

地下鉄のライフサイクルアセスメントに関する研究

九州大学工学部 学生員 ○四宮明宣 学正員 中嶋芳紀
学正員 岩渕 省 正 員 井村秀文

1. はじめに

都市の成長とともに、都心部における交通渋滞はいつそう激しくなるばかりである。その緩和のために多くの交通システムの導入が計画されているが、その中でも地下鉄整備事業は多くの都市で行われている。

本研究では、福岡市地下鉄1、2号線をケーススタディとして地下鉄整備事業のLCA（ライフサイクルアセスメント）を行い、建設が計画されている地下鉄3号線についてもLCA的に評価をおこなう。福岡市の地下鉄整備事業ではNATM（山岳トンネル）、シールド工法、オープンカット工法（開削工法）の3つの工法が用いられているが、その建設において大部分を占める開削工法についてまず評価を行う。評価指標としては、エネルギー消費量（LCE）および二酸化炭素排出量（LC-CO₂）とする。

2. 分析手法

社会資本整備による環境負荷の定量的評価には、マクロ的な分析が可能な産業連関分析法と、ミクロ的な分析が可能な積み上げ法とがある。本研究においては、産業連関分析と積み上げ法を併用したセミマクロ的な分析を用いて行う。地下鉄整備事業を各工程の資材、建設機械レベルまで細分化し、各資材の消費量、建設機械の運転による燃料消費量などのデータを積み上げ、それに原単位を乗じることで、個々の環境負荷を算出する。

評価対象範囲としては、準備工、中間杭工から道路仮復旧工までとする。今回、算出の対象とする開削工法についてのデータは福岡空港駅部を使用した。なお、空港駅に固有の工事である駐車場や空港ビルの撤去、復旧、連絡通路工や河川部埋戻し工などは算出対象外とした。また一般部においては空港駅部との断面比から、環境負荷を算出した。

3. 分析内容及び結果

3.1 開削工法の環境負荷

本研究における環境負荷算出にあたっては、以下のような項目を対象とする。

(1) 直接投入による環境負荷

現場において、建設機械の運転により使用される燃料や電力を対象とする。本研究で対象とする燃料は、軽油、ガソリン、電力とする。なお、電力は1kWh=2,250kcal（転換時のロスを考慮する）として一次エネルギーに換算した。

(2) 間接投入による環境負荷（建設資材製造）

建設工事で使用される建設資材の製造により誘発される環境負荷を対象とする。建設資材の製造エネルギー消費原単位は、主に1985年産業連関表から算出した。本研究で対象とする資材は、鉄、木材、土砂、コンクリート、アスコン、モルタル、クラッシャーラン、セメントなどとする。

本研究では、福岡市地下鉄空港駅の工事明細内訳書と工事代価表より、各工程ごとの資材使用量、建設機械運転時間を算出し、地下鉄空港駅建設によるエネルギー消費量、CO₂排出量を算出する。この数値に各駅の施設規模を乗じることで、駅部建設によるエネルギー消費量、CO₂排出量とした。また、一般部については、空港駅部との断面比から、断面積を比例配分しすることで、一般部の建設エネルギー消費量、CO₂排出量を算出した。表1、表2に工程別のエネルギー消費量、CO₂排出量の結果を示す。

3.2 地下鉄運営による環境負荷

地下鉄運営に利用される電力は、大きく電車線電力量（地下鉄の走行に関する電力）と付帯電力量

表1 工程別エネルギー消費量

	単位：TOE	
	直接投入	間接（資材）
中間杭工	92,038	215,040
土留工	21,962	267,062
路面覆工	241,234	208,192
支保工	4,093	2,278,055
土工	594,418	57,162
基礎工	0	17,402
躯体工	16,477	1,833,446
鋼管柱工	699	209,624
防水工	775	165,007
排水コンクリート	0	36,071
埋設物防護工	6,828,120	272,433
搬出入口工	2,818,725	44,757
	10,618,542	5,604,251

表2 工程別二酸化炭素排出量

	単位：T-C	
	直接投入	間接（資材）
中間杭工	76,149	177,243
土留工	15,301	207,331
路面覆工	203,578	189,533
支保工	3,465	1,473,399
土工	476,183	6,044
基礎工	0	34,994
躯体工	13,248	824,333
鋼管柱工	592	183,341
防水工	657	348,975
排水コンクリート	0	28,831
埋設物防護工	5,650,202	254,637
搬出入口工	2,266,316	14,796
	8,705,691	3,743,457

表3 地下鉄営業に利用される乗客一人当たりのエネルギー消費量（Mcal/人）

昭和56	昭和59	昭和62	平成2	平成5	平成7
4.14	1.50	1.44	1.33	1.24	1.21

（空調、照明、その他駅施設に関する電力）に区分される。それぞれのエネルギー消費量を算出し（図1）、さらに乗客一人当たりのエネルギー消費量を算出する（表3）。同様にCO2排出量、乗客一人当たりのCO2排出量を算出した。

4 まとめ

本研究では、オープンカット工法による建設エネルギー消費量および二酸化炭素排出量を算出した。今後は、他の工法との比較や車両製造エネルギーなどについても検討を行う。最終的には、都市内における代替交通機関とのLCA的な総合的な環境評価に結びつけたい。

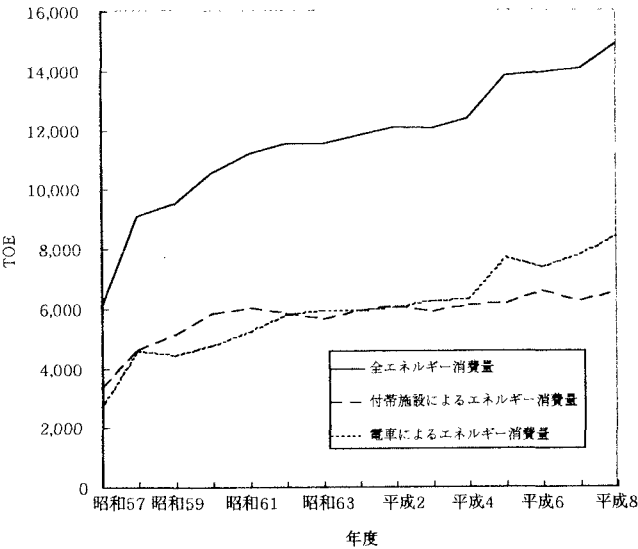


図2 地下鉄営業に利用されるエネルギー消費量

参考文献

- 1) 建設大臣官房技術調査室監修：土木工事積算基準マニュアル，建設物価調査会，1994.
- 2) 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, No.2, 1992