

## 기계식 철근이음 현장 적용사례



Ⓜ 한성정밀공업주식회사  
기술지원팀

# 목 차

1. 기계식 철근 이음의 개요
2. 기계식 철근 이음의 종류
3. 기계식 이음의 특징
4. 기계식 이음 공법별 분류
5. 기계식 철근이음 공법별 조립 상태도
6. 기계식 철근 이음공법 시공사례

# 1. 기계식 철근이음

## 1) 철근이음의 개요

철근 콘크리트 구조에서 사용되는 철근의 길이는 정해진 규격으로 생산 공급되므로 철근을 연장할 경우 이음이 필요하게 된다.

철근이음은 역학적 성향에 영향을 미칠 뿐 아니라 건축물의 시공법 및 안전성과도 밀접한 관계를 가지고 있다. 건설현장에서 이용되고 있는 철근이음은 겹침이음, 가스압접, 용접이음, 기계식이음이며, 현재 주로 사용하고 있는 철근 이음법은 겹침이음(Lap Splice)으로 철근, 철골 CONCRETE 구조물에 사용되어 왔다.

철근의 겹침이음은 콘크리트를 타설하여 경화되어야 비로소 인장력을 발휘할 수 있다. 철근과 CON'C는 외력에 대하여 양자 일체의 작용으로 큰 저항력을 갖고 있으며 철근의 용도는 CON'C의 보강과 철근에 발생하는 직하중을 CON'C를 통하여 연결된 다른 철근으로 전이시키는 역할을 하고 있으며 겹침이음(Lap Splice)시 CON'C강도와 피복 두께가 충분치 못하면 철근에서 발생하는 서로의 응력에 힘으로 밀어내고 분리시키는 힘에 대하여 CON'C는 균열(Crack)이 발생되기 시작한다. 겹침이음에서 콘크리트는 외력에 의하여 부착균열과 피가 형성되며 이는 휨파괴에 비하여 급격하게 내력을 상실하기 때문에 겹침이음을 설계함에 있어서는 이음위치, 겹이음길이, 피복두께, 철근간격을 충분히 고려하고 또 시공자는 철근 공사에 있어서 필요한 피복두께나 철근간격을 확보하며, 충분한 보강근과 양생을 포함한 높은 품질의 콘크리트를 타설할 필요가 있다.

이에 국내·외 여러 회사에서 이러한 문제점들을 해결하기 위해 많은 연구와 노력을 기울여 철근의 기계식이음 방법을 개발하게 되었다. 기계식이음은 2개의 철근을 연결하여 시공함에 있어서 콘크리트의 부착강도와 관계없이 인장력에 저항할 수 있는 철근의 이음방법으로서 주철근의 이음과 상기 방법을 접목시켜 적용할 수 있는 보강철근 뿐 아니라 그 방법에 따라 사용상 고도의 안전성 및 내구성을 갖고 있으며 비숙련공도 별도의 장비 없이 체결이 용이하며 경쟁력 있는 비용(Cost)으로 제조되어 공기를 단축할 수 있는 철근의 이음방법이며 철근의 기계식이음은 사용안전성에 관하여 수행된 인장 시험결과 대부분의 제품 파단이 이음부가 아닌 모재에서 발생하므로 철근 기준항복 강도의 125%이상 성능을 발휘한다.

철근의 기계식이음에 사용되는 모든 제품은 표준규격으로 생산되고, 모든 생산 공정도 품질 검사제로 이루어져 일정수준 이상의 품질이 확보된 제품을 손쉽게 선택하여 사용할 수 있다.

철근의 기계식이음은 현장 여건에 따라 현장가공 및 공장가공을 할 수 있으며 조립이 쉽고 용이하여 처음 작업하는 근로자도 쉽게 체결작업을 할 수 있으며 기존의 겹침이음이나 가스압접보다도 높은 품질의 시공성과를 얻을 수 있으므로 차후 모든 현장으로의 확대 시공이 확실시 된다.

## 2) 철근이음의 종류

### ① 겹침 이음

철근의 겹침이음(Lap Splice)은 전통적으로 행해졌던 공법으로 시공이 간단하고 경제적이기 때문에 널리 사용되고 있으나 최근에는 구조물의 대형화와 내진적용으로 인한 철근의 밀집과 시공상의 문제점에 의하여 사용에 많은 규제가 따르고 있다.

특히 겹침이음에 의한 철근이음은 구조물의 RC규준에 있어 이음매 위치의 규준에 따른 시공상에 어려움이 있으며 콘크리트 부재의 이음부에서 발생하는 부착균열에 의한 콘크리트의 파괴는 휨파괴에 비하여 급격하게 그 내력을 상실하기 때문에 겹침이음을 설계함에 있어서는 이러한 부착균열 파괴를 일으키지 않도록 이음위치, 겹침길이, 피복두께, 철근 간격 등을 선정 하여야 한다.

### ② 가스 압접

가스압접이음은 미국에서 철도 레일의 이음매용으로 개발된 기술을 일본에서 철근이음에 응용한 기술로서 현재 미국에서는 철근의 이음으로 사용되지 않는다.

가스압접은 2개의 철근단부를 맞대어놓고 산소-아세틸렌 가스 불꽃으로 약1300℃로 가열하여 철근을 고상 상태에서 압력을 가하여 접합면의 양원자를 재배열시켜서 접합하는 방법이다 가스압접은 접합면에 요철이 있어서는 접합면에서의 원자의 재배열이 곤란하므로 접합면을 그라인더(전기숫돌)로 깨끗이 마무리 해서 시공 하여야 한다.

가스압접은 철근의 단부를 국부적으로 가열하여 접합하므로 철근의 열영향부와 시방규준(콘크리트표준시방서-시공편 제10장“건설부”, ACI318-318R 제7장 3절“)의 상온가공 원칙에 의한 검토가 필요하다.

특히 고강도 철근(SD40이상)은 고탄소, 고망간강으로 이루어지므로 압접 후 취약부가 발생할 수 있으므로 철저한 품질관리가 요구되며, 최근 국내 제강회사에서 생산되는 철근은 열처리 과정을 거쳐 생산되어 압접 후 열처리 풀림현상이 발생됨으로 인하여 충분한 검토가 필요하다

### ③ 용접 이음

철근의 용접이음은 열에너지원으로 철근을 유연하게 녹여서 접합하는 방법으로서 철근단부와 용접봉이 녹은 혼합철부분과 용접열에 의해 열영향을 받은 철 부분으로 구성된다

용접이음에 있어서는 철이 고온에 가열되기 때문에 적절한 대책을 세우지 않는 경우에는 철이 가열되어 산화해 철근속에 들어있는 미소량의 원소(탄소,망간등)를 연소시켜 버리므로 강도와 인성이 떨어지는 문제점이 생기며, Tempcore(水冷)철근은 일종의 열처리를 통하여 생산되므로 용접열에 의해 고온으로 가열된 용접 부위가 풀림처리 되어 강도의 저하를 초래한다.

특히 현장에서 적용되는 용접이음은 전기를 사용하므로 안전사고와 품질관리에 어려움이 따른다.

#### ④ 기계식 이음

철근의 기계적 이음은 1970년초 일본과 유럽에서 활발히 개발되었으며 미국에서는 훨씬전 부터 여러형태의 이음방법이 개발되었으나 품질과 시공성에 있어서 기준에 미치지 못하는 제품은 도태되어 사용되지 못하고 있으며 국내에서는 1995년부터 여러형태의 이음방법이 개발되어 사용되고 있다.

철근의 기계식 이음은 시공성의 편리, 일정한 품질, 다양한 적용성등에 따라 건설현장의 사용이 급격히 늘어나고 있으며 특히 구조물의 대형화 및 내진설계의 필수 요건으로 대두 되고 있다. 기계식 이음은 이음부의 성능에 따라 그적용 부위가 각각 다르며 이음부의 성능이 우수한 제품일수록 구조물의 이음위치에 관계없이 사용할 수 있다.

국내 이음 방법중 많이 사용되는 이음방법으로는 상온 압연스웨이징나사이음, 상온부풀림 나사, 강관압착이음, 가스압접이음, 테이퍼형잭, 나사편체등의 이음방법이 있다.

### 3) 기계식 이음의 설치규정

① 콘크리트 표준시방서-건교부

② ACI-318

③ 기계식 철근이음 품질 및 시공관리 기준-한국도로공사

### 4) 기계이음의 성능규정

① 콘크리트 표준시방서-건교부

② ACI-318

③ KS D 0248 - 철근 콘크리트용 봉강 기계식이음 검사방법

## 2. 기계적 체결이음의 종류

### 1) 나사식 이음

나사식 이음은 나사마디 체결이음과 단부나사 가공이음으로 나눌 수 있다.

#### ① 나사마디 체결이음 (국내에서 생산되지 않음)

나사마디 체결이음을 할 경우 커플러와 나사철근 사이가 느슨해지는 문제가 발생하므로 다음과 같은 방식으로 이 문제를 해결한다.

나사마디 체결이음은 철근을 나사와 같이 이음커플러에 돌려 끼워 접합하는 방식으로 이 이음기술에는 나선마디 철근이 전제되어야 한다. 또한 나선마디 철근은 일반적인 이형철근과는 달리 횡방향 리브(Rib)가 없고, 원주방향의 마디가 나사와 같이 나선방향으로 형성되어야 한다. 나선철근이 호환성이 없는 경우, 각 생산회사에서 생산되는 나선철근에 대응하는 전용커플러를 사용하여 이음해야 한다.

나사 체결 종류는 토오크(Torque) 고정방식과 충전 고정방식으로 나눌 수 있다.

#### - 토오크(Torque) 고정방식

커플러의 양 단부에서 록 너트(Rock-Nut)를 조여 커플러와 너트사이의 철근에 초기 인장력을 주는 방식과, 나사철근을 조여 초기인장력을 주는 방식이다.

#### - 충전 고정방식

커플러를 결합한 후 철근과 커플러 사이에 에폭시수지를 에어건(Air-Gun)으로 주입하여 이음부위를 일체화시키는 방식이다.

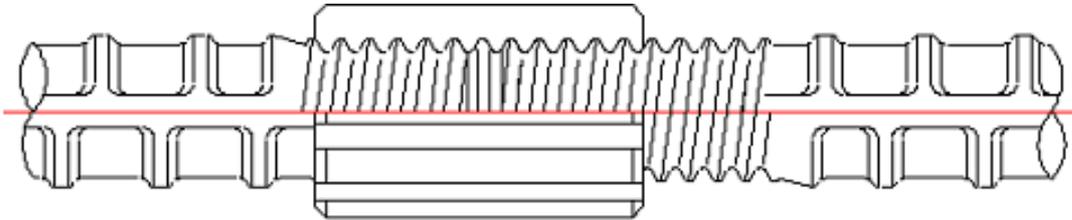


토오크(Torque) 고정방식

충진 고정방식

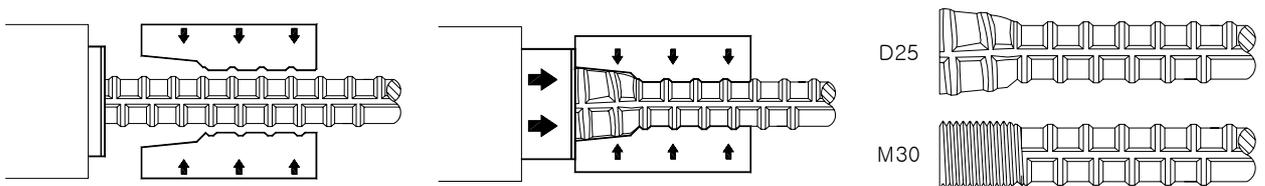
## ② 단부나사 가공이음

단부 나사가공이음은 이형철근의 단부에 나사가공을 하든지, 또는 철근단부에 별도로 나사를 마찰 압접하여 커플러와 너트를 사용하여 접합하는 방식으로 프리캐스트 콘크리트 부재 및 선조립 공법등의 특수한 목적등에 사용이 용이한 이음이다.



### 가. 단부 부풀림 나사이음

철근의 단부를 냉간(상온)에서 단면을 크게 부풀린 후 절삭 또는 전조나사를 가공하여 암나사가 가공된 커플러를 이용하여 연결하는 방법.



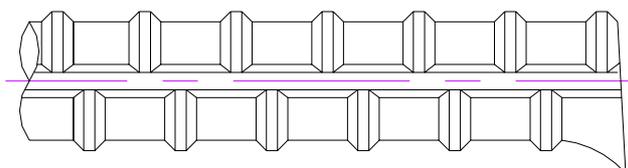
1)철근단부 부풀림

2)철근단부 부풀림 완성

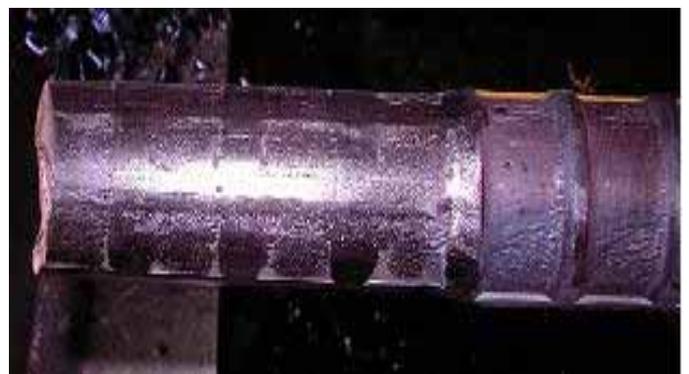
3)철근단부나사가공

### 나. 단부 압연스웨이징 나사이음

철근 단부의 마디와 리브를 냉간(상온)에서 압연스웨이징(누름)하여 전조나사를 가공하여 암나사가 가공된 커플러를 이용하여 연결하는 방법.



철근단부형상



1)단부 압연스웨이징



2) 단부면취



3) 전조나사가공

#### 다. 테이퍼 절삭나사이음

철근단부를 테이퍼 형상으로 나사를 절삭 가공하여 연결하는 방법.

-주) 미국 Erico사 기술인용

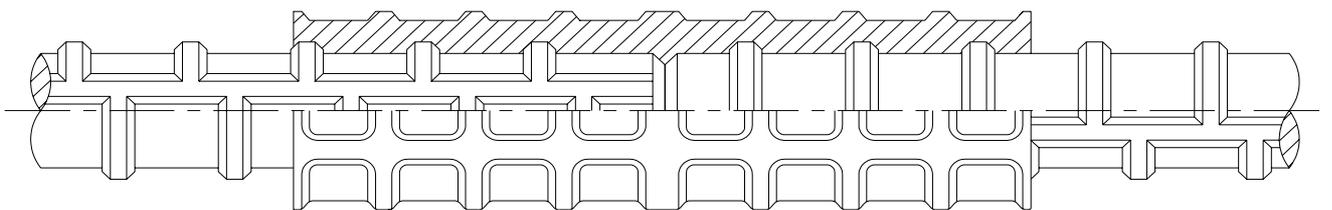


#### 2) 강관 압착이음

강관 압착이음은 접합하고자 하는 두 철근 사이에 슬리브를 끼워 넣고 슬리브를 유압잭 등으로 압착하여 접합하는 방식으로 기존 이형 철근의 사용이 가능하다.

강관 압착이음은 단속 압착이음, 연속 압착이음, 폭발 압착이음의 3종류로 나눌 수 있다.

슬리브의 길이는 D29, D38의 경우 각각 230mm, 260mm이나 이 이음방식은 슬리브와 철근 마디를 끼워서 접합하는 방식이므로 슬리브의 길이는 철근마디수로 결정된다. (대략 6마디 정도의 길이를 끼워 접합하므로 마디폭이 21mm정도일 경우 슬리브 길이는 250mm이다.)

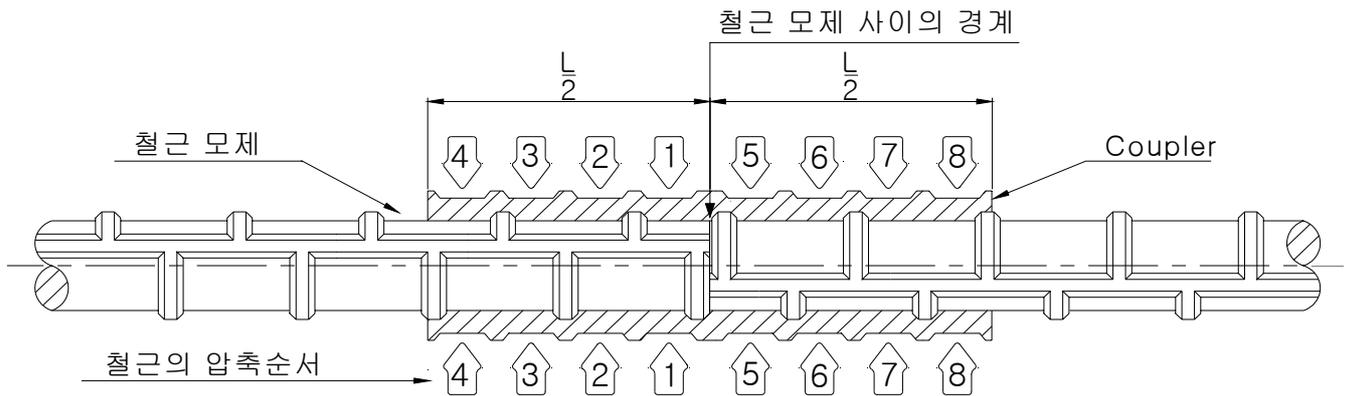


강관 슬리브 압착이음

가. 단속 압착이음(Grip Joint)

철근의 단부에 원통형 강관을 끼운 후 이 강관을 특수 유압잭을 사용 단속적으로 압착, 원통형 강관이 이형철근의 마디와 끼워져 접합되는 이음기술이다.

G-Loc Sleeve, G-Loc Wedge, Insert등을 이용하여 철근을 Sleeve사이에 끼운 뒤 Sleeve를 가압하여 조이는 방법으로서 수직(압축) 철근에만 사용할 수 있는 이 기술은 이음시간이 상당히 소요되는 단점이 있다.



나. 연속 압착이음(Squeeze Joint)

특수 유압잭을 사용하여 슬리브의 축선을 따라 연속적으로 한 방향으로 압착하는 방식으로 단속압착법에 비해 이음시간이 상당히 단축된다.

현재 많이 사용되고 있는 이음 기술중의 하나이다. - 국내 생산업체 없음.

다. 폭발 압착이음

화약의 폭발력에 의해 원통형 강관을 이형철근의 마디에 압착시키는 이음기술로 최근에는 잘 활용되지 않고 있다.

3) 충전식 이음

충진식 이음(강관내 충전이음)은 접합하고자 하는 두 철근사이에 약간 헐거운 슬리브를 끼운 후 슬리브 내에 충전 재료를 채워 넣어 접합하는 방식이다.

이 방식은 나선철근과 같은 특수한 철근이 필요 없고, 기존의 이형철근을 그대로 사용할 수 있는 방식으로서 충전하는 재료에 의해 모르타르 충전이음, 용융금속 충전이음의 두 가지로 나눈다.

### 가. 모르타르 충전이음

강관과 이형철근 사이에 모르타르를 충전하여 이형철근의 마디에서 발생하는 응력을 모르타르를 통하여 강관으로 전달하는 방식으로 강관과 이형철근 사이에 ±5mm 정도의 클리어런스(Clearance)가 있어 슬리브의 형상이 다른 이음보다 크게되는 반면, 철근과 강관의 공극이 커서 시공오차의 흡수가 비교적 용이하고 이음시 철근의 신축이 없으므로 프리캐스트 부재의 이음에 적절한 방법이다. 충전하는 모르타르는 무기질계의 무수축 모르타르이고, 강도는 700~1,000kg/cm<sup>2</sup> 정도이다.

#### - 선(先)모르타르 주입방식

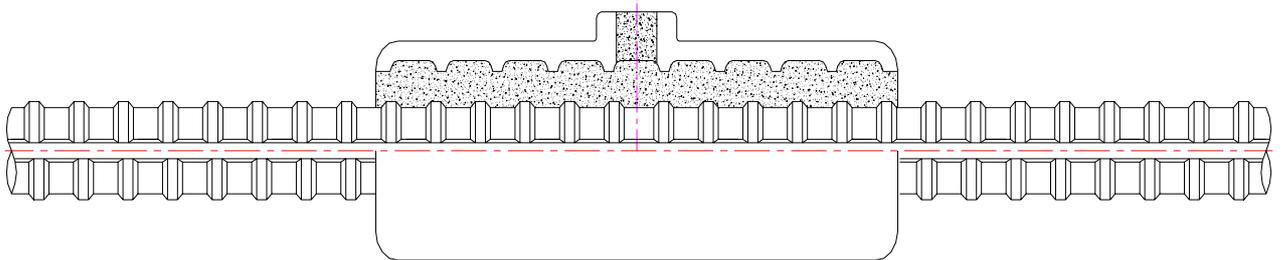
결속하고자 하는 한쪽 철근에 커플러를 설치한 후 커플러 내에 모르타르를 채운 후 다른 한 쪽 철근을 삽입하여 결속하는 방식

#### - 후(後)모르타르 주입방식

결속하고자 하는 한쪽 철근에 커플러를 설치한 후 다른 한쪽 철근을 삽입하고 슬리브 하부에 구성된 모르타르 주입구를 통하여 모르타르를 주입하는 방식

### 나. 용융금속 충전이음 (Cad Weld)

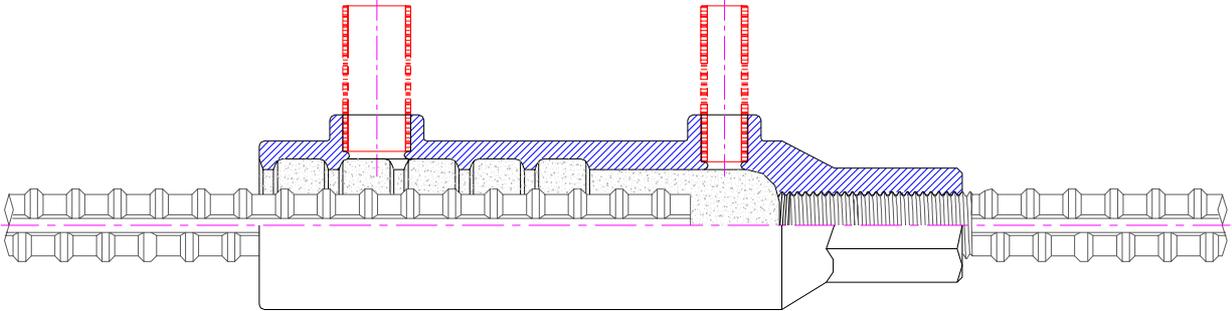
모르타르 대신에 용융금속을 충전하는 방식이다. 이음방식은 대단히 좋으나 이음부에서 충전재를 가열하는 장치가 필요하고 이런 장치가 일반적으로 대형이므로 현재는 잘 사용되지 않고 있다.



용융금속 충전이음

#### 4) 병용이음

병용이음은 상기한 이음을 조합하여 개발된 기술로서 나사이음, 모르타르 충전이음과 나선이음, 강관 압착이음 등이 있다. 이 이음은 주로 프리캐스트 콘크리트 부재의 이음을 위해 개발된 기술이다.



모르타르 충전이음과 나사이음의 병용이음

#### 5) 편체식 이음(현장 체결용)

편체식 이음은 철근마디의 마디외경 치수를 갖는 편체를 이용하여 철근을 연결하는 이음 방법으로서 현장 시공이 간편하지만, 철근의 형상에 따른 호환성이 떨어지고 Rebar Slip이 발생하므로 모르타르 충전 등의 후속작업이 필요하다.

##### 가. 내부분리형 테이퍼 편체(원터치 이음)

철근마디의 외경치수에 상응하는 홈이 가공된 편체를 서로 연결될 철근의 단부에 별도로 체결한 후 일체형 암·수커플러를 사용하여 연결하는 방법.



내부분리형 테이퍼 편체(원터치 이음)

##### 나. 내부 일체형 편체

철근마디에 상응하는 홈이 가공된 편체가 길게 1개로 되어 2개의 철근을 함께 체결하여 연결하는 방법. - 국내 생산이 중단된 상품.

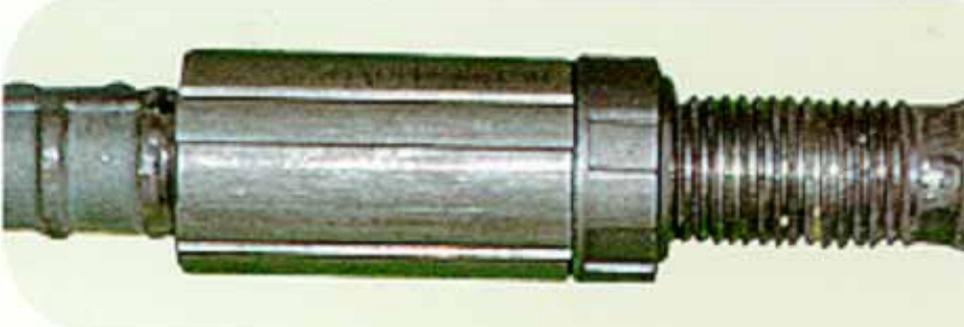
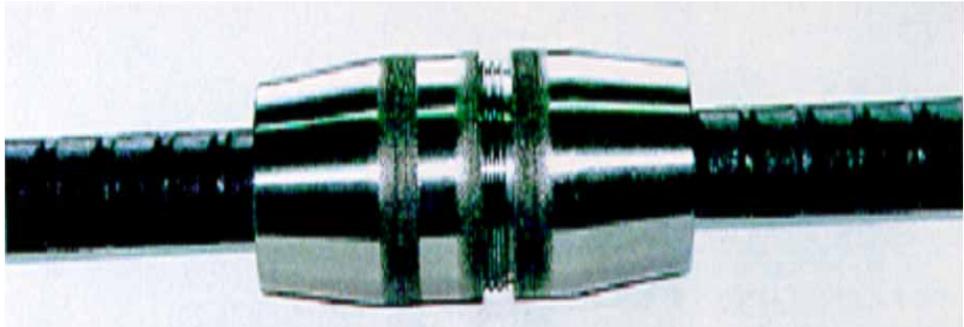
### 3. 기계적 이음의 특징

종 류	장 점	단 점
나 사 이 음	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 접합시 신축이 없다.</li> <li>· 시공이 용이하다.</li> <li>· 특수한 기능공이 불필요.</li> <li>· 기둥, 보 등의 이음에 적당.</li> <li>· 간단한 토오크렌저 등으로 조임 확인.</li> <li>· 안정된 품질 확보 용이</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 콘크리트 부재 조합시 별도 부품사용.</li> </ul>
강 관 압 착 이 음	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 특수한 기능공이 불필요.</li> <li>· 철근마디가 짧을 경우 짧은 슬리브 사용가능.</li> <li>· 기둥의 이음에 적당.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 접합시 철근이 다소 늘어남.</li> <li>· 철근직경이 크게 다를 경우 이음에 어려움이 있음.</li> <li>· 압착시 특수기계가 필요함.</li> <li>· 시공시간이 길고 장비기사가 상주하여야됨.</li> <li>· 철근 배근 간격 및 장소에 제한을 받음.</li> </ul>
모 르 타 르 충 진 이 음	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 접합시 철근의 신축이 없음.</li> <li>· 현장에서의 시공성이 우수.</li> <li>· 특수한 기능공이 불필요.</li> <li>· 이형철근 연결가능.</li> <li>· 이음시 특수한 기계가 불필요.</li> <li>· 수동 모르타르 Gun정도만 필요.</li> <li>· 철근과 슬리브 사이의 간격이 넓음.</li> <li>· 오차를 용이하게 흡수할 수 있음.</li> <li>· PC부재의 이음, 보부재 이음에 유리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 다른 이음에 비해 크기가 다소 큼.</li> <li>· 무수축 모르타르가 필요.</li> </ul>
편 체 식 이 음	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 현장에서 간단히 시공.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 철근에 따른 호환성 저하.</li> <li>· 마디 형상에 따라 적용성 변화. <ul style="list-style-type: none"> <li>-자형, X형, V형</li> </ul> </li> <li>· 가격이 다소 비싸다</li> </ul>
용 용 금 속 충 진 이 음		<ul style="list-style-type: none"> <li>· 특수장비 필요.</li> </ul>

#### 4. 기계식이음 공법별 분류

이음방법		장 점	단 점
단부 나사 가공 이음	압연 스웨이징나사	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이음체결시 신축이 없음</li> <li>• 특수한 기능공이 불필요</li> <li>• 시공이 용이하여 체결시간이 짧다.</li> <li>• 기둥,보 등의 이음에 적당</li> <li>• 안정된 품질 확보 용이</li> <li>• 나사형상이 둥근나사로 되어 나사산의 손상이 없으며 체결성이 좋다.</li> <li>• 철근의 조직이 매우 안정된 구조를 나타낸다.</li> <li>• 커플러의 길이와 외경이 작다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 나선 및 원형 띠철근 시공성 저하</li> </ul>
	부풀림나사	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이음 체결시 신축이 없음</li> <li>• 특수한 기능공이 불필요</li> <li>• 시공이 용이하여 체결시간이 짧다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 열간가공에 의한 철근조직 변화</li> <li>• 냉간 가공시 가공경화에 의한 조직의 인성저하</li> <li>• 나선 및 원형 띠철근 시공성 저하</li> <li>• 커플러의 길이와 외경이 다소 크다.</li> <li>• 나사가공시 철근길이 줄어든다.</li> </ul>
	테이퍼 절삭나사	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이음 체결시 신축이 없음</li> <li>• 시공이 용이하여 체결시간이 짧다.</li> <li>• 현장 가공이 용이하다</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 나선 및 원형 띠철근 시공 불가</li> <li>• 철근 모재를 절삭가공하므로 이음부 성능이 저하</li> <li>• 철근을 돌려서 시공하므로 시공성 저하</li> <li>• 체결력에 따른 품질관리가 어렵다.</li> </ul>
강관압착이음		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 특수한 기능공이 불필요</li> <li>• 마디 간격이 짧을 경우 짧은sleeve사용 가능</li> <li>• 기둥의 이음에 적당</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이음 체결시 철근이 다소 늘어남</li> <li>• 철근직경이 크게 다를 경우 이음에 어려움이 있음</li> <li>• 고소, 협소한 장소 작업의 어려움</li> <li>• 압착시 특수기계가 필요</li> <li>• 시공성이 떨어짐</li> </ul>
충진식이음		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 접합시 철근의 신축이 없음</li> <li>• 현장에서 적용성이 넓은</li> <li>• 서로 다른 규격의 철근이음 용이</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 특수장비 필요</li> </ul>
편채식이음	내부일체형	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 철근 배근과 동시 작업 가능</li> <li>• 특수장비가 필요 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 철근 제조회사에 따라 호환성이 없음</li> <li>• 나선 및 원형 띠철근 시공성 저하</li> <li>• 철근마디형상에 따라 적용성 변화</li> <li>• 커플러 길이가 길고 외경이 크다.</li> </ul>
	내부분리형	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 특수장비가 필요 없음</li> <li>• 철근 제조회사에 따른 호환성이 좋음</li> <li>• 나선 및 원형 띠철근 시공성이 뛰어난</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 가격이 다소 비싸다.</li> <li>• 커플러 외경이 크다. (철근 직경의 약 1.8배)</li> </ul>

## 5. 기계식 철근이음 공법별 조립상태도

	<p>압연 스웨이징나사</p>	
<p>단부나사 가공이음</p>	<p>부풀림나사</p>	
	<p>테이퍼절삭나사</p>	
<p>강관압착이음</p>		
<p>편체식 이음</p>	<p>내부분리형</p>	

## 6. 기계식 철근 이음공법 시공사례

### 1) 건축부문



서울 삼성동 I-PARK현장(나사이음 현장) - D41, D38, D35, D32



동덕여대현장(현장체결식)



봉천동 아파트현장(현장체결식)

1) 토목부분



중부내륙 5공구 문주2교 시공 현황판



시공현황사진



광주 월드컵 경기장



수원 월드컵 경기장



현풍-김천1공구(지상 선조립)



선조립 시공 완료 후 거프집 해체



서해대교(선조립 광경)



서해대교(선조립 철근망 이동)



서해대교(육상부 선조립 시공)



서해대교(해상부 사장교 조립)



인천대교(선조립 광경)



인천대교(선조립 광경)



인천대교(선조립 광경)



인천대교(선조립 광경)



D 2400 작업대를 거치한 장면



인천대교(철근망 이동)



인천대교(해상부 주탑 조립)



인천대교(해상부 고가교 조립)



인천대교(해상부 고가교 조립)



인천대교(해상부 고가교 조립)



인천대교(사장교 주탑)



인천대교(사장교 주탑)