



ORIGINAL PAPER

원저

## 생활폐기물 전처리시스템(MBT)의 동역학적 수치해석 및 모델링에 대한 연구

이건주<sup>†</sup>, 조민태, 나경덕\*  
상지대학교 환경공학과, (주)포스벨\*

(2010년 9월 9일 접수, 2010년 9월 27일 수정, 2010년 9월 25일 채택)

## The study of CFD Modelling and numerical analysis for MSW in MBT system

Keon joo Lee<sup>†</sup>, Min tae Cho, Kyung Deok Na\*

Department of Environmental Engineering, Sang Ji University

Wonju, gangwon-Do, Korea, 220-702

Madomyeon Hwaseongsi Gyunggido, Korea Forsebell Inc\*

### ABSTRACT

In this study, the model of the indirect wind suction waste sorting machine for characteristics of the screening of waste was studied using computational fluid dynamics and the drag coefficient for the model and the suction wind speed were obtained. The wind separator are developing by installing a cyclone air outlet to the suction blower impeller waste is selective in a way that does not pass the features and characteristics of the inlet pipe of the pressure loss and separation efficiency can have a significant impact on. Using Wind separator for selection of waste in the waste prior research on the aerodynamic properties are essential. For plastic cases, it is reasonable to take the drag coefficient between 0.8 and 1.0, and for cans, compression depending on whether the cans, the drag coefficient is in the range from 0.2 to 0.7. The separation efficiency of waste as change suction speed was the highest efficiency when the suction speed was 25~26 m/s. Shape of the inlet, depending on how the transfer pipe of the duct pressure loss occurs because the inlet velocity changes through the appropriate design standards to allow for continued research is needed.

Keywords : Computational fluid dynamic, Wind separation, Drag coefficient, MBT, MSW

<sup>†</sup>Corresponding author : kjoolee@sangji.ac.kr

## 초 록

본 연구에서는 간접흡입식 풍력선별기의 모델에 대하여 폐기물의 선별특성을 전산유체역학적인 방법으로 고찰하여 폐기물 모델에 대한 적절한 항력계수 및 흡입풍속에 대한 결과를 얻었다. 개발중인 풍력선별기는 송풍기를 설치하여 공기를 사이클론 후단에서 흡입하는 방식으로 선별 폐기물이 송풍기 회전차를 통과하지 않는 특징이 있으며, 흡입구의 특성 및 배관의 압력손실이 선별효율에 큰 영향을 미칠 수 있다. 풍력선별기를 이용한 폐기물을 선별하기 위해서는 폐기물의 공기역학적 특성에 대한 사전연구가 필수적이다. 비닐의 경우 약 0.8~1.0 내외의 항력계수를 적용하는 것이 타당하며, 캔은 압축여부에 따라 차이가 있으나 0.2~0.7의 범위에 있다. 풍력선별기의 흡입유속에 따른 선별효율은 약 25~26 m/s의 흡입유속에서 가장 높은 효율을 얻었다. 흡입구의 형상, 이송덕트의 배관방법에 따라 압력손실이 발생하여 흡입유속이 변화하므로 표준화를 통해 적절한 설계가 가능하도록 지속적인 연구가 필요하다.

핵심용어 : 전산유체역학, 풍력선별, 항력계수, 기계 생물학적처리, 도시쓰레기

## 1. 서론

국내 생활폐기물처리는 주로 매립, 소각 및 재활용의 3가지 방법으로 처리 있으나 환경부의 저탄소녹색성장의 자원순환정책에 따라 '06년 말 생활폐기물의 재활용은 57.2%로, 소각은 17.0%로 지속적인 증가 추세 보이고 있으나 매립은 25.8%로 전년 대비 1.9%의 지속적인 감소 추세를 보였다. 그러나 국내 재활용의 경우, 재활용선별시설은 노지를 이용한 수선별 및 소규모 모선별시설이 주를 이루고 있어서 그 효율 및 경제성이 매우 낙후된 상태이며 재활용에 대한 인프라가 미흡하고 쓰레기증량제, EPR제도 등의 시행에도 불구하고 쓰레기 감량에 한계를 보이고 있다. 소각의 경우 2005년 1월 이후 음식물류폐기물 분리배출에 따른 쓰레기의 발열량 증가로 대형 생활폐기물 소각시설의 실제 소각량이 감소하는 등 현재 소각방식(스토커)이 쓰레기 발열량 변화에 대한 대응능력이 약하고, 단순매립 위주의 방식에서 소각위주의 방식을 피하고 있지만 지역이기주의(NIMBY) 등으로 소각시설의 신규건설이 어려운 실정이다<sup>1,2)</sup>. 특히, 폐기물의 단순 혼합연소는 가연성 폐기물의 잠재에너지를 효율적으로 회수하지 못한다는 지적이 되고 있다. 매립의 경우는 소각 및 재활용 활성화 정책에도 불구하고 '06년 기준 전체 생활폐기물량의 25.8%로 많은 양의 생활쓰레기가 아직까

지 전통적인 매립방법에 의하여 처리되고 있으며 환경부 조사 결과 자원회수가 가능한 가연물 폐기물의 60% 이상 매립되고 있는 것으로 밝혀졌다. 특히 생활폐기물 중 음식물/채소류 등 유기성폐기물('06년 기준 39.1%)이 다량함유 되어 있어 이를 매립 처리할 경우 국내외적으로 지구온난화 주범으로 주목받고 있는 CH<sub>4</sub> 및 CO<sub>2</sub> 등 매립가스(LFG) 및 침출수 발생 우려가 있어 매립가스 및 침출수 발생량 저감에 대한 방법이 EU 등 유럽선진국에서 모색되어지고 있는 실정이다. 이와 더불어 국내사용 중인 매립시설은 총 232개소(잔여용량 : 205,693천m<sup>3</sup>)로 수도권매립지를 제외할 경우 현재 발생하는 생활폐기물의 량을 고려하여 향후 약 11년 정도 사용 가능한 것으로 보고 있어 머지않은 장래에 생활폐기물처리를 위한 매립지 부족 문제 및 환경오염문제가 심각한 사회적 문제로 대두될 것이 예상되고 있어 최종 매립폐기물량 및 유해성 저감을 위한 정책적 노력이 필요한 시점에 있다<sup>3)</sup>. 그러나 생활폐기물전처리시설 설계 및 운전 진단을 위한 생활쓰레기 조사방법과 동역학적 수치해석의 정립이 이루어지지 않아 생활폐기물전처리시설 설계, 제작, 현장 설치 후 시운전과 최적화에 많은 시행착오가 발생하여 많은 경비와 인력이 소모되는 문제점이 발생하고 있어 이를 해결하기 위한 적절한 방법적 대안이 필요하다<sup>4,5)</sup>.

## 2. 실험 및 분석방법

### 2.1 풍력선별기 모델

본 연구에서 해석대상으로 선정된 모델은 [Fig. 1]에 나타난 간접흡입식 Tornado 흡입장치로서, 흡입송풍기가 사이클론의 후단에 설치되어 있다. 선별대상 폐기물이 이송되는 컨베이어 벨트 상단에 위치한 흡입후드를 통해 폐기물과 공기를 흡입한 후 사이클론에서 공기와 이송된 폐기물을 분리하여 선별된 폐기물을 수집하는 구조를 갖는다. 풍력 선별기의 구성 및 제원은 [Table 1]과 [Table 2]에 나타내었다. 개발 중인 풍력선별기는 음입식(-) 난류토네이도를 형성하여 미세가연물을 선택적으로 흡입 및 분리할 수 있으며, 내부 스크류와 로타리식 배출장치로 구성된 싸이클론으로 포집, 선별하는 기술이 적용되었다<sup>6)</sup>.

본 연구에서 적용한 간접흡입식 풍력선별기의 모델은 [Fig. 2]에 나타내었다. 후드의 오염물질을 포집하기 위해서 먼지 비산범위를 잠작하여 흡입기류의 속도

는 3~4m/s이상을 필요로 한다. 후드는 설치위치, 흡입 방향 등 작업조건에 맞는 각종 형식과 구조가 있으나 선별기의 흡입구가 이송컨베이어 상부에 위치하므로 컨베이어의 이송방향으로 열려있어 이송용 공기가 흡입하는 통로가 된다. 폐기물과 함께 흡입된 공기는 원형덕트를 통과하여 사이클론에서 폐기물을 분리하고 외부로 배출되는 구조를 갖는다<sup>7,8)</sup>.

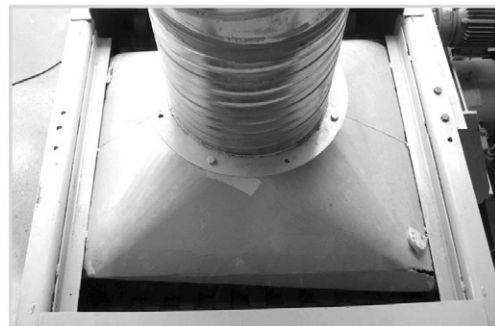
### 2.2 폐기물의 특성

폐기물로서 선별 대상인 캔과 비닐류는 [Table 3]과 같이 물성치를 나타내었다. 캔의 밀도는 재질에 따라 일정한 값을 갖지만 용기 내부가 비어있어 흡입공기에 의한 항력은 내부 공기를 포함한 겉보기 밀도가 작음하게 되므로 용기의 크기와 재질에 따라 다양한 값을 갖지만, 압착된 캔은 내부 공기의 양이 작아 폐기물의 겉보기 밀도가 크게 변동하지 않고 재질에만 영향을 받는다. 비닐봉지는 동일한 비닐이 500ml로 부풀어 오르면 내부에 포함된 공기의 양이 많아져 겉보기 밀도가 낮아지고, 압축될수록 겉보기 밀도가 선형적으로 증가한다.

폐기물의 항력계수는 압착되지 않은 캔의 경우 직경과 길이의 비가 대개 1:2 내외이므로 항력계수를 0.68의 값을 갖도록 하였으며, 압착된 캔은 약 5mm의 두께로 변형되었을 경우 항력계수가 약 0.15을 갖는다. 비닐봉지는 형상과 무게가 다양하게 변화할 수 있으나 대부분 구형에 가까운 형상을 보이므로 약 1.0의 항력계수를 갖는 것으로 하였다.

[Table 1] 풍력선별기 구성품

구성	적용분야
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 임펠러</li> <li>• 흡입구</li> <li>• 싸이클론</li> <li>• 로타리 벨트</li> <li>• 후레임</li> <li>• 소음, 비산먼지 방지커버</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MBT 시설</li> <li>• MRF 시설</li> <li>• 순환형매립지정비시설</li> <li>• 순환골재 생산시설</li> <li>• 재생에너지 시설</li> </ul>



[Fig. 1] 간접흡입식 Tornado 흡입장치.

[Table 2] 간접흡입식 풍력선별기의 제원

항 목	내 용	
품 목	① Tornado 흡입 장치 ② 싸이클론 집진 시설 ③ 미세가연물 포집 시설	
용 량	3ton/hr	
제작수량	1 set	
형 식	음압흡입식	
세부품목 치 수	① 1,300(W) × 650(H) × 1,466(L) ② 2,106(W) × 3,975(H) × 1,650(L) ③ 1,800(W) × 3,870(H) × 1,350(L)	
구동방식	흡입구동	
전 력	16.5Kw(22Kw) ① Torando 흡입 장치 : 380V * 3P * 11Kw ② 싸이클론 집진 시설 : 380V * 3P * 1.5Kw	
운전 조건	① 임펠라 Ass'y : 1750rpm ② 싸이클론 Ass'y : 40.69rpm	
풍 력	<b>간 접</b>	
	풍 량	3,600m3/hr
	풍 속	6.21 m/sec
	온 도	20.9℃
	습 도	71.3%rh

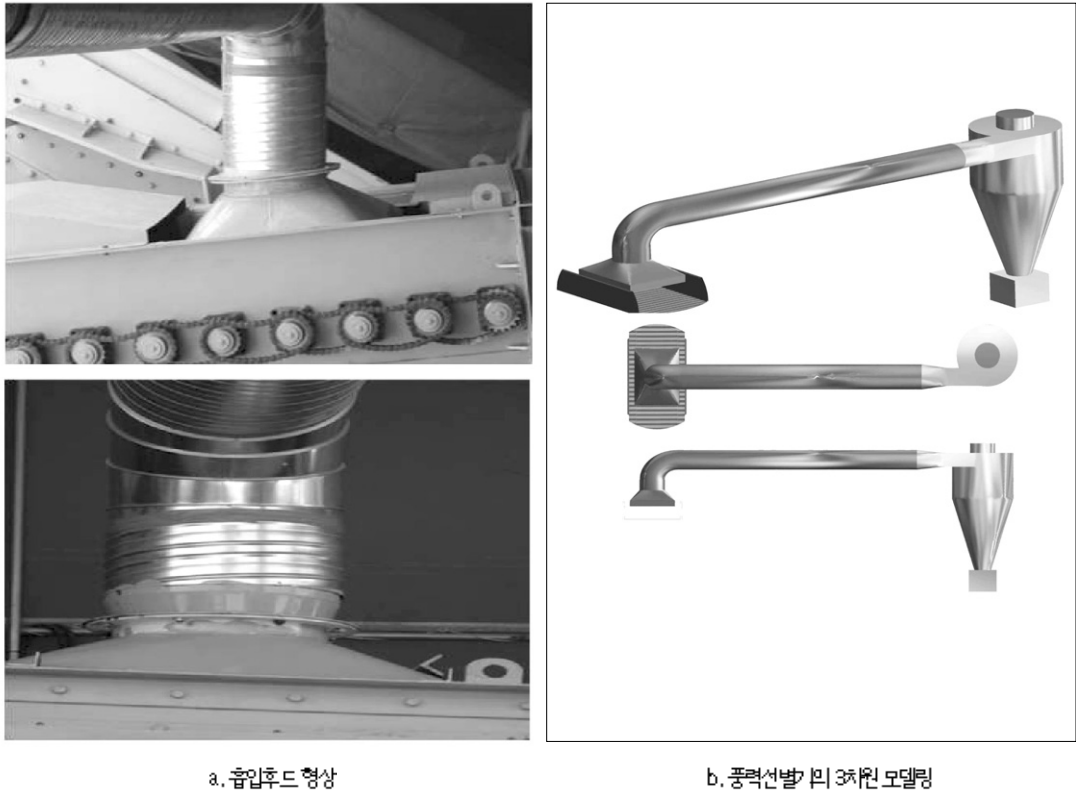
### 2.3 전산유체역학(CFD)의 방법

전산유체역학은 편미분방정식으로 표현된 유체역학적 지배방정식을 컴퓨터가 이해할 수 있도록 대수 방정식의 형태로 변환한 후 연립방정식으로 취합하여 컴퓨터를 사용해 수치적 근사해를 구하는 방법이다. 이러한 수치적 근사해와 이론적 해석해와 비교해보면, 근본적인 차이점은 후자가 전영역의 유동을 단일함수로 근사하는 것에 비하여 전자는 국소적으로 각각 다른 함수로 근사하게 된다. 따라서 낮은 차수의 다항식을 사용하여 높은 정확도를 얻을 수 있다는 장점을 갖게 된다. 비록 근사해가 오차를 갖는다는 단점을 갖지만 적당한 해석기법 및 이산화 기법, 격자생성기법을 사용하여 충분한 정확도를 얻을 수 있다.

또한 실험적 방법과 비교하여 수치해석의 경우가 일반적으로 개발에 소요되는 기간이 짧고 경비도 적게 든다. 한편, 신뢰성에 있어서는 실험 쪽이 높다고 생각될 수 있으나, 실험은 대개의 경우가 모델 실험으로 실

제유동으로의 재현 및 실물 크기에로의 환산에 문제가 따르며, 또 데이터를 수집하는 과정에서의 계속오차와 비정상 3차원 유동에서의 그 전모를 충분히 파악해낼 수 없다는 난점이 있다. 그러나 수치해석기법은 실험이 어려운 다양한 해석대상에 대하여 적용할 수 있다는 장점을 갖게 된다.

각각의 기법은 근본적으로 해법의 구조적인 면에서 차이를 보일 뿐만 아니라 격자생성법도 상이하다. 다시 말하면 FDM(Finite Differential Method)과 FEM(Finite Element Method)은 경계면에서는 해가 정확하고 영역 내에서는 오차가 존재한다고 가정하는 반면 BIM에서는 이와 반대로 가정한다. 또한 격자생성법에 있어서 FDM의 경우, 복잡한 유동에 대해서는 경계고정좌표에서의 격자를 생성해야 하기 때문에 격자생성이 어려운 반면 FEM이나 BEM(Boundary Element Method)의 경우 격자생성이 쉽다는 장점이 있다. 그러나 난류유동 등과 같이 보다 정확한 해를 얻



[Fig. 2] 간접흡입식 풍력선별기 모델링.

기 위하여 작은 격자가 필요한 경우 FDM보다 큰 격자를 사용하는 FEM, BEM은 해의 정확성에서 불리하다. 따라서 최근 경계고정외표계에서의 격자생성기법이 발달함에 따라 복잡한 유동에서도 유한차분법이 널리 사용되고 있다. 일반적으로 특성곡선 기법이나 유한체적법, MOL 기법 등은 유한차분법의 일종 내지는 변형으로 볼 수 있다<sup>9)</sup>.

본 연구에서 사용된 전산유체역학(CFD)은 대부분의 상용해석 프로그램에서 사용되는 방법인 Reynolds Averaged Navier Stokes(RANS) 방정식에 기초한 방법이며, 사용된 프로그램인 ANSYS-CFX는 유한체적법(Finite Volume Method)을 이용하여 지배방정식을 이산화하고, fully implicit pressure-based AMG coupled solver를 사용하여 해를 구하고 있어 유동해석과 입자이송을 동시에 해석하는 다상유동해석 분야

에서도 탁월한 성능을 보이고 있다. 이 solver는 수렴을 가속시키며, 고속 유동에서도 수렴성의 난점을 피하고, high-aspect ratio 격자를 다룰 수 있기 때문에 대단히 유용한 방법이다. 또한, 이산화에 사용되는 방법은 [Fig. 3]에 나타난 바와 같이 해석요소(element)의 유동정보를 격자점(node)에 저장하는 방법이 2중구조를 갖고 있어 보다 정확한 해를 구할 수 있다.

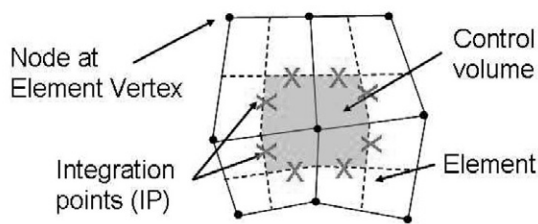
사용되는 지배방정식은 (식 2.1)에 나타난 바와 같은 질량보존 방정식과 운동량 방정식이다.

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho u_j) = 0$$

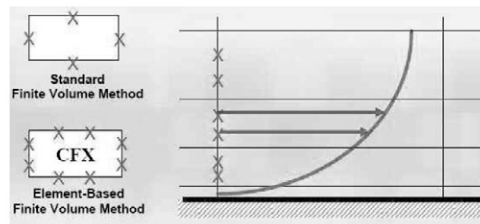
여기서,  $\rho$ 는 밀도,  $u_i$ 는 속도,  $P$ 는 압력,  $\mu$ 는 점성계수,  $\tau_{ij}$ 는 응력 텐서이다. 점성 계수  $\mu$ 와 변형율의 함수

[Table 3] 이송 폐기물의 물성치

폐기물	폐기물 밀도 (kg/m <sup>3</sup> )	항력 계수	비고	
	철(250ml)	108	0.68	
	알루미늄(250ml)	64	0.68	
	철(180ml)	194	0.68	
	알루미늄(250ml)	340	0.15	Particle B (5mm두께로 압축)
	비닐봉지 (부피가 500ml일때)	2	1.0	구형(球形)
	비닐봉지 (부피가 100ml일때)	10	1.0	Particle C 구형(球形)



a. 해석격자의 구조



b. 검사체적 적분방법

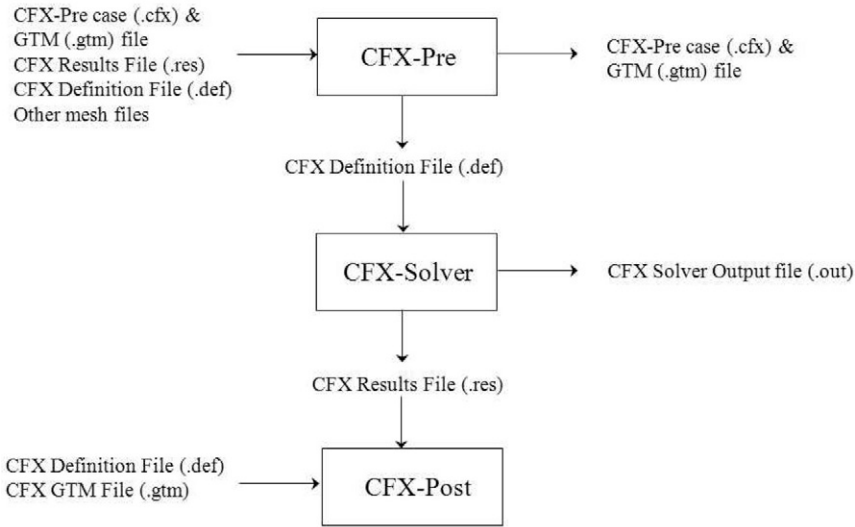
[Fig. 3] 요소에 기초한 유한체적법의 구조.

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho u_i) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho u_j \rho u_i) = -\frac{\partial P}{\partial x_i} + \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_i} + S_{u_i} \quad (\text{식 2.1})$$

로써  $\tau_{ij}$ 의 응력-변형을 관계를 나타낸다. 난류 유동은 와점성(eddy-viscosity)이 추가되고, 방정식은 레이놀즈 평균 물리량에 대해 계산한다. 방정식의 일반적인 형태는 동일하다. (식 2.1)의 방정식들을 [Fig. 3]의

$$\begin{aligned} \rho V \left( \frac{\rho - \rho^o}{\Delta t} \right) + \sum_{ip} (\rho u_j \Delta n_j)_{ip} &= 0 \\ \rho V \left( \frac{U_i - U_i^o}{\Delta t} \right) + \sum_{ip} m_{ip}(u_i)_{ip} \\ &= \sum_{ip} (P \Delta n_i)_{ip} + \sum_{ip} \left( \mu_{eff} \left( \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \Delta n_j \right)_{ip} + \overline{S_{u_i}} V \end{aligned} \quad (\text{식 2.2})$$

제어체적에 걸쳐 적분함으로써 질량 및 운동량 방정식에 대한 이산화 적분식은 (식 2.2)과 같다.



[Fig. 4] ANSYS-CFX 해석과정.

여기서  $(\Delta n_j)_{ip}$ 은 적분 점 (ip)위치에서 국부 표면 벡터이다. 그리고 제한체적의 (ip) 표면을 통과하는 mip는 질량 유동이다. [Fig. 4]은 본 연구에 사용된 ANSYS-CFX 프로그램의 해석과정을 개략적으로 나타내고 있다<sup>30)</sup>.

### 2.4 폐기물의 항력특성

풍력선별기에 의해 폐기물을 이송하는 역학적 구조는 흡입장치에서 폐기물 주위를 흐르는 공기의 유동에 의해 발생하는 폐기물의 항력을 이용하고 있다. 물체에 힘이 작용하면 [Fig. 5]과 같이 물체의 형상과 투영면적에 따라 가속도로 움직이며, 이때의 항력계수  $C_d$ 는 폐기물의 형상에 따라 물체에 작용하는 바람의 방향과

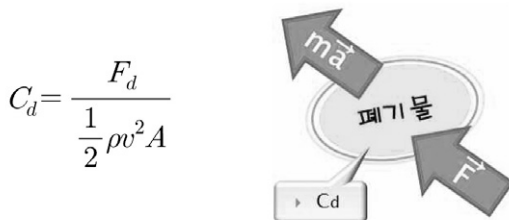
형상, 단면적의 크기에 따라 다양하게 나타난다.

본 연구의 최적화 대상이 되는 캔과 비닐의 경우 일반적인 형상은 주어지지 않으나 캔의 경우 압착되기 전에는 Cylinder의 형상으로 가정할 수 있으며, 이때의 항력계수는 0.64~1.2의 값을 갖는다. 그러나, 캔이 압착된 형상이 되면 풍력선별기의 흡입공기의 흐름의 방향에 따라 0.1~1.5의 값을 갖을 수 있다. 또한, 폐비닐의 경우 불규칙한 형상을 나타내고 있어 정의하기 어려우나 뭉쳐진 형상이 타원형 구로 가정할 경우 0.1~1.4의 범위에 포함되는 것으로 보는 것이 타당하다.

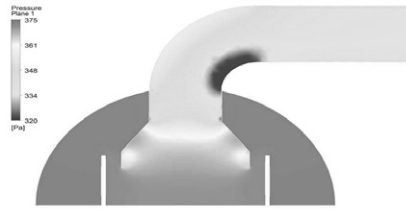
## 3. 실험결과

### 3.1 항력계수 변경에 따른 선별특성

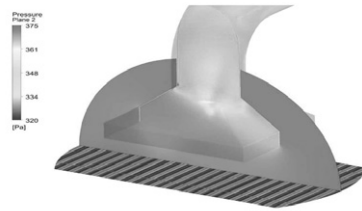
풍력선별기를 통해 흡입되는 폐기물은 형상, 밀도, 항력계수 등의 특성에 따라 선별여부가 달라진다. 또한, 폐기물의 특성이 일정한 값을 가지고 있지 않고 상당히 다양한 값을 갖고 분포되어 있으므로 여러 경우의 수에 대하여 반복적인 해석을 통해야만 결과를 얻을 수 있다. 폐기물이 이송컨베이어 상에서 혼제되어 있는 경우 선별을 원하는 폐기물을 흡입하고자 할 때 영향을 미치는 인자는 주로 폐기물의 유속, 형상계수,



[Fig. 5] 폐기물 이송력과 항력계수의 관계.

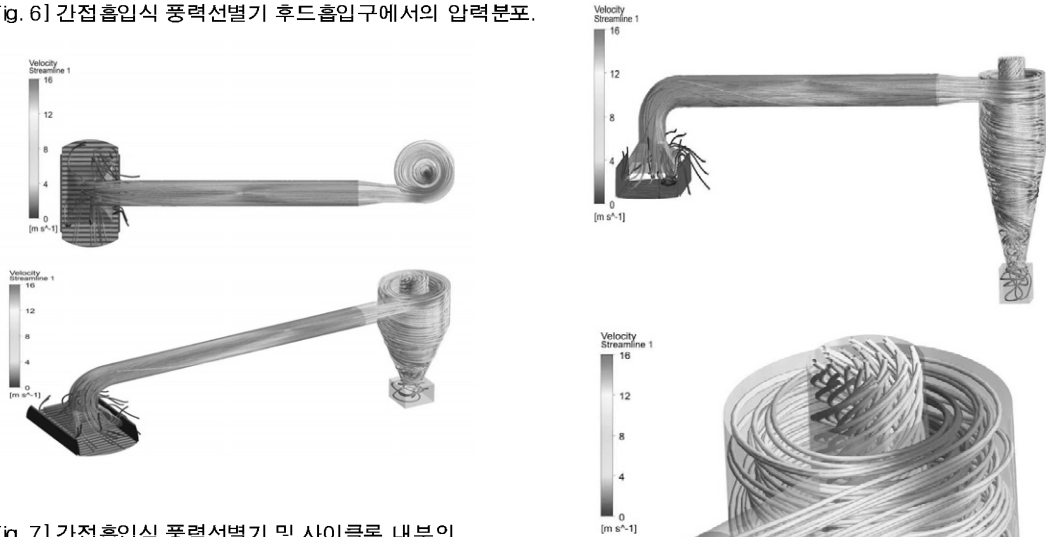


a. 후드주위 덕트단면에서의 압력분포



b. 후드주위 컨베이어벨트 단면에서의 압력분포

[Fig. 6] 간접흡입식 풍력선별기 후드흡입구에서의 압력분포.



[Fig. 7] 간접흡입식 풍력선별기 및 사이클론 내부의 공기흐름.

항력계수 등이 있으며, 인자들 간에 교호작용이 나타나므로 난해한 문제이나 기본적인 결과를 우선적으로 도출하기 위해 일부 인자를 고정하여 수행하였다.

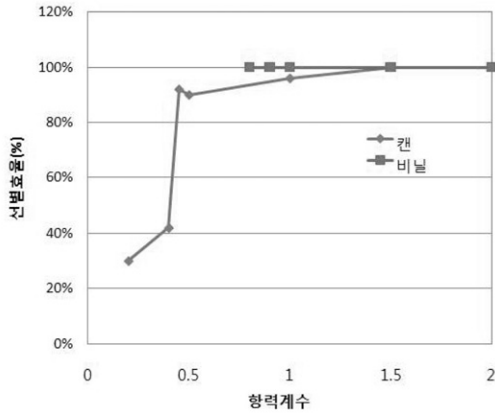
우선 흡입풍속을 일정한 값으로 가정하고 폐기물의 형상에 대한 항력계수를 변경하면서 타당한 범위의 항력계수를 도출하고자 하였다. 이는 유속의 변화에 비하여 항력계수의 변화는 상대적으로 크지 않으므로 얻어진 결과를 비교적 넓은 범위의 유속에 적용이 가능하기 때문이며, 공통적으로 적용이 가능한 Re수 범위에 대하여 사용할 수 있도록 할 필요가 있다. 여기서 Re수는 입자의 직경과 유체의 점도 유속값을 점도값으로 나눈 값이다.

주어진 폐기물 입자의 밀도로부터 유속상태에서 비닐과 캔의 이송특성을 각각 보여주고 있으며, 비닐은 대부분 후드로부터 흡입되어 사이클론에서 분리되고 있으

[Fig. 8] 사이클론 예에서의 공기흐름.

나 캔은 이송컨베이어에서 후드로 흡입되지 않고 있다. 이때의 항력계수는 비닐이  $C_d=0.8$ , 캔이  $C_d=0.2$ 로서 앞서 참고자료로부터 얻은 [Table 3]의 값과 유사한 값을 나타내고 있다. [Fig. 6]은 후드 주위의 수직단면에서의 압력분포를 나타낸 것으로 외부 대기압이 작용하는 면의 압력이 가장 높으며, 후드와 덕트 내부에서는 음압이 형성되어 있음을 알 수 있다. 특히 곡관덕트 내벽에 저압영역이 형성되어 있어 압력손실로 작용하고 있으며, 풍속에 따른 적절한 곡률을 형성해주면 에너지 손실을 감소시킬 수 있을 것으로 사료된다. [Fig. 7], [Fig. 8]는 풍력





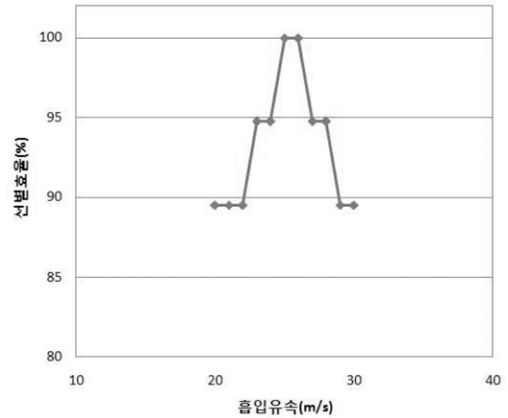
[Fig. 9] 항력계수 변화에 따른 비닐과 캔의 선별효율변화.

선별기 및 사이클론 내부를 통과하는 공기의 유동형태를 유선(Stream Line)으로 나타낸 것으로 후드 주위를 제외하고 대부분의 영역에서 안정적인 유동특성을 보이고 있다.

동일 유속에 대하여 항력계수를 변화시키며 계산한 선별효율을 [Fig. 9]에 나타내었다. 비닐은 항력계수의 변화에 무관하게 풍력선별기로 흡입되는 양상을 보이고 있으나 캔은 밀도가 높아 항력계수가 높은 값에서는 후드를 통해 비닐과 함께 흡입되지만 항력계수가 낮아질수록 이송컨베이어에서 풍력선별기로 끌려가지 않고 있다. 적정 항력계수는 더 정확한 해를 구하여 확인할 수 있으나 캔이 압착된 형태와 유사한  $C_d=0.2$ 에서 컨베이어 위에 잔류하고 있어 적정 항력계수로 사용이 가능한 것으로 판단된다.

### 3.2 흡입풍속 변화에 따른 선별특성

풍력선별기의 흡입유속을 변화시키며 비닐과 캔의 선별효율을 검토하였다. 흡입유속을 20 m/s에서 30 m/s까지 증가시키며 캔과 비닐의 입자모델을 입력하였을 때 풍속의 변화에 따른 분리효율을 [Table 4]와 [Fig. 10]에 나타내었다. 풍속이 20 m/s 초반에는 분리효율이 약 90%로 비교적 높은 값이지만 비중이 높은 캔은 모두 흡입이 되지 않았지만, 비닐도 약 15%가량 흡입이 되지 않아 흡입풍속이 20 m/s 초반으로는 충분하지 않음을 알 수 있다. 풍속이 29 m/s를 넘으면 비닐



[Fig. 10] 흡입풍속의 변화에 따른 비닐과 캔의 선별효율 변화.

[Table 4] 흡입속도에 따른 선별효율 변화

속도 (m/sec)	캔	비닐	효율 (%)
20	4 : 0	15 : 13	89.474
21	4 : 0	15 : 13	89.474
22	4 : 0	15 : 13	89.474
23	4 : 0	15 : 14	94.737
24	4 : 0	15 : 14	94.737
25	4 : 0	15 : 15	100
26	4 : 0	15 : 15	100
27	4 : 1	15 : 15	94.737
28	4 : 1	15 : 15	94.737
29	4 : 2	15 : 15	89.474
30	4 : 2	15 : 15	89.474

과 함께 캔도 50% 가량 흡입되어 선별효율이 감소하므로 약 25~26 m/s의 흡입유속이 적절한 풍속임을 알 수 있다.

## 4. 결론

간접흡입식 풍력선별기의 모델에 대하여 폐기물의 선별특성을 전산유체역학적인 방법으로 고찰하여 폐기물 모델에 대한 적절한 항력계수 및 흡입풍속에 대한 결과를 얻었다. 개발중인 풍력선별기는 송풍기를 설치하여 공기를 사이클론 후단에서 흡입하는 방식으로 선별 폐기물이 송풍기 회전차를 통과하지 않는 특징이

있으며, 흡입구의 특성 및 배관의 압력손실이 선별효율에 큰 영향을 미칠 수 있다. 본 연구를 통해 다음의 결론을 얻었다.

1. 풍력선별기를 이용한 폐기물을 선별하기 위해서는 폐기물의 공기역학적 특성에 대한 사전연구가 필수적이다.
2. 비닐의 경우 약 0.8~1.0 내외의 항력계수를 적용하는 것이 타당하며, 캔은 압축여부에 따라 차이가 있으나 0.2~0.7의 범위에 있다.
3. 풍력선별기의 흡입유속에 따른 선별효율은 약 25~26 m/s의 흡입유속에서 가장 높은 효율을 얻었다.
4. 흡입구의 형상, 이송덕트의 배관방법에 따라 압력손실이 발생하여 흡입유속이 변화하므로 표준화를 통해 적절한 설계가 가능하도록 지속적인 연구가 필요하다.

### 사사

본 연구는 2009년도 산학협동재단 연구비의 지원으로 이루어진 것으로 이에 감사 드립니다.

### 참고문헌

1. 이견주, “생활쓰레기의 이화학적 특성 및 연소속도론적 연구”, 유기물자원화, 15(3) pp. 135~142 (2007).
2. 환경부, “2006 환경백서”. pp. 112 (2006).
3. 수도권 매립지관리공사, “생활폐기물 처리방법 및 시설의 다변화를 위한 연구조사”, pp. 25~45 (2005).
4. “제3차 전국 폐기물 조사”, 국립환경 과학원 pp. 25 (2007).
5. 윤오섭, 폐기물 처리기술, pp. 17~37 (1999).
6. A.W. Larsen, H Merrild, J. Moller, T.H. Christensen, “Waste collection systems for recycle: An environmental and economic assessment for the municipality of Aarhus”, Waste Management 30, pp. 363~369 (2010).
7. Junifer, Mechanical Biological Treatment “A Guide for Decision Markets Process”, Policies and Markets (2005).
8. Defra, Waste Implementation & MBT (2005).
9. 서용권, 강상모, 서이수, “전산 유체역학” 동아대학교 출판.
10. Arst, “ArsysCfx Training”, pp. 26~226 (2008). 