

# 불연속부의 위치를 고려한 초음파 비파괴 검사 규격의 개선안

Propose of New Ultrasonic Nondestructive Code  
Considering Discontinuity Position.

정화영\*

신병철\*\*

정범석\*\*\*

이창무\*\*\*\*

Jeong, Hwa-Young Shin, Byoung-Chul Jung, Beom-Seok Lee, Chang-Moo

## Abstract

KS-code(KS B 0896) for nondestructive ultrasonic testing classifies the quality level by ratio of flaw size to plate thickness only. But stress distributions using verification(3 point bending test) show that location of the flaws is more important than the flaw size. So, KS-code should take the effect of flaw location for classifying the quality level of welded steel structures.

**Key words** : reliability-based structural analysis, Ultrasonic Nondestructive testing

## 1. 서 론

결합에는, 육안으로 볼 수 있는 결합도 있으나, 내부에 존재하는 결합도 있다. 내부 결합의 경우 비파괴 검사를 통하여 검출할 수 있다. 이러한 비파괴검사 방법 중에서 초음파탐상 KS규격(KS B 0896)의 경우 이러한 하중 방향에 따른 결합의 위치와 방향을 고려하지 않고 단순히 결합의 크기(길이)만으로 부재의 합·부 판정을 하고 있는 실정이다<sup>(1-2)</sup>.

본 연구에서는 KS규격(KS B 0896)의 기준에 따른 시편을 제작하여 실험으로서 현재 결합 지시길이에 따른 분류를 위치에 따른 등급분류표를 보완하고 표준화 할 수 있는 데이터를 마련하고자 하였다.

아래의 Table 1은 KS B 0896의 등급 분류 판정을 나타낸 표로서 음압에 따라 영역을 나누고 있고, 모재의 두께에 따른 결합의 지시길이에 따라 등급을 분류하고 있다.

\* 동의대학교 석사과정

\*\* 동의대학교 교수, 정회원

\*\*\* 동의대학교 교수, 정회원

\*\*\*\* 동의대학교 교수, 정회원

● 본 논문에 대한 토의를 2000년 3월 31일까지 학회로 보내주시면 2000년 4월호에 토론결과를 게재하겠습니다.

Table 1 KS B 0896의 등급 분류판정

영역 등급 \ 두께	M검출 레벨의 경우 영역 III L검출 레벨의 경우 영역 II, III			영역 IV		
	18mm이하	18~60mm	60mm이상	18mm이하	18~60mm	60mm이상
1급	6mm이하	T/3이하	20mm이하	4mm이하	T/4이하	15mm이하
2급	9mm이하	T/2이하	30mm이하	6mm이하	T/3이하	20mm이하
3급	18mm이하	T이하	60mm이하	9mm이하	T/2이하	30mm이하
4급	3급을 초과하는 것					

T : 모재의 두께(mm). 맞대기 용접시 두 모재의 두께가 다르면 얇은 쪽의 두께를 T로 함.  
(표 그럴 때, T, T/2, T/3, T/4 순으로 기입. T대신 18, 60대입, 18/4⇒4로)

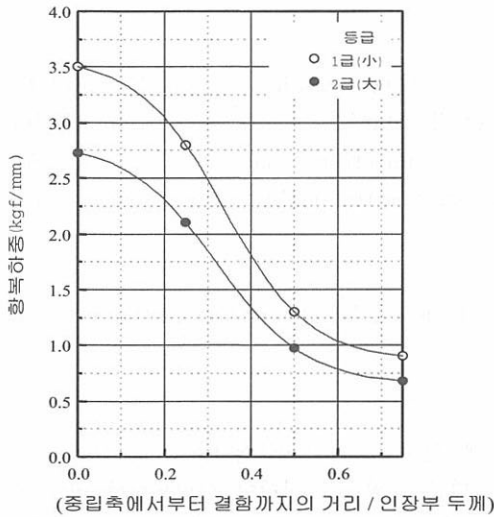


Fig. 1 결함 위치가 항복하중에 미치는 영향

위의 Fig. 1은 유한요소해석을 이용해 얻어진 결과로서 KS B 0896의 1급의 경우와 2급의 경우를 비교한 결과를 그래프로 나타내고 있다<sup>[3]</sup>. 여기서 1급의 작은 결함이라도 2급의 큰 결함보다 위치에 따라 항복하중이 작아진다는 것을 알 수 있다. 이 그래프에서 결함의 위치에 따라 다른 영향을 줄 수 있음을 증명하였다. 이러한 결과를 토대로 하여 KS B 0896의 등급 분류에 결함 위치에 따른 등급분류 표를 보완하고 표준화 할 수 있는 데이터를 마련하고자 본

실험을 하였다.

## 2. 시험편 규격 및 실험 방법

용접 구조물의 경우 복잡한 형상을 가지고 있는 경우가 많으나 결함의 위치에 따른 항복하중을 비교하기 위해 3점 굽힘 시험을 하였다. 시험편의 규격은 아래 Fig. 2와 같이 폭 24mm, 높이 12mm, 길이 250mm로서 강재를 3점 굽힘 시험을 할 수 있게 제작되었다.

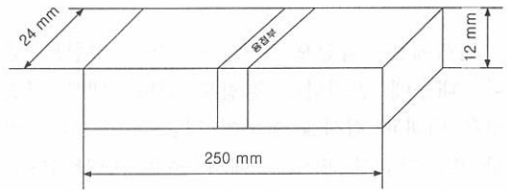


Fig. 2 Test block size

시험편의 종류는 아래의 Fig. 3과 같이 구멍의 위치에 따른 항복하중을 비교하기 위한 5가지 종류와 Fig. 4와 같이 결함 지시길이(현재 KS B 0896의 등급 분류 판정인 결함의 길이)에 따라 4가지 종류를 조합하여 총 20가지 유형으로 하였다.

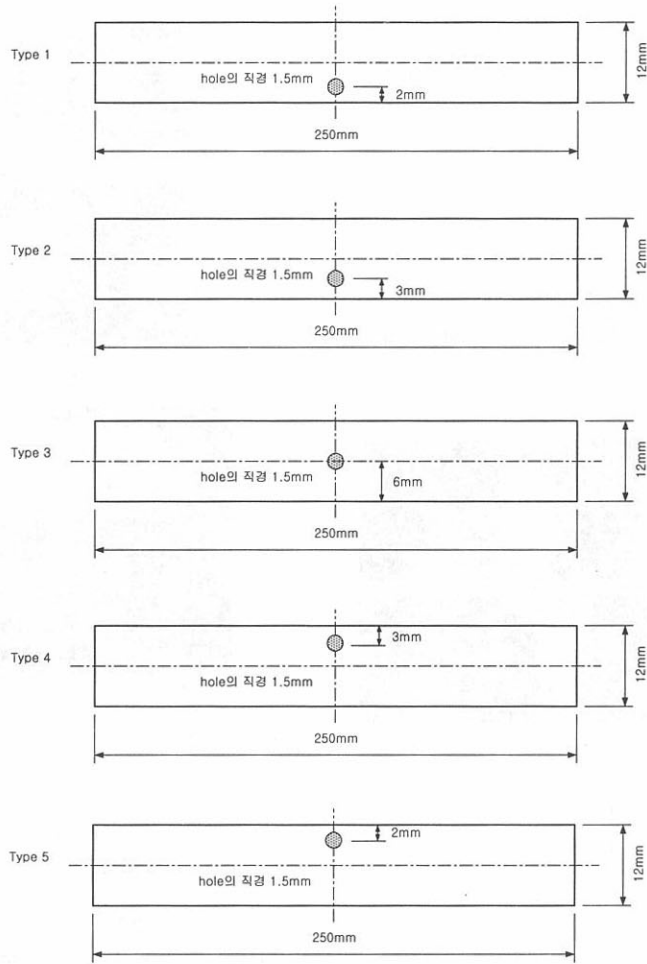


Fig. 3 Classification in order to the hole location

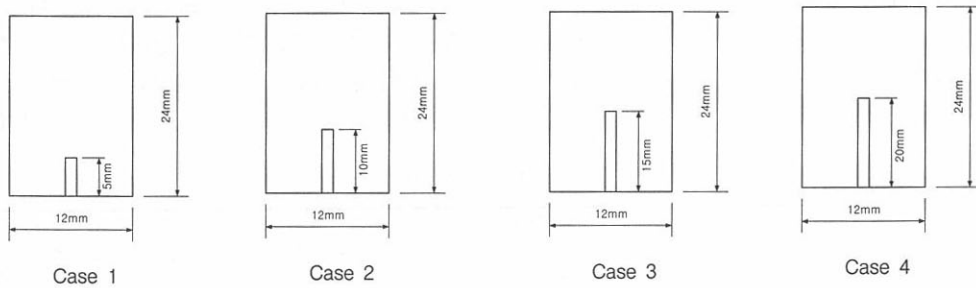


Fig. 4 Classification in order to the hole length

구멍의 길이를 KS규격(KS B 0896)에 따른 결함 지시길이를 간주한 경우 그 등급은 5mm의 경우는 1급, 10mm는 3급, 15mm는 3급, 20mm는 4급에 해당한다. 모든 시험편은 무결함 상태에서 인공결함을 넣은 것이다. 결함 유무의 확인은 비파괴검사법의 일종인 초음파 탐상 검사와 방사선 투과 검사를 이용하여 확인하였다<sup>[4-5]</sup>.

아래의 그림은 방사선 투과검사 사진이다. 여기서 막대같이 보이는 짙은 검정색의 선이 바로 구멍의 길이를 나타내고 있다.

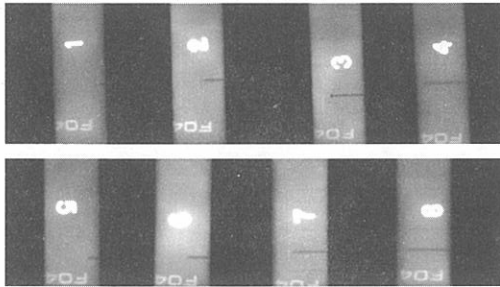


Fig. 5 시험편의 방사선 투과 사진

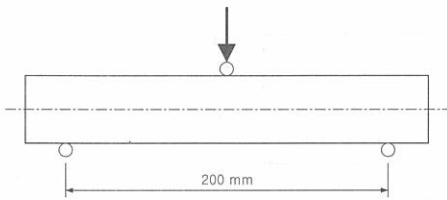
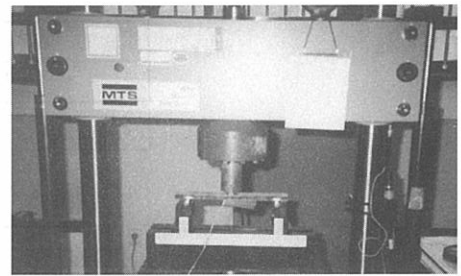


Fig. 6 3점 굽힘시험

아래의 Fig. 6은 일반적으로 잘 알려진 3점 굽힘시험을 그림으로 나타낸 것이다. 하단의 롤러에 의해 지지가 되고 상부에 하중을 가하여 최대 굽힘 항복하중을 알고자 하였다.



(a) MTS에 장착된 시편



(b) 실험 장면

Fig. 7 실험 과정 및 장비

### 3. 결과 및 고찰

실험에 사용된 시편을 초음파 비파괴검사로서 검사하여 구멍의 길이를 KS규격(KS B 0896)에 따라 판정한 등급은 다음과 같다. 여기서, 지시길이라는 것은 초음파 탐상을 하여 결함이 검출되면 CRT화면상에서 피크(peak)가 나타나게 되는데, 이 피크가 기준 높이 이상에서 이하로 떨어지는 지점까지의 탐촉자 이동거리를 말하는 것이다. 아래 Table 2의 지시길이는 KS규격에 따라 L검

Table 2 지시길이 및 KS규격(KS B 0896)에 따라 판정한 등급

Hole 길이 Hole 위치	5mm (Case 1)		10mm (Case 2)		15mm (Case 3)		20mm (Case 4)	
	지시길이	등급	지시길이	등급	지시길이	등급	지시길이	등급
Type 1	5.3mm	1급	11	3급	15.2	3급	19.8	4급
Type 2	5.2mm	1급	10.9	3급	15.3	3급	20.2	4급
Type 3	4.9mm	1급	10.7	3급	15.3	3급	20	4급
Type 4	5.4mm	1급	10.7	3급	15.5	3급	19.7	4급
Type 5	5.2mm	1급	10.9	3급	15.3	3급	19.8	4급

출 레벨을 기준으로 측정된 것이다. 이러한 지시 길이는 실제 결함의 길이보다는 약간의 오차가 있을 수 있다.

3점 굽힘 시험을 통해 얻어진 최대 항복하중(kgf)을 아래의 Table 3과 같이 정리하였다.

아래의 Table 3에서 보는 바와 같이 항복하중의 값이 구멍 길이(hole length)에 반비례하여 작아지는 것을 볼 수 있으며, 구멍의 위치에 따라서 위의 Fig. 8에서와 같이 중립축을 기준으로 변화가 나타나고 있다. Fig. 8에서 바닥으로부터의 표준화 위치(normalized hole position from the bottom)는 하부면에서 결함까지의 거리를 시험체의 두께로 나눈 것이다. 이 그래프에서 구멍 길이(hole length) 5mm의 결함이 하단부에 있을 경우 구멍 길이 20mm의 결함이 중립축에 위치할 때 보다 항복하중이 더 작게 나타

나는 것을 확인하였다. 따라서 결함의 크기가 작지만 그 위치에 따라서 큰 결함과 같은 영향을 미칠 수 있음을 알 수 있었다.

아래의 Fig. 9에서 항복하중 비(Yield Load Ratio)는 각 위치의 항복하중 값을 중립축의 항복하중으로 나누어 백분율(%)로 환산한 것이다. 이 그래프에서 바닥으로부터의 표준화 위치(Normalized hole position from the bottom)에 따른 항복하중의 변화를 정량적으로 알 수 있다.

#### 4. 결 론

결함의 위치에 따른 항복하중의 변화와 강재에 미치는 영향을 관찰하기 위해 3점 굽힘 실험과 구조해석 프로그램을 실행하였다. 3점 굽힘 실험

Table 3 Hole의 위치 및 길이에 따른 항복하중(kgf)

Hole 길이 Hole 위치	5mm	10mm	15mm	20mm
무결함	937.97			
Type 1	772.27	734.85	720.86	705.84
Type 2	808.46	768.74	762.12	755.74
Type 3	909.61	857.32	815.86	795.27
Type 4	817.59	801.33	782.61	760.19
Type 5	792.03	763.74	752.17	739.14

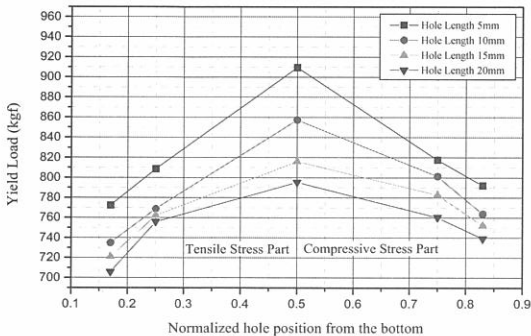


Fig. 8 Hole의 위치에 따른 항복하중의 변화(실험 값)

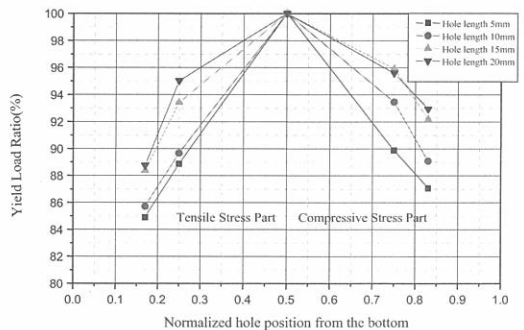


Fig. 9 위치에 따른 항복하중 비

---

의 결과와 그래프에서 결함이 중립축에 위치한 경우보다 인장부나 압축부의 표면으로 가까이 갈수록 작은 결함이라 할지라도 큰 결함과 같은 좋지 않은 영향을 줄 수 있음이 증명되었다. 따라서 결함의 위치를 고려하여 비파괴 검사 규격을 개선해야 한다. 결함의 크기가 작을수록 위치에 민감함을 부가적으로 알았다.

현재 본 연구에서 얻어진 데이터는 3점 굽힘 실험의 조건에 국한되어있다. 하지만 용접 구조물의 경우 다양한 형상을 하고 있으므로 앞으로 더 많은 실험과 데이터 축적으로 다양한 경우의 조건들을 만족해야 할 것이다.

#### 감사의 말

본 연구는 한국학술진흥재단의 대학부설연구소 지원사업비로 수행되었으므로 깊이 감사드립니다.

#### 참 고 문 헌

1. 신병철, 강구조물 진단을 위한 초음파 센서, 한국구조물진단학회지 제2권 제2호 1997.
2. 신병철, 김일수, 강관 용접부의 초음파 비파괴검사, 한국구조물진단학회지 제2권 제4호 1998.
3. 신병철 외, 유한요소법을 이용한 초음파 비파괴검사 규격의 보완, 한국구조물진단학회지 제3권 제1호 1999.
4. 신병철, 초음파 비파괴검사, 성안당 1997.
5. 신병철, 비파괴검사 공학, 진영문화사 1999.

(접수일자 : 1999. 10. 14)