

建築物のLCIデータの概要

第2回LCAデータベース活用セミナー

2003年10月21日

建築業協会

佐藤 正章

建築物の L C A の動向

建築物のLCA手法・LCIデータ

日本建築学会 地球環境委員会LCA指針策定小委員会
建物のLCA指針 (LCCO₂、LC SO_x、LC NO_x、LCE) 2003.2

空気調和・衛生工学会 地球環境委員会LCA分科会
空調・衛生設備の環境負荷削減対策マニュアル 2001、3

建築業協会 地球環境 環境部会 LCA専門部会
LCA専門部会活動報告書 2003.3

建築環境・省エネルギー機構 環境共生住宅推進協議会
住宅版ライフサイクルインパクト評価(住宅のLCCO₂、LCE) 1998.11

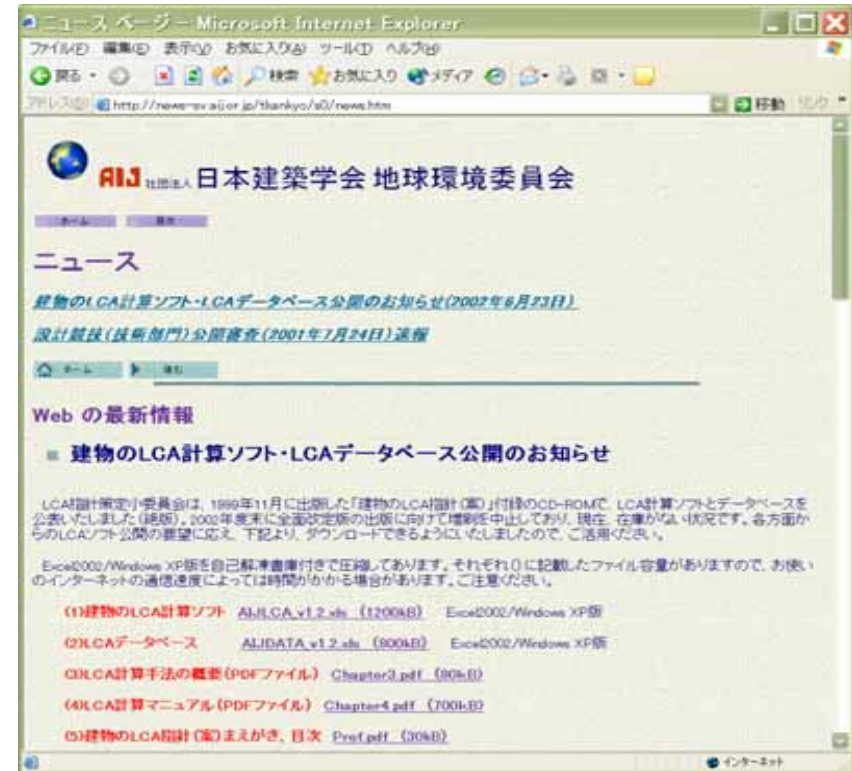
(独)建築研究所
建築LCA計算法(住宅及び事務所のLCCO₂、LCE) 1997.11

国土交通省大臣官房官庁営繕部
庁舎版LCCO₂計算法(庁舎のLCCO₂、LCC) 1998.03

日本建築学会 LCA 指針

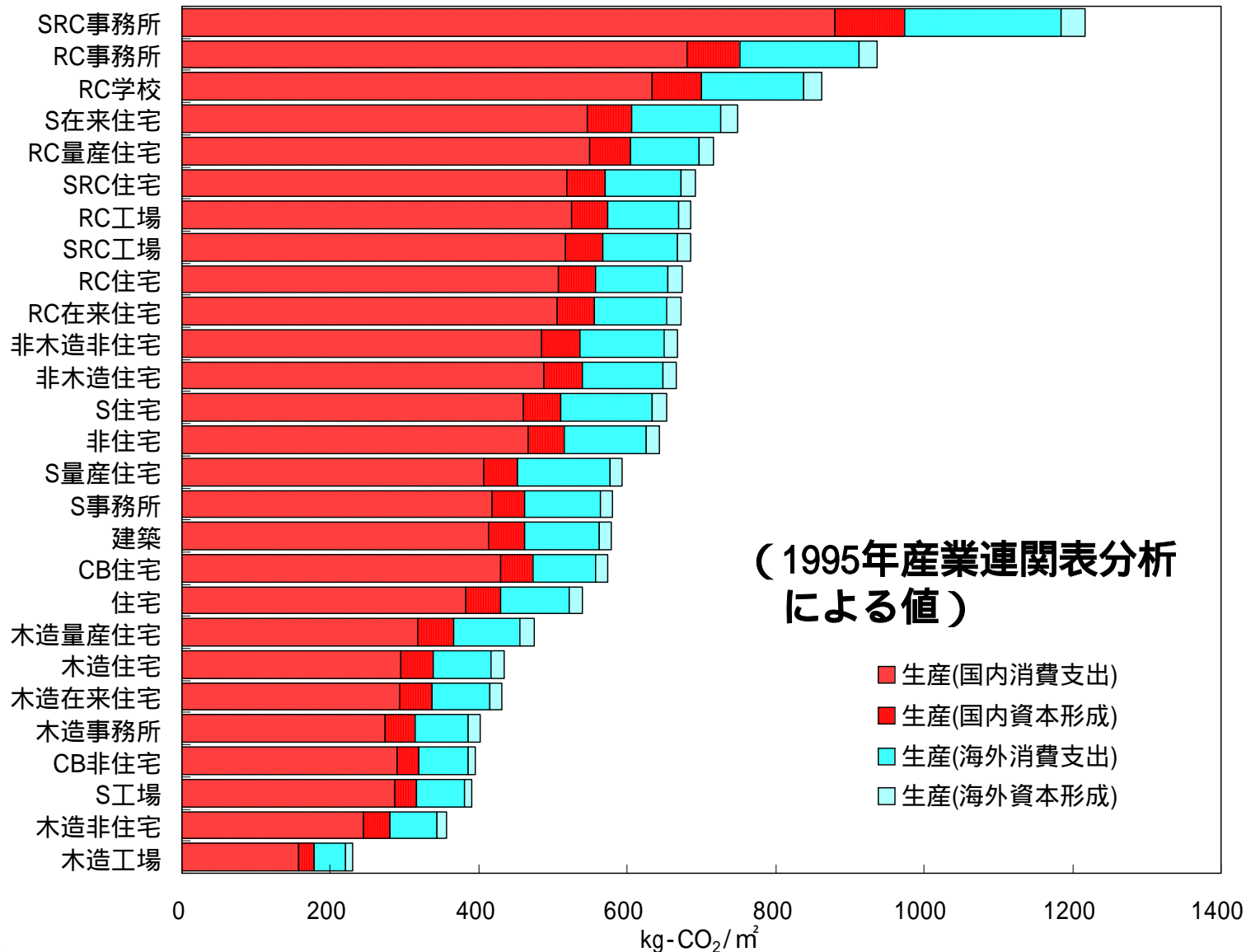
2003年2月発行

CD-ROMおよび学会HPで公開



<http://news-sv.aij.or.jp/tkankyo/s0/news.htm>

建築物の床面積あたりCO₂排出原単位



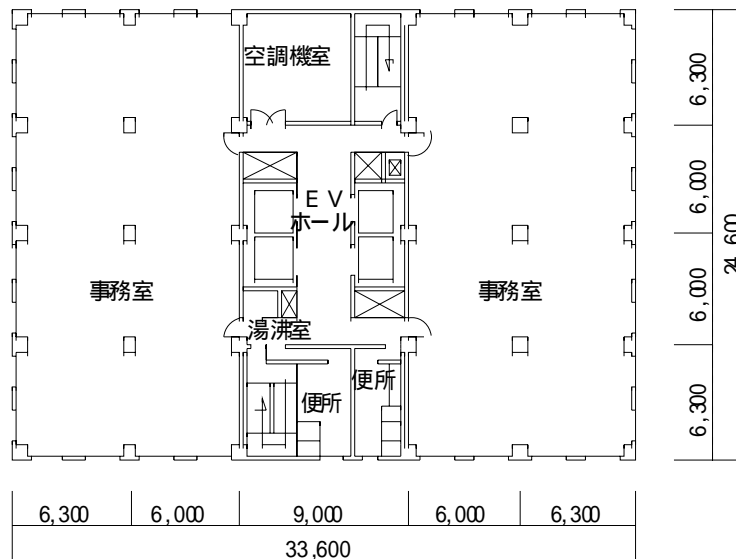
日本建築学会
「建物のLCA指針」、
2003.02 より

建築物のLCIデータ

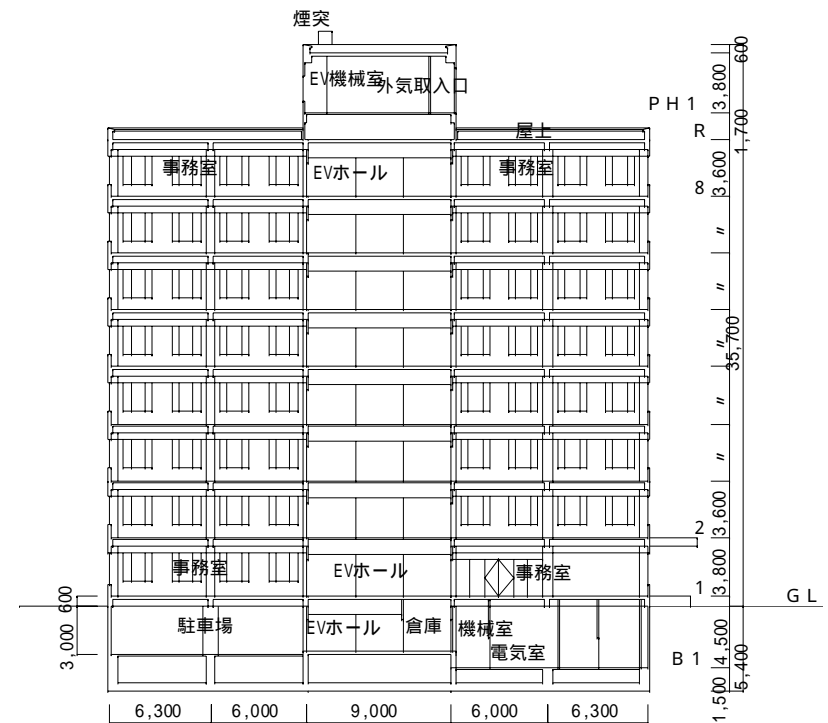
対象製品

【対象製品】

- ・ 建築物は 1 品生産であるため、平均値の設定は難しい。
- ・ R C 造（鉄筋コンクリート造）の事務所ビル
（延床面積7583m²、地上 8 階・地下 1 階）をモデルとして想定した。



平面図



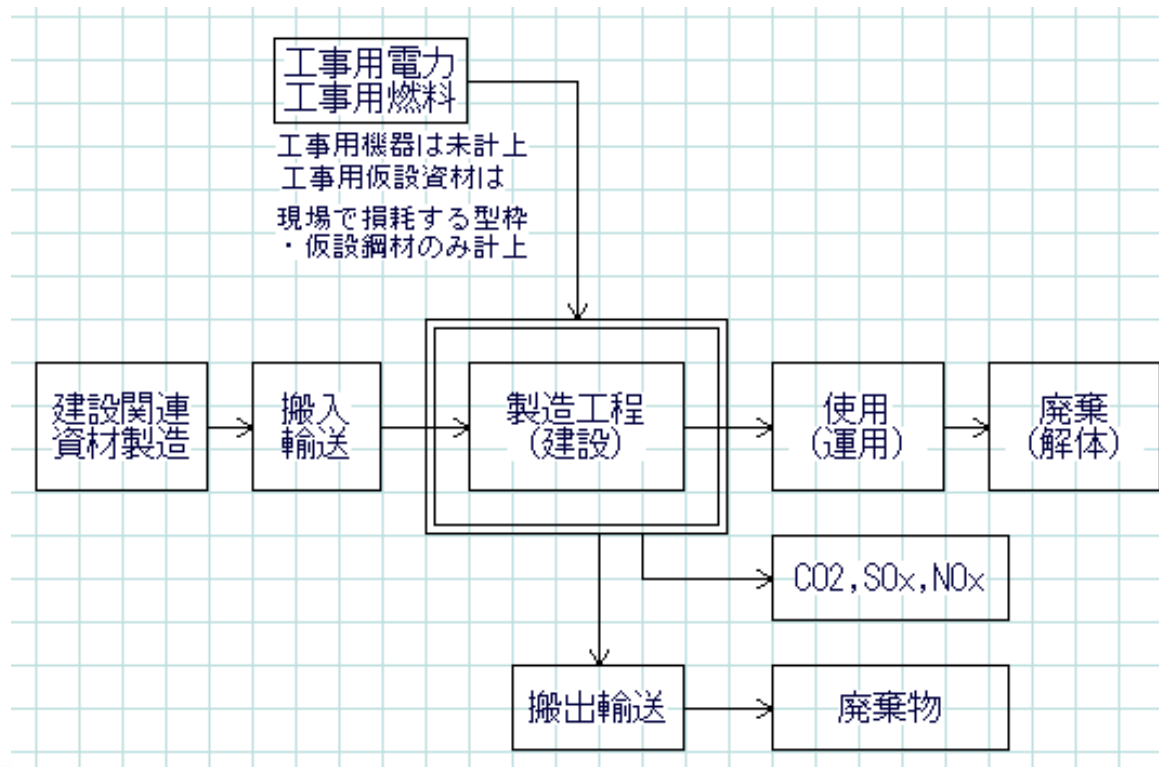
断面図

機能単位とバウンダリー

【機能単位】

- ・ 延床面積あたりのインベントリーを整理した。

【サブシステムと評価のバウンダリー】



入カインベントリーの推定方法

設計図の設計数量（構造体を作る際のコンクリート量や鉄筋量、鉄骨量、床面積、窓面積など）から推定する方法

単品生産であることから、資材を詳細に積算できる段階でLCAを実施しても設計にフィードバックすることはできないため、設計の初期段階での入カインベントリーの推定（投入資材の積算）を行うためのデータ整備が行われている。

建設コスト算定のための「見積書」を基に、資材を積算する方法

（「見積書」では資材量が記載されておらず「性能とコスト」のみが記載されている項目も多くあり、そのままでは、入カインベントリーを積算できない）

建築の複合原単位

設計仕様

構成資材への分解

仕様	No	建材名称	数量	単位
天井仕上 岩綿吸音板 1 m ² あたり	1	岩綿吸音板 19t	7.00	kg/m ²
	2	プラスタボード 9.5t	7.00	kg/m ²
	3	軽量鉄骨 下地	2.70	kg/m ²

部品

素材への分解

仕様	No	建材名称	数量	単位
ガラス・カーテンウォール 1 m ² あたり	1	ガラス 平均 10t	25.00	kg/m ²
	2	アルミ部材	15.00	kg/m ²
	3	スチール部材	3.00	kg/m ²
	4	耐火ボード 25t	1.00	kg/m ²

設備の複合原単位

機器の資材構成 (吸収式冷凍機)

メ-カ- 変数 kW	kg			kg			kg		
	A 社 352	B 社 352	C 社 352	A 社 879	B 社 879	C 社 879	A 社 1758	B 社 1758	C 社 1758
構成材料									
鋳鉄	0	0	0	0	0	0	0	45	0
鋼材	2616	3466	4688	4778	6750	5684	7471	6690	8206
ステンレス	44	35	2	68	2	68	147	25	79
銅	557	398	570	1254	985	791	2564	2923	2281
銅合金類	78	0	135	395	158	0	313	510	709
ゴム類	0	0	0	0	0	0	0	5	0
合成樹脂	5	5	5	5	5	5	5	2	5
合板	0	5	0	0	0	5	0	0	0
冷媒 (Li Br / H ₂ O)	600	750	1170	1790	1925	1730	2400	3400	3800

資材量の一次近似化

kg/kW	
重量一次近似	
係数	定数
0. 0113	-6. 3
2. 6674	2936. 8
0. 0405	11. 8
1. 5119	-137. 1
0. 3186	-62. 1
0. 0013	-0. 7
-0. 0008	5. 4
-0. 0013	2. 4
1. 6675	290. 4



a kWの能力の冷凍機の鋼材の使用量は
 $2.6674 \times a + 2936.8 \text{ kg}$ と推定できる。

入カインベントリー

入力インベントリ（資材投入）の推定

- 設計の初期段階でLCA(LCCO₂)を行うプログラムの中間計算段階のデータを整理して、LCIデータとした。
- 入力のインベントリは、建築と設備に分けてリストアップして、重量の少ないものを「その他」としてまとめて、重量構成比が99.5%以上となるようにした。
- 複合原単位を作成する段階で既に無視した資材があるため、本当の意味で99.5%以上がリストアップされているということではない。

入カインベントリーの補足説明

- 特殊な入カインベントリーとしては、工事用の仮設資材（仮設の足場など）や建設機器（クレーンなど）の投入がある。これは、生産施設における生産装置に該当する。しかし、建物の建設においては、多くのものが複数の建物の建設で流用され、その実態を分析したデータが入手できなかったため、本インベントリデータとして計上していない。
- ただし、下記のデータに関しては入カインベントリーデータに含めた。
 - コンクリート打設用の型枠
コンクリート打設用の型枠は、建設における環境負荷として着目されることも多いが、実際には、可能な限り繰り返し転用されている。しかし、細かな造作部分で利用された型枠や古くなった型枠は、廃棄されるため、型枠の損耗率を考慮した数量を本インベントリーデータに含めた。
 - 仮設鋼材
地下掘削に際して周辺の土地の崩れを防止するために仮設鋼材が利用されるが、施工後に抜き取らない場合も多く、他の現場で流用できない仮設鋼材のみを入カインベントリーデータに加えた。

建築の資材投入の集計

大項目	中項目	工業統計 調査用 産業分類	資材コード (産業連関 表)	資材重量 kg	構成比	累積
建築	コンクリート用 砕石	258111	0622021	5,635,903	38.3%	38.3%
建築	コンクリート用 砂利	258111	0622011	5,012,519	34.1%	72.4%
建築	コンクリート用 セメント (ポルトランド)	252111	2521011	2,073,707	14.1%	86.5%
建築	コンクリート用 鉄筋	261118	2621014	804,250	5.3%	91.8%
建築	砂利	258111	0622011	260,415	1.8%	93.6%
建築	コンクリートブロック	252929	2523011	192,451	1.2%	94.9%
建築	石こうボード	259612	2599021	120,647	0.8%	95.6%
建築	珪藻土用 砂	258111	0622011	88,444	0.6%	96.3%
建築	仮設鋼材	261116	2621011	83,905	0.6%	96.8%
建築	建築用金属製品	284219	2623011	65,804	0.5%	97.3%
建築	合板	162211	1611021	58,238	0.4%	97.7%
建築	外装タイル	254619	2531011	57,077	0.4%	98.1%
建築	珪藻土用 セメント (ポルトランド)	252111	2521011	50,069	0.3%	98.4%
建築	製材	161119	1611011	49,014	0.3%	98.8%
建築	岩綿吸音板	259411	2599021	28,122	0.2%	99.0%
建築	建築用雑金物	284119	2623021	20,656	0.1%	99.1%
建築	サッシ・ドア (鋼材)	284213	2623011	18,886	0.1%	99.2%
建築	板ガラス	251111	2511011	18,351	0.1%	99.4%
建築	アルミサッシ	284211	2722021	14,408	0.1%	99.5%
建築	アスファルト	211124	2039011	11,527	0.1%	99.5%
建築	合成樹脂シート	222311	2211011	11,121	0.1%	99.6%
建築	建築用石工品	258311	0622021	5,971	0.0%	99.6%
建築	ポリスチレンフォーム	224111	2211013	3,873	0.0%	99.7%
建築	ガラスウール	251711	2512011	1,915	0.0%	99.7%
建築	ガリなど (鋼材)	284213	2621011	1,813	0.0%	99.7%
建築	サッシ・ドア (SUS)	284213	2621016	1,717	0.0%	99.7%
建築	その他			41,702	0.3%	100.0%
				14,732,505		

設備の資材投入の集計

大項目	中項目	工業統計 調査用 産業分類	資材コード (産業連関 表)	資材重量 kg	構成比	累積
設備	コンクリート用 砕石	258111	0622021	100,777	17.7%	17.7%
設備	コンクリート用 砂利	258111	0622011	93,790	16.5%	34.3%
設備	普通鋼めっき鋼管	261137	2622011	53,068	9.3%	43.6%
設備	コンクリート用 セメント (ポルトランド)	252111	2521011	42,486	7.5%	51.1%
設備	形鋼	261116	2621011	36,110	6.4%	57.4%
設備	温湿調整装置	298313	3013011	32,330	5.7%	63.1%
設備	板金製品	284319	2623011	26,432	4.7%	67.8%
設備	昇降機	297311	3012011	22,486	4.0%	71.7%
設備	変圧器など	301211	3411031	20,633	3.6%	75.4%
設備	鋼材部品	261116	2623011	19,913	3.5%	78.9%
設備	電気照明器具	3032	3421011	19,766	3.5%	82.4%
設備	コンクリート用 鉄筋	261118	2621014	17,153	3.0%	85.4%
設備	鋼材 (軽量鉄骨)	284112	2621014	16,540	2.9%	88.3%
設備	銅被覆線	274113	2722011	12,784	2.3%	90.5%
設備	冷凍機	298311	3013011	10,476	1.8%	92.4%
設備	配線器具・配線付属品	3014	2631012	8,188	1.4%	93.8%
設備	バルブ等 (鋳鉄)	299214	2631012	5,715	1.0%	94.8%
設備	ガラスウール	251711	2512011	5,321	0.9%	95.8%
設備	銅伸銅品	273111	2722011	91	0.0%	99.5%
設備	その他			2,928	0.5%	100.0%
				567,987		

資材投入を素材と部品に分類

	大項目	中項目	工業統計 調査用 産業分類	資材重量 kg/m2	備考
素材	建築	コンクリート用 砕石	258111	743	建築:コンクリート用 砕石
	建築	コンクリート用 砂利	258111	661	建築:コンクリート用 砂利
	建築	コンクリート用 セメント (ポルトランド)	252111	273	建築:コンクリート用 セメント (ポルトランド)
	建築	コンクリート用 鉄筋	261118	106	建築:コンクリート用 鉄筋
	建築	砂利	258111	34	建築:砂利敷
	建築	石こうボード	259612	16	建築:石こうボード
	建築	仮設鋼材	261116	11	建築:仮設鋼材
	建築	合板	162211	7.7	建築:型枠
	建築	製材	161119	6.5	建築:製材・横矢板
	建築	岩綿吸音板	259411	3.7	建築:岩綿吸音板
	建築	板ガラス	251111	2.4	建築:普通板ガラス、熱線吸収ガラス
	建築	ポリスチレンフォーム	224111	0.51	建築:プラスチック発泡断熱材
部品	建築	建築用金属製品	284219	8.7	建築:OAドア スチール部材
	建築	外装タイル	254619	7.5	建築:外装タイル
	建築	アルミサッシ	284211	1.9	建築:アルミサッシ
	建築	ガリなど(鋼材)	284213	0.24	建築:ガリなど(鋼材)
	建築	サッシ・ドア(SUS)	284213	0.23	建築:建具(SUS)
	設備	普通鋼めっき鋼管	261137	7.0	設備:普通鋼鋼管+亜鉛めっき
	設備	温湿調整装置	298313	4.3	設備:エアハンドリングユニット 合計64台
	設備	昇降機	297311	3.0	設備:昇降機一式
	設備	変圧器など	301211	2.7	設備:高圧機器
	設備	電気照明器具	3032	2.6	設備:照明器具
	設備	銅被覆線	274113	1.7	設備:制御線・幹線
	設備	冷凍機	298311	1.4	設備:空冷ヒートポンプリングユニット 61USRT×4台
	設備	衛生陶器+付属品	254111	0.42	設備:大便器・小便器・洗面器・掃除流し(金具共)
	設備	強化プラスチック製板	224311	0.32	設備:FRP 水槽
	設備	多段うず巻ポンプ	297112	0.25	設備:空調用・衛生用合計11台
		合計		2,011 kg/m2	

入カインベントリー（エネルギー）の推定

施工現場での電力消費量	13	kWh/m ²	（延床面積あたり）
施工現場での軽油消費量	2.3	L/m ²	

- データ収集方法

建築業協会 環境部会 による実施工現場での環境負荷把握のためのアンケート（平成13年度実施）に基づき、RC造の建物のデータで、信頼できそうな14件のデータを平均した。

- 電力は、作業事務所での利用を含む場合もある。
- 軽油は、主に建設機械のエンジン等において消費されたものと推定している。
- その他、場合によっては、施工現場の作業者のための暖房や給湯に伴う灯油やプロパンガスが消費される場合もあるが、作業者のための環境負荷であるため、今回は除外した。

出カインベントリー

出カインベントリー（処理委託廃棄物）の推定

副産物として入力

区分	対象	処理方法	管理方式	建設段階の発生量 kg/m ²
発生物	地下掘削による発生土	残土処分	廃棄物ではない	1,325
合計				1,325

廃棄物として入力

区分	対象	処理方法	管理方式	建設段階の発生量 kg/m ²
廃棄物	汚泥(泥水)	脱水-埋立	管理型	305
リサイクル	コンクリートガラ・瓦礫	再生砕石	その他（リサイクル）	22
リサイクル	木くず	ボート原料用チップ	その他（リサイクル）	7.7
リサイクル	スクラップ	電炉で再生	その他（リサイクル）	4.0
廃棄物	ガラス・陶器くず 全般	混廃-選別-破砕-埋立	安定型	1.6
廃棄物	石膏ボート	直接埋立	管理型	0.76
合計				341

製造（建設）段階での廃棄物の主要なものは、杭工事における汚泥（泥水）、端材、コンクリート用の型枠の残材である。

発生土と汚泥は敷地の掘削により生じるものであり、インベントリーデータ上ではインプットは無いが、アウトプットがあるという特殊なインベントリーである。

なお、将来の建物廃棄にあたって敷地を平らに復元するとすれば、この分のインプットが生じると考えることもできる

出カインベントリー（環境負荷物質）の推定

大気への環境負荷物質としては、**施工現場での軽油の消費に伴う排出を軽油消費量から推定した。**

測定データは無いが、PFC、SF6については、本サブシステムでの排出は実質的に0と判断した。

電力の消費に伴う環境負荷は、発電のインベントリを考慮して、LCAの実施者が加算することになる。

水質・土壌に対する環境負荷のデータは無いため、インベントリーデータを示していない。

HFC : 空調冷媒や断熱発泡剤に含まれる可能性があるが未測定

ばいじん : 燃料の燃焼に伴い発生すると思われるが未測定

BOD, COD, 全リン, 全窒素, 懸濁物質 :

排水に含まれる可能性があるが、地域の排水規制範囲内と思われる。測定値がない。

軽油消費量から環境負荷物質を推定

軽油の燃焼に伴う温室効果ガスの大気排出

	排出係数	排出量 kg/m ²	温暖化 係数	CO ₂ 換算 排出量
燃料の使用に伴うCO ₂	2.64 kg-CO ₂ /L	6.1	1	6.1
ガソリン機関における燃料の使用に伴うCH ₄ 排	0.0064 kg-CH ₄ /L	0.015	21	0.3
ガソリン機関における燃料の使用に伴うN ₂ O排	0.000023 kg-N ₂ O/L	0.000	310	0.02

- ・環境庁の施行令による排出係数を用いた。
- ・温暖化係数でCO₂に換算すると、N₂Oに関しては、無視することも可能と思われる。

0として登録

軽油の燃焼に伴うSO_xの大気排出

	排出係数	排出量 g/m ²
軽油の使用に伴うSO _x	0.738 g-SO ₂ /L	1.7

- ・硫黄含有率から[SO_x]の排出を下記のように推定した。
- ・硫黄含有率0.045%（工業会データ）、比重0.82を仮定すると
- ・ $0.82 \text{ kg/L} \times 0.00045 \times 64/32 \text{ (SO}_2\text{/Sの分子量の比)} \times 1000 = 0.738 \text{ g-SO}_2\text{/L}$

軽油の燃焼に伴うNO_xの大気排出

	排出係数	排出量 g/m ²
自動車のNO _x 排出係数 自動車平均 データ	14.21 g-NO ₂ /L	32.7

- ・「産業連関表を用いた我が国の生産活動に伴う環境負荷の実態分析 データ集 表A8」による排出係数を用いた

出カインベントリー（製品の素材構成）の推定

素材	資材重量 kg/m ²	備考
コンクリート	1,711	躯体、基礎、ブロック
鉄	166	鋼材、鋼管、鉄筋
砂利	34	砂利
モルタル	18	珪砂
石こうボード	15	石こうボード
陶磁器	7.8	衛生器具、タイル
合成樹脂	3.8	ビニールシート、塩ビ管、断熱材、水槽
岩綿	3.7	岩綿吸音板
アルミ	3.7	アルミサッシ、アルミ部材
ガラス	3.5	窓、照明器具
鋳鉄	2.3	鋳鉄部品、鋳鉄管
銅	1.7	銅線、銅配管
アスファルト	1.5	アスファルト
ガラス繊維	1.0	グラスウール
石	0.79	建築用石工品
ステンレス	0.54	ステンレス配管、サッシなど
銅合金	0.11	銅合金類
鉛	0.084	鉛管
ゴム	0.020	防振ゴム

1,975 kg/m²

集計手順

入カインベントリ

各インベントリの素材への分解

（建設段階で端材などの廃棄物となる分を除く）

素材の集計

注) 入カインベントリーデータ内の「仮設鋼材」は、地下掘削に際して周辺の土地の崩れを防止するための仮設材であるが、施工後に抜き取らない場合も多くあり、厳密に言えば「建物」の素材ではないが、敷地に残存する建材であり素材に含めた。

製品の廃棄時の環境負荷の推定に活用する

参考データ

建築物の使用（運用）段階でのインベントリーデータ

- 使用段階（建物の利用段階）に関しては、使い方により、データが大きく異なる
- 建物運用のインベントリーを含めたLCAを行うLCAの実施者は、対象とする建物の運用エネルギーの実測値を入手することが比較的容易

必要に応じてフォアグラウンドデータとして、収集すべき

事務所のエネルギー消費量の調査データの例

- (財)日本ビルエネルギー総合管理技術協会の調査データ
平成10年度 建築物エネルギー消費量調査報告書 (調査A第X
XI報), 1999.03 など

電	調査資料数	660		
	有効資料数	655 (2SDカット資料数 635)		
	延床面積	10,096,103 m ²		
	有効延床面積	10,019,195 m ²		
	合計消費量	1,660,772,602 kWh/年	3,736,738,355 Mcal/年	
気	原 単 位	平均値	166 kWh/m ² ・年	373 Mcal/m ² ・年
		単純平均値	160 kWh/m ² ・年	361 Mcal/m ² ・年
		2SDカット値	148 kWh/m ² ・年	333 Mcal/m ² ・年
ガ	調査資料数	660		
	有効資料数	459 (2SDカット資料数 458)		
	延床面積	10,096,103 m ²		
	有効延床面積	6,738,940 m ²		
	合計消費量	56,057,841 m ³ /年	563,956,838 Mcal/年	
ス	原 単 位	平均値	8.32 m ³ /m ² ・年	83.7 Mcal/m ² ・年
		単純平均値	7.16 m ³ /m ² ・年	69.0 Mcal/m ² ・年
		2SDカット値	5.31 m ³ /m ² ・年	48.7 Mcal/m ² ・年

END