

## 재료가 다름에 따른 초음파감쇠율의 차가 결함판정에 주는 영향

남궁재관\*

### 1. 서론

초음파의 감쇠는 재료에 따라 달라지기 때문에, 결함탐상을 행할 재료에 이상이 있는 경우에는 V투과법을 행해 감도보정량이 크게 되면 감도보정을 행할 필요가 있다고 여겨지지만, 재료의 이상에 관한 판단은 검사자의 경험에 맡기고 있어 명확한 기준이 없는 것이 현실이다. 본래 감도보정이 필요한 정도로 큰 이상이 있는지의 여부는, V투과법을 행하지 않으면 알수없기 때문에, 모든 재료에 대해 V투과법에 의한 감도보정량의 확인이 필요해지지만, 여기에는 상당히 수고가 따르기 때문에 문제가 된다. 또한, V투과법은 평면으로 밖에 할 수가 없기 때문에, 현장의 형상에 따라서는 감도보정량의 확인이 안 될수도 있다던가, 게다가 재료에 의한 초음파의 감쇠는 하나의 판에 여러형태로 산만하게 나타나거나, 실제로 현장에서 탐상부의 재료감쇠율을 완전히 파악하여, 그것을 탐상에 반영시키는 것은 대단히 곤란하다. 이러한 이유로, 실제의 재료초음파감쇠율에 결함탐상결과의 영향이 있을만큼의 별차가 없음을 확인한 이상, 재료의 초음파감쇠율의 확인작업을 생략할수 있으면 대단히 유리하다. 그래서, 본 연구에서는, 재료에 의한 초음파감쇠율의 산란과 그것에 수반한 감도보정에 따라 결함의 등급판정결과 등에 의한 영향을 조사 감도보정의 필요성에 대하여서 검토했다. 또한, V투과법으로는 Fig 1에 나타냄과 같이 초음파발신용과 두 개의 수신 사탐상용프로브를 일직선상에 있도록 맞추어 놓았다. 각 스킵 위치에서의 비임조정 및 에코높이를 측정하는 방법으로, 탐상을 행할 시험체와 표준시험편과의 측정치의 차로부터 감도보정량을 산출한다.

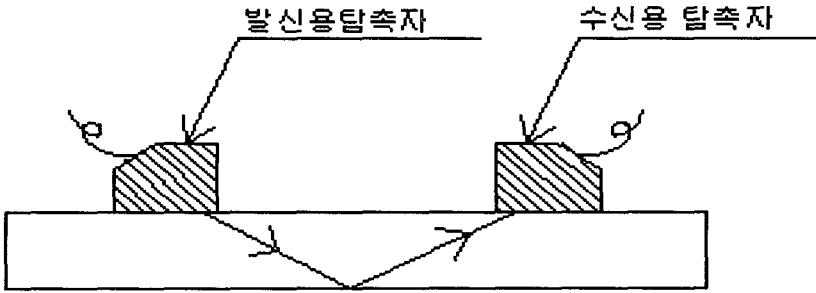


Fig. 1 V투과법

## 2. 실험1. 감도보정량의 산란확인

### 2.1 실험내용

재료의 제 조건에 의한 초음파감쇠율의 차를 조사하기 위해, 재질, 룯드 등의 조건이 다른 강판을 이용해, V투과법에 의한 각각의 감도보정량을 확인했다.

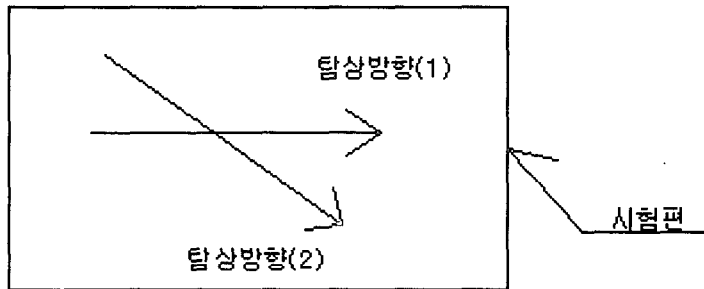


Fig. 2 탐상방향

또한, 강판의 압연방향에 대한 탐상방향이 다르므로 인한 초음파감쇠율의 차를 조사하기 위해 Fig. 2표시한 방향에 관해서 동일한 확인을 행하였다.(데이터확인을 위해 임의의 시험편에 관해서 탐상을 2회 실시하였다). 또한, 이번의 실험에서 탐상감도는, JIS STB-A2표준시험편의  $\varnothing 4.0 \times 4.0\text{mm}$ 구멍에서, 에코높이가 80%로 되도록 조정된 감도를 쓰고, 이때의 반사에 코높이가 20%를 넘는 것을 대상결함으로 했다.

## 2.2 시험편

재질, 판두께, 표면처리가 다른 강판을 채택했다. 또한, 각 시험편의 조건은 Table 1에 표시하였다.

Table. 1 재료조건

시험편번호	재질	판두께(mm)	표면처리
1	SS400	19	무기징크릿지프라이머
2	SS400	19	무기징크릿지프라이머
3	SMA490	19	흑피
4	SMA490	19	흑피
5	SM570	19	무기징크릿지프라이머
6	SM570	19	무기징크릿지프라이머
7	SS400	22	워시프라이머
8	SS400	22	워시프라이머
9	SS400	22	워시프라이머
10	SS400	22	흑피
인공결합		19	기계가공
1-P-2		19	흑피
4-P-25		19	흑피

## 2.3 실험결과 및 고찰

실험결과를 Table. 2에 표시했다. 이번의 실험범위에서, 감도보정량은 STB-A2표준시험편으로 설정한 감도를 기준감도로 하였고, 시험편의 감도는 기준감도+1~3dB 정도이었기 때문에, 재료가 다름에 따른 감도보정량의 차는 2dB정도 이다.

Table. 2 감도보정량검출 결과

시험편번호	탐상방향	감도보정량(dB)	
		제 1회	제 2회
1	(1)	+0.53	+1.01
	(2)	+2.03	+1.52
2	(1)	+0.97	+0.98
	(2)	+3.22	+1.00
3	(1)	+1.07	+2.25
	(2)	+2.12	+1.31
4	(1)	+0.56	+0.54
	(2)	+2.80	+0.98
5	(1)	+0.50	————
	(2)	+0.50	————
6	(1)	+0.50	————
	(2)	+0.50	————
7	(1)	+0.97	————
8	(1)	+1.03	————
9	(1)	+1.60	+0.98
	(2)	+2.57	+1.56
10	(1)	+0.92	————
	(2)	+0.96	————
인공결함	(1)	+1.00	————
1-P-2	(1)	+0.99	————
4-P-25	(1)	+1.34	————

### 3. 실험 2. 감도보정에 의한 탐상결과에 주는 영향

#### 3.1 실험내용

감도보정에 의한 결함등급 판정결과등에 주는 영향을 조사하기 위해, 기준감도 및 실험1의 결과에서 얻은 감도보정량의 차 2dB를 기준감도에 가하여 그 감도로 각가탐상을 행하여

그것에 의한 결합지시길이, 에코높이 및 등급분류 · 적부판정에 주는 영향을 조사했다. 또한, 등급분류 및 적부판정은, 일본한신고속도로공단의 초음파자동탐상검사요량(안)에 의거하여 실시했다.

### 3.2 시험편

Fig. 3에 표시한 한신고속도로공단소유의 자연결합시험편을 채택했다.

- ①3-D-1 ( t=12mm, V 형개선 )
- ②3-D-2 ( t=12mm, V 형개선 )
- ③4-D-18 ( t=12mm, V 형개선 )
- ④1-P-2 ( t=19mm, V 형개선 )
- ⑤4-P-25 ( t=19mm, V 형개선 )
- ⑥10-P-8 ( t=22mm, V 형개선 )

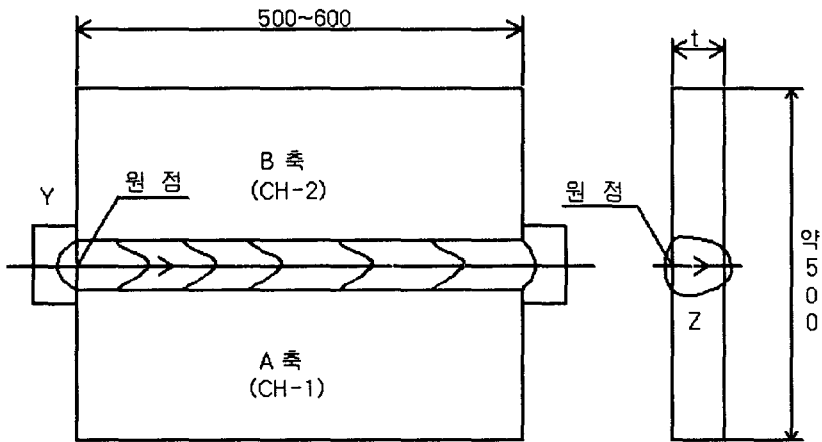


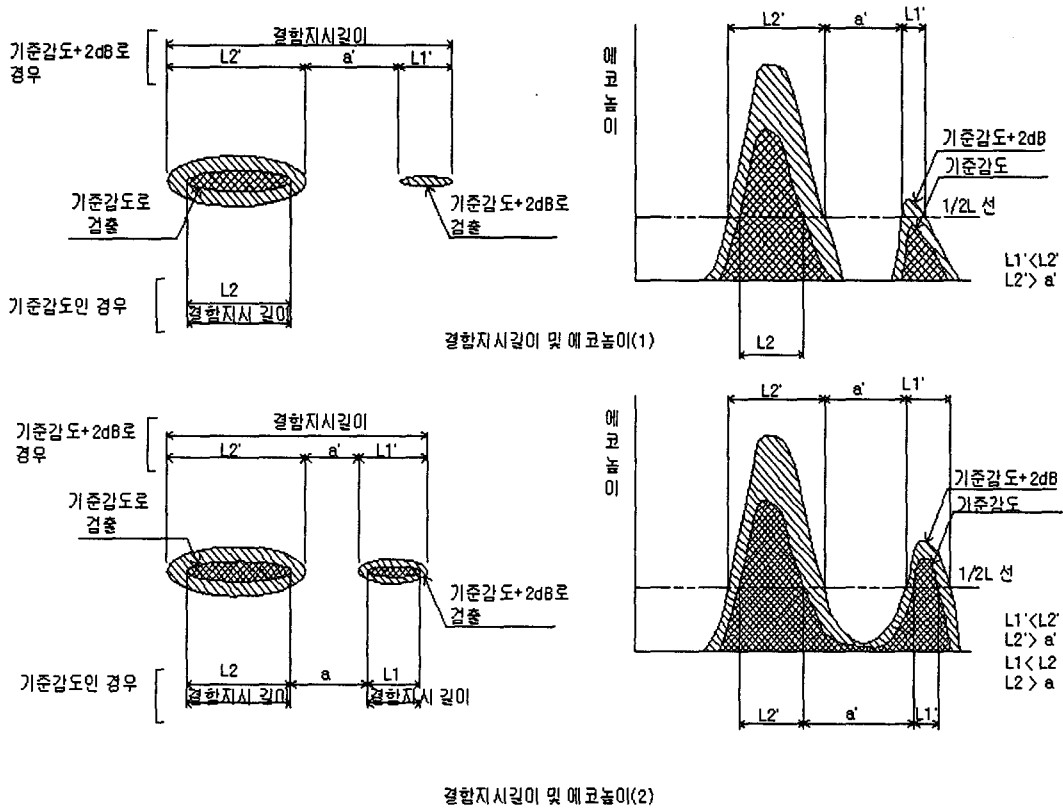
Fig. 3 자연결합시험편

### 3.3 실험결과 및 고찰

기준감도로 탐상을 실시했을때와 기준감도+2dB 탐상을 실시 했을때에 검출되어진 결함지시길이 및 에코높이의 비교를 Fig 6~7 에, 또한 그것들의 등급분류 및 적부판정결과의 비교를 Table 3~4 에 나타내었다.

(1) 참상감도를 +2dB로 한 경우, 결함지시길이 및 퍼짐량은, 결함에 따라 큰차를 보였다. 단, 이것은 결함부근에서 새로 검출된 미소결함이 동일결함으로 판정되거나 Fig 4), 인접된 결함이 조금씩 퍼져 동일결함으로 판정되어진 Fig 5) 것에 의해 나타난 것이 대부분으로, 개개의 결함지시길이에 관해서는 등급판정에 영향을 끼칠만한 큰 퍼짐은 거의 보이지 않았다.

탐상감도를 +2dB로 탐상한 경우, 최고에코높이는 대부분이 3~4할정도로 높아졌지만, 실제



계산상에서 +2dB로 하면 감도는 1.26배로 되기 때문에 거의 정확한 값이다. Fig 8.

(3) 탐상감도를 +2dB 정확한 경우보다 적부판정에 영향을 끼친 것은 대체로 3등급 이상을 불합격으로 판정하였을 때에 검출되어진 결함수의 1할정도이었다. 그러나, 이것들에 있어서도 개개의 결함길이로써 판정을 하면 적부판정에 영향을 주는 것은 거의 없었다. Table 3~4.

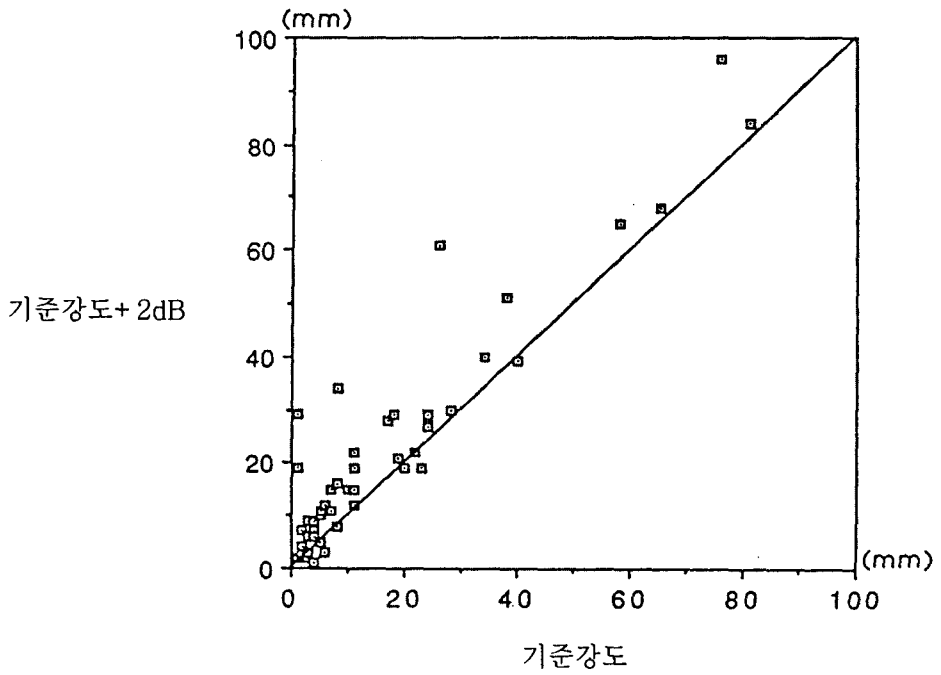


Fig. 6 결합지시길이 비교도

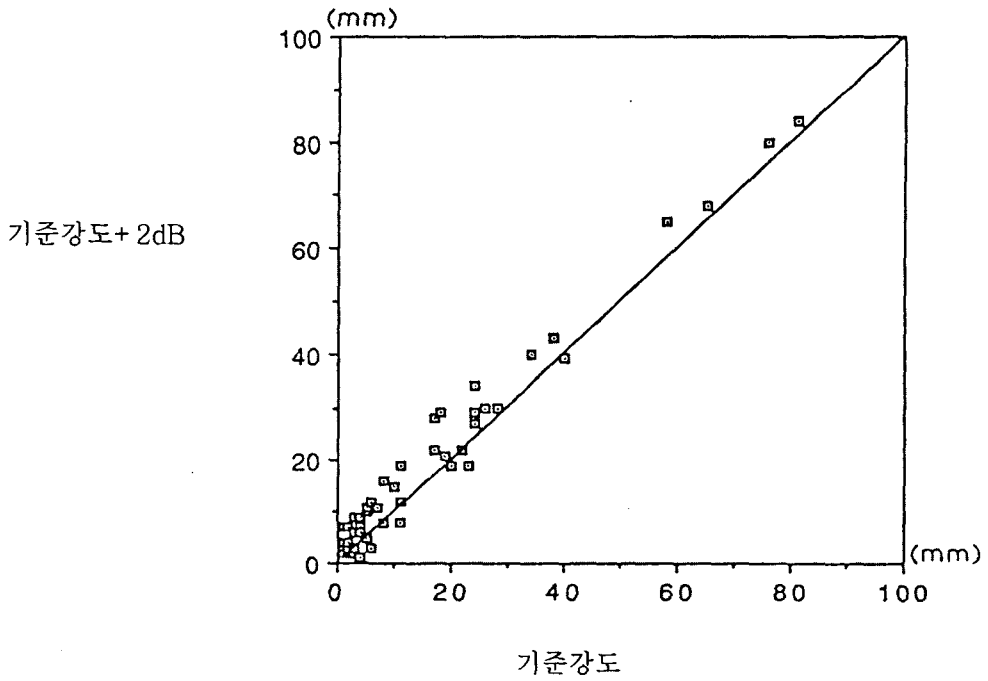


Fig. 7 결합지시길이 비교도  
(개개의 결합 별로 판정)

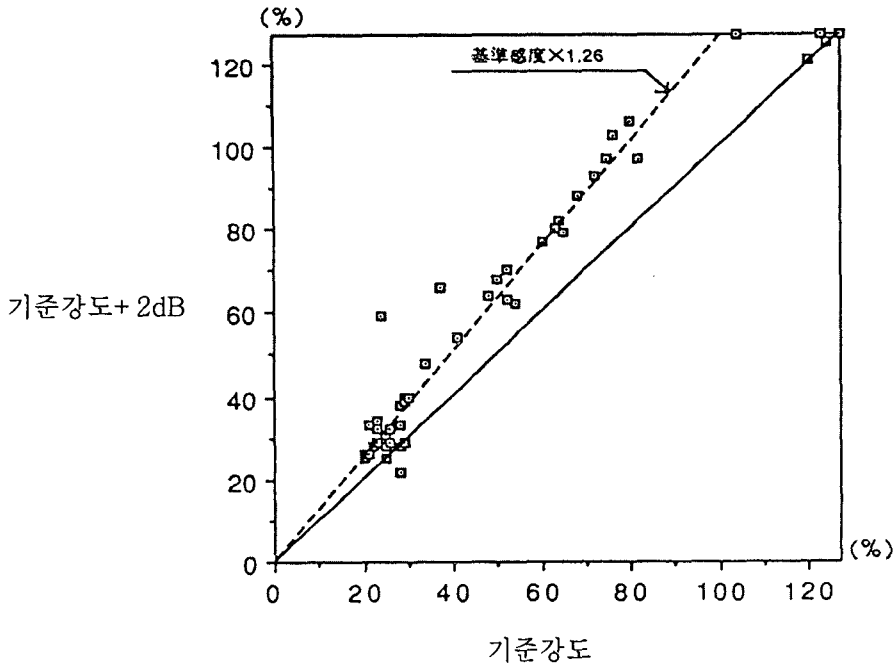


Fig. 8 에코높이 비교도

Table. 3 등급분류 및 적부탄성 비교표

기준강도 + 2dB	4	1	2	1	9	N = 99 합치 93% 과태 7% 과소 0%
	3	3	1			
	2	2	1			
	1	79				
		1	2	3	4 (급)	
		기준강도				



Table. 4 등급분류 및 적부탄성 비교표  
(개개의결함 별로 탄정)

기 준 강 도 + 2 d B	4		1	1	10	N=97  합치 98% 과대 2% 과소 0%
	3		1			
	2	2	1			
	1	81				
		1	2	3	4	(급)

기준강도

#### 4. 결론

본 연구에서는 시험편수가 많지 않아서 투과법의 필요성을 판단할 수가 없었다. 그리고, 현 상황에서 실제의 탐상방향을 따라 감도보정량의 확인을 모두 해야 하거나, 검사중에 흑시 이상이 있다고 보아 감도보정량의 확인을 행하려면 무엇보다도 이상을 판단하기 위한 기준은 명확히 해 두어야 한다.

(1) 감도보정량의 차는 2dB 정도이었으며, 그것에 의한 결함의 적부판정도 3등급 이상을 불합격으로 할 경우에 합치율이 9할 이상으로 양호 하였다.

(2) 그리고, 동일결함의 판정방법대로는 더욱 합치율 증가하는 편이어서 거의 문제가 없다고 판단하여도 좋다.

(3) 따라서, 이후 더욱 많은 실험 데이터로도 이번 연구와 동일한 결과를 얻게 되면 감도보정량이 규정되어 투과법에 의한 감도보정량의 확인작업은 불필요하다.

## 참고문헌

- (1) Song, S. J., 1999, "Nondestructive Flaw Classification by Pattern Recognition Approach", J. of KSNT, Vol. 19, NO 5, PP. 378~391.
- (2) Park, M. H., 1999, "Ultrasonic Flaw Sizing Techniques", J. of KSNT, Vol. 19, No. 6, pp. 448~455.
- (3) Park, I. K., Park U. S., Kim, H. M., Park, Y. W., Kang, S. C., Choi, Y. H., and Lee, J. H., 2001, "models of Reliability Assessment of Ultrasonic Nondestructive Inspection", J. of KSNT, Vol 21. No. 6, pp. 607~611.
- (4) Song, S. J. and Schmerr, L. W., 1992, "Ultrasonic Flaw Classification in Weldments Using Probabilistic Neural Networks", J. of Non-Destructive Evaluation, Vol. 11, pp. 69~77.
- (5) Chao, L. L., 1974, Statistics: Methods and Analyses, 2nd Ed, McGraw-Hill Ko-gakusa, Tokyo,
- (6) JSNDI 1978, Radiographic Testing B, pp. 59~78.
- (7) JSNDI 1978, Radiographic Testing B, pp. 44~45.
- (8) Maruyama, L. L., 1983, "X-Ray Fluoroscopy of Welds Improvement of Image Quality by Image Processing", J. of JSNDI, Vol. 32, No. 2 pp. 102~103.
- (9) Cheu, Y. F., 1984, "Automatic Creack Detection with Computer Vision and Pattern Recognition of Magnetic Particle Indications Mater", J. of EVAL., Vol. 42, No. 11, p. 1506.
- (10) Watanabe, T. and Saeki, Y., 1982, "The Mottling Appearing on Radiographs of Low Carbon Steel Weldments". Proceeding of 4th Int, Symp. of JWS, Osaka, pp 695~700.
- (11) Fuji, T., 1988, " Fundamentals of Inspection Technique by Ultrasonics", J. of JSNDI. Vol. 37, No. 11 pp. 919~928
- (12) Satio, S., 1993, "Recent Trend of Medical Ultrasound Diagnostic Equipment". J. of JSNDI, Vol. 42, No. 10, pp. 551~557.
- (13) Park, U. S., Park, I. K. and Kim, C. S., 2001, "A study on the Evaluation of Material Degradation for 2.25Cr-1Mo Steel by Ultrasonic Measurements", Trans, of KSMTE, Vol. 10, No. 3 ,pp. 61~67.
- (14) Lee, M. H., 2003, " Experimental Verification ion the Stability and Sound Pressure Transmission Coefficient of Surface SH-Wave", Trans. of KSMTE, Vol. 12, No. 2, pp. 23~30.
- (15) Namkoong, C. K., 2003, "An Experimental Study on Detection of Defects in Weldzone", Trans. of KSMTE, Vol. 12, No, 6. pp. 56~63.