

용접중 진동이 용접재의 피로강도에 미치는 영향

The Effect of Vibration during Welding on the Fatigue Strength of Weldment

이 진형*, 장 경호**, 신 영의***, 전 준태****, 이 대형*****, 최 명기*****

- * 중앙대학교 공과대학 토목공학과
- ** 중앙대학교 공과대학 건설환경공학과
- *** 중앙대학교 공과대학 기계공학부
- **** 인하공업전문대학 토목환경과
- ***** 경도대학 토목과
- ***** 한국 산업기술협회

ABSTRACT Vibration occurs due to the wind and vehicles, etc., in the field welded joints of steel bridges. However, the effect of vibration on the fatigue strength of field welded joints in steel bridge are not yet clearly understood.

In this paper, the effect of vibration on the fatigue strength of welded joints was elucidated in order to improve reliability in the field welded joints of steel bridge. The base material used in this investigation was SM 490A steel of weldable grade. Flux Cored Arc Welding(FCAW) process was used to fabricate the double "V" butt joints. Welding was performed on the steel under the mechanical vibration of given frequency. The applied frequency was resonant frequency. Also, weldments formed under no vibration were fabricated. Fatigue tests were conducted using a servo hydraulic controlled 50tonf capacity UTM with a frequency of 5Hz under constant amplitude loading.

1. 서 론

강교량의 노후화에 따른 기능저하 및 손상된 강교량을 보수·보강하기 위해 사용되는 일반적으로 알려진 방법으로써, 미세 균열과 같은 비교적 손상 단면이 작은 균열의 경우 스톱홀을 설치하여 균열의 진전을 막거나 균열부를 용접에 의해 재용융하는 방법을 사용할 수 있으며, 손상단면이 비교적 큰 경우에는 손상부위를 절단하여 볼팅이나 용접에 의해 신판으로 교체할 수 있다. 이중 스톱홀의 설치나 볼트에 의한 신판교체 등의 작업은 단면 결손으로 인해 국부적인 응력집중의 발생 및 추가적인 사하중의 발생 등의 단점이 있다. 그리고, 용접에 의한 보수·보강방법은 작업중 안전성 즉, 입열에 의한 급격한 강성의 소실 즉, 인장에 의한 부재의 파단, 좌굴에 의한 붕괴, 과도한 변형 및 작업후 새로운 잔류응력의 발생 등으로 인한 구조물의 안전성 및 내하력 측면에서 그 신뢰성이 아직 완전히 확립되어 있지

않은 것이 현실이다. 이로 인해 보수·보강 용접 시에는 교통 통제 및 staging등의 가지점을 사용해 하중을 경감시키는 작업들이 행해지고 있으며, 이는 보수·보강 및 사회적 비용의 증가로 이어지고 있다.

따라서 최근에는 합리적이고 경제적인 보수·보강방법을 위하여 하중작용하 보수용접에 대한 관심과 연구가 진행되고 있다. 그리고 사하중과 같은 정적하중하의 보수용접에 대해서는 그 신뢰성에 대한 연구가 진행중이다. 그러나 공용중 보수용접에서는 정하중뿐만 아니라 바람이나 차량과 같은 동적하중에 의한 진동이 발생한다. 용접중 진동이 용접부 및 HAZ부의 미세조직 및 기계적 제성질에 미치는 영향에 관한 연구¹⁾⁻²⁾는 일부 수행된 바 있으나 용접중 진동에 의한 용접부의 피로강도에 관한 연구는 미진한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 강교량의 공용중 보수용 접부의 신뢰성을 확보하기 위하여 용접중 진동이 용접부의 피로강도에 미치는 영향을 조사하였다.

2. 시험절차

2.1 진동중 용접시험

진동중 용접재의 피로시험을 위해서 먼저 진동중 용접시험을 통해서 시험판을 제작하였다. 진동중 용접시험은 Fig. 1과 같이 가진기를 통해서 진동이 주어지는 상태에서 용접을 행함으로써 수행하였다. 진동장비와 용접시편을 고정하기 위해서 시험 지그를 제작하였으며 진동중 용접시의 주파수 간섭을 피하기 위해서 시험 지그 아래에 댐프(damper)를 설치하였다. 가진 주파수는 용접시편의 공진주파수인 60Hz 이며 시험에 사용한 가진 장비는 크게 가진기, 진동 조정기, 증폭 조정기 등으로 구성되어 있어 있다. 시험판 제작에 쓰인 강재는 P사에서 생산된 SM490 A 강재이며 기계적 성질은 표 1과 같다. 시험판의 전체 폭(B)은 600mm, 길이(L)는 1200mm이고 두께(t)는 16mm의 크기로서 Fig. 2와 같은 형태로 제작하였다. 실험판 제작시 용접방법 및 용접금속은 표 2와 같으며 용접금속의 기계적 성질 및 화학성분은 표 3과 표 4에 나타내었다. 용접금속의 기계적 성질은 제조자의 성적서(KWS 및 JIS 규격)를 인용하였다. 용접은 표 5와 같이 총 5PASS 용접을

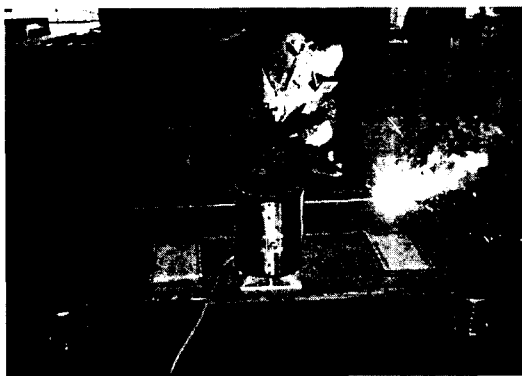


Fig. 1 A view of experiment

Table 1. Mechanical properties of Base metal

Yield stress (MPa)	Ultimate strength (MPa)	Elongation (%)
431	552	22

Table 2. Welding process and weld metal

Welding process	weld metal
FCAW	Coreweld 111RB(1.4Φ)

Table 3. Mechanical properties of weld metal

Yield stress (MPa)	Ultimate strength (MPa)	Elongation (%)
510	570	27

Table 4. Chemical composition of weld metal(wt, %)

C	Si	Mn	P	S
0.05	0.63	1.34	0.014	0.011

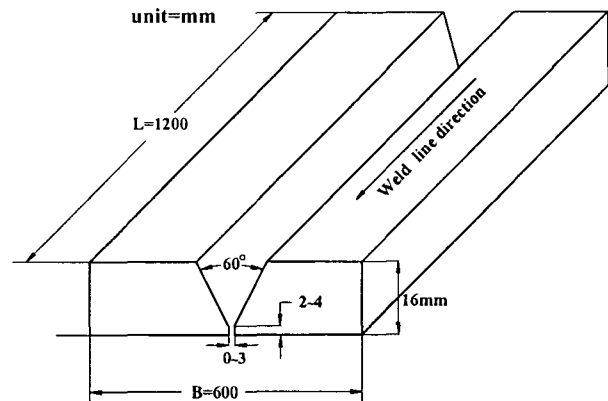


Fig.2 Configuration of experimental plate

Table 5. Welding conditions

PASS	Current (A)	Voatage (V)	Velocity (time)
1	240	37	3'05"
2	290	37	6'03"
3	300	38	6'27"
Gausing			
4	290	37	5'58"
5	290	37	6'05"

실시하였다. 전면용접 후 후면 용접시 가우징을 먼저 실시하여 후면의 불연속면 및 결함과 공극이 있는 부분을 제거한 후에 다시 용접을 실시하여 시험판을 제작하였다.

2.2 진동중 용접재의 피로시험

진동중 용접재의 피로시험을 위해서 진동중 용접에 의해 제작된 시험편으로부터 시험편을 제작하였다. 시험편은 ASTM의 피로시험 규정에 따랐으며 그 수치 및 형상은 Fig.3과 같다. 피로시험은 50tonf 용량의 전기 유압식 피로시험기를 사용하였으며, 시험전경을 Fig. 4에 나타내었다. 피로시험시 작용하중은 정현파의 일정진폭하중을 사용하였으며 하중재하속도는 5Hz, 응력비는 0.1로 하였다.

2.3 피로시험 결과

피로시험 결과에서 각 응력범위에 대한 파단시의 반복횟수로부터 S-N 선도를 작성하여 그 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 결과를 보면 진동중 용접에 의해 제작된 시험편의 피로강도가 진동을 주지 않은 경우에 비해 다소 높지만 그 절대치의

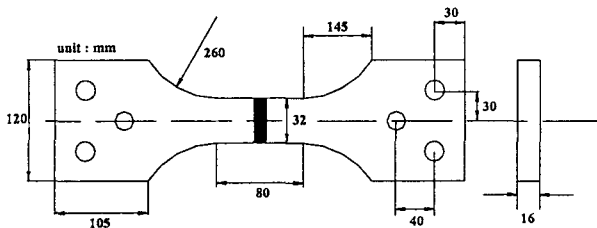


Fig. 3 Configuration of specimen

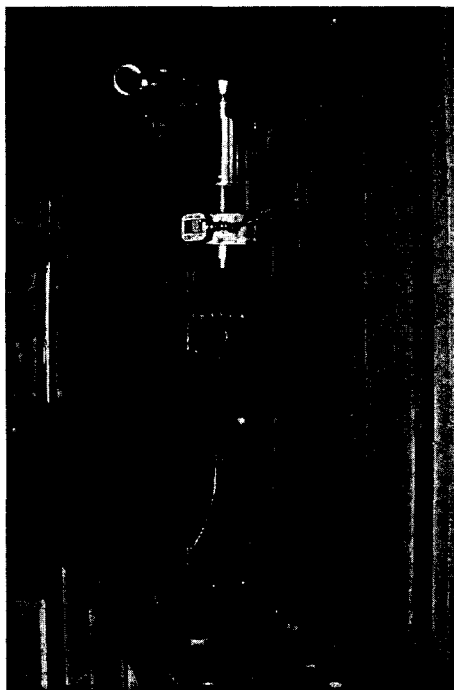


Fig. 4 A view of fatigue test

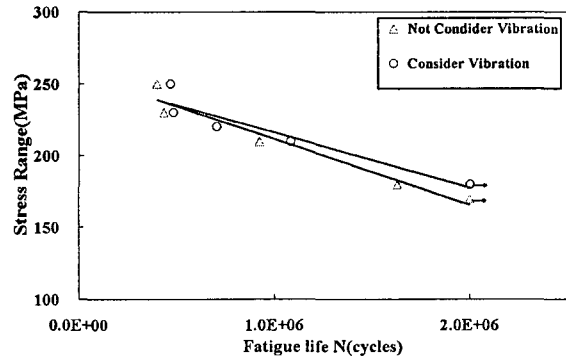


Fig. 5 Test results

차이는 거의 없음을 알 수 있다. 즉, 용접중 진동이 용접재의 피로강도에 미치는 영향은 거의 없다고 할 수 있다.

3. 결 론

본 연구에서는 공용중 보수용접시에 발생하는 차량 등에 의한 진동이 용접부의 피로강도에 미치는 영향을 조사하기 위해서 진동중 용접시험을 통해서 시험편을 제작한 후 피로시험을 수행하였다. 시험 결과 진동중 용접에 의해 제작된 시험편의 피로강도가 진동을 주지 않은 경우에 비해 다소 높지만 그 절대치의 차이는 거의 없음을 알 수 있었다. 즉, 용접중 진동이 용접재의 피로강도에 미치는 영향은 거의 없다고 할 수 있다.

후 기

본 연구는 건설교통부의 건설핵심기술연구개발사업의 지원(과제번호 : 03 산학연 A 06-07)으로 수행되었습니다. 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. Weite Wu, (2000), " Influence of vibration frequency on solidification of weldments", scripta materialia, Vol.42, pp.661-665
2. Tae-Dong park, Ha-Geun Kim and Joong-Geun Youn, (2002), "Effect of in-situ vibration on the properties of A-grad steel SMA weldment", IWC-Korea 2002, pp.408-411