBがシステムAに対して約2~3倍の値を示している。これは、重機使用に伴う燃料、固化材として大量に使用される生石灰やセメントによる負荷が、この差の要因と考えられる。

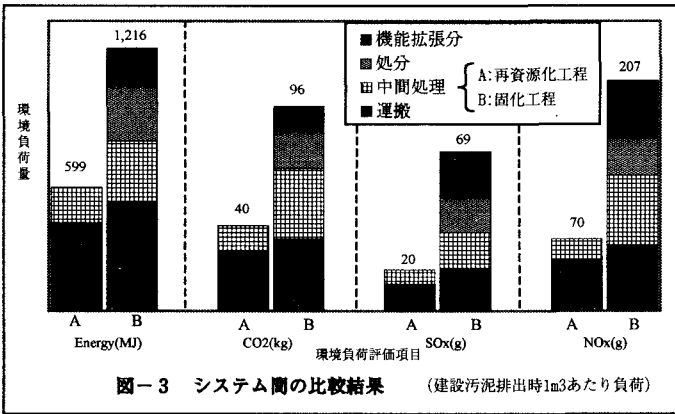


図-3 システム間の比較結果 (建設汚泥排出時1m3あたり負荷)

全ての環境負荷評価項目において、両システムともに運搬工程の環境負荷が比較的大きい。これは、運搬により消費される燃料に由来する負荷が大半を占めており、中間処理施設までの運搬距離の減少、あるいは、建設汚泥の排出現場内処理など、運搬効率の向上を図ることで、環境面において効果的な改善を行うことが期待できる。

3.3 輸送距離の環境負荷への影響

輸送距離の環境負荷への影響について、ヒアリングによって得たデータを基に、軽油消費量に着目してモデルの作成を行った。

$$\text{環境負荷(Unit/m}^3\text{)} = \frac{L \times 2 \times Ad \times C \times \text{環境負荷原単位(軽油)}}{Vd}$$

ここで、L:1回当り輸送距離(km/回)、Ad:1日往復回数(回/day)、
C:軽油単価(¥/L)、Vd:日当り運搬量(m³/day)

システム A の再資源化施設が遠方になるにしたがい、つまり、1 次運搬における運搬距離が増加するにしたがつてシステム A の総環境負荷量も増加し、ある時点でシステム A の総環境負荷がシステム B の総環境負荷を上回ることが予測される。この時点を経環境負荷における運搬距離限界として、モデルを用いて算定を行った。

まず、1 次運搬の環境負荷量のうち、軽油消費由来分を環境負荷評価項目別に割合として算定した。次に、システム A とシステム B の環境負荷量の差に対してこの割合を乗じ、軽油消費のみに相当する環境負荷量を算出した。結果を表－1 に示す。

表－1 軽油消費相当の環境負荷量

環境負荷評価項目	Energy	CO ₂	SO _x	NO _x
1 次運搬における環境負荷の 軽油消費に由来する割合	72.3%	73.7%	34.8%	62.9%
軽油消費相当の環境負荷量	421(MJ)	39(kg-CO ₂)	17(g-SO _x)	83 (g-NO _x)

この軽油消費相当の環境負荷量に対する軽油消費量から、燃費を 2(km/L) (実績値) として、運搬距離へと換算を行い、これを総運搬距離増加可能分とした。算定の結果を表－2 に示す。

表－2 運搬距離への換算結果

環境負荷評価項目	Energy	CO ₂	SO _x	NO _x
総運搬距離増加可能分(km)	257	376	92	288

環境負荷量を運搬距離へと換算を行ったところ、最も増加分が小さい SO_x 項目の結果からみても、環境面の立場からシステム A の総運搬距離を 92km 程度までなら増加できることが解った。したがって、1 日往復回数を 3～4 (回/day) としたときの 1 回当りの輸送距離増加分は 12～15km であることから、この範囲の増加分であれば、再資源化施設が多少遠隔地にあっても環境面からはリサイクルシステムの選択が望ましいと考えられる。

4. 結論

LCI による比較評価の結果から、今回のケーススタディに関しては処理処分システムに比べてリサイクルシステムの方が小さい負荷であった。また、両システムに共通して運搬工程の割合が大きく、改善点として挙げられることが解った。また今回のケースにおいては、多少の距離であるならば、再資源化施設が遠隔地にあってもリサイクルシステムを選択することが望ましいと考えられる。

今後、より多種のリサイクル技術や処分方法についても同様のケーススタディを行うことで、建設汚泥処理の新しい技術への対応を行う必要がある。また環境面にとどまらず、経済性や再資源化物の品質面といった面での課題を解決することで、実状に即した最適処理システムの構築が容易になるものと期待される。

【参考文献】

- 1) 建設副産物対策研究会：建設副産物対策の実務と実例(1992)
- 2) 日本建築学会：建物の LCA 指針（案）～地球温暖化防止のための LCCO₂ を中心として～ (1999)
- 3) 日本銀行調査統計局：物価指数年報 昭和 60 年度、平成 2 年度、平成 10 年度版
- 4) 建設省：建設工事費デフレーター(1999)

【謝辞】

本研究を進めるにあたり、データ収集にご協力下さった企業の皆様に対し、ここに謝意を表します。