

배관내 이물질 감시 장치의 개발에 대하여

한 정 식
(주) 한국종합철관

1. 머리말

가스 사고를 미연에 방지하기 위해서는 관로 건설 공사의 시공 품질에서부터 출발한다는 것은 그 누구도 부정하지 못할 것이다. 우리나라의 가스 관로 건설의 시공 품질을 책임지고 있는 한국가스공사 품질관리실에서는 밸브 스테이션의 가스 누설에 관한 원인을 면밀히 검토하던 중, 그 중대한 원인의 하나로써 관내부에 잔류하는 쇳가루 등 잔류 이물질인 것이 확인되었다. 이는 관로 건설 공사를 위한 용접 작업시 fit-up 용접에 대한 그라인딩이나 용접 보수를 위한 그라인딩시 쇳가루가 발생하여 루트 gap 사이로 들어가 관내부에 잔류하다가 가스의 흐름에 따라 밸브로 침입하여 밸브를 손상시킴으로써 가스 누설의 중대한 원인으로 작용한 것이다. 이에 따라, 95년 6월부터 약 3개월간 우리회사의 '배관 용접부 자동 방사선투과검사장치(pipe crawling inspection robot)'를 개조하여 관내부를 촬영하여 관찰한 결과, 용접 직후 피깅(pigging)전에는 다량의 이물질(흙, 모래 등, 특히 쇳가루)이 내부에 존재하며, 피깅을 27차에 걸쳐 실시하였음에도 완전히 제거되지 않고 잔류하는 것이 확인되었다.

특히 쇳가루는 비중이 높고 입자가 미세하여 관내 하부에 깔리거나 용접턱에 걸려 제거가 잘 되지 않았다. 따라서 용접 후에는 반드시 이물질을 제거하는 작업에 특별히 주의를 기울여야 하고, 시공 품질을 관리, 감독하는 공정에서도 관내부 이물질 상태를 관리하는 과정이 특별히 추가되어야 할 것으로

판단되었다. 따라서 이러한 중대한 품질 관리 활동을 위하여 객관적인 데이터를 수집하고 판단할 수 있는 장치가 요구되었으나, 현지까지 이에 대응할 수 있는 적절한 장치가 없었고 특히 촬영에 관해서는 유사 장치가 있으나, 촬영 화면만 보고 다른 이물질과 혼재된 쇳가루를 식별하기란 어려우며, 또한 정량적으로 판별하기는 불가능하였다. 따라서 한국가스공사에서는 시공 품질의 획기적인 개선을 도모하고자 배관내 이물질을 샘플링하는 장치가 부착된 관내부 자주 로보트인 '배관내 이물질 감시 장치'의 개발을 필요로 하게 되어 96년 2월부터 본 장비의 개발 계획을 추진하게 되었고 96년 10월말 개발이 완료되었다.

이러한 혁신적인 품질 경영 마인드가 새로운 검사 장비를 탄생시키게 되었고, 산업 안전에 크게 기여할 수 있게 되었다는 것은 대단히 의의가 있는 일일 것이다.

2. 관내 이물질 감시 장치 개요

'배관내 이물질 감시 장치'는 관내부에 진입하여 내부의 상태를 CCD 카메라로 촬영하고 내부의 잔류 이물질(특히, 쇳가루)을 채취하여 관입구 출발 지점으로 되돌아 나오게 하여, 관입구에서 즉시 관내부의 상황을 판단하고 조치할 수 있도록 하는 장치로서 배관 건설 품질에 중요한 정보를 제공하는 수단으로 개발되었다.

전세계적으로 관내에 진입하여 내부 상태를 조사

하거나 특수한 목적의 작업을 하도록 한 로봇형의 장치는 여러 가지가 있으며, 대별하면 해저 배관의 설치시 방사선투과검사를 하는 크롤러(crawler)와 배관 운용중의 가동중검사(ISI)용으로서 특히, 관의 부식 상태 등을 검사하는 장치와 관의 내부에서 용접, coating 등의 작업을 하는 장치가 있으며 그 외에는 하수도관 촬영 장치가 있다. 사용 목적에 따라 그 구조와 기능이 다양하게 설계 제작되어 있으나 대체적으로 해저 배관 검사용 크롤러와 인텔리전트 피그(intelligent pig)를 제외하고는 관내부로 진입하는 검사장치에 전원 및 전기적 신호를 연결해 주는 wire가 관외부로부터 기본적으로 연결되어 있어서 이 wire의 무게만 해도 취급하기에 무거우며, 풀고 감는 과정이 아주 번거로운 일 중의 하나가 된다.

따라서 winch가 부착된 전용 차량을 반드시 구비해야 한다. 인텔리전트 피그는 이동하는데 소요되는 별도의 전원 공급이 불필요하고 유체와 가스의 공급 압력에 의해 움직이기 때문에 유일하게 장거리 이동이 가능하다. 급변 개발한 '배관내 이물질 감시 장치'는 관외부에서 장비와 연결된 콘트롤 케이블이나 전원 케이블은 전혀 없고, 장비 취급을 위한 별도의 전용 차량이 없이도 일반 차량에 간단히 싣고 다니면서 간편하게 관입구에 올려놓은 다음 출발 버튼을 누르면 지시한 거리 내에서 스스로 촬영과 샘플링을 마친 다음 원래 출발 위치로 되돌아 나오도록 하였다.

또한, 매설 관로의 주행시 곡관부를 만나게 되더라도, 배관용 자동 방사선투과검사장치의 개발 과정에서 축적된 기술로 개발한 세계 유일의 單輪式 옴니고무차륜을 채용하여 별도의 복잡한 기계적 장치 없이 최대 90°의 곡선까지 부드럽게 주행할 수 있으며 동시에 자기 중심 복원기능이 있어 촬영시 스스로 수평을 유지하면서 주행한다. 이 장비는 여러가지 돌발적인 상황(장애물, 관내 침수, 전원 이상, 장비 이상 등)을 만나면 자동으로 출발 지점으로 복귀하며, 만약의 경우 관내의 특수한 상황이나 장비의 치명적인 손상으로 복귀가 불가능한 상황을 고려하여 자동 견인 장치(retrieval system)를 별도로 개발 이에 대처하게 하였다. 이 자동 견인 장치는 본체가 정지되어 있는 지점까지 주행한 후 자동으로 도킹(docking)하여 출발점으로 끌고 나오도록 설계하였다.

3. 배관내 이물질 감시 장치 및 견인 장치의 사진

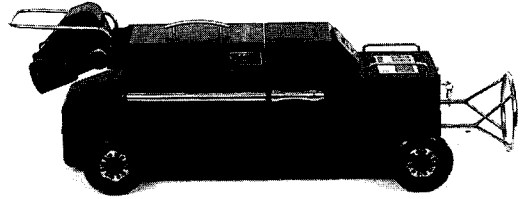


사진 1. 배관내 이물질 감시 장치(측면)

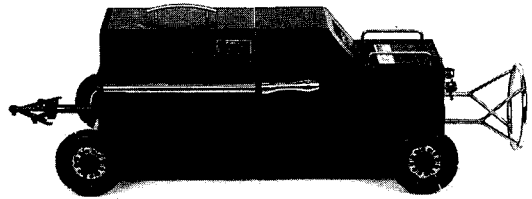


사진 2. 자동 견인장치(측면)

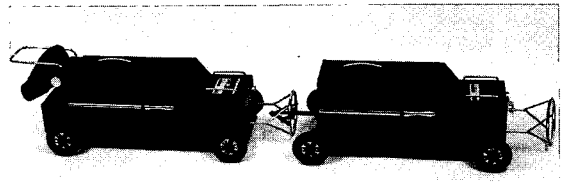


사진 3. 배관내 이물질 감시 장치와 자동 견인 장치의 docking상태

장비의 동작 순서

- ① 관입구 거치
- ② 주행 거리 입력, 촬영 각도 조정, zoom 조정
- ③ 촬영 상황 음성 입력(공사명, 구간명 등)
- ④ 출발
 - 출발과 동시 lamp on, 촬영 시작
 - 주행중 장애물, 관내 침수, 전원 이상, 장비이상 등의 상황 발생시 자동으로 출발지점으로 복귀
 - 복귀 불가능시 견인 장치 투입 → 강제 귀환
- ⑤ 입력된 거리 주행후 후진
 - 이물질 sampler 작동 시작 → 이물질 채취
 - lamp off → 절전 기능
- ⑥ 출발 위치로 복귀
- ⑦ 결과 확인 및 보고서 작성
 - 내장된 LCD화면으로 현장에서 바로 촬영결과 확인
 - 이물질 채취 결과 확인 - 보고서 작성

4. 장비 제원 및 기능

항 목		규 격
적 용 관 경, mm		φ500~800
주 향 거 리, cm		편도 500m 이상
곡 관 주 행		3DR, 90°
허 용 경 사		20° 이하
제 어	유 무 선	무선
	사 용 전 원	DC 24V
	LOW BATT. 검 지 기 능	진행중 LOW BATT. 검지: 자동 후진 출발시 LOW BATT. 검지: 출발 거부
	침 수 방 지	본체 바닥 물 감지: 전진 거부, Return
	고 장 진 단	주요 부위 고장시: 원 위치 복귀
	출 발 점 복 귀 정 지	출발점으로 복귀후 정지
	비 상 복 귀	주회로 고장시 비상 복귀 System
	장 애 물 검 지	장애물로 인해 주행 불가능시 즉시 원위치 복귀
구 동	주 행 방 법	單輪式 옴니 고무차륜, 자기 중심 복원 기능
	구 동 부 연 결	일치형
카 메 라	색 수	수평 해상도 400선
	화 소	410,000
	화 상 신 호 처 리	CCD Color Video Module
	화 면	4" TFT LCD(촬영일자, 주행거리 표시)
	수 량 / 기 능	전방측: 전면 관찰
비 디 오	필 림	Hi-8mm
	편 집 기	거리 자동 입력, 촬영, 재생, 음성 입력
제 원	크 기	φ500×700L Max.
	무 게	35kg Max.
Retrieval System	기 능	자동 Docking하여 전인 후진
램 프	소 모 전 력	100W 또는 60W
	수 량	2개(50W 또는 30W)
Controller	기 능	- 전원 S/W, - START S/W - 거리입력, Trouble 원인표시 등
이 물 질 채 취		씻가루 채취에 중점을 둠.

5. 맺 음 말

1970년대 이후로 우리나라의 산업 경제는 눈부시게 발전하여 외견상으로는 아시아의 선두 그룹에 속해 있고 선진국의 문턱에 진입하였다고 한다. 그러나 지나친 외형적 성장에만 집착한 결과, 토목, 건축분야의 수주 실적이 세계 수위를 다투는 입장에서 있으면서도 안으로는 해마다 삼풍백화점 붕괴, 성수대교 붕괴 등의 어이 없는 대형 참사와 각종 도시가스 누출, 폭발 등의 재해가 빈발하고 있다.

이 시점에서 우리는 진심으로 자신을 반성하는 기회를 가졌으면 한다. 이제까지 엄청난 성장을 거듭하면서도 남의 기술을 들여와서 외형적 형식만을 갖추고 흉내를 내다보니 그 속에 참다운 기술과 정신이 있을 수가 없는 것이다. 자신이 스스로 확실한 근거에 의하여 설계하고 그 설계에 따라 분명한 검사를

바탕으로 한 확고한 품질 의식이 우러 나왔을 때 부실과 대형 사고라는 말이 영원히 추방되고 우리의 자존심이 회복될 것이다.

이러한 전환의 시점에서 금번 '배관내 이물질 감시 장치'의 개발은 비록 하나의 작은 시작일지라도 그 의의는 매우 크다고 하겠다. 앞으로 이 장비가 관로의 시공 단계에서 유익하게 사용되어 철저한 품질 관리에 일조를 담당하기를 바라며, 본 개발의 입안, 시행의 전 과정에서 지원을 아끼지 않으신 한국가스공사 품질관리실 조병우 실장님, 연제봉 부장님, 김성오 과장님과 한국가스공사 연구개발원 이성민 박사님과 그 팀원들께 심심한 사의를 표하며, 또한 사내에서 모든 지원을 아끼지 않으신 김웅식 회장님께 진심으로 감사를 드린다. 끝으로 직접 개발을 위하여 땀흘린 모든 이들의 노고에 감사하는 바이다.