

경사조사(傾斜照射) 강판튜브 방사선 관측영상의 수직 방향 공간분석

Vertical Space Analysis for Gradient Radiating Steel-tube Radiographic Image

황중원*, 황재호**

(JungWon Hwang, JaeHo Hwang)

Abstract -In this paper we propose an directional analytic approach in image data space for X-ray image which is detected from the X-ray projection system. Such a radiographic nondestructive testing has long been used for steel-tube inspection and weld monitoring. The welded area and thickness of steel-tube are detected from gradient radiating mechanism based on the evaluation of biased X-ray source position. The welded area is an ellipse type on low contrast X-ray image including noise. Noise originates from most of elements of the system, such as shielding CCD camera, imaging screen, X-ray source, inspected object, electronic circuits and etc.. Projection incorrectness and noise influence on imaging quality is to be represented by 'vertical pixels' distribution. Space analysis due to vertical direction also shows the segmental possibility between regions by visual edge evaluation.

Key Words : X-ray Image, Steel-tube, Vertical Space Analysis, Edge Evaluation

1. 장 서론

방사선 투과 시험은 강판 튜브 결함이나 용접부 검사 등 산업 현장에서 가장 보편적으로 사용되어 온 비파괴 검사 기법이다. 시험체에 조사된 방사선은 시험체를 투과하면서 원자성분이나 조직 상태에 따른 에너지 흡수율에 차이를 보이고 그 정도는 투과되어 나온 방사선을 노출된 검출 판을 감광시킴으로 관측할 수 있다. 방사선 투과와 검출을 위해 시스템이 구성되고 시스템의 기하학적 측정 구조에 의해 시험체 이면에 위치한 검출판의 투과 방사선에의 노출 정도와 규모가 결정된다. 일정 조사량(助射量)과 같은 재료라 할지라도 그 두께나 밀도는 물론이고 시험체의 측정 위치, 조사 각도, 이격 거리 및 측정 메커니즘에 따라 에너지 흡수와 투과의 양과 정도가 달라진다. 뿐만 아니라 방사선 선원의 발광 상태와 방사선 자체의 산란, CCD 카메라의 피복 또는 필름 사용시 필름 자체의 입도와 통과하는 방사선에 의해 생성되는 내부의 자유전자, 전기제어 장치의 전기적 신호 등과 같은 여러 형태의 잡음이 검출된 영상에 포함된다¹⁾.

측정에 따른 구조적 한계 및 장치 자체의 잡음은 결국 검출된 방사선 영상의 해상도와 선명도를 결정한다. 일반적으로 측정된 방사선 영상이 검고 흰 불투명한 농도와 좁고 한 쪽으로 치우친 명암도를 갖는 것은 이에 기인한다. 더욱이 종래에 사용되어온 대부분의 측정 방식이 시험체의 이면에서 수평 방향으로 평판 검출판을 위치시키기 때문에 그에 따른 탄젠트 오차 발생이 불가피하다^{2) 4)}. 조사 방향으로의 탄젠트 오차는 자연히 투과되는 재질에서 밀도 변화에 따른 오차를

발생하고 또한 외곽으로의 투과선 산란을 유발하여 영상 데이터는 전체적으로 시험체 조직 경계면이 불확실하고 검출하고자 하는 특징 부위가 흐리고 명확하지 않다.

이러한 측정 한계는 평판인 시험체 보다는 강판 튜브와 같은 원형인 경우에 더욱 심하다. 만약 가장 이상적인 경우, 원형 강판 튜브를 방사선 선원에서 조사 광선과 수직으로 위치시키고 잡음도 존재하지 않는다면, 방사선 영상은 배경영역, 강판두께 영역, 굴곡부 강판 영역 및 용접부 영역의 네 영역으로 구분되고 그 각각의 경계부에 에지가 선명하게 구분될 것이다. 그러나 굴곡변화에 따라 필연적으로 발생할 수밖에 없는 방사선 조사 각도와 기계적인 밀도의 상대적 변화는 방사선의 부분적 산란과 함께 검출된 영상 자체만으로는 시험체의 정확한 정량적 상태를 파악하기 어렵다. 특히 원형 강판 튜브의 용접부 비파괴시험에서는 용접부를 타원형으로 관측하기 위해 방사선의 조사 각도를 측정 부위에서 벗어나 시험체와 수직이 아닌 일정 경사도에서 위치시키므로 측정 개소 좌우의 명암도가 비대칭인 동시에 균일하지 않다. 이와 같이 다양한 방사선 조사 환경과 측정 메커니즘의 영향이 잡음혼입과 더불어 원형 강판 튜브 방사선 영상에 반영되므로 영상으로부터 용접부나 튜브 자체 재질 상태를 검출하기 위해서는 영상분석을 통한 보정 작업을 선행할 필요가 있다.

본 연구에서는 원형 강판 튜브의 용접부 비파괴시험을 위해 용접부를 타원 형태로 관측한다. 방사선 조사 각도를 시험체의 측정 부위에서 이격시켜 일정 경사도에서 조사한다. 측정 결과는 방사선 필름이고 스캐너에 의해 디지털 영상으로서 변환한다. 이 디지털영상을 대상으로 영상분석을 시도한다. 수직축으로 화소 데이터의 배열 상태를 관측하여 영역 및 영역 경계부에서의 회색도 배열과 변화를 측정한다. 방

저자 소개

* 황중원 : 崇實大學校 미디어學科 碩士課程

** 황재호 : 한밭大學校 電子工學科 교수 · 正博

사선 조사 환경 및 기하학적 측정 메커니즘과의 상관 관계와 잡음 상태를 분석한다. 이 분석 결과를 근거로 방사선 영상을 영역별로 분할한다.

2. 장 수직 방향 공간 분석

2.1 절 경사조사 측정 메커니즘

강관 튜브에 그림 1에서 보는 바와 같이 수직으로 방사선을 조사하면 평면 강판과는 달리 다중으로 겹쳐지는 부분들이 중복되어 하나의 영상을 형성한다. 방사선 영상 입력장치의 선원(線源)을 집광원이라 할 때, 시험체까지 경사도에 의해 감광필름 전면으로 방사선이 퍼져 나가 그에 따른 명암도가 필름 영상에 반영된다.

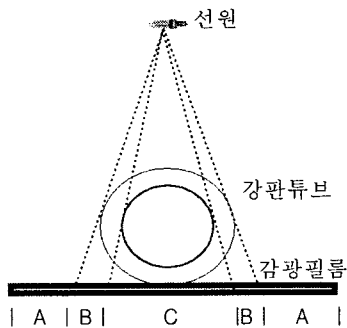
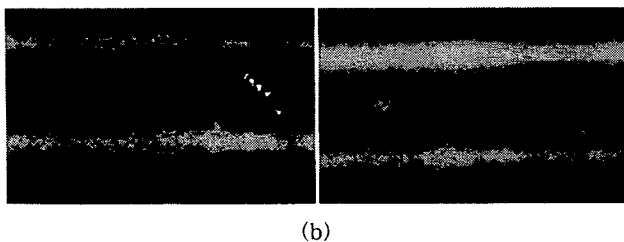
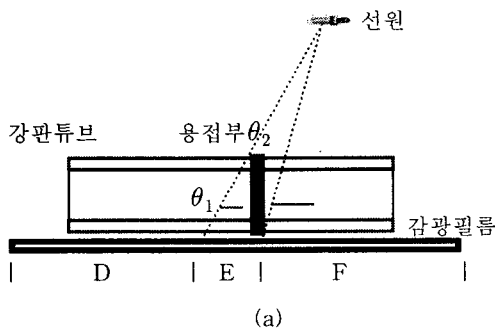


그림 1. 강관 튜브 방사선 검출
Fig. 1 Radiographic set-up for steel pipe inspection.

그림 1의 감광 필름에는 세 영역이 나타난다.

- i) 영역 A: 방사선에 그대로 노출된 영역
- ii) 영역 B: 강관두께 영역
- iii) 영역 C: 굴곡부 강관 영역

방사선 조사 부분이 용접부인 경우 영역 B와 C에 용접 상태가 관측된다. 실제로 강관 튜브 용접부의 결함을 탐지하기 위해서는 시험체 용접부의 수직 방향으로 선원을 위치하는 것이 아니라 수직에서 일정 거리를 이격시켜 그림 2에서 보는 바와 같이 수직 이하의 조사 각도를 유지하여 용접부가 방사선 필름 상에 타원 형태로 감광되게 한다.



(b)

그림 2. 용접부 검출 메커니즘과 결과 영상들
Fig. 2. Weld detecting profile and images

그림 2의 결과 영상들은 좌측에서 우측으로 진행할수록 명암도가 어두워짐을 볼 수 있다. 그림 2의 감광 필름에는 세 영역이 나타난다.

- i) 영역 D: 선원으로부터 먼 비용접부
- ii) 영역 E: 용접부
- iii) 영역 F: 선원으로부터 가까운 비용접부

2.2 절 수직방향 공간분석

2.1 절에서 구분한 영역에 대하여 수직축 잡음을 분석한다. 그림 3은 방사선영상 (a)의 영역별 수직축에서의 회색도 분포와 잡음을 분석한 결과이다. v1과v2는 영역 F, v3~v5는 영역 E 및 v6과v7 은 영역 D이다.

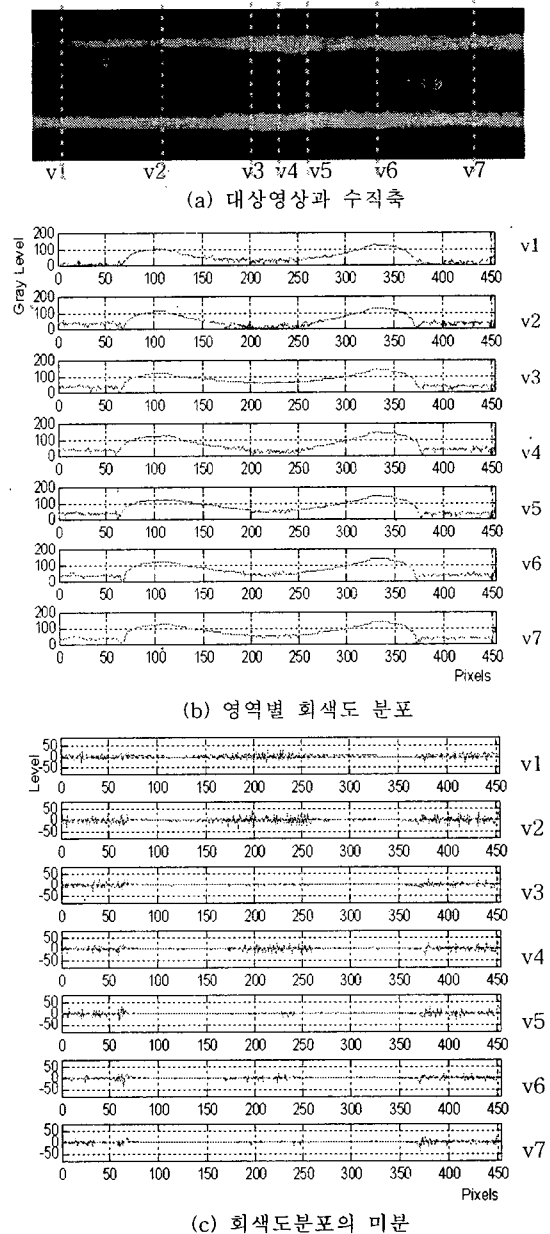


그림 3. 수직축 잡음분석

Fig. 3. Noise analysis for vertical lines

그림 3의 분석 결과 배경영역과 굴곡부 강판 영역에서 잡음이 심한 반면 용접부에서는 굴곡부 강판 영역이라 하더라도 상대적으로 잡음이 감소함을 알 수 있다. 또한 그림 (b)의 분석 결과에는 각 영역별 에지부분이 일관성을 갖고 처리되어 있다.

3. 장 결론

경사조사 방사선 시스템에서 강관튜브 방사선 영상을 검출하고 영역별로 수평 방향으로 구분하여 조사 방향과 수직으로의 회색도 배열 분포를 분석하였다. 분석 결과 수직축 상에서 각 영역별 에지부분이 일관성을 갖고 처리되었으며 배경영역과 굴곡부 강판 영역에서 잡음이 심한 반면 용접부에서는 굴곡부 강판 영역이라 하더라도 상대적으로 잡음이 감소함을 알 수 있다. 타원형의 용접부위 역시 잡음 농도가 작음이 판명되었다. 이로써 용접부위만을 영역 추출할 시 근거로 활용이 가능하다. 해당 부위 영역추출은 차후 과제로 남긴다.

참 고 문 헌

- [1] 이용, 비파괴검사의 기초, 세진사, 54-65쪽, 1985.
- [2] J. Belenkij, C. Müller, and M. Scharmach, "A new method for radiographic image evaluation for pipe wall thickness measurement," in Proc. of 15th World Conference on Non-Destructive Testing, Rome, Italy, Oct. 2000.
- [3] U. Zscherpel, Y. Onel, and U. Ewert, "New concepts for corrosion inspection of Pipelines by Digital Industrial Radiology," in Proc. of 15th World Conference on Non-Destructive Testing, Rome, Italy, Oct. 2000.
- [4] D. Redouane, K. Yacine, A. Amal, A. Farid, and B. Amar, "Evaluation of Corroded Pipelines Wall Thickness Using Image Processing in Industrial Radiography," in Proc. of 15th World Conference on Non-Destructive Testing, Rome, Italy, Oct. 2000.