

# トレイ開閉式廃棄物シュータの搬送対象物落下実験と仕様の決定

柳原 好孝\* 中村 聡\* 西尾 仁\*\*

**要約：** 病院や高齢者福祉施設等で発生する使用済み紙オムツ等の廃棄物は、従来、人力や小荷物専用昇降機等により集積階まで運搬していたが、要介護者が増大しつつある現場で働く介護者の要求から、省力化が図れ、衛生的かつ低コストの装置の開発が望まれるようになってきた。今回、袋詰め廃棄物を破裂させることなく、連続排出可能な「トレイ開閉式廃棄物シュータ」を開発し、2現場に設置・導入した。

装置を開発する上で搬送手法の検討を実施した。搬送手法の候補として、バケットコンベア方式、可倒式バケットコンベア方式、バケット昇降底開き方式、トレイ開閉方式を挙げ、比較検討を行った。その結果、これら搬送手段の中から最終的に「トレイ開閉式廃棄物シュータ」を特定した。

「トレイ開閉式廃棄物シュータ」は、落下した袋が破れない範囲内に下段のトレイを設け、連続的にトレイを設置することにより下降搬送を可能とした。検証実験結果をもとに設計した仕様、特長等について述べる。

**キーワード：** 廃棄物、運搬機械、シュート

- 目次：**
1. はじめに
  2. 開発経緯
  3. トレイ開閉式シュータの搬送原理
  4. トレイ開閉式廃棄物シュータの設計仕様
  5. おわりに

## 1. はじめに

我が国では出生率が低下し、高齢化社会が到来している。また、これに加え、全人口における生産労働人口の占める割合も低下し、国内労働力の空洞化が起きつつある。

このような中、近年、病院施設や福祉施設等これまでの傾向と異なる高齢者向けの建設物の社会的要求が増え、また施設で働く労働者の要望から、求められる建物設備の要求が変わりつつある。

その一つの事例として、病院や高齢者福祉施設等で発生する使用済み紙オムツ等の廃棄物は、従来人力や小荷物専用昇降機等により集積階まで運搬していたため（写真1）、運搬や出し入れの手間がかかり、場合によっては人間が移動するエレベータを使用するなど衛生面での課題もあった。

今回、袋詰め廃棄物を破裂させることなく、連続排出可能な「トレイ開閉式廃棄物シュータ」を開発した。

本論文では、装置を開発する上で実施した複数種の搬送手法の比較検討、最終的に採用した装置の搬送原理、実証実験に基づく設計仕様および特長について述べる。

## 2. 開発経緯

### 2.1 既存技術の課題

現在、病院や高齢者介護施設における荷物用の昇降設備で最も一般的なものとして小荷物専用昇降機（写真2）がある。建物のシャフト内に設置されたテーブル型もしくは箱型のケージをワイヤーロープによって昇降させるもので、質量約100 kg～250 kgまで垂直搬送できる。しかし、小荷物専用昇降機を使



写真1 使用済み紙オムツ回収の現状とオムツ回収用台車

用して医療器具や食事などを搬送するのに対し、使用済み紙オムツやリネン類を小荷物専用昇降機で搬送する場合、荷物を積み階と、降る階に人間が必要なことから荷物の積み降ろすまでの時間を要する事や、各階での廃棄物の連続投入ができない等の問題点もある。また、上部階への搬送には使用しないため上部への移動時は常に空荷となる等無駄があった。

これらのことから、下降搬送経路のみで、搬出口に人員を配すことなく、連続廃棄可能な装置があ

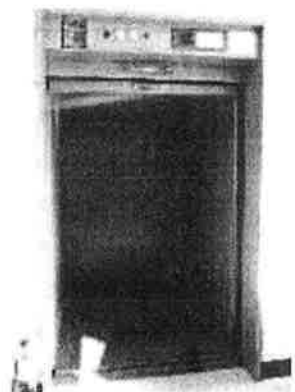


写真2 小荷物専用昇降機

ればメリットが大きいことがわかった。

## 2.2 要求事項

搬送方法の検討において以下の事項を要求事項とし、候補の特定を行った。

- ・落下衝撃により廃棄物を入れたごみ袋を破損しないこと
- ・搬出階に人員を要せずにトレイから搬出可能であること
- ・設備の断面空間が小荷物専用昇降機程度であること
- ・小荷物専用昇降機程度以下のコストで実現できる機構であること

## 2.3 搬送方式の比較

既存技術の課題を踏まえ、新たな搬送手法を検討した。

まず、下降経路のみの施設として、以前マンションなどで見かけられた投下自由落下方式のゴミ排出用ダストシュートについて調査した。その結果、この方式では落下による衝撃で袋が破裂し、回収を困難にするなどの問題点も多く、現在ではほとんど使用されていないことが判明した。この問題を解決するために、ダストシュートの利便性、省スペース性能を生かしつつ、落下しても袋の破れることがない新たなシステム構成の方法について比較・検討を行った。

検討した方式について、特徴を表1に示す。

バケットコンベア式は、バケットを複数配置したバケットをチェーンなどに多数接続した図1に示すような構造のものである。主に粉体の移送されるケースが多い。

可倒式バケットコンベアは、搬送バケットが可倒式となっている。本方式の場合、バケットと異なり上昇経路の空間を少なくできるため、装置断面をバケット移動方式より小さくできるメリットがある。図2に可倒式バケットコンベアの概略の構造を示す。

バケット昇降底開き方式は、小荷物専用昇降機と異なり搬出部に搬送物取り出しのための人員を配す必要がない。装置の概略の構造を図3に示す。

最後にトレイ開閉方式の構造を図4に示す。

その他滑り台方式、煽動方式等も検討したが、廃棄物の質量、体積の変化に対応が難しいと判断し、候補とはしなかった。

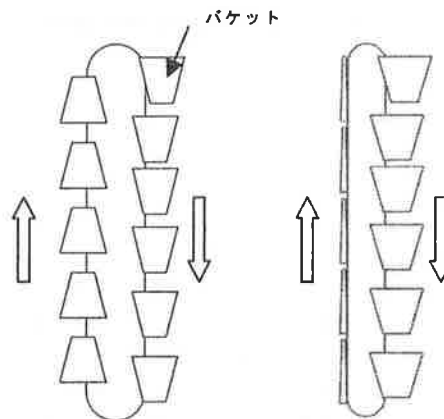


図1 バケットコンベア式

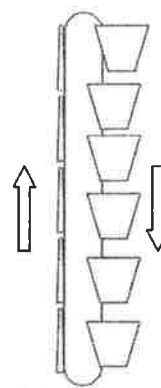


図2 可倒式バケットコンベア

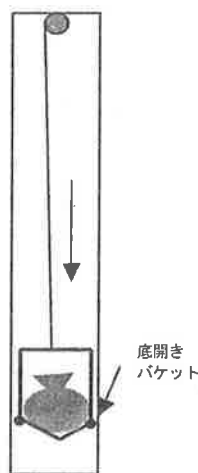


図3 バケット底開き式



図4 トレイ開閉式

表1 装置候補の特徴比較

候補	長所	短所
バケットコンベア方式	・製品としての完成度が高く、粉体移送に多く使用されている	・往復経路のスペースが必要
可倒式バケットコンベア方式	・上昇、もしくは下降の経路をバケットをたたくことで省スペース化を図ることができる	・バケットを可倒式にすることによる構造上の強度向上が必要
バケット昇降底開き方式	・搬出階の人員を削減できる	・連続搬送不可能
トレイ開閉方式	・搬出階の人員を削減できる ・下降経路のみの省スペース化が図れる	・廃棄物搬送中の破損対応が必要

今回、要求事項と搬送方式の比較結果からトレイ開閉式のシュータに方式を特定した。

### 3. トレイ開閉式シュータの搬送原理

#### 3.1 搬送原理

図4に示すようにトレイを動力により傾斜させることで廃棄物がトレイを滑り落ちる仕組みとし、落下衝撃をできる限り低減し、搬送物の破損を回避する方法を検討した。なお、このトレイ間の落下による衝撃はポリエチレン製ゴミ袋の許容圧縮強度を下回る必要がある。JIS規格ではゴミ袋等に使用されているポリエチレン袋の落下強さを、袋内に最大容量 50 kgの物を入れ 0.8m の高さから落下させる実験をして内容物の明らかな破損や漏れがないものと定められている(図5)。

#### 3.2 搬送実験

落下衝撃を検証するために、トレイから落下する廃棄物モデルとして、病院、介護施設で多く使用される内容量 450のポリエチレン製ゴミ袋に入れた質量 25 kgまでの廃棄物(写真3)を図5のように傾斜に沿って落下させるときの所用時間と破損発生の有無を確認した。

まず、傾斜に沿って落下する場合の、シュータとポリエチレン袋との最大静止摩擦係数を推定する目的で、質量 5kg, 10kg, 25kg の三種で実験した。実験の結果、何れも 20~21 度の傾斜角( $\theta$ )で落下を開始した。最大静止摩擦係数( $\mu$ )は、0.36~0.38 である。

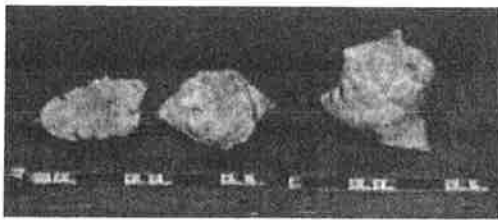


写真3 使用済み紙オムツ (左: 5kg, 中央 15kg, 右 25kg)

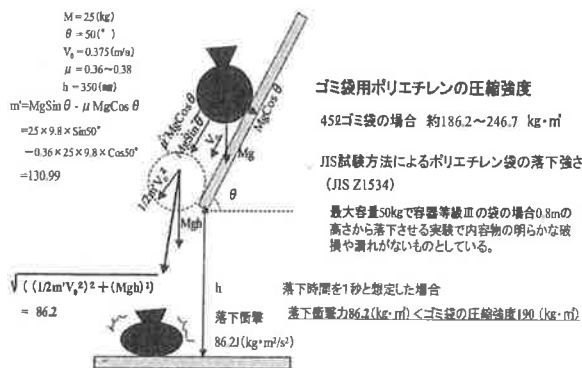


図5 落下衝撃低減原理

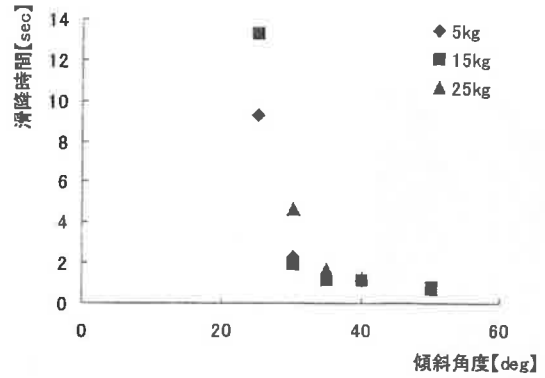


図6 滑降時間-傾斜角度

次に、各質量による落下所用時間については、斜面長 1m の所用滑降時間を角度ごとに計測した。結果を図6に示す。

傾斜角度 50 度までの全ての実験において、搬送物であるポリエチレン袋の破損は認められなかった。

また、搬送時間の最適性を考えると、搬送物の破損を生じない範囲内での可能な限り短時間の滑降が求められる。傾斜角 35 度以上において(滑降距離 1m)全ての質量において2秒以内で搬送できることから、搬送の時間と傾斜角度の視点からは、35~50 度の範囲内での設計が望ましいことがわかった。

### 4. トレイ開閉式廃棄物シュータの設計仕様

前述の実験に基づき、表2に示すトレイ開閉式破棄物シュータの設計仕様を策定した。

設置シャフト寸法は、同等の積載荷重を搬送する小荷物専用昇降機が必要とされるものと同程度とした。

トレイ寸法は、実験でも使用した 450ポリエチレン製ゴミ袋に 25kg の使用済み紙おむつを入れた場合に必要となる容量に適用できるものとした。

トレイの設置間隔は、落下時のゴミ袋の通過スペースを考慮し、850mmとした。

搬送速度は、トレイ開閉のアクチュエータの性能等から1分間あたりの搬送距離を 5m 以上を目標とした。この結果最大搬送能力は、3,000kg/h となる。

表2 トレイ開閉式廃棄物シュータの設計仕様

名称	廃棄物シュータ
設置シャフト寸法	1,100 mm × 1,100 mm 以内
トレイ寸法	600 mm × 600 mm 以上
トレイ配置間隔	850mm
トレイ最大積載荷重	100 kg 以上
搬送速度	5m/min 以上
最大搬送量	3,000 kg/h 以上
電動機容量	0.75kw 以下



写真4 組立状況

#### 5. おわりに

「トレイ開閉式廃棄物シュータ」は、落下した袋が破れない範囲内に下段のトレイを設け、連続的にトレイを設置することにより下降搬送を可能とした。

検証実験結果をもとに設計したトレイ開閉式廃棄物シュータの完成時の組立状況を写真4に示す。

筆者らは現在までに病院（写真6）や高齢者福祉施設（写真7）に「トレイ開閉式廃棄物シュータ」を導入してきたが、本システムを「静脈搬送装置」（廃棄物を主とする使用後の物品



写真6 病院施設



写真7 特別養護老人施設

の移動装置等）と位置付け、さらには高齢者対応マンション等へ適用することでの普及を目指している。

今回の研究開発で考案した搬送のメカニズムは、新たな搬送システムの基盤技術になり得るもので、今後の開発に反映させていきたいと考えている。

#### 参考文献

- 1) 財団法人規格協会, 「JISハンドブック27 プラスチックII (材料)」

## A DROP TEST FOR DESIGN OF A DIAPER SHOOT

Y.Yanagihara, S.Nakamura, and H.Nishio

A person's hand or a baggage elevator carries used disposable diapers at hospitals or welfare facilities for the aged. Helpers want to be developed not only sanitary but also low cost conveyance equipment of diapers for labor saving.

Authors have developed a "diaper shoot" which can convey bags of used diapers continuously without bursting. Two diaper shoots were installed (one for a hospital, the other for a welfare facility for the aged). When the design of a diaper shoot, several ways of conveyance were compared and drop tests were done.

This paper shows the specifications and feature of a diaper shoot based on the test.