

# RC 건축물 철근 배근 상세도 및 가공도 작성 자동화

## Computer-Aided Drawing and Manufacturing of Rebars for RC Buildings

최 동 인\* · 김 치 경\*\*  
Choi, Dong-In · Kim, Chee-Kyeong

### ABSTRACT

In construction of RC buildings, the quality of shop and detail drawings is very essential for the quality and safety of buildings. Nevertheless, most of these works are left to site workers and the requirements about bar detailing such as anchorage and splice have been done without rational design and engineering. The purpose of this research is to develop a computer-aided drawing system of rebars for RC buildings. The system is based on an integrated structural design system, that is SDP. SDP manages an engineering database for structural design information. It provides all the information needed to draw rebar drawings. The drawing system consists of three modules, 1) Structural Plan Drawing System, 2) Shop Drawing System, and 3) Detail Drawing System. It is expected that not only the productivity of detail drawing works but also the quality and safety of buildings will be improved using the rebar drawing system developed in this research.

**Keywords:** Shop Drawing of Rebars, Detailing of Rebars, CAE,

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

현재 철근 가공 공정은 현장가공과 공장가공으로 나눌 수 있다. 연간 1천만톤에 달하는 국내 철근 시장에서 공장 가공 비율은 10%정도의 수준이다. 반면에 일본의 경우 건축 부문의 90%, 토목은 거의 100%가 공장 가공 철근을 사용하고 있다. 국내에서도 인건비 상승, 원가절감 필요성, 현장효율성 및 현장여건 등으로 철근 공장가공이 확대 되고 있으며, OO건설의 철근가공사업 진출 확정 등 원가 절감과 효율성을 앞세운 철근 공장가공 시장 본격 확장 추세이다. mm단위의 정밀도를 요구하는 철근가공도 작성은 노동/제산 집약적 업무로서 각 현장마다 어려움을 호소하고 있는 실정이다. 더군다나 구조설계기준에 의거한 정착 및 이음 등의 철근 상세를 고려한 가공도 작성은 많은 노력을 요구 한다.

본 연구진에서 그간 개발해 온 건축구조설계 통합시스템의 사용으로 구축되는 3차원 구조설계정보 데이터 베이스를 활용한 철근가공도 작성 모듈을 개발함으로써 관련 업무의 효율성을 높이고 향후 건설현장 전산화 촉진에 일조하고자 한다.

### 1.2 연구 내용 및 방법

기존 구조도면에서 제공되는 구조평면도와 부재 일람표 중심의 구조설계 정보로부터 철근배근도 및 철근 가공 일람표 작성 업무를 전산화한다. 그리고 각 부재 유형별로 철근 스케줄, 철근리스트, 수량 산출 내역을 작성하기 위한 알고리즘을 정리 하고 알고리즘을 구현한 구조도면 작성 프로그램을 개발한다.

\* 학생회원 · 선문대학교 건축학부 석사과정 E-mail: edygoosu@nate.com

\*\* 정회원 · 선문대학교 건축학부 교수 E-mail: cckim@sunmoon.ac.kr

### 1.3 기대효과

본 연구를 통한 프로그램의 활용으로 철근배근도 및 철근가공도의 생산성 및 신뢰성을 향상시키며 구조설계 기준에 의거한 합리적인 철근 배근상세도로 건축물의 안전성 및 품질을 향상시킬 수 있다. 주택공사 연구에 의하면 정확한 물량산출과 가공 계획으로 철근 자재 손실률을 8% → 3%로 최소화할 수 있으며 그에 따른 효과는 52만원/톤 × 1,000만톤/년 × 0.05 = 2,600억/년 절감할 수 있다.

## 2. 철근가공 업무 현황

### 2.1. 현황 분석

국내 철근 공사는 원가절감과 공사관리의 측면에서 많은 문제점을 내포하고 있다. 철근자재의 발주부터, 가공 조립에 이르는 과정을 철근 숙련공의 경험에 의존함으로써 자재와 인력손실이 발생하고 있는 실정이다. 특히 철근공사는 철근 콘크리트공사에 있어서 거푸집공사, 콘크리트 공사와 함께 구조물의 안전성과 내구성 및 공사기간에 많은 영향을 미치는 공사이기 때문에 기존의 방식으로 관리될 경우 원가 상승의 요인이 될 뿐만 아니라 시공 품질의 저하와 구조적 안정성의 결여로 연결될 수 있다.

현재 국내 철근 수요의 10%정도가 공장가공으로 이루어지고 있는 반면 일본의 경우 건축은 90%, 토목은 거의 100% 공장가공으로 이루어지고 있다. 우리나라도 현장 효율화의 일환으로 공장가공 비율이 급속히 확대되고 있는 추세이다. 다만, 공장가공을 위해 선행되어야 하는 철근가공도 작성에 투입되는 비용, 도면 오류에 따른 물량 손실 등의 절감이 시급한 이슈로 대두되고 있다.

그러므로 우리나라에서도 미국 ACI Detailing Manual 등에 견줄 수 있는 철근 형상 및 가공도의 표준화와 철근가공도 작성업무 전산화가 시급하다. 본 연구진의 선행 연구인 건축구조 설계 통합시스템 SDP에 의해 구축되는 3차원 구조설계정보 데이터베이스는 철근가공도 작성에 필요한 입력정보를 대부분 포함하고 있기 때문에 철근가공도 작성 프로그램의 입력기능은 완성된 것으로 평가할 수 있으며, 최소한의 추가 노력으로 실용적인 철근가공도 작성 프로그램의 개발이 가능한 것으로 분석되었다.

### 2.2 전산화 전략

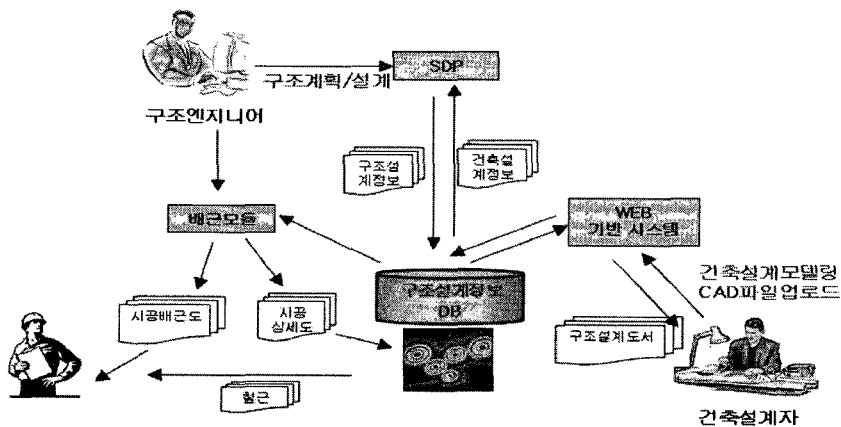


그림1 웹기반 구조 설계 통합 시스템

본 시스템은 건축설계자가 설계한 정보를 WEB기반 시스템을 통하여 건축 설계 정보데이터를 데이터베이스화하고 구조 엔지니어는 건축 설계 정보를 받아 SDP로 구조 설계를 수행하여 정보를 데이터베이스화 한다. 또한 구조 엔지니어는 본 연구에 의한 건축물 철근 배근 상세도 및 가공도 작성 자동화를 통한 구조 평면도(Structure Plan), 시공 배근도(Shop drawing), 시공 상세도(Detail Drawing)를 작성하며, 시공 배근도는 현장으로, 시공 상세도는 공장으로 보내져 사용된다.

(1) 특성/장점 기술

통합전산화를 통하여 3차원 구조설계정보가 디지털화됨으로써 철근가공도를 작성하기위하여 요구되는 입력정보 모두를 포함할 수 있으며 철근배근도/상세도 작성에 필요한 입력정보를 재생산하지 않아도 되어서 효율을 크게 향상시키고 오류 가능성을 배제시킬 수 있다. 또한 정착, 이음 등을 고려한 시공 배근도와 시공 상세도를 제작함으로써 기능공의 경험에 의존한 기존의 철근 배근이 아닌 합리적인 철근 배근을 할 수 있다.

(2) 효과

본 시스템을 사용하여 얻는 효과는 공장 철근가공 비율을 확대하여 철근 자체 손실률을 줄이고 철근 가공의 품질을 향상시킬 수 있으며, 철근 과부족 방지와 제작오류를 배제함으로써 건설현장효율을 향상시킨 인건비의 부담을 줄일 수 있으며 철근 물량의 5%이상 절감기대 할 수 있다. 그리고 합리적인 정착, 이음길이로서 건축물의 품질 향상과 안전성을 확보할 수 있다.

**3. 철근 도면 시스템 설계**

3.1. 철근도면 분류와 시스템 기능 정의

본 연구에서 철근 도면은 3단계 모드로 구성된다. 첫 번째는 건물을 형태나 형상 또는 단면의 형태, 형상만을 나타내는 구조평면도(Structure Plan)단계이며, 두 번째는 현장에서 철근의 조립 및 배근이 가능하고 부재의 치수, 이음길이, 정착 길이가 표현된 시공 배근도(Shop drawing) 단계이며, 세 번째는 좀 더 상세한 표현이 요구 되는 부분으로서 철근의 직경, 길이, 간격, 배근 위치 등을 정확하게 표현한 시공 상세도(Detail Drawing) 단계로 구분 한다.

(1) 구조 평면도(Structure Plan)

구조물의 기하학적 형상과 단면 정보, 부재별 정보 등을 나타낸다. 주심도와 같은 경우 층별로 기둥의 크기(size)가 틀린 경우는 한 장의 도면에 나타내어 기둥의 위치를 정확히 표현한다. 단면의 치수외에 주심도를 위한 기둥의 중심위치, 보의 중심 위치 등은 추가로 작성하여 입력시켜야 할 자료가 되며 구조 평면도(구조 평면도, 구조 단면도, 주심도)와 단면 리스트(슬래브, 보, 기둥, 기초, 계단 등)로 구분 된다.

(2) 시공 배근도(Shop drawing)

시공배근도를 제작하는 단계로써 철근의 종류 및 배근형식, 보강근의 위치 등의 표현과 철근리스트, 철근 스케줄을 표현한다.

(3) 시공 상세도(Detail Drawing)

시공 상세도를 제작하는 단계로써 2차원의 평면적 정보뿐만 아니라 3차원 공간정보의 도면을 제작한다. 콘크리트 타설 가능 여부와 구조계산에서 나타나지 않는 시공상 필요한 철근의 상세까지 표현하여, 공장에서 가공하고 현장에서 직접 활용할 수 있도록 한다.

### 3.2 시공 배근도(Shop drawing) 작성 기능

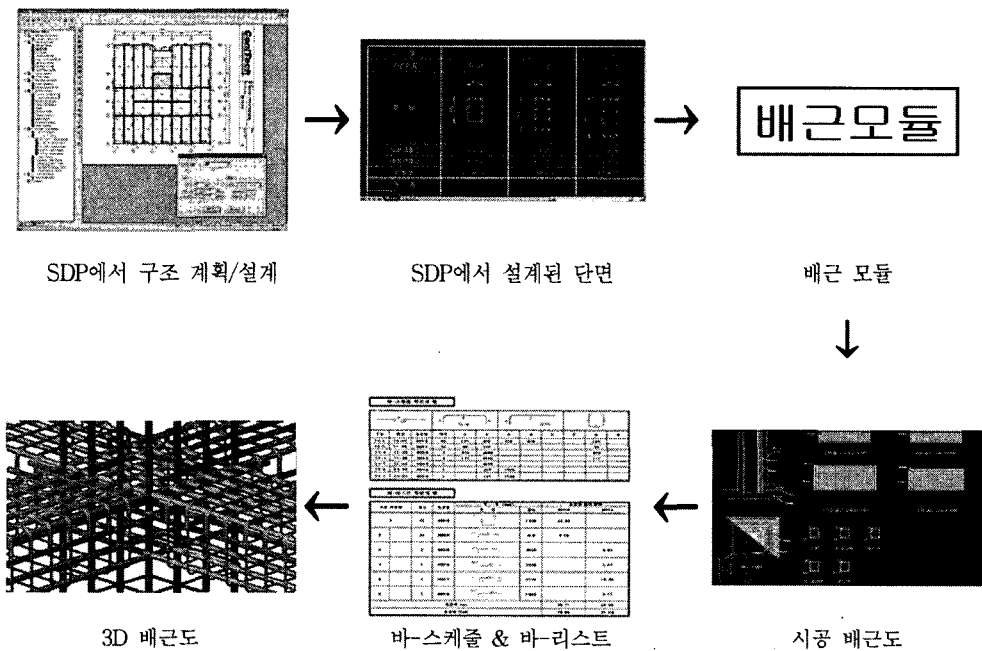
시공 배근도를 작성하기 위해서 본 연구에서는 각 부재별, 위치별, 철근 직경별 피복 두께와 정착, 이음을 데이터베이스화하고, 부재 설계된 각부재의 단면정보 및 철근배근정보 등을 이용하여 시공성 문제와 경제성을 고려해서 부재별로 그룹핑 해서 얻어진 구조 해석 및 부재설계 결과 정보는 다시 최적화 알고리즘을 통하여 최종의 부재 설계 정보를 얻게 된다. 이후 부재 그룹핑, 즉 데이터 조정, 철근 배근조정, 부재 조정한 데이터를 중앙 데이터베이스에 저장하게 되고 인터페이스 모듈에서는 이 정보들을 이용하여 구조 도면을 제작한다.

### 3.3 시공 상세도(Detail Drawing) 작성 기능

현장의 시공 정밀도는 철근의 정확한 절단과 구부림 가공 작업의 정밀도 여하에 달려있다. 본 연구에서는 구조적 품질 향상과 안정성 확보를 위한 시공 상세도(Detail Drawing)제작은 시공 배근도를 근간으로 철근의 갈고리 치수와 위치와 형상, 구부림 취하는 방법 과 철근의 가공치수 보정값 을 표준화 하여 가공 중 허용오차를 최소화 하는 방안을 채택하여 바-스케줄(Bar-schedule)과 바-리스트(Bar-List)를 작성하는 방안을 채택 하였다.

바-스케줄이란 부재별 기호, 철근의 가공 형상 및 치수가 표시된 것으로 구부림 가공에 필요한 표준 절단 치수를 나타낸 표이다. 바-리스트란 각 부재에 배근 되는 철근을 각 부재별로 철근의 종류, 치수 개수 등을 나타내어 철근의 물량을 산출 한다.

## 4. 구현



구조 설계 통합 시스템 SDP에서 구조 계획/설계된 정보와 단면정보를 가지고 배근 모듈을 통하여 구조 설계 기준에 맞는 철근의 정착과 이음길이를 고려한 시공 배근도가 작성된다. 이 시공 배근도를 바탕으로 바-스케줄에서는 철근의 형상, 및 길이가 산출되며 바-리스트에서는 철근을 정확하게(가공허용오차 이내로)절단, 구부리기 등을 가능하게 하고, 갈고리 형상 및 길이를 나타내며 이 모든 정보를 가지고 3D 배근도가 작성된다.

## 5. 결론

현재 구조도면 작성 공정은 건축설계와 구조설계 공정에서 별개로 취급되어 건축과 구조의 관련 정보를 일치되도록 반영하지 못하고 있다. 특히 수작업에 의한 현행 도면 작성은 구조계산서의 정보를 시각화 하는 과정에서 오차를 수반하여 시공오류가 커질 수 있다. 철근콘크리트 구조물에서 단면 및 평면 정보뿐만 아니라 철근 배근 등에 대한 상세정보는 매우 중요하게 인식되며 기존의 2D 형식의 텍스트 위주의 도면보다는 보다 합리적인 구조 도면을 제작하여야 한다.

따라서 본 연구는 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 구조적 품질 향상과 안정성 확보 위해 구조평면도(Structure Plan), 시공 배근도(Shop drawing), 시공 상세도(Detail Drawing)작성을 자동화하여 철근 가공 및 배근의 품질을 향상시키는 시스템을 개발을 궁극적 목적으로 수행되었다.

본연구의 결과 및 결론은 다음과 같다.

첫째, 본 시스템을 사용함으로써 기존의 현장가공 방식을 벗어나 공장가공 방식을 가능하게 함으로써 철근의 손실률을 줄이고 인건비 절감 철근 물량 절감 등으로 공사비를 줄일 수 있다.

둘째, 철근 콘크리트 공사에서 정착과 이음은 중요한 공정임에도 불구하고 숙련공의 경험에 의존 해왔으나 본 연구의 시공 배근도 자동화로 인해 구조 계산에 의한 합리적이고 안전한 정착과 이음길이를 확보할 수 있다.

셋째, 기존에 공사 중에만 일시적으로 작성 되고 사용되어졌던 시공 배근도가 도면 작성 자동화로 인하여 도면 및 건축물 정보축적이 가능하게 되었고 이정보는 구조물 유지/관리에 이르기 까지 전산화를 가능 하게 한다.

넷째, 많은 인력과 시간이 소모 되는 기존의 도면 작성을 간 몇 번의클릭 만으로 자동 생산화 하는 것이 가능하며 단 몇 분 만에 도면이 제작되어 나오는 건축구조 도면 자동 제작 시스템이 가능하게 되었다.

본 연구 결과에 의하면 가공철근의 형상, 치수, 개수 등이 명확히 도면에 표현되고 정착 길이, 이음 길이를 합리적으로 확보 할 수 있으므로 향후 철근 가공 및 배근의 자동화에 한 초석이 될 것으로 기대된다.

## 감사의 글

본 연구는 건설교통부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행 한 2005년도 건설핵심기술연구개발사업(05건설핵심C03, 과제번호 C105A000003-05A0300-00320)에 의한 것임

## 참고 문헌

김전국, 김치경, “철근 콘크리트조의 구조설계-철근공사 관리 자동화에 관한 연구 -철근 콘크리트 보를 중심으로-”, 대한건축학회논문집 10권1호, 2000,pp.23 - 26.

대한주택공사 주택 연구소, “철근 콘크리트조의 배근시공 작성 실무“, 기문당, 2000.1

김선국, 김문한, 철근 손실을 줄이기 위한 최적화 알고리즘 개발에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 7권 3호 1991

조훈희, 강경인, 국내 철근 가공공사의 실태에 관한 연구-자재손실을 중심으로, 대한 건축학회 학술 발표 대회논문집, 16권 2호 1996

한국콘크리트학회, 콘크리트구조설계기준·해설, 기문당, 2004

김치경, 홍성목, 객체지향설계법을 이용한 건축구조 설계 통합 시스템 개발에 관한 연구(I), 대한건축학회논문집 8권 1호, pp.171 - 179, 1992.1,

이재열외 4인, 철근 물량 산출 및 손실 최적화 알고리즘 개발에 관한 연구, 대한건축학회 논문집7권3호, 1991

이성수, 황진석, 소광호, 박철립, “철근콘크리트조의 설계전산화에 관한 연구”, 대한건축학회 논문집 제15권제2호, 199.2,pp.3 - 10

현대산업개발 구조설계팀, “철근콘크리트 배근 상세도,” 탐구문화사, 2000.9