産業連関表による建築物の評価

その2 事務所建築の建設による環境への影響

APPLICATION OF INPUT OUTPUT ANALYSIS TO BUILDINGS

Part 2. Effects to the environment due to construction of office buildings

竹林芳久*, 岡 建雄**, 紺矢哲夫***

Yoshihisa TAKEBAYASHI, Tatsuo OKA and Tetsuo KONYA

Basic sector classification input/output table were applied to analyze investment in construction of 6 typical office buildings of which floor areas are between 1 502 and 216 000 m², in order to obtain the effect to the environment and consumption of energy and raw materials.

Final energy consumptions including direct and indirect use per 1 m² of floor area are between 1923 and 2885 Mcal. Released quantities of CO₂ are between 749 and 1 144 kg/m², in which CO₂ due to structure construction is almost equal to finishing work. Emissions of SO_x is between 724 and 1 432 g/m², NO_x, between 695 and 1 137 g/m² and industrial wastes, between 225.5 and 381.8 kg/m².

Mean value of energy intensity is 7.55 cal/yen, CO₂, 2.97 g/yen, NO_x, 0.003 g/yen and industrial wastes, 0.95 g/yen.

Keywords : building construction, input/output table, energy consumption, CO₂, SO_x, industrial wastes

建設, 産業連関表, エネルギー消費量, CO₂, SO_x, 産業廃棄物

1. はじめに

各産業分野は相互に取引関係を結びながら、生産活動を行い、最終需要部門に対して必要な財貨・サービスの供給を行っており、ある産業部門に対する投入は全産業部門に波及していく。建設業を一産業部門とすると、建設によって引き起こされる環境への影響を定量化するには、究極的に需要として計上される額や究極的に消費される各種資源量および排出量を求める必要があると考えた。産業連関表はこのような分析に適しており、公表されている基本表はわが国の産業を400程度の産業部門に分類し、各部門の投入・算出を一枚の表にまとめている。

産業連関表を用いた従来の報告として、衣食住に関する物品のライフサイクルエネルギーを算出した調査研究がある¹⁾。エネルギー量の計算方法として産業連関表による方式と積み上げ方式を採用し、結果を比較している。このほか、産業連関表を用いて、建物あるいは建築部材の生産エネルギーを計算した結果が各国で報告されている^{2), 3)}。産業連関表を使用した建設投資の分析も行われており、建築用途別、建築構造別に結果が得られてい

る⁴⁾。ライフサイクルコストに関しては研究も多く、その手法もまとめて報告されている⁵⁾。既報¹⁾において省エネルギー事務所建築と一般事務所建築の建設用エネルギーと運用エネルギーを算出し、比較したが、建物数は各々1棟であり、CO₂, NO_x, SO_x, ばいじん、産業廃棄物には言及していなかった。

本報告は事務所建築の建設によって引き起こされる環境への影響を検討するために、6例の実在する事務所建築を対象に、建設に必要な主要資源量、大気に対する汚染負荷としてCO₂, NO_x, SO_x, ばいじんの排出量および建設に伴う産業廃棄物の排出量を産業連関表を使用して計算した。建築見積書から最終需要額を求め、産業連関表により究極的な国内生産量を算出する。物量表から究極的な資源消費を求め、各種の原単位からCO₂, SO_x, NO_x, ばいじん、および産業廃棄物の排出量を求めたものである。産業連関表による計算では結果が金額として得られるので、量として換算するには原単位が必要である。基本的には産業連関表の中の物量表を使用するが、CO₂ に対しては文献6)、産業廃棄物に対しては文献

* 清水建設(株)技術開発部 副部長

** 宇都宮大学工学部建設学科 助教授・工博

*** NTT 建設部

Technology Development Dept. Shimizu Corporation
Assoc. Prof., Dept. of Architecture Faculty of Engineering Utsunomiya Univ., Dr. Eng.
Construction Dept. NTT

7), 8) を使用した。

2. 産業連関表による分析手法

事務所建築を分析するために、極力詳細な産業部門の分類が必要と考えて、基本表の原表から直接レオンチェフ逆行列を算出した。国内の最終需要 Y を与えて、究極的な国内生産額 X を算出するモデル式は、輸入係数 mi を対角化した行列を M と置くと、次式で表現される^{9), 10)}。

$$X = (I - (I - M)A)^{-1}((I - M)Y + E) \dots \dots \dots (1)$$

ただし、 X : 生産額ベクトル (円/年)

I : 単位行列

A : 投入係数

Y_i, E_i : i 産品の国内最終需要額および輸出額 (円/年)

mi : M_i/C_i

M_i : i 産品の輸入額 (円/年)

C_i : i 産品の国内生産額に輸入額を加算し輸出額を引いた額 (円/年)

レオンチェフ逆行列は (1) 式の $(I - (I - M)A)^{-1}$ であり、生産者価格基準である。商業マージンや貨物運賃・倉庫は原表¹¹⁾の記載データに準じると考えて、相当する産業部門に振り分けた。究極的な国内生産額を算出するためには建設に必要な支出を整理し、最終需要額 Y として (1) 式に与える。本報告では 1985 年の産業連関表¹¹⁾を使用した。計算に要する産業部門数は鉄屑、金属屑部門をのぞいた 406 部門である。

使用した建築見積書は 1986 年から 1988 年にかけて作成されたものであり、デフレーターを使用して 1985 年の金額に換算した。

3. 最終需要額の算出

評価対象とした建築物を表—1 に示す。床面積は 1502 ~ 216 000 m^2 と幅広く、いずれも典型的な事務所建築である。建設費用を躯体工事・仕上等の工事・設備工事・

経費 (一般管理費) に分類した。最終需要額の算出に当たっては、各事業所ビルの工事契約書の内訳金額を使用した。

工事契約書に記載されている金額をもとに建設標準歩掛¹²⁾を用いて材料費・人件費に分類した。ここで求めた金額は、建築現場での需要額であり、マージン等が含まれている購入者価格基準である。これを生産者価格に変換するために各産業部門ごとに原表に記載されている金額の割合により商業マージン、運賃を該当する各部門に振り分けた。主要資材は物量表¹¹⁾に記載されている金額を使用し、各工事契約書による相違を小さくした。その他の材料に関しては、積算ポケット手帳¹³⁾に準じた。

経費 (一般管理費) は請負金額から純工事費を差し引いた額として表され、本報告では有価証券報告書¹⁴⁾に記載されている支出割合により動力用水費、通信費、広告宣伝費、事務用品費等を各産業部門の該当する部門に振り分けた。

各工事別に求めた金額を、最終需要額として (1) 式の Y に代入して、究極的な国内生産額 X を求めた (表—2)。計算上は 406 産業部門であるが、表—2 では 12 部門に統合した。

表—2 の直接粗付加価値は建設現場および管理部門における人件費や営業余剰等である。建設額の 0.42 ~ 0.53 となっているが、わが国の平均では非木造非住宅で 0.44、住宅で 0.65 となっている⁴⁾。建設費は究極的に付加価値と輸入代金に当てられるが、建設費の 0.92 ~ 0.93 が付加価値になっている。わが国の平均では非木造非住宅で 0.92 となっている⁴⁾。

4. 主要資源量の算出

建物の建設に伴って消費される主要資源量 (原料) を算出するために物量表を使用した¹¹⁾。物量表には各産業部門の国内生産額と各資源の物量が記載されている。国内生産額と物量は正比例すると想定して、建設によって引き起こされる究極的な国内生産額 (表—2) から主要

表—1 建物概要

	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
建物用途	事務所	事務所	事務所	事務所	事務所	事務所
延床面積 (m^2)	1,502	2,802	3,500	22,861	86,049	216,000
階数	地上4階 地下1階	地上8階 地下1階	地上8階 地下1階	地上18階 地下1階	地上31階 地下5階	地上25階 地下1階
建物構造	RC	SRC+S	SRC	S	S	S
空調方式	空冷HP (パナソニック) +ダクト システム	空冷HP (マフティン) システム	空冷HP (マフティン) システム	ガス冷温水発生器 (空調機+FCU)	地冷熱供給 (空調機+コイル)	地冷熱供給 (空調機+FCU)
コンクリート量 (m^3/m^2)	0.830	0.282	0.565	0.351	0.504	0.449
鉄筋量 (kg/m^2)	137.80	17.67	56.50	29.60	45.66	41.30
鉄骨量 (kg/m^2)	0	133.70	87.51	172.80	113.10	110.13
合計鉄量 (kg/m^2)	137.80	151.37	144.01	202.40	158.76	151.43

表—2 建物1 m²の建設に必要な国内生産額

(単位：千円)

	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
農林・水産・鉱業・食料	9.86	4.82	6.08	3.73	6.07	3.62
繊維・紙・木製品	7.81	6.14	9.05	13.46	11.34	8.17
化学・石油・石炭製品	40.99	30.86	29.40	26.70	20.84	21.81
窯業・土石製品	20.08	24.39	27.51	24.69	15.08	13.50
鉄鋼・非鉄金属	74.61	58.51	70.97	70.35	77.01	55.79
金属製品	48.64	30.96	48.59	26.78	23.67	13.24
電気・輸送・精密等機械	49.18	38.03	36.37	44.96	27.11	18.77
その他の製造業	9.42	6.85	7.74	7.04	6.39	4.52
電力・ガス・水道・廃棄物	6.32	5.13	5.67	5.87	4.72	3.86
商業・金融・保険・不動産	15.77	12.68	12.55	15.10	12.08	8.24
運輸	15.36	10.44	11.92	10.64	11.07	6.53
その他サービス業等	15.41	11.64	13.00	13.25	10.39	8.35
国内部門 計	313.45	240.45	278.85	262.57	225.77	166.40
間接粗付加価値 (A)	196.82	154.59	172.02	164.70	138.99	101.06
国内生産額	510.27	395.04	450.87	427.27	364.76	267.46
直接粗付加価値 (B)	184.09	157.14	147.10	162.49	155.89	136.84
建設費 (C)	409.32	337.49	347.30	356.29	319.67	258.68
B/C	0.45	0.47	0.42	0.46	0.49	0.53
(A+B)/C	0.93	0.92	0.92	0.92	0.93	0.92

資源量を算出した(表—3)。鉄鉱石は躯体に消費される割合が高いが、石灰石は究極的には仕上げ工事等に消費される割合が高く、おおむねコンクリート量に比例した消費となっている。

ナフサや原料炭は揮発油、化学製品、コークスの原料になるために、消費エネルギーとしては計上していない。事業電力は物量表の中で直接投入、間接投入に分けられており、原子力25.5%、火力61.4%、水力13.1%の発電量となっている¹¹⁾。本報告では事業用電力に関しては燃料消費による一次エネルギーを消費エネルギーとして計上した。合計すると、床面積1 m²当りの建設に1923~2885 Mcalのエネルギーが必要である。RC造のエネルギー消費量が大きく、コンクリート量の少ないNo.2、大規模建築であるNo.6のエネルギー消費量が少ない。躯体以上に仕上げ工事にエネルギーが消費され、また建物によって差異が大きい結果となっている。

5. CO₂, SO_x, NO_x, ばいじんの排出量

5.1 CO₂

建物の建設に伴って排出される究極的なCO₂量は、石油製品、石炭、LNGのCO₂排出量原単位に基づいて算出した⁶⁾。セメントについては、セメント生産1トン当り、0.3トンのCO₂が原料の石灰石が分解によって発生するとされており、CO₂排出量に含めた。表—4は建物の建設によって排出する、究極的なCO₂量である。床面積1 m²当り、749から1144 kgのCO₂の排出量と

なっている。CO₂排出量はおおむねエネルギー消費量に正比例しており、No.2, No.6の建物のCO₂の排出量が少ない。

5.2 SO_x, NO_x, ばいじん

排出量原単位のある業種に関して排出量は国内生産額に比例するととして、SO_x, NO_x, ばいじんの排出量を求めた¹⁵⁾。SO_x, NO_xには移動排出源(運輸業)からの排出量が多い。運輸業に対する需要量は産業連関表では細かく得られるために原単位として文献¹⁵⁾を使用して排出量を求めた(表—5)。NO_xに関しては運輸部門から排出される量が過半を占めている。NO_xの排出量の多い建物はSO_x, ばいじんの排出量も多く、各汚染物質量はほとんど正比例の関係にある。床面積1 m²当り、SO_xは724~1432 g, NO_xは695~1137 g, ばいじんは71~126 gの排出量であり、消費エネルギーの大きい建物ほど排出量も大きい。

6. 産業廃棄物

産業廃棄物は各生産部門別に原単位が整備されているが、商業・サービス部門等、整備されていない部門もある。本報告では1985年の原単位になるように、文献7), 8)の数値を加重平均した原単位を使用した。金額的にはどの建物も国内生産額に対して74%程度の原単位が整備されていることになるが、実際には商業・サービス部門等からの産業廃棄物量は少ないと推測される。

表—3 建物1m²の建設に必要な主要資源量

			No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
主要資源量	素材 (0.001m ³)		57	49	93	61	58	90
	鉄鉱石 (kg)		358	314	345	409	425	326
	石灰石 (kg)		433	515	563	453	252	267
	砂利・石材 (kg)		1728	622	1313	812	915	1102
	原料炭 (kg)		156	135	146	173	172	140
	一般炭 (kg)		51	45	52	41	30	28
	重油 (l)		92	86	77	93	68	55
	軽油 (l)		27	20	23	20	21	13
	揮発油・灯油 (l)		33	22	24	20	20	12
	LNG・都市ガス (m ³)		26	22	25	25	20	15
	ナフサ (l)		72	61	55	43	26	32
	コークス (kg)		142	127	137	166	167	128
	事業用電力 (kWh)		431	351	398	412	321	243
	セメント (kg)		258	250	311	172	116	127
建築工事項目ごとの資源量	鉄鉱石 (kg)	躯体	244	178	185	224	207	192
		仕上等	70	96	130	118	115	68
		設備	45	40	30	67	103	66
		経費	0	0	0	0	0	0
	計		358	314	345	409	425	326
	石灰石 (kg)	躯体	209	87	151	106	150	116
		仕上等	206	415	391	313	75	126
		設備	18	13	21	34	27	25
		経費	0	0	0	0	0	0
	計		433	515	563	453	252	267
	事業用電力 (kWh)	躯体	100	68	73	79	69	71
		仕上等	240	202	262	210	153	104
		設備	87	78	60	120	96	65
		経費	4	3	3	3	3	3
	計		431	351	398	412	321	243
	消費エネルギー (Mcal)	躯体	1092	725	809	898	862	800
		仕上等	1359	1293	1576	1322	1039	690
		設備	416	382	275	608	607	418
		経費	18	15	15	12	13	15
	計		2885	2415	2675	2840	2521	1923

表—4 建物1m²の建設によって発生するCO₂量 (単位: kg)

		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
燃料別発生量	石炭	140	124	143	112	82	77
	原油・重油	259	217	239	263	172	139
	軽油	82	61	70	58	57	35
	揮発油・灯油	81	52	59	50	51	30
	都市ガス・LNG	57	46	52	54	42	32
	コークス	447	397	427	519	520	398
	セメント	77	75	93	52	35	38
	計	1144	971	1083	1109	959	749
建築工事項目別発生量	躯体	449	275	345	352	331	347
	仕上等	536	529	648	525	392	219
	設備	152	161	84	227	230	176
	経費	7	6	6	5	6	7
計		1144	971	1083	1109	959	749

表—5 建物1m²の建設によって発生するSO_x, NO_xばいじん量 (単位: g)

			No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
建築 工事 項目 別発 生量	SO _x	躯体	241	166	177	177	190	164
		仕上等	947	761	1014	741	526	378
		設備	232	186	168	318	238	171
		経費	12	10	10	8	9	11
	NO _x	躯体	337	168	235	201	243	207
		仕上等	635	681	782	630	492	321
		設備	156	140	105	219	195	159
		経費	9	7	8	6	7	8
	ばい じん	躯体	24	15	21	17	19	18
		仕上等	79	71	91	73	46	38
		設備	18	16	13	26	22	14
		経費	1	1	1	1	1	1
産業 部門 別発 生量	SO _x	運輸	187	160	184	165	168	117
		その他	1245	963	1185	1127	795	607
	NO _x	運輸	647	535	617	545	562	352
		その他	490	461	513	511	375	343
合計	SO _x		1432	1123	1369	1244	963	724
	NO _x		1137	996	1130	1056	937	695
	ばいじん		122	103	126	117	88	71

表—6 建物1m²の建設によって生じる産業廃棄物量 (単位: kg/m²)

		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
汚でい	躯体	41.4	20.2	29.2	23.8	25.2	24.0
	仕上等	123.2	136.8	157.3	131.7	83.0	69.6
	設備	26.4	23.8	19.6	38.5	32.4	27.6
	経費	2.1	1.6	1.8	1.3	1.6	1.3
廃酸 廃アルカリ 廃油 廃プラスチック	躯体	10.3	7.7	7.3	7.8	6.6	6.7
	仕上等	65.1	47.1	69.5	46.3	32.7	24.0
	設備	15.4	13.0	11.4	23.8	14.7	13.8
	経費	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
くず類	躯体	3.5	1.8	3.3	2.2	2.4	2.8
	仕上等	8.6	7.2	10.2	9.4	6.5	6.1
	設備	1.9	1.4	1.3	2.3	3.0	1.7
	経費	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
燃えがら 鋳さい ダスト類 その他	躯体	30.1	16.6	19.8	19.9	13.3	18.3
	仕上等	27.7	38.8	46.4	40.7	34.3	20.7
	設備	8.8	8.2	6.5	14.2	16.9	10.2
	経費	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
合計		365.0	324.6	384.0	362.4	273.0	227.2

表—6に各事務所建築と産業廃棄物の排出量の関係を示す。1m²当り227.2~384.0kgの産業廃棄物を排出することになる。いずれの産業廃棄物も仕上げ工事による排出量が多い。No. 6, No. 5の大規模建築ほど単位床面積当りの排出量は小さい。

7. 考 察

文献1), 3)等ではエネルギーインテンシティー(kcal/

円)を使用して、建物进行评估している。図—1は建設費を使用して、消費エネルギー、CO₂量、NO_x量、産業廃棄物量を整理したものである。おおむね建設費単価に対して延べ床面積当りの排出量は比例関係にあるといえる。

図—2~図—4は延べ床面積1m²当りの消費エネルギーとCO₂、NO_xおよび産業廃棄物の排出量の関係を示したものである。建築工事項目を躯体、仕上等、設

図-1 単位床面積当りの建設費と消費エネルギー、CO₂量、NO_x量、産業廃棄物排出量の関係 (図中の数字は事務所建築 No.1~No.6 に対応する)

図-2 建築工事項目別の消費エネルギーと CO₂ 排出量の関係 (図中の数字は事務所建築 No.1~No.6 に対応する)

図-3 建築工事項目別の消費エネルギーと NO_x 排出量の関係 (図中の数字は事務所建築 No.1~No.6 に対応する)

備に分類して、各々のインテンシティーを示したが、おおむね消費エネルギーと正比例の関係にあるといえる。仕上げ等および設備の消費エネルギー当りの CO₂ 排出量や産業廃棄物排出量は同程度になるが、躯体は消費エネルギー当りの CO₂ 排出量が多く、NO_x や産業廃棄物

排出量が少ない。図-5 は躯体、仕上げ等、設備に分類して、エネルギーインテンシティーを示したものである。仕上げ等では延べ床面積当りの建設費と消費エネルギーはおおむね正比例であると言えるが、躯体、設備ではバラつきが大きい。

図—4 建築工事項目別の消費エネルギーと産業廃棄物排出量の関係（図中の数字は事務所建築 No.1～No.6 に対応する）

図—5 建築工事項目別の床面積当りの建設費と消費エネルギーの関係（図中の数字は事務所建築 No.1～No.6 に対応する）

表—7 建設費当りの消費エネルギー、CO₂量、NO_x量、産業廃棄物量

	消費エネルギー (Mcal/千円)	CO ₂ (kg/千円)	NO _x (g/千円)	産業廃棄物 (kg/千円)
躯体	12.58	5.09	3.78	0.86
仕上等	8.26	3.24	3.99	1.41
設備	4.98	1.89	1.81	0.62
経費	0.48	0.18	0.21	0.07
総計	7.55	2.97	3.06	0.95

表—7 は 6 例の事務所建築の建設費当りの消費エネルギー、CO₂ 排出量、NO_x 排出量、産業廃棄物排出量を平均して、まとめたものである。各インテンシティーを求めたところ、消費エネルギーは 7.55 kcal/千円、CO₂ 排出量は 2.97 kg/千円、NO_x 排出量は 3.09 g/千円、産業廃棄物排出量は 0.95 kg/千円、となった。消費エネルギー、CO₂ 排出量に関しては躯体工事のインテンシティーが高く、産業廃棄物に関しては仕上げ工事のインテンシティーが高い。

1985 年におけるわが国全体の化石燃料発熱量を国内総生産額で除した値は 3.37 Mcal/千円となる^{11), 18)}。表—7 と比較すると、事務所ビル建設では 2.24 倍のエネルギーインテンシティーとなっている。躯体建設に限れば 3.37 倍となる。

わが国全体の CO₂ 発生量を化石燃料発熱量で除した値は一次エネルギー供給ベースで 0.349 kg/Mcal である⁶⁾。一次エネルギー供給ベースでは石炭・コークスの CO₂ 発生原単位は 0.600～0.635 kg/Mcal、石油系では 0.321 kg/Mcal である。事務所建築の場合、建設に要するエネルギーの 40～50 % は石炭・コークスであり、全 CO₂ 発生量の 4～9 % はセメントの分解によるものである。したがって建設による CO₂ 発生量/消費エネルギー量は高くなる。表—7 から事務所ビル建設に伴う CO₂

発生量は 0.393 kg/Mcal となり、わが国全体の平均値より 13 % 大きく、躯体に限れば 16 % 大きい。

1986 年におけるわが国全体の NO_x 発生量¹⁹⁾を国内総生産額で除すると 2.38 g/千円となり、建設全体では 1.29 倍、躯体に限れば 1.59 倍となり、輸送に伴う NO₂ 排出量の増加が大きいと考えられる。

1985 年における産業廃棄物量を国内総生産額で除した値は 0.309 kg/千円となる。事務所ビルの建設に伴う産業廃棄物量は 0.95 kg/千円であり、3.07 倍の産業廃棄物を排出することになる。

わが国全体のエネルギー消費量は民生用を含めたものであるが、一般に建設に伴う環境負荷量は大きいといえる。

文献 1) では住宅の建設用エネルギーの試算結果を示している。在来工法の木造建築で 900 Mcal/m²、鉄骨プレハブで 735 Mcal/m²、鉄筋コンクリート造集合住宅で 1500 Mcal/m² となっている。事務所ビルを対象とした本報告では 1923～2885 Mcal/m² であり、計算対象が異なるものの、鉄筋コンクリート造集合住宅の 1.28 から 1.92 倍の値となっている。文献 1) では材料の生産エネルギーは主として工場の使用エネルギーから求め、積み立て方式によっているため、二次以降の間接エネルギーが含まれていないことが多い。また、住宅であるた

め事務所ビルに比べて設備工事が少ない等、本報告と比較すると建設用エネルギーは小さくなっていると考えられる。

また米国の例では、文献2)によれば事務所建築の建設用エネルギーは4 449 Mcal/m²、高層住宅は2 007 Mcal/m²となっている。

8. 結 論

6例の事務所建築を選定し、建設に必要な究極的な主要資源量、CO₂、SO_x、NO_x、ばいじん排出量および産業廃棄物排出量を産業連関表を用いて算出した。結果を要約すると、

(1) 直接粗付加価値は建設費の0.42～0.53となり、間接的な付加価値を含めると、究極的な付加価値は建設費の0.92～0.93となった。

(2) 主要資源量として素材、鉄鋼石、石灰石、各種エネルギーの量を求めた。延べ床面積1 m²当り1 923～2 885 Mcalの消費エネルギーとなる。鉄鉱石等は躯体に使用される量が多いが、石灰石や各種エネルギー、事業用電力等は仕上げ工事によって消費される量が最も大きい。

(3) 究極的には延べ床面積1 m²当り749～1 144 kgのCO₂排出量となる。躯体、仕上げ等はおおむね同程度のCO₂排出量となり、設備工事による排出量は全体の17%程度である。

(4) 延べ床面積1 m²当り、SO_xは724～1 432 g、NO_xは695～1 137 g、ばいじんは71～126 gの排出量であり、消費エネルギーの大きい建物ほど排出量も大きく、NO_xは運輸部門から排出される量が過半を占めている。

(5) 延べ床面積1 m²当りの産業廃棄物排出量は225.5～381.8 kgである。躯体工事によって排出する量は全体の17%程度であり、仕上げ工事によって排出する量が65%程度を占めている。

(6) 床面積当りの建設費によって消費エネルギー、CO₂排出量、NO_x排出量、産業廃棄物排出量を整理すると、各々正比例の関係となった。

(7) 建設費当りの各インテンシティを求めたところ、消費エネルギーは7.55 kcal/千円、CO₂排出量は2.97 kg/千円、NO_x排出量は3.09 g/千円、産業廃棄物排出量は0.95 kg/千円、となった。消費エネルギー、CO₂排出量に関しては躯体工事のインテンシティが高く、産業廃棄物に関しては仕上げ工事のインテンシ

ティーが高い。

今後は更新した建物の評価を行い、新築の建物と比較する予定である。

謝 辞

本研究に当りCO₂、SO_x、NO_x、ばいじんの原単位に関して(財)計量計画研究所、外岡 豊氏に多大なご援助、ご指導を頂いた。ここに深謝致します。

参考文献

- 1) 科学技術庁資源調査会：衣・食・住のライフサイクルエネルギー、大蔵省印刷局、昭和55年
- 2) Hannon, B. et al. : Energy and Labor in the Construction Sector, Science Vol. 202. 24, Nov., 1978
- 3) Chapman, P.F. : The Energy Intensity of Building Materials, Energy Policy, Mar., 1975
- 4) 建設物価調査会：建設部門分析用産業連関表、平成元年11月
- 5) A.J. デリソラ, S.J. キルク：建物のライフサイクル・コスト分析、鹿島出版会、昭和62年
- 6) 石油産業活性化センター：炭酸ガス温室効果と我が国石油産業の対応に関する調査報告書、平成元年
- 7) 産業公害防止協会：産業廃棄物排出量原単位調査報告書、昭和56年
- 8) 通商産業省立地公害局公害防止指導室：昭和62年度における産業廃棄物排出量等の調査結果について、産業公害Vol. 25 No. 6 pp. 36～44, 1989
- 9) 宮沢健一：産業連関分析入門、日本経済新聞社、昭和55年
- 10) 金子敬生：産業連関分析、有斐閣双書、昭和51年
- 11) 通商産業調査会：昭和60年産業連関表、磁気テープ、平成元年
- 12) 建設物価調査会：建設工事標準歩掛、第27版、昭和61年
- 13) 建設資料研究所：積算ポケット手帳、1990後期編平成2年
- 14) 清水建設：有価証券報告書総覧、清水建設(株)、平成2年
- 15) 外岡 豊：人工源排出の全体構造、公害と対策、90年11月
- 16) 産業公害防止協会：汚染物質排出量調査報告集、昭和58年
- 17) 岡 建雄：産業連関表による建築物の評価、その1. 省エネルギーと一般事務所ビルの比較、日本建築学会計画系論文報告書、第359号、pp. 17～23、昭和61年6月
- 18) 資源エネルギー庁編：総合エネルギー統計、1990年
- 19) 環境庁編：環境白書(平成2年版)

(1991年7月8日原稿受理、1991年11月12日採用決定)