

음식물폐기물 이송효율 개선기술

■ 김명수 / 한라산업개발(주) 에너지사업팀, ms7kim@hallasanup.com

우리나라의 고 비중, 고 함수율 음식물폐기물을 이송관로 투입단계에 관로 하부에 적체되는 현상을 개선하기 위한 기술을 소개하고자 함.

우리나라 수송관로의 개요 및 현황

현재 국내의 생활폐기물 수거방식은 대부분 차량에 의한 문전수거가 일반적이다. 하지만, 경제력이 증가하면서 생활의 질적 향상과 폐기물 수송에 따른 심미적인 저해요인과 악취 등의 문제 해결에 대한 욕구가 증가되는 시점에서 대단위 택지지구의 개발로 지구단위별로 폐기물의 수거 및 이송과 처리하는 시스템으로 가정용폐기물을 지하의 배관을 통하여 공기로 이송하는 새로운 형태의 폐기물 수거방식이 도입되었다.

지하 이송배관에 의한 수송은 높은 초기투자비에도 불구하고 2000년에 약 8,000세대의 용인수지 2 지구에 주택단지로는 최초로 가동된 이후, 신도시를 중심으로 대형 주택단지에 쓰레기 자동집하시설을 계획하고 있다.

수송관로 시스템은 크게 각 가정에 인접한 투입시설, 지하 운반시설, 집하시설로 구분된다.

투입시설은 폐기물 수송에 필요한 공기를 유입하는 공기 흡입구, 폐기물의 투입구, 폐기물을 일시 저장하는 투입슈트로 구성된다.

운반시설은 폐기물 수송을 담당하는 수송배관과 여러 가지로 뻗어있는 각 지역배관의 수거영역을 결정하는 연결밸브로 구성된다.

집하시설은 각 이송배관망을 통해 폐기물을 수집하는 기능을 담당하며, 폐기물과 이송공기를 분리하고, 폐기물 압축하여, 소각장으로 이송하기 위한 폐기물 컨테이너 및 컨테이너 이송설비 그리고 폐기물 이송에 필요한 공기를 발생하는 송풍기로 구성된다. 또한 폐기물 이송단계에서 발생하는 분진 및 악취를 제거하는 설비로 구성되어 있으며, 각 배관망의 작은 단위별로 이송제어와 폐기물 집하 자료를 관리하는 제어시스템으로 구성된다.

국내 수송관로 설치 및 시공현황

국내 대단위 주택단지에 적용되어 운영되고 있는 이송관로 현황은 표 1에 수록했으며, 근래에 개발되는 대부분의 신도시 및 택지지구에는 표 2, 3에서 보는바와 같이 이송관로를 계획하여 공사가 진행 중이거나 계획 중에 있다.

이처럼 국내에서는 폐기물의 수거체계가 신도시 및 택지지구를 중심으로 새로운 형태의 이송관로에 의한 수거시스템이 본격적으로 진행 중에 있다. 이송관로 적용기술은 초기단계에는 주로 외국기술이 적용 되었으나 현재는 국내기술도 활발히 적

<표 1> 2008년 12월 현재 운영중인 수송관로

지구명	세대수	시스템		수행업체		사업주진
		수거대상	집하장	시공사	기술보유	사업주체
용인수지 2지구	8,000	가연/불연	1	기산건설	센트럴석	토지공사
송도 2공구	7,900	일반/음식/기타	1	동호	아사	인천경제자유구역청
김포장기지구	1,690	일반/음식	1	한화건설	센트럴석	토지공사
은행뉴타운	15,200	가연/불연	1	GS건설	센트럴석	SH공사



용되고 있는 상황이다.

현재 외국기술과 국내기술이 표 1, 2에서처럼 국내기술 5건, 해외기술 14건이 적용되어 점차 국내기술이 시장을 확대해 나가고 있는 추세이며, 최근 활

발한 폐기물 수송관로 시스템의 국내, 외 기술적용을 통해 우리나라만의 고유한 특성인 음식물과 일반 가정폐기물 수거, 운송체계의 문제점 등을 보완하여 점차 보편적인 기술의 안정을 확보해 가고 있다.

<표 2> 2008년 12월 현재 시공 및 설계중인 수송관로

지구명	세대수	시스템		수행업체		사업주체
		수거대상	집하장	시공사	기술보유	
용인홍덕지구	9,200	일반/음식물	1	코오롱건설	센트럴석	토지공사
광명소하지구	6,863	일반/음식물	1	금호산업	OH사	주택공사
광명재개발	7,399	일반/음식물	1	센트럴석	센트럴석	4대재건축조합
성남판교지구	26,804	일반/음식물	4	대우건설	동호	토지공사
광명역세권지구	6,676	일반/음식물	1	코오롱건설	센트럴석	주택공사
파주운정지구	44,751	일반/음식물	4	태영건설	센트럴석	주택공사
김포양곡지구	5,359	일반/음식물	1	동부건설	동호	주택공사
김포마송지구	5,767	일반/음식물	1	현대건설	MJK	주택공사
송도 4공구	5,000	일반/음식물	1	삼호	동호	인천경제자유구역청
인천청라지구	31,035	일반/음식물	5	포스코건설	센트럴석	토지공사
의왕포일지구	2,881	일반/음식물	1	한솔	아탈	주택공사
행복도시 1단계	-	일반/음식물	2	GS건설	엔백	토지공사
아산배방지구	5,589	일반/음식물	1	태영건설	엔백	주택공사
남양주 별내	21,000	일반/음식물	3	한라산업	MUT	토지공사
대전서남부	23,676	일반/음식물	3	대우건설	금호산업	대전도공

<표 3> 2008년 12월 현재 계획 중인 수송관로

지구명	세대수	사업주체	지구명	세대수	사업주체
김포양촌	52,812	토지공사	마곡지구	-	SH공사
고양삼송	22,000	토지공사	시흥목감	12,000	주택공사
인천영종지구	-	토지공사	시흥장현	17,000	주택공사
화성향남2	-	토지공사	송도신도시 5공구	13,800	인천경제자유구역청
평택국제화지구	-	토지공사	송도신도시 7공구	14,000	인천경제자유구역청
송도신도시 3공구	8,150	인천경제자유구역청	오산세교지구	-	주택공사
광교	-	경기지방공사	양주회천	24,000	주택공사
광교신도시	24,000	경기도·수원시	동탄지구	-	토지공사
송파신도시	46,000	-	충주기업도시	-	주택공사
검단신도시	-	-	경남혁신도시	-	주택공사



a) 기존 기술. 수송 관로 하부에 적체



b) 상승기류 형성으로 적체방지

[그림 1] 음식물 폐기물 적체 방지를 위한 개선방안 개념도

운영 중인 이송관로 문제점 및 개선방향

현재, 이송관로 기술은 초기 시행착오를 거쳐 안정적인 운영이 이루어지고 있으나 이송관로가 가지는 이송거리의 한계, 폐기물 종류에 따른 이송문제, 관로 막힘 문제, 막힘 위치 추적방법 등의 기술 개선 및 개발을 여전히 필요로 하고 있다.

이와 같이 새로운 사회적 여건에 따라 도입된 이송관로 기술의 문제를 해결하기 위해 남양주별내 택지지구 자동크린넷시설에 적용된 기술개발 및 개선사항을 시뮬레이션등을 통해 검증한 효과를 소개하고자 한다.

운영 중인 수송관로의 최대 문제점은 국내 폐기물 특성상 비중이 높은 음식물의 초기 이송이 불량하여 배관의 막힘 및 부식을 원인을 제공하고 있다.

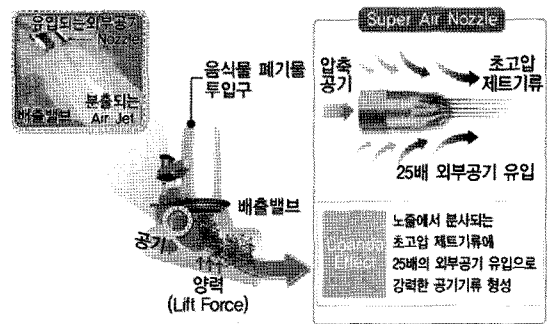
우리나라 음식물 폐기물은 비중이 높고, 다량의 수분이 함유되어있는 특성이 있기에 각 가정에서 폐기물을 투입 시에 투입구 하부 즉, 수송배관 연결부와 배출밸브의 Open시에 배관 하부에 적체 현상이 발생하여 관 내부 막힘 및 부식이 발생하고 있다.

이러한 문제점을 개선하기 위해 음식물 투입구 배출밸브의 후단부에 추가 적인 압력을 가해 형성되는 상승기류에 의해 음식물의 적체를 방지하는 개선기술을 소개 하였습니다.

개선방안의 개념도는 그림 1에 표현하였다.

음식물폐기물 이송효율 제고 적용사례 및 예상 효과

최근 음식물폐기물의 높은 비중과 함수율의 문제



[그림 2] 코안다 효과와 적용기술의 응용 방법

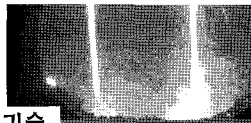
로 이송효율 저하 등이 발생하여 최근, 음식물특성을 고려하여 일반폐기물과 음식물 전용 2중 이송관로를 매설해야 한다는 주장이 제기되고 있으나, 고비용의 문제로 2중 관로의 설치를 시도한 사업계획은 아직 없는 상태이며, 이와 같은 음식물 이송효율의 문제해결을 위한 기술을 개발하여 적용한 사례를 소개하겠다.

적용이론

음식물 투입기 하부 배출밸브 경사면에 노즐에서 분사되는 고압제트기류에 25배의 외부공기 유입으로 경사를 따라 강력한 공기기류를 형성하여 배출밸브 하부의 이송관로 바닥부분에 상승기류(양력)를 발생시키는 '코안다 효과'를 활용하여 음식물 적체 현상을 해소함.

코안다 효과란?

유체(공기, 물)가 어떤 표면 근처에서 빠르게 움



직이면 표면에 달라붙는 경향으로 비행기가 공중에 뜨는 원리를 설명할 수 있다.

빠른 유속의 공기가 지나가면 그 하부의 공기는 유속방향으로 상승하는 원리를 응용하여 폐기물 배출방향과 일치하게 고압의 압축공기를 분사하면 주변의 공기를 흡인하고 수송관로를 흐르는 유체가 일시적으로 상승하는 현상이 발생하는데 이 현상을 음식물 폐기물의 적체를 방지하는 기술로 응용했으며 그림 2에 남양주별내 택지지구 폐기물이송관로에 적용한 기술을 도식화 하였다.

적용기술의 해석

- 높은 밀도를 가진 음식물 폐기물은 투입구에서

낙하로 인한 배관하부의 적체현상 발생 가능성이 큼

- 고압, 다량의 공기를 일시적으로 분사하여 음식물 폐기물을 이송관로 투입단계에서 부상시켜 이송 적체현상 해소
- 분사압과 밸브 개방각에 따른 Air Injection 밸브의 유동해석

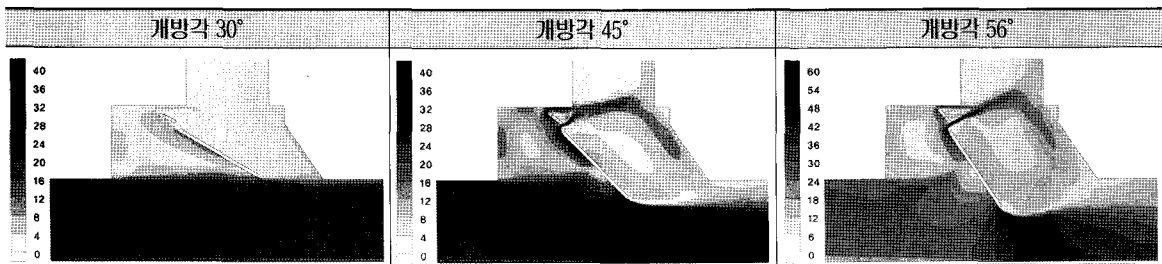
해석 결과

- Air Injection 없는 경우 유동분포(표 5 참조)
- 압축공기 압력에 따른 유동분포(개방각 30°)(표 6 참조)
- 분사각에 따른 유동분포(압력 7 kgf/cm²)(표 7 참조)

<표 4> 적용기술의 해석

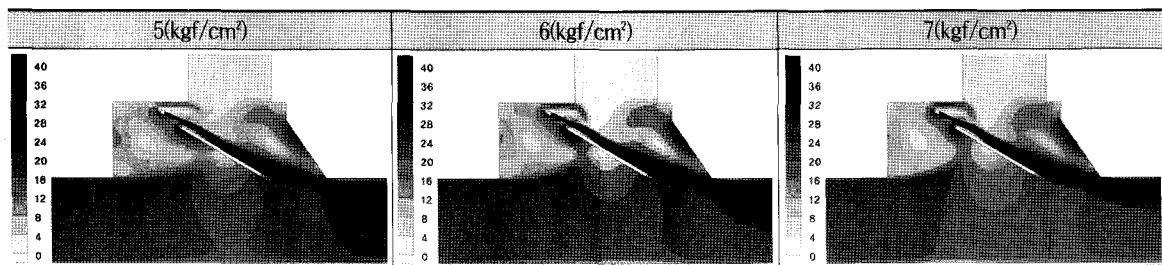
밸브 개방각	분사압	해석모델	해석프로그램
30 ~ 56°	5 ~ 7 kgf/cm ²	k-εRNG 모델	Fluent 6.3.26

<표 5> Air Injection 없는 경우 유동분포



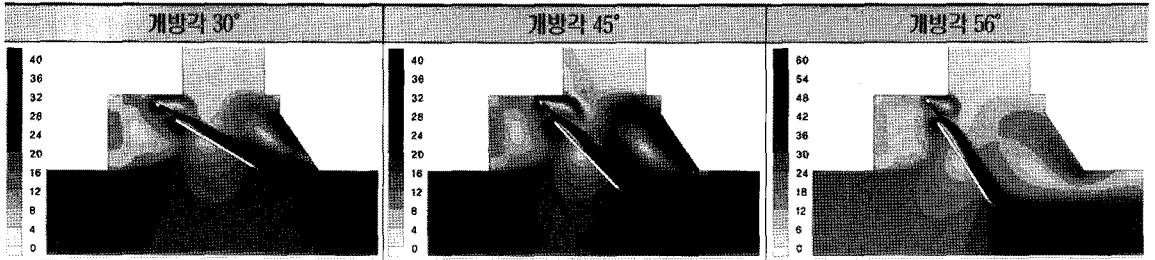
• 압축공기의 분사가 없는 경우에는 음식물 폐기물의 낙하로 인해 배관하부에 적체가능성이 존재

<표 6> 압축공기 압력에 따른 유동분포(개방각 30°)



• 압축공기 분사 시 배관 상부에 40 m/s 이상의 기류형성

<표 7> 분사각에 따른 유동분포(압력 7 kgf/cm²)



• 유동분포는 개방각 45° 이하인 경우에 가장 효율적이며, 56°는 배관하부에 압축공기의 효과가 미비한 것으로 검토됨.

예상 효과

- 음식물 폐기물 투입구 밸브에 가칭 Super Air Nozzle을 설치하여 음식물 폐기물의 적체현상을 해소하여 수송효율을 향상.
- 분사각에 따른 유동분포 해석결과, 분사각이 45° 이하인 경우에 배관 상부에 40 m/s 이상의 기류를 형성하여 음식물 폐기물의 부상 가능성

이 큰 것으로 검토됨.

- 음식물 규격봉투를 사용하지 않을 경우 효과가 우수할 것으로 판단됨.
- 음식물 배출밸브의 디스크 크리닝 효과로 음식물 부패현상이 저감됨에 따른 악취발생을 저감 효과를 볼 수 있다. ●