

강관튜브 엑스선 영상의 영역별 영상잡음 특성분석

Regional Image Noise Analysis for Steel-tube X-ray Image

황중원, 황재호

(JungWon Hwang, JaeHo Hwang)

Abstract -The X-ray projection system has long been used for steel-tube inspection and weld monitoring. The thickness of tubes and welded areas is based on the evaluation of radiographic shadow projections. The traditional tangential measurement estimates the distance of border lines of the projected wall shadows of a tube onto a radiographic image detector. The detected image in which although there is a variety of noise may be sectioned into several partitions according to its specific blocks. Imaging 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. The tangential projection incorrectness and noise influence on imaging quality. In this paper we first sectionalize the X-ray image on the basis of vertical contrast difference. And next functional and statistic analysis are carried on at each region. Geometrical distance and unsharpness of the edge caused by visual evaluation uncertainties are also discussed.

Key Words : X-ray Image, Steel-tube, Region Selection, Image Noise

1. 장 서론

엑스선 조사(照射) 시스템에서 강관튜브에 엑스선을 투과시키면 시험체의 밀도, 구조, 원자성분 및 조직 상태에 따라 에너지 흡수와 투과 정도에 차이가 나고 이는 노출된 필름이나 CCD에 영상화하여 나타난다. 인체나 플라스틱, 목재와 같이 밀도가 낮은 재질과는 달리 금속재는 밀도가 높아 더 큰 에너지의 엑스선을 조사하여 투과력을 높여야 한다. 시험체의 특성이나 구조에 따라 엑스선 에너지의 흡수 정도에 차이가 발생한다. 흡수되고 남은 투과 엑스선은 시험체 이면에 노출된 감광판을 감광시키고 그 감광 정도에 따라 영상의 명암도가 결정된다. 감광정도를 높여 시험체의 내부 구조와 형상을 관측해야하므로 엑스선의 에너지 강도는 강화되어 투과량은 일정 정도 이상을 유지해야한다. 엑스선 장치가 시험체 사용용도에 따라 에너지 레벨이 거의 정해져 제작되므로 엑스선 투과량을 0~100(%)로 조정하는 것이 실제로 어렵다. 시험체의 정확한 엑스선 반응도도 미지이기 때문에 어느 범위 내에서 엑스선 에너지를 설정하는 것이 일반적이다. 이는 결국 검출되는 엑스선 영상의 밝기가 전반적으로 어둡게 되는 원인이다. 명암도가 회색도 0~255의 범위를 갖기 보다는 $0 \sim g_1$ ($g_1 \ll 255$)이 대부분이다. 측정된 엑스선 영상이 검고 흰 불투명한 농도와 좁고 한쪽으로 치우친 명암도를 갖는다. 회색도 0은 필름이나 CCD가 엑스선에 전량 노출되는 상태이므로 쉽게 얻을 수 있으나 회색도 g_1 은 시험체의 재질이나 구조 및 밀도에 따라 일정하지 않다. 더욱이 동일한 조사

(助射) 에너지와 재질, 밀도 및 두께라 하더라도 측정 메커니즘에 의해서도 차이를 보인다. 측정 위치, 조사 각도, 이격 거리 등의 기하학적 배치와 구조에 따라 에너지 흡수와 투과량이 변하고 그 결과는 영상의 해상도와 명암도에 반영된다.

여기에 더하여 엑스선 영상에는 다양한 여러 원인에 의해 잡음 혼입에 취약하다. 엑스선 선원의 발광 상태와 산란, CCD 피복 또는 필름의 입도, 통과하는 엑스선에 의해 생성되는 필름 내부의 자유전자, 제어장치의 전기적 잡음 유입 정도가 영상에 포함된다[1]. 엑스선에 전량 노출된 배경부분이 오염되어 있음을 알 수 있다.

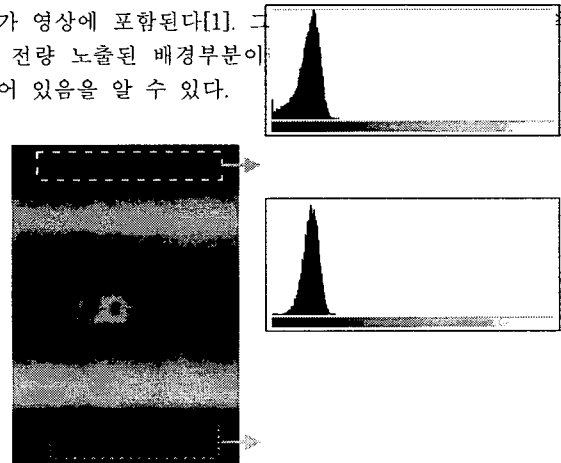


그림 1. 엑스선영상 배경부분의 명암도
Fig. 1 Contrast on background region of X-ray image.

강관 튜브 엑스선 영상측정 시 야기되는 또 다른 장애 요소는 시험체의 기하학적 위치 설정의 한계이다. 유연한 감광판을 시험체에 밀착시켜 감광시키는 장치가 개발되어 사용되기는 하나 대부분의 측정장치는 평판 검출판을 사용한다. 이

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 · 工博

경우 등근 시험체의 이면에서 점선인 수평 방향으로 검출관이 위치하기 때문에 그에 따른 탄젠트오차가 발생한다¹²⁾. 투과되는 재질의 구조적 밀도 변화와 함께 외곽으로의 투과선 산란을 유발하여 영상의 명암도에 산란과 퍼짐의 영향이 나타난다. 가장 이상적인 경우, 원형 강관 튜브를 엑스선 선원에서 조사방향과 법선으로 일치시켜 감광판을 위치시키면 상부에 위치한 선원에서 하부의 시험체에 일정 각도로 조사하여 배경영역, 강관두께 영역, 굴곡부 강관 영역 및 용접부 영역과 같은 영역이 나타나지 않고 강관 부위만의 정확한 상태 검출이 가능하겠으나 선원을 튜브 내부에 위치시켜야 하는 기술적인 문제가 발생하여 현재로서는 어렵다. 결국 엑스선을 시험체 상부에서 조사하여 상태를 관측할 수밖에 없는 용접부 검출과 같은 경우에는 수직 방향이 아닌 측정부위 바로 상부에서 벗어나 시험체와 일정 각도를 유지한 채 조사함으로써 타원 형태의 엑스선 영상을 취득할 수밖에 없다. 본 연구에서는 용접부 비파괴시험을 위해 이 방식으로 원형 강관 튜브의 용접부 영상을 타원 형태로 관측한다. 측정된 엑스선 영상을 영역별로 분할하고, 각 영역에서 합수적이고 통계적인 영상 특성분석을 시도한다.

2. 장 영역별 잡음특성 분석

2.1 절 측정 메커니즘과 영상의 영역구분

그림 2는 강관튜브 용접부 측정 부위 바로 상부에서 벗어나 일정 각도를 유지한 채 조사함으로써 타원 형태의 엑스선 영상을 취득하는 측정 메커니즘을 보이고 있다. 경사도에 의해 감광판 전면으로 엑스선이 투과하여 그에 따른 명암도가 영상에 반영된다.

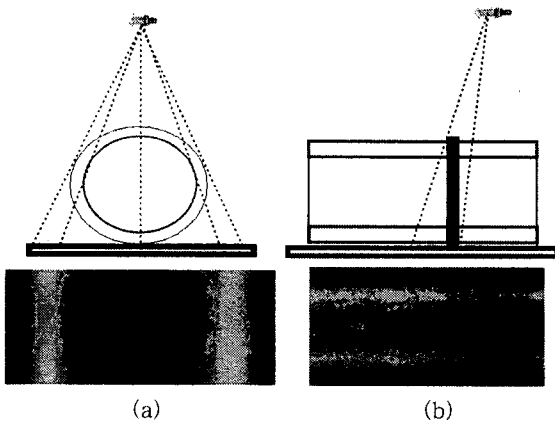


그림 2. 강관 튜브 엑스선 검출과 영상
Fig. 2. X-ray set-up for steel pipe inspection and image.

그림 2의 감광판에는 다음의 세 영역이 나타난다.

- i) 영역 A: 엑스선에 그대로 노출된 배경영역
- ii) 영역 B: 강관두께 영역
- iii) 영역 C: 굴곡부 강관 영역
- iii) 영역 D: 용접부 영역

그림 2(a)에는 영역 A~C, 그림 (b)에는 영역 A~D가 나타나고 좌측에서 우측으로 진행하면서 명암도가 어두워진다. 용접부위는 밝은 타원 형태로 처리되었다.

2.2 절 수평방향 영역별 공간분석

그림 3은 엑스선영상 (a)의 수평축에서의 영역별 회색도 분포와 잡음을 분석한 결과이다. h1은 영역 A, h2는 영역C와 D 그리고 h3는 영역 B이다.

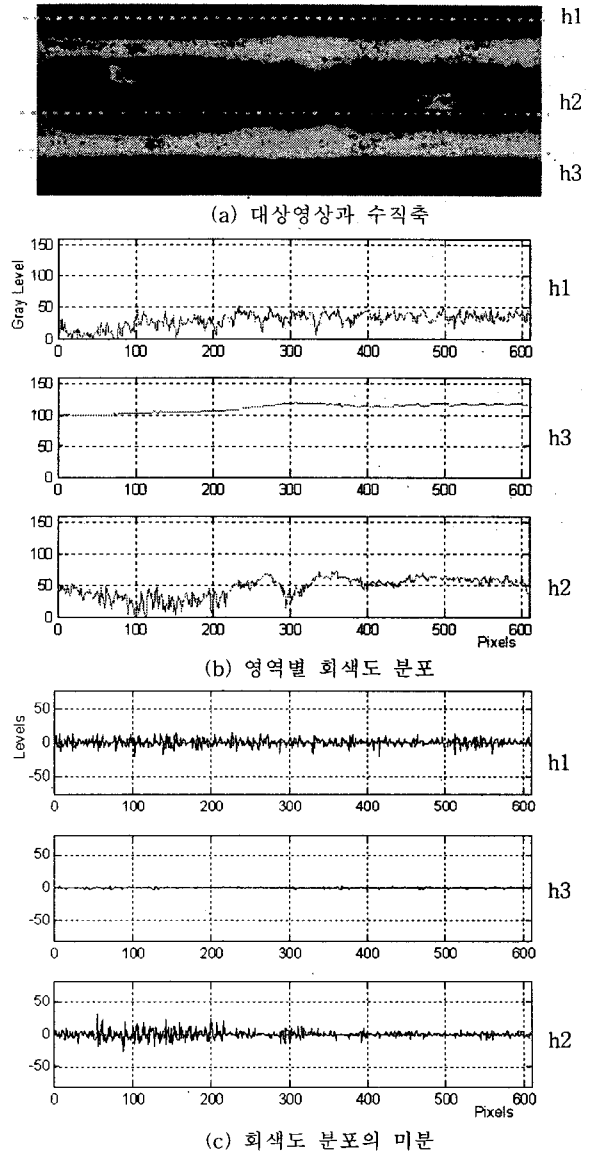


그림 3. 수평축 잡음분석
Fig. 3. Noise analysis for horizontal lines

그림 3에서 영역 A와 C는 잡음이 상존함에 비해 영역 B와 D는 정성적으로 잡음 농도가 적음을 알 수 있다. 또한 용접부에서도 잡음농도가 상대적으로 감소하고 있다.

3. 장 결론

경사조사 방사선 시스템에서 강관튜브 방사선 영상을 검출하고 수평 방향으로 영역별 공간 분석을 실시하였다. 분석 결과 엑스선에 그대로 노출된 배경영역과 굴곡부 강관 영역에서는 잡음발생이 현저하나 강관두께 영역과 타원형태의 용접부 영역은 그에 비해 상대적으로 잡음이 감소함을 정성적으로 관찰할 수 있었다. 잡음 특성에 의해 용접부위만을 차

별적으로 영역 추출할 가능성이 있다. 영역의 SN비에 근거한 용접부의 영역분할은 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.