建築廃棄物と工事工程の関連性に関する研究

VOLUME AND CONTENTS OF BUILDING CONSTRUCTION WASTES IN RELATION TO CONSTRUCTION PROCESS

竹尾 健一*

Kenichi TAKEO

To better plan and control building construction wastes, exact patterns of waste emission in relation to construction process must be elucidated. Using survey data on numerous executed projects, the author has clarified that construction time governs the pattern, that more than half of the total wastes is emitted after the time when finish work is at the highest so that the crucial part of waste control to enhance 3R exists in how to deal with finish work mixed wastes amounting 80 % of the total and so on, all of which are fundamental to wastes planning and control methodology.

Keywords : *building construction waste, wastes emission pattern, 3R, zero emission, construction process*

建築廃棄物, 廃棄物発生パターン, 3R, ゼロエミッション, 工事工程

1. はじめに

建築施工時に発生する廃棄物（以下、建築廃棄物）は、同一種類が一定の頻度で発生する他産業の廃棄物とは異なり、工事の進捗に伴って多種多様に変化する。躯体工事の期間ではコンクリートの残材や鉄筋の端材、型枠に使用されるベニヤの端材などが多く、その種類は比較的限定的である。しかし仕上工事の期間には使用される建築資材の種類が多様化し、それに伴い非常に多くの種類の廃棄物が発生する。発生量も杭・山留・土工事から躯体工事までは比較的少なく、仕上工事の開始に伴って徐々に増加する傾向がある。廃棄物を分別し3R（Reduce：発生抑制、Reuse：再使用、Recycle：再資源化）を推進するためには、廃棄物の種類や発生量の変化に合わせた分別ヤードの整備や分別容器の設置が必要である。また工程管理を行う上で、竣工間際に大量に発生する廃棄物を迅速かつスムーズに排出することが、仕上工事の最終段階を無駄なく進めるポイントになる。以上のように、廃棄物計画を行うためには発生量の把握とともに工事工程との関連性を考慮する必要があると考える。

建築廃棄物の排出時期に言及した既往研究としては、建築生産プロセスにおける混合廃棄物の量、排出頻度、CO₂排出量について考察を行った名知らによる研究¹⁾、解体工事における廃棄物種類と発生時期に関する調査研究を行った小川らによる研究²⁾などがある。しかし工事工程との関連性に関する研究成果は発表されていない。

本研究では実績データを基に、建築廃棄物と工事工程の関連性を明らかにすることを目的とし、以下の項目について考察を行う。

- (1) 過去の廃棄物の排出実績を基に、工程進捗と廃棄物発生量の推移の関係（以下、廃棄物発生パターン）を明らかにし、建築種別（工期の長さ、地下階の有無、構造、建物用途）ごとの傾向につ

いて考察する。

- (2) 具体的な物件のデータを基に、工事期間を①杭・山留・土工事、②躯体工事、③躯体+仕上工事、④仕上工事の4種類に区分し、各工事期間と廃棄物発生量の割合の関連性について分析する。
- (3) 上記について建物用途と構造の組合せによる比較、工期短縮を目的に採用する特殊構工法による影響について考察する。
- (4) ゼロエミッションモデル現場の廃棄物実績を基に、具体的な廃棄物種類ごとの発生パターンについて考察する。

2. 建築種別ごとの廃棄物発生パターンの傾向

2.1 分析データの概要

筆者が所属する建設会社の施工物件のうち、2007年4月から2010年3月に竣工した首都圏を所在地とする新築工事の中から計88件を任意に抽出し、廃棄物の排出実績を集計した。物件は新築工事のみの契約物件を対象とし、解体工事が同時進行したものは対象外とした。サンプルデータの内訳を表1に示す。物件のデータは工期の長さによって12ヶ月以下（工期区分1）、24ヶ月以下（工期区分2）、24ヶ月超（工期区分3）の3種類、構造に関してはS造、RC造、SRC造の3種類に分け、また、山留・土工事による工程への影響を考慮して、地下階の有無の2種類に区分した。本分析に用いた工期

表1 サンプルデータの内訳（件数）

構造	S造			RC造			SRC造			合計
	地下 無	地下 有	計	地下 無	地下 有	計	地下 無	地下 有	計	
工期区分1(12ヶ月以下)	10	2	12	13	1	14	2	0	2	28
工期区分2(～24ヶ月以下)	5	11	16	7	11	18	3	4	7	41
工期区分3(24ヶ月超)	0	8	8	0	6	6	0	5	5	19
計	15	21	36	20	18	38	5	9	14	88

* 大成建設環境本部環境開発部 工修

Environmental Development Dept. Environment Div., Taisei Corporation, M. Eng.

は新築工事の着工から竣工までの期間とし、新築工事前の準備工事や竣工後のテナント工事などの期間は含めない。建設汚泥は発生した直後に排出されることが多く、現場での3R対策ができないことから対象廃棄物から除外した。また廃油、廃アルカリ、廃酸、特別管理廃棄物も特殊な条件の現場でのみ排出されることから対象廃棄物から除外した。データは現場で発行した電子マニフェスト^{注1)}から取得し、紙マニフェストからの転記ミスや入力ミスによる誤差を限りなく排除した。また比重の大きいコンクリートや、逆に小さい紙くずのように比重の大小によって見た目の感覚と数値に相違が生じないように、数値データは重量数値に変換せず電子マニフェストに記録されている見かけの体積(m³)を使用した。

2.2 データ集計および分析方法

工期の異なる各物件を工程の相対的な進捗度を指標に用いて比較分析するため、全工期を100%として工程を10%間隔に分割し、その期間の廃棄物発生量を集計した。サンプルデータの集計手順は以下の通りである(表2参照)。

①全工期を100%とした時の各集計月の相対的な進捗率(以下、工程進捗率)を求める。

②月別の廃棄物発生量を積算し、全発生量を100%とした時の各期間別発生量の割合(以下、発生量割合)を求める。

③工程進捗率10%ごとの発生量割合の累計を、前後の工程進捗率による比例計算により算出する。

2.3 全体データによる廃棄物発生パターンの比較

(1) 廃棄物発生パターンの工期区分別による特徴

図1に工期区分別の廃棄物発生パターンの比較を示す。また各集計データの分散範囲を図2に示し、それぞれの平均値および標準偏差を表3に示す。廃棄物の発生量割合の上昇傾向を見ると、最も早い段階から発生量割合の上昇傾向が見られるのは、工期が短い工期区分1であり、工期区分2、工期区分3の順に発生量割合の上昇時期が徐々に遅くなっていることが分かる。図2のデータの分散範囲にも同じ傾向を確認することができる。つまり工期が長く規模の大きい物件ほど、竣工前に廃棄物の発生が集中していると考えられる。最も大きな差が発生している工程進捗率80%時点に着目すると、工期区分1では76%の廃棄物の排出されているのに対して、工期区分3では49%の廃棄物しか排出しておらず、残りの工期20%の間に51%の廃棄物を排出していることが分かる。一般的にこの時期は受電を控えた仕上工事の最盛期であり、現場の工程管理および品質管理において最も重要な局面を迎える時期と重なる。

(2) 廃棄物発生パターンの地下階有無別による特徴

地下階の有無別の廃棄物発生パターンの比較を図3に示す。工程進捗率が50%までは発生量割合に相違は認められないが、工程進捗率が80%の時点になると最大14%の差が現れている。表1のサンプルデータを見ると地下階の無い物件は、全体工期も比較的短い物件が多いことが分かる。このように地下階の有無と工程の長さ相互に関係していることから、(1)の分析結果と同様に、工期が短い物件(地下階の無い物件)ほど発生量割合の上昇が早い時期に始まる傾向があると考えられる。地下階の有無によって躯体工事と仕上工事の開始時期(躯体工事:基礎工事開始時、仕上工事:内装仕上開始時)に相違があるかどうかを確認するため、全サンプルデータのうち工程情報を得ることができた50件(地下無し:24件、地下有り:26件)について分析を行なった。図4(地下階無し)および図5(地下階有り)に各物件の全工期を100%とした時の躯体工事と

表2 発生量割合の計算例

集計月	0	1	2	3	4	5	6	7									
工程進捗率	0%	10%	14%	20%	29%	30%	40%	43%	50%	57%	60%	70%	71%	80%	86%	90%	100%
発生量(m3)		10		2		3		8		16		38		8			
発生量割合		12%		2%		4%		9%		19%		45%		9%			
発生量割合の累計		8%	13%	14%	17%	22%	31%	44%	73%	93%	100%

図1 工期区分別の廃棄物発生パターンの比較

図2 工期区分別の廃棄物発生パターン(データ分散範囲)

表3 発生量割合の累計の平均値と標準偏差

工程進捗率	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
工期区分1	平均 2%	5%	9%	13%	19%	32%	51%	76%	94%
	標準偏差 3%	4%	4%	4%	5%	6%	8%	9%	5%
工期区分2	平均 2%	4%	7%	10%	15%	24%	38%	61%	88%
	標準偏差 2%	3%	4%	5%	5%	5%	6%	9%	8%
工期区分3	平均 1%	2%	5%	9%	13%	19%	30%	49%	80%
	標準偏差 2%	2%	3%	4%	4%	4%	6%	9%	8%

図3 地下階有無別の廃棄物発生パターンの比較

仕上工事の開始時期を示す。地下階無しの場合の躯体工事開始時期の平均は工程進捗率 19%時点、地下階有りの場合は 25%時点と後者の方が遅くなっている。これは地下階が有る場合、山留工事および土工の期間が長くなり、その分躯体工事の開始時期が遅くなるためであると考えられる。一方、多くの廃棄物が発生する仕上工事の開始時期は双方とも平均 55%～56%の時点であり、大きな差異は認められない。

(3) 廃棄物発生パターンの構造別による特徴

構造別による廃棄物発生パターンの比較を図 6 に示す。S 造と RC 造の廃棄物発生パターンはほぼ同じ傾向になっている。また SRC 造においても発生量割合の上昇時期は他の構造よりやや遅いものの、全体的には大きな差異は認められない。

(4) 廃棄物発生パターンの建物用途別による特徴

建物用途別による廃棄物発生パターンの比較を図 7 に示す。サンプルデータの建物用途は合計で 13 種類（社内で規定した種類）に分散していたため、ある程度のサンプル数がそろった 4 種類の建物用途（事務所：30 件、集合住宅：16 件、教育施設：9 件、工場：8 件）について分析を行なった（表 4 参照）。工場の発生量割合の上昇が他の建物用途よりやや早い時期になっているが、それ以外については建物用途による差異は認められない。

以上の結果より、廃棄物の発生パターンに大きな影響を与える条件は工期の長さであると考えられる。

3. 個別物件データによる詳細分析

3.1 物件データの抽出

建物用途と構造の組合せによる廃棄物発生パターンを比較するため、前述の建物用途（事務所、集合住宅、教育施設、工場）の中から個別の物件データを抽出して分析を行った。表 4 に各建物用途と構造の組合せによる物件データのサンプル数と抽出対象を示す。工期の長さの条件を同じにするため、事務所（S 造）、集合住宅（RC 造）、教育施設（RC 造）は工期区分 2、工場（S 造）は工期区分 1 の物件を抽出対象とし、工程情報を得られた物件（事務所：12 件中 6 件、集合住宅：5 件中 5 件、教育施設：6 件中 4 件、工場：6 件中 5 件）を抽出した。また工期短縮を目的に採用される特殊構工法の影響について検証を行うため、特殊構工法を採用した物件を前述のサンプルデータの中から抽出した。工期短縮を目的とした特殊構工法には①逆打工法（本設の床および梁を山留め支保工として利用し、掘削しながら地下躯体と地上躯体を同時施工する工法）、②1 階床先行工法（掘削終了後、1 階床を先行構築し地上躯体と地下躯体を同時施工する工法）、③PCa 工法（工場生産した PCa 躯体部材を現場で組立てる工法）などがある。その中から逆打工法を採用した 3 物件（逆打+PCa/RC 造：2 件、逆打/S 造：1 件）を抽出して分析を行った。表 5 に各物件の建築概要を示す。

3.2 工事期間区分の定義

建築の施工は、杭工事→山留工事→土工→躯体工事→仕上工事の順番に進められるのが一般的である。また躯体工事と仕上工事については上階と下階で同時進行する重複期間がある。図 8 に示すように各工事が進捗する工事期間は主たる工事の開始や区切りによって①杭・山留・土工（着工～基礎躯体開始）、②躯体工事（基礎躯体開始～仕上開始）、③躯体+仕上工事（仕上開始～上棟）、④仕上

図 4 各物件の躯体工事および仕上工事開始時期（地下階無し）

図 5 各物件の躯体工事および仕上工事開始時期（地下階有り）

図 6 構造別の発生パターンの比較

図 7 建物用途別の発生パターンの比較

表 4 物件データのサンプル数と抽出条件

	工期区分1			工期区分2			工期区分3			合計
	S造	RC造	SRC造	S造	RC造	SRC造	S造	RC造	SRC造	
事務所	3	3	1	12	3	2	6	0	0	30
集合住宅	0	2	0	1	5	2	0	5 (逆打)	1	16
教育施設	0	0	1	1	6	1	0	0	0	9
工場	6	1	0	1	0	0	0	0	0	8

工事（上棟～竣工）の 4 つの区分（以下、工事期間区分）に分類することができる。各工事期間では搬入される資材に違いがあり、廃棄物の発生量やその内容に相違があると考えられる。

3.3 建物用途別、構造別の廃棄物の発生原単位

建物用途、構造の違いによる廃棄物の発生量の相違を確認するため、(社) 建築業協会が発表している延床面積あたりの廃棄物発生量（以下、発生原単位）³⁾を図 9 に示す。建物用途別では事務所、集合住宅、教育施設については発生原単位に大きな差異が見られない。一方、工場の発生原単位は他の建物用途の半分程度の数値となつて

いる。構造別の発生原単位は、RC造がやや大きい数値になっているが全体的には大きな差異は見られない。以上のことより、抽出された物件データの中では工場を除いて廃棄物の発生原単位に大きな差が無いと仮定することができる。この結果を踏まえて前述の各物件について分析を行う。

3.4 各物件データの工事期間区分別の発生量割合の比較

(1) 事務所、集合住宅、教育施設

発生原単位に大きな差が見られなかった事務所、集合住宅、教育施設について分析を行う。図10、図13、図16に各建物用途の物件ごとに、各工事期間区分に要した期間の割合を示す。3つの建物用途の杭・山留・土工の工事期間は全工期の12～29%であり、平均的にはおよそ20%前後である。そのうち事務所6、集合住宅4、教育施設2、教育施設4は杭工事が無いため、他の物件よりも比較的短くなっている。躯体工事の期間（仕上工事との重複期間を含む）は31～59%である。また仕上工事の期間（躯体工事との重複期間を含む）は37～54%である。仕上工事の開始時期を見ると工程進捗率47～63%の時点であり、平均的には50～60%の時点である。図11、図14、図17に各工事期間に排出された廃棄物の発生量割合を示す。杭・山留・土工の期間の廃棄物の発生量割合は2～10%であり、非常に少ないことが分かる。躯体工事の廃棄物の発生量割合は教育施設3を除いて7～21%であり、平均的には15%程度である。仕上工事期間（躯体工事との重複期間を含む）の廃棄物の発生量割合は事務所で81～84%、集合住宅で74～85%、教育施設は66～91%であり、平均的には80%程度を占めると考えられる。躯体工事との重複期間は、躯体工事による発生量割合が小さいことから仕上工事によるものが多くを占めると予想される。

多くの廃棄物が発生する工程進捗率50%の時点以降の発生量割合（全廃棄物発生量を100%とする）の推移を図12、図15、図18に示す。工程進捗率80～90%の時点で発生量割合がピークとなっている物件が多く、その発生量割合は全廃棄物の30～40%程度となっている。特に集合住宅は発生量割合の推移が一定である。発生量割

合のピークが70～80%の時点となっている事務所3と教育施設1の物件は受電時期（各78%、77%）が比較的早い時期であり、その他の物件よりも早い段階で廃棄物の発生量が増加している。一方、事務所2、事務所5、教育施設4は発生量割合のピークが90～100%の時点であり、竣工の直前に発生量割合のピークが見られる。受電時期がやや遅い時期（85%以上）であることの影響が考えられるが、同じく受電時期が遅い事務所1、4、集合住宅1、4、教育施設2、3

表5 物件データの建築概要

	工期区分	建物用途	構造	地上階	地下階	延床面積	工期	杭	受電時期 工程進捗率	構工法
事務所1	2	事務所	S造	10	0	9,078	13	○	88%	在来
事務所2	2	事務所	S造	11	1	10,097	17	○	94%	在来
事務所3	2	事務所	S造	7	1	5,871	16	○	78%	在来
事務所4	2	事務所	S造	10	1	3,184	18	○	86%	在来
事務所5	2	事務所	S造	7	1	7,582	19	○	87%	在来
事務所6	2	事務所	S造	10	2	7,608	18	×	83%	在来
集合住宅1	2	集合住宅	RC造	13	0	9,077	14	○	93%	在来
集合住宅2	2	集合住宅	RC造	7	0	3,753	15	○	83%	在来
集合住宅3	2	集合住宅	RC造	4	1	6,054	16	○	81%	在来
集合住宅4	2	集合住宅	RC造	3	1	1,427	17	×	91%	在来
集合住宅5	2	集合住宅	RC造	7	2	7,591	15	○	83%	在来
教育施設1	2	教育施設	RC造	3	0	2,312	13	○	77%	在来
教育施設2	2	教育施設	RC造	3	0	3,882	17	×	91%	在来
教育施設3	2	教育施設	RC造	7	2	14,330	13	○	92%	在来
教育施設4	2	教育施設	RC造	4	2	11,138	17	×	88%	在来
工場1	1	工場	S造	3	0	2,793	9	○	78%	在来
工場2	1	工場	S造	5	0	4,988	10	○	90%	在来
工場3	1	工場	S造	3	0	3,165	10	×	85%	在来
工場4	1	工場	S造	5	0	5,572	8	×	94%	在来
工場5	1	工場	S造	4	1	7,587	9	○	79%	在来
逆打1	3	集合住宅	RC造	38	1	74,200	29	○	90%	逆打/Pea
逆打2	3	集合住宅	RC造	42	2	99,155	31	○	83%	逆打/Pea
逆打3	3	宿泊施設	S造	26	2	63,040	32	○	86%	逆打

図8 建築施工の工事期間の構成

図9 建物用途、構造別の発生原単位（建築業協会報告書より）

図10 工事期間区分の割合（事務所）

図11 工事期間区分別の発生量割合（事務所）

図12 進捗率50%以降の発生量割合（事務所）

図13 工事期間区分の割合（集合住宅）

図14 工事期間区分別の発生量割合（集合住宅）

図15 進捗率50%以降の発生量割合（集合住宅）

図16 工事期間区分別の割合（教育施設）

図17 工事期間区分別の発生量割合（教育施設）

図18 進捗率50%以降の発生量割合（教育施設）

図 19 工事期間区分別の割合（工場）

図 20 工事期間区分別の発生量割合（工場）

図 21 進捗率 50%以降の発生量割合（工場）

図 22 工事期間区分別の割合（逆打）

図 23 工事期間区分別の発生量割合（逆打）

図 24 進捗率 50%以降の発生量割合（逆打）

ではこの傾向は見られず、これらの物件の特性であると考えられる。

以上の結果から、廃棄物の発生原単位が同程度の事務所、集合住宅、教育施設は、工程進捗率 50～60%の時点から仕上工事（躯体工事との重複を含む）が開始され、仕上工事期間中に廃棄物の約 80%が発生していることが確認された。また平均的には工程進捗率 80～90%の時点で廃棄物の発生量割合がピークを迎え、受電の時期が早い物件は発生量のピークが早くなる傾向があることが分かった。

(2) 工場

他の建物用途よりも廃棄物の発生原単位が小さい工場について分析を行う。図 19、図 20 にそれぞれ各物件の工事期間区分の割合と廃棄物の発生量割合を示す。工場のサンプル物件は工場 5 を除いて地下階が無く、また工場 3 と工場 4 は杭工事が無いため杭・山留・土工事の工事期間が、事務所や集合住宅よりもやや短い傾向が見られる。仕上工事（躯体工事との重複を含む）の開始時期は工程進捗率 37～52%の時点とやや早い。仕上工事期間の廃棄物の発生量割合は他の建物用途と同様に 80%程度を占めている。工程進捗率 50%の時点以降の発生量割合の推移を図 21 に示す。工場 1 を除き、発生量割合のピークは工程進捗率 80～90%の時点であるが、その前の期間（70～80%）も比較的高い割合になっている。この傾向は発生量割合のピークが工程進捗率 70～80%である工場 1 でも確認できる。以上の結果から、工場についても他の建物用途と同様に仕上工事からの廃棄物の発生が大半を占めることが分かった。しかし、発生量のピークとなる時期は短期間に集中するのではなく徐々に増加する傾向があることが確認された。また廃棄物の発生原単位が他の建物用途の半分程度であることを考慮すると、排出のピーク時における廃棄物管理は比較容易であると想像される。

(3) 特殊構工法（逆打工法）

工期の短縮を目的に採用される特殊構工法のうち、逆打工法および PCa 工法を採用した物件について分析を行った。逆打 1、2 は PCa による積層工法^{注2)}と逆打工法を採用した RC 造の集合住宅、逆打 3 は逆打工法を採用した S 造の宿泊施設である。図 22、図 23 にそれぞれ各物件の工事期間区分の割合と廃棄物の発生量割合を示す。仕上工事の開始時期は、逆打 1 と逆打 2 では工程進捗率 52%、48%の時点、逆打 3 では 37%の時点である。これらの物件では基準階から仕上工事が開始されており、物件 1、物件 2 では 7 階以降、物件 3 では 4 階以降が基準階であるため、物件 3 の方が早い時期になっていると考えられる。3 つの物件の仕上工事期間の発生量割合

は 82～92%であり、在来工法の物件よりも割合が高い。これは逆打工法の採用により在来工法よりも躯体と仕上工事の重複期間が長くなることが影響していると考えられる。工程進捗率 50%時点以降の発生量割合の推移を図 24 に示す。図 15（在来工法の集合住宅）と比較すると、逆打 1、2 の物件では工程進捗率 70～80%時点の発生量割合が在来工法の物件よりも高く、早い時期に廃棄物の増加が始まっている。逆打 3 の物件は発生量割合のピークが工程進捗率 80～90%に集中しており、特異な発生パターンになっている。PCa 工法採用の効果として、躯体工事から発生する廃棄物の抑制が考えられるが、PCa による積層工法の施工時期が仕上工事期間と重複しているため、これらのデータから確認することはできなかった。

4. 主要な廃棄物種類の発生パターン

多品目分別を徹底したゼロエミッションモデル現場（物件 A）^{注3)}の実績データを調査し、具体的な廃棄物種類の発生パターンを分析する。なお、この物件は前述のサンプルデータには含まれていない。

4.1 物件 A の建物概要

所在地：東京都、工期：33 ヶ月

建物用途：事務所、構造：S 造 地上：38 階 地下 3 階

延床面積：253,400m² 工法：逆打工法

物件 A は 111 品目の廃棄物を徹底分別し 3 R を推進した結果、混合廃棄物の割合をわずか 14%（容積比）に抑制した。そのため単品で排出された廃棄物の割合が多く、詳細な分別品目ごとの排出実績を得ることができた。

4.2 工事期間区分別の各廃棄物種類の割合

111 品目の廃棄物のうち新聞や雑誌などの事業系一般廃棄物（16 品目）とリユース品（5 品目）を除いた産業廃棄物 90 品目を、表 6 に示す廃棄物種類に分類して分析を行った。図 25 に工事期間区分別の発生量割合と各廃棄物種類が占める割合を示す。仕上工事期間（躯体工事の重複期間含む）からの廃棄物の発生量割合が 92%を占めている。これは 3.4(3)で得られた結果と同様の傾向であり、逆打

表 6 廃棄物種類の内訳

廃棄物種類	分別品目(全95品目)
コンクリート・がれき類	コンクリート、アスコン、その他がれき類 全3品目
石膏ボード	異物付、メーカー別石膏ボード 全3品目
ガラス陶磁器くず	ケイカル板、岩綿吸音板、ALC、タイル、ガラス他 全20品目
金属くず	鉄くず、電線、缶類、スプレー、シュレッダー他 全7品目
廃プラスチック	硬質、軟質、PPバンド、塩ビ管、CD管、クロス他 全40品目
ダンボール(紙くず)	搬出先別、セメント袋、包装紙他 全5種類
木くず(単品)	グレード別(A,B,C)、おがくず、枕木他 全7品目
混合廃棄物・その他	安定型、管理型、ダスト他 全10品目

図 25 工事期間区分別の各廃棄物の割合

図 26 仕上工事期間中の各廃棄物種類の発生割合

工法を採用していることが理由の一つであると考えられる。各工事期間区分の各廃棄物種類の割合は、杭・山留・土工事で混合廃棄物の割合が高く、躯体工事ではコンクリートと金属くずの割合が高い。躯体+仕上工事ではコンクリートと金属に加えて石膏ボードの割合が高くなっている。また廃棄物の大半を占める仕上工事では石膏ボードの割合が最も高い。躯体+仕上工事（工程進捗率 55%時点）以降に発生した廃棄物種類別の発生量割合（全廃棄物発生量を 100%とする）を図 26 に示す。排出量割合のピークは工程進捗率 90～100%の時点であり、竣工直前の排出量が多かったことが分かる。廃棄物種類ごとの特徴を見ると、最も多く発生している石膏ボードは仕上工事期間を通して発生しており、特に受電前の時期の発生量が多い。木くずは受電の前後から発生量が増加している。これらは仕上工事が完了した部分の養生材や設備機器の搬入時に使用される木枠によるものであると考えられる。ダンボールは発生量の数値が小さいが、これは圧縮機による減容化の効果であり、空隙を含んだ状態では約 3～4 倍（現場実測値）の体積に増加するため、仕上工事期間において重点管理が必要な廃棄物であると言える。コンクリートは躯体工事だけでなく仕上工事においても定常的に発生している。仕上工事に必要な躯体の研り作業によるもの、駄目穴や機械台の打設時の既設配管内の残コンなどが発生していると考えられる。

以上のことから仕上工事期間中に発生する廃棄物の中では石膏ボード、木くず、ダンボール、コンクリートの割合が高く、これらの品目の発生時期を考慮した廃棄物計画が重要であると考えられる。

5. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- ・廃棄物発生量の増加時期は工期の長さによる影響が強く、工期が長いほど、発生量が遅い時期に上昇する傾向が見られる。
- ・地下階の無い物件は比較的工期の短い物件が多く、早い時期に廃

棄物発生量の上昇傾向が見られる。また地下階が無い物件は躯体工事の開始時期は早くなるが、仕上工事の開始時期に地下階の有無は影響しない。

- ・建物用途別および構造別による廃棄物発生パターンは、事務所、集合住宅、教育施設において大きな差異が見られない。
- ・サンプル物件による分析を行なった結果、廃棄物の発生原単位が同程度である事務所、集合住宅、教育施設の建物用途では工程進捗率 50～60%の時点から仕上工事が開始され、廃棄物の約 80%が仕上工事期間に発生している。また、工程進捗率 80～90%の時点で廃棄物の発生割合がピークを迎える場合が多い。
- ・廃棄物の発生原単位が小さい工場は仕上工事の開始時期がやや早く、廃棄物の発生量のピークとなる時期は、短期間に集中するのではなく徐々に増加する傾向がある。
- ・逆打工法を採用した物件では、躯体と仕上工事の重複期間が長く、仕上工事期間の発生量割合は 82～92%と在来工法の物件よりも割合が高くなる。また在来工法より早い時期に廃棄物の増加が始まる傾向がある。
- ・ゼロエミッションモデル現場の実績から具体的な廃棄物種類の発生量割合を分析した結果、建築廃棄物の大半を占める仕上工事期間中に発生する廃棄物は、石膏ボード、木くず、ダンボール、コンクリートの割合が高く、これらの品目の発生時期を考慮した廃棄物計画が重要である。

本研究では廃棄物の排出実績を基に、建築廃棄物と工事工程の関連性について考察した。現場で発生した廃棄物はストックヤードで保管されている期間があり、実際の発生時期と排出時期にはタイムラグが存在している。今後は廃棄物種類ごとの容器サイズやストックヤードの面積などの調査により、保管可能な期間を考慮した廃棄物の発生時期に関する検証が必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 名知洋子・宮崎隆昌：建築生産プロセスにおける建設副産物の排出要因と混合廃棄物量に関する一考察，日本建築学会技術報告集 第 18 号，pp325-328，2003. 12
- 2) 小川由美子・深堀秀俊・高偉俊：北九州市における建築廃棄物及び再資源化に関する調査研究，日本建築学会大会学術講演梗概集 D-1，pp767-768，2004. 8
- 3) 社団法人建築業協会環境委員会副産物部会：建築系混合廃棄物の原単位調査報告書，pp10，2011. 2
- 4) 室谷泰蔵・古阪秀三・金多隆：在来型建築工事における工程計画作成に関する研究，日本建築学会計画系論文集 第 582 号，pp109-116，2004. 8
- 5) 志手一哉・湯浅洋一・蟹澤宏剛・山本将太：集合住宅の内装仕上工事における工程パターンの分析，日本建築学会技術報告集 第 30 号，pp557-562，2009. 6
- 6) 伊藤永三郎・田村恵彦・内藤正光：建設副産物総合管理システムの開発と運用，日本建築学会建築生産シンポジウム梗概集 第 13 回，pp7-14，1997. 7

注

- 注 1) 1998 年より稼働された政府が管轄する電子版のマニフェスト。筆者らは建設業界の特性に合致した導入モデルを構築し、2012 年 5 月現在、約 400 の建設会社において当導入モデルが採用されている。
- 注 2) 構造体や外壁などを 1 層ずつ組み立て、順次上方へ積上げていく工法。
- 注 3) 国内の建築事業における最高レベルのゼロエミッション活動が認められ 2008 年度 3R 推進等表彰にて国土交通大臣賞を受賞した。

(2012 年 5 月 10 日原稿受理，2012 年 10 月 29 日採用決定)