

# 建設廃棄物の発生抑制に関する研究（その2）

## －解体廃棄物の原単位の設定に関する検討－

占部 武生 及川 智

### 要 旨

建設廃棄物の発生抑制策毎の廃棄物量等に関するライフサイクルアセスメント的評価を行うことを想定し、そのために必要な解体時の原単位について、既存の報告事例を用いて地域、建設年、組成、建築物の構造・用途の違いによる検討を行った。その結果、全廃棄物の原単位への地域、建設年の影響及び主な組成の原単位の地域差はほぼないといえることを示し、現時点での構造別・用途別の原単位をまとめた。また、アスベスト、石膏、PCB等の有害廃棄物関連の発生状況についても述べた。

キーワード：解体廃棄物、原単位、床面積、組成

### 1 はじめに

東京都における産業廃棄物の発生量は平成11年度で2,559万トンに達し、最終処分の多くを他県に依存している。全発生量のうち建設廃棄物は約40%を占め、不法投棄の多くが建設廃棄物によるものとされている。そうした課題解決のため、東京都は廃棄物処理計画における重点課題の一つとして、都における建設廃棄物の発生抑制の促進をあげている。

その際、発生抑制策毎の廃棄物量、環境負荷量等のライフサイクルアセスメント（LCA）的な定量評価が必要になり、そのためには建設、使用、修繕、解体時それぞれの原単位を把握する必要がある。そこで、これまで報告された主要な原単位データを用いて、LCA評価に重要なウエイトを占める解体時の原単位の設定に関する検討を行った。

### 2 これまでの調査事例とその問題点

建設物には構造、用途の違いがあり、建設統計等では構造別・用途別に集計されている。今後我々が想定している解析では、構造・用途の分類を固定資産課税台帳のそれに対応させる必要があるが、ここではその前段として表1に示すような分類で検討を行うことにした。

木造・住宅の解体時の原単位は'90年代前半から調査されはじめ、これまで報告されたものが数は少ないがいくつかある<sup>1,4)</sup>。しかし、非木造の解体時の原単位の調査が始まったのは'90年後半で、現在においても調査事例は非常に少ない<sup>5,6)</sup>。これまで報告されている原単位の主な問題点として以下のことがあげられる。

- ① 原単位データが全体的に少なく、東京都に限ればデータはさらに少なくなる。現在のところ、地域や建設年の異なる原単位データをどこまで利用できるか検討する必要が生ずるが、これに関する検討はあまりなされていない<sup>4)</sup>。
- ② 調査事例により組成項目がかなり異なっている。
- ③ 組成別の重量を直接測定するのではなく、設定した見掛比重値を用いて容積から重量に換算している例が多い。

表1 建設物の構造、用途の種類

構造		用途
W	木造	住宅
S	鉄骨造	事務所
SRC	鉄骨鉄筋コンクリート造	教育施設
RC	鉄筋コンクリート造	店舗
		工場
		倉庫
		その他

表 2 調査事例の測定方法及び見掛比重一覧

構造	地域	測定の有無		見掛比重 (t/m <sup>3</sup> ) *					
		容積	重量	木くず	コンクリート片	金属くず	混合廃棄物	廃プラスチック	ガラス・陶磁器
木造	関東A1 <sup>2)</sup>	測定	測定	0.213±0.041 (19.3)	1.195±0.101 (8.4)	0.304±0.158 (52.1)	0.802±0.142 (17.7)	0.115±0.044 (38.2)	0.744±0.255 (34.3)
	関西B1 <sup>4)</sup>	測定	一部測定、ほとんど見掛比重から算出	0.2286*	1.056*	0.093*	0.6096*	-	-
	全国C1 <sup>3)</sup>	測定	測定	0.220±0.050 (22.9)	1.138±0.274 (24.1)	0.089±0.044 (49.4)	0.520±0.178 (34.2)	0.078±0.042 (54.0)	-
非木造	関東D1 <sup>5)</sup>	測定	見掛比重から算出	0.16*	1.8*	0.29*	0.26*	0.11*	0.59*
	関東D2 <sup>6)</sup>	測定	マニフェストを利用	0.4*	1.7*	-	-	-	-

注 1) 無印は実測値、\*は他からの引用値  
2) 関東A1と全国C1：平均±標準偏差、括弧内は変動係数

④ 処理が問題になることの多い石膏、アスベスト、PCB等についての調査がほとんどなされていない。

た調査事例については、適宜組成を選択し検討を加えた。

表 3 今回集計した組成

組 成 名	内 訳
木くず	
コンクリートくず	コンクリート破片、レンガ破片、石塊、ブロック等
金属くず	鉄、アルミニウムくず等
混合廃棄物	ガラス・陶磁器くず、瓦、石膏ボード、断熱材、廃プラスチック、紙くず、畳等
全廃棄物	木くず、コンクリートくず、金属くず、混合廃棄物

3 検討方法

3.1 使用した調査事例について

原単位調査のなかには、2で述べたように調査方法が異なったり、調査サンプル数が少ないものが多い。そこで、今回は例えば調査事例全てのデータをまとめて総平均値を算出するようなことはせず、調査サンプル数が比較的多く、組成もある程度共通な調査事例を選び、調査事例毎のデータを用いて有用な情報を抽出するようにした。使用した主な調査事例を表2に示す。

3.2 組成分類について

調査によって組成項目の数、種類がかなり異なり、その影響を受けて例えば混合廃棄物の組成の内訳が異なることが多かった。しかし、木くず、コンクリートくず、金属くずについては、比較的多くの調査で組成調査が実施されていたので、ここでは残りを混合廃棄物として集計した。今回集計に用いた組成とその内訳を表3に示す。組成をこれ以上に細かく分類し

4 検討結果

4.1 見掛比重

表2からわかるように、組成毎の容積を測定し他で収集した見掛比重データを用いて重量を算出している調査事例が多かった。しかも、使用された組成毎の見掛比重が事例ごとにより異なっていた。木造・住宅における実測した組成別見掛比重についても、同表よりばらつきが比較的大きいことがわかる。

今後、容積から重量に換算する方式を採用する場合、容積の測定方法をできるだけ共通化した上で、適正な見掛比重を設定する必要がある。

表 4 木造・住宅の組成別原単位

組 成	関東A1 <sup>2)</sup>			関西B1 <sup>4)</sup>			全国C1 <sup>3)</sup>		
	数	平均	標準偏差	数	平均	標準偏差	数	平均	標準偏差
木くず	8	0.077	0.016	16	0.089	0.021	20	0.090	0.022
コンクリートくず	8	0.156	0.054	16	0.041	0.075	20	0.207	0.065
金属くず	8	0.009	0.005	16	0.004	0.002	20	0.006	0.004
混合廃棄物	8	0.164	0.054	16	0.242	0.071	20	0.130	0.060
全廃棄物	8	0.406	0.072	16	0.384	0.092	20	0.433	0.103

注) 単位:t/m<sup>2</sup>

#### 4.2 原単位に対する地域の影響

今回使用した調査事例の木造・住宅における解体時の原単位を表4に示す。

表4において、分別の仕方に直接関係のない全廃棄物量の原単位データに対して、地域間による平均値の差についてt検定を行ったところ、いずれの地域間にも有意な差は認められなかった。

木造・住宅の組成毎の発生量と床面積との関係を図1に示す。原点を通る勾配が原単位 (kg/m<sup>2</sup>) を意味する。図1より、関西B1についてはコンクリートくずの原単位が小さいが、逆に混合廃棄物の原単位が大きくなっている。この事例の場合、コンクリートくずの分別が十分行われず、混合廃棄物に入れられた可能性がある。

表4のデータを用いて、組成別原単位の地域間の平

均値の差についてt検定を行ったところ、コンクリートくずと混合廃棄物について、有意な地域差がみられる場合があった。しかし、これは前述したように関西B1においてコンクリートくずの分別が十分行われなかったことによるためと思われた。試みに、コンクリートくずと混合廃棄物を合わせたデータを用いて同様な統計的検定を行ったところ、いずれの場合も地域差はみられなかった。しかし、原単位の値が他に比べて小さい金属くずにおいては、関西B1と全国C1の間に地域差がみられた。

建設省（現在国土交通省）では建設に投入される構造別、用途別の建設工事資材労働力需要実態調査を実施しており、品種ごとの原単位と素材毎の原単位を集計している<sup>7)</sup>。関東圏と全国に関する木造・住宅専用とRC・住宅専用の素材毎の集計原単位の推移をそれ

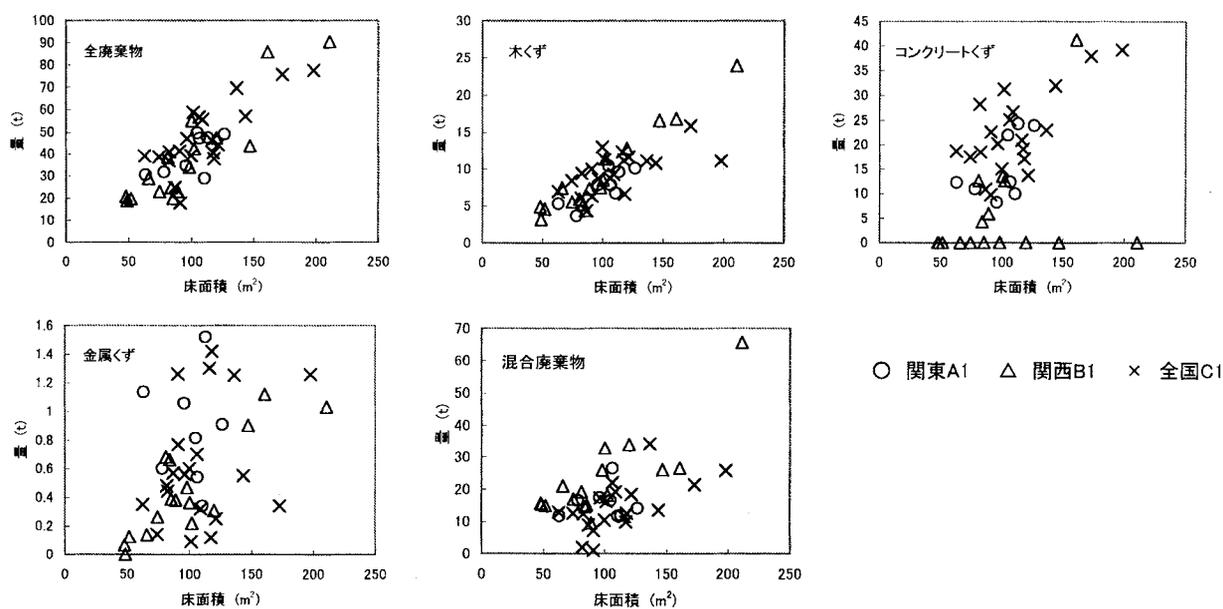


図1 木造・住宅における地域毎の組成別発生量と床面積との関係

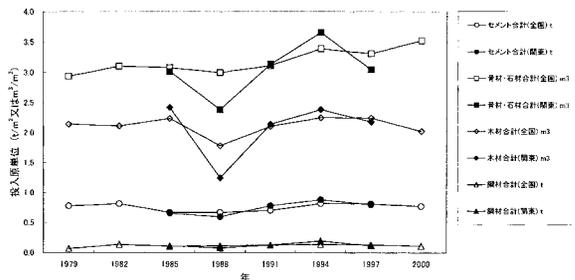


図2 木造・住宅専用における投入資材の原単位の推移

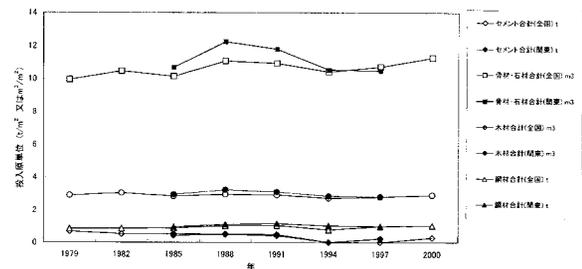


図3 RC住宅専用における投入資材の原単位の推移

ぞれ図2と図3に示す。これらの図によれば、長期的にみればいずれの素材も関東圏と全国の間で顕著な差は認められない。

以上の解体時及び建設時の原単位に関する検討結果から、現時点では分別調査が十分に行われるケースでは、全廃棄物及び主な組成の原単位の地域差はほぼないと考えてよいと思われる。

#### 4.3 原単位に対する建設年の影響

図2と図3によれば、住宅専用の木造及びRCのいずれにおいても、建設時に投入される骨材・石材の原単位に漸増傾向が認められるが、それ以外の素材においては特に顕著な経年変化は認められない。

全国C1の木造住宅の解体時の原単位の年次推移を図4に示す。これによれば、プラスチックは'60年代から使用されるようになり、最近ではほぼ一様とみなせるレベルになっている。クロスについては'75年頃から増加傾向が続いている。今回の集計では、プラスチックやクロスは混合廃棄物に含めた。図に示していないが混合廃棄物の場合、建設年に関係なくほぼ一様とみなすことができた。

したがって、原単位への建設年の影響は、組成割合の少ないものについてはみられるものがあるが、主要な組成については、ほぼないとみなすことができる。

#### 4.4 構造別・用途別原単位

木造の主用途である住宅の原単位については4.2～4.3で検討した。ここでは、非木造のうち数の多いRCの用途別の全廃棄物原単位について検討する。全廃棄物量と床面積との関係を図5に、この原単位のヒストグラムを図6に示す。図6より、用途毎に特徴あるヒストグラムがみられるとともに、頻度は低いがそれぞれの用途に大きな原単位データが含まれることがわかる。建築業協会では、原単位のデータを12区分し、6区分以上を除いて集計している<sup>5)</sup>。表5のデータはそうして得られた原単位である。

つぎに、事務所の構造別の全廃棄物量と床面積との関係を図7に示す。これより、ばらつきは大きいですが、構造毎に異なった原単位を持つことがうかがわれる。

今回使用した調査事例から、非木造の解体時の構造別・用途別・組成別の原単位をまとめたものを表5に示す。

#### 4.5 有害廃棄物の発生状況

建築業協会では、非木造の建築物で飛散性アスベスト、フロン・ハロン、PCB等の排出状況を調査している<sup>5)</sup>。この調査によれば、飛散性アスベストとフロン・ハロンは全調査件数中約20%の割合で発生し、'50代～'70年代の建物に集中している。PCBは10%の割合

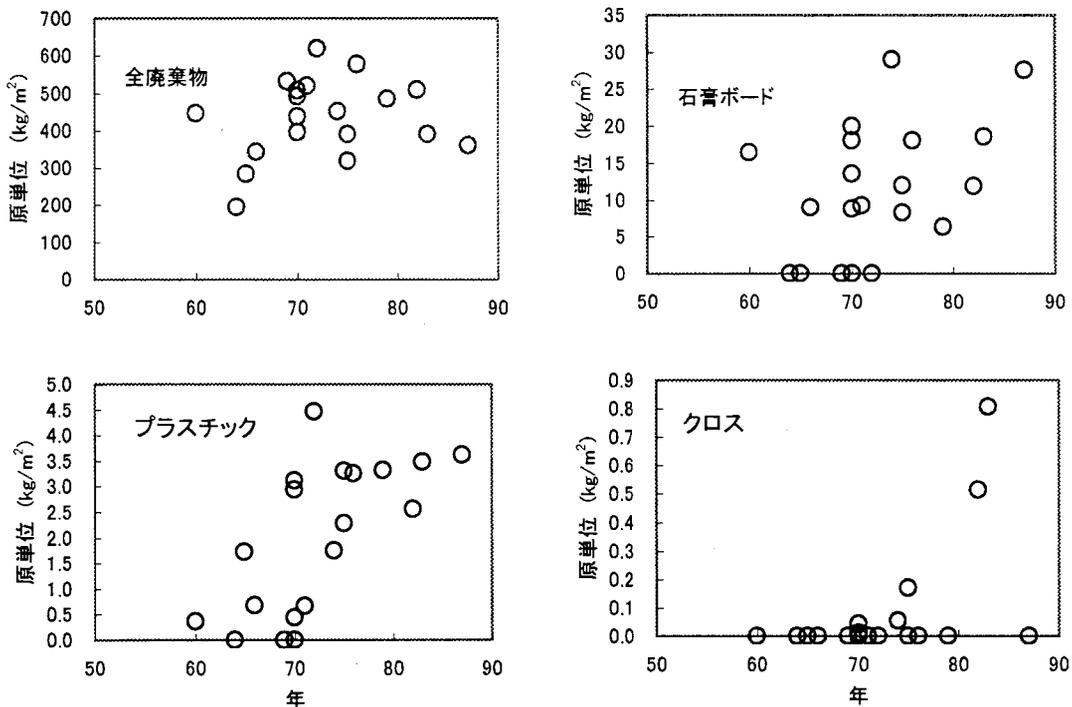


図4 木造・住宅における組成毎の原単位と建設年との関係 (全国C1)

表5 非木造における用途別、構造別の組成別原単位

組成	用途	(社)建築業協会 <sup>5)</sup>												(財)都市基盤整備公社 <sup>6)</sup>	
		S			SRC			RC			総計			RC	
		数	平均	標準偏差	数	平均	標準偏差	数	平均	標準偏差	数	平均	標準偏差	数	平均
木くず	事務所	6	0.004	0.003	7	0.003	0.001	8	0.008	0.005	22	0.005	0.004	-	-
	集合住宅	4	0.010	0.001	1	0.004		26	0.009	0.006	32	0.009	0.006	190戸	0.026
	教育施設	2	0.005	0.003	1	0.004		13	0.005	0.004	17	0.005	0.004	-	-
	工場	11	0.006	0.005				1	0.012		13	0.007	0.005	-	-
	倉庫	4	0.008	0.005	1	0.003		2	0.011	0.011	8	0.007	0.007	-	-
	その他	5	0.002	0.002	2	0.001	0.001	13	0.007	0.004	20	0.005	0.004	-	-
総計	32	0.006	0.005	12	0.003	0.001	63	0.008	0.006	112	0.007	0.005	-	-	
コンクリートくず	事務所	15	0.582	0.219	9	0.964	0.469	13	1.073	0.478	39	0.815	0.463	-	-
	集合住宅	3	0.701	0.157	1	1.215		28	1.118	0.321	36	1.041	0.334	190戸	0.73
	教育施設	2	0.521	0.133	1	1.325		15	1.128	0.458	19	1.023	0.498	-	-
	工場	15	0.570	0.310				1	0.947		17	0.588	0.305	-	-
	倉庫	6	0.699	0.309	1	1.988		3	1.004	0.523	12	1.014	0.552	-	-
	その他	9	0.691	0.443	2	1.079	0.215	12	1.292	0.455	24	1.020	0.516	-	-
	総計	50	0.617	0.309	14	1.097	0.470	72	1.134	0.421	147	0.921	0.467	-	-
	事務所	11	0.089	0.027	7	0.056	0.048	12	0.051	0.024	31	0.066	0.036	-	-
金属くず	集合住宅	2	0.086	0.034	1	0.107		19	0.053	0.044	25	0.059	0.044	190戸	0.048
	教育施設	2	0.127	0.043	1	0.060		12	0.064	0.048	15	0.072	0.050	-	-
	工場	14	0.079	0.062				1	0.073		16	0.074	0.060	-	-
	倉庫	5	0.085	0.051	1	0.144		2	0.039	0.009	10	0.068	0.053	-	-
	その他	8	0.096	0.062	2	0.136	0.056	12	0.059	0.043	23	0.077	0.057	-	-
	総計	42	0.088	0.053	12	0.081	0.056	58	0.056	0.041	120	0.069	0.049	-	-
混合廃棄物	事務所	13	0.023	0.017	8	0.008	0.004	13	0.015	0.011	36	0.016	0.013	-	-
	集合住宅	2	0.005	0.003	1	0.009		32	0.016	0.011	40	0.016	0.013	190戸	0.009
	教育施設	1	0.017		1	0.025		16	0.016	0.014	19	0.016	0.013	-	-
	工場	14	0.020	0.015				1	0.014		16	0.019	0.015	-	-
	倉庫	6	0.019	0.011	1	0.019		3	0.016	0.013	12	0.018	0.012	-	-
	その他	7	0.017	0.010	2	0.008	0.007	15	0.020	0.013	26	0.018	0.012	-	-
総計	43	0.019	0.014	13	0.010	0.006	80	0.016	0.012	149	0.017	0.013	-	-	
全廃棄物	事務所	15	0.722	0.214	9	1.020	0.473	14	1.260	0.526	39	0.981	0.476	-	-
	集合住宅	3	0.796	0.164	1	1.335		28	1.193	0.340	37	1.100	0.365	190戸	0.813
	教育施設	2	0.717	0.153	1	1.441		15	1.221	0.479	19	1.124	0.511	-	-
	工場	16	0.639	0.381				1	1.050		18	0.656	0.373	-	-
	倉庫	6	0.837	0.324	1	2.181		3	1.054	0.512	12	1.117	0.533	-	-
	その他	9	0.858	0.411	2	1.223	0.278	12	1.378	0.489	24	1.141	0.506	-	-
	総計	51	0.738	0.333	14	1.184	0.500	73	1.234	0.448	149	1.026	0.481	-	-

注) 単位: t/m<sup>2</sup>

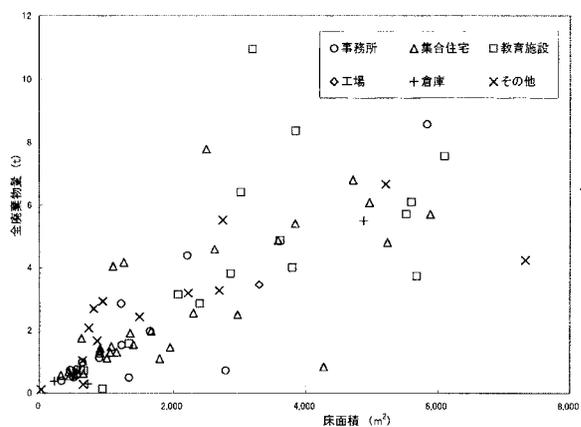


図5 RCにおける用途別の全廃棄物量と床面積との関係

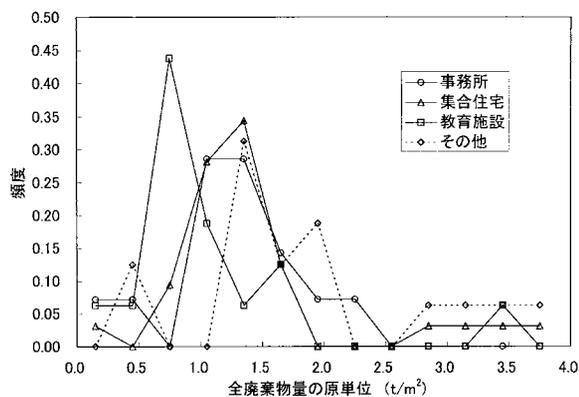


図6 RCにおける用途毎の全廃棄物量原単位のヒストグラム

で発生し、'60年代の建物に多い。フロン・ハロン含有製品として冷房装置が、PCB含有製品としてコンデンサー・トランス、蛍光灯安定器等があげられている。なお、フロン・ハロン、PCBは'20年代～'30年代の数例の建物でもみられたが、これは増改築部分に起因するものとみられている。

このような調査が継続されることにより、有害廃棄物に関連するものの発生状況がより明らかになると思われる。

## 5 おわりに

建設物の解体時の原単位について、既存の報告事例を用いて地域、建設年、組成、建築物の構造・用途の違いによる検討を行った。その結果、全廃棄物の原単位への地域、建設年の影響及び主な組成の原単位の地域差はほぼないといえることを示し、現時点での構造別・用途別の原単位をまとめた。また、アスベスト、石膏、PCB等の有害廃棄物関連の発生状況についても述べた。

なお、今後は以下の解析を予定している。

- ① 新たに報告されるデータを加えて設定した構造別・用途別・組成別の原単位と、別報の建物の寿命解析結果<sup>8)</sup>を用いて行う東京都における建築廃棄物の組成別発生量の予測
- ② 長寿命化、修繕等の発生抑制策をとったときの建設、使用、修繕、解体にいたる廃棄物量、環境負荷量等のライフサイクルアセスメント的定量評価

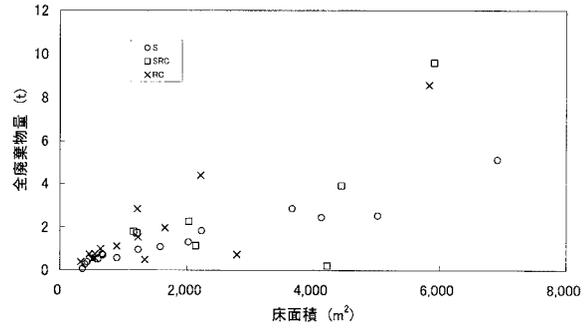


図7 事務所における構造毎の全廃棄物量と床面積との関係

## 引用文献

- 1) 埼玉県解体業協会:解体廃棄物の組成分析 (1996)
- 2) 住宅産業解体処理業連絡協議会:木造家屋解体工事に伴う組成分析調査報告書 (1991)
- 3) 全国解体工事業団体連合会:木造建築物解体工事の現場「木造(軸組)住宅解体組成分析調査報告」(2000)
- 4) 橋本征二、寺島泰:建築解体廃棄物の原単位設定、廃棄物学会論文誌、10、1、p.35-44 (1999)
- 5) 建築業協会:建築物の解体に伴う廃棄物の原単位調査報告書 (2002)
- 6) 橋本千代司、菅沼誠:建物解体工事における混合廃棄物等の処理方式に関する研究、都市基盤整備公団調査研究期報、No.129、p.78-91 (2001)
- 7) 国土交通省:建設工事資材労働力需要実態調査(1976-2002)
- 8) 及川 智、占部武生:建設廃棄物の発生抑制に関する研究(その1)、東京都環境科学研究所年報、p.182-190 (2002)

## Research on controlling the construction waste (2) - A study concerning setting up waste generation rates of demolition waste -

Takeo Urabe, Tomo Oikawa

### Summary

A study concerning the effect on region, construction year, waste, and the type of building and use to waste generation rates of demolition waste was undertaken using existing ones to do LCA analysis by generation control of building waste. As a result, generation rates of whole wastes and major components are not nearly affected on region and construction year. Waste generation rates by structure and use were arranged and discharge situation of waste asbestos, gypsum and PCBs was mentioned .

**keywords:** abolition waste, waste generation rate, floor area, component