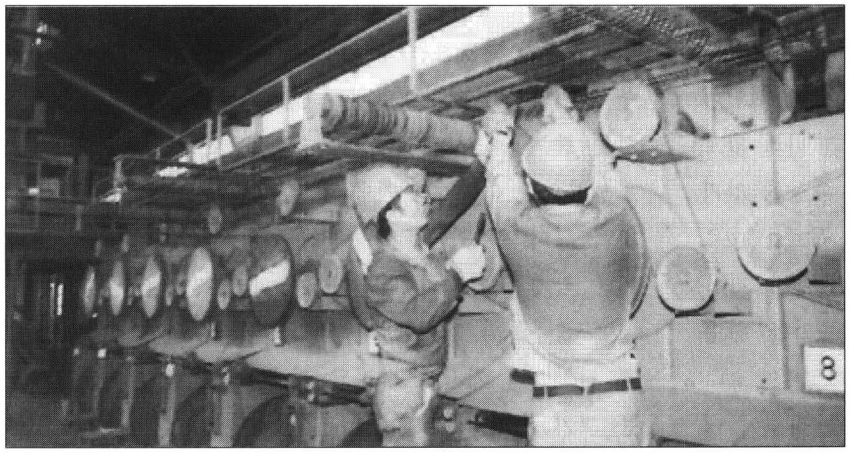
중 독 발 생 사 례

전리방사선



사 례2 비파괴검사작업에서의 피폭(2)

서 두

전리방사선은 의료용, 공업용 등 널리 이용되고 있다. 이들중에서 비파괴검사는 금속의 용접부 등에 방사선을 조사하여 이들을 투과시킨 방사선으로 필름을 감광시킨후(투과사진촬영) 흠집이나 결함을 검출하는 검사인데, 보일러나 각종 압력용기의 제조공정에서 그리고 석유화학플랜트의 건설공장이나 각종 배관공사에서 이들 용기류나 배관 용접부의 검사에 많이 이용되고 있다.

비파괴검사로 불리는 검사방법은 이 방사선투과검사법에 한정되지 않고 그 밖에도 몇가지 종류의 방법이 있다. 예를 들면 다음과 같은 방법이 있다(그림 5. 참조).

(1) 초음파탐상법(探賞法) : 금속표면에서 그 내부 쪽으로 보내고 그로 인한 반사파를 검출하거나 흠집으로 인한 반사로 투과파가 감쇠하는 것을 검사한다.

(2) 자기(磁氣)탐상법 : 철강과 같은 강자성체(强磁性體)를 자화(磁化)시키고 여기에 자분(磁粉)을 뿌리면 자분이 흠집에 흡수되는 점을 이용하여 흠집을 검출한다.

(3) 침투탐상법 : 침투성이 강한 유기용제에 염료나 형광물질을 용해시키고 이를 금속표면에 발라 충분히 침투시키고나서 표면에 부착된 액을 닦은후, 휘발성현상액을 바르면 현상액의 휘발과 동시에 흠집에 침투되었던 액이 뿜어나오기 때문에 흠집도 검출된다.

비파괴검사는 이런 방법들을 포함해 시료에 손상을 입히지 않고 그 시료의 흠집 등을 검사하는 방법의 총칭이다. 이런 방법들을 각각 여러가지 특징이 있는데 방사선투과검사법은 흠집을 식별

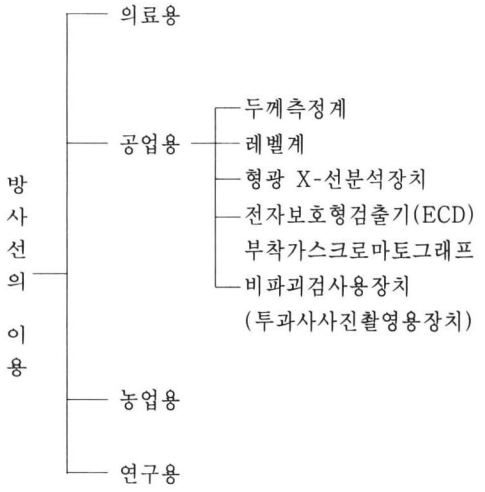


그림 5. 방사선의 이용

그림 6. 비파괴검사의 방법

하는 감도로서는 높은 방법이라 할 수 없으나 검사부위에 대해서는 필름을 이용해 모두를 시각적으로 인식할 수 있고 그것을 그대로 기록으로 보존할 수 있다는 큰 특징이 있다.

이와 같은 특징이 있다는 점에서 방사선투과검사법은 앞에서 열거한 용도에서 널리 이용되고 있다. 여기서는 감마선조사장치를 이용한 비파괴검사작업에서의 이상피폭사례를 소개한다.

또한, 방사선장해방지라는 관점에서 생각하면 방사선투과검사법에 대해서는 비파괴검사가 이 방법만 있는 것도 아니고 또 방사선장해를 방지하는 가장 기본적이고 확실한 방법은 방사선을 사용하지 않는 것이기에 다른 방법의 이용에 대해서 한번 생각해 보는 것도 좋을 것이다.

2. 발생상황

甲비파괴검사(株)는 선박관계의 기기, 압력용기 등의 용접부분이나 재질의 이상유무를 검사하는 비파괴검사 전문회사이다. 甲社는 감마선조사장치 및 X선장치를 하고 同社의 조사실(그림 7)에서 또 공장현장 등에 출장나가 이런 것들을 이용한 투과사진촬영을 하고 있다.

X月 25日, 조사실에서 X선작업주임자외 6명의 작업자가 조사실내에 설치되어 있는 X선장치의

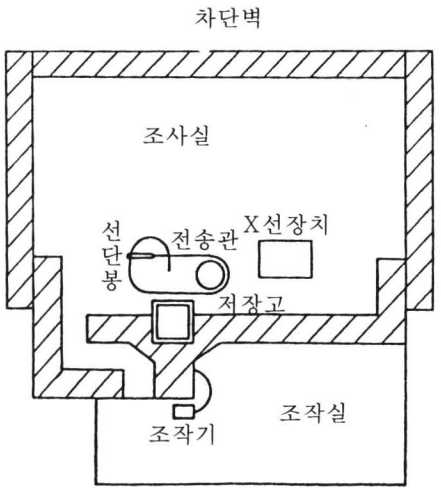


그림 7. 조사실

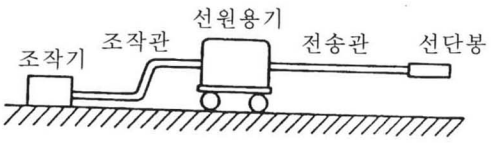


그림 8. 감마선조사장치
(조작기에서 와이어레리즈를 계속 보내면서 선원용기안에 있는 선원을 송출한다)

취급설명을 위해 입실했었는데, 작업종료후 당일의 피폭선량을 측정하기 위해 포켓선량계(최대한 100밀리렌트겐)를 들여다 보았더니 모두 선량계의 바늘이 한바퀴 돌아있음이 판명되었다.

그래서 즉시 서베이메터를 이용해 실내의 선량률을 측정했더니 조사실의 통로부근에서 100밀리렌트겐/hr을 초과하는 선량률이 측정되었다. 이 장소에는 코발트60(^{60}Co)을 7.5퀴리(당초에는 10퀴리이었으나 감쇠되어 당일에는 7.5퀴리이었다) 장비한 감마선조사장치(그림 8참조)의 전송관과 선단봉이 놓여져 있었는데(그림 7 참조), 이들이 선원으로서는 의심스러웠기 때문에 조사장치의 조작기를 조작해 보았더니 다음 사실이 판명되었다.

(1) 와이어레리즈를 선단봉의 선단까지 송출했더니 선원이 선단위치에 있음을 가리키는 선원위치표시램프는 점등되었다.
(2) 선원을 선원용기까지 되돌리기 위해 와이어레리즈를 완전히 되돌렸더니 선원이 선원용기로 되돌아 왔음을 가리키는 표시램프는 점등되지 않았다.

이런 점에서 코발트선원이 선원용기에 수납되지 않고 선단봉 또는 전송관내에 남아 있으면서 와이어레리즈에서 탈락한 상태로 있었다고 추정된다.

이날은 이상의 사실이 확인되어 작업을 중단하고 이날 그리고 그 전에 몇일동안 조사실에 출입한 작업자의 필름뱃지의 긴급현상을 의뢰하였다.

현상결과, X月 15日부터 X月 25日 사이에 조사실에 입실했던 작업자 24명(甲社작업자 14명, 他社 작업자 10명)이 최저 10밀리렘에서 최고 1,250밀리렘의 피폭을 받았음이 판명되었다.

이들 작업자중에서 甲社의 작업자 1명은 그 작업 상황에서 볼 때 하반신에 부분피폭의 위험이 있었기 때문에 정밀검사를 해본 결과 전신피폭선량으로 환산하여 12래드에 상당되는 피폭을 받음이 추정되었다.

방치되어 있던 선원은 X月 28日에 甲社의 작업자가 무사(無事)선원용기에 수납하였다. 이때 전송관이 선단봉에서 약 1m되는 곳에서 외압에 의해 타원형(長徑 14.1㎜, 短徑 9.7㎜:정상인 內徑은 11.0㎜)으로 변형되어 있음을 발견하였다. 이런점에서 볼때 선원홀더와 와이어레리즈와의 연결쇠장식의 이중너트가 헐거워지면서 와이어레리즈 쪽에 있는 혹이 떨어져 선원홀더가 탈락했던 것으로 추정되었다.

또 나중에 조사한 결과 선원이 탈락했던 것은 X月 9日에 조사실에 입실하였던 작업자의 피폭선량에는 이상이 발견되지 않았고 X月 15日에 입실하였던 작업자에게서는 코발트60에 의한 것으로 여겨지는 감마선피폭이 있었던 점에서 볼때 X月 10日부터 15日 사이라고 판단되었다.

X月 10日에는 이 감마선조사장치를 이용한 작업이 행해지고 있었고 이때에는

(1) 조작기의 선원위치표시램프가 교류회로, 직류회로(건전지) 모두가 기능을 하고 있지 않아 수동으로 선원을 송출하여 수납되었으며 이것의 확인이 조작기의 거리계 눈금(와이어레리즈의 길이)에 의해 이루어졌다.
(2) 서베이메터도 고장나 있어서 이것을 이용한 선원수납의 확인도 할 수 없었다.

이와 같은 이유에서 이날 선원이 탈락하였으라고 추정되는데 확정할 수는 없었다.

3. 발생원인

직접적인 원인은 전송관의 변형으로 인해 선원홀더가 와이어레리즈에서 탈락하였기 때문이다

또 이 사실이 즉시 발견되지 않고 몇일후 다른 작업의 종료후에 작업자의 포켓선량계가 한바퀴 돌아 있는 사실에서 분명해진 것이었다. 이와 같은 일이 일어난 원인으로는,

(1) 감마선조사장치의 전송관, 선원연락부 및 조작기의 자체검사를 적절히 실시하지 않고 있었다.
(2) 조작기의 선원위치조작램프가 기능을 하지 않는 상태에서 거리계에 의한 확인만으로 작업을 하였다.
(3) 서베이메터를 고장인 채로 방치해 놓아서 이것에 의한 선원수납의 확인이 불가능하였다.
(4) X月 25日까지의 그 동안을 보면, 몇명의 작업자가 입실하였는데 X선장치를 사용한 작업자는 감마선조사장치에 비하면 피폭의 위험성이 적기 때문에 작업자가 필름뱃지만을 착용하고 포켓선량계를 병용하지 않았다. 또 포켓선량계를 착용하고 있던 작업자도 그 사용방법, 관리상황이 부적절하였다. 이런 이유에서 선원이 탈락된 것을 뒤늦게 발견하게 되었고 결과적으로 다른 작업자들까지도 피폭을 받게 하였다.
(5) 이상의 사실들은 대부분이 감마선투과사진 작업주임자의 직무와 관련된 것인데 작업 주임자가 이들 직무를 충분히 완수하지 않았다.
(6) 이상의 사실에서 알 수 있듯이 사업주가 피폭관리의 중요성에 대한 인식이 결여되어 있어 매우 엉성한 관리상태인 채로 방치되어 있었다.

4. 방지대책

이 사례에 있어서 그 대책으로서 우선 필요하고도 가장 중요한 것은 사업주가 피폭관리의 중요성을 잘 인식하는 일이다. 이를 바탕으로 아래와 같은 구체적인 대책을 실시할 필요가 있다.

(1) 전송기 또는 조작기를 비롯해 감마선조사장치의 정기자체검사를 확실하게 실시한다. 또 이상이 있으면 즉시 보수 등을 한다.
(2) 서베이메터 및 포켓선량계는 적절한 보수관리를 해서 항상 사용할 수 있도록 해둔다.
(3) 감마선조사장치의 취급시에는 방사선원의 송출, 수납의 확인은 선원위치표시램프를 이용한다. 또 작업전에 이런 사항들을 점검한다.
(4) 피폭선량의 측정으로는 필름뱃지와 함께 포켓선량계를 병용한다.
(5) 비파괴검사작업에 대해서는 감마선조사장치의 취급은 말할것도 없고 서베이메터, 포켓선량계의 취급, 보수관리도 포함시켜서 작업표준을 개정한다.
(6) 이상의 사실들을 고려하여 감마선작업주임자에게 그 직무를 철저히 이행하게 하고 작업자에게는 개정된 작업표준을 철저히 교육시킨다.