

VII-246

港湾整備事業のライフサイクルアセスメントに関する研究

東洋建設 正 員 河野 幸次 九州大学工学部 学生員 岩淵 省
九州大学工学部 学生員 中嶋 芳紀 同上 正 員 松本 亨
同上 正 員 井村 秀文

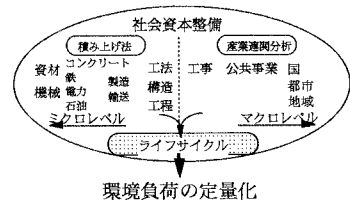
1. 目的

本研究では、福岡市アイランドシティ整備事業をケーススタディ対象として、港湾整備事業における埋立土地造成、上部構造物建設によるエネルギー消費量（LCE）及び二酸化炭素排出量（LC-CO₂）を指標としたライフサイクルアセスメント（LCA）を行う。また、上部構造物の年間運用によるLCEの算出を行う。

2. 内容

2.1 分析手法

社会資本整備のLCAには、個々の工法に固有のデータや、各資材レベルのミクロなデータをもとに積み上げ、建設エネルギーを算出する積み上げ法と、産業連関表より金額をベースとしたエネルギー原単位を求め、マクロ的にその建設エネルギーを算出する産業連関分析とがある（図1）。



環境負荷の定量化
図1 社会資本整備のLCA

本研究では、両手法を用いて、現在、博多湾東部に建設中の福岡市アイランドシティ整備事業における、人工島建設についてのLCEの算出を行う。ここでの評価対象範囲は埋立土地造成、上部構造物の建設及び運用エネルギーの算出までとする。なお、積み上げ法において対象とするエネルギーを以下に示す。

- ①直接投入エネルギー：現場の建設機械等に使用される燃料を対象とする。作業船舶はA重油を使用するものとし、燃料消費率には負荷率として、0.5を乗じた。作業機械は、軽油を使用するものとした。
- ②間接投入エネルギー（建設機械製造）：建設機械の製造に投入されるエネルギーを対象とする。建設機械の製造エネルギーは85年産業連関表の値から算出した。建設機械は繰り返し使用されるので、損料に比例して減価償却されるものとして、建設機械等損料算定表¹⁾に基づき、損料あたりのエネルギー消費原単位（ε）を次式により求めた。

$$\epsilon = \frac{\text{建設機械の製造エネルギー} \times \text{運転時間あたりの損料}}{\text{建設機械の基礎価格}}$$

- ③間接投入エネルギー（建設資材製造）：鋼材やコンクリート等の建設資材の製造によって誘発されるエネルギーを対象とする。原単位は主に産業連関分析の計算結果を用いた。

さらに建設LCEと同様の手法を用いて、建設LC-CO₂の算出も行う。

2.2 埋立土地造成

護岸・岸壁工事、浚渫・埋立工事に分類した。直接投入エネルギーと建設機械製造の間接投入エネルギーは、埋立土地造成10年間の機械別稼働データ及び平成7年運輸省港湾土木請負工事積算基準書から算出した。建設資材製造の間接投入エネルギーは、福岡市アイランドシティ整備事業書の護岸・岸壁構造別設計図と、埋立土砂分類データ²⁾から算出した。これらの各エネルギーを積み上げて建設エネルギーを求め、埋立土地造成1haあたりのエネルギー

表1 土地造成建設LCE (単位:Tcal)

	直接投入 LCE	間接投入LCE		合計
		建設機械製造	建設資材製造	
護岸・岸壁	358	155	1,423	1,936
浚渫・埋立	500	203	562	1,265
土地造成	858	358	1,985	3,201

表2 土地造成建設LC-CO₂ (単位:T-C)

	直接 LC-CO ₂	間接LC-CO ₂		合計
		建設機械製造	建設資材製造	
護岸・岸壁	27,395	11,285	27,228	65,908
浚渫・埋立	37,914	14,762	5,891	58,568
土地造成	65,310	26,047	33,119	124,476

消費原単位を算出した。浚渫土砂は現場調達のため、その製造エネルギーはゼロとした（表1）。また、同様の手法を用いて埋立土地造成の建設LC-CO2を算出した（表2）。埋立面積が³401.3haであることから、エネルギー原単位は8.0Tcal/haとなり、二酸化炭素排出原単位は310T-C/haとなる。

2. 3 上部構造物

（1） 上部構造物建設エネルギー

上部構造物の建築構造を設定し、建築構造別建設エネルギー消費原単位とCO2排出原単位及び土地利用計画データをもとに、用地区分ごとに建設LCE、建設LC-CO2を算出した（表3）。緑地の建設についての値は小さいものとして無視し、下水再利用施設場、清掃工場、道路の原単位に関しては、その設計、仕様の詳細が明らかでないため、仮に既存の研究で算出された、福岡市全体での平均的な値³⁾を用いた。電気、下水道、上水道等の工事は考慮していないため、実際の値はさらに大きなものとなる。その結果、都市機能部分の住宅用地のLCE、LC-CO2が大きくなった。港湾物流関連では、保管施設建設に大量のエネルギーが消費されることがわかる。

（2） 上部構造物の年間維持に係わるエネルギー

年間熱需要量データと建築構造別のメンテナンスに要する単位面積あたりのエネルギー消費原単位データから、上部構造物の用地区分ごとの年間維持エネルギー需要量を算出した。道路の原単位に関しては、前述の建設エネルギーの算出と同様に、既存の研究で算出された値³⁾を用いた。

港湾物流部分と都市機能部分の年間エネルギー需要量は、それぞれ116Tcal/年、172Tcal/年であり、全体では288Tcal/年となる。全体的にどの用地においても、照明動力に係るエネルギー需要量が多い。用地区分では、住宅用地、研究施設用地、工場用地、保管施設用地のエネルギー需要量の占める割合が大きくなっている。なお、清掃工場でのゴミ焼却熱や下水処理水などのリサイクルエネルギーの活用が予定されているが、ここでは算出の対象外とした。

3. 結論

福岡市アイランドシティ整備事業についてLCAを実行し、埋立土地造成から上部構造物の建設LCE、LC-CO2、上部構造物の運用LCEを算出した。LCEの単位をTOEに統一した結果を表4に示す。

①10年間にわたる埋立土地造成の建設LCEのうち護岸・岸壁工事が約60%を占める。また、建設LCE全体のうち、土地造成が約60%を占める。

②埋立土地造成の建設LC-CO2のうち護岸・岸壁工事が約53%を占め、また建設LC-CO2全体のうち、上部構造物建設が2/3を占める。

③人工島の建設、運用を通じてのLCEを考慮した場合、建設LCEは年間運用LCEの約20倍となる。

<参考文献>

- 1) 運輸省港湾局編：運輸省港湾土木請負工事積算基準、港湾建設技術サービスセンター、1995
- 2) 福岡市港湾局：埋立工事月別機械稼働日数、機械別燃料消費率データ
- 3) 岩淵省ら：道路整備のライフサイクルアセスメントに関する研究、土木学会第51回年次学術講演会講演概要集(in print)、1996
- 4) 酒井寛二、漆崎昇：建設業の資源消費量解析と環境負荷の推定、環境情報科学、Vol.21、No2、1992

表3 上部構造物の建設LCE及びLC-CO2

区 分	開発面積 (ha)	建設LCE (Tcal)	建設LC-CO ₂ (1000T-C)
ふ頭用地	56.8	50	4.1
保管施設用地	68.8	610	50.0
港湾関連業務施設用地	5.7	16	1.6
福利厚生施設用地	3.2	17	1.6
工業用地	23.0	151	14.6
清掃工場用地	5.5	65	16.7
緑地	21.5	—	—
道路用地	25.0	39	1.6
港湾物流部分小計	209.5	948	90.2
研究施設用地	64.1	210	19.5
交流施設用地	6.6	74	7.2
市住宅用地	66.5	1,137	105.6
機関教育施設用地	6.5	36	3.5
下水再利用施設用地	3.0	93	8.8
緑地	30.1	—	—
道路用地	15.0	24	1.0
都市機能部分小計	191.8	1,575	145.6
合 計	401.3	2,523	235.7

表4 LCE及びLC-CO2

	建設LCE (1000TOE)	建設LC-CO2 (1000T-C)	運用LCE (1000TOE/年)
土地造成			
護岸・岸壁工事	193.6	65.9	—
浚渫・埋立工事	126.5	58.6	—
計	320.1	124.5	—
上部構造物			
港湾物流部分	94.8	90.2	11.6
都市機能部分	157.5	145.6	17.2
計	252.3	235.7	28.8
合計	572.4	360.2	28.8

(1TOE=10⁷kcal)