

放射線透過試驗에 있어서 KS와 ASME Code의 比較에 關한 研究

金瑛九, 朴炳哲*

FRAMATOME-EXPORT (FRAMEX) KOREA BRANCH

* (株)三永檢査엔지니어링

1984년 10월 29일 접수

Study on Comparison of Korean Industrial Standard and ASME BPV Code for Radiographic Examination

Jin Koo Kim, Byung Chul Park*

ABSTRACT

There are two basic concepts in industrial radiographic examination; one is a radiographic sensitivity, and the other is a acceptance criteria. The comparison of these main points are studied for KS Standard and ASME Boiler and Pressure Vessel Code.

From the results of the experiment, higher radiographic sensitivity is required in KS Standard when the thickness of material to be examined is less than 20mm in single wall technique.

The acceptance criteria for linear type indications are described on same concept in two standards, whereas the acceptance criteria for rounded indications of KS Standard which mainly depends upon the object thickness are more severe than those of ASME BPV Code.

1. 서 언

국내에서 방사선투과검사를 수행할 경우, 국내규격인 KS Standard 보다도 ASME Boiler and Pressure Vessel Code 를 사용하는 빈도가 상당히 높음을 알 수 있다. 이는 크게 검사대상물의 특성 및 사용목적에 기인하지만 때로는 적용할 규격의 적정성을 발견하지 못하고 ASME Code 를 무비판적으로 사용하기 때문에 방사선투과검사의 기본이 되는 Radiographic Sensitivity 및 Acceptance Criteria 등이 비합리적으로 적용되는 경우가 있음을 볼 수 있다. 따라서, ASME Code Section III & V 및 KS BO 845 에서

요구하는 Radiographic Sensitivity 및 Acceptance Criteria 를 비교검토하여 이들간의 상호관계를 분석하였다.

2. 비교분석기준

KS와 ASME Code 는 지향하는 견해가 상이한 부분이 많으므로 이들을 객관적으로 비교분석하기 위해 방사선투과검사에 큰 영향을 줄 수 있는 부분을 대별하여 Radiographic Sensitivity 와 Acceptance Criteria 로 분류하여 압축시킬 수 있다.

즉, Radiographic Sensitivity 는 검사조건이

동일한 경우, 요구되는 투과도계감도와 기하학적 불선명도 등을 비교분석하여 그 결과치를 살펴보았으나, 합부판정에 대해서는 ASME Code가 Acceptance Criteria를 기준으로 기술되어 있는 반면, KS는 등급분류로 기술되어 있어 이들 상호간의 비교기준이 달라질 수 있기 때문에 ASME Code의 Acceptance Criteria를 KS의 해당 등급에 적용시켜 이들의 상호관계를 비교분석하였다.

3. 실험방법

(1) Radiographic Sensitivity의 비교

감도를 비교하기 위해서는 우선, Penetrator의 요구감도를 비교해야 한다. KS에서는 Wire Type Penetrator가 ASME Code에서는 Plaque Type Penetrator가 각각 사용되고 있으므로 Wire Type과 Plaque Type Penetrator의 상대감도를 알아보기 위해 다음과 같은 실험을 하였다.

시편의 두께가 5.5mm, 11mm, 15mm, 20mm, 30mm, 50mm, 75mm, 150mm인 Steel Plate를 Fig. 1과 같이 배치한 후, 각각의 두께에 해당하는 KS 및 ASME Penetrator를 동시에 시편위에 놓고 X-ray, Ir-192, Co-60 및 Linatron을 사용하여 노출량을 변경시켜가면서 촬영하여 양화의 투과사진을 얻었다. 양화의 투과사진은 차례대로 Photo 1에서 Photo 8에 수록하였으며 촬영조건에 대한 제원은 Table 1에 나타나 있다.

KS와 ASME에서 공통으로 허용하는 Density Range 내에서 Density가 2.0 - 2.5, 2.5 - 3.0, 3.0 - 3.5인 3군으로 촬영된 투과사진을 분류하여 각각의 군에서 감도가 가장 양호하게 촬영된 Radiograph를 택하여 관찰한 결과, 투과도계의 Minimum Visible Wire 또는 Hole은 Table 2와 같이 나타났다.

Table 2에서 ASME Penetrator의 Designation 중에서 T는 투과도계의 두께를 의미한

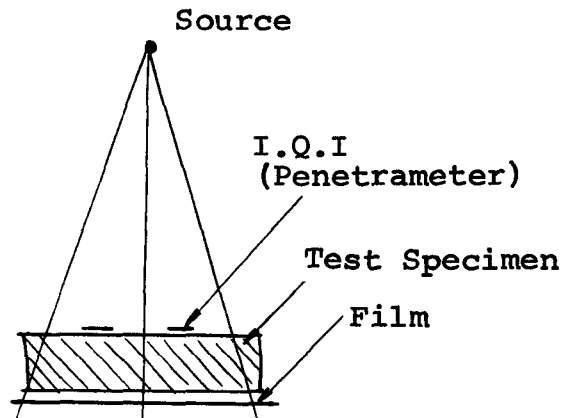


Fig. 1. Shooting Sketch for Plate (Typical)

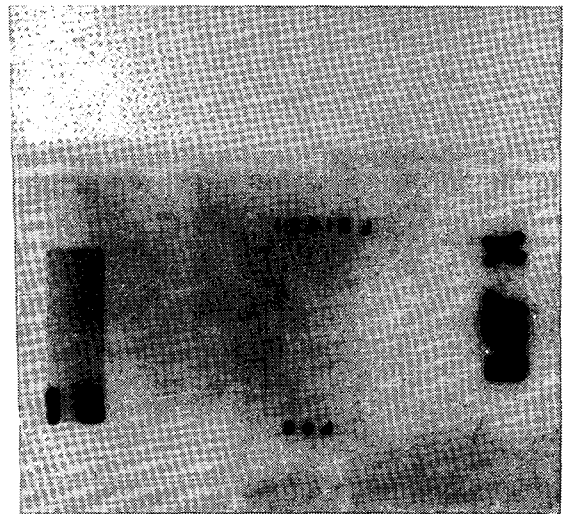


Photo 1. Radiograph of Test Specimen No 1.

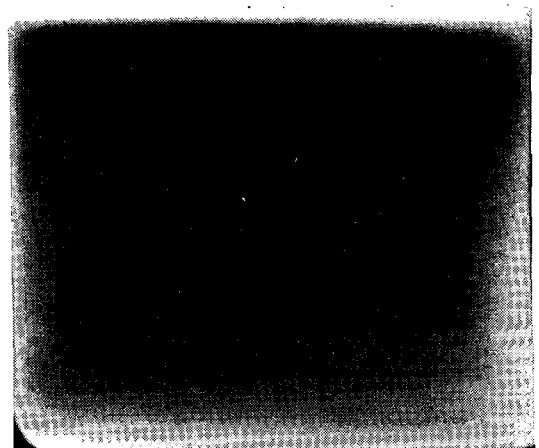


Photo 2. Radiograph of Test Specimen No 2.

다. Table 2의 실험 결과를 분석하기 위해 우선 결과치를 Normalize 해야 한다. 즉, KS Penetrator의 Wire는 선지름이 각각 일정한 반면, ASME Penetrator의 Hole은 1T Hole을 제외하고는 Penetrator의 두께와 Hole의 직경이 동일하지 않으므로 이를 Normalize하기 위하여 Equivalent Penetrator Sensitivity Equation을 이용하였다.

$$\alpha = \frac{100}{x} \sqrt{\frac{Th}{2}}$$

여기서, α : Equivalent penetrator sensitivity, %

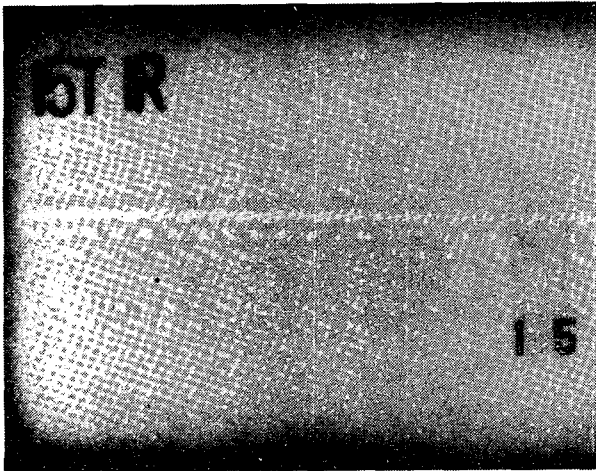


Photo 3. Radiograph of Test Specimen No 3.



Photo 4. Radiograph of Test Specimen No 4.

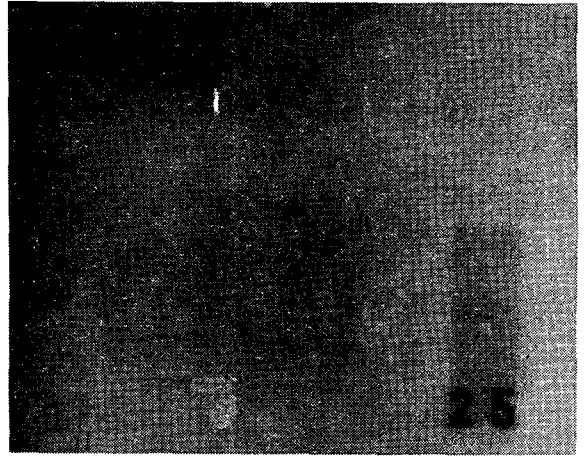


Photo 5. Radiograph of Test Specimen No 5.

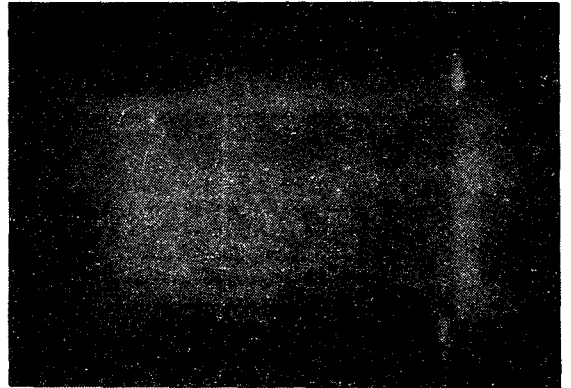


Photo 6. Radiograph of Test Specimen No 6.

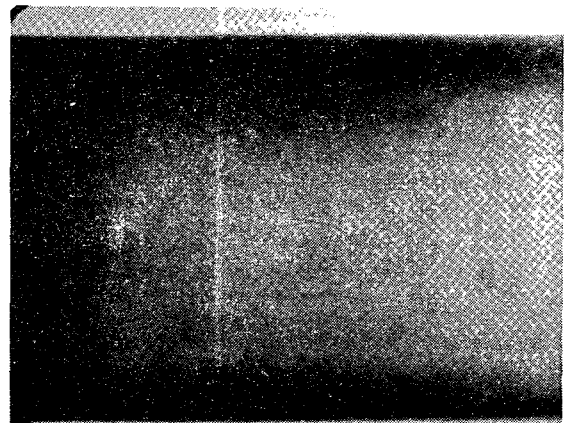


Photo 7. Radiograph of Test Specimen No 7.

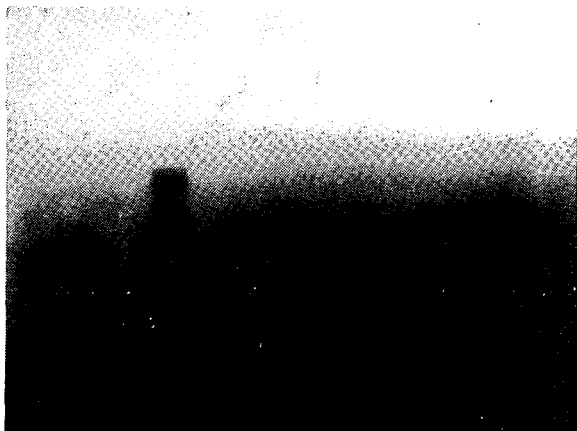


Photo 8. Radiograph of Test Specimen No 8.

X : Section thickness to be radiographed, mm

T : Penetrameter thickness, mm

h : Hole diameter, mm

실험의 결과에서 보면 ASME Penetrameter의 Visible Hole은 1T 또는 2T Hole이었다. 여기서, 1T Hole의 경우에는 Penetrameter 두께와 Hole의 직경이 동일하므로 직접 비교가 가능하지만, 2T Hole의 경우에는 Penetrameter의 두께와 Hole의 직경이 다르기 때문에 1T Hole의 경우와 같이 동일하게 표준화시키려면 Penetrameter의 두께가 달라져야 한다.

Table 1. Radiographic Parameters for Radiographs

Test Specimen No.(Type)	Thickness (Out Dia.)	Type of Radiation	S.F.D	IQI Used, KS (ASME)	Shooting Technique
No.1 (Plate)	5.5 mm	X-ray	90 cm	FO2 (10)	Single Wall
No.2 (Plate)	11 mm	X-ray	90 cm	FO2 (15)	Single Wall
No.3 (Plate)	15 mm	Ir-192	60 cm	FO2 (15)	Single Wall
No.4 (Plate)	20 mm	X-ray	90 cm	FO4 (20)	Single Wall
No.5 (Plate)	30 mm	Ir-192	60 cm	FO4 (25)	Single Wall
No.6 (Plate)	50 mm	Ir-192	60 cm	FO8 (35)	Single Wall
No.7 (Plate)	75 mm	CO-60	100 cm	FO8 (45)	Single Wall
No.8 (Plate)	150 mm	Linatron	213 cm	F16 (60)	Single Wall
No.9 (Pipe)	5.5(60.5 mm)	X-ray	90 cm	FO2 (10)	Double Wall
No.10 (Nozzle)	15 (600 mm)	Ir-192	60 cm	FO2 (12) FO4 (15) (25)	Double Wall

Visible Hole이 2T인 경우를 Equivalent Penetrameter Sensitivity Equation을 사용하여 나타내면,

$$\alpha = \frac{100}{X} \sqrt{\frac{Th}{2}} = \frac{100}{X} \sqrt{\frac{T \times 2T}{2}} \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

가 된다. 이를 Visible Hole이 1T인 경우와 동일하게 표준화시키기 위해서는 변화될 Penetrameter의 두께를 TA로 표시하고, 이를 위의 식 Equivalent Penetrameter Sensitivity Equation에 다시 대입하면,

$$\alpha = \frac{100}{X} \sqrt{\frac{Th}{2}} = \frac{100}{X} \sqrt{\frac{TA \times 1TA}{2}} \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

가 된다. 식 ①, ②에서

$$\frac{100}{X} \sqrt{\frac{T \times 2T}{2}} = \frac{100}{X} \sqrt{\frac{TA \times 1TA}{2}}$$

$$\text{즉, } TA = \sqrt{2} T \dots\dots\dots \textcircled{3}$$

가 된다.

또한, Equivalent Penetrameter Sensitivity

Table 2. Minimum Visible Wire/Hole of Penetrameters

Test Specimen No. (Tk't)	Penetrameter Designation	Min. Dimension of Visible Wire/Hole (mm)			References
		Density Range 2.0-2.0	2.5 - 3.0	3.0 - 3.5	
No.1 (5.5 mm)	KS (FO2) ASME (10)	0.125 2T (0.508)	0.125 2T (0.508)	0.125 1T (0.254)	Photo 1 & Table 1
No.2 (11 mm)	KS (FO2) ASME (15)	0.20 2T (0.762)	0.16 2T (0.762)	0.16 1T (0.381)	Photo 2 & Table 1
No.3 (15 mm)	KS (FO2) ASME (15)	0.20 2T (0.762)	0.20 2T (0.762)	0.20 2T (0.762)	Photo 3 & Table 1
No.4 (20 mm)	KS (FO4) ASME (20)	0.25 2T (1.016)	0.25 2T (0.016)	0.25 1T (0.508)	Photo 4 & Table 1
No.5 (30 mm)	KS (FO4) ASME (25)	0.32 2T (1.27)	0.32 1T (0.635)	0.32 1T (0.635)	Photo 5 & Table 1
No.6 (50 mm)	KS (FO8) ASME (35)	0.40 2T (0.889)	0.40 1T (0.889)	0.40 1T (0.889)	Photo 6 & Table 1
No.7 (75 mm)	KS (FO8) ASME (45)	0.80 2T (2.286)	0.64 2T (2.286)	0.64 2T (2.286)	Photo 7 & Table 1
No.8 (150 mm)	KS (F16) ASME (60)	1.25 2T (3.048)	1.0 2T (3.048)	1.0 2T (3.048)	Photo 8 & Table 1

Equation 에 사용할 수 있는 Penetrameter 의 두께범위는 0.127 mm ~ 2.54 mm 인데, 본 실험에서 사용한 ASME Penetrameter 들은 No. 10 (0.254 mm) - No. 60 (1.524 mm) 이므로, 모두 사용가능 범위내에 있게 된다.

시편 No.1 - No.8 에 공식 ③ 을 적용시켜 각각의 Density 군에서 관찰된 Minimum Dimension of Visible Wire/Hole 의 평균값을 구해보면, 시편 No.1 의 경우,
 KS (F02) : $1/3(0.125+0.125+0.125)=0.125\text{ mm}$
 ASME(10) : $1/3(0.254\sqrt{2}+0.254\sqrt{2}+0.254)=0.324\text{ mm}$

같은 방법으로 시편 No.2 - No.8 까지 적용시키면 다음과 같이 된다.

시편 No.2 KS (F02) : 0.173 mm
 ASME(15) : 0.486 mm

시편 No.3 KS (F02) : 0.200 mm
 ASME(15) : 0.539 mm

시편 No.4 KS (F04) : 0.250 mm
 ASME(20) : 0.648 mm

시편 No.5 KS (F04) : 0.320 mm
 ASME(25) : 0.723 mm

시편 No.6 KS (F08) : 0.400 mm
 ASME(35) : 0.889 mm

시편 No.7 KS (F08) : 0.693 mm
 ASME(45) : 1.616 mm

시편 No.8 KS (F16) : 1.083 mm
 ASME(60) : 2.155 mm

여기서, Wire Type 및 Plaque Type Penetrameter 의 상대감도를 구하기 위해 시편 No.1 - No.8 에 대해 앞에서 구한 평균값의 Hole/Wire 의 비를 구해보면 다음과 같이 된다.

$$\text{시편 No. 1} : \frac{0.324}{0.125} = 2.592$$

$$\text{시편 No. 2} : \frac{0.486}{0.173} = 2.809$$

$$\text{시편 No. 3} : \frac{0.539}{0.200} = 2.695$$

$$\text{시편 No. 4} : \frac{0.648}{0.250} = 2.592$$

$$\text{시편 No. 5} : \frac{0.723}{0.320} = 2.259$$

$$\text{시편 No. 6} : \frac{0.889}{0.400} = 2.223$$

$$\text{시편 No. 7} : \frac{1.616}{0.693} = 2.332$$

$$\text{시편 No. 8} : \frac{2.155}{1.083} = 1.990$$

이상에서 얻어진 비율의 평균값은,

$$1/8 (2.592 + 2.809 + 2.695 + 2.592 + 2.259 + 2.223 + 2.332 + 1.990) = 2.437 \text{ 이 된다.}$$

이것은 KS Penetrameter에서 직경이 0.1 mm인 선이 관찰된다면 ASME Penetrameter는 두께가 0.2437 mm인 투과도계의 1T Hole이 관찰되는 것과 동일한 감도를 의미한다. 이 결과를 이용하여 KS와 ASME의 요구되는 투과도계 감도를 비교하여 보면,

KS에서 상질을 보통급으로 기준하였을때

$$L_{max} = 0.02 tp \dots\dots\dots \textcircled{4}$$

여기서, L : 식별되는 투과도계의 최소 선지름, mm
tp : 투과두께, mm

가 된다. 식 ④는 ASME에서 2-1T를 의미한다. 그러나, 앞의 실험치의 결과를 보면 Hole Type과 Wire Type의 감도차이는 2.437배 이므로, 식 ④를 ASME 투과도계에 대응하여 볼때는 2.437 × 2 - 1T 즉, 4.874 - 1T를 의미한다.

또한, ASME에서 투과도계의 Essential Hole은 보통 2T 또는 4T이므로 4.874 - 1T를 각각 A-2T, B-4T(여기서, A와 B는 각각 1T Hole이 2T 또는 4T Hole로 나타나는 등가감도로 가정하였을때 예상되는 투과도계의 두께

Percent)로 환산하면,

$$A-2T : 4.874 - 1T \rightarrow \frac{4.874}{\sqrt{2}} - 2T = 3.447 - 2T$$

$$B-4T : 4.874 - 1T \rightarrow \frac{4.874}{2} - 4T = 2.437 - 4T$$

가 된다. 이 결과를 ASME Code에 적용시켜보면 단벽촬영인 경우, 피검체의 두께가 대략(여기서, 대략이라고 하는 의미는 부분적으로 약간의 변이가 있음을 뜻함) 20 mm를 기준으로 해서 20 mm 이하인 경우에는 KS의 투과도계 요구감도가 높으며, 20 mm 이상인 경우에는 ASME의 투과도계 요구감도가 높은 것을 알 수 있다.

그러나, 이중벽촬영에 있어서는 KS와 ASME가 전혀 다른 견해를 가지고 있다. 투과도계의 적용에 있어서 KS에서는 피검체의 단벽두께의 2배가 기준이 되는 반면, ASME에서는 공칭단벽두께만을 기준으로 투과도계가 사용되기 때문에 단벽촬영의 경우보다 투과도계의 감도요구치가 상당히 높아짐을 알 수 있다.

따라서, 이들의 감도를 비교하기 위하여 다음과 같은 실험을 하였다.

외경이 60.5 mm, 두께가 5.5 mm인 Pipe(시편 No.9: Photo 9 및 Table 1 참조)를 Fig. 2와 같이 배치한 후, 이 피검체에 적용되는 KS 및 ASME 투과도계를 pipe 위에 놓고 촬영함과 더불어, Pipe의 단벽두께에 해당하는 시편 No.1(두께 5.5 mm, Photo 1 및 Table 1 참조) 및 단벽두께의 2배에 해당하는 시편 No.2(두께 11 mm, Photo 2 및 Table 1 참조)를 동일 조건하에서 촬영하였다.

그리고, 외경이 600 mm, 두께가 15 mm인 Nozzle(시편 No.10: Photo 10 및 Table 1 참조)을 Fig.3과 같이 배치한 후 촬영하였으며, Pipe 시편과 동일한 조건으로 시편 No.3(두께 15 mm, Photo 3 및 Table 1 참조) 및 시편 No.5(두께 30 mm, Photo 5를 Table 1 참조)를 촬영하였다. 이때, 나타난 투과도계감도는 Table 3과 같

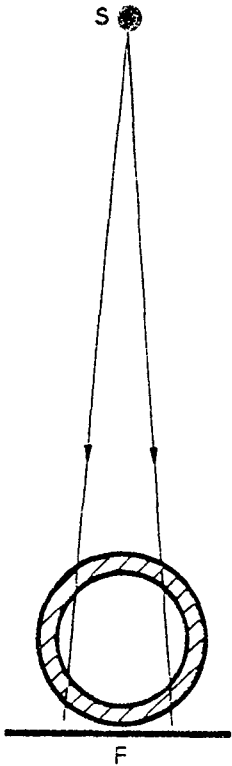


Fig. 2. Shooting Sketch for Pipe

으며, 이 투과사진으로 만든 양화가 Photo 9 및 Photo 10에 수록되어 있다. Table 3에서 ASME Penetrameter의 Designation 중에서 T는 투과도계의 두께를 의미한다. Table 3의 실험결과를 시편 No.1/No.2 및 시편 No.3/No.5에서 얻은 결과와 각각 비교하여 보면 이중벽촬영의 경우는 두께가 피검체(이중벽촬영에서 사용한 두께)의 단벽두께의 2배인 시편을 단벽촬영한 경우보다 감도가 다소 낮거나 비슷한 것으로 나타났다. 즉, KS에서 요구하는 이중벽촬영의 투과도계감도는 단벽촬영과 동일한 감도를 요구하고 있으며, ASME에서 요구하는 이중벽촬영의 투과도계감도는 단벽촬영에 비하여 대단히 높은 투과도계감도를 요구하고 있음을 알 수 있다.

투과사진의 감도에 영향을 주는 또다른 요인인 기하학적 불선명도에 관한 비교를 하기 위해 KS의 상질등급을 보통급으로 기준하여 분석하였다.

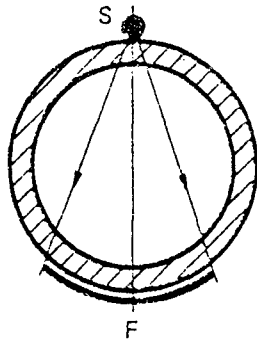


Fig. 3. Shooting Sketch for Nozzle

KS에서 요구하는 보통급의 기하학적 불선명도는,

$$L_1 \text{ min} = 2.5 f L_2 \rightarrow 0.4 = \frac{f \cdot L_2}{L_1 \text{ min}} \dots\dots ⑤$$

여기서, L_1 : 선원과 투과도계 사이의 거리, mm

L_2 : 투과도계와 필름 사이의 거리, mm

f : 선원의 크기, mm

로 나타내진다.

즉, KS에서 요구하는 기하학적 불선명도는 피검체의 두께에 관계없이 0.4mm 이하이어야 하는 반면, ASME에서는 두께에 따라 다르지만 Maximum으로 요구되는 기하학적 불선명도중에서 0.5mm가 가장 작은 값이므로 선명도의 요구기준은 KS가 ASME보다 높음을 알 수 있다.

(2) Acceptance Criteria의 비교

원자력분야에서 사용하는 비파괴검사 관련 Code & Standards 중에서 사용빈도가 높은 ASME Code Sec. III, NB-5000의 합부관정기준을 KS B0845의 등급분류기준에 적용시켜 서로 상응하는 등급간의 기준을 비교분석하였다.

Radiographic Indication의 분류시, Crack 및 이와 유사한 불연속은 4급으로 분류되거나 또는 Unacceptable로 처리가 되어 별 차이가 없으나, 이외의 Indication에 대해서는 약간씩 다른 견해를 나타내기도 한다.

용접부투과사진에 나타나는 Indication 중에서 가장 빈도수가 높은 Elongated Indication과 Rounded Indication을 대상으로 분류비교하였다.

가. Elongated Indication

ASME Code의 Acceptance Criteria를 KS의 등급분류에 적용시켜 Acceptable한 경우와 Rejectable한 경우로 분류하여 나타내면 다음의 Table 4와 같다.

단, Crack, Lack of Fusion 및 Incomplete Penetration은 Elongated Indication에서 제외시켰다.

Table 3. Minimum Visible Wire/Hole of Penetrators

Test Specimen (t/O.D) (mm)	Penetrator Designation	Min. Dimension of Visible Wire/Hole (mm)			References
		Density Range 2.0-2.5	2.0 - 3.0	3.0 - 3.5	
No.9 (5.5/60.5)	KS (FO2)	0.20	0.16	0.16	Photo 9 & Table 1
	ASME (10)	4T(1.016)	2T(0.508)	2T(0.508)	
No.10 (15/600)	KS (FO2, FO4)	0.40	0.32	0.32	Photo 10 & Table 1
	ASME (12)	4T(1.27)	4T(1.27)	4T(1.27)	
	ASME (15)	4T(1.524)	4T(1.524)	4T(1.524)	
	ASME (25)	2T(1.27)	2T(1.27)	2T(1.27)	

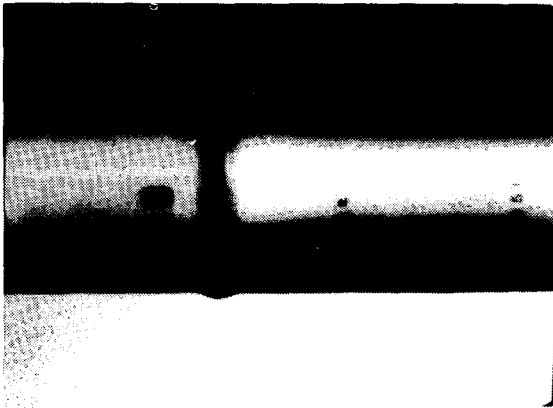


Photo 9. Radiograph of Test Specimen No 9.

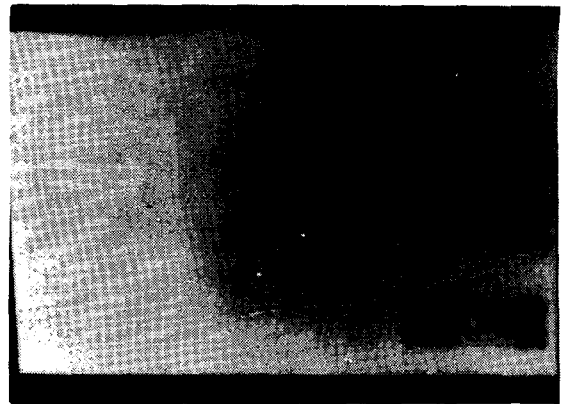


Photo 10. Radiograph of Test Specimen No 10.

Table 4. Grading ASME Elongated Indication

Thickness Range, Grade	mm		
	$t \leq 12$	$12 < t < 48$	$t \geq 48$
1st	Accept	Accept	Accept
2nd	Accept	Accept	Accept
3rd	Accept	Reject	Reject
4th	Reject		

ASME Code에서 Elongated Indication에 대한 Acceptance Criteria는 KS에서는 모재두께가 12mm 이하인 경우에만 3급이 되고, 12mm 이상인 경우에는 2급에 해당되는 것으로 나타났다.

나. Rounded Indication

ASME에서 Rounded Indication에 대한 합부 판정의 기준으로 사용하는 Reference Radiographs에 도식된 Random Rounded Indication을 KS의 등급분류기준에 적용하여 합부등급을 분류하여 보면 다음과 같다.

모재두께가 101.6mm를 초과하는 경우는 모재두께별로 등급분류시 계산하지 않는 Indication의 dimension이 달라지므로 비교대상에서 제외시켰다. Rounded Indication에 대한 Charts에 나타난 바와 같이 ASME에서의 Rounded Indication에 대한 합부기준이 KS에서는 대부분 4급에 해당함을 알 수 있다.

(1) Chart for t equal to 3.175 mm - 6.35 mm, inclusive



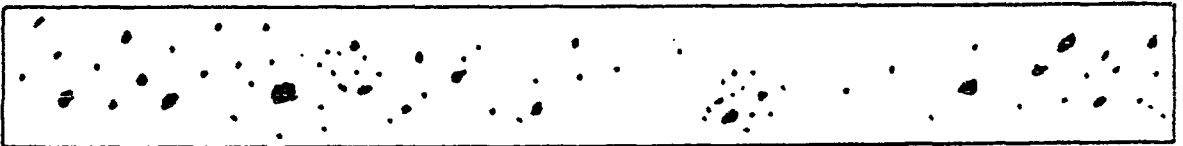
KS 등급 : 4 급

(2) Chart for t over 6.35 - 9.525 mm, inclusive



KS 등급 : 4 급

(3) Chart for t over 9.525 - 19.05 mm, inclusive



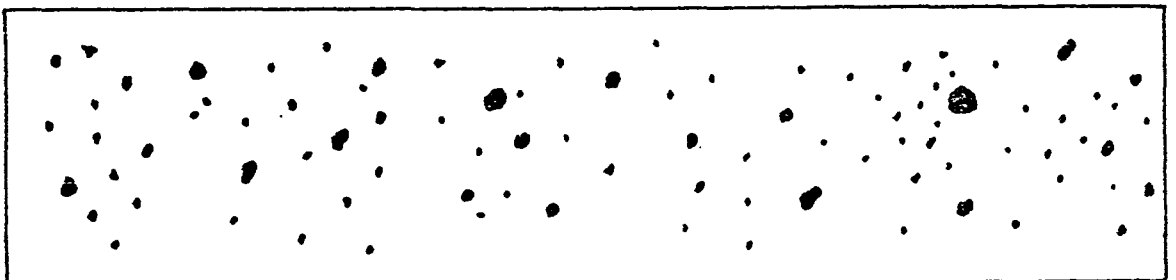
KS 등급 : 4 급

(4) Chart for t over 19.05 - 50.8 mm, inclusive



KS 등급 : 4 급 (t 가 19.05 - 25 mm일때)
3 급 (t 가 25 - 50 mm일때)

(5) Chart for t over 50.8 mm - 101.6 mm, inclusive



KS 등급 : 4 급 (t 를 51 mm로 기준할때)
3 급 (t 를 100 mm로 기준할때)

4. 고찰

실험결과를 간추려보면, 투과도계의 감도는 wire Type Penetrator의 Wire가 Hole Type Penetrator의 Hole(1T Hole을 기준하였을 경우)보다 대략 2.437배 정도 높은 것으로 나타났다. 두께가 20mm 이하인 피검체의 단벽촬영에 있어서는 KS의 요구조건이 높으며, 20mm 이상인 경우에는 ASME에서 요구하는 투과도계 감도가 높았다.

이중벽촬영의 경우, ASME에서는 단벽두께를 기준으로 투과도계를 사용해야 하기 때문에 단벽촬영의 경우보다 오히려 높은 감도가 필요해지게 된다. 따라서, 실질적인 투과도계의 요구감도가 KS보다 높으나, 실제실험의 결과는 이중벽촬영의 경우, 두께가 피검체(이중벽촬영에서 사용한 두께) 두께의 2배인 시편을 단벽촬영한 경우보다 투과도계감도가 다소 낮거나 비슷한 것으로 나타나 ASME에서는 이중벽촬영에 대한 투과도계감도를 단벽촬영에 비하여 대단히 높게 요구하는 것으로 나타났다.

기하학적 불선명도의 비교에서는 KS에서 요구하는 선명도가 ASME에서 요구하는 기준치에 비해 두께에 관계없이 높은 것으로 나타났다.

합부판정에 있어서, Crack 및 이와 유사한 결함이 ASME에서는 Unacceptable로, KS에서는 4급으로 분류되어 거의 동일한 견해를 나타내고 있다. 그러나, Elongated Indication(Slag Inclusion 및 이와 유사한 결함)의 경우, ASME의 Acceptance Criteria는 피검체두께가 12mm 이하인 경우에만 KS 3급에 해당이 되었으며, 12mm 이상인 경우에는 KS 2급에 해당되었다. Rounded Indication(Gas Hole 및 이와 유사한 결함)의 경우, ASME의 Acceptance Criteria는 대부분이 KS 4급에 해당되어 KS와 비교해 볼때 ASME의 기준이 상당히 완곡하다는 것을 알 수 있었다.

5. 결론

고도의 안전성이 요구되는 원자력에 사용되는 ASME Code의 기준치보다 KS의 기준치가 엄격하게 설정되어 있어, KS의 적용시 판정기준에 대한 문제가 항상 거론될 수 있으며, 이로 인해 불필요한 설계변경 및 보수작업이 뒤따르기 마련이다. 따라서, 방사선시방서를 작성 및 승인할 경우, Code & Standards에 대한 충분한 이해도, 제품의 특성 및 중요도 및 사용목적이 충분히 반영될 수 있어야 하며, 세계추세에 맞는 KS 규격의 제도적 보완이 있어야 한다고 생각한다.

6. 참고문헌

- (1) 한국공업규격 KS B 0845 (76년판)
강용접부의 방사선투과시험방법 및 투과사진의 등급분류방법
- (2) ASME Boiler and Pressure Vessel Code-80 Ed. Sec III, Subsection NB-5000. Section V, Nondestructive Examination ASME SE-142, App XI
ASTM Bulletin Vol 213.
ASTDA Am Soc Testing Materials., 1956. p.52.
- (3) O'Connor, D.T and Criscuolo, E.L., "The Quality of Radiographic Inspection"
- (4) Edited by Robert C. McMaster for the Society for NDT
"Nondestructive Testing Handbook"
Published by the Ronald Press Company
- (5) Radiography in Modern Industry, 3rd Ed., Published by Eastman Kodak Company.