

고강도철근의 용접 및 열처리영향에 관한 연구

A Study on the Effect of Welding of High Strength Rebars with Heat Treatment

○박 영 수* 이 종 호** 김 성 배*** 이 창 남**** 양 재 근***** 김 상 섭*****
Park, Young-Soo Lee, Jong-Ho Lim, Sung-Bae Lee, Chang-Nam Yang, Jae-Guen Kim, Sang-Seup

Abstract

This study was conducted to know about effect of welding of high strength reinforcing bars. Welding of reinforcing bars shall be performed with heat treatment according to carbon equivalent. AWS D1.4(Structural Welding Code - Reinforcing Steel) provides that the preheat requirements of reinforcing bars shall be considered according to size of reinforcing bars when carbon equivalent exceed the standard limit. In the study we examined tensile tests of reinforcing bars with preheating, post weld heat treatment, and none of heat treatment. Test results were evaluated according to the criteria of yield strength, tensile strength and elongation with KS D 3054. SD500W and SD500 reinforcing bars were used in the tests.

키워드 : 철근용접, 용접예열, 고강도철근, 고강도 용접용철근(SD500W)

Keywords : Welding of Reinforcing, Preheating, High Strength Rebars

1. 서 론

건설 현장의 숙련공 부족과 인건비 증가는 자동화 및 공장제작의 필요성을 증가시키고 있다. 따라서 최근에는 철근선조립 공법의 다양한 연구가 진행되고 있다. 철근선조립 공법은 공장제작 후 현장 설치하는 과정에서 용접이 발생한다.

미국용접협회(AWS D1.4)에서는 탄소당량(C_{eq})값에 따라서 용접용철근 및 일반용철근에 대하여 예열기준을 제시하고 있으며, 최소 목두께에 대해서도 규정하고 있다.

국내의 KS B ISO 17660-1에서는 철근용접에 대하여 용접시 최소 목두께, 용접의 최소길이를 나타내고 있다.

국내의 철근용접에 대한 연구로서는 이목영 외 4인⁽¹⁾이 철근의 아크용접이음 및 가스압접이음에 대해 인장시험을 실시하여 비교한 정도이다.

본 연구에서는 고강도철근의 용접특성을 알아보기 위해 실험체를 제작하여 인장시험을 실시하였다.

2. 연구의 방법 및 절차

탄소당량(C_{eq})값은 철근용접에 큰 영향을 미친다. 탄소당량(C_{eq})값이 일정기준 이상이 되면, 철근직경에 따라 일정온도의 예열이 필요하다. 그러므로 본 연구에서는 예열한 후 철근을 용접한 것과 용접후 열처리한 것, 열처리하지 않은 것을 각각 인장시험하여 비교분석하였다.

인장시험은 만능재료시험기(UTM)를 사용하여 수행되었으며 시험방법은 KS B 0802에 근거하여 진행되었다. 시험결과는 KS D 3504에 규정된 철근의 항복강도, 인장강도, 연신율에 만족하는지 확인하였다. 시험에 사용된 철근의 직경 및 재질은 표1과 같으며, 표2는 시험에 사용된 주철근의 인장시험결과이다.

* 한국기술교육대학교 건축공학부 석사과정

** (주)센구조연구소 연구원, 공학석사

*** (주)센구조연구소 연구소장, 공학박사

**** (주)센구조연구소 대표이사, 공학석사

***** 인하대학교 건축학부 부교수, 공학박사

***** 한국기술교육대학교 건축공학부 교수, 공학박사
(교신저자, 이메일 ; kimss@kut.ac.kr)

표1. 철근의 직경 및 재질

종류기호	철근길이(mm)	주철근직경	용접부 철근직경
SD500W (용접용철근)	800	D41	D13
		D29	D10
SD500 (일반용철근)	800	D32	D13
		D22	D13

표2. 주철근의 인장시험결과

종류기호	주철근 직경	연신율 (%)	항복강도 (MPa)	인장강도 (MPa)
SD500W (용접용철근)	D41	19.90	536.0	656.0
	D29	16.90	543.3	672.5
SD500 (일반용철근)	D32	17.30	542.1	687.2
	D22	15.65	531.9	731.1

3. 고강도철근의 용접방법 및 열처리방법

용접방법은 플럭스코어드 아크용접이며 용접절차사양서에 만족하도록 실시하였다. 용접용철근 및 일반용철근의 실험편 형상은 그림 1과 같다.

예열 및 용접후 열처리는 AWS D1.4의 기준에 근거하여 철근의 온도가 90℃ 이상이 되도록 가열하였다. 실험체수는 48개로서 변수별로 각각 2개씩 제작하였다. 용접용철근 실험편은 24개, 일반용철근 실험편도 24개이다.

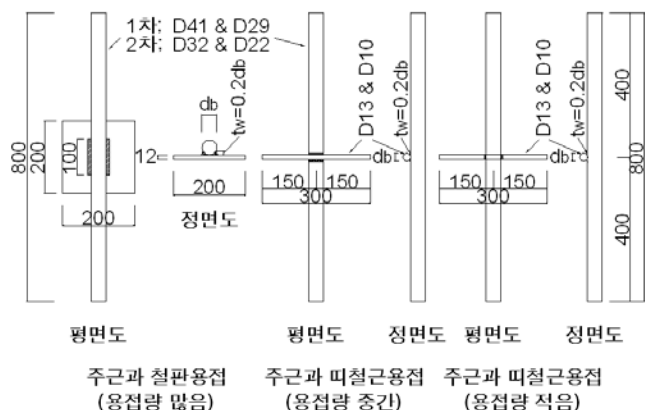


그림 1. 실험편의 형상

4. 실험결과 및 분석

실험체명은 주근직경-열처리-용접량이고 열처리방법은 N:none, P:예열, A:용접후 열처리로 표기했다.

표3. 실험결과 분석

구분	실험체명	연신율 (%)	항복강도 (MPa)	인장강도 (MPa)			
열처리하지 않은 경우	용접용 철근	41-N-L	9.45	561.2	669.0		
		41-N-M	16.98	543.7	665.5		
		41-N-S	13.40	550.8	667.9		
		29-N-L	15.20	539.3	675.6		
		29-N-M	12.70	549.5	676.4		
		29-N-S	15.45	538.6	671.0		
	일반용 철근	32-N-L	9.50	506.8	653.5		
		32-N-M	7.90	551.2	643.3		
		22-N-L	4.30	528.6	690.6		
		22-N-M	13.65	523.4	733.4		
		예열	용접용 철근	41-P-L	13.90	552.3	670.2
				41-P-M	16.70	549.1	671.7
41-P-S	15.50			538.5	660.8		
일반용 철근	32-P-L		18.85	530.6	680.5		
	32-P-M		10.90	567.7	675.5		
	22-P-L		8.00	527.0	741.2		
후열	용접용 철근	41-A-L	13.30	565.0	690.3		
		41-A-M	16.15	560.5	676.5		
		32-A-L	10.30	549.9	690.9		
	일반용 철근	32-A-M	14.80	524.7	676.2		
		22-A-L	5.40	529.3	706.8		
		22-A-M	12.00	526.5	732.9		

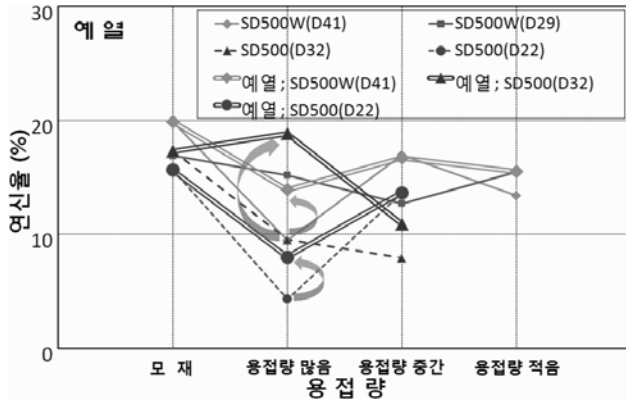


그림 2. 열처리 하지 않은 경우와 예열한 경우의 연신율 비교

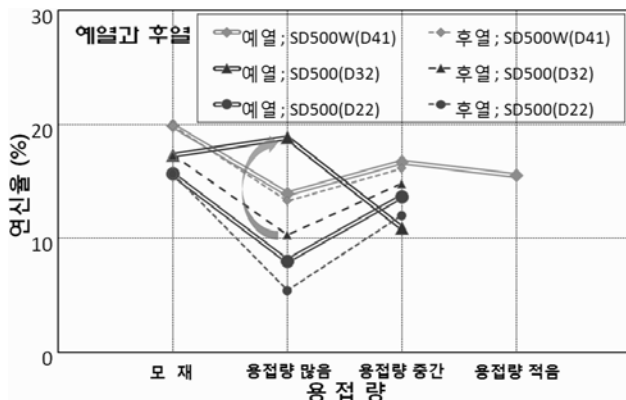


그림 3. 예열한 경우와 후열한 경우의 연신율 비교

모든 실험편의 항복강도 및 인장강도는 표3과 같이 KS D 3504를 만족하는 것으로 나타났다. 그리고 표2, 3을 비교하여 보면 용접한 철근의 연신율이 용접을 하지 않은 철근에 비하여 대부분 감소하는 것으로 나타났다.

용접한 경우, 용접용철근이 일반용철근보다 연신율이 높게 나오는 것은 탄소당량(C_{eq})값이 상대적으로 낮기 때문인 것으로 보인다. 실제로 화학성분시험결과 SD500W 용접용철근의 탄소당량(C_{eq})값이 41mm는 0.45, 29mm는 0.51이며 SD500 일반용철근의 탄소당량(C_{eq})값이 32mm는 0.52, 22mm는 0.61로 나타났다. 탄소당량(C_{eq})값이 가장 높은 22mm철근의 용접한 실험편이 인장시험에서 연신율에 가장 낮게 나타났다.

철근에 예열이나 용접후 열처리를 하면 연신율이 증가하는 경향을 발견할 수 있으며 용접량이 많은 실험편의 연신율이 다소 감소하는 것으로 나타났다.

그림 2는 예열의 영향을 알아보기 위해 열처리하지 않은 경우와 예열을 한 경우, 용접량과 연신율의 관계를 비교한 것이다. 예열을 통해 용접용철근과 일반용철근 모두 연신율이 증가함을 알 수 있다. 이러한 연신율 증가는 용접량이 많은 경우 특히 두드러지며, 용접량이 적거나 중간인 경우는 상대적으로 그 효과가 적다.

그림 3은 동일한 온도로 예열과 용접후 열처리를 한 경우, 용접량과 연신율의 관계를 비교한 것이다. 용접용철근을 사용하는 경우 예열과 용접후 열처리의 차이는 거의 없으며, 용접량에 의한 영향도 적다. 반면 일반용철근의 경우 연신율은 용접량이 많은 경우 용접후 열처리보다 예열이 더 효과적인 것으로 나타났으며, 또한 용접량이 클수록 그 영향이 크게 나타났다.

5. 결 론

1) 용접에 의한 강도의 변화는 거의 없으며, 예열 및 용접후 열처리를 통해 고강도(500MPa) 용접용철근과 일반용철근 모두 연신율이 증가하는 것으로 나타났다.

2) 용접량이 많은 경우 예열의 영향이 크게 나타난 것은 제조과정 중 압연과 냉각과정을 거쳐 증가된 강도가 예열 및 열처리에 의한 뜨임(tempering)효과가 있는 것으로 판단된다.

3) 고강도(500MPa) 용접용철근은 AWS D1.4에 근거하여 철근직경과 탄소당량(C_{eq})값에 따른 일정온도의 예열 및 용접후 열처리를 수행하면 변형능력이 개선되는 것으로 판단된다.

참고문헌

- 이복영, 장용성, 주성민, 홍성용, 이영권, 초고층 건축물을 위한 철근 용접에 관한 연구, 대한용접집합학회 2006년도 춘계 학술대회 발표논문, 2006
- AWS D1.4-98 (Structural Welding Code - Reinforcing Steel), American Welding Society, 2003
- KS B ISO 17660-1(2007) 용접-철근용접 제1부 : 하중을 받는 용접 이음, 기술표준원