

## 초고층 건축물을 위한 철근 용접에 관한 연구

A study for welding of an iron reinforcing rod for skyscraper

이 목영\*, 장 응성\*, 주 성민\*, 홍 성용\*\*, 이 영권\*\*\*

\* 포항산업과학연구원

\*\* (주)태원리바이엔씨

\*\*\* (주)포스코건설

### 1. 서 론

풍수지리(風水地理)란 바람과 물의 순환케도와 세기를 음양 오행론에 맞추어 관찰함으로서, 자연속에서 생기(生氣)가 최대한도로 응집된 혈을 찾는 방법과 과정이 오랜 세월 동안 전승, 발전해 온 동양의 경험 과학적 방법론을 말한다<sup>1)</sup>. 생물학적 인간에 대한 유전자 지도가 완성되고, 이를 바탕으로 각종 질병에 대한 예방 / 치료법이 개발되어, 평균 수명 100세를 눈앞에 둔 현시점에서 오�히려 풍수지리에 관심을 두는 것은 행복에 대한 끊임없는 욕구에 기인한다. 그러나 모든 자원이 그러하듯이 생활하기에 편리한 공간 또한 제한적이므로, 수요의 편중은 갈수록 심화되고 있다.

철강재를 사용한 초고층 건축물은 이러한 사회적 욕구에 대한 대안의 하나임은 분명할 것이다. 그러나 이러한 구조물을 건설하기 위해서는 설계, 시공, 관리 등에 대한 기술력 및 경험을 축적해야 하며, 최근 지진 등과 같은 자연재해의 발생 빈도가 증가하는 점을 고려하면 초고층 건축물을 건설하기 전에 충분한 검토 및 기술축적이 이루어져야 한다. 이에 정부에서는 국민의 삶의 질 향상을 위하여, 경제적인 철강재를 사용한 초대형 건축물을 위한 중장기 프로젝트를 진행중에 있다.

본 연구에서는 상기의 국가 프로젝트에 대한 간략한 소개를 하고, 건축기술 분야에서 상대적으로 낙후된 철근의 이음방법에 대한 비교 평가를 수행하였다.

### 2. 초대형 구조물용 강재의 구조화 기술 개발

본 과제는 형강, 판재, 강관 등 철강재를 사용한

초대형 구조물의 시공/용접을 위한 것으로, 2005년도 시작된 중기거점기술개발사업 “차세대 초대형 구조물용 강재 개발”의 세부과제에 해당한다. 철강 기반 거대구조물의 구조화에 있어서 용접기술은 형강, 판재, 강관 등 다양한 형태와 재질의 소재를 모듈형태의 철 구조물로 제작하고 조립하는 가장 경제적이고 핵심적인 생산가공기술이다. 그러나 건축토목산업에 있어서 용접공정은 타 산업분야에 비하여 용접부 품질 및 생산성이 낮은 실정이며 철강구조의 거대화화 고기능화에 대응할 수 있는 소재 이용기술의 고도화가 절실히 요구되고 있다. 따라서 초대형 철강구조물의 구조화를 위해서는 구조용강의 고급화에 대응한 용접 시공, 재료, 설계 등 요소기술의 package화는 물론 독자적 원천기술로서 신개념의 고효율, 고품위 용접공정 및 용접재료의 개발이 필요하다.

또한 초고층건물 및 강교량 등 초대형 건축물은 고강도, 내열/내화성, 내진성, 내후성 등 특수한 소재특성을 필요로 한다. 이러한 소재는 고강도화 및 고인성화를 목적으로 합금원소의 첨가량이 증가하나 이러한 합금원소의 첨가로 인하여 용접 열변형, 균열, 용융부족 등 용접결함을 유발하며, 용접에 필수적으로 사용되는 용접재료도 요구특성에 맞는 특성을 확보해야 할 뿐만 아니라 모재와의 상호 결합성이 양호해야 한다.

본 과제는 초대형 건축물을 위한 철강재의 용접을 위한 저입열, 고생산성, 고품질의 새로운 용접 기술 및 용접재료를 개발하고자 하는 것이다.

### 3. 철근 이음 기술

일반적으로 직경이 16mm 이하인 철근의 경우 겹침이음이 허용된다. 그러나, 겹치기 이음은 이음부의 철근 밀도가 과도하여 콘크리트 충전율이 저하되어 철근콘크리트의 강도가 저하된다. 따라서 직경 16mm 이상의 철근에 대해서는 맞대기

이음을 하도록 규정하고 있다.

철근의 이음방식에는 크게 겹침 이음과 맞대기 이음으로 분류된다. 맞대기 이음에는 가스이음, 용접이음, 기계식이음 등이 있다. 내전에 대한 규정이 까다로운 일본 등 선진국의 경우 아크용접에 의한 용접이음이 널리 사용되고 있으나, 국내에서는 나사이음 및 가스압접이 주로 사용되고 있으며, 최근 용접이음부의 성능이 우수한 아크용접에 의한 용접이음의 적용이 증가되고 있는 추세이다.

표 1 철근 이음의 종류

겹침이음		
맞대기이음	가스이음	가스압접
	용접이음	아크용접 저항용접 마찰압접
	기계식이음	나사이음 강관압착이음 충진이음 복합이음

(1) 나사이음

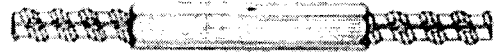
나사이음공정은 철근의 마디가 나사형태로 제작된 나사마디 철근을 사용하는 공법과 이형철근에 직접 나사를 가공하여 접합하는 공법으로 구분된다.

<나사마디철근이음>

표면 형상이 나사모양으로 열간압연 성형된 이형 철근을 내면이 나사가공된 커플러를 사용하여 접합하는 공법이다. 따라서 철근의 나사마디와 커플러의 나사 사이에 유격이 발생하며 이를 토크 고정, 수지고정 및 압착고정 등 방식으로 고정한다.(그림 1. a)

<나사가공이음>

연결하고자 하는 철근의 단부를 절삭 또는 전조 가공으로 수나사부를 만들고, 이를 암나사가 가공된 커플러를 사용하여 체결하는 공법이다. 나사가공공법에는 철근 단부를 부풀림 단조 후 가공하는 방법, 철근의 이형 부분을 축에 직각방향으로 단조하여 원형으로 만들고 가공하는 방법 및 단조가공 없이 그대로 경사진 나사를 가공하는 방법 등이 있다.(그림 1. b)



(a) 나사마디 철근 이음



(b) 나사가공 이음

그림 1 나사이음공정

(2) 가스압접

가스압접법은 1939년 미국의 아담스가 레일의 접합에 사용한 것이 시작이며, 철근에 대해서는 비슷한 시기에 일본의 난만주철도주식회사의 기술 연구소에서 연구되었다. 가스압접은 주로 철근, 레일, 파이프의 접합에 사용되어 왔고, 1955년경 이후 일본에서 이음의 품질검사법의 개발, 이음부 품질 향상을 위한 연구를 지속하여 현재에는 철근, 레일의 접합에 널리 적용되고 있다.

가스압접은 연결하고자 하는 두 철근의 단면을 맞댄 후, 접합부분을 산소-아세틸렌(혹은 LPG) 혼합가스를 이용하여 1200~1300℃ 까지 가열하고, 철근 길이방향으로 압축력을 가하여 접합하는 방법이다.(그림 2) 가스 압접은 과대한 열영향부 및 용접부 단면에도 불구하고, 접합부를 전량 육안으로 확인할 수 있다는 장점으로 널리 사용되고 있다.

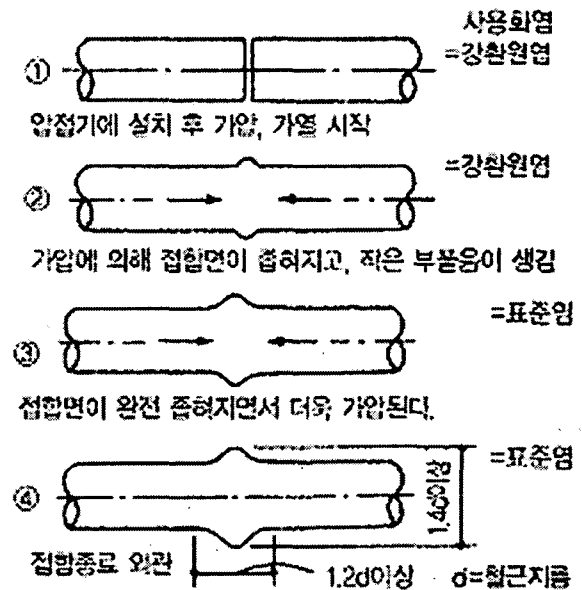


그림 2 가스압접이음의 순서

(3) 아크용접이음

아크용접이음은 철근과 용접봉의 사이에서 발생한 아크열에 의해 철근 및 용접봉을 용융시켜 접

합하는 방법이다. 철근 이음부의 아크용접에서는 360° 방향에서 용접이 곤란하므로, 이음부 간극을 유지하고 보강재(backing plate)를 장착한 후, 한쪽면에서 특별한 운봉법으로 용접을 한다. 보강재는 철근과 특성이 유사한 강판, 동판, 세라믹 등을 사용할 수 있지만 소모성 강판을 사용하는 것이 일반적이다.

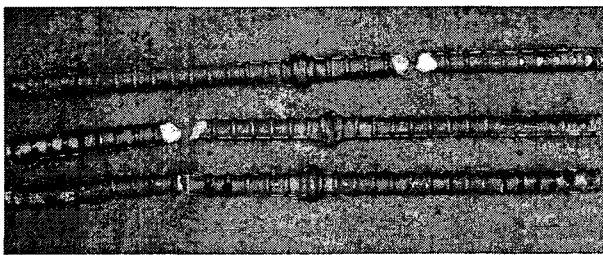


그림 3 아크 용접 시공 예

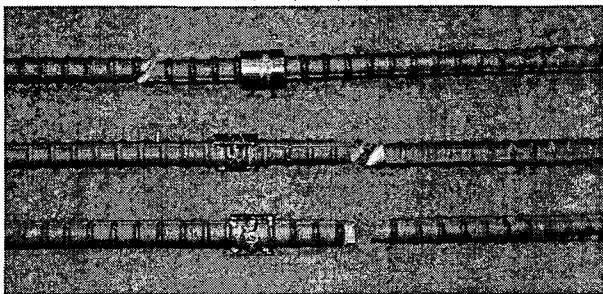
#### 4. 실험 결과

실험에 사용된 소재는 직경 29mm의 SD40이었으며, 용접은 인버터 제어 방식의 MIG 용접기를 사용하였다.

인장시험은 gage length 120mm 및 cross head speed 20mm/min에서 KS D 0802에 따라 실시하였다. 그림 4에 인장시험 후, 가스압접 및 아크용접부를 나타내었다. 인장시험 시 파단은 모두 모재에서 발생하였다.



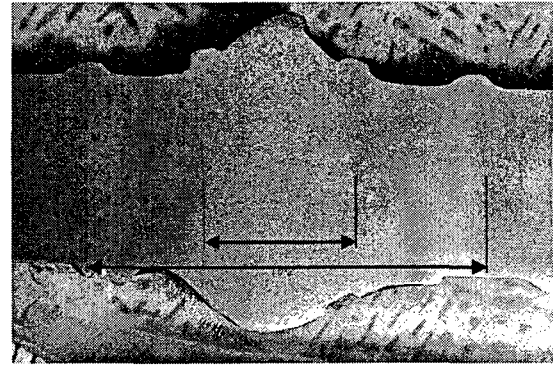
(a) 가스압접



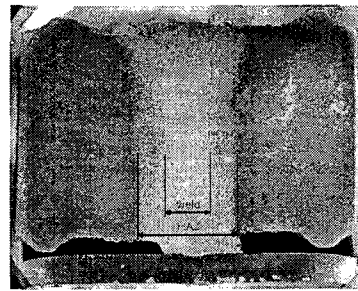
(b) 아크 용접부

그림 4 인장시험 후 시편 외관

용접부의 단면조직을 관찰하기 위하여 Nital 부식액으로 부식한 후, 광학현미경으로 관찰하였다. 그림 5에 가스압접 및 아크용접부 단면을 나타내었다. 용접부의 결함은 관찰되지 않았으며, 가스 압접부의 열영향부가 2배 이상 넓게 형성되었다.



(a) 가스압접부



(b) 아크용접부

그림 5 이음부 단면 조직

#### 4. 결 론

철근의 아크용접이음 및 가스압접이음부의 특성은 모두 기준을 만족하였다. 그러나 아크용접부의 열영향부가 상대적으로 작았으며, 콘크리트 매설 후 내환경성이 우수할 것으로 판단되었다.

#### 참 고 문 헌

1. 고제희 : 생활속의 풍수지리, 대동풍수지리학회
2. 장용성 : 초대형 구조물용 강재의 구조화 기술 개발, 연구보고서
3. T.Yoshizu and M.Ogata : Study on weldability of welding joint of reinforcing steel bar, J. Struct. Constr. Eng., 2003.3, pp.17-223