

국내 철근공사 실태분석 및 개선방안에 관한 연구

A Study on the Actual Condition Analysis and Improvement of Rebar Work in Korean Building Construction

박우열* 김광희** 강경인***
 Park, U-Yeol Kim, Gwang-Hee Kang, Kyung-In

Abstract

With labor shortage and high-wage era, the construction cost is rising and the construction business is dull, demanding the construction environment of Korea to raise profitability through major cost savings and rationalization of construction management. However, although reinforcing bar(rebar) work, which greatly effects the building's safety, endurance, and construction time, is an important phase in construction, it holds serious problem of quality and productivity deterioration due to its characteristic of intensive-labor and maintaining of old work methods resulting in poor management, and costs increase. Therefor in this study to investigate current situation and problems of rebar work and to find methods of betterment, a survey was conducted to site engineers and individuals in division of cost estimate of domestic construction company. The survey questions were on the subjects of (1) calculating rebar quantity, (2) ordering and procurement, (3) rebar cutting and bending, and (4) rebar work management. Method of improvement was sought by analyzing the results of the survey

키워드: 철근공사, 철근적산, 철근배근시공도, 가공형상도

Keyword : Rebar Work, Rebar Quantity Surveying, Rebar Placing Drawing, Bar-List

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근의 국내 건설업은 기능인력의 부족, 건설공사비 상승, 건설경기의 침체 등으로 인하여 원가절감과 공사관리의 합리화를 통하여 수익성을 높이는 것이 절실히 요구되고 있다. 더욱이 기능인력의 부족으로 인한 고임금시대에 접어들어 건설공사비가 상승하고, 젊은 인력이 3D업종을 기피함에 따라 기능인력의 부족과 기능인력의 고령화로 인한 전문기능의 세대교체가 이루어지지 못하고 있다.

그러나 철근공사는 구조물의 안전성과 내구성 및 공사기간에 많은 영향을 미치고 원가측면에서도 매우 중요한 공사임에도 불구하고, 실행예산을 편성하기 위한 물량산출단계에서부터 시공 및 관리방식에 이르기까지 노동 집약적인 특성과 과거의 관리방식을 그대로 유지하고 있어 철근자재의 손실에 따른 원가 상승, 관리방식의 부실에 의한 품질 및 생산성 저하의 문제가 심각하다고 할 수 있다. 구조도면을 보고 철근조립에 필요한 가공형상 및 물량을 산출하는 작업은 전문업체의 숙련공에 의해 의존하고 있으나 이러한 기능 인력 대부분이 고령화 상태이기 때문에 기능인력의 원활한 세대교체나

개선책이 마련되지 않는다면 철근공사의 생산성 저하로 인한 원가상승 및 품질저하의 문제가 발생될 것으로 사료된다.

이러한 현실을 바탕으로 철근공사의 원가를 절감하기 위해 철근자재의 손실을 최소화하는 연구와 수량산출단계에서의 자동화 연구 등이 진행되어 왔으나 철근의 수량산출에서 가공조립에 이르는 쏘단계에 대한 고려가 미흡하여 현실적인 문제를 해결하기에는 부족한 점이 많이 있다고 볼 수 있다.

따라서 본 연구에서는 국내건설 견적부서와 건설현장을 대상으로 철근 물량 산출, 철근 자재의 발주와 구매, 철근의 가공, 철근 공사 관리 단계로 나누어 설문조사를 실시하여 철근공사의 현황 및 문제점을 분석하고 분석된 내용을 바탕으로 개선방안을 모색하는 것을 목적으로 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

철근공사 개선을 위한 기존의 연구를 살펴보면 철근공사 현황을 파악하여 손실발생원인을 규명하고자 하는 연구(조훈희 1995), 손실율을 저감하기 위한 연구(김선국 1991)(김용일 등 1996), CAD 도면 혹은 구조설계 단계에서 자동으로 배근시공도 및 가공도를 작성하고자 하는 연구(대한주택공사 1999)(김선국 등 1994)(이성수 등 1995)(함치선 등 1999), 철근 가공작업 자동화(Navon et al. 1996)(Dunston et al. 2000) 등으로 나눌 수 있다.

이와 같이 기존의 연구를 살펴보면 철근공사의 생산성을

* 정희원, 영산대학교 건축학부 전임강사, 공학박사

** 정희원, 고려대 대학원, 공학박사

*** 정희원, 고려대학교 교수, 공학박사

향상시키고 시공품질을 개선하기 위해 전산화 및 자동화관련 연구가 많이 진행되어 왔음을 알 수 있다. 그러나 국내 연구의 경우 철근의 수량 산출, 자재 발주, 철근 가공 조립 및 공사관리의 쏠단계에 대한 문제점 분석과 공사 프로세스의 개선에 관한 연구가 부족하다고 볼 수 있다.

따라서 본 연구에서는 국내 건축물 철근공사를 대상으로 구조도면이 완성된 후에 공사를 수행하기 위하여 실행예산을 작성하는 단계부터의 물량산출과 산출된 물량의 발주 및 구매, 가공, 시공 및 관리만을 연구의 대상으로 하여 개선방안을 도출하는 것으로 한정하였다.

우선, 문헌조사를 통하여 철근공사와 관련된 규정과 특성을 고찰한 후 철근공사의 현황 및 문제점을 파악하기 위하여 설문조사를 실시하였다. 설문조사는 건설회사의 견적부와와 건설현장으로 각각 나누어 실시하였으며 철근자재의 손실 및 관리의 측면에서 문제점을 도출하였다. 그리고 설문조사를 통하여 파악된 문제점을 바탕으로 철근의 물량산출, 자재의 발주, 가공 및 조립, 공사관리의 전단계에 걸쳐 철근자재의 손실을 절감하고 관리의 효율화를 도모할 수 있는 개선방안을 모색하였다.

2. 철근공사 개요

2.1 철근공사 업무 흐름

국내 철근공사의 일반적인 업무 흐름을 종합건설사의 본사와 현장 그리고 철근전문건설업체로 나누어 살펴보면 그림 1과 같다.

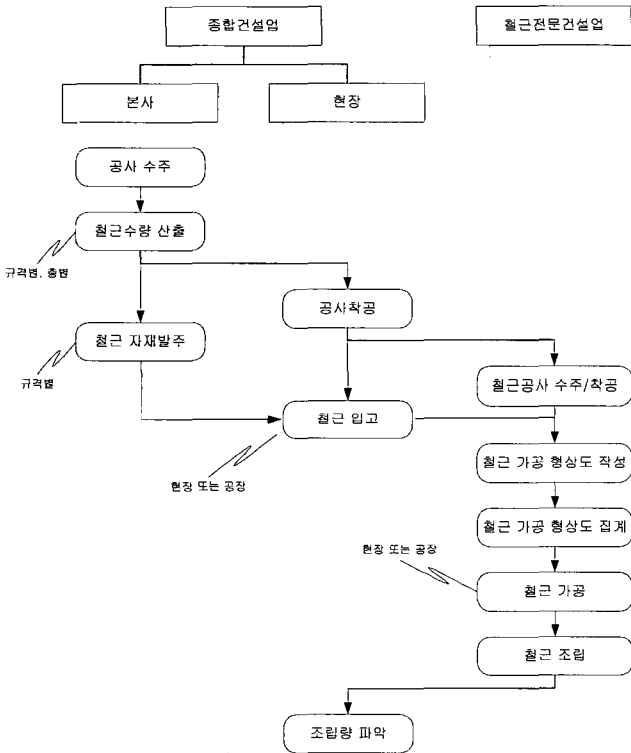


그림 1. 철근공사 업무 흐름

종합건설사는 공사를 수주한 후에 실행예산을 편성하기 위해 철근의 물량을 산출한다. 산출된 물량은 철근규격과 층별로 나누어 집계하며 일정한 할증을 고려하여 철근자재를 발주 구매한다.

철근 전문 건설업체는 철근공사 수주 후 일반적으로 수작업에 의해 철근 가공 형상도를 작성하고 작성된 형상도를 집계한 후 철근을 가공하고 정해진 위치에 조립한다. 통상적으로 철근 가공은 현장가공이 대부분을 차지하고 있으나 최근 도심지공사의 경우 야적장이 부족하거나 시공품질을 개선하기 위해 공장에서 가공하는 경우도 늘고 있는 실정이다.

2.2 철근 물량 산출

1988년 「극한강도 설계법에 의한 철근콘크리트 구조계산 기준」이 제정된 이래 대부분의 철근콘크리트 건물이 극한강도 설계법에 의해서 설계되고 있다. 또한 1999년에는 건축토목분야 관련 학회가 공동으로 협력하여 두 분야가 공동으로 사용하도록 새롭게 통합된 「콘크리트구조설계기준」을 제정 발표하였다. 그러나 철근의 물량산출방법은 기존의 방법을 그대로 유지하고 있으며 다음과 같이 3가지 방법으로 구분할 수 있다.

1) 정미수량 산출방법

철근 배근도에 의하여 기초, 지중보, 기둥, 벽체, 보, 바닥판 등을 층별로 구분하여 철근규격별로 이음, 정착 등을 더한 길이를 산출하여 총 연장길이를 산출하는 방법이다.

이 방법에 의하여 산출된 총 연장길이가 정미량이 되고 이 정미량에다 절단손실에 해당하는 할증률을 가산한 것이 총 소요량으로서 구입량이 된다. 할증률이 필요한 이유는 보통 철근이 정착(定尺)치수¹⁾로 공급되기 때문에 설계치수와 차이가 절단 낭비되기 때문이다.

국내의 경우 절단손실에 의한 할증률은 보통 원형철근 5% 이내, 이형철근 3% 이내로 규정하고 있으나²⁾ 4%로 규정하고 있는 경우도 있다.

2) 할증률 적용산출법

이음, 정착 등을 무시한 중심선을 기준으로 일직선으로 간주하여 산출한 길이에 철근규격별 할증률(절단 손실, 이음, 정착 등의 길이)를 더한 것을 총 소요량으로 하여 산출하는 방법이다.

이 방법에서 적용되는 할증률은 철근 배근도 시공도에 의한 이음, 정착 등을 더한 길이로 산출한 수량과 이음, 정착 등의 길이를 무시한 중심선을 기준으로 한 일직선으로 간주하여 산출한 수량과 비교한 수량 변화율에 절단손실에 해당하는 할증률을 더한 것으로 산정한 것이다. 일반적으로 건설업체에서 적용하는 할증률 값은 일정한 기준이 없이 다양하게 적용되고 있다.

1) 본 연구에서는 일반적으로 건설현장에서 사용하는 용어정의 방식을 바탕으로 제강사에서 생산가능한 모든 철근의 길이를 '정척(定尺)'으로 설계치수와 차이에 의해 절단 낭비되는 고철을 철근의 '손실(Loss)'로 정의하였다.

2) 대한건설협회, 「2002건설공사표준품셈」, 대한건설협회, 2002

3) 개선 산출방법

예산액 산정 등 참고자료로 사용하고자 적용되는 방법으로서 기존 철근콘크리트조 건축물의 실적차에 의한 평균수량 즉 철근의 단위당(건축물 연㎡당, 콘크리트 ㎡당)수량을 적용하여 총 소요량을 산출한다.

2.3 썸근 뽑주 및 구매

철근구매는 공사착공이 이루어지면 건설사의 구매담당부서에서 자재를 발주하고 현장에 구매해주는 '본사지급자재'의 특성을 지니고 있다. 통상적으로 자재의 발주는 철근규격(지름)으로 구분되는 중량단위로 이루어지고 있다.

한국공업규격 KS D 3504에서는 이형봉강의 표준길이를 다음과 같이 3.5, 4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6.0, 6.5, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0, 11.0, 12.0m로 정하고 있으나, 다양한 철근제품을 생산하려면 수시로 생산라인을 옮겨 절단기 작업을 진행해야 하므로 시간적 손실과 자재손실이 발생하고 생산성이 떨어지기 때문에 생산되는 철근의 정척길이는 시장상황에 따라 많은 영향을 받는 경향이 있다.³⁾

따라서 국내 제강사의 경우 대부분 규격제품으로서 8m단위로 철근을 생산하거나, 제강사에 따라서는 기본생산길이로 7, 8, 9m를 생산하고 사전주문에 의해 6, 6.5, 7.5, 10, 11, 12m의 철근을 생산하는 경우도 있지만 한국공업규격의 표준길이에 비해 다양하지 못한 실정이다.

2.4 썸근의 시공 및 관리

철근공사를 수행하기 위해서는 철근을 절단하고 절곡하는 작업에서 가공철근의 형상과 치수를 정리한 가공 형상도(bar list)와 현장에서의 실제 조립을 위해 필요한 철근 배근 시공도(placing drawing)⁴⁾가 필요하다.

1) 철근 배근 시공도 및 가공 형상도

국내에 있어서 철근 배근 시공도는 건축법 제19조 24항(건축시공)과 건설기술관리법 제 23조의 2조 3항(설계도서의 작성등)에 의해 '상세시공도면' 혹은 '시공상세도면'으로서 철근 시공 전에 작성토록 요구되고 있다. 또한 1999년 전면 개정된 건축공사 표준시방서 05000 철근콘크리트공사 05020에 철근공사와 관련된 '시공상세도면'으로서 배근 시공도의 작성을 규정하고 있으며, 감리업무 수행지침서에서도 제34조(시공상세도 승인)에 의해 감리원의 업무로서 '시공상세도'의 검토·확인을 규정하고 있다.

국내의 경우 일반적으로 배근 시공도는 철근의 배근과 조립에 필요한 철근의 개수, 크기, 길이, 위치를 나타내며 평면, 상세, 입면, 스케줄, 철근가공 목록, 구부림 상세를 포함한다. 그러나 국내에서는 이러한 배근 시공도의 사용이 저조한 것으로 보고되고 있다.⁵⁾

2) 철근 가공

국내의 철근가공이 기계화되기 시작한 것은 불과 몇 년 전으로 삼풍백화점과 성수대교가 붕괴된 후 철근절단 시 산소절단기 사용이 금지되면서 철근가공이 기계가공으로 전환되어왔다. 가공 방식은 현장 인력가공, 현장 기계가공, 현장 공장 기계가공, 철근 전문가공공장의 4가지 방식으로 구분할 수 있다.

국내 건축공사에서 철근의 가공장소는 거의 대부분이 현장 내에 가공장을 설치하여 가공하는 것이 일반적인 현상으로 인식되어 왔으나 최근에 도심지의 대형공사가 많이 진행되면서 철근을 현장 내에 야적하고 가공할 수 있는 장소가 없어 도심지의 대형공사부터 철근의 공장가공으로 전환되고 있는 실정이다.

3. 철근공사 현황 및 문제점 분석

3.1 설문조사 개요

철근공사 현황 및 문제점을 조사하기 위하여 2002년 7월부터 9월까지 국내건설회사 견적부서와 건설현장을 대상으로 각각 나누어 설문 조사를 실시하였다.

1) 본사 견적부서

본사 견적부서는 2002년 시공능력 상위 20위 이상의 토건업종 7개사의 견적부서 직원을 대상으로 설문조사를 실시하여 54명의 유효설문지를 받았다. 설문응답자의 경력분포는 5년 초과 10년 이하 경력자가 24명으로 가장 많았으며 5년 이하가 19명 그리고 10년 초과 15년 이하의 경력자가 10명을 차지하는 것으로 나타났다.

2) 건설현장

건설현장은 2002년 시공능력 상위 100위 이상의 토건업종 16개사 30개 수도권 현장(서울 : 26개, 경기 : 6개)을 대상으로 직접 방문에 의한 설문조사를 실시하여 총 74명의 유효설문지를 받았다. 설문조사 응답자의 경력분포를 보면 5년 초과 10년 이하가 35명으로 가장 많았으며 5년 이하인 경우가 23명으로 많은 수를 차지하여 본사 견적부의 비율과 비슷한 경향을 보였다.

3.2 썸근 물량 산출

조사대상 건설사는 모두 물량산출 소프트웨어를 사용하여 철근물량을 산출하고 있는 것으로 나타났다. 소프트웨어는 자체 개발한 소프트웨어를 사용하거나 적산 소프트웨어 전문회사에서 개발한 소프트웨어를 혼용하여 사용하고 있는 것으로 조사되었다.

3) 「<건설가도> 철근판매 1천만톤의 꿈」, 일간건설신문, 2000. 6. 27

4) 가공 형상도와 관련된 용어는 '바 리스트', '바 스케줄', '철근 목록' 등의 용어가 사용되고 있으며, 철근 배근 시공도와 관련된 용어로서는 '철근 배근도' 등의 용어가 사용되고 있으나 본 논문에서는 이를 각각 '가공 형상도(bar list)'와 '철근 배근 시공도(placing drawing)'로 정의하였다.

5) 대한주택공사 주택연구소, 「철근콘크리트조의 배근 시공도 작성 실무」, 기문당, 1999, p.116

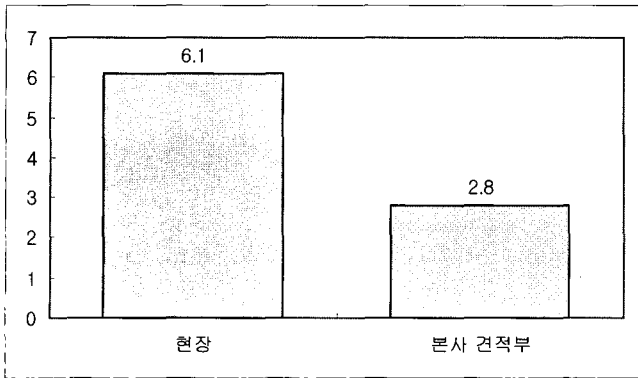


그림 2. 실제 시공 물량이 실행예산 편성 물량에 보다 초과되는 비율

그림 2는 실행예산을 편성할 때 산출한 철근물량과 실제 시공된 물량이 어느 정도 차이가 있다고 생각하는지에 대한 질문에 대한 각각의 평균값을 나타내고 있다. 본사 견적부와 현장 모두 실제 시공된 물량이 실행예산 물량보다 많다고 대답하였으나, 본사 견적부의 경우는 평균적으로 2.8% 정도 실제물량이 더 많이 소요된다고 답변한 반면 현장의 경우는 6.1% 정도 더 많이 소요된다고 답변하여 시각차가 있는 것으로 나타났다.

이것은 본사 견적부서의 담당자가 현장 근무경험이 많지 않은 것도 원인이라고 볼 수 있으나, 실제로 시공된 물량을 정확하게 관리하여 계획물량과의 오차가 발생하였다면 그 원인은 무엇인지에 대한 개선노력이 부족했기 때문으로 사료된다.

그림 3은 실제물량과 실행물량이 차이가 있다고 응답한 109명의 응답자에 대하여 그 원인이 무엇인지에 대한 항목별 빈도수를 나타내고 있다. 각 항목은 다음과 같다.

- ① 항목 1 - 물량 산출시 개정된 극한강도법에 의한 물량 산출기준을 따르지 않고 있다.
- ② 항목 2 - 철근의 이음정착길이 산출시 실제길이를 고려하지 않고, 순수길이에 할증률을 곱함으로써 오차가 많이 생긴다.
- ③ 항목 3 - 정척길이를 고려하여 물량을 산출하거나 집계하지 않는다.
- ④ 항목 4 - 구조도면의 배근상세가 명확하지 않아 혼선이 발생한다.

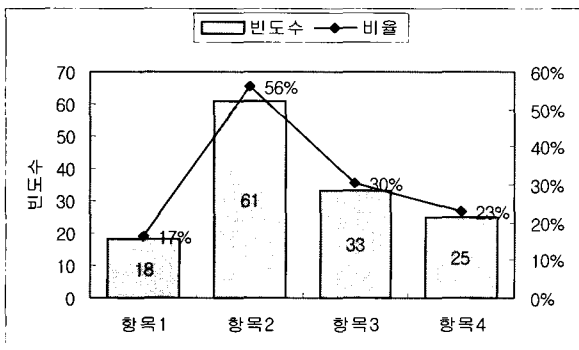


그림 3. 물량차이의 원인

종합건설사의 물량산출방법은 할증률 적용 산출방법으로서 철근의 중심선 길이를 산출하고 거기에 정착과 이음을 할증률로 처리하고 있는 것으로 나타났다. 그러나 설문에서와 같이 할증률을 적용하는 방법은 현재의 극한강도 설계법에 의한 것과 차이가 발생하며 적게 산출된다. 이러한 문제 때문에 일부회사에서는 철근의 이음·정착길이에 대한 할증률을 높게 조정하여 기존 적산 소프트웨어를 사용하고 있는 경우도 조사되었다. 그러나 설문조사 결과와 같이 이러한 산출방법은 실제 시공 물량과 많이 차이가 나기 때문에 시급한 개선이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

정척길이를 고려하지 않은 물량의 산출과 집계 또한 중요한 원인의 하나로 지적되고 있다. 정척철근을 고려하지 못하기 때문에 8m의 정척철근을 절단하고 남은 단척 철근이 제대로 활용되지 못하고 고철로 버려지는 것으로 나타났다.

구조도면의 품질에 대한 지적과 구조도면에 누락된 부분이 발생하는 경우가 있어 물량이 증가하는 것으로 나타났다. 철근공사에서 구조도면의 일반사항(General Notes)은 철근의 물량산출시 가공 형상도 작성시 그리고 철근 조립 시에 기준이 되는 사항이나 도면마다 표기가 다르고 잘못 적용된 경우가 다수 조사되었다.

3.3 철근의 발주 및 구매

철근의 발주와 구매에 있어서 철근의 정척길이를 8m로 하는 종합건설사가 거의 대부분이다. 그러나 최근에 우리나라가 IMF 외환위기를 겪으면서 건설발주물량의 감소로 인해서 제강사에서 철근의 내수감소로 다양한 정척을 공급하기 시작하였으며⁶⁾, 철근을 길이별로 주문할 경우 철근손율을 줄일 수 있다는 인식이 확산되면서 현장단위로 굵은 철근을 기준으로 기초부위나 기둥 그리고 아파트 벽체철근은 수작업으로 철근수량을 길이별로 산출하여 구매하여 사용하는 비율이 점차적으로 증가하고 있는 것으로 나타났다.

그러나 길이별로 구매하여 가공 조립하는 방식은 전사적으로 시행되지 못하고 현장단위로 실시되고 있으며 그 원인은 다음과 같이 사료된다.

- ① 철근물량을 철근 규격별 길이별로 산출·집계하지 못하고 있다.
수작업으로 규격별 길이별로 산출하는 데에는 많은 시간과 노력을 필요로 하며 최근 건설공사의 생산성을 향상하기 위해서 현장기술자의 인원을 최소로 배치하기 때문에 수작업 산출은 현실적으로 불가능할 것으로 사료된다. 또한 현실적으로 종합건설사의 자체개발 프로젝트나 민간도급공사의 경우 설계도서의 확정이 늦기 때문에 1개월 전에 철근 자재를 길이별로 산출·집계하기에는 현실적으로 어려움이 많은 것으로 나타났다.
- ② 제강사에서 생산하는 정척 즉 재고로 보유하고 있는 철근의 정척이 7, 8, 9m이므로 철근공사의 공정에 맞게 철근 자재의 반입이 어렵다.
- ③ 다양한 길이의 정척을 규격별로 현장이나 공장에 야적할 수 있는 면적이 확보되어 있지 않다.

6) 「제강사 철근판매 '길이'로 경쟁」, 일간건설신문, 1999. 10. 18

특히 현장가공을 할 경우에는 현장의 많은 면적을 차지하고, 가공시 다양한 길이의 정척길이를 가공기계로 선택하고 이동할 때 많은 노력과 시간이 필요하므로 철근 자재의 손실은 낮출 수 있으나 가공인건비의 상승을 가져오므로 전체적으로 원가절감이 된다고 보기는 어렵다.

3.4 쉼근 가공

국내 건설업의 여건상 가장 적합한 가공방식이 어떤 것인지에 대한 답변을 살펴보면 공장가공이 13%, 현장가공이 15%로 낮게 나타났으나, 공장가공과 현장가공방식을 혼용하여 사용하는 방식이 응답자의 73%로 가장 높게 나타났다.

현장가공이 가장 적합하다고 답변한 경우 그 이유를 살펴보면, 현장에서는 시공방식의 변경이나 설계변경이 발생하기 때문에 유연하고 신속하게 대처하기 위해서는 기존의 현장가공방식이 적합하다는 이유가 가장 많았으며, 경제성 면에서도 현장가공이 우수하다고 판단하고 있는 것으로 나타났다.

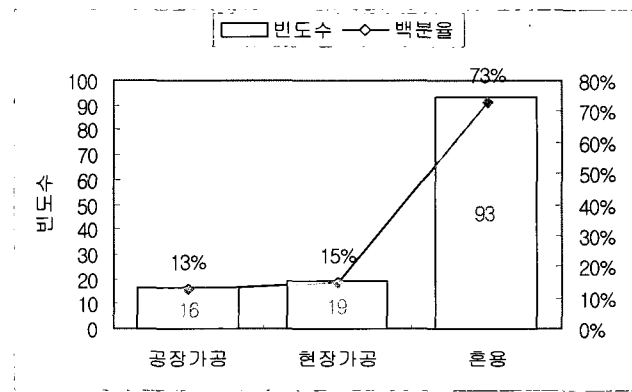


그림 4. 국내 건설환경에 적합한 가공방식

공장가공이 가장 적합하다고 답변한 경우에는, 도심지 현장 여건상 야적장 확보가 어렵고, 자재손실을 절감할 수 있다는 이유를 들고 있다. 또한 공장가공을 통해 시공 정밀도를 높일 수 있다는 것과 노무비 상승에 따라 기계화시공이 필요하다는 것도 이유로 제시되고 있다.

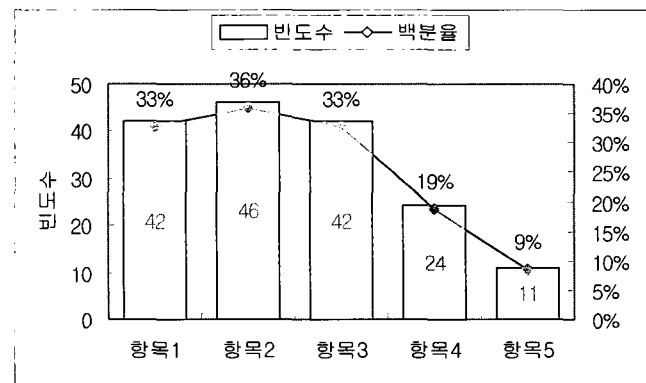


그림 5. 공장방식이 저조한 원인

현장가공과 공장가공을 혼용하는 방식이 바람직하다고 답변한 경우는, 야적장 확보의 어려움, 노무비 절감, 품질향상,

자재 손실절감을 위해서는 공장가공이 바람직하지만 건설현장에서는 시공상세도가 제대로 활용되지 못하고 있고, 시공오차가 존재하며, 설계변경이 자주 발생하기 때문에 보완적으로 현장가공을 사용해야 한다는 이유가 가장 많은 것으로 나타났다. 즉, 현장가공과 공장가공의 장점을 취하여 현장여건에 맞게 운용하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

이렇게 우리나라에서 철근의 공장가공이 저조한 이유를 다음과 같은 항목으로 나누어 설문한 결과는 그림 5와 같다.

- ① 항목 1 - 공사비 측면에서 현장가공이 저렴하다.
- ② 항목 2 - 설계 도면을 자주 변경하여 공장가공으로 대처하기가 어렵다.
- ③ 항목 3 - 철근기능공이 임기 응변식으로 현장에 대처하는 것에 익숙해 있어 공장가공을 기피한다.
- ④ 항목 4 - 가공 공장에서 운반된 철근을 야적할 수 있는 공간이 부족하다.
- ⑤ 항목 5 - 철근 가공공장이 부족하다.

그림 5에서 알 수 있는 바와 같이 현장에서는 설계변경이 자주 발생하기 때문에 공장가공으로 대처하는 것이 어렵다는 답변이 36%로 가장 많았으며, 철근 기능공이 공장가공을 기피한다는 답변과 공사비 측면에서 현장가공이 저렴하다는 답변이 33%로 높게 나타났다. 이것은 공사계획이 부정확하여 현장에서 필요한 가공품을 즉시 가공하는 임기응변식 대응에 익숙해 있어 사전에 철근 가공 형상도를 산출하여 공장에서 가공하는 것보다는 조립의 편의성을 상대적으로 중요시하는 것으로 사료된다.

3.5 철근 시공 및 관리

1) 철근 배근 시공도

건설현장에서 배근 시공도의 활용도를 7단계로 나누어 설문한 결과 현장의 경우 4.1, 본사 건적부의 경우 4.3으로 현장에서 배근 시공도의 활용도가 보통이라고 생각하는 것으로 나타났다.

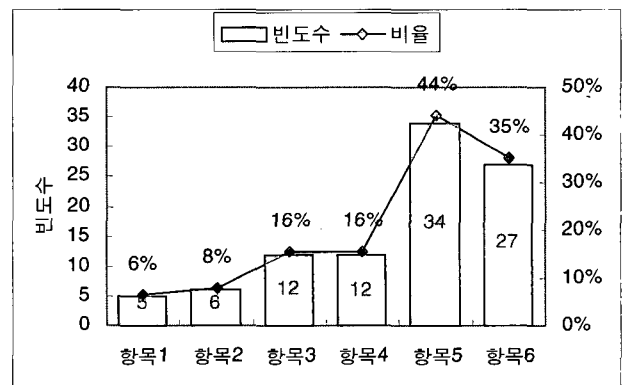


그림 6. 배근 시공도의 활용이 저조한 이유

그림 6은 배근 시공도의 현장활용도가 보통이하라고 답한 총 77명에 대하여 그 원인에 대한 의견을 분석한 것이다.

- ① 항목 1 - 구조도면의 정확성이 낮다.

- ② 항목 2 - 설계 도면을 자주 변경한다.
- ③ 항목 3 - 배근 시공도의 표준이 없다.
- ④ 항목 4 - 작업자가 보기에 도면이 너무 복잡하다.
- ⑤ 항목 5 - 배근 시공도가 현장의 시공성을 반영하지 못하고 있다.
- ⑥ 항목 6 - 배근 시공도를 작성할 수 있는 전문인력이 부족하다.

배근 시공도의 활용이 저조한 가장 큰 원인은 배근 시공도가 현장의 시공성을 반영하지 못하기 때문이라는 답변이 응답자의 44%였으며 배근 시공도를 작성할 수 있는 전문인력이 부족하다는 것도 큰 문제점으로 나타났다.

전문 기능의 세대교체가 우려되는 현 상황에서 철근공사의 품질수준을 유지·개선하기 위해서는 배근 시공도의 활용이 필적이라고 할 수 있다. 따라서 배근 시공도의 현재의 문제점을 개선하여 현장의 시공성을 반영한 배근 시공의 표준을 정립하는 것은 물론 배근 시공도를 작성할 수 있는 전문인력의 양성에도 많은 노력이 필요할 것으로 사료된다.

2) 철근 공사 관리

철근의 정착을 8m로 사용할 경우에는 평균 10.36%의 손실이 발생하는 것으로 보고되고 있다.⁷⁾ 철근 손실률에 대한 설문조사 결과 본사 전적부서의 경우 3.9%, 현장의 경우는 6.0%가 발생할 것으로 추정하는 것으로 나타났다. 두 경우 모두 일반적인 할증률 3%보다는 높은 값을 나타내고 있으며, 특히 본사 전적부서의 경우보다는 현장에서 손실이 더 많이 발생할 것으로 보고 있는 것으로 나타났다.

현장에서 발생하는 손실률에 대한 의견이 차이를 보이는 것은 종합건설사에서 산출한 철근량이 부정확하여 초기에 산출한 철근량을 확인하지 못하고, 공사 중에 변경된 도면에 대해서 정확한 Follow up이 없으므로 어디까지가 추가로 투입됐는지 아니면 자재의 손실로 추가 투입됐는지를 판단하기 어렵기 때문인 것으로 사료된다. 따라서 실행예산을 작성할 때 철근 물량을 정확히 산출하고 공사 중에 실제로 투입된 물량 데이터를 추적하고 관리하는 시스템으로의 전환이 시급하다고 볼 수 있다.

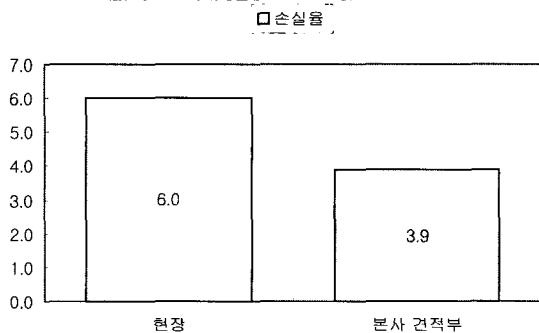


그림 7. 건설현장의 철근 손실률(실행예산대비 %)

이러한 철근의 손실발생의 원인으로서는 여러 가지가 있겠으나 기존의 연구를 살펴보면 철근절단손실(70%), 과다이음(16%) 그리고 단척 미활용(14%)이 제시되고 있다.⁸⁾ 기존의 연구에서 대상으로 한 프로젝트가 공동주택이므로 공동주택의 특성상 규격이 가는 철근이 주로 사용되는 점을 주목하면 철근콘크리트 라멘조의 건물에서는 굵은 철근이 더 많이 사용되므로 절단손실이 차지하는 비율이 더 클 수 있다.

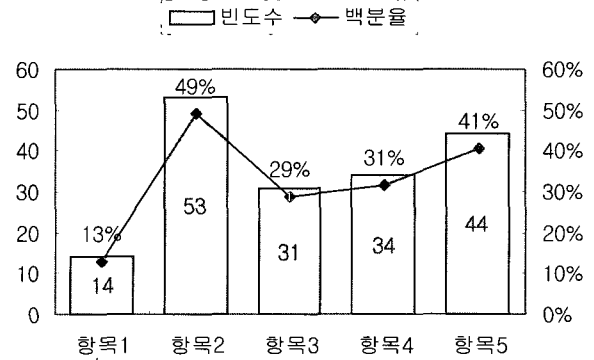


그림 8. 철근손실의 과다 발생원인

본 연구에서는 철근의 손실발생의 원인을 다음과 같이 6가지로 세분화하여 설문한 결과 그림 8과 같이 정착철근의 종류가 다양하지 못하기 때문이 49%로 가장 높게 나타났으며, 절단되고 남은 철근을 활용하지 못하기 때문이 41%로 높게 나타났다.

- ① 항목 1 - 실행예산 편성 시 산출된 철근 물량이 부정확하여 정확한 손실을 예측하기 어렵다.
- ② 항목 2 - 정착철근의 종류가 다양하지 못하기 때문에 (보통 8m) 손실이 많이 발생한다.
- ③ 항목 3 - 공사 중에 변경되거나 투입된 물량에 대한 정확한 관리가 이루어지지 않기 때문에 실적자료를 활용하지 못하고 있다.
- ④ 항목 4 - 철근을 가공할 때, 가공길이를 지나치게 단순화한다.(작업자가 절단 작업을 줄이기 위해)
- ⑤ 항목 5 - 절단되고 남은 짧은 길이의 철근을 활용하지 못하고 있다.

절단손실이 발생하는 근본적인 배경은 8m 정착철근만을 사용하기 때문으로 사료된다. 절단손실의 발생률은 철근의 규격이 커질수록 증가한다. 철근 규격 D10, D13의 경우는 보의 스테럽이나 보조 스테럽 그리고 기둥의 대근이나 보조 후프 등으로 사용할 수가 있다. 그러나 D16이상의 철근에서 최소한의 정착길이를 최소한의 이음길이를 고려해 본다면 손실이 많이 발생할 것으로 사료되며 단척 발생에 의한 철근손실 발생의 원인은 다음과 같이 사료된다.

- ① 단일 정착을 사용함으로써 실제로 사용하는 단척의 개수보다 많은 단척이 발생한다.
- ② 사용이 가능한 단척이 있어도 철근을 현장에서 가공하

8) 함치선 외 4인, 「CAD시스템을 이용한 공동주택 철근 시공 상세도 및 물량산출시스템 개발에 관한 연구」, 대한건축학회논문집 구조계, 15(8), 1998. p.112

면 가공의 책임자는 길이별, 규격별로 정리하기 위해서는 추가로 인건비가 투입된다.

- ③ 가공책임자의 무관심과 가공기능공의 대만으로 버려지게 된다.

설문조사 결과 단척이 발생할 경우 현장에서는 보강근으로 활용하고 있다는 답변이 다수 있었으나 과도한 보강이나 불필요한 보강은 철근손실로 간주될 수 있기 때문에 단척 철근의 발생은 처음부터 억제하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

철근 길이의 단순화는 철근의 가공 형상도를 철근조립 책임자가 산출하면서 절단작업의 편의를 위해 철근의 가공길이를 단순화하는 것을 말한다. 단순화는 굵은 철근의 경우 필요 없는 철근을 과다 투입하는 것이기 때문에 굵은 철근을 많이 사용하는 부재일수록 손실이 많이 발생할 것으로 사료된다. 그러나 설문조사 결과 현장 관리자는 철근조립 책임자가 얼마나 단순화하여 사용하는지 제대로 파악하지 못하는 것으로 나타났으며 이에 대한 관리감독의 철저가 필요할 것으로 사료된다.

4. 철근공사 개선방안

본 장에서는 앞에서 분석한 철근공사의 현황 및 문제점을 바탕으로 개선 방안을 모색해 보고자 한다. 철근손실을 절감할 수 있는 방안을 자유롭게 기술하도록 설문한 결과 다음과 같이 답변이 도출되었다.

- ① 설계도면의 정확성 증대
- ② 배근 시공도에 의한 물량산출 및 시공
- ③ 정척철근의 다양화
- ④ 사전 도면검토 철저
- ⑤ 공장가공의 활용
- ⑥ 철근관리의 체계화
- ⑦ 현장관리자의 인식변화

이와 같은 개선방안을 종합정리 한 후 그림 9와 같이 철근공사 업무단계별 개선방안을 종합적으로 제시하였다.

4.1 철근 물량 산출

철근물량의 산출에서부터 가공·조립의 단계까지 원가 및 품질관리의 기준으로서 중요한 점은 배근 시공도 및 가공 형상도 작성에 의한 물량산출이라고 볼 수 있다. 여기서 발생하는 문제는 근본적으로 건설공사의 원가와 직결되므로 정확한 철근물량의 산출과 함께 철근 자재 손실을 감소시키는 것이 가장 중요하다고 볼 수 있다.

철근물량의 정확한 산출을 위해서는 공사착수 전에 배근 시공도를 정확하게 작도하고, 배근 시공도상의 가공 형상도를 기초로 철근물량을 산출하고, 철근물량을 철근 규격별, 길이별로 집계할 필요가 있다.

따라서 현재 배근 시공도의 표준이 명확하게 정립되어 있

지 않다는 등의 문제가 있으므로 철근의 적산과 배근 시공도 작성을 체계적으로 정리하여 표준을 마련하고, 이에 적합한 시스템을 개발해야만 철근 자재의 구매 그리고 가공·조립의 문제까지 해결할 수 있을 것으로 사료된다.

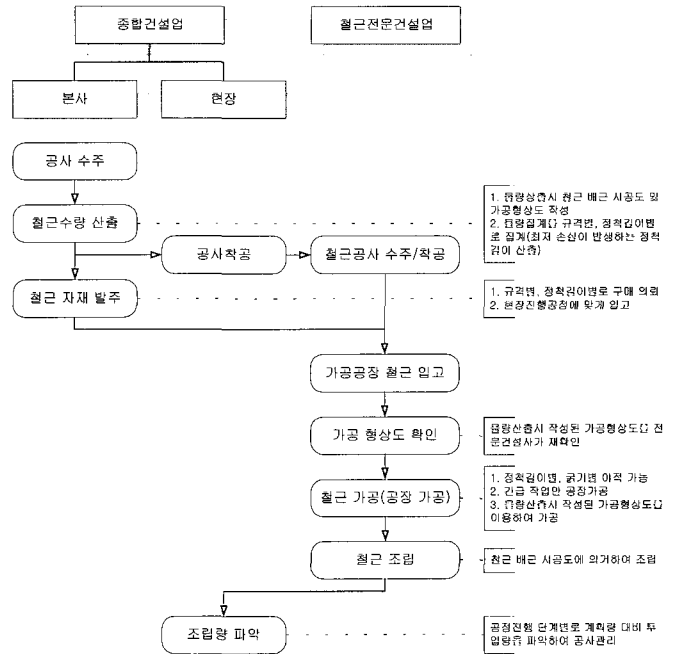


그림 9. 철근공사 단계별 업무 개선방향

4.2 철근 발주 및 구매

철근 자재를 길이별로 주문하고 입고하는 방법으로 철근 자재 구매의 프로세스가 전환되어야 한다. 이처럼 철근 자재를 길이별로 주문하여 사용할 때 철근 자재비의 절감부분이 매우 큰 것을 감안하여 길이별 주문이 실현되기 위한 전제조건은 다음과 같다.

첫째, 철근 자재를 길이별로 산출을 하여 집계할 수 있는 시스템이 갖추어져야 한다.

둘째, 철근 제강사에서 철근을 길이별로 주문을 받았을 때 생산 공급할 수 있는 생산시스템을 갖추어야 한다.

셋째, 정척길이별, 규격별로 야적하여 가공하기 위해서는 현장가공이 아닌 공장가공으로 전환되어야 한다.

4.3 철근 가공

철근공사에서 철근가공을 공장가공으로 전환해야 하는 필요성으로는 다음과 같이 제시되고 있다.⁹⁾

- ① 정부주도 공사 발주시 발주처에서 표준화된 시스템에 의한 고품질의 철근공사를 요구
- ② 사전계획에 의한 선가공이 가능하여 대형공사 시공시 철근의 가공시간을 줄임으로써 공기단축 가능
- ③ 산재된 현장의 경우 총괄적 주문 가공납품으로 자재관리가 용이함
- ④ 도심지 작업시 발생할 수 있는 민원 등과 현장 작업시 발생 가능한 각종 환경 규제 등을 피할 수 있음

9) 태연기계, 「한국 철근가공의 현주소」, 태연기계(주), 2001. p.106

⑤ 현장관리가 어려워 소모되는 스크랩 100% 재활용

그러나 철근의 가공이 공장가공으로 전환되기 위해서는 운반과정에 따르는 원가상승의 문제를 해결해야 할 것으로 사료되며, 최소한 현장에서 철근가공을 시행하는 것과 동일한 원가로 적용되어야 할 것이다. 따라서 철근의 공장가공이 활성화되기 위해서는 철근의 규격별, 길이별 집계를 실시하여 현재 발생하는 철근의 손실을 낮추어 원가절감을 가능하게 하여야 한다. 철근가공공장도 철근 자재를 철근길이별로 적치할 수 있는 공간의 마련과 시스템의 구축이라는 노력을 동시에 기해야 할 것으로 사료된다.

그림 10은 바람직한 철근 가공길이의 단순화에 대한 현장 설문조사의 결과이다. 총 응답자 74명 중 34%가 가공길이를 단순화해서는 안 된다는 의견이었으며, 10cm가 바람직하다는 의견이 31%로 높게 나타났다. 즉 단순화는 바람직하지 못하다는 의견이 대부분이었으나 단순화를 모두 없애는 것이 원가절감으로 연결되지는 않을 것으로 사료된다. 철근의 가공길이를 다양하게 했을 경우 철근가공의 인건비와 조립과정에서 오는 혼선으로 조립인건비가 상승하게 되므로 단순화시키지 않아서 절감되는 자재비와 가공·조립 인건비의 상승 정도를 잘 비교하고 또한 가공·조립하는 데 추가로 소요되는 시간을 잘 고려하여 단순화하는 것이 적절할 것으로 사료된다.

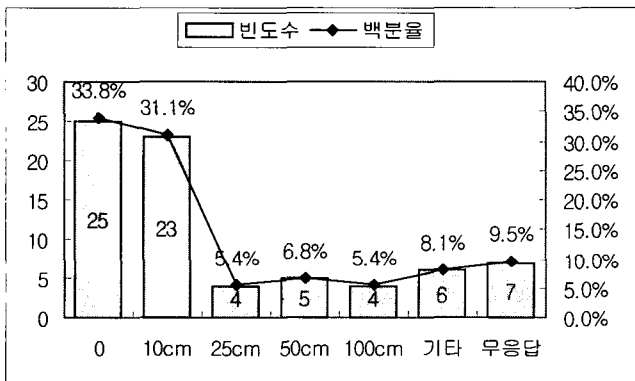


그림 10. 현장 여건상 바람직한 철근 단순화의 길이

4.4 철근 공사 관리

철근공사의 원가 절감을 위해서는 철근 자재단가의 하락, 자재절감, 철근가공·조립 인건비의 절감의 방안이 있다. 인건비와 철근 자재 단가는 제어가 불가능하므로 원가절감을 위해서는 철근손실 절감이 필수적이라 볼 수 있다.

철근손실을 최소화하기 위해서는 절대적으로 철근의 정척을 다양하게 사용해야 할 것으로 사료된다. 이러한 다양한 정척길이를 사용하기 위해서는 철근의 규격별, 길이별로 관리할 수 있는 시스템의 구축이 필수적이라 할 수 있다.

공사 중 투입된 철근물량에 대한 체계적 관리가 필요하다고 생각하는지에 대하여 7단계로 나누어 설문한 결과 매우 필요하다고 답변한 경우가 가장 많았으며, 평균 6.2와 6.3점으로 매우 높은 필요성을 실감하고 있는 것으로 나타났다. 따라서 체계적인 관리를 지원할 수 있는 상용화 시스템이 시급하다고 볼 수 있다.

5. 결 론

본 연구는 철근공사 현황 및 문제점을 조사하기 위하여 국내 건설 건적부서와 건설현장을 대상으로 설문조사를 실시하였으며 설문조사의 결과를 철근 물량 산출, 철근 자재의 발주와 구매, 철근의 가공, 철근 공사 관리 단계로 나누어 분석하였다.

철근 물량 산출의 경우 실행예산을 편성할 때 산출한 철근 물량과 실제 시공된 물량 차이에 대하여 본사 건적부의 경우는 평균적으로 2.8% 정도, 현장의 경우는 5.8% 정도 더 많이 소요된다고 생각하는 것으로 나타났다. 그 원인으로는 물량 산출시 개정된 극한강도 설계법에 의한 물량산출기준을 따르지 않고 기존의 방식과 같이 순수길이에 할증률을 곱하는 방식을 사용하기 때문이라는 답변이 가장 높은 것으로 나타났다.

철근 자재의 발주와 구매의 경우 철근의 발주와 구매에 있어서 철근의 정척길이를 8m로 하는 종합건설사가 거의 대부분인 것으로 나타났으며, 제강사의 경우도 7, 8, 9m를 제외한 철근의 경우는 재고로서 보유하고 있지 않기 때문에 정척철근의 종류가 다양하지 않은 것으로 나타났다.

철근 가공의 경우 국내 건설업의 여건상 가장 적합한 가공 방식에 대한 인식은 공장가공과 현장가공방식을 혼용하여 사용하는 방식이 응답자의 73%로 가장 높게 나타났다. 이것은 현장에서는 설계변경이 자주 발생하기 때문에 공장가공으로 대처하는 것이 어렵다는 것과 철근 기능공이 공장가공을 기피한다는 것, 그리고 공사비 측면에서 현장가공이 저렴하다는 것 때문에 공장방식의 활용이 저조하다고 생각하는 것으로 나타났다.

철근 시공의 경우 배근 시공도의 활용도가 보통인 것으로 평가하고 있으며 배근 시공도의 활용이 저조한 가장 큰 원인은 배근 시공도가 현장의 시공성을 반영하지 못하고 있다는 것과 배근 시공도를 작성할 수 있는 전문인력이 부족하다는 것이 그 원인인 것으로 지적하고 있다.

철근 공사관리의 측면에서는 스프레드 시트 형태를 이용한 관리방식이 많고 철근물량의 관리도 정척길이별로 세분하여 관리하지 못하고 단순히 규격별 중량에 의해 관리되고 있는 것으로 나타났다.

따라서 이러한 문제점을 개선하기 위해서는 철근물량 산출 단계에서부터 배근 시공도를 정확하게 작성하고 시공성을 고려하여 철근기능공이 참조할 수 있도록 공사착수 전에 작성하여 배근 시공도상의 가공 형상도를 기초로 철근물량을 산출하고, 철근물량을 철근 규격별, 길이별로 집계를 한다면 철근물량산출의 정확도를 향상시킬 수 있을 것으로 사료된다.

또한 발주 및 구매단계에서 철근 자재를 길이별로 주문하고 입고하는 방법으로 철근 자재가 구매되어야 할 것이며 규격별, 길이별로 가공하기 위해서는 현재의 현장가공방식보다는 공장가공방식으로 전환되어야 할 것으로 사료된다.

이와 같이 방식으로 철근공사 전 과정이 전환되기 위해서는 기존의 현장별로 단순히 관리되는 방식이 아닌 본사 차원에서 전체가 통합 관리되어야 하며 이를 지원할 수 있는 시스템의 개발이 필수적이라 할 수 있다.

참고 문헌

1. 朴優烈, 「遺傳子 알고리즘을 利用한 鐵筋工事 最適物量算出 모델 및 管理시스템 開發」, 박사학위 논문, 고려대학교 대학원, 2003
2. 김광희, 박우열, 강경인, 「국내 건축물 철근공사 품질원가 개선을 위한 시스템 개발에 관한 연구」, 대한건축학회논문집 구조계, 18(5), pp.121~128, 2002.5
3. 金善國, 金文漢, 「鐵筋 損率을 줄이기 위한 最適化 알고리즘 開發에 관한 研究」, 대한건축학회논문집, 12(9), pp. 385~391, 1991.9
4. 김신국, 김치경, 「철근 콘크리트조의 구조설계-철근공사관리 자동화 연구」, 대한건축학회논문집, 10(1), pp.113~122, 1994.1
5. 김용일 외 3인, 「鐵筋物量算出 및 損率 最適化 시스템 開發 研究」, 대한건축학회논문집, 10(1), pp.173~179, 1994.1
6. 이성수 외 3인, 「철근콘크리트조의 설계 전산화에 관한 연구」, 대한건축학회논문집, 11(3), pp.129~136, 1995.3
7. 임철순, 이규철, 「철근의 적정량 산출에 관한 연구」, 한국건축시공학회 학술논문발표회, 제1권, 2001
8. 조훈희, 강경인, 「국내 철근가공공사의 실태에 관한 연구: 자재손실을 중심으로」, 대한건축학회논문집 학술발표대회논문집, 16(2), pp.771~774, 1996.2
9. 함치선 외 4인, 「CAD시스템을 이용한 공동주택 철근 시공 상세도 및 물량산출시스템 개발에 관한 연구」, 대한건축학회논문집 구조계, 15(8), pp.111~119, 1998.8
10. 금호기술연구소, 「철근콘크리트조 아파트의 철근공사관리 자동화를 위한 전산프로그램 개발 연구」, 금호기술연구소, 1996.2
11. 대한건축학회, 「건축공사 표준시방서」, 개정판, 기문당, 1999.5.10.
12. 대한주택공사, 「철근콘크리트조의 배근 시공도 작성실무」, 기문당, 2000.
13. 주식회사 대우, 「건축공사 견적 및 실행예산 작성 지침서」, 주식회사 대우, 2001.5
14. 태연기계, 「한국 철근가공의 현주소」, 태연기계㈜, 2001.
15. Dunston, Phillip S., Leonhard E. Bernold, 「Adaptive control for safe and quality rebar fabrication」, J. Constr. Engrg. and Mgmt., ASCE, 126(2), pp.122~129, 2000.
16. Navon, Ronie, Ya'acov Rubinovitz, and Mendi Coffler, 「Fully automated rebar CAD/CAM system: Economic evaluation and field implementation」, J. Constr. Engrg. and Mgmt., ASCE, 122(2), pp.101~108, 1996.
17. 建設コスト管理システム研究會, 「國土交通省建設工事積算基準-平成13年度版」, 建設コスト管理システム研究會, 2002
18. 日本建築學會, 「鐵筋コンクリート造配筋指針同解説」, 第3版, 日本建築學會, 2001
19. 日本建築積算協會, 「建築積算教室2 實務過程」, 日本建築積算協會, 1979