

# 쓰레기 관로 수송 시스템

## (Pneumatic Waste Collection System)

■ 송택근 / 대우건설, tksong@dwconst.co.kr

기존의 재래식 쓰레기 수거방식은 위생적으로나 환경적으로 개선되어야 할 부분이 많다. 길거리에 방치되는 쓰레기는 미관상 좋지 않을 뿐만 아니라 위생은 물론 환경적인 측면에서도 심각한 문제를 야기하고 있다. 이러한 문제의 해결을 위해 선진국에서는 오래전부터 쓰레기 자동집하시설을 도입하게 되었다. 쓰레기 자동집하시설이란 매설된 밀폐관로를 이용해 쓰레기를 집하장으로 수거하는 시스템으로써 위생 및 환경상의 문제를 해결할 수 있는 최신기술이다. 본 고에서는 쓰레기자동 집하시설의 전반적인 이해와 도시설계, 단지설계 등에 필요한 기본적인 설계사항을 제공하고 '성남판교신도시'의 실 사례를 참고자료로 소개하고자 한다.

### 서론

현재 국내의 쓰레기 수거 방식은 인력과 차량에 의한 노동집약적 형태로 환경, 위생상의 문제, 운반 시 교통 혼잡, 인건비 증대 등 많은 문제점들이 부각되고 있는 실정이다. 지속적인 경제 성장과 생활수준의 질적 향상에 따라 쓰레기 발생량은 더불어 증가할 것이며, 기존의 수거 체계만으로는 제반 문제를 해결하기에는 한계가 있다. 특히, 대도시나 주거 밀집지역은 인구 증가에 따라 쓰레기 발생량이 지속적으로 증가할 것이므로 이에 대한 처리 대책이 수립되어야 할 것이다. 현재의 인력과 차량에 의한 수거체계는 주민들의 생활수준의 질적 향상 욕구에 부응하지 못하고, 인건비 상승에 따른 경제적 부담도 가중시킬 것이다. 결과적으로 각 지자체 및 시행자들은 최근 개발되는 신도시를 중심으로,

깨끗한 신도시 이미지를 구현하고, 환경 위생적인 측면, 경제적 실익 등을 고려하여, 기존의 인력 의존방식의 쓰레기 수거체계를 대체하는 새로운 쓰레기 수거 방식인 쓰레기자동집하시설의 도입을 적극적으로 추진하게 되었다.

### 쓰레기 자동 집하시설의 개요

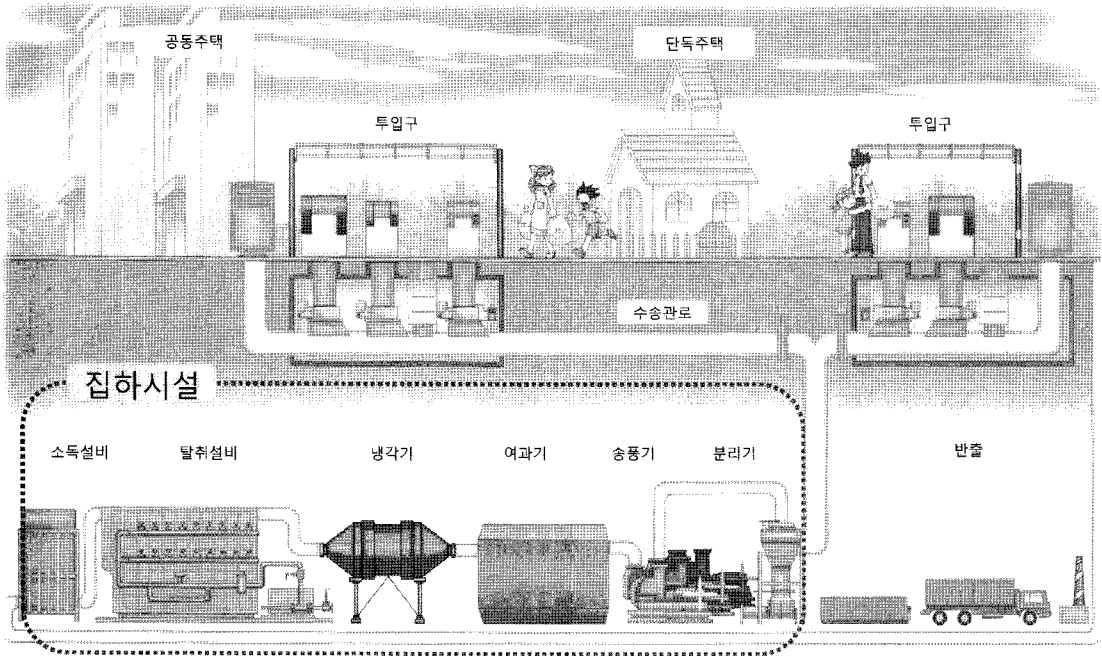
#### 시스템 도입 역사

국의 쓰레기 자동 시설은 1967년 스웨덴 스톡홀름 교외의 선드비 베르그 병원에 세계 최초로 도입되었으며, 미국은 1970년대 감염성 폐기물과 일반 폐기물을 인체와 접촉 없이 수송하기 위해서 이 시설을 처음 도입했고, 일본의 경우도 같은 시기에 신도시를 건설하면서 도시 미관 및 위생적인 측면을 고려하여 쓰레기 자동 집하시설을 도입했으며, 이후 스페인, 홍콩, 싱가포르 등으로 전파되어 주택단지, 공항, 병원, 상가, 대형건물 등 수백 개소에서 설치·운영 중에 있다(그림 1 참조).

#### 시스템 개요

쓰레기 관로 수송시스템은 진공청소기의 원리와 크게 다르지 않다. 배출된 쓰레기를 흡입송풍기에 의해 생성된 초속 25 ~ 30 m의 이송공기를 이용하여 관로를 통해 자동 운반하는 방식이다. 집하장에서는 이송공기와 쓰레기를 분리하며 이송공기는 분진과 악취를 제거한 후 대기 중에 배출하고, 분리된 쓰레기는 집하장 내 저장시설에 임시 저장한 후 처리장(소각장, 음식물 처리시설)으로 운송한다.

#### 수거방식의 비교(표 1 참조)



[그림 1] 쓰레기 관로 수송시스템

<표 1> 수거방식의 비교

구 분	쓰레기 자동집하시설	기존 안력수거
시 스템		
운반	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 관로에 의한 수시 운반으로 적체 발생 없음</li> <li>• 사고 발생의 우려가 전혀 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시간이 많이 소요되고 쓰레기 적체 발생</li> <li>• 운반차량에 의한 사고 발생 우려</li> </ul>
환경	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 밀폐 관로에 의한 운반으로 악취방지 및 청결유지</li> <li>• 자동화된 처리 공정으로 소음 발생이 없고 쾌적성 확보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 야적 시 파리, 쥐 등이 서식하여 위생불량 및 악취발생</li> <li>• 차량운반에 따른 소음, 공해의 발생</li> </ul>
관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자동제어 시스템으로 운전되어 수거인력이 필요 없으며 소수의 운전 및 유지관리 인원 만 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 근로조건이 열악하고 다수의 수거인력이 필요</li> </ul>
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수송관로 및 장치 비용, 집하장 부지 확보 등 초기투자비는 많이 소요되나 운영관리비가 저렴하여 경제적인</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 초기투자비는 저렴하나 수거인력이 많이 필요하여 운영 관리비가 높음</li> </ul>

**쓰레기 자동집하시설의 적용사례 비교**

우리나라 음식물 쓰레기의 경우 외국의 경우와는 달리 수분과 염분 함유량이 높아 이송 시 관 내벽에 음식물이 부착되는 현상이 발생하여 수송이 원활하게 되지 않을 수도 있어 이에 대한 면밀한 검토가 필요하다. 따라서 우리나라의 실정에 맞는 음식물 쓰레기 수송방식의 선정이 매우 중요하다(표 2)

**쓰레기 자동집하시설의 설계기준**

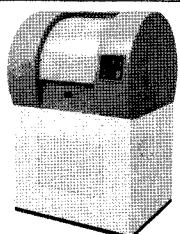
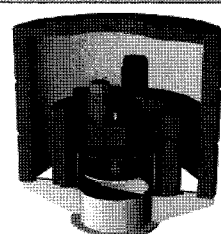
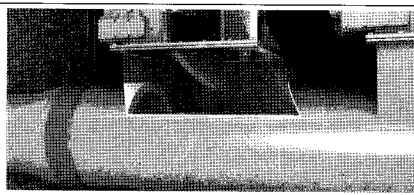
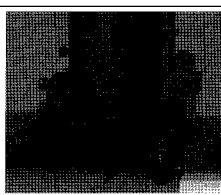
**투입설비**

투입구 수량은 발생량에 의해 산정하되, 사용자의 편의를 위해 최대 이동거리 또한 50미터 이내가 되도록 고려한다. 또한 투입구는 접근이 용이하고 유지보수가 가능한 지점에 설치해야 한다(표 3).

<표 2> 쓰레기 자동집하시설의 적용사례 비교

구분	용인수지 2지구	미켈란 셰르빌	판교신도시
수거 대상	• 일반쓰레기, 음식물쓰레기, 불연성쓰레기	• 음식물쓰레기	• 일반쓰레기, 음식물쓰레기
시스템	• 단일 관로(500A)를 이용해 음식물쓰레기와 일반쓰레기를 함께 이송 • 일반쓰레기와 함께 이송된 음식물쓰레기는 별도 분리 과정 없이 소각 • 불연성쓰레기는 시간대 별로 별도 수집	• 음식물쓰레기 단일 관로(150A)를 이용하여 이송 • 이송된 음식물 쓰레기는 지하에 설치된 저장탱크에 저장한 후 음식물쓰레기 수거차에 의해 처리장으로 이송	• 단일 관로(500A)를 이용하여 일반쓰레기, 음식물 쓰레기를 교대로 분리 수거
투입구 종류	• 소각용 투입구 : 일반쓰레기, 음식물쓰레기 • 불연성 쓰레기 투입구 : 매립용	• 음식물쓰레기 투입구 : 가구마다 싱크대 옆에 음식물 투입구를 설치	• 일반쓰레기 투입구 • 음식물쓰레기 투입구
분리수거	• 음식물쓰레기, 일반쓰레기 혼합수거	• 음식물쓰레기만 분리수거	• 음식물쓰레기, 일반쓰레기 분리수거

<표 3> 투입설비

품목	특징	품목	특징
투입구	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 일반, 음식물 쓰레기 투입구는 색상으로 구분</li> <li>• 전동 구동식(사업자 시행분과 동일 방식 적용)</li> </ul>	공기흡입밸브	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 전동 구동방식</li> <li>• 공기 흡입소음 저감을 위해 내부 흡음재 적용</li> </ul>
	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 구동식</li> <li>• 2중 Locking 구조</li> <li>• 도거바지 그스</li> </ul>		 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 유지관리가 용이한 구조</li> <li>• 저장용량 : 360 ℓ</li> </ul>
배출밸브		슈트	



- 공동 주택의 지하 주차장 상부는 투입구 하부 저장 공간을 위한 높이의 확보가 불가능하므로 공동주택은 건축계획 시 투입구 위치에 대한 검토가 선행되어야 함.
- 공기 흡입밸브는 소음과 설치위치에 대한 민원 발생을 고려해 건물 측면에 배치.
- 흡입밸브, 일반쓰레기 투입구, 음식물 쓰레기 투입구 순으로 배치.

**수송관로**

상수도, 우수, 오수, 전력·통신 케이블 등 지하 매설물과의 간섭을 확인하고 시공성, 유지관리성을 고려해 수송관로를 설계해야 한다. 또한 이송능력의 한계를 고려해 최장 거리가 2 km를 넘지 않도록 한다(표 4).

- 마모가 심한 곡관부를 최소로 하고 최단거리가 되도록 관로(route) 결정
- 마찰손실을 적게 하고 막힘을 방지하기 위해 곡관부는 1800 R 이상으로 계획
- 배관의 상승 각도는 15°, 하강 각도는 30° 이내

로 제한

- 부식 방지를 위해 적절한 관 외부 부식방지 조치 필요(피복관, 방식설비 등)

**집하장**

공정흐름을 고려해 장비를 집약배치하고 작업 및 관리 동선을 최소로 하며 충분한 유지보수 공간의 확보, 소음 및 악취 확산에 대한 대책, 원활한 장비 반·출입 통로 등을 고려해야 한다(표 5).

**성남판교신도시 쓰레기 자동집하시설**

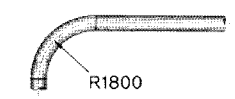
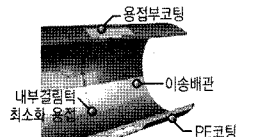
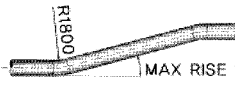
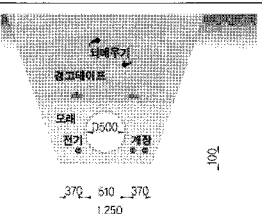
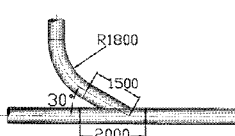
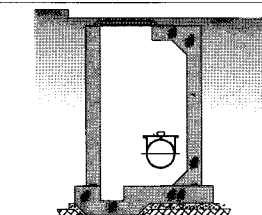
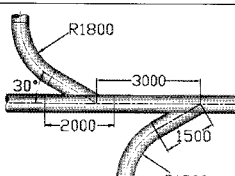
시설 개요(표 6)

투입구 수량 산정 및 설치 기준(표 7)


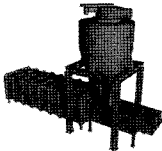


- 일반쓰레기 투입구
- 음식물쓰레기 투입구

쓰레기 수거량(표 8)

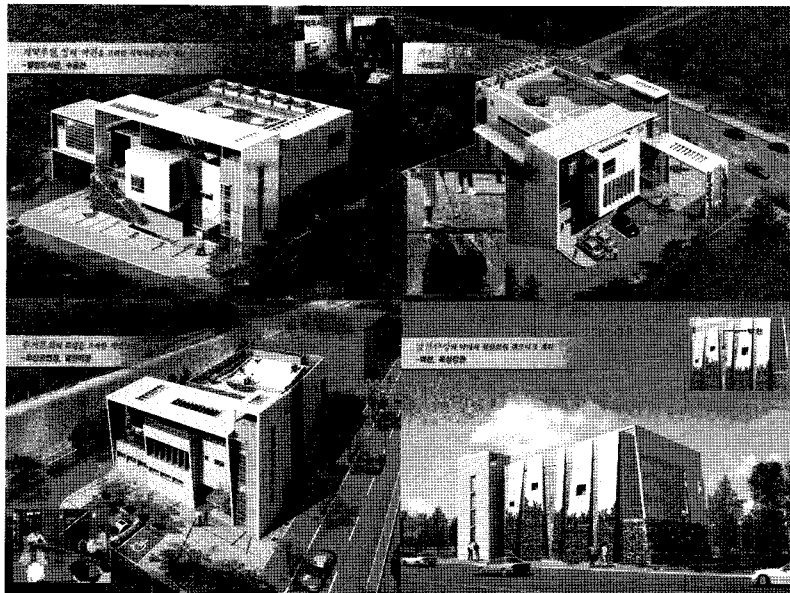
<표 4> 수송관로 설계 및 시공기준

항목	기준	항목	기준
	• 곡관은 1800 R 이상		• 관 내부는 이송방향으로 걸림턱이 최소화 되도록 용접(용입)
	• 상승관로는 상승 각도를 15° 이내로 계획		• 침하방지 및 관보호를 위해 관 상단 10 cm까지 모래 포설
	• 합류지점의 연결각도는 30°, 분기관 접합은 3D 이상의 직선구간 형성 후 곡관연결		• 유지보수용 맨홀 설치(배관 및 차단밸브)
	• 2개 이상의 지관을 연속해 연결 할 경우 6D 이상의 이격거리 확보		

<표 5> 집하장설비

품목	주요기능	특징
 <p>원심 분리기</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>일반쓰레기와 이송공기를 원심력에 의해 연속 분리</li> <li>운전 중 또는 고장 시 내부 상태를 확인할 수 있는 CCTV설치</li> <li>화재 시 소화 기능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>레벨 센서와 압축기 연동</li> <li>회전 스크린에 의한 쓰레기 막힘 방지</li> <li>운전 소음 확산방지를 위해 외부에 흡음재 시공</li> <li>확산 소화기 설치로 자동 소화</li> </ul>
 <p>쓰레기 압축기</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>원심분리기와 연동하여 순차적인 압축</li> <li>컨테이너의 탈, 부착 기능</li> <li>Load Cell 에 의한 교체 시기 자동 통보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>유압 유니트에 의한 쓰레기 압축</li> <li>고장 발생 시 상태 통보 및 알람 발생</li> </ul>
 <p>컨테이너 탈부착 장치</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>컨테이너 이송장치와 연동하여 빈 컨테이너를 압축기로 담겨 결속</li> <li>유압구동방식으로 강력한 구동력</li> <li>자동 원위치 기능에 의한 완벽한 밀폐상태 유지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>유압 구동식 실린더와 러그를 작동하여 컨테이너를 밀착시킴</li> <li>탈부착장치의 운전 상태를 중앙제어실 및 현장에서 감시 가능</li> </ul>
 <p>쓰레기 컨테이너</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>압축기의 압축력에 견딜 수 있는 내압 구조 와 운전 진공압에 견딜 수 있는 외압구조 (보강재 사용)</li> <li>양롤 컨테이너 타입</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>내압 및 운전 진공압에 견딜 수 있는 외압을 감안한 컨테이너 적용</li> <li>시뮬레이션을 통한 구조검토</li> </ul>

※ 투입구 및 관로는 분양자 시공분을 제외한 수량 임



[그림 2] 성남판교신도시 쓰레기 자동집하시설



<표 6> 성남판교신도시 쓰레기 자동집하시설 시설개요

구분		집하장 1	집하장 2	집하장 3	집하장 4	합 계	
집하장	집하장 위치	분당구 운중동	분당구 판교동	분당구 삼평동	분당구 판교동	-	
	집하장 면적(m <sup>2</sup> )	1,800	1,823	1,800	1,827	7,250	
	쓰레기 집하면적(m <sup>2</sup> )	2,348,214	2,623,241	1,838,690	2,484,180	9,294,326	
	수거량	일 반(kg/일)	4,034	4,942	10,183	11,962	13,121
		음식물(kg/일)	2,911	2,739	4,526	4,874	15,050
투입구	일반소형 투입구(개)	72	83	4	27	184	
	일반대형 투입구(개)	31	34	8	16	88	
	음식물투입구(개)	88	106	3	32	229	
관로	공기흡입밸브(개)	47	48	10	16	121	
	이송 관로(km)	13.1	13.7	8.4	11.9	47.1	
	섹션 밸브(개)	32	16	19	18	85	

<표 7> 일반쓰레기 투입

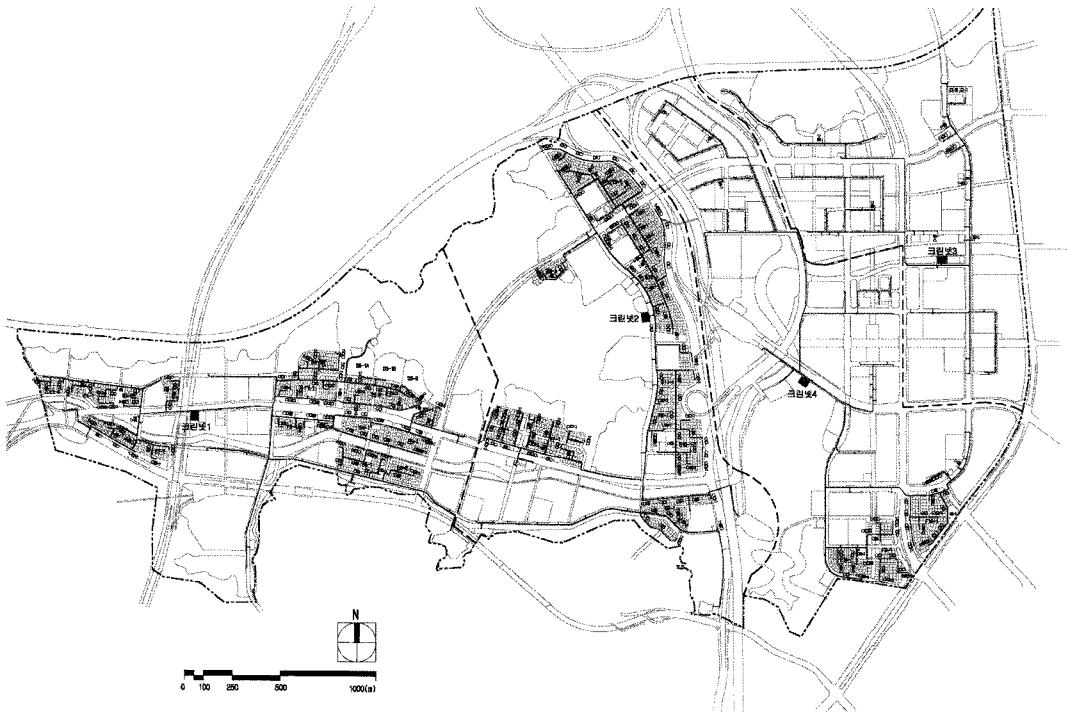
산정기준	적용
쓰레기발생량	<ul style="list-style-type: none"> <li>쓰레기발생량이 많은 지역으로 부지면적당 투입구수가 많은 지역</li> <li>적용지역 : 아파트, 주상복합, 근린생활시설, 상업업무 용지</li> </ul>
이동거리 50 m 내외	<ul style="list-style-type: none"> <li>쓰레기발생량 기준으로 투입구 설치 시 부지면적에 비해 투입구 수가 적은지역</li> <li>적용지역 : 단독주택, 연립주택</li> </ul>
필지 당 1개소 이상	<ul style="list-style-type: none"> <li>인구밀도가 적은 지역으로 쓰레기 발생량 기준으로 투입구 설치시 부지면적에 비해 투입구 수가 적은 지역</li> <li>적용지역 : 블록형 단독주택</li> </ul>
시설물 개소 당	<ul style="list-style-type: none"> <li>분할되는 블록 및 필지가 단위 시설 건축물을 경우</li> <li>적용지역 : 공공시설(동사무소, 파출소, 소방서)</li> </ul>
설치하지 않음	<ul style="list-style-type: none"> <li>발생량이 적은 비 주거 용지에 적용</li> <li>적용지역 : 교통광장, 일반광장, 근린공원, 체육공원</li> </ul>

<표 8> 음식물쓰레기 투입

산정기준	적용
일반 : 음식물 1대1설치	<ul style="list-style-type: none"> <li>인구밀도가 낮은 주거용 주택이나 투입 시 최대 이동거리가 제한이 있는 지역에 적용</li> <li>적용지역 : 단독주택, 블록형 단독주택</li> </ul>
이동거리 50 m 내외	<ul style="list-style-type: none"> <li>쓰레기발생량 기준으로 투입구</li> <li>적용지역 : 공동주택</li> </ul>
일반/음식물 겸용	<ul style="list-style-type: none"> <li>음식물쓰레기 배출이 특정한 요일에만 발생하고 발생량이 많은 지역</li> <li>적용시설 : 종교시설</li> </ul>
시설물 개소 당	<ul style="list-style-type: none"> <li>소량의 음식물 쓰레기가 일정하게 발생하는 지역에 적용</li> <li>적용지역 : 학교, 복지시설</li> </ul>
설치하지 않음	<ul style="list-style-type: none"> <li>일반쓰레기 투입구가 설치되지 않는 지역으로 음식물 쓰레기 배출이 적은 지역</li> <li>적용지역 : 광장, 공원, 사무실</li> </ul>

<표 9> 쓰레기 수거량

구 분	집하장 1		집하장 2		집하장 3		집하장 4		계(kg/일)	
	일반	음식물	일반	음식물	일반	음식물	일반	음식물	일반	음식물
단독주택	259	279	299	321	-	-	79	85	637	685
연립주택	190	196	136	140	-	-	-	-	326	336
아파트	1,805	1,960	1,331	1,445	2,938	3,191	1,867	2,028	7,941	8,624
근린생활시설	293	51	298	51	-	-	148	25	739	127
중심상업	-	-	-	-	-	-	3,440	1,305	3,440	1,305
근린상업	531	201	352	134	135	51	115	44	1,133	430
주상복합	-	-	-	-	102	111	301	327	403	438
도시지원시설	-	-	-	-	5,767	870	3,895	587	9,662	1,457
일반업무시설	170	26	79	12	22	3	243	37	514	78
공공업무시설	155	23	377	57	141	21	41	6	714	107
철도시설	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-
주차장	206	31	230	35	343	52	490	74	1,269	192
광장	11	9	265	220	16	13	16	13	308	255
공원	49	41	19	16	70	58	138	114	276	229
변전소	10	1	-	-	-	-	17	3	27	4
가스공급설비	5	1	-	-	-	-	5	1	10	2
집단에너지 공급시설	-	-	-	-	2	-	4	1	6	1
송유설비	-	-	2	-	-	-	-	-	2	-
학교	286	52	413	76	489	90	279	51	1,467	269
공공청사	-	-	-	-	-	-	651	112	651	112
복지시설	-	-	127	22	42	7	167	29	336	58
납골시설	-	-	179	31	-	-	-	-	179	31
하수처리장	-	-	-	-	-	-	3	-	3	-
쓰레기소각장	-	-	-	-	-	-	5	1	5	1
쓰레기 자동집하시설	1	-	1	-	-	-	1	-	2	1
위험물저장 및 처리시설	27	10	27	10	1	-	32	12	87	32
종교시설	36	30	70	58	81	31	23	19	210	138
공공도서관	-	-	737	111	34	28	-	-	771	139
총계	4,304	2,911	4,942	2,739	10,183	4,526	11,962	4,874	31,121	15,050



[그림 3] 투입구 설치주체

**투입구 설치주체**

- 필지 당 투입구가 1개소 미만으로 설치 주체가 불분명한 경우 사업 시행자가 설치
- 분양된 필지가 소규모로 분양자 공사부담이 클 경우 사업시행자가 설치
- 투입구가 1개소 이상 필지로서 건축계획 및 공사 시기가 불분명한 경우 분양자가 설치

**맺음말**

쓰레기 자동집하시설은 기존의 차량수거 방식에

서 야기되는 해충, 침출수, 악취, 차량운행에 따른 소음 및 분진 발생 등의 문제를 해결할 수 있는 신기술로서 쾌적하고 미래 지향적인 환경도시 조성에 크게 기여하고 있다. 성남관교 쓰레기 자동집하시설은 성공적으로 공사를 완료하여 현재 상업운전을 개시하였다. 당사는 쓰레기 자동집하시설의 선두주자로서 성남관교신도시 자동집하시설 외에도 '도안신도시'와 '남양주별내지구' 등에서 공사를 진행 중에 있다. 또한 '금호환경기술', '건설기술연구원' 과 협력을 통해 자체 기술 개발을 완료했으며, 향후 발주공사에 적용할 계획이다. ④