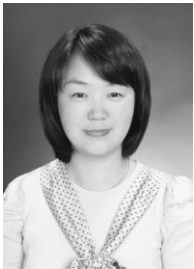




쓰레기 이송 관로에서의 배관 막힘 해결방안 연구



최향숙

healthy0211@nate.com

학점은행 건축설비학 학사
한양대학교 플랜트엔지니어링 석사
(주)단건축사 사무소 부장

1. 서론

최근 생활수준의 질적 향상과 급속한 산업화에 따른 소비증가로 인해 생활 폐기물의 발생량이 증가함에 따라 도시 내 쓰레기 처리 문제가 환경 위생측면과 자원 유효 이용측면에서 문제점으로 대두되기 시작하였다. 이에 대한 대안으로 새로운 쓰레기 수거 및 운반 방식의 하나인 쓰레기 이송 관로방식이 도입되었으며 신도시를 중심으로 국내 설치 사례가 증가하고 있다. 쓰레기 이송 관로 방식은 최장관로의 길이, 이송량에 따른 거리별 배관 두께, 이송 효율, 장비 용량 결정 등 설계 기준도 중요하나 쓰레기를 이송할 때 발생할 수 있는 배관 막힘 등의 문제점이 발생하고 있어 그 해결방안이 필요한 실정이다.

본 고에서는 쓰레기 이송 관로 방식의 운전 효율성이 증대될 수 있도록 관로 이송 방식의 쓰레기 이송 시 일어날 수 있는 배관 막힘 사례를 조사하고 문제점의 해결방안에 대해 기술하였다.

최근 생활수준의 향상과 급속한 산업화에 따른 소비증대로 인하여 생활 폐기물의 발생량은 지속적으로 증가하고 있으며, 이에 따라 쓰레기 배출과 처리가 사회적인 문제로 대두되고 있다. 하지만 기존의 쓰레기 수거 방식은 악취, 미관, 위생문제, 수거 인력과 교통문제 등 많은 문제점이 발생되고 있어 이를 해결할 수 있는 새로운 수거 및 운

반 방식의 도입이 필요한 실정이다. 또한 쓰레기 이송 관로 방식은 초기 도입 상태이지만 가장 활발하게 시행되고 있는 환경 플랜트 설비로서 새로운 환경 시장을 개척하는 선도적인 역할을 담당할 수 있는 시설이며 도시의 쾌적성 향상과 청소시스템의 선진화, 지속가능한 인프라 시설, 기술의 발전 등에 기여하는 바가 매우 크다. 이러한 필요환경에 의해 개발된 새로운 방식중의 하나인 쓰레기 이송 관로 방식은, 생활쓰레기를 일정한 위치에 설치된 투입구에 버리면 쓰레기 이송 관로를 통해 중앙처리장으로 운반되어 처리하는 방법으로서 국내에 적용 사례가 증가하고 있다.

본 고에서는 쓰레기 이송 관로 방식 운전의 효율성이 증대될 수 있도록 이송 관로 방식의 노출배관의 막힘 현상에 대한 사례 및 해결에 대해 기술하고자 한다. 쓰레기 이송 관로 방식은 편리함과 위생적인 환경을 요구하는 소비자들의 경향에 맞춰 세계적으로 늘어나는 추세이며 우리나라와 같이 주거 밀집 지역 및 주상복합 건물에 적용할 수 있는 시스템이다. 현재 국내에 설치되어 운영하는 사례가 많으나, 시공 상 부주의 및 쓰레기 운송 시 문제점들이 많이 도출되고 있어 그 개선방안이 중요한 실정이다. 따라서 그 개선사항을 소개하여 우리나라 형편에 맞는 쓰레기 이송 관로 방식을 정착시켜 도시 쾌적성을 추구했으면 하는 바람이다.



2. 쓰레기 이송 관로

2.1 이송 관로 대상모델

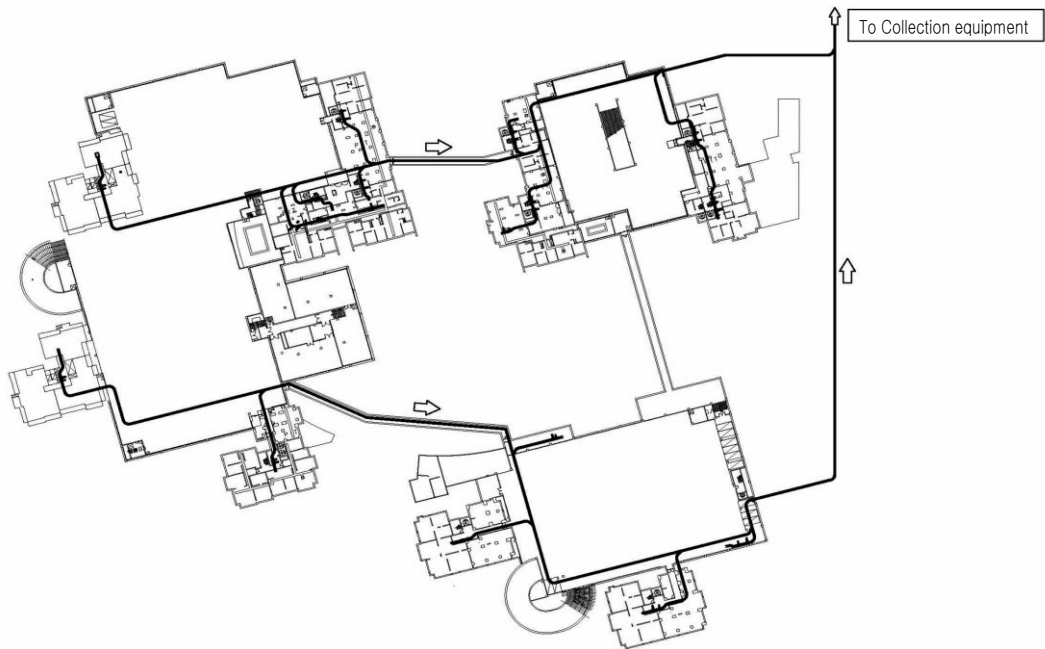
쓰레기 이송 관로의 배관 막힘 원인과 해결방안에 대한 소개는 인천 A지역 아파트를 대상모델로 하였다. 대상모델은 8개동 465세대로 구성되어 있다. 쓰레기 이송 관로 방식의 공사 범위는 옥내 투입구, 배출밸브 및 수송관로 등 단지경계선 내 1 m까지의 장비 및 배관공사로 한정하였고 배관 계획은 크게 입상 배관과 횡주배관으로 분리되며, 횡주배관은 일반쓰레기와 음식물 쓰레기 통합으로 사용가능한 단일 관로로 되어 있고 입상배관은 일반쓰레기와 음식물쓰레기를 분리하도록 되어 있다.

그림 1은 대상모델의 쓰레기 관로 전체 평면도이다. 그림에서 보는 것과 같이 아파트 동과 세대수가 많아 배관의 굴곡이 많고 배관의 길이가 긴 것을 알 수 있다.

2.2 이송 관로 세부 개요

이송 관로 방식의 이송 과정은 투입구에 투입된 쓰레기는 중력으로 낙하되어 배출밸브 상단에 임시 저장 후 집하장 내에 설치되어 있는 컴퓨터와 송풍기에 의해서 운전이 개시되며 운반 관로 내의 압력이 일정한 압력에 도달되면 배출밸브가 열려 쓰레기가 집하장까지 이송된다. 쓰레기 이송 관로 방식은 쓰레기가 배관 내를 고속으로 이동하고 이송시 부압요소를 가지므로 배관의 이음방법으로 용접식을 적용하며 관 용접 시 내면에 비드를 만들어서 쓰레기 흐름에 지장을 주지 않도록 하였다.

쓰레기 관로 입상 배관은 일반쓰레기와 음식물 쓰레기를 분리 배출할 수 있도록 2개의 입상 배관으로 각각 설치되었으며 일반 쓰레기 배관으로 400 A의 배관용 탄소강관이 사용되었고 음식물 쓰레기 배관은 300 A의 배관용 탄소강관이 사용되었다. 입상 배관은 쓰레기가 중력으로 자유 낙



[그림 1] Schematic of the refuse collection system



하되어 압력이 걸리지 않는 부분이며 입상피트구역의 협소한 구조를 감안하여 유지관리가 용이한 무용접 홈조인트 방식이 적용되었다. 또한 쓰레기 입상배관의 최상단에는 악취가 실내로 확산되는 것을 방지하기 위하여 배기휀 등을 설치하였고 투입구의 투입문이 개방될 때는 내부 안전 덮개가 작동되어 공기의 역류 현상 및 악취, 유해 먼지가 거주역으로 유출되는 현상을 차단한다.

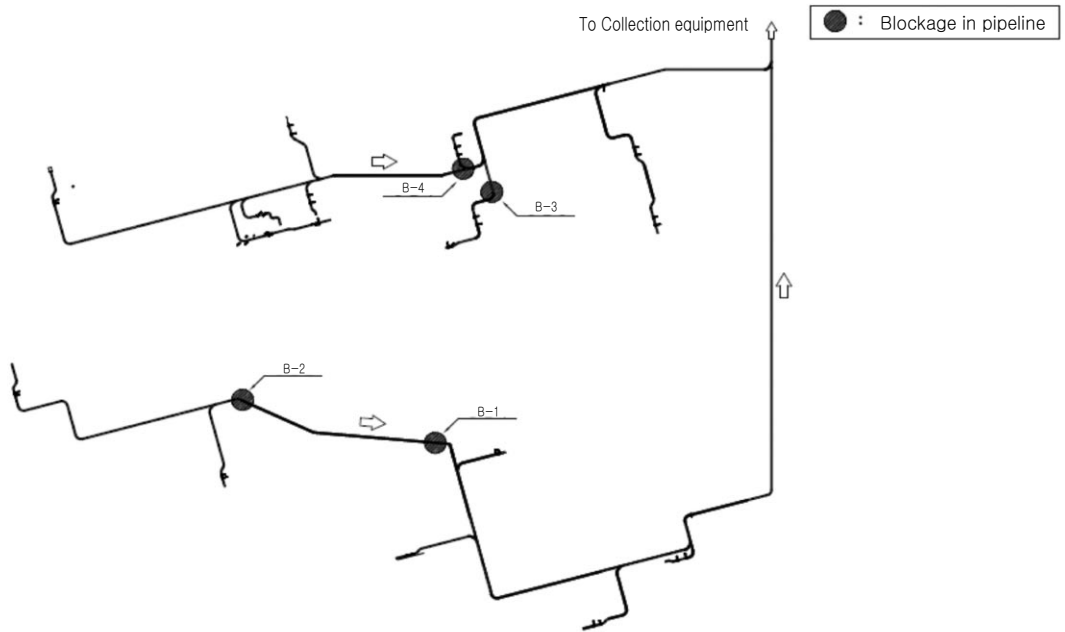
쓰레기 이송 관로 수평 횡주배관은 500 A의 배관용 탄소강관으로 단일관이고 송풍기의 강력한 기류에 의해 쓰레기가 운반되므로 배관 내부의 마모를 방지하기 위하여 주요 곡관부에 대해서는 두께가 두꺼운 곡관을 사용하였다. 쓰레기를 운반하는 관로시설은 각 층에 투입구가 설치되는 입상관과 집하장까지 쓰레기를 이송하게 되는 횡주관으로 이루어지는데 입상관에는 관내 악취배출 및 실내 유입방지 시설, 화재발생 감지시설, 쓰레기 충격분산 장치 등 쓰레기를 이송하기 위한 시스템으로 구성되었다. 쓰레기 수평 횡주관은 쓰레

기 배출량에 따라 배관 두께를 산정하며 마모 예상부위에는 특수곡관을 설치하고 각 필요장소마다 점검구를 설치하였다.

3. 배관 막힘 현상의 발생

3.1 배관 막힘 사례 조사

현재 국내 일부 지역에 외국의 설계기술을 도입한 쓰레기 이송 관로 방식이 설치되어 있으나 시스템의 효율적인 운용에는 아직도 미비한 점이 있다. 이것은 우리나라 쓰레기의 성상이 외국과는 달리 일반쓰레기 외에도 많은 수분이 포함되어 있는 음식물 쓰레기가 이송 관로를 통해 배출되기 때문이다. 또한 국내의 폐기물관리 정책은 음식물 쓰레기의 재활용 등 자원 순환형 사회로의 이행을 위해 가연성과 음식물로 분류되고 있고 하나의 관로를 이용하여 집하장까지 이송되는 시스템을 적용하고 있다. 이러한 쓰레기 이송 관로 시스템을 적용한 현장이 현재 증가하고 있고, 또



[그림 2] Blockage in pipeline for a refuse collection system



그에 따라 많은 문제점들이 발생하고 있는데 그 문제점 중에서 배관 막힘이 발생한 사례를 조사하였다.

대상모델에서 배관 막힘은 4개소에서 발생하였다. 배관 막힘을 표시한 **그림 2**와 같이 배관 경사 각도 부위에서 2개소, 곡관부에서 1개소 그리고 Y-결합부 부위의 1개소에서 배관 막힘이 발생하였다.

3.2 배관 막힘의 원인 분석

쓰레기 이송 관로 방식이 설치된 단지에서 발생하는 문제점을 파악해 보면 다수의 단지는 약간의 불편은 있으나 잘 운영되고 있었고, 몇몇 단지의 경우에는 문제점이 발생하였다. 문제의 원인은 주로 이물질투입으로 인한 고장과 쓰레기의 관로 막힘이 많았고, 그 관로 막힘으로 인하여 악취나 관로 부식이 발생하였다.

대상모델에서는 배관 경사각도와 곡관부, Y-결합부 부위에서 배관 막힘이 발생하였고 그 원인을 파악한 결과, 배관 상·하향 경사배관과 곡관부, 결합관부위에서 일정 각도를 준수하지 못했음을 알 수 있었으며 그 부위에서의 각도 개선이 필요하다는 것이 확인되었다.

3.2.1 배관 경사각도 부위

쓰레기 이송 관로의 수평배관은 최말단 배관으

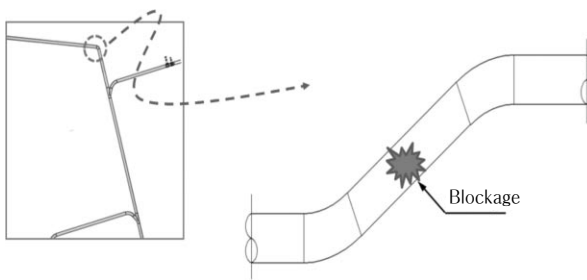
로부터 시작해서 공동구와 주차장을 지나 단지 밖 도로 지하에 매설되는 주배관에 연결된다. 이때 이송 관로의 수평배관 중 일부 배관이 주차장의 법정 높이를 확보하기 위하여 상승 및 하강하였는데 그 부위에서 배관 막힘이 발생되었다. **그림 3**은 상승 배관에서 발생한 배관 막힘 부위를 나타낸 그림이고 **그림 4**는 하강 배관에서 발생한 배관 막힘 부위를 나타낸 그림이다.

상향 배관의 경우, 상승 각도가 완만하지 못해서 **그림 3**에 표시된 상향 배관의 30° 부속 부위에서 쓰레기가 막힘을 알 수 있었다. 따라서 상승 배관의 30° 부속 부위에서 경사 각도가 좀 더 완만하여야 하므로 30° 보다는 좀 더 작은 각도로 상향 배관을 해야 한다고 판단된다.

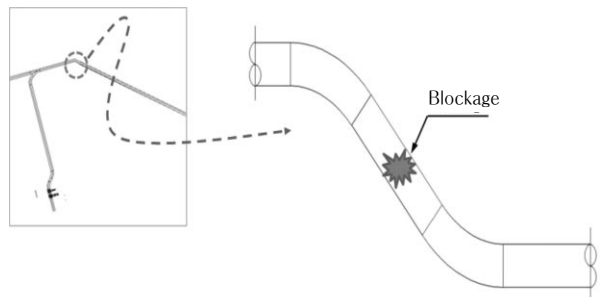
하향배관의 경우에도 **그림 4**에 표시된 하향 45°로 배관한 부위에서 쓰레기 막힘이 발생하였다. 그 부위의 각도가 급하게 형성되어 있어 쓰레기의 막힘이 발생함을 알 수 있으므로, 하향 배관의 각도는 45° 보다 완만한 각도의 부속을 사용해서 배관해야 한다고 판단된다.

3.2.2 곡관부 부위

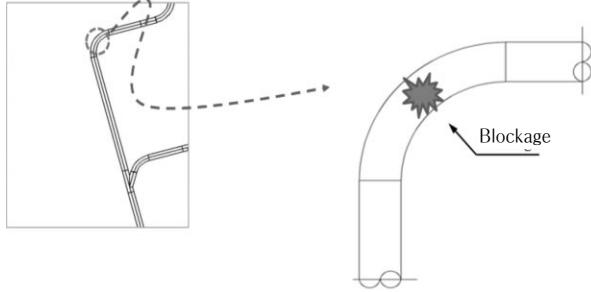
쓰레기 이송 관로의 수평배관에서 배관 막힘 현상이 발생된 부위를 확인해 본 결과 주차장 코너 부위에 설치된 쓰레기 수평 배관(관경 500 A)의 곡관부에서 쓰레기 막힘이 발생함을 알 수 있었



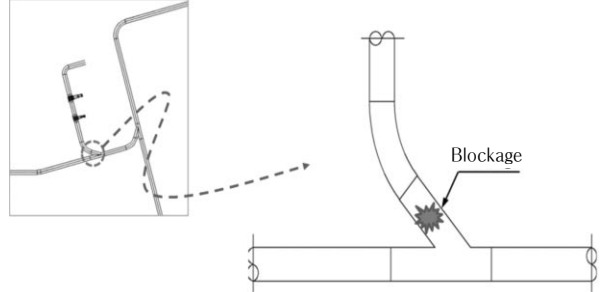
[그림 3] Blockage of upstream pipe for a refuse collection system (B-1)



[그림 4] Blockage of downstream pipe for a refuse collection system (B-2)



[그림 5] Blockage of curved pipe for a refuse collection system (B-3)



[그림 6] Blockage of branch pipe for a refuse collection system (B-4)

다. 그림 5는 쓰레기 관로 막힘이 발생한 곡관부를 나타낸다. 그림 5에서 보는 바와 같이 건축 구조물의 간섭으로 인해 곡관부의 곡률반경이 3D, 즉, R1500으로 시공되어 있었고 곡관부에서 쓰레기로 인한 배관 막힘 사례가 발생되었다. 따라서 500 A 곡관부의 곡률반경을 1500 mm로 했음에도 배관 막힘이 발생했으므로 곡률반경을 확대하여야 할 것으로 판단된다.

3.2.3 Y-결합관 부위

그림 6은 쓰레기 관로 막힘이 발생한 Y-결합부를 나타낸다. 쓰레기 이송 관로의 수평배관에서 배관 막힘 현상이 발생한 부위를 확인해 본 결과 쓰레기 관로의 수평주관과 수평지관이 결합하는 부위 중, 그림 6의 그림과 같이 Y-결합관 부위에서 쓰레기 관로 막힘이 발생하였는데 그 결합 각도를 확인해보니 45°였다. Y-결합관의 각도가 45°인 경우 쓰레기를 이송시 배관 막힘이 발생하였으므로 원활하지 않았으므로 Y-결합관 각도를 45°가 아닌 그 보다 작은 각도로 유지되어야 할 것으로 판단된다.

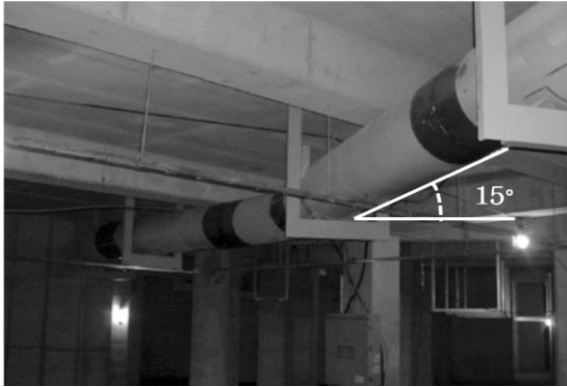
4. 배관 막힘 현상 해결 방안

쓰레기 이송 관로 방식에서 주배관망의 주요 기능은 투입된 쓰레기를 안전하고 안정적으로 집하

장으로 수송하는 것으로, 주배관망의 건설비용은 전체 시스템 건설비용의 약 40%를 차지한다. 따라서 적절한 계획 및 설계가 이루어지지 않았을 경우 비용의 낭비뿐만 아니라 운영 및 유지관리 측면에서도 많은 문제를 야기하게 된다. 쓰레기 이송 관로 방식에 적용되는 배관의 종류는 통상적으로 탄소연강으로 제작되며 대량의 쓰레기가 운반되는 곡관은 합금 또는 니켈강 등이 이용되고 모든 관로망은 용접 처리하며 관로 내부는 쓰레기의 잡다한 성분 때문에 쓰레기에 의한 마모에 노출되는데 이러한 마모요인은 경험적으로 추정할 수밖에 없다. 마모정도는 직관보다는 곡관이나 Y자 접속부위에서 훨씬 더 심하다. 따라서 곡관부, 결합부의 경우에는 마모율과 쓰레기 막힘에 대한 대안이 있어야 한다. 쓰레기 이송 관로 방식의 배관 막힘에 대한 해결방안으로 배관 경사각도와 곡률반경, 결합관 각도에 대해 알아보았다.

4.1 배관 경사각도의 감소

상향 배관을 30°로 배관한 경우 경사가 급하게 되어 배관 내에 쓰레기 막힘이 발생하였으므로 좀 더 완만하게 15°로 하여야 한다. 그림 7은 상향배관의 각도를 30°에서 15°로 감소시켜 수정 배관한 사진이다. 상향배관에서 15°의 부속을 사용하여 배관 수정하였더니 쓰레기가 원활하게 이송됨을 확인하였다.



[그림 7] Photos of upstream for a refuse collection system

하향배관의 경우에는 45°로 배관한 경우 경사가 급하게 형성되어 있어 그 부위에서 쓰레기의 막힘 현상이 발생하였으므로, 하강 배관의 각도를 45°보다 작은 30°의 부속을 사용하여 하향배관을 수정하였더니 쓰레기가 원활하게 이송됨을 확인하였다.

4.2 곡관부 곡률반경의 확대

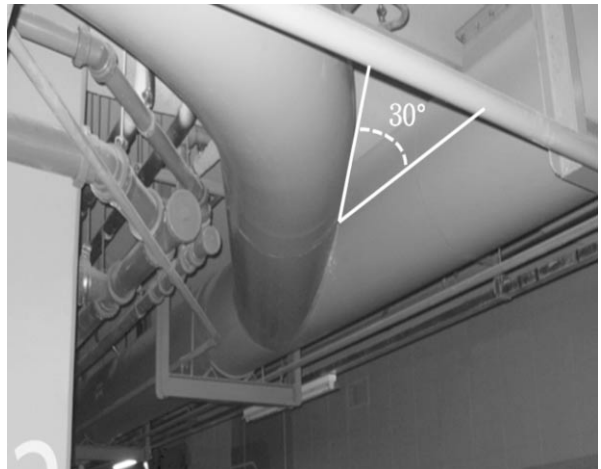
곡률반경은 작을수록 곡선의 구부러진 정도는 크고, 곡률반경이 클수록 곡선의 구부러진 정도는 작다. 따라서, 쓰레기 이송 관로에 사용되는 곡관부의 경우, 곡률반경이 클수록 곡관부가 완만하여 쓰레기의 관로 이송이 원활해진다. 하지만 막힘 사례를 보면 곡관부 500 A의 곡률반경을 1,500 mm로 했음에도 배관 막힘이 발생했으므로 그 보다 더 큰 곡률반경을 가진 배관을 사용하여야 하므로 기존 사례의 3.0D를 적용한 R1500보다 조금 더 큰 3.5D 즉, R1800으로 곡률반경을 확대하였다. 그림 8은 곡률반경을 R1500에서 R1800으로 수정하여 적용한 사진이다. 쓰레기 수평 배관의 곡관부를 R1800의 곡률반경으로 확대한 후 쓰레기를 관로 이송하였더니 원활하게 이송됨을 확인하였다.



[그림 8] Photos of curved pipe for a refuse collection system

4.3 Y-결합관 각도의 감소

아파트 각층 세대의 쓰레기 입상배관과 쓰레기 수평배관이 합류 된 후, 다른 아파트의 지하 쓰레기 배관과 쓰레기 수평 주배관을 결합할 때 Y-결합관을 사용하는데 그때 사용한 Y-결합관에서 쓰레기 배관 막힘이 발생되었다. 이는 Y-결합관의 각도가 커서 쓰레기가 원활하게 이송되지 못하고 부속부위에서 막힌다고 사료되므로 Y관의 결합관 각도를 45°가 아닌 그 보다 작은 각도로 유지해야 할 것으로 판단된다. 그림 9는 Y-결합관의 각도를 45°에서 30°로 수정하여 적용한 사



[그림 9] Photos of branch pipe for a refuse collection system



진이다. Y-결합관의 각도를 45°가 아닌 30°로 감소시켜 수정하고 쓰레기를 이송하였더니 원활하게 이송됨을 확인하였다.

5. 결론

본 연구에서는 인천 A지역 쓰레기 이송 관로 방식의 배관 막힘 사례를 조사하여, 배관의 상향 30° 부위, 배관의 하향 45° 부위, 곡률반경이 R1500인 500A의 곡관부 부위, 분기각이 45°인 Y-결합관 부위에서 배관 막힘이 발생함을 알 수

있었다. 또한 배관의 상승·하강 각도와 곡관부의 곡률반경, Y-결합관의 각도가 쓰레기 이송에 있어서 중요한 요소임을 알 수 있었다. 배관 막힘 현상을 해결하기 위해서는 쓰레기 수평 배관의 배관 경사 각도를 상승배관에서는 15°, 하강배관은 30° 이내로 하여야 하며, 쓰레기 이송 관로의 수평 배관 중 500 A 곡관부는 3.5D이상의 곡률반경인 R1800이상을 유지하여야 한다. 두 개의 다른 쓰레기 수평 배관이 결합될 때 사용되는 Y-결합관의 분기각은 30° 이내로 하여야 쓰레기 이송이 원활하게 되었다. (KIPES)