

# 철근 가스압접공법 활성화를 위한 한국형 철근자동가스압접기 기술개발방향

## The developing direction of korean gas pressure welding machine

서 덕 석\*      송 기 준\*\*      황 기 태\*\*\*      유 병 택\*\*\*\*  
Seo, Deok-Seok,      Song, Ki-Jun,      Hwang, Kee-Tae,      You, Beong-Taek

### Abstract

The study is focused on the settling the developing direction of korean gas pressure welding machine which can be applied in korean construction sites with moderate and high performance. Gas pressure welding is more economical and has good performances than other steel bar jointing methods, as arc welding and mechanical joint etc. Therefore in Japan, the gas pressure welding, which has less loss of steel bars and low performance of joints, when connecting the D29 and thicker steel bars, is one of the typical connection of steel reinforcement.

But in Korea, the gas pressure welding method is not widely used caused by the shortage of skilled workers, and this situation in Korea can not be solved in short period. The training of the skilled workers takes long period(around 6~10 years), and there is no certification system for gas pressure welding. So to activate the gas pressure welding in Korea, the development of the automatic gas pressure welding machine is necessary, which gives regular performance of the steel bar joints and can be operated by not sufficient skilled workers. The automatic gas pressure welding machine was developed in Japan, but this machine has many problems when applied in korean construction sites. Therefore, it is necessary to develop a korean automatic gas pressure welding machine to overcome this problems.

To develop korean automatic gas pressure welding machine, the problems, which shows when applied in korean construction sites, need to be investigated. According to the investigation, counterproposals are presented for the pragmatcal development of the korean automatic gas pressure welding machine.

키워드 : 가스압접, 철근이음, 자동압접기

Keywords : gas pressure welding, steel bar joint, automatic gas pressure welding machine

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

현재 국내에서는 초고층·대규모 건축물의 건설이 지속적으로 이루어지고 있으며 이와 같은 건축물의 초고층화, 대형화는 고강도 콘크리트와 고강도 철근의 사용을 필수화하게 하고 있다. 특히 철근의 경우 고강도의 대구경 철근 사용이 필수적인 사항이 되고 있는데, 철근은 배근 방법, 배근 상태, 배근량 등이 구조물의 안전성과 시공성, 그리고 경제성에 큰 영향을 미친다. 그러나 구조물의 보강재로 사용되는 철근은 KS D 3504(철근콘크리트용 봉강)에 명시된 것과 같이 공장

생산에 의해 일정 길이로만 생산이 이루어져 실제 구조물에서 철근배근 공사를 수행할 경우 철근의 이음이 생기게 된다. 최근과 같이 건축물이 대형화·초고층화 되는 경우, 이와 같은 철근의 이음은 철근 콘크리트 구조물의 구조적 안정성 및 시공성에 영향을 주게 된다. 따라서 합리적인 철근의 이음방법 통해 공사의 안전성과 경제성을 높여야 할 필요성이 있다.

현재 국내에서 사용되고 있는 D29 이상의 대구경 철근 이음방법으로는 가스압접, 아크용접, 기계식 이음이 있다. 이중 가스압접은 아크용접, 접점이음에서 나타나는 철근의 손실이 거의 없으며, 기계식 이음에서 발생할 수 있는 이음성능의 저하가 발생하지 않는 우수한 이음방법으로, 일본에서는 대구경 철근의 대표적인 철근이음 공법으로 자리매김하고 있다. 그러나 국내의 경우 가스압접작업에 필요한 숙련된 기능 인력이 절대적으로 부족하여 신속한 공사진행을 요구하는 건설업체의 속성상 현장에서의 가스압접 적용이 활성화되어 있지 않은 실정이다.

이와 같은 현실을 개선하기 위해서는 우선적으로 숙련된 기능공이 다수 필요하나 숙련공의 양성에 많은 시일이 필요한 것을 고려할 때 기능공의 부족현상은 단시일내에 해결하

\* 한라대학교 건축학과 교수, 공학박사

\*\* 고려대학교 건축공학과 석사과정

\*\*\* (주) 에코닝 대표이사, 공학박사

\*\*\*\* 송우철근압접 대표이사

※ 본연구는 건설교통부가 출연하고 한국건설기술개발사업에서 위탁 시행한 '2003 건설기술개발연구사업'으로 수행한 연구결과임

기 어렵다.

따라서 본 연구에서는 성능 및 경제성 측면에서 다른 철근 이음방법보다 유리한 가스압접을 활성화시키기 위하여 가스압접의 자동화 방안을 모색한다.

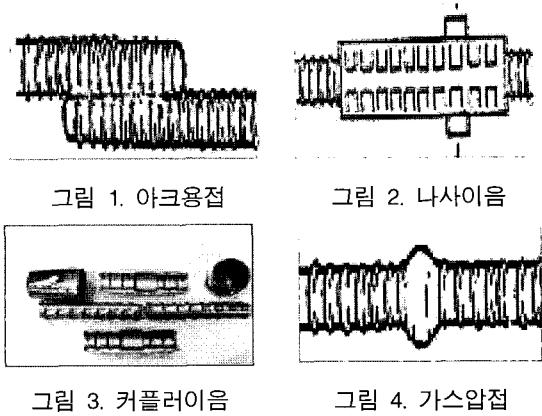
특히 기개발되었으나, 국내적용에 실패한 일본산 철근자동 가스압접기의 국내 건설현장 도입상의 문제점을 요소 기기별로 파악, 분석하여 한국형 철근 자동 가스압접기 개발의 기초적 토대를 구축, 저숙련 기능인력이라도 일정수준 이상의 압접 성능을 확보할 수 있는 한국실정에 적합한 철근자동가스압접기 개발을 위하여 기술개발 방향을 설정하며, 이를 토대로 실용적인 한국형 철근자동가스압접기 개발의 기본설계방향을 제시하고자 한다.

## 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 국내실정에 적합한 자동가스압접기의 개발방향 설정을 목표로 하고 있다. 우선 철근 가스압접 공법의 기술실태에 대하여 살펴보고 국내·외 현황에 대해 알아보도록 한다. 공법 및 기술의 파악을 통하여 가스압접의 비교 우위성을 도출하고, 가스압접 활성화의 당위성을 밝히도록 한다. 이후 효율성·경제성 있는 기기의 개발을 위하여 기존의 일본산 철근 자동가스압접기를 구성 요소기기별로 분석하여 국내 건설현장에 적용하기 어려운 문제점을 파악한다. 그리고 국내 현황에 적합한 가스압접기의 개발을 위해, 요소별 개선방향을 도출한후 개선방안이 현행 문제점에 대한 해결책으로서 적절한 대안이 될 수 있는지 검토한다.

## 2. 철근이음공법 기술실태

구조물의 보강재로 사용되는 철근은 KS D 3504(철근콘크리트용 봉강)에 명시된 것과 같이 공장생산에 의한 일정 길이의 생산이 불가피하여 실제 구조물에서 철근배근 공사를 수행할 경우 철근의 이음이 생기게 된다. 이와 같은 철근의 이음은 철근 콘크리트 구조물의 구조적 안정성 및 시공성에 영향을 주게 되며, 최근과 같이 건축물이 대형화, 초고층화 되는 경우 부재가 받아들일 하중이 크므로, 사용되는 철근의 지름이 굵어지고 고강도화 되게 된다. 직경이 큰 철근을 겹침이음 할 경우 겹침길이가 길게 되고, 특히 보와 기둥이 접합되는 부분에는 철근의 배근이 복잡해져 철근간격 부족으로 시공시 재료분리 현상이 발생할 가능성이 높아진다. 또한 이를 해결하기 위해서는 부재단면이 증대되어 거푸집 비용 및 콘크리트 비용이 증가할 뿐만 아니라, 철근 지름에 커질수록 겹침이음 부위의 철근량이 많아져 철근공사에 소요되는 공사원가 역시 상승하게 된다. 이러한 문제점 때문에 건축공사 표준시방서에서는 D29이상의 철근에서는 겹침이음을 지양하고, 아크압접이나 가스압접, 나사이음이나 커플러 이음과 같은 기계식 이음을 사용하도록 규정하고 있다.



현재 국내 건설현장에서 D29 이상의 대구경 철근의 이음 공법으로 사용되고 있는 대표적인 공법인 아크용접, 기계적이음, 가스압접의 특징을 알아보면 다음과 같다.

### 2.1 아크용접

아크용접의 경우 철근을 겹쳐서 용접하므로 겹침이음의 경우처럼 철근간격확보가 어렵게 되고 콘크리트타설이 쉽지 않으며 단면성능이 떨어져, 안전성확보가 어렵고, 철근의 손실이 많아 공사비가 증가하는 단점이 있다. 또한, 콘크리트 타설을 고려하여 철근간격을 확보할 경우 부재 단면이 커질 우려가 있어 평면계획상 공간활용 저하로 건축효율성이 떨어진다. 전기에너지를 사용하기 때문에 현장까지 가설전기를 인입해야 하는 불편함과 용접시 사용되는 기체가 커서 철근의 이음작업에 불편한 점이 많다는 단점을 가지고 있다.

### 2.2 기계식 이음

기계식 이음으로 나사이음, 압착이음, 커플러(편체)이음 등이 있는데, 이중 나사이음의 경우 철근단부의 표면을 가공해야 하므로 철근표면의 강도가 강한 조적이 파괴되어 이음성능이 저하되는 문제점이 있다. 압착이음이나 커플러이음(편체이음)의 경우 횡력이 작용하여 큰 인장력을 받게될 경우 철근표면과 커플러(편체)사이에서 미끄러짐(Slip)이 발생하여 내력이 저하되므로 구조물의 안전성을 저하시킬 위험성이 있다. 또한 콘크리트 타설시 다짐기에서 전달되는 진동으로 기계이음장치와 철근의 밀착이 느슨해질 우려가 있으며, 기계적 이음에는 특수한 자재가 필요하므로, 이음에 드는 비용 또한 고가인 단점을 가지고 있다.

### 2.3 가스압접

기 제시된 철근 이음 공법들의 단점을 보완할 수 있는 이음 공법으로서 가스압접 공법을 들 수 있다. 가스압접은 철근의 이음부를 가스불꽃으로 용접 가까이까지 가압하여 접합시키는 이음방법으로, 아크용접, 겹침이음에서 볼 수 있는 바와 같은 철근의 손실이 거의 없다. 또한 기계식 이음에서 발생할 수 있는 이음성능의 저하가 나타나지 않고 압접장비를 운반하기 쉬운 시공 장소에서 신속하고 정확하게 이을 수 있는 장점을 가지고 있어, 일본의 경우에는 일반적인 철근이음 공법으로 자리매김하고 있다.

표 1. 대구경 철근 이음공법별 특징 비교

이음공법	성능 및 특성
아크용접	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 철근 간격 확보 난이로 인한 con'c 타설 어려움</li> <li>• 철근 간격 확보시 부재 단면 증가로 공간 효율성 저하</li> <li>• 철근 손실률 증가로 인한 공사비 상승</li> </ul>
나사이음 (기계식이음)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 철근 단부 가공으로 인한 철근 표면의 강도 강화 조치가 파괴 (이음 성능 저하)</li> <li>• 이음성능 확보 여부 확인이 어려움</li> </ul>
커플러이음 (기계식이음)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 큰 인장부하 발생시 철근 표면과 커플러(편체) 사이에 미끄러짐 발생으로 내력 저하 가능성</li> <li>• Con'c 타설 시 다짐기에서 전달되는 진동으로 기계이음 장치와 철근의 압착 성능 저하 가능성</li> <li>• 이음 비용이 고가</li> <li>• 이음성능 확보여부 확인이 어려움</li> </ul>
가스압접	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 철근 손실이 비교적 적음</li> <li>• 기계적 이음에서 발생할 수 있는 이음 성능 저하의 가능성이 상대적으로 낮음</li> <li>• 이음 비용이 상대적으로 저렴</li> <li>• 일본의 경우 대구경 철근 이음의 약 2/3를 차지</li> </ul>

### 3. 가스압접 원리 및 구성

#### 3.1 가스압접장치의 접합원리

가스압접이란 철근콘크리트 구조물의 시공에 있어, 연결하고자 하는 두 철근을 맞대서 산소와 아세틸렌을 혼합한 가스로 그 접합부를 가열(1200℃~1300℃정도), 용융직전의 상태에서 가압하여 모재 자체를 직접 접합시키는 방법이다. 이 철근 가스압접은 가스압접의 표준적인 공법 및 검사방법 등이 규정되어 있는 건설교통부 제정 “건축공사 표준시방서” 및 산업자원부 기술표준원에서 제정하는 “한국산업규격(KS D 0244)의 “철근 콘크리트용 봉강의 가스 압접 이음의 검사방법”의 품질관리규정 및 검사방법을 따르고 이외의 사항에 대해서는 발주기관의 시방에 따르도록 되어 있다.

두개 이상의 금속을 국부적으로 원자간 결합을 시키는 방법으로 두 개의 금속이 그 접촉면에서 접합될 경우에, 금속의 결정을 구성하는 원자가 서로 힘을 미치는 거리로 근접하여, 상호간의 원자가 질서있는 배열을 이루는 형태로 재배치된다. 원자의 재배열은 양쪽 혹은 한쪽의 금속이 녹아서 액체가 되는 경우에는 비교적 손쉽게 이루어지나, 양쪽이 모두 고체상태일 경우에는 다른 조건을 주지 않으면 원자의 재배열은 이루어지지 않는다. 이러한 분자의 재배열에 의한 접합에 필요한 조건 중 한 가지가 접합면의 온도를 그 금속의 재결정 온도(일반적으로 금속의 재결정 온도는 용점의 35~50%이며, 철근의 용점온도는 1450℃이다)이상으로 올려 주는 방법이며, 고체의 응집력에 맞서서 접합면의 원자들이 재배열 가능하도록 압력을 가해주는 방법이 있다. 또한 이 경우 접합면의 요철은 접합면에서의 원자의 재배열에 장애가 되므로 접합면은 평탄하게 갈아내고 양접합면을 밀착시켜 분자의 재배열이 잘 발생하도록 하여야 한다.

철근가스압접 이음부에 대한 가열과 가압은 금속을 재배열 온도 이상으로 상승시켜 원자의 재배열을 이루기 위해 시행하는 것이다. 압접부에 대한 가열은 금속을 고체상태에서 액체상태로의 전환을 쉽게 하며, 원자의 운동에너지를 증대시켜 확산현상을 촉진시키기 위해 하는 것이며, 산소-아세틸렌(oxy-acetylen) 불꽃의 환원염(reducing flame)으로 접합면의 산화(oxyding)를 보호한다. 압접부에 대한 가압은 큰 압력을 가함으로써, 소성변형을 일으켜 철근단면사이의 틈을 축소시켜 접합면적으로 증대시키며, 접합면상의 산화피막은 인장되어 세분화되고 접합면의 면적이 증대되므로 접합면 사이의 이물질 생성을 저하시키는 역할을 한다.

#### 3.2 가스압접장치의 구성

철근 가스압접장치는 크게 인력에 의한 수동가스 압접장치와 자동가스 압접장치로 구분할 수 있으며, 일반적으로 다음과 같이 구성되어 있다.

- 1) 가열기(heater) : 버너, 취관(torch)
- 2) 가압기(pressurizer) : 유압기(가압펌프), 고압호스, 가압램(램실린더)
- 3) 압접기(pressure welder, holder)
- 4) 기타 : 단부연마기(end-grinder), 현장용 철근절단기, 현장용 철근연삭 절단기(grinder cutter), 가스 혼합장치(gas feeder), 보호장치(protector)등

기능공에 의해 압접편을 시공하는 수동가스압접의 경우 소정의 압접품질을 확보하기 위해서는 압접기능공의 숙련도가 요구되며, 숙련된 기능공이라 할지라도 당일의 신체적, 정신적 상태에 따라 압접부의 품질에 차이가 발생할 가능성이 있다. 따라서 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 일본에서는 1980년대에서부터 철근을 자동으로 가스압접할 수 있는 철근 자동 가스압접 장치를 개발하여 현장에서 사용하고 있다. 철근 자동가스압접기의 경우 크게 압접기, 가압펌프, 버너 구동기 및 제어기 등의 네가지 장치로 구분할 수 있다.

#### 3.3 가스압접의 국내·외 기술현황

##### 1) 국외 기술현황

일본의 경우 철근 가스압접이 가장 많이 활용되고 있는 나라로, 철근 가스압접에 대한 많은 연구가 이루어져 있다. 세계 제 2차대전 이후, 1950년대 신일본제철이 중심이 되어 전후 복구사업의 일환으로 건설부문의 자원절감 및 원자재 절감이라는 대명제 아래 지속적인 연구개발이 수행되었으며, 1951년에는 大井이 연구성과를 발표하였으며, 1953년에는 레일의 접합강도에 대한 연구가 추진되었다. 초기에는 철근의 품질이 좋지 않았고, 버너의 화구가 적어서(3~4개) 압접이음부의 품질이 떨어진 것이 사실이며, 압접에 대한 기준이 규격이 미비하여, 1964년 니가타 지진 발생시 건물이 붕괴되거나 압접부위가 파단되는 상황이 발생하였다. 이를 계기로 가스압접에 대한 기준이나 규격을 확실히 하고, 성능시방제를 확립하고자 꾸준한 연구를 추진하였고, 그 결과 1967년 국제용접회의에서 일본에서의 철근 및 레일의 가스압접에 대한 상황이 발표되었고, 1983년 藤本盛久의 3인은 “철근의 가스압접

에 대해서” 라는 연구논문을 발표하였으며, 1984년~1985년 가스압접의 저온특성에 관한 일련의 연구가 일본건축학회에 보고되었다. 이후, 압접시공업체들에 의해 기술이 꾸준히 개발되어, 현재 19mm~51mm 까지의 다양한 철근들을 가스압접하고 있으며, 최근에는 컴퓨터로 제어되는 자동압접기의 개발 및 사용이 이루어지고 있으며, 철근공사에서 접침이음 이외의 이음방법으로는 현재 가장 많이 사용되고 있다.

미국의 경우 일본도의 단련과정을 연구하던 미국의 한 연구기관에 의해서 금속압접이라는 용어가 처음으로 등장한 이후, 압접법이 1930년경 전기로 가열과 가압에 의한 열간 압접법, 2장의 가열된 판을 겹으로 압착접합하는 물 압접법이 등장하였다. 이후 1938년 경부터 가스압접에 대한 연구에 착수, 1939년 아담스(L, Adams)가 레일의 접합에 가스압접을 사용하였으며, 1941년 O, Renner가 최초로 레일압접기의 특허를 출원하였다. 또한 1939~1940년 일리노이 대학에서 가스압접 레일의 접합강도 시험을 실시하고, 1944년 압접에 대한 연구 성과 보고이후 가스압접에 대한 개발이 지속적으로 이루어지고 있고, 현재 각종 합금강에서 비금속, 파이프라인, 레일 등의 접합에 대한 응용은 상당히 발전하고 있으나, 철근압접에 대한 기술개발은 미미한 실정이다.

독일(통일전 서독)의 경우 철근가스압접은 1958년 무렵부터 현장에서 실시되었으며, 뉴질랜드에서는 1969년 일본에서 철근압접기를 도입하여 실험하였고, 소련에서도 압접에 대한 실험은 활발하였으나, 실용화는 되지 않고 있는 실정이다.<sup>1)</sup>

## 2) 국내 기술현황

구조적 우수성과 시공 비용의 절감 효과<sup>2)</sup>에도 불구하고 국내의 가스 압접사는 약 20개, 연간 150억 정도의 시장 형성에 그치고 있다.

국내에서의 철근가스압접기술의 도입은 1970년대 일본기술 진에 의해 서울 하얏트 호텔신축공사에서 도입된 것이 최초이다. 이후 1971년 일본 압접협회의 지원하에 삼협가스압접, 동경가스압접, 사또공무점 등에 연수생을 파견, 압접기능을 연수받고 귀국한 기능공이 주축이 되어 국내에 철근가스압접 정착의 기틀을 마련하였다. 초장기의 일본에서 기능을 쌓은 기술자를 주축으로 설립된 유일한 1개의 가스압접회사가 철근 가스압접의 시공을 독점하였으나, 1980년대에 들어서면서 가스압접 독점회사에서 독립한 기능공들에 의한 다수의 가스압접회사가 설립되어 한때 20여개의 회사가 설립되는 시기도 있었다. 초기단계에서는 철근가스압접 공사가 거의 없었으나, 압접회사에서 직접 설계사무실, 건설업체, 정부관련부처 등에 압접시공에 대한 장점을 역설하여 철근가스압접을 설계에 반영하게 되었으며, 공공기관에서도 압접공사가 점점 증가하여 철근가스압접 단일종목으로 수주가 가능하게 되었다. 그러나 약 30년의 역사 및 여러 가지 장점에도 불구하고 국내의 철근 가스압접 시장은 숙련된 기능공의 양성 및 확보 미비, 기능공 인정자격제도의 미비, 시공 단가의 비현실적 적용 등에

의하여 영세성을 벗어나지 못하고 있는 실정이다. 1986년 이후 철근가스압접 물량이 전에 비하여 많이 발주되어 상당히 증가하였으나, 전문건설업에 의해 철근가공의 한 부분으로 압접이 편입됨에 따라 압접공사단가가 비현실적이 되어 압접업체의 경영환경 악화로 상당수 압접업체가 사라지는 결과가 발생되었으며, 공사물량의 불연속으로 인한 작업의 비능률과 인력낭비가 심화되고 있다.<sup>3)</sup>

또한 압접작업이 일본과 같이 독립된 한 공정으로 인정받고 있는 현실과는 달리 철근작업의 일부분으로 편입되어 효율적인 공사수행이 어렵고, 특히 압접작업에는 숙련도 있는 압접공이 다수 필요하나, 현재 국내에는 숙련도 있는 압접공의 수가 절대적으로 부족하여 신속한 공사 진행을 요구하는 건설업체의 속성상 현장에서의 가스압접 적용이 어려운 것이 현실이다.

## 4. 한국형 철근자동가스압접기의 필요성 및 개발방향

많은 장점에도 불구하고 철근 가스압접 공법이 국내시장에서 활성화되지 않은 이유는 가스압접 기능습득에 소요되는 기간이 길고(약 6~10년), 국내에서는 가스압접 기능에 대한 기술자격제도가 전무하여 일본에서 기술을 습득한 소수의 기능공 등을 중심으로 공사를 진행하여, 현장에서 필요로 하는 충분한 기능공의 공급이 어렵기 때문이다. 이러한 문제점은 궁극적으로 기능인력의 절대수 부족 및 기능공 확보를 위한 제도적 장치마련의 미흡에 기인하고 있으나, 이와 같은 현실을 단시일내에 해결하기는 어렵다. 따라서 현재의 문제점을 타파하고 성능적, 경제적 측면에서 여타의 이음방법에 비하여 많은 장점을 지닌 가스압접 공법을 활성화하기 위해서는 비교적 간단한 조작에 의해 균일한 접합품질을 확보할 수 있으며, 숙련된 가압접공이 필요 없고, 높은 생산성을 확보할 수 있는 자동화된 가스압접기기의 개발이 대안으로 제시될 수 있다.

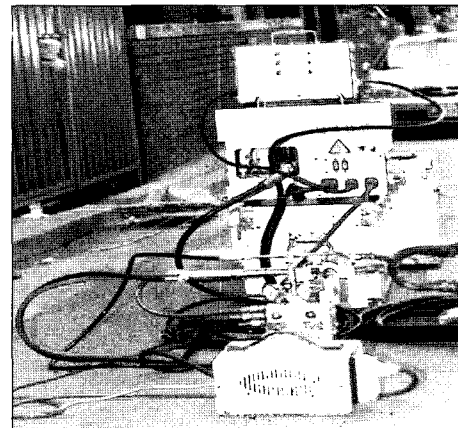


그림 5. 중후장대한 일본산 철근자동가스압접기

1) 주택연구소, 철근 가스압접이음의 품질향상을 위한 기능평가 및 공법설명회 발표 자료집, 대한주택공사 주택연구소, 1997.5

2) D29의 경우 가스압접에 비해 나사이음은 약 25%, 커플러(편체)이음 약 45%의 추가비용이 발생함

3) 주택연구소, 철근 가스압접이음의 품질향상을 위한 기능평가 및 공법설명회 발표 자료집, 대한주택공사 주택연구소, 1997.5

일본의 경우 철근자동가스압접기의 개발은 1980년대 후반 이후에 이미 추진되었으며 국내에서도 적용된 사례가 있으나 장비가 고가이고<sup>4)</sup>, 각종 장비가 무겁고 커서 신속한 기동성 및 간편한 설치 성능을 필요로 하는 국내 건설현장에 적합하지 않았다. 또한, 외부 환경에 민감한 부품으로 이루어져 국내 건설현장에 그대로 적용할 경우 잦은 고장을 일으켜 공사 진행에 심각한 지장을 초래하는 경우가 발생하여 국내에서의 적용은 거의 전무한 실정이다.

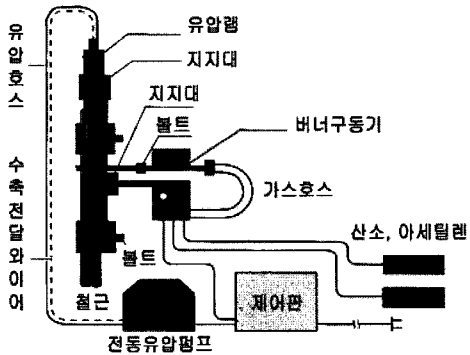


그림 6. 자동가스압접장치의 구성도

#### 4.1 일본산 철근자동가스압접기의 요소기기별 문제점

일본산 철근 자동 가스압접기의 요소기기별 국내현장 적용상의 문제점을 살펴보면 다음과 같다.

##### 1) 제어기

압접을 제어하는 핵심기기인 제어기의 메인보드가 1980년대에 개발된 구형으로 내부의 컴퓨터 칩이 구형 8bit로 구성되어 있어 크고 무거우며(제어기 중량 15kg), 외부 충격에 약하고 고장이 자주 발생한다. 또한 고장발생시 부품의 국내보급이 원만하지 않아 고장난 부품의 신속한 수급이 불가능하고, 일본에 부품수급을 의뢰해야 되므로 지속적이고 안정적인 시공이 어려운 문제점이 있으며, 부품가격 또한 고가로 유지 관리 비용이 높은 단점을 가지고 있다.

가스압접 시공부위의 검사는 공사 완료 후 외관검사로 수행할 수 있음에도 불구하고, 불필요한 압력상태 등을 기록해주는 프린트 장치가 달려 있어, 파손의 우려는 물론 프린트 용지와 같은 불필요한 소모품이 필요하며 지나치게 복잡한 장치가 많아 고장의 위험이 상존하고 있다.

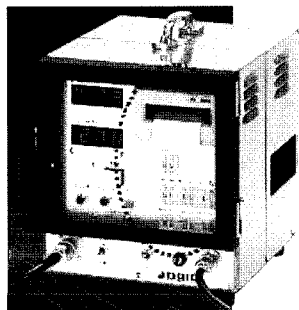


그림 7. 불필요한 프린트장치

4) 약 60,000천원 ~ 100,000천원의 가격이었음

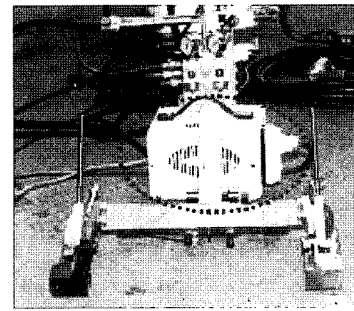


그림 8. 불필요한 변압기

또한 제어기의 조작버튼이 너무 세부적으로 나누어져 있어, 조작법 습득이 어렵고 오입력이 발생할 가능성도 높고, 110V 사용으로 220V를 사용하는 국내현장 적용시 변압기 사용이 필요하다.

##### 2) 버너 구동기

일본산 버너구동기의 경우 산소 및 아세틸렌 용기에 압력을 표시하는 게이지가 달려 있음에도 불구하고 불필요한 게이지를 구동기에 부착하고 있으며, 게이지 케이스의 재질이 유리로 되어 있어 파손이 잘되는 단점을 가지고 있다. 또한 버너부분에 설치되어 있는 작은 점화용 버너는 압접 수행시, 항상 점화되어 있는바, 불필요한 가스의 낭비는 물론 점화용 버너의 훼손우려도 있다.

점화용 버너는 국내 건설현장을 고려할 때 있을 필요성이 적으며 오히려 화재 위험성을 높이는 부작용이 있으므로, 버너의 점화는 휴대용 점화기를 사용하는 것이 비용 측면이나 안전성 측면에서 보다 유리하다. 또한 구동기에 화구를 거치하고 탈착하는 부분이 측면에서 이루어져 설치가 불편하고, 설치후 안전성이 떨어질 우려가 있다. 압접작업을 지속 수행하면 산소 및 아세틸렌 용기내의 압력이 떨어져 용기내에 산소나 아세틸렌의 방출량이 낮아지므로, 이를 보정할 수 있어야 균등한 압접품질을 확보할 수 있으나, 일본산 구동기의 경우 이를 보정할 방도가 없으며 최초 입력된 값으로만 계속 버너구동기가 구동하여 오히려 압접부의 품질이 저하되는 문제점을 가지고 있다.

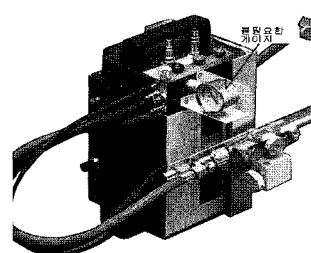


그림 9. 불필요한 게이지 부착

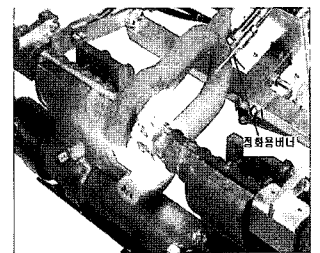


그림 10. 불필요한 점화용 버너

##### 3) 구동기 거치대

자동압접기의 경우 버너 및 유압펌프를 소정에 위치시켜 가열, 가압을 자동으로 수행할 수 있도록 거치대를 사용한다. 일본산 철근 자동압접기에서 사용하는 거치대의 경우 거치대 양끝을 철근에 부착하는 방식(D사 제품)으로 입, 탈착이 번거롭고 무거운 뿐만 아니라(D19~D32 철근용의 경우 3.9kg,

D35~D41 철근의 경우 5.7kg, D51의 경우 6.0kg), 각 철근 직경별로 직경에 적합한 거치대를 따로 사용해야 하는 불편함이 있다. 따라서 국내 현장에서의 적용성을 증대하기 위해서는 원터치식의 간편한 입, 탈착이 가능할뿐만 아니라, 철근직경에 영향을 받지 않는 경량의 구동기 거치대 개발이 시급하다.

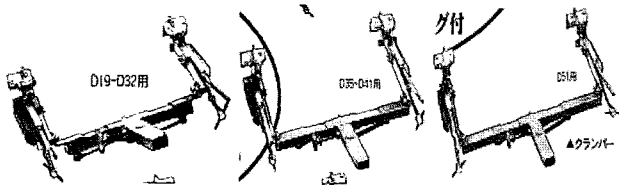


그림 14. 철근직경별로 구분되어 있는 철근거치대

4) 화구

1열화구(화구수 8개)의 경우 가열 및 압접에 장시간 소요되어 공기저연의 요인이 되며, 바람과 같은 기후의 영향을 많이 받는 단점을 가지고 있고, 3열화구(화구수 14개)의 경우 단시간에 압접이 가능하고 기후의 영향을 받지 않으나 화구의 가격이 고가(개당 약 1,500천원~2,000천원)인 단점이 있다.

또한 일본제품의 경우 철근직경별로 화구를 재설치(D19~D25, D29~D32, D35~D41 등)해야 하므로 현장범용성이 저하되는 단점 또한 가지고 있으므로, 화구의 국내현장 적용성 확보를 위해서는 1열 버너가 아닌 단시간 압접이 가능하고, 기후에 영향을 적게 받는 3열형 광폭버너를 저렴하게 개발하고, 일본제품의 경우와 달리 국내실정에 적합한 다양한 철근직경에 적용할 수 있는 버너개발이 필요하다.

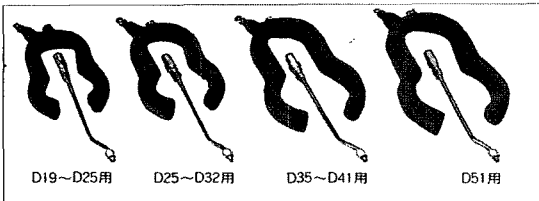


그림 15. 철근직경별로 구분되어 있는 화구

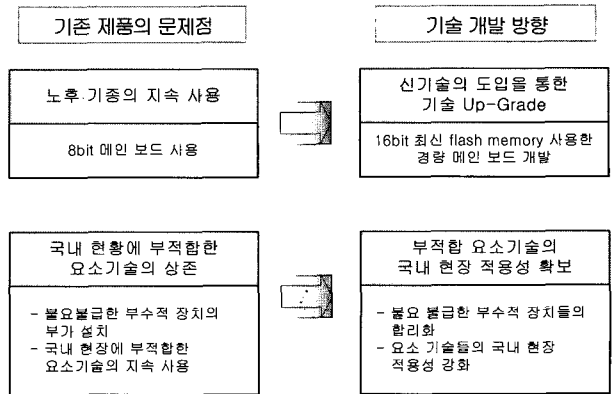
5) 철근압접 프로그램

제어장치의 내부에는 가열장치, 가압장치의 작동 및 공급을 설정해 주는 자동압접 프로그램이 내제되어 있다. 일본의 경우 가스압접을 하는 철근은 재생철을 사용하지 못하도록 규정되어 있으므로, 일본에서 제작된 철근 자동압접 프로그램의 경우 철근이 재생철인 경우를 상정하여 제작되지 않았다. 그러나 국내에는 재생철을 사용하고 있으므로, 철근의 화학성분이 일반철을 사용한 경우와 차이가 발생할수 있으며, 이러한 차이를 감안한 프로그램의 개발이 필요하다, 일본산 자동 철근압접기의 경우 이에 대한 고려가 전혀 이루어져 있지 않다.

4.2 개발방향

앞에서 분석한 바와 같이 일본에서 개발된 철근 자동가스압접기의 경우 개발이 1980년에 이루어져 기본설계사양이 구식이며, 일본과 국내의 건설환경의 차이로 인하여 일본산 제품을 그대로 현장에 적용하기는 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서

는 일본산 철근 자동가스압접기의 각 요소기기별 문제점을 개량, 개선하여 국내 건설현장 실정에 적합한 한국형 철근 자동가스압접기 개발을 위한 기술의 개발방향을 설정한다.



일본 제품에 대비한 시공성, 경제성 우위

그림 16. 한국형 철근자동가스압접기의 개발전략

1) 제어기 개선방안

일본산의 경우 8bit방식의 제어기 메인보드를 사용하고 있는데, 16bit 방식의 플래쉬 메모리를 사용하여 제어성능 향상 및 제어기의 경량화를 이루어야 한다. 일본산 제어기의 경우 15kg이나 나가는 고중량으로 경량화가 절실히 요구되며, 국내에서 수급 가능한 부품을 사용하여 작동의 신뢰성 확보는 물론 고장시 유지 및 보수의 어려움을 해결해야 한다. 부품의 국산화는 저렴한 부품비용 확보 및 빠른 부품 수급으로 유지관리 비용의 감소 효과를 가져올 것이다. 일본 제품이 장착하고 있는 기록장치의 경우, 철근압접시 기능공이 공정을 주시하고 있는 국내 건설 현장의 실정을 고려할 때 불필요하다. 그리고 일본산 제어기에 필수적으로 부가 설치되는 변압기를 제거하여 현장 적용성 향상은 물론 불필요한 전력소모 또한 방지해야 한다. 또한 다수의 연결케이블과 케이블 연결 위치가 제어기 및 버너 구동기에 분산되어 있고 케이블 접속 위치가 한곳에 집중되지 않음으로 인하여 발생하는 현장의 번잡함을 케이블 접속위치를 구동기에 집중시켜야 한다. 장비(박스 2개 분량)를 간편하고 경량화된 장비로 개선(박스 1개 분량)하여 현장이동성 및 시공성을 높여야 하며, 복잡한 각종 장치를 과감하게 개선하고 세부적으로 구성되어 있던 조작버튼을 구동기로 이전하여 압접작업의 편리성을 확보하도록 해야 한다.

2) 버너 구동기 개선방안

일본산 제품에 설치되어 있는 산소 및 아세틸렌 게이지는 산소 및 아세틸렌 용기에 게이지가 달려있어 불필요하며, 현장 적용 측면에서 보더라도 압력의 확인은 게이지보다는 불꽃의 형상으로 더욱 손쉽게 확인할 수 있다. 그리고 일본산 구동기에 설치되어 있는 점화용 버너는 압접 작업시 항시 켜져있다는 측면에서, 불필요한 산소 및 아세틸렌의 낭비를 초래하며 화재안전성 측면이나 화상위험성 측면에서 위험하다.

따라서 구동기에서는 불필요한 점화용 버너를 과감히 제거하고 휴대용 버너를 사용하는 것이 구동기 제작 단가 절감 측면은 물론, 화재안전성 측면이나 화상 방지 차원에서도 합리적이다. 제어기 부분에 복잡하게 설치되어 있던 각종 제어장치는 구동기로 이동시켜 구동기 및 화구의 설치와 각종 제어조건의 조작을 한곳에서 일괄적으로 수행할 수 있도록 합리화하여야 한다. 그리고 장시간 사용시 산소 및 아세틸렌 용기의 압력저하에서 발생하는 산소 및 아세틸렌의 토출량 부족 현상을 해결하기 위해 미세조절 밸브를 도입하여, 용기내 압력이 저하될 경우 미세밸브를 조작하여 토출량을 가감하여 적절한 화염이 형성되도록 해야 한다.

또한 일본산 구동기에 화구를 설치할 경우 측면에서의 화구를 설치해야 하는 관계로 화구의 거치와 탈착이 어려웠던 문제점을 개선하여, 상부에 화구거치대를 설치하여 화구의 거치 및 탈착을 보다 손쉽게 하고, 설치후 안정성을 높여야 한다.

### 3) 구동기 거치대 개선방안

일본 제품에서 사용하는 구동기 거치대는 탈·부착이 번거롭고 무거울 뿐만 아니라 철근 직경별로 거치대를 따로 사용해야 하는 불편함이 있다. 이러한 현장 적용상의 문제점을 개선하기 위해서는 손쉽게 탈·부착이 가능하며 직경에 관계없는 범용 철근거치대의 개발이 필요하다.

또한 현장에서 다루기 쉽도록 경량화 작업이 필요하다.

### 4) 화구 개선방안

압접에 장시간이 소요되는 일렬화구 및 고가의 3열화구의 단점을 보완할 수 있는 화구의 개발이 필요하다. 신속한 압접

시공이 요구되는 국내 건설현장의 현실을 감안하여 신속한 압접작업이 가능하고 기후의 영향을 적게 받으며 철근직경별로 화구를 재설치할 필요가 없는 범용 광폭 화구의 개발이 필요하다.

### 5) 철근압접 프로그램 개선방안

일본산 제어기에 입력된 철근 자동압접 프로그램의 경우 재생철이 아닌 일반철을 사용할 경우를 기반으로 제작되어 있어, 국내의 경우와 같이 재생철을 사용할 경우에 대한 대처방안이 미흡하다. 따라서 철근 압접시 재생철을 사용하는 국내 건설현장의 현실에 적합한 한국형 철근 자동압접 프로그램(재생철근용)을 제작하고, 성능시험을 통해 그 적용성을 검증해야 한다.

## 5. 적용방안 및 기대효과

본 연구는 철근 가스압접 공법 활성화의 일환으로 한국형 철근 자동 가스압접기의 개발에 앞서 일본산 자동 가스압접기의 문제점을 파악하였다. 연구에서 밝힌 문제점을 토대로 국내 건설현장에 적합한 철근 자동 가스압접기를 제작하여 실용화 시킨다면, 우수한 철근 가스압접 공법의 활성화와 더불어 다양한 효과를 가져올 것이다.

가스압접 활성화의 기대 효과로는 ‘구조적 안정성’ 확보와 ‘경제성’ 확보 두 가지 측면에서 나타날 수 있다. 우선 ‘구조적 안정성’ 확보 측면을 살펴보면, 가스압접 공법은 앞에서

표 2. 일본산 철근 자동 가스압접기의 요소 기기별 문제점 및 개선방안

요소기기	문 제 점	개 선 방 안
제어기	<ul style="list-style-type: none"> <li>메인보드의 제어칩이 구형 8bit로 구성되어 크고 무거우며 외부 충격에 약함</li> <li>고장시 부품 수급이 어려워 신속한 수리가 불가능하고, 유지 관리 비용이 높음</li> <li>불필요한 프린터 장치 구비</li> <li>변압기 추가 설치가 필요</li> <li>각종 제어장치가 제어기 및 버너 구동기에 분산 위치되어 오작동 가능성이 높음</li> <li>케이블 접속선이 많아 사용이 불편함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>메인보드 제어칩을 16bit 플래쉬 메모리 방식으로 전환하여 제어성능 향상 및 경량화를 이루어야함</li> <li>부품의 국산화로 신속한 수리 및 유지관리 비용 절감</li> <li>프린터, 변압기 등 불필요한 장치 제거</li> <li>각종 제어장치 및 조작버튼을 구동기에 통합 배치</li> <li>복잡한 케이블 접속 위치를 구동기에 통합 배치</li> </ul>
버너구동기	<ul style="list-style-type: none"> <li>산소 및 아세틸렌 압력을 표시하는 불필요한 게이지</li> <li>장시간 사용시 산소 및 아세틸렌 분배 압력저하에 따른 토출량 감소로 압접 성능이 떨어짐</li> <li>불필요한 점화용 버너 설치로 가스 낭비 및 화재, 화상 위험성 상존</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>불필요한 게이지 제거</li> <li>미세조절 밸브를 도입하여 토출량을 가감</li> <li>점화용 버너 제거 및 휴대용 버너로 대체</li> <li>각종 제어장치 및 케이블 접속위치의 통합 및 재설치로 일괄적인 작업 가능하도록 함</li> </ul>
거치대	<ul style="list-style-type: none"> <li>입·탈착이 번거롭고 무거움</li> <li>철근 직경별로 거치대를 따로 설치 (D19~D32, D35~D41, D51)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>경량화 및 직경에 관계없는 범용 거치대의 개발</li> </ul>
화구	<ul style="list-style-type: none"> <li>8구(1열) : 가열 및 압접에 장시간 소요, 기후에 영향</li> <li>14구(3열) : 단시간 압접이 가능하고 기후의 영향을 받지 않으나 고가임</li> <li>철근 직경별 화구 설치로 인해 현장 범용성이 떨어짐</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>신속한 압접이 가능하고 기후의 영향을 적게 받으며 직경에 관계없는 범용 광폭 화구의 개발</li> </ul>
압접 Program	<ul style="list-style-type: none"> <li>압접 Program이 일반철 기준으로 되어있어 재생철 사용시에 대한 고려가 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>재생철을 사용하는 국내 건설환경을 고려한 재생철근용 자동압접 Program 개발</li> </ul>

조사한 바와 같이 철근 강도 저하 측면에서 여타 이음공법들과 비교하여 우수성을 보이고 있다. 표면 가공에 의한 강도 저하 및 나사·키플러에서 나타나는 미끄러짐 현상 없이 우수한 이음 성능으로 구조적 안정성 확보가 가능하다.

경제성 확보 측면에서도, 가스압접은 여타 이음공법에서 나타나는 철근손실이 적어 경제적인 이음공법이며, 이음비용에 있어서도 다른 이음공법에 비해 저렴하다. 본 연구에서 제시된 개발방향을 토대로 저렴한 한국형 철근 자동 가스압접기가 생산된다면 일본산 가스압접기의 수입대체 효과를 가져올 것이며, 손쉬운 조작에 의한 비숙련공 활용으로 공사비 절감은 물론 신규인력창출 효과를 가져올 것으로 기대된다.

## 6. 결 론

본 연구는 구조적 안정성 및 높은 경제성에도 불구하고 국내 현장 적용이 미비한 철근 가스압접 공법의 활성화를 위해 시행되었다.

활성화 방안으로는 제도적 장치 마련이 가장 중요하지만 단시일에 해결하기 어려운 문제점을 가지고 있으므로, 자동화된 철근압접기 개발을 통한 해결방안을 모색하였다. 이를 위하여 기존의 일본산 철근 자동가스압접기의 문제점 파악 및 개선방안 설정을 통하여 차후 한국형 철근 자동 가스압접기의 실용적 개발의 토대를 구축하고자 하였다.

연구에서는 일본산 철근 자동 가스압접기의 국내 건설현장 적용 문제점으로 고중량, 부품 수급(유지관리)의 어려움, 기기의 복잡성 및 운용의 복잡성, 철근 직경에 따른 거치대·화구의 설치, 각종 불필요한 장치 등을 제시하였다. 이 요소들을 국내 철근 가스압접 시공의 활성화를 저해하는 요인으로 분석하였으며, 개선 방향을 모색하였다.

다음으로 요소 기기별 개선방안을 통해 각 문제점에 대한 해결책을 모색하였으며, 한국형 철근 자동 가스압접기 개발의 기본방향을 제시하였다. 향후 제시된 기본방향에 의거하여 한국형 철근 자동 가스압접기의 개발이 수행, 우수한 압접품질과 높은 경제성을 가진 가스압접의 활성화의 토대를 구축하고자 한다.

## 참 고 문 헌

1. 주택연구소, 철근 가스압접이음의 품질향상을 위한 기능평가 및 공법설명회 발표집, 대한주택공사 주택연구소, 1997.5
2. 건축기술정보(일간), 통권 제41호 1992. 3.
3. 대한건축학회, “건설부 재정 건축공사표준시방서”, 야정문화사, 1994.
4. 한국가스압접연구소, “철근가스압접 시공 실무”, 기문당, 1987. 5
5. 윤영호 외 3인, “이형철근 가스압접이음의 역학적 특성에 관한 실험적 연구”, 대한건축학회 발표논문집, 제15권 제2호 1995. 10. 21
7. 勝本盛久, 勝盛紀明, 中翔忠男, 失部喜堂, “円周切欠きを有する鉄筋コンクリト用棒鋼の低温下における脆性破壊発生特性に関する實驗的研究”, 日本建築學會論文報告集, 第334 1983. 12.
8. 勝本盛久, 勝盛紀明, 中翔忠男, 失部喜堂, “表面切欠きを有する鉄筋コンクリト用棒鋼の脆性破壊発生特性-低温における實驗的研究(その1)”, 日本建築學會論文報告集, 第337 1984. 3.
9. 勝本盛久, 勝盛紀明, 中翔忠男, 失部喜堂, “鉄筋コンクリト用棒鋼のガス壓接継手の熱影響部における脆性破壊発生-低温における鉄筋コンクリト用棒鋼の脆性破壊発生特性に関する實驗的研究”, 日本建築學會論文報告集, 第346 1984. 12.k