

# Comparison Research of SNR and $SR_b$ with Bright Calibration and Multi Frame Images in Digital Radiography of Welded Test Components

Mun-Ho Nam\*, Jin-Wook Yang, Kap-Ho Cho

Technical Research Institute of Korea Industrial Testing

Received: August 23 2021. Revised: October 20, 2021. Accepted: October 31, 2021.

## ABSTRACT

This work compared the bright calibration of digital radiation with signal-to-noise ratio and basic spatial resolution according to multi frame to enable effective inspection of welding parts of structures at industrial sites. A total of 130 images were obtained by using a  $^{75}\text{Se}$  radiation source for flat weld test pieces and segmenting bright calibration and multi frame prior to shooting. The study confirms that the signal-to-noise ratio improves as the number of bright calibrations and the number of multi frame increases. The basic spatial resolution satisfied the baseline for both radiographic images. It was confirmed that the number of signal-to-noise ratio was similar by comparing images taken after installing lead shielding for scattering radiation. Although signal-to-noise ratio increases as multi frame increases, it is believed that good quality digital radiographs can be obtained if appropriate radiographic techniques are devised because exposure time of radiation affects workers' exposure and work efficiency.

Keywords: Digital Radiography, Basic Spatial Resolution, Signal to Noise Ratio

## I. INTRODUCTION

방사선 검사는 1895년 뢰트겐이 최초로 X-선 에너지를 이용하여 필름 영상을 기록한 이후 지속적인 사용과 발전으로 현재 의료용 및 산업현장에서 다양하게 사용되고 있는 기술이다.

방사선 검사는 인체 및 검사 대상물의 내부를 직접 보지 않고도 방사선 에너지의 투과량 차이로 인해 필름에 상이 맺혀 내부를 확인할 수 있는 장점이 있다. 그러나 단점으로 방사선 피폭에 대한 인명피해의 우려가 지속적으로 제기되고 있으며, 필름에 촬영된 방사선 영상을 확인하기 위해 현상 과정을 거치게 되는데 장시간이 소요되는 점과 현상 과정에 사용된 용액을 폐수처리 하며 환경오염이 발생 되는 단점 등이 꾸준히 지적되어 왔다.

디지털 방사선 검사 시스템은 1980년대 중반 의

료용으로 처음 소개가 되었다<sup>[1]</sup>. 필름을 사용하지 않고 촬영 즉시 결과를 확인할 수 있는 장점 때문에 디지털 방사선 검사 시스템은 의료 시장에서 급속도로 성장하였고 현재 많은 연구와 개발로 인해 기술력이 발달하여 의료 현장에 필수 검사 시스템으로 자리 잡고 있다.

그러나 의료용 시스템과 비교해 산업현장에서는 주로 사용되지 못하며 대부분 필름 방사선 검사 시스템을 사용하고 있다. 국내 연구 중인 디지털 방사선 시스템의 경우, 화력발전소 냉수벽 용접부 검사에 대한 디지털 방사선 플랫폼의 적용<sup>[2]</sup>, 항공우주 산업용 알루미늄 주강품 검사를 위한 실시간 디지털 방사선 시스템 개발<sup>[3]</sup> 등 산업현장에 적용하기 위한 연구가 진행되고 있다. 또한 본 연구의 대상인 용접부를 대상으로 디지털 방사선과 필름 방사선의 상질 비교<sup>[4]</sup>, 디지털 방사선을 이용한 용접부 검사 기술<sup>[5]</sup> 등의 연구가 진행되었다. 하지만 대

\* Corresponding Author: Mun-Ho Nam      E-mail: nmh4241@kitco.co.kr  
Address: 4-12, 89Gil, Cheongpa-ro, Yongsan-Gu, Seoul, Republic of Korea

Tel:

부분 의료용 방사선의 연구가 주를 이루는 이유도 산업현장에서의 상용화가 어려운 것이 원인이라고 사료 된다. 조선소 및 배관에 대한 검사를 기준으로 연간 필름 소모량이 약 70만 매에 달하며 국외에서 전량 수입하고 있음에도 불구하고, 디지털 방사선 시스템이 필름 방사선 시스템을 대체하지 못하고 있다. 산업현장에서 주로 사용되지 못하고 있는 원인으로서는 방사선 사용이 허가된 장소 외에 도시가스 배관의 용접부 검사 또는 기존에 설치되어 있는 구조물을 대상으로 방사선 촬영을 할 때는 수시로 현장을 이동해야 하는 어려움이 있고 디지털 방사선 장비의 가격이 고가인 부분 등이 있다. 가장 큰 원인으로서는 기존에 익숙해 있는 필름 방사선 촬영법만큼, 디지털 방사선 촬영 영상이 신호 대 잡음 비(SNR: normalized signal-to-noise ratio)와 기본 공간 분해능( $SR_b$ : Basic spatial resolution)을 만족할 수 있는 적절한 촬영기법으로 수행되는지에 대한 신뢰성 부족이 가장 큰 원인이라고 판단된다.

본 연구는 용접부에 대한 디지털 방사선 영상 촬영 시 밝기 교정(Bright Calibration)의 조건변화와 영상 촬영 시 다중영상에 대한 평균 기법(Multi frame)을 사용했을 때 각각 나타나는 SNR 와  $SR_b$  을 비교평가하고, 이를 토대로 나타나는 디지털 방사선 영상의 상질을 통해 적절한 촬영기법을 제시하고자 한다.

## II. MATERIAL AND METHODS

### 1. 실험 재료

디지털 방사선 촬영의 영상 획득을 위한 대상으로 탄소강 재질의 평판형 용접부를 시험편으로 하였으며 시험편의 두께는 15 mm이다. 방사선원으로는 일반 산업현장에서 주로 사용되는 방사선원인  $\gamma$ -ray의 종류 중  $^{75}\text{Se}$  선원을 사용하였으며 실험 당시 방사능의 세기는 11.55 Ci로 적용하였다. 디지털 방사선 영상을 수집할 수 있는 검출기(Detector)의 세부 특성은 Table 1과 같다.

디지털 방사선 촬영 시 검출기를 연결해 검출기에 노출되는 방사선의 노출시간을 설정하고 영상을 수집 및 판독하는 용도로 사용되는 모니터 및

컴퓨터의 세부 특성은 Table 2와 같다. ISO 17636-2 규격에 명시된 모니터의 최소 요건은 밝기(Brightness) 250 cd, 명암비(Contrast Ratio) 250:1, 100만 화소의 화면(Display)이며 본 연구에 사용된 모니터 조건에 모두 부합됨을 확인하였다<sup>[6]</sup>.

Table 1. Specifications of Detector

|                    |               |
|--------------------|---------------|
| Sensor Type        | a-Si TFT      |
| Scintillator       | GOS           |
| Total Pixel Matrix | 2560 × 2048   |
| Active Area (mm)   | 325.1 × 260.1 |
| Pixel Pitch (μm)   | 127           |
| Frame Rate (fps)   | N/A (Static)  |

Table 2. Specifications of Display and Computer

|                |                           |
|----------------|---------------------------|
| Display        | FHD (1920 × 1080)         |
| Bright         | 300 cd                    |
| Contrast Ratio | 1000 : 1                  |
| Speed          | 3 ms                      |
| Graphic Card   | Geforce RTX 2060 with 6GB |
| Memory         | 32 GB on board            |

### 2. 실험 준비

디지털 방사선 영상 획득에 사용되는 용접 시험편에 영상의 상질을 확인할 수 있는 선형 투과도계(IQI)와 ISO 19232-5 규격에서 기본 공간 분해능의 최소 요건을 확인할 수 있는 쌍선형 투과도계(Duplex wire IQI)<sup>[7]</sup>를 Fig. 1과 같이 용접부 근처에 배치하였다.



Fig. 1. IQI and Duplex Wire IQI placed on Weld Test Piece.

또한 검출기 중심부에 용접 모재와의 틈이 없도록 서로 밀착하였으며 방사선원과 검출기 사이의 거리(SDD: Source-to-detector distance)는 400 mm를 유지하였다. 방사선 노출이 필요한 검출기 방향 외 노출이 불필요한 곳의 피폭을 줄이기 위하여, 방사선이 방출되는 선원부 끝에는 콜리메이터를 설치하여 검출기 방향을 제외한 다른 곳에 방사선 피폭이 줄어들도록 차폐를 하였다. 촬영배치가 최종 완료된 모습은 Fig. 2와 같다.



Fig. 2. Digital Radiography of Collimator, Weld Test Piece and Detector.

### 3. 실험 방법

본 실험으로 얻을 수 있는 영상 데이터의 올바른 비교평가를 위하여 디지털 방사선 영상 획득은 두 가지의 조건으로 실험하였다. 첫 번째 조건으로, 영상 촬영 전 교정의 목적으로 획득하는 데이터 중 전체적인 감마선 밝기를 교정하는 절차(Bright Calibration)가 있다. 방사성 동위원소는 내부의 핵 붕괴로 인해 감마선이 방출되는데, 이 감마선은 일정한 강도로 방출되지 않고 방사선원 중심부를 벗어날수록 방출되는 감마선의 세기가 약해지게 되어 영상에 고르게 노출되지 못한다. 이러한 노출의 차이를 교정하여 영상에 고르게 분포되도록 하는 절차가 밝기 교정(Bright Calibration)이다. 밝기 교정은 감마선 조사 시 검출기에서 나타나는 회색 영역(Gray scale) 값을 1000. 범위부터 10000. 범위까지 1000단위 기준 총 10point를 획득하고 이를 교정하여 1장의 밝기 교정이 완성된다. 감마 선원은 방사선 방출 시 항상 동일한 에너지가 발생하지는 않

기 때문에 1000. 범위의 회색 영역 값을 언더라도 1210. 또는 1350. 처럼 값이 동일하게 나타나지 않는다. 이를 고려하여 각 범위마다 10point를 획득하였고, 밝기 교정을 1장부터 10장까지 중첩하여 교정을 실시하였다. 즉, 밝기 교정 1장은 1000부터 10000. 까지 각각 1point 획득한 총 10point를 교정한 것이며 밝기 교정 10장은 1000. 부터 10000. 까지 각각 10point 획득한 총 100point를 교정한 것이다. 이처럼 각각 교정된 밝기 교정을 기반으로 디지털 방사선 촬영을 실시하였다. 또한 SNR 와  $SR_b$ 에 대한 변화를 확인하기 위하여 디지털 방사선 촬영 시 획득되는 영상을 1장부터 10장까지 각각 중첩하여 평균한(Multi frame) 영상 데이터를 획득하였다.

두 번째 조건은 용접부 모재를 통해 검출기로 방사선이 입사될 때 방사선이 퍼지면서 주변 구조물에 영향을 받아 흡수 또는 반사되면서 산란 방사선이 발생하게 된다. 이러한 산란 방사선은 검출기 측면 또는 후방으로 입사되어 영상의 상질에 영향을 주게 되는데 이러한 산란 방사선의 영향을 줄이고 그 차이를 비교하기 위하여, 첫 번째와 동일한 조건에서 선원과 검출기 주변에 납 두께 3 mm의 차폐막을 배치하였다. 납 차폐막의 배치가 완료된 모습은 Fig. 3과 같다.



Fig. 3. Digital Radiography with Lead Shielding.

두 번째 실험을 통해 획득되는 영상은 1장, 5장, 10장을 각각 Multi frame한 영상 데이터를 획득하였고 노출시간은 두 가지의 촬영조건 모두 동일하게 30초를 적용하였다.

### III. RESULT

#### 1. $SR_b$

$SR_b$ 의 확인을 위해서는 촬영한 모재에 배치된 쌍선형 투과도계의 프로파일을 확인하여 시험체 두께에 따라 분해능의 기준이 되는 쌍선을 확인해야 한다. ISO 17636-2 규격에 명시된 기준에 따르면 본 실험에 사용된 평판형 용접부 모재의 두께가 15 mm이므로, 쌍선형 투과도계의 8번째 쌍선(D8)의 변조 깊이(dip)가 20 %를 넘어야 한다<sup>[6]</sup>. 깊이를 구하는 공식은 다음 Eq. (1) 과 같으며 A, B는 쌍선을 프로파일 하였을 때 각 선의 값이며, C는 쌍선 사이에 나타나는 값이다. C의 값 차이가 A, B와 클수록 깊이가 커지게 된다. 프로파일의 예는 Fig. 4와 같다.

$$dip : 100 \times (A+B-2C)/(A+B) \quad (1)$$

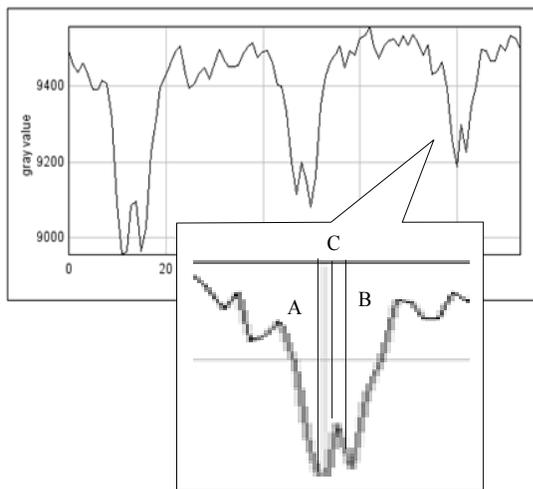


Fig 4. Profile of Duplex Wire IQI D8.

실험을 통해 획득한 디지털 방사선 영상에 대하여 Eq. (1) 공식을 대입하여  $SR_b$ 값을 도출하였다. 두 가지의 조건에서 촬영한 전체 영상들에 대해 Fig. 5와 같이 쌍선형 투과도계 D6, D7, D8의 영역을 설정하여 프로파일 하였고 Fig. 4와 같이 프로파

일 된 신호에서 우측 첫 번째 신호인 D8의 깊이를 구한 결과, 전체 영상에서 20%를 넘는 깊이가 확인되었다. 각 영상의 깊이 값은 Table 3과 같다.



Fig 5. Profile area of Duplex Wire IQI D6, D7, D8.

Table 3. Dip for Basic Spatial Resolution Verification (Duplex wire D8)

|                        | Multi frame 1(%) |       | Multi frame 5(%) |       | Multi frame 10(%) |       |
|------------------------|------------------|-------|------------------|-------|-------------------|-------|
|                        | Non Pb           | + Pb  | Non Pb           | + Pb  | Non Pb            | + Pb  |
| Bright calibration 1.  | 20.07            | 28.28 | 25.76            | 27.05 | 24.81             | 25.71 |
| Bright calibration 2.  | 21.91            | 21.22 | 29.18            | 24.96 | 24.93             | 20.01 |
| Bright calibration 3.  | 29.78            | 26.75 | 23.58            | 25.36 | 26.38             | 21.28 |
| Bright calibration 4.  | 26.05            | 23.78 | 22.69            | 23.57 | 23.91             | 22.07 |
| Bright calibration 5.  | 30.92            | 26.12 | 25.67            | 22.24 | 20.92             | 20.87 |
| Bright calibration 6.  | 35.5             | 22.68 | 22.88            | 20.87 | 23.51             | 25.98 |
| Bright calibration 7.  | 21.23            | 27.62 | 22.55            | 21.05 | 25.5              | 22.63 |
| Bright calibration 8.  | 22.34            | 29.73 | 24.66            | 20.18 | 21.28             | 20.79 |
| Bright calibration 9.  | 22.16            | 23.94 | 25.93            | 23.59 | 24.84             | 21.03 |
| Bright calibration 10. | 25               | 24.28 | 23.5             | 24.84 | 23.2              | 23.2  |

$SR_b$ 의 확인 결과, 중첩하지 않고 촬영한 영상(밝기 교정 1장, Multi frame 1장)의 경우 20.07 %의  $SR_b$ 가 확인되었고 동일한 조건에서 납 차폐를 적용하였을 때 28.28 %의  $SR_b$ 가 확인되었다.

총 60장의 디지털 방사선 영상 데이터 중 가장 높은  $SR_b$ 값은 밝기 교정 8장, Multi frame 1장의 조건에서 29.73 %가 확인되었다. 가장 낮은  $SR_b$ 값은 밝기 교정 2장, Multi frame 10장의 조건에서 20.01 %가 확인되었다.

## 2. SNR

SNR의 확인을 위해서는 ISO 16371-1 규격에 명시된 것처럼 영상의 관심영역(ROI: Region of interest) 중 20 × 55 픽셀을 확인하였을 때 나타나는 1100개의 신호 데이터의 평균 값(I<sub>meas</sub>)과 신호 데이터의 분산 값을 구한 뒤 √ 를 대입한 표준편차(σ<sub>PSL100</sub>)를 나눴셈하여 구한다<sup>8)</sup>. SNR에 대한

공식은 Eq. (2)을 사용하였다.

$$SNR = I_{meas} / \sigma_{PSL100} \quad (2)$$

실험 방법에서 언급한 첫 번째 조건으로 실험을 하여 획득한 디지털 방사선 영상을 Eq. (2) 공식을 대입하여 SNR를 도출하였고 Table 4와 같다.

Table 4. SNR Value of Multi Frame Image according to Overlap of Bright Calibration. (to Table)

|          | Bright 1 | Bright 2 | Bright 3 | Bright 4 | Bright 5 | Bright 6 | Bright 7 | Bright 8 | Bright 9 | Bright 10 |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Multi 1  | 215      | 208      | 277      | 235      | 220      | 212      | 258      | 249      | 276      | 195       |
| Multi 2  | 218      | 255      | 264      | 246      | 217      | 239      | 263      | 281      | 252      | 260       |
| Multi 3  | 207      | 244      | 263      | 282      | 282      | 244      | 309      | 264      | 274      | 231       |
| Multi 4  | 222      | 265      | 269      | 275      | 289      | 272      | 279      | 292      | 281      | 313       |
| Multi 5  | 229      | 239      | 272      | 269      | 287      | 258      | 281      | 246      | 275      | 300       |
| Multi 6  | 257      | 274      | 278      | 255      | 276      | 262      | 280      | 299      | 280      | 312       |
| Multi 7  | 225      | 273      | 282      | 304      | 264      | 259      | 278      | 279      | 261      | 297       |
| Multi 8  | 229      | 256      | 291      | 270      | 286      | 279      | 325      | 311      | 238      | 272       |
| Multi 9  | 233      | 268      | 289      | 292      | 265      | 254      | 285      | 255      | 279      | 289       |
| Multi 10 | 249      | 250      | 269      | 308      | 307      | 275      | 288      | 295      | 250      | 316       |

밝기 교정 1장부터 10장까지 각각 중첩한 교정 값에 촬영으로 얻어지는 디지털 방사선 영상을 1장부터 10장까지 Multi frame하여 평균한, 총 100장의 영상에 대해 SNR를 확인하였다. SNR가 가장 낮은 영상은 밝기 교정 10장에서 1장의 영상을 촬영하였을 때 195의 SNR이 확인되었다. 가장 높은 영상은 밝기 교정 10장에서 10장의 영상을 촬영하여 Multi frame 하였을 때 316의 SNR이 확인되었다.

실험방법에서 언급한 두 번째 실험조건으로 획득한 디지털 방사선 영상의 SNR 비교표는 다음 Table 5과 Fig. 6, 7, 8와 같다. 동일한 조건에서 납 차폐의 적용 여부만 달라졌을 때 디지털 방사선 촬영 영상을 각각 1장, 5장, 10장 Multi frame한 영상을 비교하였다. 납 차폐를 적용한 영상과 납 차폐를 적용하지 않은 영상의 SNR를 비교하였을 때 큰 차이를 보이지 않았다. 단, 촬영 영상의 Multi frame 이 증가할수록 전체적인 SNR의 값이 증가한 것이 확인되었다.

Table 5. SNR Value of Multi Frame Image according to Overlap of Bright Calibration. (Pb Shielding and Non-Pb Shielding)

|                        | Multi frame 1 |      | Multi frame 5 |      | Multi frame 10 |      |
|------------------------|---------------|------|---------------|------|----------------|------|
|                        | Non Pb        | + Pb | Non Pb        | + Pb | Non Pb         | + Pb |
| Bright calibration 1.  | 215           | 200  | 229           | 223  | 249            | 231  |
| Bright calibration 2.  | 208           | 223  | 239           | 252  | 250            | 260  |
| Bright calibration 3.  | 277           | 260  | 272           | 289  | 269            | 307  |
| Bright calibration 4.  | 235           | 269  | 269           | 294  | 308            | 283  |
| Bright calibration 5.  | 220           | 228  | 287           | 261  | 307            | 293  |
| Bright calibration 6.  | 212           | 248  | 258           | 264  | 275            | 252  |
| Bright calibration 7.  | 258           | 272  | 281           | 283  | 288            | 293  |
| Bright calibration 8.  | 249           | 256  | 246           | 251  | 295            | 267  |
| Bright calibration 9.  | 250           | 272  | 280           | 253  | 276            | 254  |
| Bright calibration 10. | 195           | 244  | 300           | 288  | 316            | 278  |

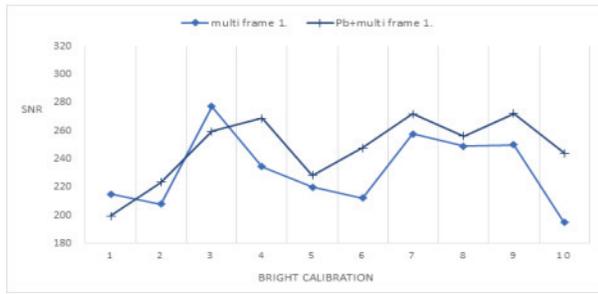


Fig. 6. SNR Value of that Appears in the Image According to Radiography Conditions. (Multi frame 1.)

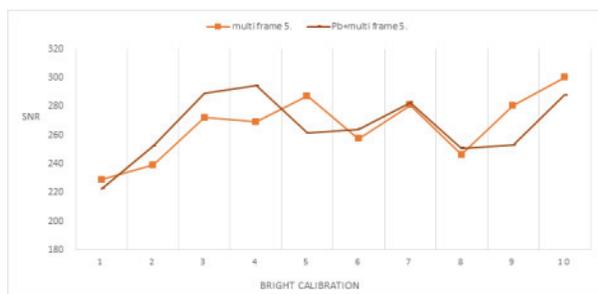


Fig. 7. SNR Value of that Appears in the Image According to Radiography Conditions. (Multi frame 5.)

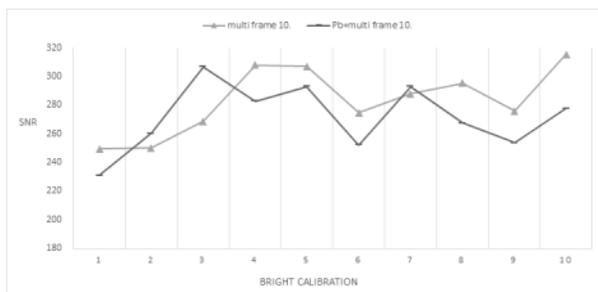
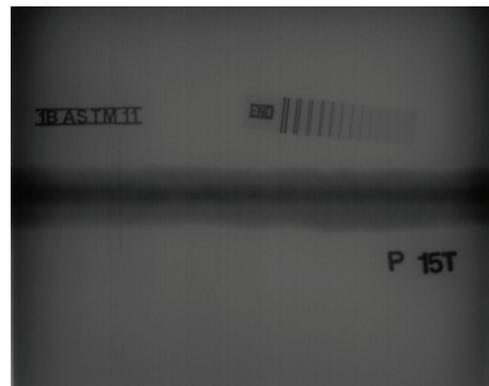


Fig. 8. SNR Value of that Appears in the Image according to Radiography Conditions. (Multi frame 10.)

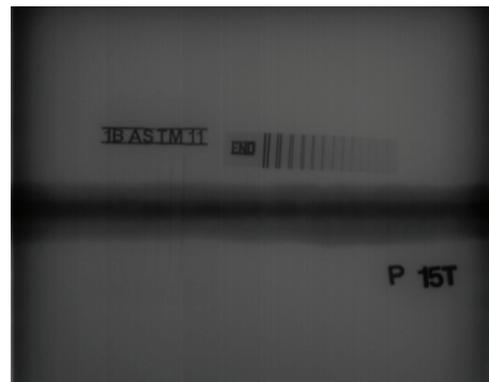
### 3. 영상 비교

SNR과  $SR_b$ 의 확인 결과, 중첩하지 않고 촬영한 영상(밝기 교정 1장, Multi frame 1장)의 경우 215의 SNR과 20.07 %의  $SR_b$ 가 확인되었다. 제3장의 실험결과에서 언급했듯이 기준 되는 쌍선에 대해  $SR_b$ 가 만족하는 최소 요건이 20 %가 넘는 값이므로 앞서 실험했던 두 가지의 촬영조건 모두  $SR_b$ 가 만족하는 것으로 볼 수 있다.

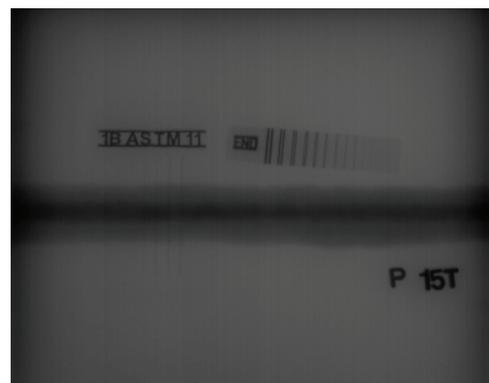
밝기 교정 1장, Multi frame 1장의 조건으로 촬영한 영상을 기준하고 각각의 영상을 육안, SNR 및  $SR_b$ 의 데이터를 모두 비교하였다. Multi frame 5장으로 촬영하고 밝기 교정을 5장, 9장으로 하였을 때 기준 영상에 비해 비교적 SNR과  $SR_b$ 의 값이 안정적이고 향상된 상질의 영상이 확인되었다. 상기 비교 영상은 Fig. 9와 같으며  $SR_b$  및 신호를 확인할 수 있는 프로파일은 Fig. 10과 같다.



(a) Bright Calibration 1. / Multi frame 1

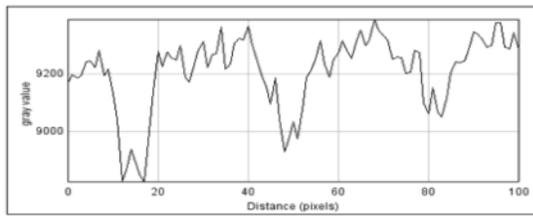


(b) Bright Calibration 5. / Multi frame 5

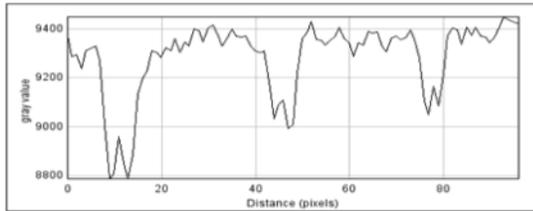


(c) Bright Calibration 9. / Multi frame 5

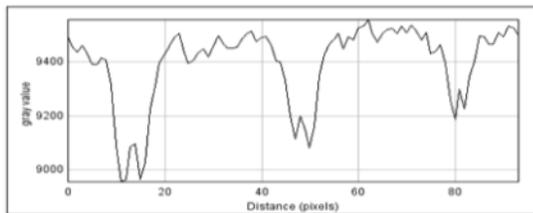
Fig. 9. Visual, SNR and  $SR_b$  Comparison Images.



(a) Bright Calibration 1. / Multi frame 1



(b) Bright Calibration 5. / Multi frame 5.



(c) Bright Calibration 9. / Multi frame 5.

Fig. 10.  $SR_b$  Comparison  $SR_b$  and Noise Profiles for Images.

#### IV. DISCUSSION

본 연구에서는 디지털 방사선 촬영 시 촬영조건에 따라 SNR와  $SR_b$ 의 변화를 확인하기 위하여 두께 15 mm의 탄소강 소재인 용접부 평판 시험편을 대상으로 디지털 방사선 촬영을 실험하였다. 현재 의료분야에서는 디지털 방사선으로 인체를 검사하는 목적으로 화질 및 선량의 최적화, 흥부 촬영 시 최적의 조사 조건, 조사 시간의 변화 시 방사선 출력과 영상 화질의 안정성 분석 등 관련 연구가 활발히 진행되고 있다<sup>[9,10,11]</sup>. 언급한 연구내용은 본 연구의 목적과 비슷하게 디지털 방사선 촬영 시 최적의 화질 및 조사 시간에 따른 안정성을 찾기 위한 연구이다. 하지만 이를 산업현장에 적용하기 어려운 부분은 첫째로 인체가 아닌 금속을 대상으로 검사하기 때문에 노출 정도가 다르다. 둘째로 파이

프 및 평판 등 검사 대상물의 형태가 다양하고, 철이나 텅스텐 등 재료의 종류 또한 다양하기 때문에 그에 맞게 다양한 조사 시간 및 상질이 요구된다. 본 연구는 적절한 조사 시간에 따라 더욱 나은 상질의 영상을 획득하는 것에 있다. 실험 시 제안한 두 가지의 방법으로 총 130장의 SNR와  $SR_b$ 의 영상 데이터를 획득하였고 그 결과를 확인하였다. 영상의 상질을 확인하는 기준인  $SR_b$ 의 기준은 시험편 두께 15 mm일 때 D8의 쌍선을 확인해야 한다. 전체 영상에서 D6, D7, D8의 프로파일을 확인하였고 D8의 깊이 20 %를 만족하였다. SNR는 촬영조건 가장 큰 차이를 비교하였을 때 밝기 교정이 1장, Multi frame 1장 일 때 SNR는 215이고, 밝기 교정이 10장, Multi frame 10장일 때 SNR는 316으로, 101의 차이가 나는 것을 확인하였다. 제 3장의 실험결과에서 확인하였듯이 밝기 교정의 중첩과 영상 촬영의 Multi frame이 증가할수록 SNR가 향상됨을 확인하였다. 하지만 Multi frame의 수가 증가할수록 노출시간이 증가하기 때문에 작업시간이 증가하게 되고, 그만큼 방사선 피폭에 대한 인명피해 우려와 작업의 효율이 저하되게 되는 문제점이 있다. 따라서 무조건 Multi frame의 수를 증가하기보다는 획득하는 영상의 대상인 검사체의 조건을 고려하고 본 논문의 실험 결과를 참조하여 적절한 촬영 방법을 조정한다면 디지털 방사선 촬영 영상의 상질 및 잡음신호 감소의 효과를 향상할 수 있을 것으로 사료된다.

#### V. CONCLUSION

디지털 방사선 촬영은 필름 방사선 촬영과는 다르게 상질을 평가하기 위한 기준이 다르다. 필름 방사선의 경우 사용하는 필름 및 촬영 방법에 따라 조금씩 차이는 있지만 산업현장에서는 일반적으로 필름의 농도가 2.0에서 4.0사이를 만족하여야 하고 선형 또는 유공형 투과도계를 사용하여 명암도의 최소 조건을 만족해야 한다. 디지털 방사선의 경우 필름 방사선의 농도가 아닌 SNR를 확인하여야 하며 투과도계를 사용한 명암도의 최소 조건과 함께 쌍선형 투과도계를 통한  $SR_b$ 을 확인해야 한다. 이와 같은 최소 요건들을 만족하지 못한다면 디지털 방사선 촬영을 통해 획득하는 영상의 신뢰성이 떨

어지게 된다.

향후 산업현장에서 디지털 방사선 촬영법을 적용함에 있어 본 논문에서 실험한 밝기 교정의 중첩 및 촬영 영상의 Multi frame 데이터가 참고되어 기존보다 더욱 나은 상질의 영상을 획득 할 수 있을 것으로 사료된다.

### Acknowledgement

본 연구는 2020년도 산업 통상 자원부의 재원으로 한국 산업 기술 평가 관리원의 지원을 받아 진행되는 조선 해양 산업 핵심 기술 개발 산업과제 (No. 20009552)의 일환으로 수행되었습니다.

### Reference

- [1] H. S. Ahn, "Digital Radiography", Journal of the Korean Society for Nondestructive Testing, Vol. 33, No. 1, pp. 80-95, 2013.
- [2] S. Lim, M. H. Nam, "Weld inspection platform of thermal power plant water well", Korean Electrical Society 46th Summer Congress, pp.1333-1334, 2015.
- [3] M. H. Nam, H. Jang, S. W. Park, C. S. Chung, "Real Time Digital Radiography System Development for Examination Aerospace Industrial Aluminium Castings", Summer Congress of Korea Electrical Society, pp. 1766-1767, 2010.
- [4] S. K. Park, Y. S. Ahn, D. S. Gil. "Study on the Image Quality Comparison between in Digital RT and Film RT", Journal of the Korean Society for Nondestructive Testing, Vol. 31, No. 4, pp.391-397, 2011.
- [5] Y. S. Ahn, S. K. Park, B. C. Park, Y. H. Lee, "Non-Destructive Inspection for Welded Part by Using Digital Radiography Technique", Autumn Congress of The Korean Welding and Joining Society, Nov. 17, pp. 12-14, 2005.
- [6] Non-destructive testing of welds-Radiographic testing - Part 2: X- and gamma ray techniques with digital detectors, ISO 17636-2, 2013.
- [7] Non-destructive testing-Image quality of radiographs - Part 5: Determination of the image unsharpness and basic spatial resolution value using duplex wire-type image quality indicators, ISO 19232-5, 2018.
- [8] Non-destructive testing-Industrial computed radiography with storage phosphor imaging plates - Part 1: Classification of systems, ISO 16371-1, 2011.
- [9] H. S. Park, M. S. Kim, H. M. Jung, J. W. Lee, "A Study on the Optimization of Image Quality and Dose in Chest PA Digital Radiography", Journal of the Korean Society of Radiology, Vol. 11, No. 1, pp 55-61, 2017.
- [10] J. K. Park, B. J. Jung, H. H. Park, S. C. Noh, S. S. Kang, "The Study for Optimal Exposure Condition of Chest Examination of Digital Radiography System", Journal of the Korean Society of Radiology, Vol. 10, No. 2, pp 109-115, 2016.
- [11] J. H. Hwang, J. A. Choi, H. S. Kim, K. B. Lee, "Evaluation of Clinical Application Model of Optimized Parameter through Analysis of Stability of Radiation Output and Image Quality when Exposure Time Change of Digital Radiography", Journal of the Korean Society of Radiology, Vol. 14, No. 2, pp 139-148, 2020.

# 용접 시험편의 디지털 방사선 검사에서 밝기 교정과 중첩 영상에 따른 SNR 및 SRb 비교 연구

남문호\*, 양진욱, 조갑호

고려공업검사(주)

## 요 약

이 연구는 산업현장에서 구조물의 용접부 검사를 디지털 방사선을 이용한 비파괴검사를 효과적으로 수행할 수 있도록 디지털 방사선의 밝기 교정과 중첩 영상에 따른 신호 대 잡음 비와 기본 공간 분해능을 비교분석 하였다. 평판형 용접 시험편을 대상으로  $^{75}\text{Se}$  방사선원을 사용하였고 촬영 전 밝기 교정과 영상 중첩을 세분화하여 총 130장의 영상을 획득하였다. 연구 결과, 밝기 교정의 수와 영상 중첩의 수가 증가할수록 신호 대 잡음 비가 향상됨을 확인하였다. 기본 공간 분해능은 촬영된 영상 모두 기준치를 만족하였다. 산란 방사선을 대비한 납 차폐를 설치 후 촬영한 영상을 비교하여 신호 대 잡음 비가 비슷함을 확인하였다. 영상 중첩이 증가할수록 신호 대 잡음 비가 증가하지만, 방사선의 노출시간이 증가하면서 작업자의 피로 및 작업 효율에 영향을 미치기 때문에 적절한 촬영기법을 강구 한다면 좋은 상질의 디지털 방사선 영상을 획득 할 수 있을 것으로 사료된다.

중심단어: 디지털 방사선 촬영, 신호 대 잡음 비, 기본 공간 분해능

## 연구자 정보 이력

|                  | 성명  | 소속        | 직위    |
|------------------|-----|-----------|-------|
| (제1저자)<br>(교신저자) | 남문호 | 고려공업검사(주) | 연구소장  |
| (공동저자)           | 양진욱 | 고려공업검사(주) | 주임연구원 |
|                  | 조갑호 | 고려공업검사(주) | 수석연구원 |