

하수도의 안전대책

– 하수관거의 유지관리 작업과 안전위생대책에 대하여

글 이토 이와오 _ (사) 일본하수도 관로관리협회 기술위원장

* 본 논문은 일본하수도협회(JSWA)의 협회지 2004년 11월에 게재된 논문을 발췌, 번역한 것입니다.

1. 서론

2002년 3월, 중부지구에서 하수관거 청소작업 중 5명의 작업자가 사망하는, 전례 없던 중대한 사고가 발생하였다. 사고의 중대함을 참작하여 바로 하수도관거내 작업안전관리위원회가 만들어졌으며, 이 위원회는 「하수도관거내 작업의 안전관리에 관한 중간보고서」에서 안전관리에 대한 여러 제언을 했다. 그러나 그 후에도 동일한 중대한 사고가 끊이지 않아 발주자 및 수주자의 위험관리의식에 개선이 필요하다고 판단된다.

현재 하수도 보급률의 향상과 공용개시 도시의 확대에 따라 관거의 유지관리 작업은 필연적으로 증가하고 있다. 하수관거는 그 대부분이 지하에 매설된 밀폐공간으로 산소결핍사고나 강우시의 유량증가에 따른 흐름사고 등 흔히 일반토목이나 건축현장에서는 일어나는 일이 적은 사고를 만날 가능성이 높다. 또 작업현장의 대부분이 도로상에 있는 점이나 단시간에 장소로 이동해야 하는 점 등이 많다는 점에서 부근을 통과하는 일반차량이나 보행자 등 대중을 끌어들이는 사고의 가능성이 크다.

그 외에 대부분의 작업에 사용하는 고압세정차나 강력흡인차 등 특수차량의 운전조작에 따른 사고나 굴러 떨어짐, 창상(創傷), 손가락 절단, 타박상, 열중증(熱中症) 등 사고나 재해의 종류도 다양하고 안전위생에 관한 관리항목이 많다는 점도 본 작업의 특징이라 말할 수 있다. 여기에서는 하수관거 유지관리 작업에서 생기는 사고나 재해종류 및 그 대책 그리고 향후의 과제에 대해 논하고자 한다.

2. 본론

(1) 하수관거의 유지관리 작업에서 만나는 위험항목

하수관거의 유지관리 작업에서 만날 수 있는 주요 위험항목은 다음과 같다.

- ① 산소결핍 및 황화수소가스 등의 유독가스에 의한 호흡기 계통의 재해
- ② 급격한 유량의 증가 등으로 인한 흐름사고
- ③ 뒤집힘, 맨홀내로의 낙하사고 및 기구 등의 낙하로 인한 재해
- ④ 고압수 및 고압세정차 호스 릴에 말려 들어가는 사고
- ⑤ 맨홀 뚜껑 등에 의한 손가락 잘림
- ⑥ 천둥 등에 의한 창상
- ⑦ 유기용제중독, 화상
- ⑧ 열중증(熱中症)
- ⑨ 기타

(2) 대책

하수관거의 유지관리작업에 필요한 안전관리대책은 다음과 같다.

- ① 적절한 작업계획의 책정
작업계획의 내용은 항상 현장의 실태에 맞는 것이어야 한다. 작업자의 안전위생은 물론이고 공중이나 지역사회에 대한 배려도 필요하다. 현장작업에서의 안전 확보는 안전관리를 포함한 상세한 시공계획서의 작성과 작업종사자에 대한 주지철저로 가능해진다. 계획서의 자세한 내용은 다음과 같다.
- (a) 안전관리 조직도
- (b) 상세한 작업순서
- (c) 공중재해방지대책
- (d) 근로자 재해방지대책
 - 툴박스 미팅
 - KYK실시 및 보호구의 착용
 - 교통유도원의 배치 및 안전요원의 배치
 - 긴급시 대응책 및 기타 사항

* 툴박스 미팅(Tool Box Meeting) : 공구상자 옆에서 업무 시작 전에 하는 회의

- (e) 안전교육
- (f) 안전순시
- (g) 작업종료시의 확인사항
- (h) 관계법령의 엄수 등을 포함한 계획서로 한다.

② 실천하는 교육 및 자격자 역할의 명확화

신규 작업 시 및 신규로 고용된 작업자에게는 안전교육을 실시해야 한다. 여기에서 중요한 것은 흔히 형식적인 교육이 아니라 안전기구의 취급이나 작업순서 등을 실제로 체험할 수 있는 안전교육의 실시가 필요하다는 점이다. 또 산소결핍이나 황화수소 등 유독가스의 발생을 고려할 수 있는 장소는 제2종 산소결핍 위험작업주임자를 선임하고, 현장에서의 적절한 작업방법의 결정, 작업의 지휘, 산소 및 황화수소농도의 측정, 환기장치, 보호구 등의 사용 상황 감시 등을 하여 안전 확보를 꾀한다.

③ 툴박스 미팅의 실시

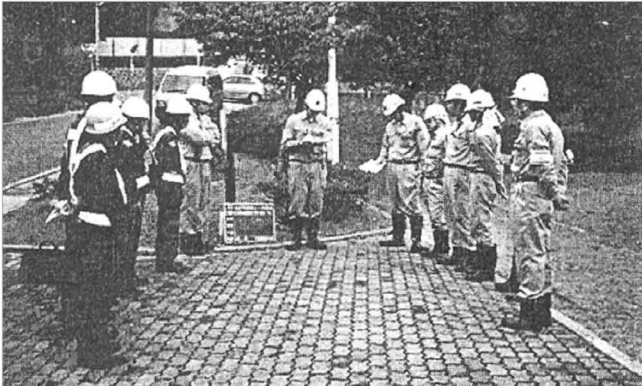


그림 1) 툴박스 미팅

현장에 도착한 후 작업착수 전에 전작업자 및 교통유도원에게 작업내용, 작업범위, 시공시간, 보안시설설치방법, 작업의 역할분담 등에 대해 미팅을 하여 주지한다. 이 때 KYK(위험예지활동)를 아울러서 실시하고, 당일의 활동내용을 칠판이나 보고서에 기재하여 현장에 게시한다.

④ 안전점검표의 활용

툴박스 미팅 후 작업착수 전에 안전점검표(Check Sheet)를 사용하여 확실한 안전관리가 가능한 체계를 만든다. 작업책임자의 경험이나 지식에만 의존하지 않고 체크시트를 이용한 확실한 점검이 중요하다. 특히 작업종료 후 작업자가 관내(管内)에서 철수한 것을 확인하기 위한 점호를 하는 것이 중요하다.

⑤ 안전순시의 실시

수주자가 자발적으로 안전순시를 실시하는 등 안전관리체제의 강화가 중요하다. 안전순시는 작업장의 기계설비, 작업방법, 작업환경 등에 잠재해 있는 위험을 지적하고, 위험을 제로로 하는 가장 효과적인 수단이다. 순시에서는 안전관리체제, 안전관리기준, 작업순서, 안전교육실시 상황 등을 까다롭게 체크하고 현상의 문제점에 대해 정확한 평가와 대책을 실시함으로써 무사고로 이어진다.

⑥ 발주시기의 분산화

발주가 집중되는 연말에는 현장수가 증가하여 유자격자나 경험자의 수가 부족해지기 쉽다. 이를 위해 산소결핍위험 작업주임자 등 자격자의 증원은 당연하며, 발주가 연말에 집중되지 않도록 평준화를 꾀하는 것이 바람직하다.

⑦ 안전대책비의 계산

관내작업자와 지상감시인과의 연락체제는 중요하다. 작업자와 지상감시인과의 연락체제를 강화하기 위해 중간감시인의 배치나 상시 가스농도측정기기의 휴대, 구조에 대비한 호흡용 보호구 등을 현장에 상시 비치하는 등 안전관리에 관한 비용은 종래에 사용한 것보다도 증가하고 있다. 따라서 이들 비용을 별도로 계산에 넣는 것이 필요하다.

⑧ 작업의 기계화

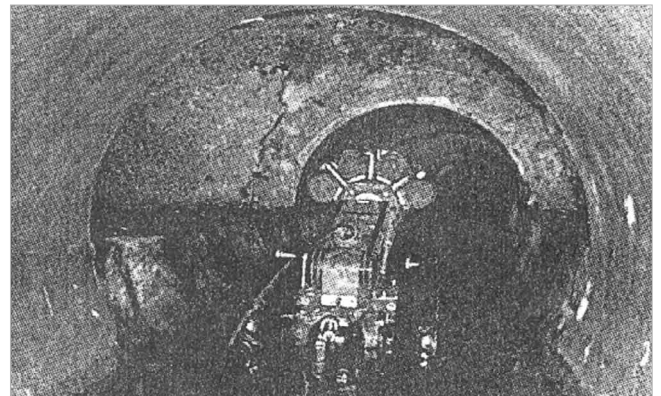


그림 2) 대구경 관내 TV카메라 조사상황

대구경 관구의 청소나 조사는 작업자가 입갱하여 작업을 하는 경우가 대부분이다. 그러나 관내의 수위나 유속, 작업구간의 거리, 맨홀의 깊이 등 작업환경에 의해 위험도는 크게 달라진다. 이들의 경우 작업자가 관내에 들어가지 않고 목적이 달성 가능한 기기의 사용이 필요하다.

(3) 일본하수도 관로관리업협회의 대응

본 협회는 2002년 3월 「하수도관로관리에 관한 안전위생 매뉴얼」을 발행하여 현장에서의 재해방지를 꾀해 왔다. 또 2002년의 사망 사고를 받고 대구경관거 내의 환기방법에 대해 안전성의 향상을 목적으로 사용 중인 관로시설로 실험을 하여 중간보고를 정리하였다. 그 실험방법과 결과는 다음과 같다.

① 시설의 개요

- (a) Ø1,800mm L = 600m
 맨홀깊이 8m(상) 5m(하)
- (b) Ø1,800mm L = 2,187m
 맨홀깊이 9.4m(상) 8.2m(하)

② 실험방법



* 풍관(風管)말단을 관거내로 향하게 한 상태

실험은 맨홀에서 떨어진 위치에서의 풍속을 확인하기 위해 (a) 송풍기의 종류 (b) 풍관의 관내로의 방향 (c) 송기와 배기의 조합 (d) 맨홀 상류관구 차단 유무인 4항목을 조합함으로써 (a)와 (b)를 합해 20개의 사례를 실시했다(그림 4) 참조.

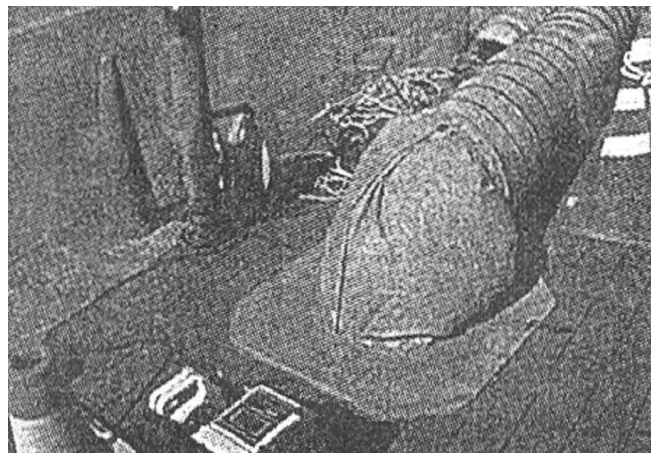
측정은 열선식 풍속계를 사용하여 실시하고 (a)에서는 맨홀에서 50m별로 300m지점까지의 각 관내풍속을 (b)에서는 맨홀에서 1,100m지점인 관내풍속을 각각 측정했다.

③ 측정결과

측정결과는 오른쪽 페이지의 표 1) ~ 표 5)에 표시하였다.

④ 실험 정리

본 실험에서는 통상적으로 사용되고 있는 기기를 사용하고, 그 유효성에 대해 확인을 실시했다. 그 결과로 맨홀 내에서 바람이 새겨



* 맨홀 개구부에 차단막을 설치한 상태

그림 3) 실험풍경

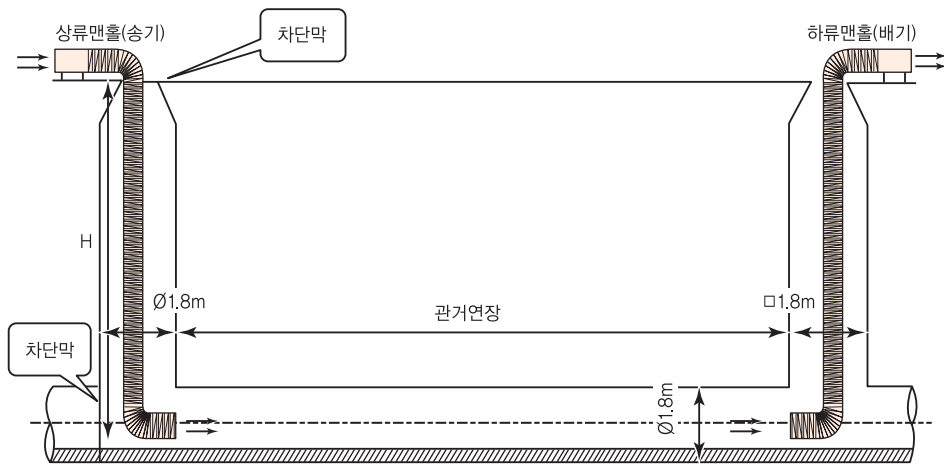


그림 4) 실험의 개략도

풍관말단의 위치		맨홀내로 늘어뜨린다			관거내로 향하게 한다		
차단막	인공(人孔)	-	설치	설치	-	-	설치
	관구(管口)	-	-	설치	-	설치	설치
50m지점의 풍속		無風	0.05m/sec	0.02m/sec	0.01m/sec	0.19m/sec	0.06m/sec

표 1) Ø300mm 송풍기에 의한 송기만의 측정결과

풍관말단의 위치		맨홀내로 늘어뜨린다		관거내로 향하게 한다	
차단막	인공(人孔)	-	설치	-	설치
	관구(管口)	설치	설치	설치	설치
평균풍속		0.12m/sec	0.09m/sec	0.38m/sec	0.57m/sec

표 2) Ø400mm 송풍기에 의한 송기만의 측정결과

풍관말단의 위치		맨홀내로 늘어뜨린다		관거내로 향하게 한다	
차단막	인공(人孔)	-	설치	-	설치
	관구(管口)	설치	설치	설치	설치
평균풍속		0.10m/sec	0.06m/sec	0.78m/sec	0.61m/sec

표 3) Ø400mm 송풍기에 의한 송배기의 측정결과

풍관말단의 위치		맨홀내로 늘어뜨린다		관거내로 향하게 한다	
차단막	인공(人孔)	-	설치	-	설치
	관구(管口)	설치	설치	설치	설치
1,100m지점의 풍속		0.28m/sec	0.62m/sec	0.58m/sec	

표 4) Ø500mm 송풍기에 의한 송기만의 측정결과

풍관말단의 위치		맨홀내로 늘어뜨린다		관거내로 향하게 한다	
차단막	인공(人孔)	-	설치	-	설치
	관구(管口)	설치	설치	설치	설치
1,100m지점의 풍속		0.20m/sec	0.72m/sec	0.67m/sec	

표 5) Ø500mm 송풍기에 의한 송배기의 측정결과

나 풍관 등에 의한 압력손실 등에 의해 송풍기의 원풍량(元風量)이 그대로 작업장소에 보내진 적이 없다는 것을 알 수 있었다. 그러나 기기의 선정이나 풍관의 방향 등에 의해 풍속에 큰 차이가 나타날 수 있음이 실제로 증명되어, 현장에서 환기방법 검토를 할 때에 효과적인 재료가 된다는 것을 알 수 있었다.

3. 향후의 과제

현장에서의 사고 대부분은 잠재해 있는 여러 문제에 대한 관리자(발주자와 수주자)의 위험관리 의식과 문제발생시 위기에 대한 대응능력의 부족 또는 결여가 원인이라고 한다. 따라서 앞에서 말한

안전관리에 관한 체제나 조직정비 및 사내규칙의 책정, 교육, 운용 관리, 순시실시 등의 안전관리시스템을 조직 내에 구축하여 확실하게 실행하는 것이 중요하다.

그 외에 위험이 있는 곳에서의 작업은 적극적으로 기계화하는 등 계획이나 설계의 재검토, 기기의 개발 및 보급을 도모하는 것도 중요하다. 본 협회도 이러한 점을 고려하여 직면하고 있는 문제에 대처하고, 한층 더 안전관리를 도모해가고자 한다. ☺