

신판교체 보수 용접부의 피로강도에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on the Fatigue Strength of Repair Welded Joints of Old Steel Bridge

박현찬*, 이진형**, 김재환*, 장갑철*, 장경호***

* 중앙대학교 토목공학과

** 한국철도기술연구원 기존철도사업단

*** 중앙대학교 건설환경공학과

ABSTRACT Recently, steel structures have been increasing because of its brilliant features. In general, cracks and corrosion are produced due to the numerous environmental factors in steel structures. However, the validity of repair method for the damaged steel structures has not been fully verified because of its lack of safety and reliability after application. Moreover, repair method by welding inevitably involves cutting and welding processes and reliability for the safety during the processes has not been established yet.

Therefore, this study carried out experiments on the fatigue strength of repair welded joints of old steel bridge to investigate the fatigue characteristics in the repair welded joints. Fatigue tests were conducted by 250kN capacity MTS with the frequency of 5Hz under amplitude loading. From the results, it is known that fatigue strength grade of the repair welded joints was satisfied with C grade which specification requires.

1. 서 론

최근 강재를 사용한 구조물이 증가하고 있다. 강재는 내하력 및 내진, 피로에 유리하여 재료와 비용 절감뿐만 아니라 교량에 적용시 내구성 증가의 효과도 뛰어나다. 그러나 이러한 강구조물에서는 여러 환경요인에 의한 균열, 부식 등의 문제가 발생되며, 이는 구조물의 내구성을 저하시키는 요인이 된다. 이와 같은 문제를 해결하기 위한 강구조물의 보수·보강방법은 콘크리트 구조물에 비해 그 작업상의 안전성이나 보수·보강 후의 신뢰성에 대한 이론적 및 실험적인 검증이나 규준이 아직 미비한 상태이다. 이에 강구조물의 내구성을 향상시키기 위한 보수·보강법의 구축에 대한 요구가 커지고 있으며, 최근 강재 구조물의 증가에 따라 시급히 해결해야 할 중요한 과제이다.

노후화된 강구조물의 보수·보강방법으로 손상부위의 크기가 작은 경우 손상부를 용접에 의해 재용융하거나 스톱홀을 설치하여 균열의 진전을 막는 방법이 있으며 또는 그 손상부위가 국부적일 경우 손상부를 절단하여 제거한 후 용접이나 볼팅에 의해 신판으로 교체하는 방법이 있다.

이러한 신판교체 보수 용접법에 의한 강교량의 보수·보강에는 필연적으로 기존의 노후화된 강재(구판)와 신판과의 용접이 이루어지므로 신판교체 보수 용접법에 의한 보수·보강법의 신뢰성을 확보하기 위해서는 이에 대한 역학적 특징을 명확히 할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 노후화된 강재(구판)와 신판과의 용접부에 대한 피로실험을 수행하여 신·구판 용접부의 피로강도 특성을 파악하였다.

2. 피로시험

2.1 시험편 제작

신·구판 피로강도를 측정하기 위해 신판과 구판과의 용접 시험편을 제작하였다. 시험편 제작에 쓰인 신판 강재는 SM490강재이고 구판 강재는 사용기간이 20년인 노후화된 SM400강재이다. Table 1과 Table 2에는 시험편 제작에 사용된 SM490강재의 화학성분 및 기계적 성질을 나타내었다. 맞대기 실험체의 형상은 Fig. 1과 같은

형태로 제작하였다. 시편 제작 시 용접방법 및 용접금속은 Table 3과 같으며 용접금속의 기계적 성질 및 화학성분은 Table 4와 Table 5에 나타내었다. 용접금속의 기계적 성질은 제조자의 성적서(KWS 및 JIS 규격)를 인용하였다. 예열을 하지 않고 본용접을 실시하였으며, 본용접은 FCAW (Flux Cored Arc Welding)로 총 4PASS 용접을 실시하였고 용접조건은 Table 6과 같다. 전면용접 후 후면 용접시 가우징을 먼저 실시하여 후면의 불연속면 및 결함과 공극이 있는 부분을 제거한 후에 다시 용접을 실시하여 시편을 제작하였다. 패스 중간 온도는 200℃ 온도 쇼크를 사용하여 200℃이하가 되게 하였다.

Table 1 Chemical compositions of the material used(SM490) (wt, %)

C	Si	Mn	P	S
0.155	0.253	1.420	0.023	0.003

Table 2 Mechanical properties of the material used(SM490)

Yield Stress (MPa)	Ultimate Strength (MPa)	Elongation (%)
438	562	22

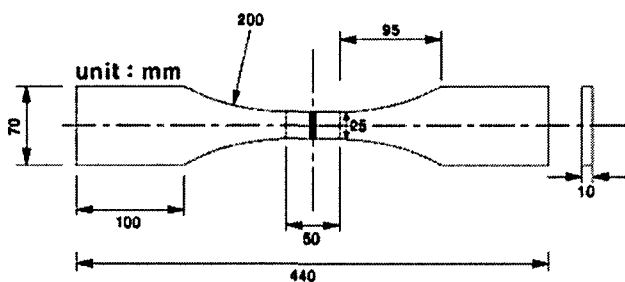


Fig. 1 Specimen configuration

Table 3 Welding process and weld metal

Base metal	Welding process	Weld metal
SM400-SM490	FCAW	E71T-1 (1.2Φ)

Table 4 Mechanical properties of weld metal used

Weld Metal	항복점 (MPa)	인장강도 (MPa)	연신율 (%)
E71T-1 (1.2Φ)	460	530	27

Table 5 Chemical compositions of weld metal (wt, %)

Weld Metal	C	Si	Mn	P	S
E71T-1 (1.2Φ)	0.05	0.35	1.43	0.015	0.012

Table 6 Welding conditions

PASS	Current (A)	Voltage (V)	Velocity (cm/Min)
4PASS	150~180	19~27	20~40

2.2 피로시험 방법

완성된 시험체의 피로강도를 검토하기 위해 본 연구에서는 일정진폭 인장 피로시험을 수행하였다. 피로시험기는 맞대기 용접 시험체에 대하여 최대 재하용량 250kN, 최대변위 100mm인 MTS 유압 제어 시험기를 사용하였다. Fig. 2에 피로 시험기를 사용하여 시험을 수행하는 광경을 나타내었다. 피로 시험시 응력비 $R (\frac{\sigma_{max}}{\sigma_{min}}) = 0.1$ 로 하였고, 응력범위(Stress Range, $\sigma_{max} - \sigma_{min}$)는 예상되는 피로수명을 고려하여 일축 반복 인장 하중을 정현파(Sine Wave)형태로 재하하였다. 하중 재하 속도는 시험기의 성능을 고려하여

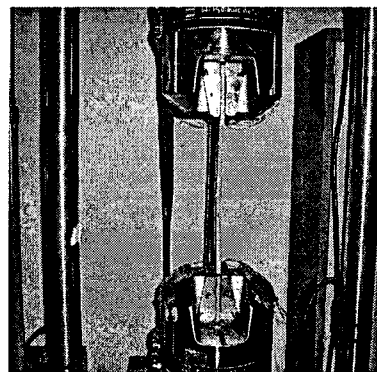


Fig. 2 A view of fatigue test

5Hz로 하였다.

2.3 피로시험 결과

피로시험 결과에서 각 응력범위에 대한 파단시의 반복횟수로부터 S-N 선도를 작성하여 그 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 실험결과를 보면 신·구판 맞대기 용접 시험체에 대한 피로 등급은 도로교 시방서에서 규정하는 최소등급인 C등급을 만족하고 있으며 도로교 시방서의 B등급과 A등급 사이에 위치함을 알 수 있다.

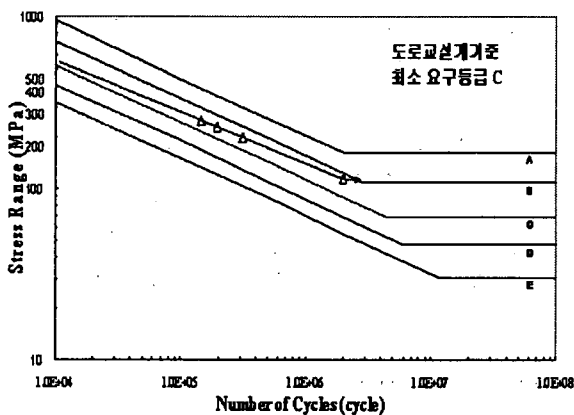


Fig. 3 Test results

3. 결 론

본 연구에서는 노후화된 강재(구판)와 신판과의 용접부에 대한 피로실험을 수행하여 신·구판 용접부의 피로강도 특성을 파악하였다. 실험 결과 맞대기 용접 시험체에 대한 피로 등급은 도로교 시방서에서 규정하는 최소등급(C등급)을 만족하고 있으며 도로교 시방서의 B등급과 A등급 사이에 위치함을 알 수 있다.

후 기

본 연구는 건설교통부의 건설핵심기술연구개발사업의 지원으로 수행되었습니다. 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. 大倉一郎 (1998), 강교의 피로, 건설도서
2. 대한용접학회(1998), 용접·접합 편람, 명현문

회사

3. 한국강구조학회(1998), 강구조의 접합, 구미서관
4. 일본강구조협회(1999), 강구조물피로설계지침, 일본강구조협회
5. 이승평, (1998), "금속재료", 도서출판 청호
6. S.J. Maddox(1991), Fatigue Strength of Welded Structures, Abington Publishing
7. T.R. Gurney(1979), Fatigue of Welded Structures, Cambridge University Press
8. S. Roy Swanson(1974), Handbook of Fatigue Testing, American Society For Testing and Materials (ASTM)
9. Kengo Anami, Chitoshi MikiI (2000), Improving Fatigue Strength of Welded Joints by Hammer Peening and TIG-dressing, 日本土木學會論文集, Vol. 17 No 1
10. Smith IFC, Hirt MA (1985), A Review of Fatigue Strength Improvement Methods, Canad J Civil Eng, 12, pp.166-83