

## 建設系廃棄物の小口巡回回収と電子マニフェストの試行

浜田 耕史

川島 秀光

(本社東京建築事業部安全環境部)

斎藤 正人

山本 裕一

(本社地球環境室)

(本社東京建築事業部工事企画部)

### Experimental Application of Logistics System for Construction Waste Using Computerized Manifest System

Koji Hamada Hidemitsu Kawashima

Masato Saito

Yuichi Yamamoto

#### Abstract

The authors have developed a logistics system based on a computerized manifest system to improve the handling of construction waste. This system was experimentally applied to 16 small construction sites in the Tokyo metropolitan area for four months starting from October 2003. It comprises three items: 1) frequent recovery of construction waste from several construction sites, 2) unit loading of construction waste, and 3) control of construction waste by the computerized manifest and Global Positioning System. From results of experimental application of the logistics system, we found that it reduces manpower for waste control of site offices and back offices, and improves the recycling rate and logistics efficiency.

#### 概要

首都圏の16ヶ所の中小規模工事現場を対象に、建設廃棄物の小口巡回回収と電子マニフェストの試行実験を2003年10月から2004年1月末までの4ヶ月間実施した。試行実験を構成する新たな取組みの項目は、1) 多頻度小口の巡回回収、2) 建設副産物のユニットロード化、3) 電子マニフェストによる副産物の情報管理、である。

試行実験の結果から、1) リサイクル率の向上、2) 収運効率の向上(約1.5倍:収運費の低減)、3) 現場の廃棄物管理手間の削減、4) 常設の関連業務(マニフェスト印刷、郵送、照会保管等)の削減、等の効果が得られた。試行実験終了時に、現場担当者に実施したアンケート調査結果からも、担当者は効果を実感しており、試行期間終了後も継続して運用している。

#### 1. はじめに

昨今、循環型社会の構築に向け、様々な取り組みが行われている。建設業界においても、大きな社会問題となっている建設系廃棄物の不法投棄や、首都圏における最終処分場の逼迫といった課題解決に対して、廃棄物の発生抑制や再使用/再資源化の推進は、重要な施策として大きくクローズアップされている。

当社においてもゼロエミッション活動などを通じて、建設系廃棄物の発生抑制・分別回収等を積極的に推進している。しかし、中小規模の工事においては分別回収するスペースも確保できず、せっかく分別しても運搬上の理由から個々の現場に対応してまとめて回収するため、廃棄物も混合化するなどの課題があった。そこで、大型

コンテナを分別が容易な小型コンテナに変えることで回収単位を小さくし、廃棄物の回収車輛が複数の現場をこまめに巡回して、排出された廃棄物が混合化しないうちに回収する多頻度小口の巡回回収システムの確立を目指した。しかし、分別化を進めることにより、紙マニフェストの交付が増加するため、電子マニフェストを中核として管理業務の効率化を図ることとした。

つまり、本テーマでは中小規模工事を主な対象とし、工事事務所と工事支援部門(常設)における廃棄物管理業務の効率化、廃棄物回収の品質向上、収運・処分コストの削減等を目指して試行実験を実施した。

なお、本試行実験は、(財)日本産業廃棄物処理振興センターの2003年度電子マニフェスト情報活用モデル事業に選定された。

## 2. 現状分析

### 2.1 紙マニフェスト発行の現状分析

2002度における首都圏の新築工事を対象に、汚泥を除く廃棄物に対して発行された4万枚を超える紙マニフェストを分析した結果、以下が明らかとなった。

- 1) 品目は16に分かれて記載されているが、約半数が混合廃棄物である。
- 2) 業者数が1割程度である中間処理業者で90%近くのマニフェストを交付している。

分析結果から、紙マニフェストの大部分を交付している中間処理業者の電子化対応を優先すべきであると判断した。また、紙マニフェストの保管期間として5年間の義務づけられており、常設部門における保管スペースも膨大なものとなっていた。

### 2.2 建設系廃棄物管理業務の現状分析

東京都内における中小規模の新築工事現場（13現場）を対象に、建設系廃棄物関連の業務量と業務を実施する担当者に関するアンケート調査を実施した。調査結果から、以下の項目が明らかとなった。

- 1) 車輛手配、マニフェスト交付、自社システムの入力、請求処理の4業務で全体の約7割となった。
- 2) 業務内容によって、事務職と建築職で概ね分担されて、実施されていた。
- 3) 全体工期を通して、13現場の単純平均で、約25人日/年程度のマンパワーがかかっている。

土木工事も含めた常設部門における廃棄物管理業務の1年間当りの業務量配分に関するヒアリング調査も実施した。マニフェスト管理の他にも、契約書類に関する現場での記載漏れや間違いなどが多く、書類チェックに多くのマンパワーを割かれていた。

以上の概略的な調査から、廃棄物管理業務に対して、現場・常設共に多くの手間がかかっていることがわかった。特に中小規模の工事では管理者も少ないため、書類作成・管理の多い廃棄物関連業務の管理者1人当りの業務量は多くなっており、省力化に対する要請が高い。すべての業務を省力化できないものの、電子マニフェストを核とした副産物管理システムによる業務合理化への期待は大きいことが分かった。

## 3. 試行実験の概要

### 3.1 建設廃棄物の巡回回収と電子マニフェスト

東京建築事業部では、工事現場が処理業者と個々に契約する方式から、信頼できる業者と常設部門で包括的に契約する基本契約の実現を検討している。基本契約によって、県外廃棄物の受け入れに伴う事前協議や委託契約書の締結等を常設部門でまとめて効率的に実施できると共に、収運・処分業者を限定することが可能となる。

前述の小口巡回回収と上記の基本契約とを組み合わせることで、少数の業者によって首都圏の廃棄物を集中的に収運することが可能となり、物流効率も高まる。しかし、分別化を進めることにより、紙マニフェストの交付が増加するため、電子マニフェストを中核として管理業務の



Fig. 1 建設系廃棄物の小口巡回回収と電子マニフェストシステムの全体概念  
Concept of Logistics System for Construction Waste

効率化を図ることとした。試行実験の全体概要はFig. 1であり、以下の項目に新たに取組んだ。

- 1) 多頻度小口の巡回回収
- 2) 建設系廃棄物のユニットロード化
- 3) 電子マニフェストシステムおよびGlobal Positioning System(GPS)による副産物の情報管理

### 3.2 試行実験対象現場と実験工程

現状分析結果から、廃棄物の分別ヤードとして確保できるスペースが工事の規模によって左右されるため、分別可能な品目の種類に差異があった。試行実験対象の工事を、延床面積で3,000㎡未満を小規模、3,000㎡以上10,000㎡未満を中規模、10,000㎡以上30,000㎡未満を大規模工事と3つに層別し、それぞれに分別方法等の標準的なスタイルを定めた。試行実験では回収する廃棄物の物量を確保するために大規模現場も含め、3つの規模の工事現場が同程度の件数になるように、Fig. 2に示す16現場を選定した。これらの建物用途は43%が集合住宅であり、事務所等の用途を加えて全体の2/3となった。

試行実験は、2003年10月6日から2004年1月末日までの約4ヶ月間実施した。試行実験開始に先立ち、Table 1のように、建設副産物運用管理システムと電子マニフェストシステムとのデータ連携のための改造、小型携帯情報端末(PDA)等のハードウェア環境の整備や巡回回収のための廃棄物格納容器の設計等を進めた。

### 3.3 小口巡回回収システム

各現場からの廃棄物の排出を、Fig. 3に示した1㎡のフレキシブルコンテナ(以下、フレコンと略す)と台車を

組合せた荷姿に統一した。Fig. 3のように、袋単位での回収となることで、廃棄物回収車輛(4tユニック車)の積載効率が高まると共に、従来の大型コンテナに比べ廃棄物の分別化が容易になる。複数の現場を車輛がこまめに巡回し、廃棄物が混合化しないうちに回収するために、回収品質も向上する。台車にはキャスターが装備されており、現場内での移動が容易である。

実験開始直後の1ヶ月間は、適切な回収頻度を把握するために、現場担当者の希望日時での回収とした。適切な回収頻度が確認でき次第、現場規模別の所定の頻度(毎日、2日おき、曜日ごと等)での巡回回収方式に移行した。竣工間近など大量に廃棄物が出る場合は、大型コンテナやダンプによる回収に変更した。回収品目は、木くず・金属くず・ダンボール・コンクリート塊・ガレキ類・混合廃棄物の6分別を基本とし、現場の規模や排出状況に応じて品目数を増減させた。

### 3.4 電子マニフェストシステム(JWNET)

電子マニフェストシステム(JWNET)は、(財)日本産業廃棄物処理振興センターが運営する公的に認可されたシステムである。JWNETを使用することにより、排出事業者、収運・処分業者間で廃棄物情報を連関して利用するため、データ入力業務が激減する。しかし、現状のJWNETは、通信速度・サービス時間帯やデータ入力の汎用性等に問題があるため、ASP(Application Service Provider)をデータの中継役として使用した。インターネットを介して、Fig. 4のように現場ごとの廃棄物の処

Table 1 試行実験の工程

Schedule of Experimental Application

実施項目	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
課題の整理												
データ連関方法構築												
ハード環境整備												
小型高性能GPS開発												
巡回回収ユニット製作												
現場への説明												
対象現場への試行												
効果の分析												

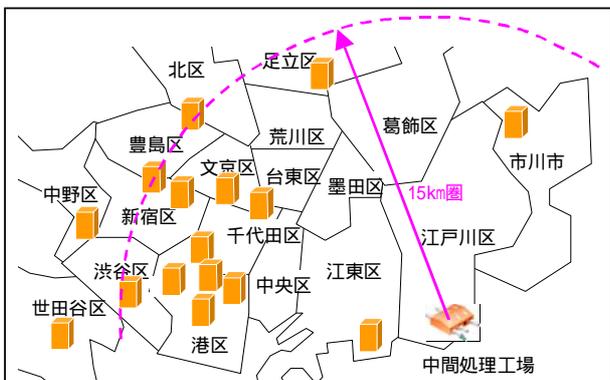


Fig. 2 試行実験の対象現場

Construction Sites of Experimental Application



Fig. 3 排出および運搬時の荷姿

Unit Loading of Waste for Exhaust and Transportation

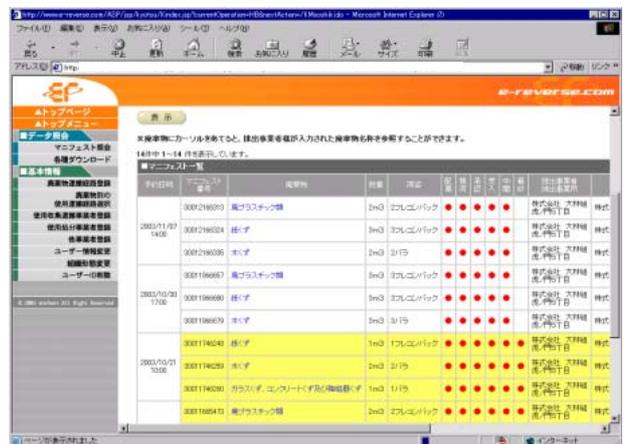


Fig. 4 Webによる廃棄物処理状況確認画面

Check for Disposal of Construction Waste via Internet

理状況がリアルタイムに確認できる。

電子マニフェストを利用した新しい業務の流れを、従来のものと比較してFig. 5に示す。従来の業務では、排出事業者と収運・処分業者は、紙マニフェストの情報をそれぞれが自社の業務システムに入力していた。電子マニフェストシステムを中核とした開発システムによって、排出側と処理業者の間で情報を有効利用することで、図中の破線で囲まれた業務が不要となった。

排出事業者側では、工事現場において(a)紙マニフェストの要求、(c)廃棄物の実績入力業務が、常設部門では(b)紙マニフェストの印刷・郵送・保管等の業務が不要となる。さらに、マニフェストの検索・照会作業も大幅に省力化できる。

処理業者側においても、運転日報入力作業(d)が不要となる。また、自社の業務システムを利用する従来からの業務フローの中で、特に手間が増えることなく電子マニフェストを利用できる。これは、ASPを利用することで、自社の請求処理に使用する細かな廃棄物品目をJWNETで定義されている廃棄物の品目に自動変換できることによる。

新しい業務の流れを以下に示す。なお、Fig. 5の中の丸付数字と箇条書き番号は一致している。

現場担当者が、廃棄物の回収要求情報(いつ・何を・どれくらい)を収運業者に連絡する。

収運業者の配車係が、廃棄物の回収要求情報を事前に自社システムに入力する。

廃棄物の回収当日、回収車輛の運転手がPDAにWebから回収要求情報をダウンロードする。

現場からの注文データとの差異(品目や数量)をPDAで修正・追加する。

現場担当者がPDA画面で現物とデータの一致を確認後、バーコードを提示(承認)する。

収運終了や中間/最終処分終了等の業務完了後、処理業者が日付等のデータを入力する。

処理が完了した廃棄物データを排出事業者の自社システム用に自動変換し、DBに登録する。

収運・処分業者が請求処理のために、廃棄物データを参照・利用する。

工事現場で、廃棄物の処理状況の確認や支払いのための実績確認に利用する。常設部門においても、

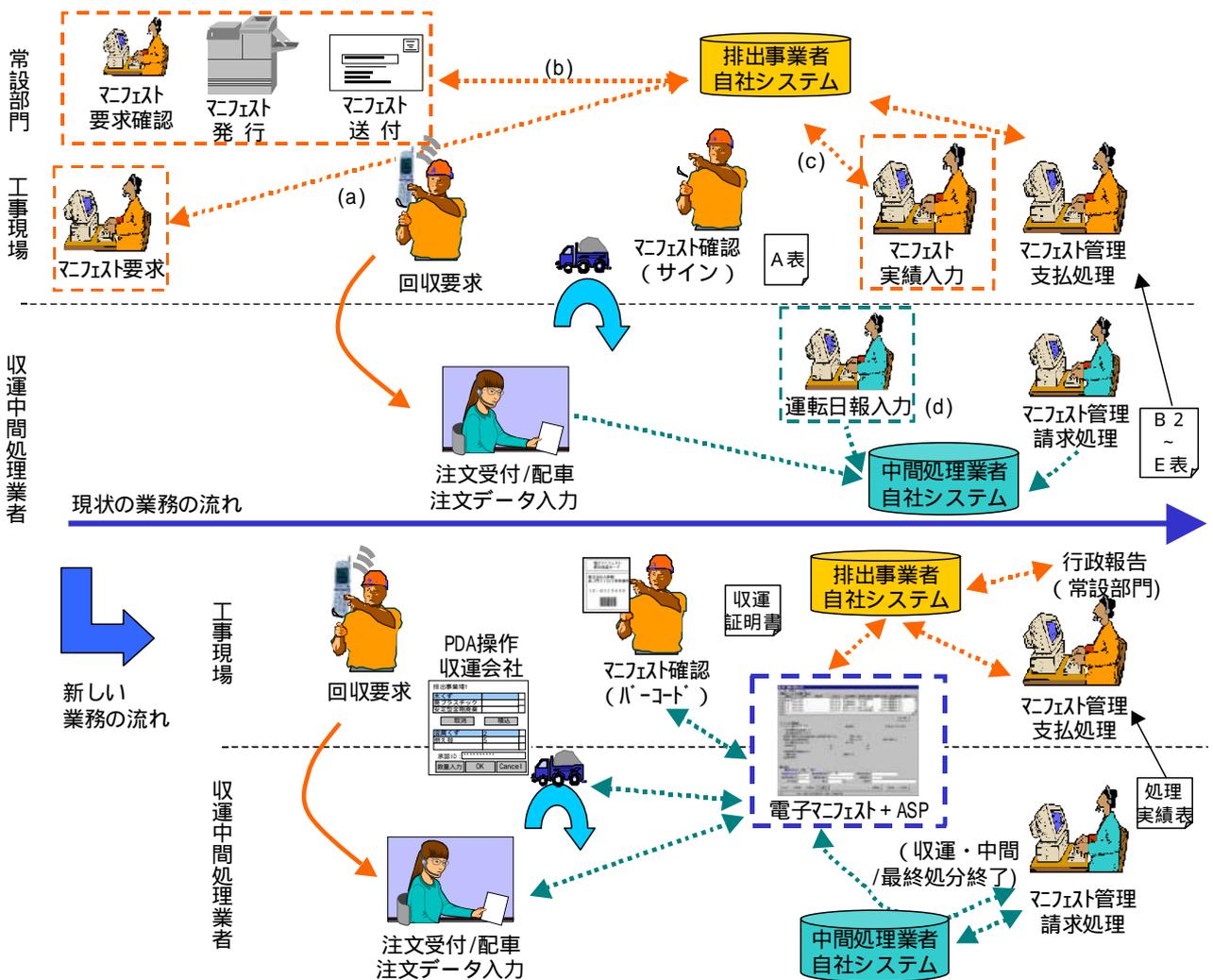


Fig. 5 従来の業務の流れ(上段)と電子マニフェストシステム利用による新しい業務の流れ(下段)  
Previous Task Process for Management of Construction Waste and New Process Using Computerized Manifest

工事現場の実績を自社システムで集計処理して、行政報告などに利用する。

上記の中で、収運や処分等が終了するタイミングに合わせて、ASPからJUNETにデータが送信される。

今回はPDAの数に限りがあり、フレコン回収分の manifests のみを電子化の対象とした。

#### 4. 実験結果

##### 4.1 実施状況

Photo 1からPhoto 4に、延床面積3,000 m<sup>2</sup>の小規模現場（左）と、30,000 m<sup>2</sup>の大規模現場（右）における回収容器の設置状況（上段）と、現場担当者による廃棄物排出の確認状況（下段）を示す。仕上工事最盛期の小規模現場では、Photo 1のように外部足場の外側と建屋1階内部に回収容器を設置し、職長会が中心となって廃棄物の搬出を実施した。地下工事段階の大規模現場では、Photo 2のようにステーションを作って分別回収を実施し

ていた。このように、現場の条件ごとに創意工夫したヤードを設置し、積極的に分別回収を推進した。

##### 4.2 排出量と回収品目の内訳

収運/処分業者の運転日報と電子 manifests データから分析した回収量の推移をFig. 6に、品目ごとの回収量割合の推移をFig. 7に示す。工事の進捗状況等の変化により12、1月の排出量が10、11月の排出量の約2倍と

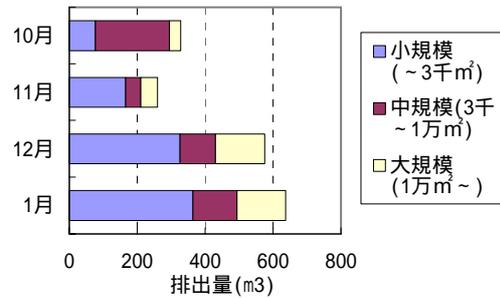


Fig. 6 月ごとの排出量の推移  
Monthly Recovery Amount of Construction Waste



Photo 1 廃棄物置き場の状況 (中小規模現場)  
Construction Waste Yard (Small Construction Site)



Photo 2 廃棄物置き場の状況 (大規模現場)  
Construction Waste Yard (Large Construction Site)



Photo 3 廃棄物承認状況 (中小規模現場)  
Agreement for Discharging Construction Waste by Construction Manager (Small Construction Site)



Photo 4 廃棄物承認状況 (大規模現場)  
Agreement for Discharging Construction Waste by Construction Manager (Large Construction Site)

なっているのに対し、混合廃棄物の排出割合は月を経るごとに減少しており、徐々に分別状況が向上していた。運用方法に対する作業者の慣れと、分別意識の向上により効果が大きくなったと考えられる。

また、工事規模別の排出品目別の回収量をFig. 8に示す。小規模工事ではストックヤードに余裕が少なく、施工管理者も少ないため、大規模工事に比べて徹底した分別が困難だが、本試行実験では小規模工事においても廃棄物排出量の50%近くを分別できた。

#### 4.3 回収効率

Fig. 9は、廃棄物の回収予約時刻ごよによる回収量を10月と11月に分けて示している。10月当初は、現場からの希望時刻に則って配車計画を実施していたため、夕方の時間帯での回収数量が全体の半数を占めた。11月から、現場ごよの回収頻度・時間帯別による巡回回収を開始した結果、予約時刻ごよの回収量は山崩しされた。これにより、回収車輛が効率的に運行できた。

従来のコンテナによる回収では、1回収で最大6m<sup>3</sup>しか積載できないのに対し、軽量なフレコンを使用し効率的に巡回することにより1巡回あたりの平均積載量は7.9m<sup>3</sup>となり、回収効率は32%向上した。また、作業者が習熟した1月には回収効率は45%の向上となった。回収効率の向上は、交通渋滞の緩和や二酸化炭素排出量の削減など環境面の効果も期待できる。

#### 4.4 回収品質

回収時におけるフレコンへの廃棄物収納状況をFig. 10に示す。○はそのまま積載できたもの、は工事現場でフレコンからあふれた廃棄物を取除いてから積載したもの、×は回収車輛の運転手がフレコンからあふれた廃棄物を取除いたものを表す。収納状況の改善には比較的時間がかかったが、11、12月には運転手の作業が軽減され、1月にはフレコンへの収まりが大幅に向上した。また分別品質は、工事規模にかかわらず実験の試行期間を通じて異物の混入はほとんどなかった。

#### 4.5 アンケート調査結果

試行実験対象現場に、小口巡回回収および電子 manifests 導入に関するアンケート調査を行なった結果、15名から回答を得た。

小口巡回回収に関するアンケートでは、Fig. 11に示すとおり概ね肯定的な回答が得られた。リサイクル率の向上、作業員の反応、保管場所の状況、作業環境の改善、分別意識の向上等の効果が評価され、今後も実施したいとの回答が90%近くになった。ただし、回収容器的容量が1m<sup>3</sup>であるため、「こまめに処理しないと、すぐにあふれてしまう」「長物を入れづらい」という意見があった一方、「作業員の反応は良く、ダンボール等をコンパクトにして投入する良い習慣がついた」という相反する意見もあった。

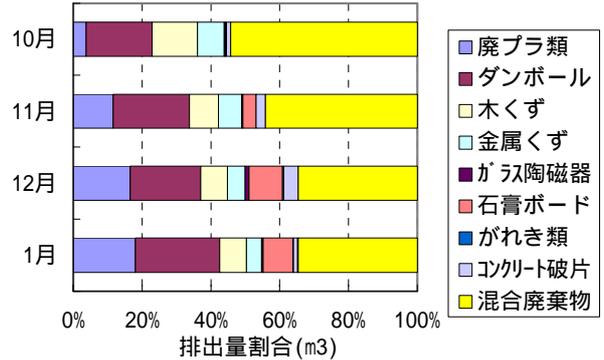


Fig. 7 回収品目ごよの排出量割合  
Recovery Rate of Construction Waste for Every Item

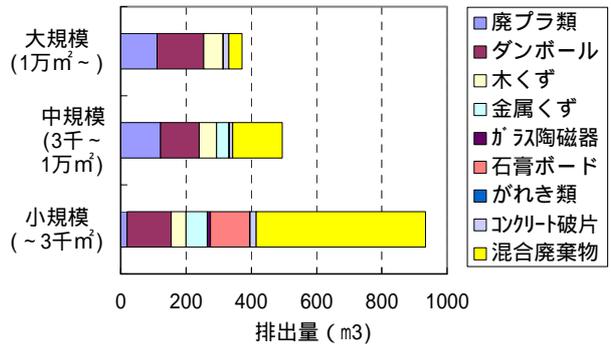


Fig. 8 回収品目ごよの工事規模別の排出量  
Recovery Amount of Waste for Construction Scale

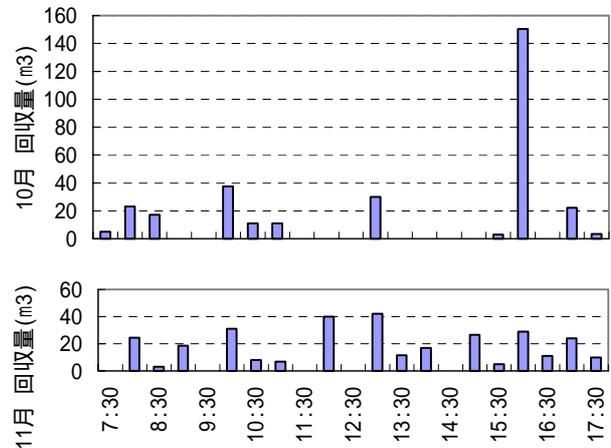


Fig. 9 回収時間帯の分布 (10月と11月)  
Recovery Time of Construction Waste (Oct. and Nov.)

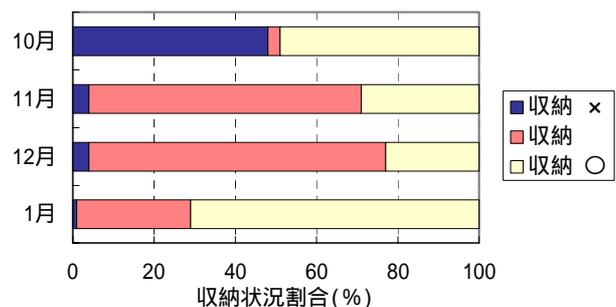


Fig. 10 回収品質の推移  
Monthly Recovery Quality of Construction Waste

電子マニフェストに関するアンケートでは、Fig. 12のように「効果があった」との回答が90%近くを占め、非常に高い評価を得た。従来は請求時に集中していた入力業務が不要になる、入力ミスが激減する、紙の管理が不要になる、などの省力化効果が特に評価された。Fig. 12からも明らかのように、排出事業者による廃棄物の承認作業の約7割は工事現場で行われており、PDA等のモバイル機器の利用が建設業では有効であることが分かった。Web表示画面に改善の余地があるものの、「全現場で導入すべき」など導入に積極的な意見や、「今回の試行をまた実施したい」という意見も多く、現場担当者は効果の大きさを感じていた。

## 5. 試行実験による効果のまとめと今後の課題

### 5.1 試行実験による効果のまとめ

#### 5.1.1 トレーサビリティの確保

廃棄物のトレーサビリティを確保するため、新たに開発したPhoto 5に示す小型高性能のGPSを用いて廃棄物回収車輛の位置を検出し、マニフェストデータと合わせて廃棄物の軌跡管理を行なった。Fig. 13に回収車輛の運行軌跡管理画面の一例を示す。これにより廃棄物のト

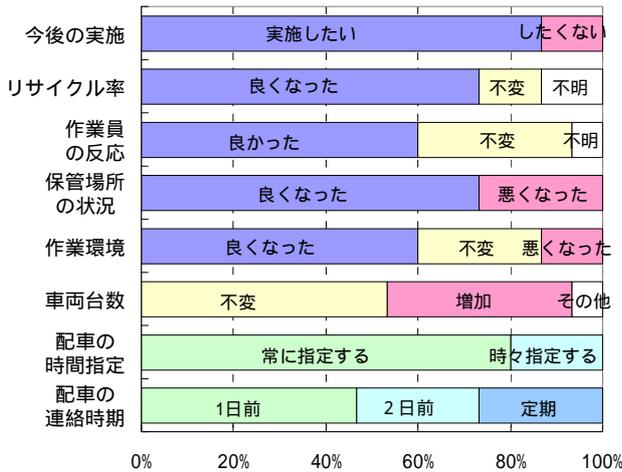


Fig. 11 巡回回収に関するアンケート調査結果  
Result for Questionnaire of Frequent Recovery of Construction Waste

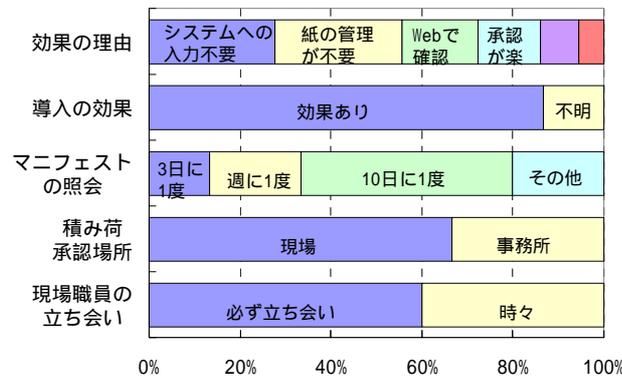


Fig. 12 電子マニフェストに関するアンケート調査結果  
Result for Questionnaire of Computerized Manifest

レーサビリティを確認できた。

#### 5.1.2 輸送能力の向上 (収運コストの低減)

従来の大型コンテナ (4t車1台:6 m<sup>3</sup>) による回収では平均的に2回転/日の輸送であり、1日の回収量は12m<sup>3</sup>/日程度だった。前述のように、フレコン回収によって、1台当りの車輛の積載数量がは約9m<sup>3</sup>/1運行に増加した。

大型コンテナと同様に平均的に2回転/日の輸送であることから、約18m<sup>3</sup>/日の回収量となった。つまり、廃棄物の回収が定常的に確保され、配車計画が最適化された場合、少なくとも約1.5倍の輸送効率を得られることが分かった。

#### 5.1.3 品質の向上 (処分費の低減)

混合廃棄物の割合の減少や分別品質の向上によるコストダウン効果を試算した結果をFig. 14に示す。従来コストの算出にあたって、処理単価と工事規模別の分別率を当社の実績から求めて設定した。その結果、巡回回収で分別を促進した場合、従来コストに比較して処理コストが約20%削減された。

フレコンによって分別回収した全ての品目に関して、中間処理工場での受入検査時に分別品質を目視によってチェックした。石膏ボード等の広域指定のリサイクル品



Photo 5 廃棄物回収車輛へのGPSアンテナ取付状況  
Global Positioning System on Recovery Track of Construction Waste



Fig. 13 回収車輛の運行軌跡管理画面  
Check for Recovery Tracks Route of Construction Waste via Internet

目については、大部分が再資源化工場に直送できる品質を確保しており、回収・輸送方法を改善することで、さらなる処分費の削減やリサイクル率の向上が実現できる可能性を確認した。

#### 5.1.4 関連管理業務の削減（工事現場，常設）

前述の工事現場と常設部門における業務分析結果等を基に、電子マニフェストと紙マニフェストとの管理コストの比較を行なった。Fig. 15に紙マニフェスト1枚当りの管理コストを100と仮定した場合の電子化との比較を示す。ただし、現場・常設ともに紙マニフェストの利用により増加する人件費のみを図示した。電子マニフェストの導入により、データ入力業務や検索確認業務、紙の管理に関する人件費が激減するため、紙マニフェスト1枚当りの管理コストが5分の1以下に低減される。以上のように、マニフェストの電子化によって、現場・常設とも関連業務が大幅に削減されることが分かった。

#### 5.2 今後の課題

試行実験の結果から、小口巡回回収に関する今後の課題として、以下の項目が抽出された。

- 1) 竣工間際のような廃棄物が大量に排出される場合には、フレコンがすぐに満杯になる。
- 2) 現場での回収時間および現場間走行の時間短縮が鍵となる。回収時刻の遅延は、他の車輛との干渉および廃棄物の再分別・減容作業に起因する。
- 3) 現場における搬入制約から、車輛の大きさ・台数や時間帯を制限される場合が多い。
- 4) 回収車輛が効率的に運行するためには、常に一定量の廃棄物を確保する必要がある。

また、電子マニフェストに関する今後の課題として、以下の項目が抽出された。

- 5) 排出事業者ごとに異なるシステム利用によって、収運・処分業者の業務が煩雑になる。
- 6) 電子マニフェストと自社システム（契約データ）の連関や廃棄物データの集計機能が必要である。
- 7) 電子マニフェストに登録された排出品目種類が少なく、処理業者の請求データとの連関がし難い。（データ変換テーブルが必要）
- 8) 収運・処理等の作業完了日からデータ入力までに期間制限があり、迅速な処理が要求される。

#### 6. おわりに

建設廃棄物管理業務の効率化、廃棄物回収の品質向上、収運・処分コストの削減等を目指して、首都圏の16工事現場を対象に小口巡回回収と電子マニフェスト利用による試行実験を実施した結果、様々なメリットを確認することができた。今後、廃棄物の分別回収をさらに進めていくためには、実際の分別作業の担い手である工事現場の作業員にとって、インセンティブが働くような工夫が必要であると考えられる。

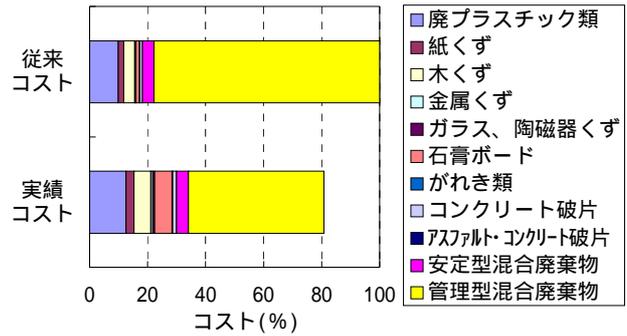


Fig. 14 分別回収によるコストダウン効果  
Reduction for Disposal Cost of Construction Waste

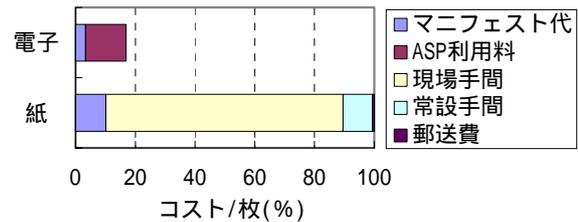


Fig. 15 電子マニフェストによるコストダウン効果  
Reduction for Management Cost of Construction Waste with Computerized Manifest System

一品受注生産で、工事現場が散在し、その都度移転する建設業では、本設の工場で製品を製造している一般製造業とは異なり、電子マニフェストの普及には課題が多かった。しかし、業界内での情報化も進展しつつあり、今回の試行で明らかになったようにASPを介在させることによって企業間での電子データのやり取りが可能となり、その効果も大きい。今後の電子化の浸透には、収運・処分業者等も含めた業界内におけるデータ書式や運用ルール等の標準化が重要である。

最後に、試行実験に協力いただいた関係各社や工事事務所の担当者をはじめ関係各位に謝意を表す。

#### 参考文献

- 1) 首都圏における静脈物流システム実証実験報告書，早稲田大学アジア太平洋研究センター，2003.03
- 2) 中村裕幸，大竹利幸，浜田耕史，辻 雅哉，松田祐晴，阿久津好太：静脈物流システムの開発 その1～その6，建築学会大会（中部），2003.09
- 3) 携帯端末を活用した大手建設会社における電子マニフェスト運用事例，日廃振センター情報，（財）日本産業廃棄物処理振興センター，2004.04
- 4) 浜田耕史，堂山敦弘，川島秀光，山本裕一，斉藤正人，伊根久美昭：建設系廃棄物の小口巡回回収と電子マニフェストの試行，建築生産シンポジウム論文集，日本建築学会，2004.07
- 5) 浜田耕史，近藤 哲，金子智弥，汐川 孝：電子マニフェストを中核とした副産物管理の試行実験 その1～その2，建築学会大会（北海道），2004.08