

## 방사선투과사진의 콘트라스트 형성 원리

### A Principle of Radiographic Contrast

주광태(고려공업검사(주), 학술제1분과 위원)

E-mail: gtjoo@chol.com

#### 1. 방사선투과 사진의 개요

방사선투과검사를 정의한다면 방사선과 시험체와의 상호작용 결과 시험체가 지닌 정보를 검출하여 해석 평가하는 비파괴검사로서 시험체에 있는 3차원 공간정보를 2차원 투영면에서 인식하는 것이라고 할 수 있다.

방사선투과 영상의 성립단계는 첫째는 송신부로서 시험체를 투과할 수 있는 방사선에너지가 있어야하며, 둘째는 시험체와 방사선과의 상호작용으로 시험체내에 있는 정보를 투과한 방사선이 지녀야하며, 셋째는 수신부로서 정보캐리어를 지닌 투과방사선의 강도를 인식할 수 있는 영상으로 변화시키게 된다.

이러한 방사선 투과영상을 통하여 검사자가 시험체의 정보를 구별하여 검출하고 해석 평가 및 기록하는 과정이 된다. 정보를 구별하는 것은 주로 투과영상에서 검사자가 인식할 수 있는 콘트라스트를 형성하기 때문이다. 즉 방사선투과검사의 결과는 투과영상에서 콘트라스트를 관찰하는 것이므로 수학적식을 이용한 투과사진의 콘트라스트 이론에 대하여 알아보려고 한다.

#### 1.1 시험체를 투과할 수 있는 방사선

방사선은 직접전리 방사선과 간접전리 방사선, 입자방사선과 전자파방사선 그리고 자연방사선과 인공방사선으로 분류하고 있다. 중금속을 포함한 물질을 투과하여 영상을 얻을 수 있는 방사선은

간접전리 방사선인 X선과  $\gamma$ 선 그리고 중성자선이다. 주로 물질의 핵과 상호작용하는 중성자선은 달리 전자파방사선인 X선이나  $\gamma$ 선은 물질의 원자와 상호작용하여 물질 내에서 흡수와 산란 그리고 투과하는 성질이 있고, 필름을 감광하거나 형광작용이 있어서 투과영상을 얻을 수 있다.

여기서는 X선과  $\gamma$ 선을 이용한 방사선투과검사가 대상이 될 것이다. X선은 전기적 방출에 의한 인공방사선으로 연속X선 장치가 사용된다. 이는 관전압과 관전류 그리고 노출시간으로 투과강도를 조절한다. 선원은 많이 사용하는 인공방사선인 Co-60, Ir-192를 대상으로 하며, 방사능 강도(Ci, Bq)와 노출시간으로 투과강도를 조정한다.

#### 1.2. 시험체와 방사선과의 상호작용

X선이나  $\gamma$ 선이 물질을 통과하는 동안 물질과 상호작용으로 방사선 강도는 지수 함수적으로 감소한다. 이는 광전효과, 콤프턴 산란, 전자쌍 생성 등의 현상을 일으키면서 입사광자의 에너지를 잃는다. 연속 X선은 흡수 두께를 투과함에 따라 선질이 달라지기 때문에 흡수와 투과 원리를 이해하기 위해서는 단일 에너지의 좁은 평행선속인 X선이나  $\gamma$ 선에 대하여 논의하여야 한다.

이 단일 에너지의 광자속은 그림 1과 같이 흡수체에 수직으로 입사할 때의 입사 광자의 수(입사선의 강도)를  $I_0$ 로 하면,  $x$  두께의 흡수체를 통과한 광자수(투과 강도)는 감소되어  $I$ 로 된다.

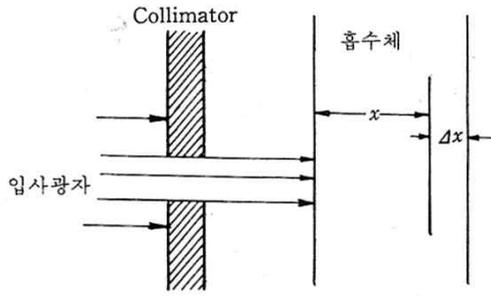


그림 1. 흡수 지수식의 설명

이곳에서 다시  $\Delta x$ 의 얇은 층의 두께를 지나는 동안에  $\Delta I$  만큼의 광자수가 감소되었다면  $\Delta I = -\mu I \Delta x$ 의 관계가 된다. 여기서  $\mu$ 는 비례상수이다. 그리고

$$\frac{dI}{I} = -\mu dx$$

$$\int_{I_0}^I \frac{dI}{I} = -\mu \int_{x=0}^x dx$$

가 된다. 이는 적분 치환식에 의하여

$$\ln I = -\mu x + C$$

가 된다. 여기서  $C$ 는 임의의 적분상수이고  $I$ 는 +값이다. 초기조건으로서  $x=0$ 일 때  $I=I_0$ 이므로  $C = \ln I_0$ 를 대입하면

$$\ln I = -\mu x + \ln I_0$$

$$\ln I - \ln I_0 = -\mu x$$

$$\ln \frac{I}{I_0} = -\mu x$$

$$\text{또는 } \log \frac{I}{I_0} = -0.4343\mu x \quad (1)$$

된다. 여기서  $\ln$ 은 자연대수이며 상용대수  $\log$ 사이에

$$\log X = \log \cdot \ln X$$

$$\log X = 0.434 \ln X$$

의 관계가 있다. 식 1은 대수와 지수함수의 혼합성에 의하여 다음 관계식으로 된다.

$$\frac{I}{I_0} = e^{-\mu x}$$

$$I = I_0 e^{-\mu x} \quad (2)$$

여기서 물질의 흡수두께  $x$ 를 투과전의  $X$ ,  $\gamma$ 선의 강도를  $I_0$ , 투과후의 강도를  $I$ 로 표시하였다.  $e$ 는 자연대수의 밑이고, 비례상수  $\mu$ 는 단위 두께 당 흡수의 비율을 나타내는 선흡수계수 ( $cm^{-1}$ )를 나타낸다. 선흡수계수는 시험체의 원자번호와 밀도가 높을수록 크고, 전자쌍생성의 현상이 없는 에너지 범위에서는 광자 에너지가 낮을수록 커진다. 이는 원자번호와 밀도가 높을수록 광자에너지가 낮을수록 흡수는 커지고 투과는 적어진다고 할 수 있다.

식 (2)는 시험체 투과 전후의  $X$ ,  $\gamma$ 선 강도 관계를 나타낸 흡수지수식으로 시험체를 투과할 때의 투과전후의 방사선강도를 나타내며, 시험체의 선흡수계수와 두께가 두꺼울수록 방사선투과강도는 감소한다.

투과강도가 입사강도의 1/2일 때의 시험체 두께를 반가층이라 하며, 반가층( $X_{1/2}$ )에 선흡수계수( $\mu$ )를 곱하면  $0.693(\ln 2)$ 이 된다. 반가층을 적용하면 식 (2)는 다음과 같이 된다.

$$\frac{I}{I_0} = e^{-\frac{0.693}{X_{1/2}} x} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{x}{X_{1/2}}} = \left(\frac{1}{2}\right)^n \quad (3)$$

여기서  $n$ 은 반가층의 수이다.

그리고 상기식은 시험체의 두께가 얇은 부분에서 좁은 선속에서 적용된다. 현장에서는 시험체가 두껍거나 넓은 선속을 사용하는 경우가 많은데, 이 경우에는 산란선이 포함되기 때문에 축적인자(Build up factor)  $B$ 를 보정한  $I = BI_0 e^{-\mu x}$ 의 식을 사용하여야 한다. 그러나 물질의 흡수와 투과원리를 이해하는 데는  $B$ 를 생략하는 것이 매우 편리하다.

### 1.3. 인식할 수 있는 정보 변환

시험체내의 결합정보는 투과후의 방사선 강도

차이로서 나타나는데, 이를 인간의 오감으로는 감지할 수 없기 때문에 눈으로 인식 가능하도록 필름면에 검은 정도(사진 농도)의 차이나 형광판에 밝은 정도의 차이로서 인식하게 된다. 또한 CR(computed radiography)이나 DR(digital radiography)에서는 PC화면에 나타나게 한다. 여기서는 주로 투과사진의 대상이 되는 필름을 다루고자한다.

방사선투과 필름상에서 인간이 구별할 수 있는 검은 정도의 차이를 방사선투과사진의 콘트라스트(radiographic contrast)라 한다. 즉 방사선투과사진은 결함을 검출하기위해 필름상에서 콘트라스트를 얻기 위한 것이라고 할 수 있다.

2. 방사선투과사진의 콘트라스트

2.1 시험체 콘트라스트

시험체의 두께와 선흡수계수에 따라서 방사선투과강도의 차이가 달라지는 것을 시험체 콘트라스트라(specimen 또는 subject contrast)하며, 시험체내의 건전부와 불건전부를 필름 영상에서 구별하는 주된 원인이 된다.

(1) 시험체 두께의 차이

단일 X선이나  $\gamma$ 선이 그림 2와 같이 두께차가 있는 물체를 투과시, 흡수지수식에 의하여 그 투과강도는

$$I_1 = I_0 e^{-\mu x} \tag{4}$$

$$I_2 = I_0 e^{-\mu(x - \Delta x)} \tag{5}$$

$$I_3 = I_0 e^{-\mu(x + \Delta x)} \tag{6}$$

의 관계식이 성립되고, 다음과 같이 상용대수 함수로 바꿀 수 있다.

$$\log(I_1/I_0) = \log I_1 - \log I_0 = -0.434\mu x \tag{7}$$

$$\log(I_2/I_0) = \log I_2 - \log I_0 = -0.434\mu(x - \Delta x) \tag{8}$$

$$\log(I_3/I_0) = \log I_3 - \log I_0 = -0.434\mu(x + \Delta x) \tag{9}$$

만일  $\chi$  두께에서  $\Delta x$  만큼 감소되었을 때의 투

과강도 차이는

$$\begin{aligned} \log(I_1/I_2) &= \log I_1 - \log I_2 = -0.434 - [-0.434\mu(x - \Delta x)] \\ &= -0.434\mu \cdot \Delta x \end{aligned} \tag{10}$$

가 된다. 즉

$$I_1 < I_2 \text{ 일 때 } I_1/I_2 = e^{-\mu \cdot \Delta x} \tag{11}$$

가 된다. 즉,  $\mu$ 와  $\Delta x$ 가 클수록  $I_1/I_2$ 는 작아진다는 것이다.  $I_1 < I_2$ 일 때  $I_1/I_2$ 는 작아진다는 것은  $I_1$ 과  $I_2$ 의 차이가 커진다는 것이다. 결국 선흡수계수와 두께 차이가 클수록 투과 강도의 차이가 커지기 때문에 콘트라스트는 증가하기 마련이다.

$\Delta x$ 만큼 증가되었을 때도 같은 방법으로

$$I_1 > I_3 \text{ 일 때는 } I_1/I_3 = e^{+\mu \cdot \Delta x} \tag{12}$$

의 식이 성립된다. 이 경우는  $\mu$ 와  $\Delta x$ 가 클수록  $I_1/I_3$ 는 커진다는 것이다.  $I_1 > I_3$ 일 때  $I_1/I_3$ 는 커진다는 것은  $I_1$ 과  $I_2$ 의 차이가 커진다는 것이다. 결국 식 (11)과 같은 의미를 가지게 된다.

식 (11), (12)의 결과를 종합하면

- ① 동일한 선흡수계수를 지닌 두 시험체에서 두께 차이가 큰 시험체일수록
- ② 동일한 두께 차이를 지닌 두 시험체에서는 선흡수계수가 큰 시험체일수록

투과강도의 차이는 커지기 때문에 시험체의 콘트라스트는 증가한다. 선흡수계수는 물질의 원자번호, 밀도가 높을수록, X선 및  $\gamma$ 선 광자에너지가 낮을수록 커진다.

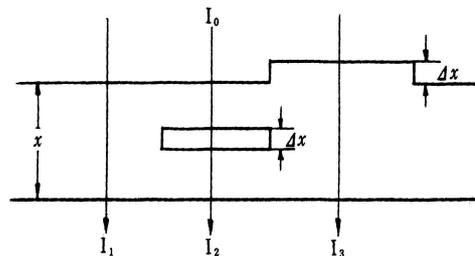


그림 2. 두께차에 따른 투과강도의 차이

## (2) 선택수계수의 차이

그림 3과 같이 흡수계수차에 따른 투과강도를 식 4~9와 같은 꼴로 유도한다. 그리고 선택수계수  $\mu$ 인 물질보다  $\Delta\mu$ 만큼 감소되었을 때의 투과강도의 차를 구하면

$$\begin{aligned}\log(I_1/I_2) &= -0.434\mu x - [-0.434(\mu - \Delta\mu)x] \\ &= 0.434 x \Delta\mu\end{aligned}$$

이 된다. 즉

$$I_1 < I_2 \text{ 일 때 } I_1/I_2 = e^{-x \cdot \Delta\mu} \quad (13)$$

가 된다.  $x$ 와  $\Delta\mu$ 가 클수록  $I_1/I_2$ 가 작아진다.  $I_1 < I_2$ 일 때  $I_1/I_2$ 가 작아진다는 것은  $I_1$ 과  $I_2$ 의 차이가 커지는 것이다.

$\Delta\mu$ 만큼 증가되었을 때의 강도차이도 같은 방법으로

$$I_1 > I_3 \text{ 일 때 } I_1/I_3 = e^{+x \cdot \Delta\mu} \quad (14)$$

가 성립된다. 이경우는  $x$ 와  $\Delta\mu$ 가 클수록  $I_1/I_2$ 가 커진다.  $I_1 > I_3$ 일 때  $I_1/I_2$ 가 커진다는 것은  $I_1$ 과  $I_2$ 의 차이가 커지는 것이다.

식 (13), (14)의 결과를 종합하면

- ① 동일한 두께를 지닌 두 시험체에서 흡수계수 차이가 큰 시험체일수록
- ② 흡수계수 차이가 동일한 두 시험체에서는 두께가 두꺼운 시험체일수록

투과강도의 차이는 커지기 때문에 시험체의 콘트라스트는 증가한다.

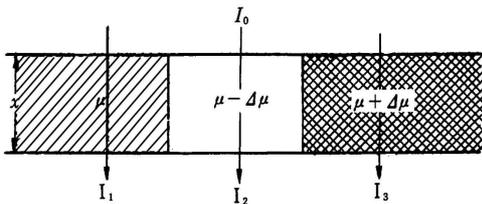


그림 3. 흡수계수차에 따른 투과강도

## 2.2 필름 콘트라스트

필름의 특성은 특성곡선에서 알 수 있는데 직각좌표의 횡축에 노광량  $E$ 의 로그값  $\log E$ 나 조사선량 [Roentgen]으로 취하고 종축에 현상후의 사진농도  $D$ 로 나타낸다. 그림 4와 같은 특성곡선에서 방사선강도  $I$ 와 노출시간  $t$ 와의 곱이 노출량  $It$ 이고,  $I_1t$ 의 노출량  $\log E_1$  일 때의 사진농도  $D_1$ ,  $I_2t$ 의 노출량  $\log E_2$  일 때의 사진농도를  $D_2$ 라하면,  $D_2$ 와  $D_1$ 의 평균 필름 콘트라스트  $\bar{\gamma}$ 는  $\tan\alpha'$ 가 되어 다음과 같은 식이 성립된다.

$$\bar{\gamma} = \tan\alpha' = \frac{D_2 - D_1}{\log E_2 - \log E_1} = \frac{D_2 - D_1}{\log I_2 t - \log I_1 t} \quad (15)$$

그리고  $k_0$ 를 X선 필름 특성곡선을 작성시 X선의 선질에 대한 감도계수,  $k_1$  및  $k_2$ 는  $x_1$  및  $x_2$ ,  $k_0$ 의 두께를 투과후의 X선 선질에 대한 감도계수로 표시한다면 투과사진의 콘트라스트  $D_2 - D_1$ 는

$$D_2 - D_1 = \bar{\gamma} \{ \log(k_2 I_2) - \log(k_1 I_1) \} \quad (16)$$

의 관계가 된다. 여기서  $D_2$ 와  $D_1$ 이 아주 가까워질 때의 차를  $\Delta D$ 라하면 이 때  $\bar{\gamma}$ 는  $\gamma$ 로 된다. 즉 순간 접선  $\gamma$ 는  $\tan\alpha$ 가 되어

$$\Delta D = \gamma \{ \log(k_2 I_2) - \log(k_1 I_1) \} \quad (17)$$

가 된다. 즉  $\gamma$ 값이 큰 필름일수록 사진농도차이는 커지기 때문에 필름 콘트라스트는 커진다. 즉, 필름 특성곡선에서 기울기  $\tan\alpha$ 가 커질수록 콘트라스트는 증가한다.

식 (15)와 그림 4에서 두께 차이가 있는 시험체를 투과한 강도의 차이는  $\log E_2 - \log E_1$ 으로 시험체 콘트라스트에 해당하고,  $D_2 - D_1$ 는 필름 콘트라스트에 해당한다. 이와 같이 필름 콘트라스트는 시험체 콘트라스트를 투과사진의 콘트라스트로 변경시 필름의 감광능력을 나타내는 것으로, 필름의 종류와 필름의 처리 조건, 사진농도 등에 의존한다.

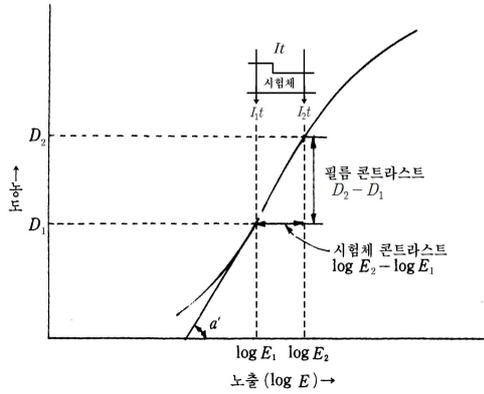


그림 4. 필름특성곡선에서의 콘트라스트

2.3 산란선과 콘트라스트

그림 5와 같이 시험체를 배치하여 촬영시 X선 필름상의 한 점 P에는 투과선외에 산란선도 작용한다. 여기서, 두께차에 대응한 투과강도에 산란선이 가해진 경우의 투과사진의 임의 점 A와 B점 사이에서의 콘트라스트는

$$D_2 - D_1 = \bar{\gamma} \{ \log(k_2 I_2 + k_2' I_2') - \log(k_1 I_1 + k_1' I_1') \} \tag{18}$$

로서  $k_1'$ 와  $k_2'$ 는 A 및 B에 도달하는 산란선의 선질에 대한 필름 감도계수,  $I_1'$ 와  $I_2'$ 는 A 및 B에 도달하는 산란선량률이다. X선 필름에 균일히 산란선이 도달하여 그 때 감도계수를 고려한 산란선이 A지점 투과선의 n배라면

$$D_2 - D_1 = \bar{\gamma} [ \log\{k_2 I_2 + n(k_2 I_2)\} - \log\{k_1 I_1 + n(k_1 I_1)\} ] \tag{19}$$

의 관계가 된다. 두께의 차가 매우 적은 경우에  $k_1 I_1 = q$ ,  $k_2 I_2 - k_1 I_1 = \Delta q$  라면 그 때의 투과사진 콘트라스트  $\Delta D$ 는 다음과 같이 된다

$$\begin{aligned} \Delta D &= \bar{\gamma} [ \log\{(1+n)q\} - \log\{(1+n)q - \Delta q\} ] \\ &= -\bar{\gamma} \cdot \log\{1 - (\Delta q/q)/(1+n)\} \\ &= 0.434 \cdot \bar{\gamma} [ \{(\Delta q/q)/(1+n)\} + \{(\Delta q/q)/(1+n)\}^2/2 + \dots ] \\ &\approx (0.434 \cdot \bar{\gamma} \cdot \Delta q/q)/(1+n) \end{aligned} \tag{20}$$

의 관계가 성립된다. 비교적 두께차가 적을 때의 콘트라스트는 직접 투과선에 대해서 n배의 산란선이 도달하면  $1/(1+n)$ 로 됨을 알 수 있다. 즉, 필름에 도달한 직접투과선에 해당하는 산란선이 필름에 도달한다면 콘트라스트를 나타내는 사진 농도차는 1/2로 감소하게 된다.

이와 같이 산란선이 필름에 도달하면 콘트라스트는 감소하여 상질을 저해하므로 투과사진상에는 백해무익하다. 가능한 필름에 산란선이 도달하지 않도록 조사야 조절기구, 연박증감지, 필터, 콜리메터, 필름 카세트 후면에 차폐체 배치, 마스크 등을 적절히 사용하여 산란선을 제거하거나 감소시켜야한다.

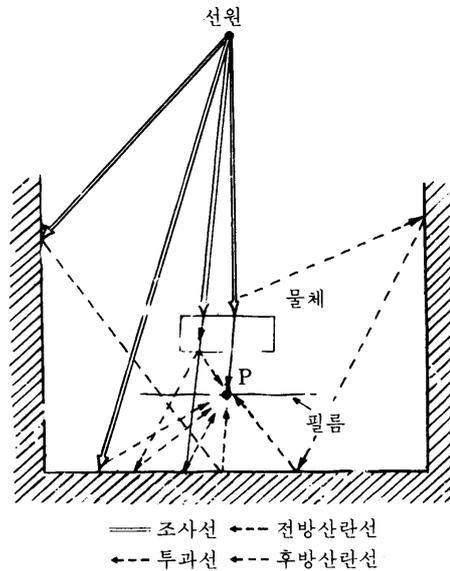


그림 5. 필름에 도달하는 산란선

2.4 관찰기의 밝기와 겉보기 콘트라스트

시험체를 촬영시 현상 처리된 사진은 필름 관찰기를 통하여 콘트라스트를 인식하게 된다. 이때에  $L_0$ 를 필름에 입사하는 빛의 강도,  $L$ 를 투과광의 강도라 할 때 사진농도  $D$ 는 다음과 같다.

$$D = \log_{10} \left( \frac{L_0}{L} \right) \tag{21}$$

$$\frac{L_0}{L} = 10D \tag{22}$$

$$L = \frac{L_0}{10D} \quad (23)$$

예를 들어 관찰기의 강도가 2,000룩스(lux)인 곳에서 필름을 투과한 빛의 강도가 1,000룩스라면 사진농도는 0.3이 되고, 200룩스라면 사진농도는 1.0, 투과 강도가 20룩스라면 사진농도는 2.0이 된다.

식 (23)에서 일정 밝기의 관찰기를 사용시 농도가 높아지면 투과광의 강도  $L$ 이 작아지고, 농도가 일정시는 관찰기의 밝기에 비례하여  $L$ 이 커짐을 나타내고 있다.  $L_0'$  밝기의 관찰기로  $D_2$ 의 사진농도를 관찰할 때 투과광의 강도  $L_1$ 은

$$L_1 = \frac{L_0'}{10D_2} \quad (24)$$

가 되고  $L_1''$  밝기의 관찰기로  $D_1$ 의 사진농도 관찰시 투과광 강도  $L_2$ 는

$$L_2 = \frac{L_0''}{10D_1} \quad (25)$$

가 된다. 또한 투과강도  $L_1$ 과  $L_2$ 가 같아지려면 식 (24),(25)에 의해서

$$\frac{L_0''}{L_0'} = \frac{10D_1}{10D_2} = 10(D_1 - D_2) \quad (26)$$

가 성립된다.

관찰하는 장소의 실내가 밝을 때 눈에 들어오는 빛은 투과광강도  $L$  외에  $L_{st}$ 가 가산된다.  $D_2 > D_1$ 일 때 농도차  $\Delta D$ 는

$$\Delta D = D_2 - D_1 = \log\left(\frac{L_0}{L_1}\right) - \log\left(\frac{L_0}{L_2}\right) = \log\left(\frac{L_2}{L_1}\right) \quad (27)$$

가 된다. 여기서  $L_1 = L$ ,  $L_2 = L + \Delta L$ 라 놓으면

$$\begin{aligned} \Delta D &= \log\left(\frac{L_2}{L_1}\right) = \log\left(\frac{L + \Delta L}{L}\right) = \log\left(1 + \frac{\Delta L}{L}\right) \\ &= 0.434 \log\left(1 + \frac{\Delta L}{L}\right) \approx 0.434 \left(\frac{\Delta L}{L}\right) \end{aligned} \quad (28)$$

의 관계가 된다.  $L_1$ 과  $L_2$ 에 각각  $L_{si}$ 가 가해졌을 때  $L_{si}/L$ 를  $n'$ 로 내놓으면 사진의 겉보기 콘트라스트  $\Delta D_a$ 는

$$\begin{aligned} \Delta D_a &= \log\left(\frac{L_2 + L_{si}}{L_1 + L_{si}}\right) = \log\left(\frac{L + \Delta L + L_{si}}{L + L_{si}}\right) \\ &= \log\left(\frac{1 + \frac{\Delta L}{L} + \frac{L_{si}}{L}}{1 + \frac{L_{si}}{L}}\right) \\ &= \log\left(1 + \frac{\frac{\Delta L/L}{1 + n'}}{1 + n'}\right) = 0.434 \log\left(1 + \frac{\Delta L/L}{1 + n'}\right) \\ &\approx 0.434 \frac{\Delta D/L}{1 + n'} = \frac{\Delta D}{1 + n'} \end{aligned} \quad (29)$$

가 된다. 즉,  $L_{si}$ 가 가해짐으로써 관독자가 느끼는 겉보기 콘트라스트  $\Delta D_a$ 는  $\Delta D$ 의  $\frac{1}{1+n'}$ 이 됨을 알 수 있다.

## 2.5 식별할 수 있는 콘트라스트

X,  $\gamma$ 선에 의한 투과상을 식별할 수 있는 콘트라스트  $\Delta D$ 에 주로 관계하는 인자는 시험체 두께, 흡수계수에 따른 필름 감도계수, 필름의 특성, 선원의 크기와 시험체내 기하학적 인자와 산란선의 영향을 받게 되어

$$\Delta D = -0.434 \cdot \gamma \cdot \mu_p \cdot \sigma \cdot x / (1+n) \quad (30)$$

의 관계식을 얻게 된다. 여기서  $\gamma$ 는 필름 특성곡선에서의  $\gamma$ 치,  $\mu_p$ 는 선질에 따른 필름감도계수로  $\gamma$ 선일 경우는 흡수계수  $\mu$ 로 대체된다. 그리고  $\sigma$ 는 선원의 크기가 기하학적 보정인자이고  $n$ 은 감도계수를 고려시 필름에 도달된 산란선량을 시험체를 투과한 선량으로 나눈 값이다.

이와 같은 조건하에서 콘트라스트  $\Delta D$ 를 얻으면, 현상 처리된 필름을 육안으로  $\Delta D$ 를 그대로 느껴야 하나, 관찰기 밝기나 주위 환경의 밝기에 따라 겉보기 콘트라스트는 달라진다. 투과 사진의 투과광 강도  $L$  외의 광  $L_{si}$ 가 눈에 들어올 때의 겉보기 콘트라스트  $\Delta D_a$ 는  $1/(1 + \frac{L_{si}}{L})$ 에 따라 감소된다.

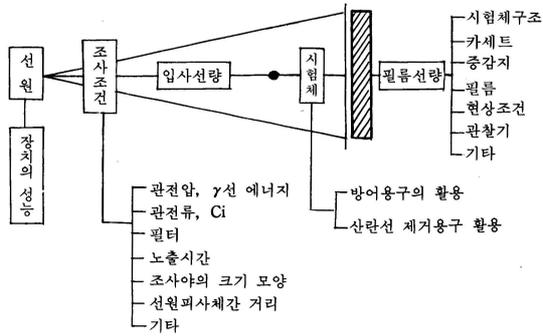


그림 6. 방사선투과사진을 결정하는 인자

3. 방사선투과사진의 상질 형성

3.1 방사선투과사진을 결정하는 인자

방사선투과사진을 결정하는 인자는 그림 6과 같이 많은 인자들이 복합적으로 영향이 미칠 수 있으므로 적절한 조정이 필요하게 된다.

3.2 상질을 형성하는 인자

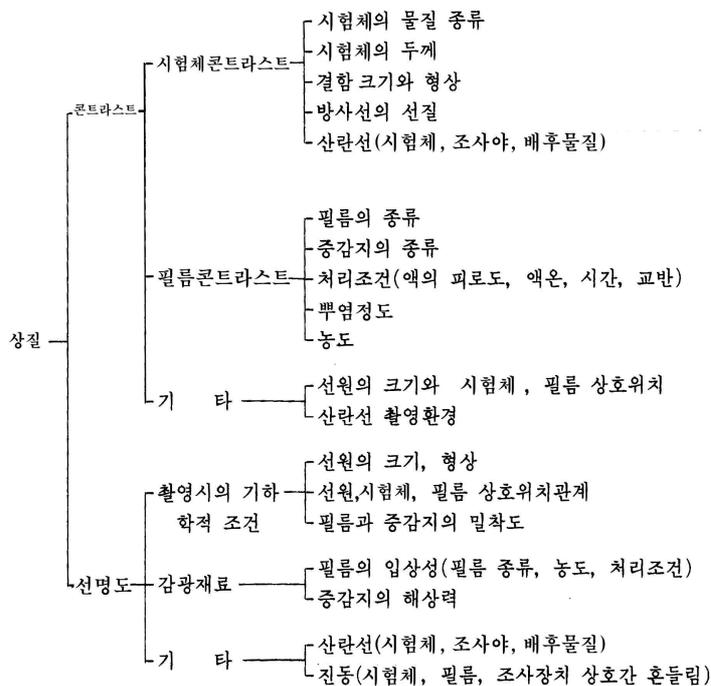


표 1. 방사선투과사진의 상질 형성 인자

방사선에 의한 투과상은 시험체 통과중 방사선의 동요가 어떤 정보체를 통하여 농도차나 주파수차의 해석으로 인지하게 되므로 투과사진의 상질을 높이는 것은 무엇보다 중요하다. 투과영상의 상질 구성은 표 1과 같이 크게 콘트라스트와 선명도로 주어지며, 이들의 영향 인자들은 다양하고, 영향인자들 간의 관계는 직접 간접으로 복합적 관련성이 있어 이론적으로 종합 평가하기라 쉽지 않으나, 실제면에서는 투과도계(penetrometer) 응용으로 상질을 평가하고 있다.

X,  $\gamma$ 선에 의한 투과사진은 시험체내의 흡수차이를 주로 필름 면적내의 농도차이, 즉 콘트라스트로 알게 된다. 그러나 콘트라스트는 검사부위에만 특히 강조하는 때도 있고, 사진 전체에 강조되는 때도 있으므로 각 부위에 알맞은 가장 식별하기 좋은 농도차를 얻기 위해서는 선명도가 양호하여야한다. 선명도는 콘트라스트 경계 영역의 명확도(뚜렷함)를 나타내는데, 선명도를 중시하다보면 콘트라스트가 감소하고, 콘트라스트를 강조하다보면 선명도가 나빠져 요구하는 상질을 만족하지 못하게 되는 경향이 있다.