

論文 都市内高速道路の LCA に関する一考察

佐納壯一*1・大内一*2・鬼頭宏明*3・角掛久雄*4

要旨: 都市内高速道路を対象に資材製造～施工～供用～解体～廃棄・リサイクル段階までのライフサイクルにわたる環境影響評価を行う。具体には、地球環境と地域環境影響を同一指標で考えることのできる「LIME」を用い、経済評価を行うものである。着目点は、各段階が及ぼす影響量の比較分析と供用段階を除く建設産業が深く関わる段階での環境側面、環境影響物質の及ぼす影響の比較分析である。その結果が以下である。(1)50年供用時、供用段階の環境負荷は全体の80%を占める(2)資材製造段階ではセメントと筋の環境負荷が80%以上である(3)大気汚染は地球温暖化の約5倍の環境負荷影響がある

キーワード: LCA, LIME, インベントリ分析, 統合化

1. はじめに

今日、社会基盤施設の計画・設計・施工・維持管理全般に渡って、地球・地域環境問題解決の観点から環境負荷を総合的に考慮することが必要になっている。LCAの分野では道路施設を対象にすると、供用段階での環境負荷、構造形式や補修方法の違いによる環境負荷比較などの研究が行われてきている¹⁾。しかし、構造物のライフサイクル全体を通じた環境影響の研究は数少ない。そこで、本研究では都市内高速道路を対象に、資材製造～解体・リサイクルに至るライフサイクル全体を通じた環境影響を経済価値評価し、段階(資材製造, 施工, 供用, 解体, 廃棄・リサイクル), 環境側面, 環境影響物質(CO₂など)の観点から分析を行う。

2. 評価方法

環境影響を定量的に評価するために、日本の国家プロジェクトとして開発されたライフサイクル環境影響評価手法であるLIME(Lifecycle Impact Assessment Method based on Endpoint Modeling)²⁾を用いる。各物質の環境影響経済評価のためには統合化が必要である³⁾。統合化を行うにはライフサイクルを設定し、インベントリ分析を行う。インベントリ分析とはあらかじめ設定した調査範囲内で投入される資源・エネルギーや排出される物質を調査・集計することを言う。この集計結果に式(1)のように統合化係数を掛け合わせることで環境負荷を貨幣換算で定量化した値BEを示すことができる。

$$BE = \sum AiBi \quad (1)$$

ここで、Ai: インベントリ(環境影響物質または要因)ごとの総量(単位: kg) Bi: 統合化係数(単位: 円/kg)

また、統合化とは、インベントリデータについてあらかじめ設定した保護対象の被害量をコンジョイント分析により各被害項目に対する支払い意思額(経済価値(円))を算出し設定した重み付け係数を用いて貨幣換算で定量化することである。

なお、表-1にこれらの影響領域に対するインベントリ(投入・排出物質)と統合化係数の代表値を示す。インベントリ総量を算定するにはライフサイクル全体を通しての影響量を求める必要がある。これらは各段階でインベントリデータに影響を及ぼす項目ごとに原単位を考慮することで可能になる。表-2に代表的な構成材料に関して原単位を示す。これについては構成材料製造時に発生する環境負荷物質の総量を単位当たり換算したものである。その他の段階の原単位については文献2)に記載されている値を用いている。原単位と統合化係数を用いることにより環境負荷の定量評価が可能になる。

表-1 インベントリと統合化係数³⁾

影響領域	投入・排出物質	統合化係数(円/kg)
資源・エネルギー	石灰石、岩石、山砂利	1.02E-01
	鉄	1.12E+00
	木材	1.08E+02
	石炭	2.10E+00
	原油	3.55E+00
温室効果ガス	天然ガス	3.48E+00
	CO ₂	1.62E+00
	CH ₄	3.73E+01
大気汚染	N ₂ O	4.80E+02
	NO _x	1.41E+02(点源) 1.97E+02(線源)
酸性雨	SO ₂	1.01E+03
	SPM(粒子状物質PM2.5)	4.03E+03(点源) 1.82E+04(線源)
産業廃棄物	建設汚泥	7.99E-01

*1 大阪市立大学大学院前期博士課程 都市系専攻 (学生会員)

*2 正会員 大阪市立大学大学院工学研究科教授 都市系専攻 工博 (正会員)

*3 正会員 大阪市立大学大学院工学研究科准教授 都市系専攻 工博 (正会員)

*4 正会員 大阪市立大学大学院工学研究科助教 都市系専攻 工修 (正会員)

表-2 構成材料の原単位³⁾

大分類	小分類	単位(*)	石油換算	CO ₂ 排出量	SO _x 排出量	NO _x 排出量	ばいじん排出量
			kg/*	(kg-CO ₂ /*)	(kg-SO _x /*)	(kg-NO _x /*)	(kg-PM/*)
セメント	ホルライトセメント		16.24	767	1.22E-01	1.55E+00	3.58E-02
	普通エコセメント		108.7	784	1.52E-01	3.19E-01	6.52E-03
骨材	天然粗骨材	t	0.37	2.9	6.07E-03	4.15E-03	1.41E-03
	天然細骨材		0.21	3.7	8.60E-03	5.86E-03	1.99E-03
	Ⅲ種再生骨材		0.21	3.1	1.27E-03	1.08E-02	2.49E-02
	Ⅰ種再生骨材		0.49	17.7	6.28E-03	2.89E-02	6.55E-04
	Ⅰ種再生骨材		3.6	767	1.34E-01	1.24E-01	1.01E-02
鉄筋鉄骨	電炉鋼(鉄筋等)		7.29	1256	1.18	1.80E+00	7.81E-03
	高炉形鋼		1213	1.18	1.80E+00	7.59E-03	
	高炉棒鋼						

3. 評価対象

3.1 対象構造物

本研究では片側2車線、上下4車線からなる都市内高速道路の実橋を対象とした。対象構造物の構造形式と諸量を以下に示す。また、上部工側面図を図-1に、上部工断面図を図-2に、下部工および基礎を図-3にそれぞれ示す。

- (1)上部工：PC・I桁 (2)下部工：RC・T型橋脚
- (3)基礎：杭基礎(φ1.0m×L22.5m 場所打ち杭-9本)
- (4)全幅員：17.6m (5)橋長：24.0m

3.2 評価範囲

(1)環境側面と影響物質

本事例で考慮する環境側面と環境影響物質を図-4に示す。すなわち、環境側面については、資源・エネルギー(石油、石炭)、廃棄物(鉄筋、残土)、地球温暖化(CO₂)、大気汚染(SO_x, NO_x, SPM)の4つの側面を考慮する。

(2)ライフサイクルと段階

図-5に本事例におけるライフサイクルを示す。資材製造、施工、供用、解体、廃棄・リサイクルまでライフサイクル全般におよぶ環境負荷を対象とする。資材製造段階における資材とは、鉄筋・鋼材、コンクリート構成材料であるセメントおよび骨材、そして型枠が対象となる。施工段階では、コンクリート製造・打設と基礎・下部工・上部工施工に関わる施工機械の稼働、そしてこれらに関わる輸送運搬が主な対象となる。以下には、1つの基礎・下部工と上部工1スパン分を1単位とし、評価法の具体を示す。

建設後の供用段階では、自動車交通利用によるものを考慮する。解体では躯体の解体・破砕に関わる重機稼働と輸送を、廃棄・リサイクルでは骨材および鉄筋・鋼材の再生利用を考慮する。

3.3 資材製造段階

上下部工および基礎で使用する資材量を表-3に示す。資材製造段階で発生する環境負荷は、各資材量に2章で述べた原単位と統合化係数を掛けることにより経済価値評価することができる。なお、コンクリートは表-4に示す配合であり、セメント、細骨材(天然)、粗骨材(天然)に分けて評価する。

評価は式(2)により算定する。なお、型枠の原単位については表-5に示す値を用いる³⁾。

$$Q_i = \sum [\text{各物質の投入量} \times \text{各物質の原単位(kg/t)}] \quad (2)$$

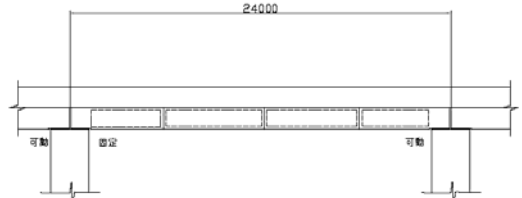


図-1 高速道路上部工側面図

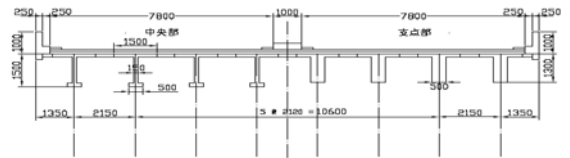


図-2 上部工断面図

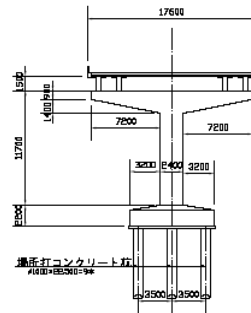


図-3 下部工と基礎工

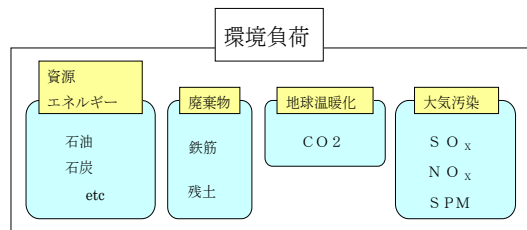


図-4 環境側面と環境影響物質

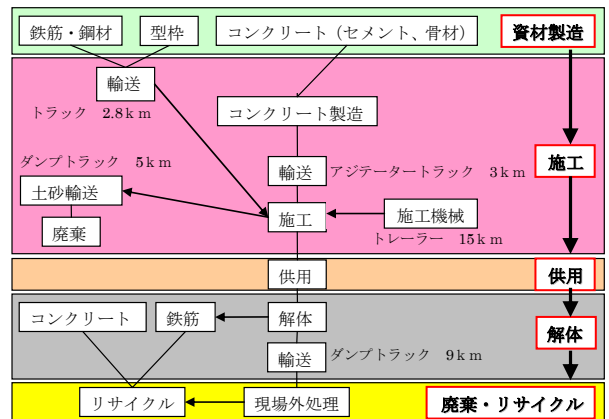


図-5 ライフサイクルと段階

3.4 施工段階

図-6 に施工の工程を示す。大きくは①～⑤の基礎、下部工と⑥～⑨の上部工からなる。図-7 には施工機械の一覧を使用する工程番号と併せてしめす。表-6 には輸送機械と施工機械に分けて、工程ごとの稼働日・台数と合計を示す。ここに、時間単位で評価する必要がある施工機械については、稼働率を考慮した。また、コンクリート施工については、機械（アジテータートラック、コンクリートポンプ車、コンクリートミキサー）の稼働時間ではなく、コンクリートボリュームで評価した。

そこで、着目する環境負荷物質 i について、各機械の負荷量総和をとることにより以下のように算定できる。

(1) 輸送時負荷量

ダンプトラック、トレーラ、トラックを対象に、

$$Q_i = \Sigma [\text{輸送機械の輸送距離} \times (\text{輸送物質の重量} + \text{自重})] \times \text{着目する環境負荷物質 } i \text{ に対する輸送機械別の排出係数} (\text{g/t} \cdot \text{km})^{3),4)} \quad (3)$$

アジテータートラックを対象に、

$$Q_i = \Sigma [\text{輸送機械の輸送距離} \times (\text{輸送物質の容量})] \times \text{着目する環境負荷物質 } i \text{ に対する輸送機械別の排出係数} (\text{g/m}^3 \cdot \text{km})^3 \quad (4)$$

輸送距離は、土砂運搬のためのダンプトラックは施工現場から埋立地までの距離 5km を仮定する。主として施工機械運搬のためのトレーラー・トラックは施工現場から施工機械リース会社までの距離 15km を仮定した。アジテータートラックについては、生コン工場までの距離 3km、鉄筋の輸送は鉄筋加工会社まで距離約 2.8 km を仮定した。

表-3 使用する資材量(1スパン分)

	鉄筋(t)	PC鋼材(t)	コンクリート(m ³)	型枠(m ²)
上部工	27.3	16.1	217.8	154.0
下部工	31.0		273.9	243.2
基礎	17.8		162.5	

表-4 コンクリートの配合

	設計基準強度	W/C	空気量	単位量(kg/m ³)				
	N/mm ²	(%)	(%)	水	普通セメント	細骨材	粗骨材	混和剤
下部工	24	61	5	161	264	812	1034	0.68
上部工	35	47	5	165	351	714	1028	0.88

表-5 型枠の原単位

	単位(*)	CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /*)	SO _x 排出量 (kg-SO _x /*)	NO _x 排出量 (kg-NO _x /*)	SPM排出量 (kg-SPM/*)
型枠	t	755.3	1.34E-01	1.24E-01	1.01E-02

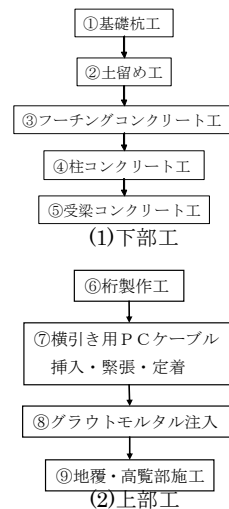


図-6 施工の工程

コンクリートポンプ車	②～⑥⑨
アジテータートラック	
締固めバイブレーター	②～⑥⑨
コンクリートミキサー	②～⑥⑨
生コンプラント	
バックホウ	①②④
クローラクレーン	①②
トラッククレーン	①③～⑦⑨
ブルドーザー	①④
ベントマシン	①
溶接機	①②④
パイプロハンマー	②
タイヤローラー	①④
グラウトポンプ	
アスファルトフィニッシャー	⑨
タンバ・ランマ	①②④

図-7 施工機械一覧

表-6 施工機械と稼働一覧

上部工		単位:稼働日・台数									
使用機械	桁製作工	沓座設置 PC桁架設	吊足場設置	横桁・間詰 め部施工	横引きPC ケーブル工	均しコン クリート工	路面アス ファルト工	ケレン・吊 足場解体	計	稼働率 (h/day)	
輸送	アジテータートラック								※1 436		
	トラック	56		5	5	5		3	74		
	コンクリートポンプ車	8			1		1		10		
	アジテータートラック								8		
	バイブレーター	8			1		1		10		
	コンクリートミキサー								※1 218		
	トラッククレーン(100t)	8	8						16	6	
	トラッククレーン(15t)	70		5	5	5		3	88	6	
	タイヤローラー							1	1	5.7	
	グラウトポンプ	16				5			21		
	アスファルトフィニッシャー							1	1	6.1	
※1 1スパンあたりの施工量(m ³)											
基礎・下部工		単位:稼働日・台数									
使用機械	基礎杭工	土留め工	掘削工	敷き均し工	フーチング コンクリート工	埋め戻し工	橋脚コン クリート工	土留め工 撤去	受け梁コン クリート工	計	稼働率 (h/day)
輸送	アジテータートラック									※1 436	
	ダンプトラック	27		9			6			42	
	トレーラ	4	4					4		12	
	トラック(2~4t)	4				6			22	38	
	トラック(10t)	13	7	2			2	9		33	
	コンクリートポンプ車				1	1		2	1	5	
	アジテータートラック									5	
	バイブレーター				1			2	1	4	
	コンクリートミキサー								※1 436		
	バックホウ	29		13	2		6	1		51	5.6
	クローラクレーン	31	9	4			4		9	57	6
	トラッククレーン(15t)	3				6		6	18	33	6
	ブルドーザー	29				6		1		36	6.3
	ベントマシン	27								27	6.3
	溶接機	3	9	4			4		9	29	7
	パイプロハンマー		9						9	18	7.5
	タイヤローラー	1						1		2	5.7
	タンバ・ランマ	1			2		6			9	7
※1 下部工1橋あたりの施工量(m ³)											

(2) 施工時負荷量

アジテータートラック、コンクリートポンプ車、コンクリートミキサーを対象に、

$$Q_i = \Sigma [\text{機械の施工量}(\text{m}^3/\text{日}) \times \text{着目する環境負荷物質 } i \text{ の原単位}(\text{g}/\text{m}^3)]^3 \quad (5)$$

上記の以外の施工機械を対象に、

$$Q_i = \Sigma [\text{機械の日稼働時間}(\text{hr}/\text{日}) \times \text{稼働日} \cdot \text{台数の合計} \times \text{燃料消費量}(\text{l}/\text{hr}) \times \text{着目する環境負荷物質 } i \text{ の原単位}(\text{g}/\text{l})]^{3,4)} \quad (6)$$

3.5 供用段階

道路交通センサス (H17 版)⁵⁾によって得られる平日および休日の車種別交通量データを表-7に示す。

(1) エネルギー消費

1日当りのエネルギー消費量Eは式(7)で与えられる⁶⁾。

$$E = E_G + E_D \quad (7)$$

$$E_G = \Sigma [P_{Gi} \times R_G \times S_i \times K_G] \\ = \Sigma [P_{Gi} \times R_G \times S_i \times (1 - K_D)] \quad (\text{kcal}/\text{日}) \\ E_D = \Sigma [P_{Di} \times R_D \times S_i \times K_D] \quad (\text{kcal}/\text{日})$$

なお、Gはガソリン、Dはディーゼルを表す添え字、Σは全車種に対する総和を表す。

P_{Gi} , P_{Di} : 車種iに対するそれぞれガソリン車およびディーゼル車の単位km当りの燃料消費量であり、表-8の燃料効率の逆数として与えられる (l/km)。

R_G : ガソリン単位量当りの熱量 (8.27×10³kcal/l)

R_D : ディーゼル単位量当りの熱量 (9.13×10³kcal/l)

S_i : 車種iの交通量 (台/日)

K_D : 表-10備考に示すディーゼル化率

(2) CO₂ 排出量

CO₂ 排出量 Q_{CO_2} は表-9に示す排出係数を用い、以下の式により算定する⁶⁾。

$$Q_{CO_2} = E_G \times U^G_{CO_2} + E_D \times U^D_{CO_2} \quad (8)$$

ここに、 U_X : Xの排出係数

(3) SO_x 排出量

SO_x 排出量 Q_{SO_x} は表-9に示す排出係数を用い、以下の式により算定する⁶⁾。

$$Q_{SO_x} = E_G \times U^G_{SO_x} + E_D \times U^D_{SO_x} \quad (9)$$

(4) NO_x 排出量

NO_x 排出量 Q_{NO_x} は表-10に示す排出係数を用い、以下の式により算定する⁶⁾。一般に、これらは速度別に与えられるが、混雑時のものを用いた。

$$Q_{NO_x} = \Sigma S_i \times K_G \times U^G_{NO_x} + \Sigma S_i \times K_D \times U^D_{NO_x} \\ = \Sigma S_i \times (1 - K_D) \times U^G_{NO_x} + \Sigma S_i \times K_D \times U^D_{NO_x} \quad (10)$$

表-7 車種別交通量 (台/日)⁵⁾

	平日		休日	
	乗用車	34654	53,407	34824
バス	213		190	
小型貨物車	12805		4427	
普通貨物車	5735		1381	
大型車	5948		1571	
旅行速度	56.1km/h		58.1km/h	

※ 国土交通省近畿道路整備局 大阪国道事務所HP

表-8 車種別・燃料効率 (燃費) 1/P⁶⁾

車種類	燃料効率(km/l)	
	ディーゼル車	ガソリン車
乗用車	9.1	8.3
バス	4.6	3.5
小型貨物車	11.7	9.0
普通貨物車	6.8	5.2
大型車	8.3	6.4

表-9 車種別・燃料別排出係数⁶⁾ (U_{CO_2} , U_{SO_x})

燃料種類	CO ₂	SO _x
	(t/10 ³ kcal)	(kg/10 ³ kcal)
ディーゼル	0.790	2.23
ガソリン	0.761	0.71

表-10 車種別・燃料別排出係数 (U_{NO_x} , U_{SPM})⁶⁾

車種類	NO _x (g/km)		SPM (g/km)			備考(ディーゼル化率)
	ディーゼル車	ガソリン車	ディーゼル車	ガソリン車	タイヤ磨耗	
乗用車	0.25	0.14	0.016	0.010	0.02	0.037
バス	4.55	4.49	0.494	0.085	0.10	0.950
小型貨物車	1.39	1.09	0.071	0.063	0.02	0.610
普通貨物車	3.01	2.72	0.443	0.077	0.20	
大型車	3.30	0.64	0.307	0.077	0.20	0.717

表-11 環境負荷排出量

環境負荷物質 単位	石油換算	CO ₂	SO _x	NO _x	SPM
	kg/km	kg/km	kg/km	kg/km	kg/km
切削オーバーレイ プラント再生工法	2.02E+04	5.69E+04	3.26E+01	3.96E+02	2.79E+01
路上表層再生工法	4.51E+04	1.23E+05	9.97E+00	3.23E+02	1.21E+01

(5) SPM 排出量

SPM 排出量は自動車からの排出とタイヤ磨耗による排出を考慮する。表-10に示す排出係数を用い、以下の式により算定する⁶⁾。

$$Q_{SPM} = Q^1_{SPM} + Q^2_{SPM} \quad (11)$$

自動車からの排出:

$$Q^1_{SPM} = \Sigma S_i \times (1 - K_D) \times U^G_{SPM} + \Sigma S_i \times K_D \times U^D_{SPM}$$

タイヤ磨耗による排出:

$$Q^2_{SPM} = \Sigma S_i \times U^T_{SPM}$$

U^T_{SPM} : タイヤ磨耗による排出係数

3.6 解体

解体機械には溶接機、バックホウ、大型ブレーカーを使用する。解体物の輸送にはダンプトラックを仮定し、躯体ボリュームから算出した。ここに、主な解体物はコンクリート塊および鉄筋・鋼材であり、次項で示すようにこれらはリサイクル利用する。なお、リサイクル工場までの輸送距離として9kmを仮定する。

3.7 廃棄・リサイクル

骨材については解体後I種再生骨材として、鉄筋・鉄骨については電炉材として再利用する。

表-12 環境負荷排出量 (統合化)

環境負荷物質	石油換算	CO ₂	SO _x	NO _x	SPM	合計	建設コスト
単位	円/km	円/km	円/km	円/km	円/km	円/km	千円/100m ²
切削オーバーレイ プラント再生工法	7.16E+04	9.21E+04	3.29E+04	6.90E+04	2.39E+05	5.04E+05	1.85E+02
路上表層再生工法	1.60E+05	2.00E+05	1.01E+04	4.71E+04	4.94E+04	4.66E+05	1.02E+02

3.8 維持補修

舗装工事については舗装モデルを作成する。モデル作成には文献1)を参考にしている。道路舗装面の性状については国交省が開発した MCI (Maintenance Control Index: 維持管理指数, 範囲は1~10) を目安として、舗装面の劣化をMCIが3.0~5.0にとどめる状況で設定する。MCIは路面の損傷要因(ひび割れ, わだち割れ, 縦方向凹凸)について、維持修繕の必要性という観点から総合的に評価する指標として用いられている。表-11に排出量, 表-12に統合化により経済評価した結果を示す。モデルの内容は10年に1回切削オーバーレイと路上表層再生工法を交互に行うとする^り。上部工(全幅:17.6m)の1kmあたりの環境負荷を対象としている。

4. 評価結果

以下に、統合化により経済価値評価した結果を示す。前項まで説明した1つの基礎・下部工と上部工1スパン分を1単位とした結果に基づき、高速道路単位路線長(km)当りに換算した値として示す。環境負荷において、社会的割引率は考慮していない。

(1) 環境負荷の経年変化

環境負荷量(環境影響費用)は年単位で計算するため年時間に対し線形変化し、その結果を図-8に示す。

図中には、初期建設費と維持管理費(10年周期で道路舗装改修)を参考に示している。初期建設費には土地購入費用も含まれる。維持管理費は文献7)を参考に10年サイクルの道路舗装改修費を設定した。また、図中には国交省による費用便益分析で用いられている便益(走行時間短縮便益と走行経費減少便益の和)の変化を参考に示す。この際ポイントとなる走行時間短縮は、道路交通センサス⁵⁾を参考に表-7に示した旅行速度と近接する一般道路での旅行速度(混雑時)を平日17.5(km/h)、休日21.2(km/h)とし、その差により算定した。なお、利用台数は当初より一定とした。

図より環境負荷量(環境影響費用)は実費用(建設費+維持管理費)に対して、50年供用段階で1/5程度、100年供用段階で1/3程度に達する。ここに、参考に示す便益については、交通量および走行時間短縮効果が大きいこともあり、供用開始後2年程度で実費用は勿論、実費用と環境影響費用を併せた額をも上回る。

(2) 段階別環境負荷

一例として図-9に供用開始後50年までの環境影響費用を段階別で比較した結果を示す。なお、それぞれ年間の負荷量は一定としていることから、その相対関係も時間にかかわらず一定である。図より供用段階が圧倒的であり、全体の80%以上を占めることが分る。また、環境側面の観点から観ると、大気汚染の影響が大きいことが

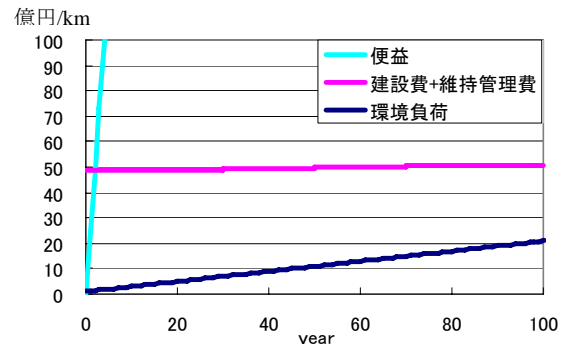


図-8 環境負荷量の経年変化結果

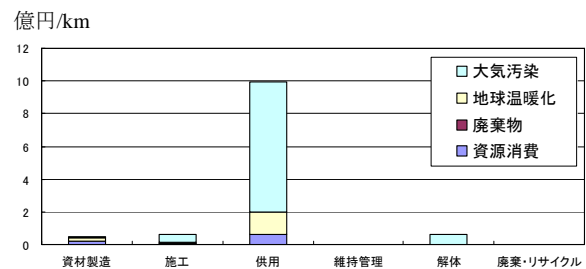


図-9 環境負荷(50年供用時)

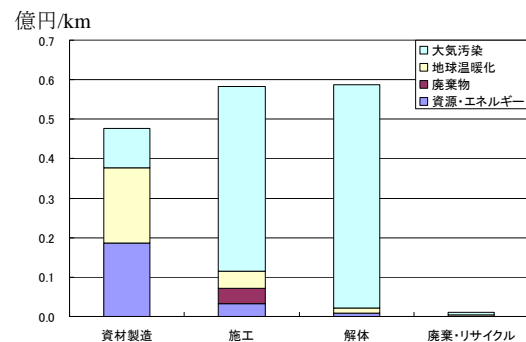


図-10 建設に関わる環境負荷(50年供用時)

分る。自動車の燃料燃焼にともなうNO_xやSO_xなど排出物質の影響が大きく、これらに対する対策の重要性が再認識できる。

図-9のうち供用段階と維持管理段階を除いたものを図-10に示す。廃棄・リサイクルでの環境負荷が負側に表示されているが、リサイクルを負の環境負荷と捉えていることによる。従って正側の値から負側の値を差し引いたものが全体負荷量となる。図-10より分るように資材製造, 施工, 解体段階が大きく、環境側面としては大気汚染の影響が大きい。

自動車排出物質への対策はその方面の産業界に委ねるとして、以下の(3), (4)では建設産業が深く関わる資材製造, 施工, 解体, 廃棄・リサイクルに着目して分析を行う。

(3) 各段階における環境影響項目

資材製造, 施工, 解体段階における影響項目の割合比較を図-11に示す。

ここに、資材製造段階では構成資材であるセメント, 骨材, 鉄筋・鉄骨, 型枠に分類する。施工段階は多種多

様の施工機械が使用されるが、これらに関する輸送と現場での施工および残土処分という3つの項目に分類する。また、解体段階は、同様に現場での解体施工と解体物の輸送に分類する。

資材製造段階では、天然資源からの製作加工の容易な骨材や型枠に比較し、その製造工程が複雑なセメントおよび鉄筋・鉄骨の占める割合が大きい。施工段階では、現場での施工が資機材の輸送によるものをやや上回る。解体については、資機材や解体廃棄物などの運搬・輸送によるものが解体施工を大きく上回る。

(4) インベントリ別環境負荷

次に環境影響物質などインベントリ別に分析した結果を図-12に示す。

影響の大きいものは、SO_x、SPM、CO₂、次にNO_xである。特にSO_xは全体の40%程度に達し、SPMは22%、CO₂は14%、そしてNO_xは5%程度である。また、SO_xは施工、解体段階の影響が大きく、これは図-11で示したように輸送の占める割合が大きいことによる。

5. おわりに

本研究で得られた結論を以下に示す。

(1) 供用時の環境負荷低減の重要性

50年供用の場合、全体の環境負荷の80%以上が自動車のエネルギー消費や排出物質など供用段階によるものである。低減へ向けて、車自体の排気物質低減性能の向上と環境負荷の少ないエネルギーの使用が課題である。

(2) 建設に関わる支配的要因

建設に関わる資材製造、施工、解体、廃棄・リサイクルのうち、資材製造段階の影響が大きく、その中でもセメントと鉄筋によるものが80%以上を占める。

(3) 環境側面別の比較

建設に関わる環境側面として、大気汚染は地球温暖化の約5倍となった。大気汚染における主な原因は輸送によるものである。

(4) 環境負荷物質別比較

大気排出物質の影響が90%程度を占める。主な原因としては重機の稼働が挙げられる。

謝辞

本研究対象である高架橋の施工手順について算定する際に、施工手順の仮定や方法の仮定など数々のご指導に対し、大阪アンカー株式会社顧問越智聰氏に謝意を表す。また、設計図面の提供等、協力いただいた阪神高速の袴田文雄氏、丹波寛夫氏にも謝意を表す。

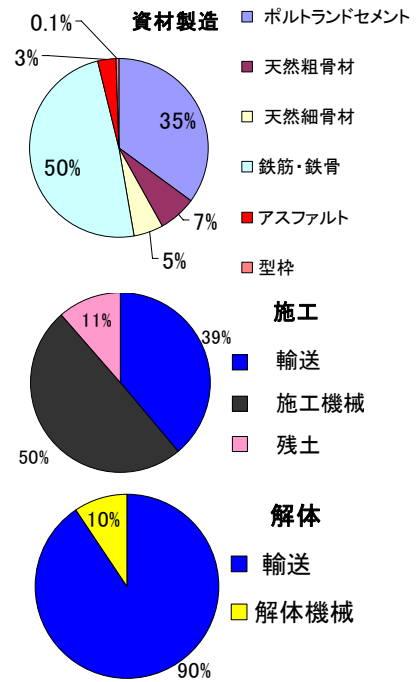


図-11 各段階における影響項目

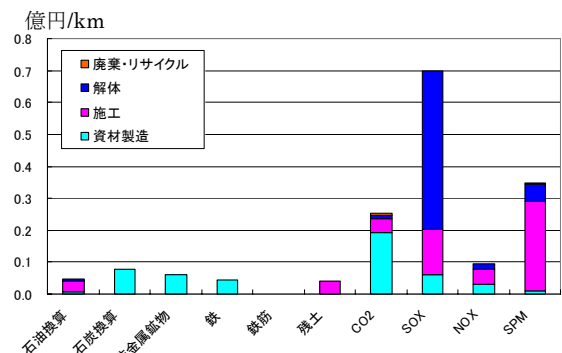


図-12 インベントリ別環境負荷 (50年経過時)

参考文献

- 川上篤史, 新田弘之, 加納孝志, 久保和幸: 舗装再生工法の環境負荷評価について, 土木学会舗装工学論文集, 第13巻, pp.71-78, 2008
- 伊坪徳宏, 稲葉敦: ライフサイクル環境影響評価手法, LIME-LCA, 環境会計, 環境効率のための評価手法・データベース, 産業環境管理協会, 2005
- 土木学会: コンクリート構造物の環境性能照査指針(試案), コンクリートライブラリー125, 丸善, 2005
- 日本建設機械化協会: 建設機械等損料算定表, 日本建設機械化協会, pp.19-21, 2000
- 国土交通省近畿道路整備局 HP: http://www.kkr.mlit.go.jp/osaka/mobile_info/siryo_mb/cen_h17/a/_27000501a.htm
- 南齋規介, 森口祐一, 東野達: 産業連関表による環境負荷原単位データブック(3EID), 国立環境研究所地球環境研究センター, Vol3, pp.29-34, 2002
- 天野耕治, 牧田和也: 舗装道路の建設と維持修繕に伴う環境負荷とコストのライフサイクル評価, 土木学会論文集 Vol.657, No.VII-16, pp.57-64, 2000