

# 철근공사의 코일철근(Bar in Coil) 적용타당성 분석

## Analysis of Bar in Coil's Application to Rebar Work

이현수\*      김재곤\*\*      박문서\*\*\*      김현수\*\*\*\*      황성주\*\*\*\*\*  
Lee, Hyun-soo      Kim, Jaegon      Park, Moonseo      Kim, Hyunsoo      Hwang, Sungjoo

### Abstract

The proportion of rebar factory manufacturing which has been settled down in Korea recently seems to increase because of their strength such as high decreasing rate of rebar loss and manufacturing accuracy and the external factors such as an increase of downtown projects and a decrease of skilled workers. However, factory manufacturing using straight rebars causes a certain amount of rebar loss and an environmental problem including CO<sub>2</sub> emissions. To solve these problems, Bar in coil (BIC) has been introduced; however its application is very rare because it has not been produced so far in Korea and manufacturing machines of BIC are very expensive. Also, although BIC's application is expected to expand due to its strengths, few analysis of its application has been conducted. Therefore in this study, analysis of the BIC's characteristics and the influence to the rebar manufacturing industry are conducted for the advancement of rebar work as a basic research.

To achieve this, inquiry on the present condition of rebar manufacturing industry in Korea is implemented. Then, the validation of BIC's applications by aspects of industry and the analysis of stakeholders' economical profit and loss are conducted.

**Keywords :** Bar in coil(BIC), Rebar loss, Rebar manufacturing, Application

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

철근공사는 콘크리트공사와 함께 건축물의 품질과 구조적 안정성에 큰 영향을 미치는 중요한 공사이다. 또한 철근공사는 직접공사비의 약 9.8%(한국건설기술연구원 1999), 철근가공 조립비는 총공사비의 약 5~6%를 차지하고 있어(주진규 2003) 사업비 관리에 매우 중요하다.

이러한 이유로 철근공사의 생산성과 품질 향상을 통한 원가절감에 대한 많은 노력들이 시도되었다. 그 예로 철근 손실실태 분석, 손실 최소화 방안 및 철근가공방식 개선 연구가 진행되어 왔다. 특히 철근가공에 관한 연구(Gul Polat et al 2006, 조훈희 2007)를 보면 공장가공이 현장가공보다 정밀도 향상, 손실률 저감 등 불확실성 개선 및 효율성이 향상됨을 알 수 있다.

그러나 공장가공이 여러 현장을 대상으로 자동화로 진행되어도 정척(Straight)철근을 사용하면 절단 손실이 발생할 수밖에 없고, 발생 손실은 고철로 유통되어 재생산 과정을 거친다. 이

\* 중신회원, 서울대학교 건축학과 교수, hyunslee@snu.ac.kr

\*\* 일반회원, 서울대학교 건축학과 석사과정, jagon@snu.ac.kr

\*\*\* 중신회원, 서울대학교 건축학과 부교수(교신저자), mspark@snu.ac.kr

\*\*\*\* 일반회원, 서울대학교 건축학과 박사과정, verserk13@snu.ac.kr

\*\*\*\*\* 중신회원, 서울대학교 건축학과 박사과정, nkkt14@snu.ac.kr

과정에서 에너지 낭비와 같은 경제적 손실 뿐 아니라 CO<sub>2</sub>배출과 같은 환경 문제도 부가적으로 발생한다.

이러한 손실 문제를 해결하기 위해 철근가공도, 배근시공도 작성, 고강도철근 사용 외에 코일철근(Bar in coil) 적용이 대안의 하나로 제안되고 있다(김동진 2004). 코일철근은 타래철근으로도 불리며, 직선형태의 정척철근과 달리 그림 1과 같이 롤 형태로 제작된다. 또한 대구경 원형 기둥의 띠철근을 대신하거나 스티럽, 후프 등 절곡작업이 필요한 부위에 주로 사용 가능한 철근이다. 그 동안 국내에서 생산되지 않고, 고가의 장비비 등의 이유로 일부 현장에서만 수입해서 사용되어 관련 자료와 연구는 부족하다.



그림 1. 코일철근 사진

따라서 적용 현장과 관련 연구가 부족하기 때문에 향후 코일철근에 대한 장·단점 등 재료적 특성에 대한 연구와 도입에 따른 철근가공 산업의 변화를 예측할 필요성이 있다. 이를 위해 본 연구는 철근가공산업의 이해관계자인 건설사, 가공공장의 입장에서 산업적 측면과 경제적 측면에서 타당성을 분석하여 코일철근의 도입이 누구에게 도움이 될지를 확인하여 국내 도입단계의 적용성을 검증하고, 향후 건설산업에 미칠 효과를 예측하는 기초 연구로서 진행한다. 또한 향후 철근가공산업 선진화를 위해 필요한 연구방향을 제안한다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 코일철근 적용타당성을 건설사 및 가공공장 측면에서 분석한다. 이를 위해 연구범위를 철근가공 분야 및 손실률 저감과 공장가공 활성화 방안으로 제안된 코일철근으로 한정하며, 연구의 진행절차는 그림 2와 같다.

- 1) 기존 문헌과 설문조사를 통해 철근가공 현황, 코일철근 특성 및 장·단점을 조사한다.
- 2) 코일철근 적용시 기존 가공방식과 차이점 및 가공산업의 변화를 분석한다.
- 3) 산업적, 경제적 측면에서 코일철근 도입시 적용 타당성을 분석한다.
- 4) 분석내용을 요약하고, 향후 연구방향을 제시한다.



그림 2. 연구의 내용 및 절차

## 2. 철근가공 실태 및 선행연구 분석

### 2.1 국내 철근가공 실태

그림 3과 같이 국내 철근가공 방식의 변화과정을 보면, 1980년대까지 철근콘크리트 전문업체나 철근업자가 현장에서 인력가공으로 진행되어 오다 배근시공도 작성 의무화(1995년), 건축공사표준시방서에서 기계적 방법에 의한 가공이 규정(1999년)되면서 현장 기계가공 방식으로 전환된다.

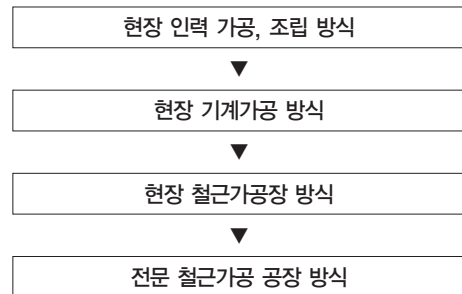


그림 3. 철근가공 방식의 변화 과정

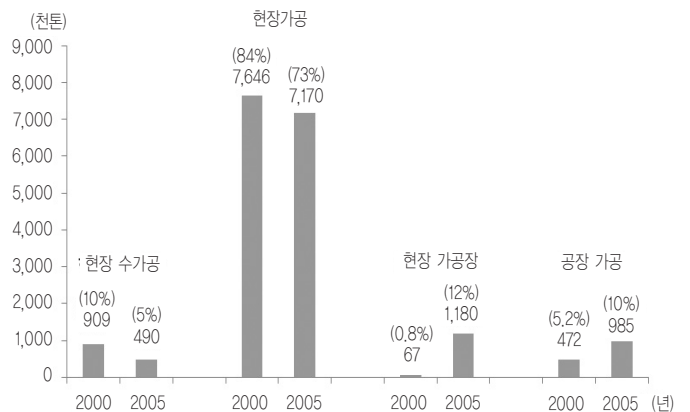


그림 4. 가공방식별 철근 가공량 (김광호 2007)

이후 대규모 현장의 경우 철근가공기계 시스템을 도입한 경우도 있으나, 그림 4와 같이 점차 도심지공사 증가로 야적장 부족, 숙련공 확보 어려움으로 전문공장에서 가공한 철근을 현장에 반입하여 조립하는 사례가 증가하고 있다.

표 1. 공장가공 철근가공량 (철근가공업협동조합 2011)

| 년 도    | 2008년     | 2009년     | 2010년     |
|--------|-----------|-----------|-----------|
| 가공량(톤) | 2,658,915 | 3,163,068 | 3,256,917 |

한편 표 1은 철근가공업협동조합에서 조사한 최근 3년간의 철근 공장가공량으로 2010년 기준 약 325만톤으로 공장가공의 장점이 알려지면서 현장가공에서 공장가공으로 빠르게 전환되고 있음을 보여준다.

## 2.2 선행연구 분석

건설공사 중 철근공사 효율성 및 생산성 개선을 위해 다양한 연구가 진행되어 왔다. 관련 기존 연구를 살펴보면, 손실률 저감 및 생산성 개선을 위해 최적조합 알고리즘, 유전자 알고리즘 등을 사용하였다(김선국 외 1991, 이재열 외 1996, 조훈희 외 1996, 박우열 2004). 또한 철근가공 자동화에 대한 연구는 CAD/CAM기반의 경제성 분석 및 CIC기반의 자동화 연구가 진행되었으며(Navon 외 1996, Dunston 외 2000), 공장가공 활성화 및 현장가공과의 비교 연구(김동진 외 2004, Gul Polat 2006, 조훈희 외 2007)가 진행되었다.

이 중 철근가공 관련 연구를 보면 공장가공 합리화 및 활성화 방안으로 ①코일철근의 도입 ②선조립 공법의 도입 ③철근가공 형상 표준화 ④시공성을 반영한 배근상세도 작성 및 철근가공 형상표 산출 전산화 배근작업의 표준화 ⑤ADC(Automatic Data Collection)기반 철근자재추적 시스템 도입이 제안되고 있다(김동진 2004, 조훈희 2007). 이러한 연구를 바탕으로 다양한 규격의 정척철근 생산, 철근가공도의 표준화, 배근시공도 작성, 철근가공 정보 자동화에 대한 연구는 현장 적용 단계에 이를 정도로 진행되었다.

한편 2004년 이후 철근 가격의 급격한 상승으로 손실률이 동일해도 손실 금액이 증가하면서 코일철근에 대한 관심과 도입 필요성이 증가했다. 그러나 손실률 저감 면에서 강점이 있음에도 국내 미생산, 고가의 장비 등 여건이 조성되지 않아 국내 철근 관련 요구사항의 응답의 한 항목으로 언급되었을 뿐(조영근 2009), 가공산업에 미치는 영향 등 관련 연구는 미흡하다. 표 2는 철근공사 관련 연구를 정리한 표로 코일철근을 주제로 다룬 연구는 전무한 실정이다.

표 2. 선행 연구분석

| 연구분야                    | 내용   | 저자  |
|-------------------------|--|---|
| 철근공사<br>생산성 및 손실률<br>저감 | 철근공사 생산성 분석 및 향상 모델 연구   | 주진규외(2003)  |
|                         | 철근공사 표준화 개발 현황 및 합리화 방안  | 양지수(2001)   |
|                         | 철근 최적조합 알고리즘 및 손실 최적화를 통한 철근 손실률 저감방안 연구                             | 김선국외(1991)<br>박우열외(2004)                                |
|                         | 현장가공방식과 공장가공 방식의 실태조사 및 철근 손실률 비교 분석                                 | 조훈희외(1996)  |
|                         | 철근공사 손실발생요인 분석, 원가절감 방안제시 및 프로세스 낭비요소 제거 방안                          | 문정문(2001)<br>김광희외(2002)                                 |
| 철근가공<br>및<br>자동화        | 전산화를 통한 건축물 생산 통합자동화 및 시공상세도, 물량산출시스템 개발 연구<br>철근 기계화 가공 시스템 유형 및 현황 | 김선국외(1994)<br>함치선외(1998)<br>양지수(2003)                   |
|                         | CAD/CAM기반 철근가공 시스템 경제성평가<br>CIC기반의 자동화된 철근절곡작업 관리<br>철근가공 표준화 방안 연구  | Navon et al.(1996)<br>Duston et al.(2000)<br>조영근외(2009) |
|                         | 철근 공장가공 실태 분석과 합리화 및 활성화 방안 및 현장가공과, 공장가공의 경제적 타당성 비교 분석             | 김동진외(2004)<br>Gulpolatetal.(2006)<br>조훈희외(2007)         |
|                         | 선조립 공법 및 접이식 선조립 공법 연구   | 정영철외(2010)  |
| 철근공사<br>정보관리            | 철근공사 단계별 문제점 파악 및 개선방안 도출  | 박우열외(2004)  |

## 3. 코일철근 특성 및 영향 분석

### 3.1 코일철근 적용가능 부위 및 장·단점

코일철근 관련 자료를 보면, 그 동안 대만, 일본 등에서 수입하여 사용되었으나 국내 P제강사에서 생산한 코일철근이 강화도 교동 연륙교, 인천대교 등 대형 교량에 적용되었고, 최근부터 D제강사에서 생산되고 있다. 표 3은 국내·외에서 생산되는 코일철근 규격을 웹사이트와 제강사 코일철근 담당자를 통해 수집, 정리한 자료이다.

표 3. 코일철근 생산규격 사례조사

| 구분 | F사 (대만)           | N사 (일본)                       | D사 (한국)             |
|----|-------------------|-------------------------------|---------------------|
| 두께 | D13~D36           | D4~D19                        | D10~D16             |
| 강도 | SD280,SD420,SD490 | SD295A, SD345<br>SD390, SD490 | SD300,SD400,SD500   |
| 내경 | 950               | 720~1,100                     | 700                 |
| 외경 | 1,250             | 1,150~1,550                   | 1,000~1,050(규격별 변경) |
| 높이 | -                 | 500~900                       | 700                 |
| 중량 | 1.5~2.0 톤         | -                             | 1.56 톤              |

#### 3.1.1 코일철근 적용가능 부위

코일철근은 16mm이하(해외는 주로 20mm이하)로 생산되어 Mass 구조물의 기둥, 보의 주근으로 활용되기는 어렵다. 따라서 주로 스티럽, 후프와 같은 보조근이나 계단 등 여러 번 절곡이 필요한 부위 또는 난간턱 등 수작업이 어려운 경우에 강점이 있다.

작업자 인건비가 높고, 숙련공을 적은 유럽 등 선진국에서는 그림 5의 좌측과 같이 수작업이 힘든 복잡형상 가공시 안전성과

효율성 개선을 위해 코일철근이 활용된다. 또한 우측과 같이 기둥, 보 등을 공장 제작후 현장 운반하여 조립하는 선조립 공법에도 코일철근이 사용된다.

코일철근 자동가공 장비

기둥제작(케이지 풀) 장비



그림 5. 철근자동화 가공기계

또한 그림 6과 같이 슬래브, 벽체 등 동일 철근의 반복적 시공이 필요한 부위에 멀티바(multi-bar)를 활용한 선조립 공법에 이용된다. 이는 정척철근을 현장에서 배근한 뒤 조립하는 방식에서 탈피, 공장에서 용접된 철근망을 조립함으로써 인력의존도를 줄이고 작업성을 향상시키는 사례이다.



그림 6. 멀티바(multibar) 제작·현장시공

한편 국내의 경우 운반비 과다, 다양한 평면으로 인한 비모듈화 등의 이유로 선조립이 활성화되고 있지 않지만, 인건비가 증가하고, 작업자를 구하기 어려워지면서 자동화 가공 및 선조립 공법에 대한 관심이 증가하고 있다. 그림 7의 우측 사진은 국내 교량공사시 수입산 코일철근을 적용한 사례로 대구경 파일의 띠철근 적용시(좌측 사진) 작업 효율성이 떨어지는 단점을 개선하여 생산성 향상에 도움이 된다. 즉 최근 국내에서도 교량, 초고층 건물의 대구경 파일 제작시 코일철근을 활용하여 작업성 개선시키려는 시도가 진행되고 있다.

띠철근

나선철근



그림 7. 대구경 파일 철근 가공

### 3.1.2 코일철근의 장·단점

코일철근의 절단, 절곡은 자동화 시설을 갖춘 공장에서 이루어지므로 공장가공의 장점을 가지며, 연속된 철근이 필요한 도로, 교량 등 복잡한 형상 가공시 안전한 작업이 가능하다. 전문가인터뷰(11년 4월 10일부터 6월 15일까지 제강사, 가공공장, 가공기계 수입업체 담당자를 대상으로 실시)를 통해 코일철근의 장·단점을 조사 정리하였다.

첫째, 정척철근은 최대 12m까지 운반 가능하지만 코일철근은 길이 한계가 거의 없다.

둘째, 롤로 감긴 철근을 필요한 만큼 잘라서 사용하기 때문에 자투리 철근 발생이 제로에 가깝다.

셋째, 철근가공 숙련공이 덜 필요하고, 작업자를 줄일 수 있어 인건비 절감이 가능하다.

넷째, 철근가공시 정밀도가 우수, 가공품질이 향상된다.

다섯째, 기둥의 띠철근 대신 나선철근으로 적용시 콘크리트 구속 성능이 증가하여 횡중 저항능력이 증가한다.

여섯째, 공장가공 방식으로 선조립 공법과 연계시 공사기간 단축에 유리하다.

위와 같이 코일철근이 여러 장점이 있는 반면 한계와 단점도 있다. 이 역시 철근공장가공의 단점과 유사하다.

첫째, 주로 20mm이하(국내 D16이하)로 생산되어 주철근 등 가공 손실률이 높은 부위 적용에 제한적이다.

둘째, 숙련공은 덜 필요하지만 자동화 설비를 갖추기 위한 고가의 장비와 추가적 공간 확보가 필요하다.

셋째, 공장가공의 경우 대개 가공계획을 미리 세워 가공하는데 설계변경이 빈번할 경우 현장대응 능력이 떨어진다.

넷째, 정척철근은 얇은 철근가공시 여러 가닥 동시 가공이 가능하나, 코일철근 가공기계는 최대 2가닥까지 동시 작업이 가능하여 대량생산시 생산성이 저하될 수 있다.

### 3.2 코일철근 적용시 철근공사의 변화

3.1.2에서 살펴본 바와 같이 여러 장·단점을 가진 코일철근의 건설공사 도입에 따른 예상 변화를 조사 정리하였다. 그림 8은 철근공사 관련 업무 프로세스로 이 과정에서 코일철근 도입에 따른 직접적인 변화가 예상되는 물량산출 및 철근가공 단계를 중심으로 조사하였다.

인터뷰와 설문조사는 2011년 5월 10일부터 6월 30일까지 건설사(건축팀 및 현장공무)와 철근가공공장 관리자를 대상으로 실시하였다. 설문조사는 건설사 50개사, 철근가공공장 30개사(답변업체: 건설사 17, 철근가공공장 10)를 대상으로 총 130부의 설문지를 배포하여 이중 총 52개의 설문지가 회수되었으나, 중복



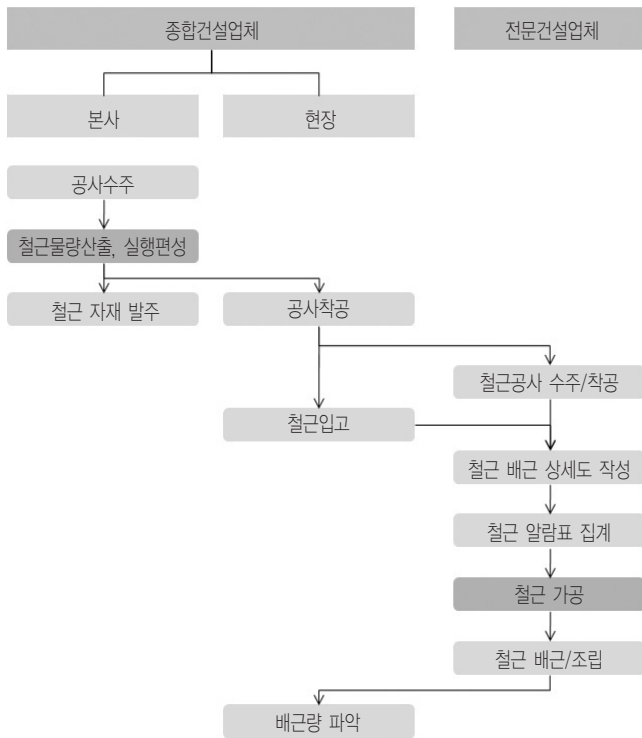


그림 8. 철근 공사 진행 과정 (조준희 2007)

표 4. 철근 할증률, 가공비

| 항 목   | 주요 설문조사 내용 | 설문조사결과 (해당업체/답변업체)  |
|-------|------------|---|
| 건설 회사 | 철근 가공 할증률  | • 할증률<br>현장가공:3~8% (15/17개사)<br>공장가공:3% 이하 (13/17개사)  |
|       | 철근 가공비     | • 철근 가공비<br>현장가공:2.5~3만원 (8/17개사)<br>공장가공:3.5만원미만 (6/17개사)<br>3.5만원이상(11/17개사)  |
| 가공 공장 | 일반 사항      | • 공장 일반 현황<br>• 가공량 및 작업자수<br>• 가공량:1.8~2.2천톤/년(7/10개사)   |
|       | 코일철근 관련 사항 | • 자재의 손실률<br>3% 이하:7개사, 3% 이상:3개사<br>• 손실률 저감 업무<br>• 코일철근 가공기계 보유여부<br>• 코일철근 가공기계 도입계획<br>• 3,2,2절에 기술<br>• 5개사 보유중<br>• 답변업체 중 3개사 도입 계획 |
|       | 개선 방안      | • 코일철근 도입 저해요인<br>• 코일철근 활성화 필요 사항<br>• 4,1장 산업적 측면에 기술<br>• 5장 결론에 기술  |

또는 부적절하게 작성된 설문지 9부를 제외한 43부를 분석대상으로 설정하여 유효 회수율은 33%이다. 주요 설문내용 및 결과는 표4와 부록 및 4장. 적용타당성 분석에 추가적으로 기술한다.

### 3.2.1 실행예산 편성 단계

건설사에서 실행예산 편성시 현장가공은 3~8%를 적용하지만, 공장가공의 경우 설문조사 답변업체 17곳 중 13개사가 3%이하로 적용, 건설표준품셈 기준인 3%를 적용하고 있다. 이러한 상황에서 코일철근을 적용하면 손실률이 제로에 가까워 할증률

이 현재보다 낮아진다. 그러나 표5의 철근 할증률은 모든 규격의 손실률을 평균한 수치로 코일철근의 생산규격 및 적용가능 비율을 감안하면 변화는 제한적이다.

표 5. 철근 할증률, 가공비

| 구 분       | 현장가공            | 공장가공           |
|-----------|-----------------|----------------|
| 할증률(실행예산) | 3~8%            | 3% 이하          |
| 톤당 가공비    | 25,000원~30,000원 | 30,000~40,000원 |

표 6은 국내 아파트와 주상복합 현장 3곳의 철근 소요량으로 국내 코일철근 생산규격인 D10~16 철근이 65~70%를 차지, 여기에서 비가공 철근과 절단 등 단순가공 철근비율 60~70%를 제외하면 전체 철근 중 20~30%를 코일철근으로 적용 가능하다. 따라서 20~30%의 철근손실률이 0%라면 현 공장가공시 할증률 3%는 2.0~2.5%로 변경 가능하다.

표 6. 현장별 철근 사용량<sup>1)</sup> (단위:ton, %)

| 현장명  | D10~D16 | D19    | D22이상  | 합 계     |         |
|------|---------|--------|--------|---------|---------|
| 아파트  | 군포L     | 4,521  | 982    | 1,401   | 6,904   |
|      |         | 65.50% | 14.20% | 20.30%  | 100.00% |
|      | 김포H     | 6,866  | 831    | 2,044   | 9,741   |
|      |         | 70.50% | 8.50%  | 21.00%  | 100.00% |
| 주상복합 | 송도T     | 6,296  | 834    | 2,337   | 9,467   |
|      |         | 66.50% | 8.80%  | 24.70%  | 100.00% |
| 평균   | 67.50%  | 10.50% | 22.0%  | 100.00% |         |

한편 정척철근은 절단 후 절곡의 두 단계를 거쳐 작업이 진행되기 때문에 단계별로 작업자가 필요하지만 코일철근의 경우 절곡과 절단을 하나의 기계에서 수행, 필요 작업자수가 줄어 인건비가 감소한다. 반면 코일철근 가공 장비는 고가로 장비 구입 초기 비용이 상승한다. 즉 작업자 감소로 인건비는 감소하지만 장비비는 증가하여 철근가공비가 다소 증가하거나 loss을 변화로 상쇄될 것으로 예상된다. 이에 대해서는 4.2절 경제적 측면의 타당성 분석에서 구체적으로 기술하였다.

### 3.2.2 철근가공 단계

한편 철근가공 단계의 변화를 살펴보기 위해 가공공장의 업무 프로세스를 살펴보면 그림 9와 같다. 크게 입고, 가공, 출고의 3 단계로 진행되는데, 이 과정에서 코일철근 적용에 따라 변화가 예상되는 건설공사 주요 투입요소 중 작업자, 자재 및 장비에 대해 조사하였다.

#### 1) 작업자(Men)

우선 작업자에 대해 살펴보면, 철근 가공시 작업자는 bar list를 바탕으로 구조설계도면 및 시방서 기준에 맞게 절단·절곡 작업을 진행하는데(박우열 2005), 이때 작업자는 가공 정보를

1) D19 철근은 해외에서 생산되고 있는 코일철근 규격으로 향후 국내 생산 가능성을 고려하여 별도로 분류함.

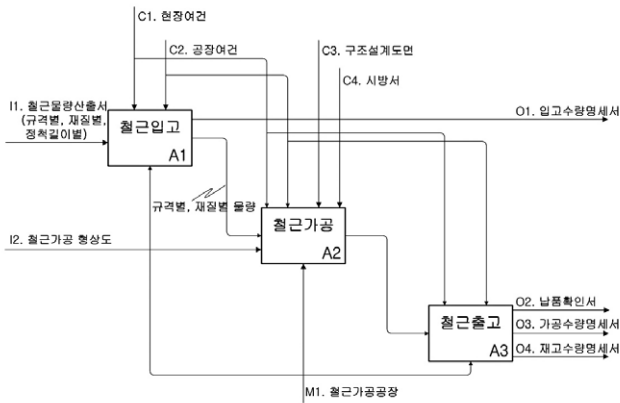


그림 9. 철근 가공공장 업무 프로세스 (박우열 2005)

일일이 확인해야 한다.

그러나 자동화 가공의 경우 입력한 가공정보대로 작업이 진행되는지만 확인하면 된다. 또한 절곡 작업이 필요한 스티립, 후프의 경우 절단 후 절곡의 두 단계로 진행되지만, 코일철근은 표 7

표 7. 철근가공 작업시 필요 작업 인원

| 정척철근 | 작업순서   | 절단  | 이동    | 절곡 | 합계 |
|------|--------|-----|-------|----|----|
|      | 작업자(명) |     | 2     | -  | 2  |
| 코일철근 | 작업순서   | 직선화 | 절곡+절단 |    | 합계 |
|      | 작업자(명) | -   | 2     |    | 2  |

과 같이 직선화 장비를 거쳐 절곡·절단 작업이 동시에 이루어져 작업자가 덜 필요하다.

한편 철근가공공장을 대상으로 한 철근가공작업자 연간 가공량에 대한 설문조사에서 업체 10곳 중 7개사가 평균 1.8~2.2천톤/년에 달한다고 답변하였다. 따라서 작업자 1인당 평균 철근가공량을 약 2천톤이라 하면 정척철근 적용시 4인의 연간 가공량인 8천톤을 코일철근으로 대체시 2인이 가공할 수 있으면 현재와 동일한 생산성이 확보된다.

2) 자재(Material)

다음으로 철근의 경우 정척철근은 6~12m길이로 보통 1m 단위로 재단하여 일정 단위로 묶어 배송된다. 최근에는 일정톤수 이상이면 10cm미터 단위도 주문이 가능하지만, 주문 대기시간이 늘어나고, 자재관리가 복잡하다. 또한 가공공장에서는 입고부터 출고시까지 강도별, 규격별, 정척길이별로 관리되어야 하고, 재고데이터 역시 규격별, 정척길이별 조회가 가능해야 부족할 때 적정수량 조달이 가능하며, 작업지체를 초래하지 않는다.(박우열 2005) 또한 손실 저감을 위해 여러 현장을 대상으로 자재 관리를 하고, 상세도 작성됨을 별도로 운영하는 등 다양한 방법을 적용한다.

그러나 코일철근 활용시 1.5~2ton의 일정한 철근이 롤 형태로 생산되기 때문에 길이별 주문과 관리가 불필요하다. 또한 롤로 감겨진 철근이 필요한 길이만큼 자동으로 가공되기 때문에 자재 손실을 줄이고 재고를 효율적으로 관리하기 위한 시간과 노력이 감소한다. 반면 롤로 감겨져 생산되기 때문에 정척철근과 별도로 보관, 관리가 필요하다. 이는 코일철근 생산규격(D10~16) 전량을 정척철근으로 대체하여 적용할 수 없기 때문에 기존의 정척철근 보관 장소 외에 코일철근 가공, 관리를 위한 공간이 필요하다.

3) 장비(Machine)

마지막으로 장비와 관련하여 코일철근 가공 장비는 일반적으로 ①직선화 ②절단 ③절곡·절단 장비로 구분되며, 이 외에 선조립을 위한 기동제작 기계 등이 있다. 이 중 정척철근 장비와 가장 큰 차이는 코일철근이 롤로 감겨져 생산되는 특성상 직선으로 펴는 장비가 추가적으로 필요하다. 이 장비를 통해 철근가공 전 직선화 작업이 진행된 후, 절단 또는 절곡·절단 기계를 거쳐 철근가공이 완료된다.

이러한 차이를 보이는 코일철근용 절곡·절단용 장비비는 동일한 성능을 제공하는 정척철근용 장비보다 2배 이상 차이가 나며, 구체적인 자료는 4.2절 경제적 분석에서 기술하였다.

4. 적용 타당성 분석

코일철근 적용 타당성 분석을 위해 산업적, 경제적 측면에서 실시하였다. 산업적 측면 분석을 위해 가공산업 현황 및 문제점을 파악하고, 경제적 측면에서는 코일철근 도입과 관련된 직접적 이해관계자인 건설사 및 가공공장의 입장에서 도입에 따른 손익 분석을 통해 적용 타당성을 판단한다.

4.1 산업적 측면

국내 철근가격은 그림 10과 같이 '00년 이후 꾸준히 상승하여 '11년에 85만원 내외로 형성되고 있다. 철근가격 상승과 동시에 고철가격도 상승하여 45만원 내외로 형성되고 있다. 따라서 고철판매 수입을 제외한 손실액 추정시 1만톤의 철근이 필요한 현장의 손실률이 3%일 경우, '01년에 발생한 약 1억원의 손실이 '11년엔 약 2.5억원으로 증가하기 때문에 손실저감을 위한 관심과 노력이 증가했다. 또한 인건비 증가, 숙련공 감소는 이를 더욱 증가시키며, 그 노력의 일환으로 공장가공 활성화가 설득력을 얻고 있다.

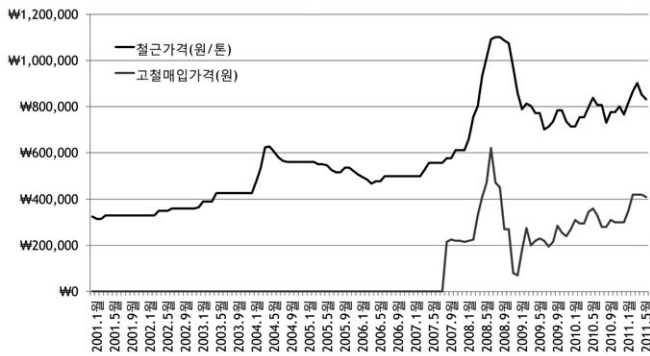


그림 10. 2000년 이후 철근가격 변화(KPI 2011)

그림 11에서 보듯 2000년 이후 공장가공 비율이 점차 증가하여 2010년 국내 소비량 추정치인 900만톤의 약 35%로 보이며, 표 8에서 보듯이 국내 대형건설사의 50% 이상이 공장가공방식으로 진행하고 있다. 즉 향후 국내 철근수요가 다소 감소할 것을 감안해도 공장가공량은 4~5백만 톤까지 증가할 것으로 예상된다. 따라서 공장가공이 필수적인 코일철근은 국내 공장가공 비율이 점차 증가하고, 철근 가공공장수도 증가하고 있어 무리 없이 적용될 것으로 예상된다.

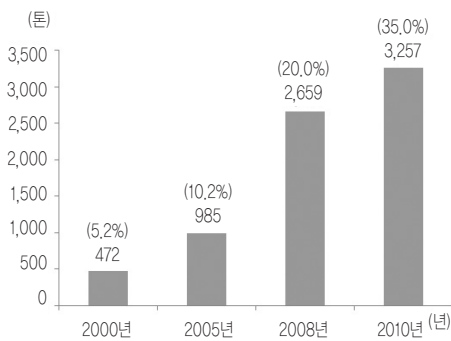


그림 11. 철근 공장가공량<sup>2)</sup>

표 8. 철근가공방식(매출액 상위 100대 건설사 대상)

|         | 현장 가공 | 공장가공  | 병행   | 계    |
|---------|-------|-------|------|------|
| 건설사 (수) | 15    | 11    | 8    | 35   |
| 비율 (%)  | 42.85 | 31.43 | 25.7 | 100% |

한편 국내 철근유통은 건설사에서 제강사 또는 유통회사에서 직접 구매가 가장 보편적인 방식으로 가공 손실도 대부분 건설사에서 부담한다. 즉 건설사는 가공 손실을 감안해서 가공공장에 할증률을 사전에 제공하기 때문에 손실률이 감소하면 공사비 감소로 이어지고, 이는 건설사 입장에서 이득이 된다. 반면 대부분의 가공공장은 가공시 발생하는 손실을 판매하여 운영비로 충당하고 있어 손실률 감소가 수익 감소로 이어진다. 즉 가공비 보전이 없으면 가공공장은 손실률 감소에 부정적인 입장이 된다.

국내 가공공장은 150~200개로 추정되는데, 전체 공장가공량이 연간 300만톤을 다소 상회함을 감안하면 대다수 공장의 가공량이 3만톤/년 이하이다. 따라서 공장가공비가 3~4만원/톤 임을 감안할 때 3만톤을 가공하는 공장의 년 매출액은 10억원 내외로 수익 원에 달하는 코일철근 가공장비 도입이 어렵다. 국내와 비슷한 예로 일본의 경우 코일철근이 오래전부터 생산되고 있으나 많이 사용되지 않고 있는데, 그 이유는 정척철근보다 가격이 높고 공장가공 비율이 90%로 약 800만톤/년 정도를 공장가공으로 처리하지만 가공공장이 3,000여 곳에 달해 가공량이 3만톤/년도 안 되는 영세한 공장이 많은 점에서 찾을 수 있다.

이 외에 철근가공업협동조합을 중심으로 중소기업 적합업종 신청을 통한 대기업의 가공산업 진출 저지 움직임이 있다. 이는 중소기업 보호를 통한 일자리 확충이라는 장점이 있지만 자동화를 통한 효율성 향상과 반대되는 측면이 있다. 즉, 고가의 자동화 설비는 코일철근 도입의 장애 요인으로 작용하기도 한다.

위에서 살펴본 바와 같이 코일철근의 적용성은 공장가공 증가, 도심지 공사 증가 등으로 코일철근 도입 필요성은 증가하고 있으나 철근 직거래 유통방식, 영세한 가공공장이 대부분을 차지하는 점은 코일철근 활성화에 걸림돌이 된다. 따라서 초기 도입 단계에서는 영세한 가공공장보다 유통과 가공을 동시에 하거나 제강사 또는 건설사가 운영하는 대형 가공공장 위주로 적용될 것으로 예상된다. 따라서 코일철근이 활성화되기 위해서는 고가의 가공장비를 쉽게 도입할 수 있도록 제강사 및 건설사의 지원 및 요구가 뒷받침되어야 한다.

## 4.2 경제적 측면

산업적 분석은 전반적 철근가공 산업 여건 조사를 통해 이루어진 반면 경제적 측면 분석은 코일철근 적용과 직접적 관련이 있는 건설사, 가공공장을 대상으로 경제적 타당성을 분석하였다. 분석을 위해 정척철근 및 코일철근 가격, 작업사 인건비, 철근가공 장비비, 인당 철근가공량을 인터뷰와 설문을 통해 조사하였다. 인터뷰는 건설사 견적업무 담당자, 제강사 코일철근 관련 담당자, 가공공장 담당자 및 가공장비 판매처를 대상으로 실시하였으며, 설문조사는 가공공장 관리자를 대상으로 실시하였다.

### 4.2.1 건설사 측면의 경제성 분석

건설사는 예산편성시 할증률과 가공비를 책정한 후 이를 바탕으로 전문 건설업체와 계약한다. 따라서 건설사는 예산편성시 정한 할증률이 변해야 가공시 발생하는 손실 저감에 따른 혜택

2) 2000, 2005년:한국 철근가공의 뿌리(태연기계), 2008, 2010년:철근가공업협동조합 조사자료 및 스틸마켓 2010년 2월호에서 발췌

을 본다. 그러나 해외의 코일철근 가격을 조사한 결과 정척철근 대비 2~3% 높아 손실 저감금액이 그 차이보다 크지 않으면 오히려 공사비가 상승한다. 즉 건설사는 코일철근 적용에 따른 손실을 저감이 실행예산에 반영되고, 손실 저감액이 자재비 상승보다 커야 경제적 타당성을 얻게 된다.

코일철근 적용에 따른 경제적 타당성 분석을 위해 아파트(근포당동 L, 김포 H현장)와 주상복합(송도 T 현장)을 대상으로 코일철근 사용전, 후 손실물량 및 자재비를 비교하였다. 분석을 위해 아래 가정을 설정한 후 분석하였으며, 표 9와 같이 현장 3곳의 철근량을 입력하여 분석하였다.

가정1. 손실률은 일정하다.(정척철근:2.5%, 코일철근:0.1%)<sup>3)</sup>

가정2. 코일철근은 생산철근(D10~16)의 30%를 적용한다.<sup>4)</sup>

가정3. SD400은 85만원/톤, SD500은 88만원/톤을 적용하고, 코일철근은 정척철근보다 1.0% 비싸다.<sup>5)</sup>

가정4. 철근가공비 변화를 고려하지 않는다. (단, 4.2.2절에서 가공비 변화를 반영하여 분석하였다.)

표 9의 철근량에서 국내 코일철근 생산규격인 D10~16 철근의 30%를 코일철근으로 대체하고 그에 따른 철근물량 및 자재비 변화를 분석하였다.

표 9. 현장별 철근 소요량

| 근포  | HD10     | HD13     | HD19 | SHD16    | SHD19 | SHD22 이상 | 계        |
|-----|----------|----------|------|----------|-------|----------|----------|
| 철근량 | 1,360.10 | 1,587.00 | 12.8 | 1,574.10 | 968.7 | 1,401.60 | 6,904.30 |
| 비율  | 19.7     | 23       | 0.2  | 22.8     | 14    | 20.3     | 100%     |

| 김포H | HD10     | HD13     | HD16  | HD22 | HD25 | SHD19 | SHD22 이상 | 계        |
|-----|----------|----------|-------|------|------|-------|----------|----------|
| 철근량 | 3,414.60 | 2,593.40 | 857.2 | 11.2 | 6.1  | 830.7 | 2,027.90 | 9,741.10 |
| 비율  | 35.1     | 26.6     | 8.8   | 0.1  | 0.1  | 8.5   | 20.8     | 100%     |

| 송도T | HD10  | HD13     | HD16     | HD19  | HD22  | HD25  | SHD25 이상 | 계        |
|-----|-------|----------|----------|-------|-------|-------|----------|----------|
| 철근량 | 833.1 | 2,642.40 | 2,820.80 | 834.3 | 683.2 | 652.9 | 1,000.80 | 9,467.50 |
| 비율  | 8.8   | 27.9     | 29.8     | 8.8   | 7.2   | 6.9   | 10.6     | 100%     |

분석 결과, 표 10과 같이 코일철근 적용시 손실률은 기존보다 약 0.5% 감소, 자재비는 0.2~0.3% 감소한다. 이는 코일철근이 정척철근에 비해 1.0% 비싸다고 가정하여 분석한 수치로 이 금액 차이가 달라지면 자재비는 변경될 수 있다.

표 10. 손실물량 및 자재비 비교

| 현장명<br>(철근량) | 근포당동 L현장<br>(6,904.3톤) |       | 김포 H현장<br>(9,741.1톤) |       | 송도 T현장<br>(9,467.5톤) |       |
|--------------|------------------------|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|
|              | 미적용                    | 적용    | 미적용                  | 적용    | 미적용                  | 적용    |
| 할증률(톤)       | 172.6                  | 140.1 | 243.5                | 218.1 | 236.7                | 191.4 |
| 물량 차이(톤)     | 32.6                   |       | 49.4                 |       | 45.3                 |       |
| 비율 (전체물량대비)  | 0.471%                 |       | 0.507%               |       | 0.479%               |       |
| 자재비 차이       | 16,327,350원            |       | 26,259,107원          |       | 24,083,348원          |       |
| 비율 (전체금액대비)  | 0.266%                 |       | 0.306%               |       | 0.291%               |       |

또한 아래 분석은 코일철근 적용에 따른 가공비 변동을 고려하지 않았기 때문에, 가공공장 입장에서 가공비 변동 없이 적용 가능 여부에 대한 판단이 필요하며, 자세한 내용은 4.2.2절에 설명되었다.

#### 4.2.2 가공공장 측면의 경제성 분석

앞에서 기술한 바와 같이 코일철근은 직선화, 절곡·절단 작업이 완전 자동화에 가까운 방식으로 진행되어 정척철근에 비해 작업자 수가 덜 필요하다. 정척철근이 절단 후 가공 작업으로 진행되지만 코일철근은 이 과정이 동시에 이루어지기 때문이다. 그러나 고가의 자동화 가공장비가 필요하고, 표 11과 같다. 설문조사 업체 10곳 중 7개사가 고가의 가공장비로 인해 코일철근 사용이 어려운 것으로 조사되었다. 이는 설문조사 업체 대부분이 영세하여 고가의 장비 도입에 부담을 느끼고 있어 코일철근 적용 초기에는 일부 대형공장을 중심으로 도입·적용될 것으로 예상된다.

표 11. 철근가공 장비비

| 두께    | 정척철근    |          | 코일철근    |
|-------|---------|----------|---------|
|       | 수작업     | 자동화      |         |
| 직선화   | -       | -        | 3천만원    |
| 절단    | 8백~2천만원 | 1억원      | 2억원     |
| 절곡    | 6백~1천만원 | 2~6.5천만원 | -       |
| 절곡·절단 | -       | 1~1.5억원  | 2.5~4억원 |
| 기둥 제조 | -       | -        | 2~3.5억원 |

따라서 본 분석에서는 표 12와 같이 연간 5만톤을 가공하는 공장을 대상으로 실시하였다. 또한 타당성 분석을 위한 가정들은 건설사 측면의 타당성 분석시 적용한 가정을 동일하게 적용하고, 인당 철근 가공량은 철근가공공장을 대상으로 조사한 철근량을 적용하였다.

표 12. 가공공장 연간 철근 가공량

| 규격  | D10~D16 | D19    | D22이상   | 합계      |
|-----|---------|--------|---------|---------|
| 철근량 | 32,500톤 | 5,000톤 | 12,500톤 | 50,000톤 |
| 비율  | 65.0%   | 10.0%  | 25.0%   | 100.0%  |

표 13과 같이 코일철근 적용 전, 후의 손익을 비교하면 자동화 장비를 이용함으로써 인건비는 줄어들지만 가공장비 구입비용 증가와 고철 판매수익 감소로 인하여 전체적인 수입은 줄어든다. 이는 코일철근 사용량을 30%로 가정한 결과치로 가공비 수

- 표준폼의 철근 할증률은 3%이나 설문조사 결과와 전문가 인터뷰를 통해 선정함.
- 절단과 같은 단순가공 비율을 제외한 수치로 철근가공 전문가 인터뷰를 통해 선정함.
- 코일철근 사용의사에 대한 설문조사에서 답변 가공공장 10곳 중 7개인 70%가 정척철근과의 가격차가 1.0% 이하일 때 사용한다고 답변하여 1.0%로 가정함.



입의 약 2.2%에 해당하며, 톤당 가공비로 환산시 약 8백원에 달한다. 코일철근 사용 비율에 대한 가공공장 담당자의 설문조사 결과 생산규격의 10~20%를 사용하겠다(설문업체 10곳 중 6개사)는 답변이 가장 높다. 이를 반영할 경우 가공공장의 손실은 표13의 결과치보다 다소 감소하지만 수익으로 전환되지는 않는다. 즉 코일철근 적용은 가공공장에 손실이 발생하고, 가공공장은 손실에 대한 가공비 보전 등 별도의 보상이 없으면 코일철근 도입에 부정적인 입장을 보일 수 있다.

표 13. 코일철근 적용 전, 후 손익 비교

| 구분         |                 | HD10~16                             | HD19  | HD22~  | 계                       | 비고                   |
|------------|-----------------|-------------------------------------|-------|--------|-------------------------|----------------------|
| 기준         | 정척철근            | 톤 32,500                            | 5,000 | 12,500 | 50,000                  | 65%,10%,25%          |
|            | 손실량             | 톤 812.5                             | 125   | 312.5  | 1,250                   | 2.5% 적용              |
| 변경         | 코일철근            | 톤 9,750                             | -     | -      | 9,750                   | 30% 사용               |
|            | 손실량             | 톤 9.8                               | -     | -      | 9.8                     | 0.1% 적용              |
|            | 정척철근            | 톤 22,750                            | 5,000 | 12,500 | 37,000                  | 60%,100%             |
|            | 손실량             | 톤 568.8                             | 125   | 312.5  | 1,006.30                | 2.5% 적용              |
| 변경금액       | 인건비 (a)         | 9,750톤/2,000톤*2,400만원 =117,000,000원 |       |        |                         | 인당 가공량 :2,000톤       |
|            | 장비비 (b)         | 5억원/10년 =50,000,000원                |       |        |                         | 철곡,절단:2EA<br>직선화:5EA |
|            | 고철판매 (c)        | 234톤*45만원 =105,300,000원             |       |        |                         | 손실량 감소 :351톤         |
| 손익 (a-b-c) | (-) 38,300,000원 |                                     |       |        | 전체 수입의 약 2.2% (약 8백원/톤) |                      |

주 : 철근가공비: 35,000원으로 계산한 비율

한편 위 분석 결과값인 철근가공비 8백원/톤을 4.2.1절의 결과에 반영하면 표 14와 같이 자재비 절감액이 줄어 건설사 입장에서 코일철근에 대한 매력도 감소한다.

표 14. 손실물량 및 자재비 비교

| 현장명 (철근량) |             | 군포 L현장 (6,904.3톤) | 김포 H현장 (9,741.1톤) | 송도 T현장 (9,467.5톤) |
|-----------|-------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 가공비 미반영   | 자재비 차이      | 16,327,350원       | 26,259,107원       | 24,083,348원       |
|           | 비율 (전체금액대비) | 0.266%            | 0.306%            | 0.291%            |
| 가공비 반영    | 자재비 차이      | 10,803,910원       | 18,466,227원       | 16,509,348원       |
|           | 비율 (전체금액대비) | 0.176%            | 0.215%            | 0.199%            |

물론 위와 같이 가공비 증가가 실제 계약에서 반영될지 여부는 시장원리에 따르겠지만, 실제 가공비가 증가하면 코일철근 적용에 가장 큰 역할을 차지하는 건설사의 코일철근 적용 의지가 감소한다. 또한 굵은 철근이 가는 철근보다 가공 손실률이 높은 점을 고려하면 코일철근의 사용에 따른 경제적 이익은 위 결과치보다 줄어든다.

그러나 위 경제적 분석은 숙련공 감소, 인건비 상승, 안전성 증시와 같은 사회적 요인을 반영하지 못한 결과로 이를 반영할

경우, 그 이익은 표 14의 결과보다 증가할 것으로 예상된다. 또한 저렴한 국산 가공장비가 개발될 경우 초기장비 구입비가 낮아져 가공공장의 경제적 손실이 감소하여 코일철근 도입에 긍정적 요인으로 작용할 것으로 예상된다.

## 5. 결론 및 향후 연구방향

본 연구는 철근가공산업 선진화를 위한 기초연구로서 여려장·단점이 있는 코일철근의 국내 건설현장 적용타당성 분석을 실시하였다. 분석을 위해 산업적 측면에서 철근가공 산업의 현황 및 코일철근 적용에 따른 문제점을 조사하였고, 경제적 측면에서 건설사 및 가공공장의 입장에서 손익분석을 실시하였다.

산업적 측면에서 보면, 공장가공이 방식이 증가추세로 코일철근 도입에 큰 어려움은 없으나 철근유통이 주로 제강사와 건설사의 직거래 방식으로 이루어지고, 대부분의 가공공장이 영세하여 고가의 장비 도입이 코일철근 활성화의 걸림돌로 작용할 것으로 분석되었다. 또한 코일철근은 최근에 국내 생산이 시작된 관계로 정척철근과의 동일한 성능이 확보가 무엇보다 중요하다. 즉 산업적 여건이 조성되어도 재료 자체의 성능이 확보되지 않는 한 활성화는 기대하기 어려울 것으로 보이며, KS등 관련규정 충족 등 기술적 문제가 우선적으로 확보되어야 할 것이다.

한편 경제적 측면에서 보면, 건설 현장과 일정규모 이상의 가공공장을 대상으로 가공비 변경이 없는 것으로 가정된 후 경제적 타당성 분석을 실시한 결과, 코일철근 도입시 약 0.5% 정도 손실률이 감소하였고, 금액 대비 0.2~0.3%의 손실액이 줄어 건설사 이익이 발생하였다. 반면 연간 5만톤을 가공하는 가공공장을 대상으로 경제적 분석을 실시한 결과 신규장비 도입과 손실 감소로 인해 손실이 발생하였다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 가공비 조정을 하게 되면 건설사 발생하는 수익이 줄어 코일철근 도입에 부정적 입장으로 바뀔 가능성이 존재한다.

본 연구의 타당성 분석은 단일 현장 및 단일 가공공장을 대상으로 시행하여 건설사 입장에서 큰 효과를 기대하기 어려워 경제적 타당성이 크지 않을 수 있다. 그러나 건설사 전체적으로 그 손실을 합산하고, 향후 숙련공 감소, 인건비 상승, 탄소세 제도가 본격적으로 시행되면 코일철근의 필요성은 상당히 증가할 것으로 기대된다. 그러나 아직은 코일철근의 국내 도입 단계로 인티뷰 및 설문조사 결과 코일철근에 대한 인식부족과 기존 철근 가공 방식의 변화에 대한 다소 부정적인 입장을 보이는 것으로 조사되었다.

이를 해결하려면 건설사와 철근가공 공장의 이익이 동시에 충족되어야 하는데, 고가의 가공장비 도입 용이성 확보, 수입산 가

공장비에 뒤지지 않는 국산 가공장비 개발이 선결되어야 한다. 또한 고가 가공장비의 저렴한 임대 방안, 자재 이윤의 최소 책정을 통한 활성화 같은 제강사의 노력과 함께 CO2를 덜 발생시키는 가공공장에 대한 탄소세감면 혜택과 같은 정부차원의 지원이 동시에 이루어져야 활성화를 기대할 수 있다.

건설산업은 타 산업에 비해 생산성이 상대적으로 낮고, 철근 공사는 타 공종보다 인력의존도가 높아 생산성 개선 노력이 더 많이 필요하다. 코일철근은 철근공사의 손실률을 줄이고 효율성을 개선할 수 있는 대안이 될 수 있지만 이에 대한 연구는 전무한 상황이다. 따라서 국내 적용 사례가 거의 없는 코일철근의 특성, 산업적·경제적 측면에서 적용 타당성을 분석하여 철근공사의 효율성 향상을 위한 기초자료를 제공한다는 점에 그 의의를 찾을 수 있다. 따라서 본 연구 결과를 근거로 발주처, 건설사에서 철근 자재 및 가공방법 선정시 의사결정 근거자료로 활용될 것으로 기대된다.

향후 학계에서는 코일철근과 정척철근의 생산성 비교, 코일철근을 활용한 다양한 선조립 공법 연구 외에도 고철의 재생산 과정에서 감소하는 CO2량에 대한 구체적 지표개발 등의 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## 감사의 글

본 연구는 국토해양부가 출연하고 한국건설기술교통평가원에 서 위탁 시행한 첨단도시개발사업 (과제번호: 09 첨단도시 A01)에 의해 수행한 결과의 일부임.

## 참고문헌

김동진, 김옥중 (2004), “철근공사 공장가공 합리화 방안”, 대한 건축학회 학술발표대회논문집, 제24권 제1호, pp. 419~422.

김선국, 김문한 (1991), “철근 손실을 줄이기 위한 최적화 알고리즘 개발에 관한 연구”, 대한건축학회논문집, 제7권 제3호 통권 제35호, pp.385~391.

김재엽, 김광희 (2007), “SD500 고강도 철근용 커플러이음의 경제성 평가에 관한 연구”, 한국건설관리학회논문집, 제8권 제2호, pp.136~145.

대한주택공사 (2000), 철근콘크리트조의 배근 시공도 작성 실무, 대한주택공사 주택연구소.

동방엔지니어링(주) (2005), 철근케이지 자동화제작기계를 이용한 Pile 및 Pier용 중·대구경 나선철근망 제작공법, 신기술

지정 제478호.

박우열, 김광희, 강경인 (2004), “국내 철근공사 실태분석 및 개선방안에 관한 연구”, 한국건축시공학회논문집, 제4권 제3호 통권 제13호, pp.83~91.

박우열 (2005), “건설공사 철근정보관리 개선방안에 관한 연구”, 한국건축시공학회 논문집, 제5권 제4호, pp.99~106.

양지수 (1993), 철근기계화 가공 시범사업 성과분석.

조영근, 정상화 (2009), “철근 공사에 있어서 철근가공 표준화”, 한국건설관리학회 논문집, 제10권 제6호, pp.58~66.

조훈희, 강경인 (1996), “국내 철근가공 공사의 실태에 관한 연구”, 대한건축학회학술발표 논문집, pp.771~774.

조훈희 (2007), “철근공사의 공장가공 현황분석과 활성화 방안”, 한국건설관리학회논문집, 제8권 제1호, pp.57~64.

정영철, 이병운, 김광희 (2009), “접이식 철근 선조립 공법의 적용 가능성 검토에 관한 연구”, 한국건축시공학회 논문집, 제10권 제2호, pp.125~132.

주진규, 김태희, 김선국 (2003), “철근공사 생산성 향상을 위한 작업모델 연구”, 대한건축학회논문집 구조계, 제19권 제12호, pp.189~196.

지식경제부 기술표준원, ‘고강도 철근 활용확대 및 철근가공 표준화 방안’ 세미나 자료, 2008. 12. 11.

지식경제부 기술표준원, ‘녹색성장을 위한 고성능 자재 적용방안’, 세미나 자료, 2009. 6. 25.

지식경제부 기술표준원, ‘철근의 생산성 및 품질향상 방안과 가형상 국가표준 및 업체 인증제도 시행’ 세미나 자료, 2009. 6. 25.

최재휘, 이동훈, 권기덕, 김선국 (2010), “철근 생산과정의 에너지 사용량 및 CO2 배출량 산출에 관한 연구”, 한국생태환경 건축학회논문집, 제10권 제4호, pp.101~109.

태연기계, 한국 철근가공의 뿌리, 2007.

Gul Polat, David Ardit, Glenn Ballard and Ugur Mungen(2006), "Economics of on-site vs. off-site fabrication of rebar", Constretion Management and Economics, 24, pp.1185~1198.

Philip S. Dunston and Leonhard E. Bernold(2000), "Adaptive control for safe and quality rebar fabrication", Journal of Construction Engineering and Management, 126(2), pp.122~129.

Philip S. Dunston, Automated rebar bending

Ronie Navon, Ya'acov Rubinovitz, Mendi Coffler, "Development of a fully automated rebar-

manufacturing machine", Automation in Construction 4 (1995) pp.239~253.

Ronie Navon, Ya'acov Rubinovitz, Mendi Coffler(1996), "Fully Automated Rebar CAD/CAM System: Economic Evaluation and Field Implementation", Journal of Construction Engineering and Management, 122(2), pp.101~108.

논문제출일: 2011.08.10

논문심사일: 2011.08.12

심사완료일: 2011.11.25

---

## 요 약

최근 국내에서 정착되고 있는 철근 공장가공은 절단손실 감소, 정밀도 향상 등의 장점과 도심지공사 증가, 숙련공 감소 등의 외부 요인으로 향후 비중이 증가할 것으로 예상된다. 그러나 공장가공을 하더라도 정척철근 (Straight rebar)을 사용하면 손실 발생 및 그로 인한 CO2배출 같은 환경 문제가 발생할 수밖에 없다. 이를 해결하기 위한 대안의 일환으로 코일철근 (Bar in coil) 도입이 제안되었으나, 코일철근은 국내 미생산, 고가의 장비비 등의 이유로 국내 적용이 거의 전무하다. 또한 코일철근은 완전 자동화에 가까운 방식으로 가공되기 때문에 향후 높은 손실저감률과 가공품질이 우수하여 국내 적용이 확대될 것으로 예상되나, 적용타당성 분석에 대한 연구가 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 최근 국내 생산이 시작된 코일철근의 특성과 코일철근 도입이 철근가공 산업에 미치는 영향을 분석, 철근가공 산업 선진화를 위한 기초연구로서 진행한다. 이를 위해 국내 철근가공 산업의 현황을 조사하고, 코일철근 도입 시 산업적 측면에서 적용성과 경제적 측면에서 이해관계자의 손익 타당성을 분석하고 향후 연구방향을 제시한다.

**키워드 :** 코일철근, 철근손실률, 철근가공, 적용타당성

---

부록. 주요 설문조사 내용 및 답변 요약서

| 항 목         | 주요 설문조사 내용  | 설문조사결과 (해당업체/답변업체)  |
|-------------|---|---|
| 건설 회사       | <p>&lt;철근가공 할증률&gt;<br/>                     -. 실행예산 편성시 철근 할증률은 몇%로 책정하고 있습니까? ( )</p> <p>&lt;철근 가공비&gt;<br/>                     -. 실행예산 편성시 철근가공비(원/톤)를 얼마로 책정하고 계십니까?<br/>                     1) 현장가공 ( 원/톤)                      2) 공장가공 ( 원/톤)</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>현장가공:3~8% (15/17개사)<br/>                             공장가공:3% 이하 (13/17개사)</li> <li>현장가공:2.5~3만원 (8/17개사)<br/>                             공장가공:3.5만원미만 (6/17개사)<br/>                             3.5만원이상(11/17개사)</li> </ul> |
| 일반 사항       | <p>&lt;공장 일반 현황&gt;<br/>                     -. 연간 가공량은 얼마나 되나요? (가능하시면 두께별로 적어주시면 감사하겠습니다.)<br/>                     -. 철근가공 작업자는 몇 명이나 되나요?<br/>                     1) 절단 ( ) 2) 절곡 ( ) 3) 기타 ( )</p> <p>&lt;가공량 및 작업자수&gt;<br/>                     -. 연간 인당 가공량은 얼마나 되나요? (가공량을 작업자수로 나누어 계산하시면 됩니다.)</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>가공량:1.8~2.2천톤/년(7/10개사)</li> </ul>   |
| 코일 철근 관련 사항 | <p>&lt;자재의 손실률&gt;<br/>                     -. 철근가공 손실률은 얼마나(%) 되나요? [필요시 굵기별로 기입해 주세요.]<br/>                     (cf. 건설표준품셈에서는 철근 할증률은 원형철근 5%, 이형철근 3%로 규정되어 있습니다.)<br/>                     1) 현장가공 ( %)                      2) 공장가공 ( %)</p> <p>&lt;손실률 저감 업무&gt;<br/>                     -. 철근가공시 손실률 저감을 위해 어떤 업무들을 하고 계신가요?<br/>                     구체적으로 적어주시면 감사하겠습니다. ( )<br/>                     -. 철근가공시 발생하는 손실(loss) 처리는 어떻게 하고 계신가요? ( )<br/>                     1) 고철로 팔아서 운영비로 충당2) 건설사에서 회수 3) 기타 ( )</p> <p>&lt;코일철근 가공기계 보유여부&gt;<br/>                     -. 코일철근 가공기계를 보유하고 계십니까? ( ) 1)예 2)아니오</p> <p>&lt;코일철근 가공기계 도입계획&gt;<br/>                     -. 가공기계가 없다면 구입 계획(코일철근 사용계획)이 있습니까?( ) 1)예 2)아니오</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>자재의 손실률<br/>                             3% 이하:7개사, 3% 이상:3개사</li> <li>3.2.2절에 기술</li> <li>답변업체 전체가 고철로 팔아서 운영비로 충당하고 있음</li> <li>국내 철근 가공업체 중 총 5개사 보유중</li> <li>답변업체 10개사 중 3개사 도입 계획 있음</li> </ul>                        |
| 가공 공장       | <p>&lt;코일철근 도입 저해요인&gt;<br/>                     -. 코일철근 사용 계획이 있다면, 그 이유는 무엇입니까? (복수 선택 가능)<br/>                     1) 철근 손실률이 줄어든다. (자투리 철근이 줄어듦)<br/>                     2) 손실(loss)를 줄이기 위한 사전 작업에 투입되는 시간과 노력이 줄어든다.<br/>                     3) 가공시 수련공이 덜 필요하고, 수작업이 줄어든다. (완전 자동화에 가까움)<br/>                     4) 가공 정밀도가 높고, 품질이 향상된다.<br/>                     5) 안전에 유리하다. (복잡 형상, 수기공이 어려운 경우 안전사고가 줄어든다)<br/>                     6) 선조립 공법 적용시 공사기간 단축에 유리하다.<br/>                     7) 기 타 ( )</p> <p>-. 사용할 의향이 없으시다면 왜 그럴습니까? (복수 선택 가능)<br/>                     1) 가공기계가 고가이다. (초기 투자비가 커서 가공 장비 도입이 어렵다.)<br/>                     2) 일정 두께 이하만 생산된다. (국내의 경우 D10~16만 생산됨.)<br/>                     3) 현장 대응능력이 떨어진다. (설계변경 대응 속도가 늦다.)<br/>                     4) 가공 속도가 떨어진다.<br/>                     (현재는 동시에 여러 가닥 작업 가능하지만, 코일철근은 최대 2가닥까지 작업 가능)<br/>                     5) 코일철근 인식 부족으로 감리 또는 감독관 설득이 어렵다.<br/>                     6) 기 타 ( )</p> <p>-. 코일철근 도입을 어렵게 하는 문제점은 어떤 점들이 있다고 생각하십니까?<br/>                     1) 산업적 측면 ( )<br/>                     2) 경제적 측면 ( )<br/>                     3) 기술적 측면 ( )</p> <p>-. 국내 코일철근은 강도SD300~500MPa, 두께D10~16의 철근이 생산 예정입니다.<br/>                     코일철근을 사용한다면 생산 규격의 몇 퍼센트를 정착철근 대신 사용하시겠습니까?<br/>                     (단, 코일철근 가격과 정착철근 가격이 동일하고, 가공비 변화가 없다는 조건에서)<br/>                     1) 10% 이하2) 10~20%3) 20~30%<br/>                     4) 30~40%5) 40~50%6) 50% 이상</p> <p>-. 코일철근이 정착철근 가격대비 어느 정도라야 경제성이 확보될 수 있다고 생각하십니까?<br/>                     1)1.0% 이하2) 1.0~2.0%3) 2.0~3.0%<br/>                     4) 3.0% 이상5) 경제성이 없다. (손실률 감소로, 고철 판매 수익이 감소)</p> <p>&lt;코일철근 활성화 필요 사항&gt;<br/>                     -. 가공공장 입장에서, 코일철근 활성화(필요) 방안은 무엇이라고 생각하십니까?<br/>                     ( )</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1장 산업적 측면에 기술</li> <li>5장 결론에 기술</li> </ul>  |