

環境影響評価および環境会計に基づくバンコク地下鉄整備事業の評価

京都大学大学院 (正)大津宏康・○(学)有薗大樹・(正)稲積真哉・(正)勝見 武

1. はじめに

タイ王国・バンコク首都圏（バンコク都にサムートプラカン、パトンタニ、サムートサコン、ナコンパトムおよびノンタブリの周辺5県を加えた地域）における地下鉄を含む大量交通網整備事業は1990年代初頭から整備が進められている。その内、バンコク地下鉄ブルーラインの一部区間（20km）は、国際協力銀行（JBIC）の円借款事業として1996年に着工され、2004年に運行が開始された。ここで、バンコク地下鉄整備事業の背景には、バンコク首都圏における慢性的な交通渋滞ならびに大規模公共交通施設の欠如等に起因する環境問題が挙げられる。

本研究は社会基盤構造物の整備事業が与える環境影響を定量的に予測し、環境影響を考慮した整備事業評価に貢献し得る環境負荷・便益評価手法を構築する。さらに、構築した手法をバンコク地下鉄整備事業に適用することで、バンコク地下鉄整備事業に伴う環境影響評価を実施し、環境影響を考慮したバンコク地下鉄整備の事業評価を試みる。

2. 環境負荷・便益評価手法

図1は、構築する社会基盤構造物の環境負荷・便益評価手法の概念を示している。構築する環境負荷・便益評価手法では、社会基盤構造物の整備事業に着目し、社会基盤構造物のプロジェクトライフサイクルを考慮した環境影響評価期間を設定する。一方、環境影響領域の設定では、整備事業自体が環境へ直接及ぼす環境影響領域（ローカルな環境影響）、ならびに整備事業自体が全産業を網羅した地球規模で捉えられる環境に及ぼす環境影響領域（グローバルな環境影響）を、例えば環境影響物質の排出係数（製造・流通・消費を総合したグローバルな排出係数、もしくは消費のみを考慮したローカルな排出係数）¹⁾を用いて各々設定する。さらに、本評価手法では、社会基盤構造物の整備事業によって得られる環境への正の影響（環境便益）をも環境影響領域の設定に考慮する。例えば、地下鉄の整備・運行は、自動車交通から鉄道交通へ移動手段の変化を促進し、自動車交通量が減少し、追従して自動車走行速度の上昇が期待できる。よって、自動車交通に伴う環境影響物質排出量は、整備・運行された地下鉄周辺において減少することが期待できる。

3. バンコク地下鉄整備事業の概要

1. で述べたとおり、バンコク地下鉄整備事業は1996年から整備が進められており、2004年7月にはバンコク都においてブルーラインの運行を開始した。ここで、実施する環境負荷・便益評価は運行が開始されたブルーラインを対象としており、総延長約20kmおよび全18駅である（図2参照）。また、本区間の環境負荷・便益評価は1998～2003年を建設段階とし、さらに2004年以後30年間は操業段階の評価期間として想定している。このブルーラインの建設はトンネル部、駅部および車両基地に大別され、トンネル部はシールド工法、および駅部は開削工法によって掘削された。なお、本区間の総事業費は約3,600億円であり、トンネル部、駅部および車両基地等の土木工事に約2,200億円の円借款が投入されている。

4. バンコク地下鉄整備事業が及ぼす環境負荷・便益

バンコク地下鉄の建設段階における評価対象はトンネル部、駅部、車両および車両基地である。表1は、バンコク地下鉄の建設段階においてグローバルおよびローカルな環境影響領域へ排出されたCO₂量を示している。これより、バンコク地下鉄の建設に伴う環境影響物質の大部分が用いられた各資材、燃料および電力の製造段階における排出である。また、ローカルな環境影響領域における環境負荷物質排出総量は、グローバルな環境影響領域における総排出量のおよそ1/10である。よって、バンコク地下鉄の建設に伴う各資材、燃料および電力消費の環境負荷は相対的に小さい。バンコク地下鉄の操業段階における環境負荷は、主として電力消費に起因する。なお、バンコク地下鉄の操業段階における電力消費量は、地下鉄走行および付帯施設運行を総計して約120,000MWhと報告されている。表2は、バンコク地下鉄の操業段階においてグローバ

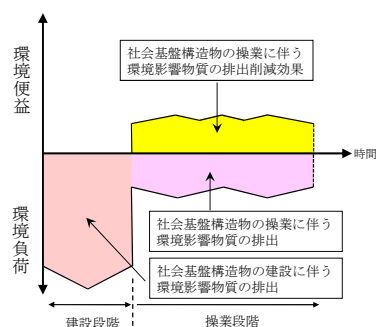


図1 環境負荷・便益手法の概要

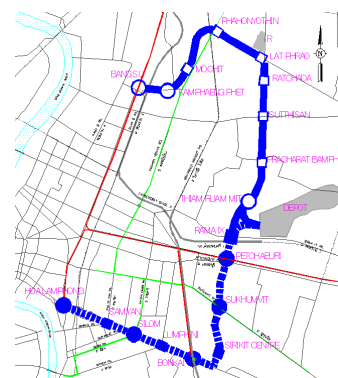


図2 バンコク地下鉄整備事業における評価対象区間

キーワード バンコク地下鉄整備事業；環境影響評価；環境コスト

連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 C1-2-234 京都大学大学院 工学研究科 都市社会工学専攻 TEL 075-383-3262

ルおよびローカルな環境影響領域へ排出されたCO₂量を示している。これより、グローバルおよびローカルな環境影響領域において、30年間を対象としたバンコク地下鉄の操業は、建設段階と比べて多量の環境影響物質を排出している。すなわち、

地下鉄で代表される社会基盤構造物の整備事業では、建設段階の環境負荷が一般的に着目される傾向にあるものの、長期に及ぶ操業段階における環境負荷も詳細な考慮が必要であり、建設操業を総合的に捉えた環境負荷を評価する必要がある。

バンコク地下鉄の操業に伴う環境便益は、周辺自動車交通量の減少に伴う環境影響物質の排出量削減が挙げられ、自動車交通に伴う環境影響物質の排出量を決定する必要がある。そこで、バンコク地下鉄の整備(with)・未整備(without)に伴う自動車走行速度および交通量予測には、交通モデルの一つを用い、自動車交通が及ぼす環境影響物質の排出量を推定する。

表3は、グローバルおよびローカルな環境影響領域において、バンコク地下鉄の操業に伴う周辺自動車交通から排出されるCO₂の削減量を表している。バンコク地下鉄の操業によって期待されるグローバルな影響領域における環境影響物質の排出削減量(環境便益)は、表2で示された操業に伴う環境影響物質の排出量(環境負荷)と同程度である。よって、バンコク地下鉄の操業はグローバルな環境に対して負の影響を与えるものでない。

5. 環境コストを考慮したバンコク地下鉄整備の事業評価

図3は、バンコク地下鉄整備事業において推定された環境影響物質(CO₂, SO₂およびNO₂)の排出量を環境コストとして示している。なお、環境コストへの換算には図中で示される環境影響物質の被害費用原単位^{2), 3)}を用いている。ここで、環境負荷・便益評価における環境コストの導入、すなわち、環境影響評価に基づく環境会計はバンコク地下鉄整備事業が果たす社会的責任において、図4に示される社会の負担するコスト⁴⁾までを総合的に明確にする目的である。さらに、図3にて示された環境コストを考慮し、バンコク地下鉄整備事業に関する経済的内部収益率EIRRの算出を試みる。ここで、事業主体が当初予測したEIRRでは費用として建設および操業費用、便益として走行費用削減および時間短縮効果を考慮した算定結果が10.72%であり、バンコク地下鉄整備が社会経済的に効率的な事業として見なされる。これに対して環境コストを考慮した結果、EIRR=10.52~10.76%が得られ、環境コストを考慮したEIRRにおいてもバンコク地下鉄整備事業の社会経済的妥当性が示された。

6. おわりに

本研究ではバンコク地下鉄整備事業における環境影響を定量化し、貨幣換算することで環境影響を評価する指標を提案した。提案した環境負荷・便益評価手法ならびに環境コストを組み込んだEIRRは、社会基盤構造物の整備事業における環境影響を考慮した事業判断の一指標として用いることが可能である。

なお、本分析は、京都大学が国際協力銀行から受託した円借款事業事後評価での調査に基づくものであるが、その評価は現時点(2008年4月)では途上であり、国際協力銀行の正式な見解を紹介するものではない。

【参考文献】1) 日本建築学会：建物のLCA指針，丸善，2006。2) 伊坪ら：ライフサイクル環境影響評価手法，産業環境管理協会，2005。3) 道路投資の評価に関する指針検討委員会：道路投資の評価に関する指針(案)，日本総合研究所，1998。

4) 國部ら：環境経営・会計，有斐閣，2007。

表1 バンコク地下鉄整備事業の建設段階におけるCO₂に関する環境負荷の推定

	使用量 (W _i)	グローバルな排出係数 (E _g)	ローカルな排出係数 (e _l)	グローバルへの排出量 (E _g ×W _i)	ローカルへの排出量 (e _l ×W _i)
コンクリート	2,230 (千 t)	0.205 (t-CO ₂ /t)	0 (t-CO ₂ /t)	457 (千 t-CO ₂)	0 (千 t-CO ₂)
鉄筋	180 (千 t)	0.941 (t-CO ₂ /t)	0 (t-CO ₂ /t)	170 (千 t-CO ₂)	0 (千 t-CO ₂)
燃料 (軽油)	36.6 (千 kl)	3.00 (t-CO ₂ /kl)	2.66 (t-CO ₂ /kl)	110 (千 t-CO ₂)	97.3 (千 t-CO ₂)
電力	41,189 (千 kWh)	0.564 (t-CO ₂ /千 kWh)	0.424 (t-CO ₂ /千 kWh)	23.2 (千 t-CO ₂)	17.5 (千 t-CO ₂)
排出総量				760.2 (千 t-CO ₂)	114.8 (千 t-CO ₂)

表2 バンコク地下鉄整備事業の操業段階におけるCO₂に関する環境負荷の推定

電力使用量 (W _i) (2005年度)	グローバルな 排出係数 (E _g)	ローカルな 排出係数 (e _l)	グローバルへの 排出量 (E _g ×W _i) (1年)	ローカルへの 排出量 (e _l ×W _i) (1年)	グローバルへの 排出量 (30年)	ローカルへの 排出量 (30年)
120,000 (千 kWh/年)	0.564 (t-CO ₂ /千 kWh)	0.424 (t-CO ₂ /千 kWh)	67.7 (千 t-CO ₂ /年)	50.9 (千 t-CO ₂ /年)	2,031 (千 t-CO ₂ /30年)	1,527 (千 t-CO ₂ /30年)

表3 バンコク地下鉄整備事業の操業段階におけるCO₂に関する環境便益の推定

	バンコク地下鉄の整備 (with)	バンコク地下鉄の未整備 (without)
交通量 (PCU-km/日)	197,033,831	197,419,377
平均時速 (km/h)	25.7	25.6
自動車の燃料消費率 (cc/km)	79.4	79.5
燃料消費量 (kl/日)	15,642.6	15,694.5

燃料削減量 (without-with) (kl/日) (1日)	燃料削減量 (without-with) (千 kl/年) (1年)	グローバルへの 排出削減量 (千 t-CO ₂ /年) (1年)	ローカルへの 排出削減量 (千 t-CO ₂ /年) (1年)	グローバルへの 排出削減量 (千 t-CO ₂ /30年) (30年)	ローカルへの 排出削減量 (千 t-CO ₂ /30年) (30年)
321.9	117.5	56.9	50.3	1,706	1,509

注1) 燃料の排出係数は表1を参照

注2) 燃料削減量および燃料の排出係数は、時間に依存しない一定値として30年間の排出量を推定

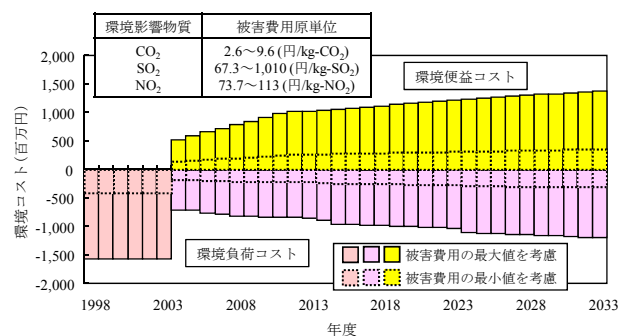


図3 グローバルな環境影響領域における環境コストの推定

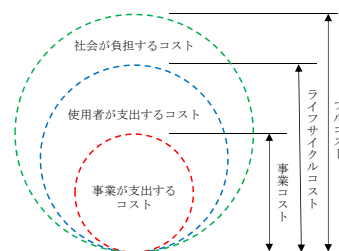


図4 事業コストの三層構造