



저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공학석사 학위논문

철근공장가공의 현장적용 활성화 방안



2011년 2월

부 경 대 학 교 대 학 원

건설관리공학협동과정

이 치 현

공학석사 학위논문

철근공장가공의 현장적용 활성화 방안

**The Activation Plan on Field Application
in Re-bar Factory Manufacturing**

지도교수 김 수 용

이 논문을 공학석사 학위논문으로 제출함

2011년 2월

부 경 대 학 교 대 학 원

건설관리공학협동과정

이 치 현

이치현의 공학석사 학위논문을 인준함

2011년 2월 23일



주 심 농학박사 이 영 대 (인)

위 원 공학박사 이 수 용 (인)

위 원 공학박사 김 수 용 (인)

목 차

표 목차	iii
그림 목차	iv
국문요약	v

제1장 서 론

1.1 연구 배경 및 목적	1
1.2 연구 범위 및 방법	3

제2장 철근공사에 대한 이론적 고찰

2.1 철근공사의 개념	5
2.2 철근공사에 대한 선행연구 검토	9

제3장 공장 가공철근의 현황 및 문제점

3.1 철근 가공공장의 현황분석	22
3.2 공장 가공철근의 문제점 분석	30
3.3 공장 가공철근의 활성화에 대한 이론적 검토	32

제4장 현장시공실태 분석을 통한 단계적 발전방향

4.1 현장시공실태 현황 분석 및 검토	42
4.2 철근 공장가공의 정착 및 활성화 방안	46
4.3 철근 공장가공의 활성화에 관한 고찰	50

제5장 결론	51
--------------	----

참고문헌	53
------------	----

Abstract	55
----------------	----

부 록	57
-----------	----



표 목 차

표 2.1 현장가공과 공장가공의 장단점 비교	7
표 2.2 철근 손실을	7
표 2.3 현장가공 및 공장가공 단가 비교(2006년 기준)	8
표 2.4 현장가공 및 공장가공 단가 비교(2010년 기준)	8
표 3.1 설문조사 내용	24
표 3.2 철근공사의 문제점과 원인	30



그림 목차

그림 1.1 연구흐름도	4
그림 2.1 철근의 현장가공 및 공장가공	6
그림 3.1 소재지별 철근 가공공장 현황	22
그림 3.2 지역 소재지별 철근가공공장 가공능력	23
그림 3.3 철근 가공공장의 대지면적	25
그림 3.4 철근 가공공장의 월 최대 가공능력	26
그림 3.5 철근 가공공장의 월 평균 가공현황	26
그림 3.6 철근 가공공장의 수주형태(%)	27
그림 3.7 철근 가공공장의 철근 구입가격	28
그림 3.8 철근의 가격동향	34
그림 3.9 규모별 산업재해 발생현황	35
그림 3.10 철근가공도 및 BAR LIST 예시	37
그림 3.11 철근 공장가공의 현재 프로세스 개선(안)	38
그림 3.12 건설현장 사고발생 원인 통계	39
그림 4.1 설문응답자가 속한 현장의 철근가공방식	43
그림 4.2 설문응답자가 선호하는 철근가공방식	44
그림 4.3 철근 공장가공의 문제점	44

국문 요약

철근공장가공의 현장적용 활성화 방안

건설관리공학협동과정 이 치 현

지도교수 김 수 용

최근 국내 건설업은 기능인력의 부족과 노령화, 건설경기 침체 등으로 건설업 경영위기가 확산되고 있다. 이에 건설업에서는 생산성 향상 및 원가절감이 경영의 필수요소로 인식되어 그에 따른 다양한 방안이 검토되고 있다. 그 중 철근공사는 건설공사 전체 공정에서 상당한 시간과 비용이 소요되어 프로젝트의 성패를 좌우할 만큼 중요한 공정임에도 불구하고 국내에서는 철근공사를 위한 공장가공이 활성화되지 못하고 있는 실정이다.

이에 본 연구에서는 철근공장가공의 중요성을 인식하고, 이를 활성화하기 위한 방안을 제시하기 위해 기존 철근공장가공의 문제점을 분석하였다. 문제점을 분석하기 위해 설문조사를 실시하였으며 그 결과 철근공사의 인력에 의존한 노동집약적 특성, 철근자재의 손실 및 노동생산성의 저하, 산재사고 발생에 따른 원가상승 등 다양한 문제점을 도출할 수 있었다. 이러한 문제점을 토대로 전문가 설문조사를 실시하여 철근공장가공이 나아가야 할 방향을 제시할 수 있었다.

그에 따른 활성화 방안은 크게 두 가지로 나눌 수 있다.

첫째, 하드웨어적 측면에서 현재의 철근 가공공장의 상태와 시장상황 및 경제상황을 고려하여 점진적이고 구체적으로 진행시킬 필요성이 있다.

둘째, 소프트웨어적 측면에서 배근시공도의 표준화, 설계 및 시공도면의 잦은 변경과 공사계획의 부정확성 방지, 가공형상도의 통일, 현장조립기술자의 능력배양 및 배근시공도 작성 시 참여, 현장기술자들의 인식전환 등이 이루어져야 할 것이다.

이러한 개선방안을 토대로 향후 지속적인 연구를 진행함으로써 철근공사 공장가공제품이 보다 폭넓게 현장에 적용될 수 있고, 품질의 표준화 및 향상에도 많은 기여를 할 수 있을 것이라 판단된다.



제1장 서론

1.1 연구 배경 및 목적

최근 국내 건설업은 기능 인력의 부족 및 노령화, 건설경기의 침체 등으로 인하여 건설업 경영위기가 확산되고 있다. 또한, 국민소득의 증가 및 3차 산업의 발달로 인한 인간 삶의 질 향상은 우수한 인재의 건설업 진출을 기피하게 만든다. 이에 따른 부작용이 발생되고 있으며, 이는 바로 건설업의 경쟁력저하로 이어지고 있는 실정이다. 하지만, 최근 건설업계에서도 첨단산업의 발달과 IT(정보기술)의 눈부신 발전을 바탕으로 하여 건설업의 생산성향상 및 표준화 등에 많은 개발이 이루어지고 있는 상태이다.

이러한 건설업의 생산성향상과 표준화는 경영적인 측면에서 본다면 생산성향상 및 원가절감이 건설업의 수익성 확보 차원을 넘어 건설업 생존의 필수요소로 인식되고 있는 실정이다. 그 중에서도 철근공사의 경우 전체 건설공사 중 상당한 비용과 시간이 소요되며, 프로젝트의 성패를 좌우할 정도로 대단히 중요한 프로세스라고 볼 수 있다.

국내에서는 철근공사의 중요성을 인식하고 1990년대 초 국내에 처음 철근 공장가공방식을 도입하였으며 현재까지 많은 현장에서 철근공장가공방식으로 공사가 진행되고 있는 실정이다. 철근 공장가공은 철근의 절단 및 절곡작업을 자동화 시설이 갖추어진 공장에서 실시하여 현장에 반입하는 것으로, 가공된 철근의 품질이 우수하고 도심지와 같이 야적장이 부족한 환경에 유리하다. 또한 현장작업을 줄여줄 수 있어 공기단축, 현장 노무인력의 감소를 가져다 줄 수 있는 많은 장점을 가지고 있으며 해외 선진국의 경우 철근의 공장가공이 일반화되어 있다.

하지만 이러한 철근 공장가공방식의 도입 이후 철근공사가 구조물의 안정성과 내구성에 많은 영향을 미치고 원가측면에서도 매우 중요한 공사임에도 불구하고, 적합한 시공 및 관리방식에 있어서의 취약점이 나타나고 있다. 철근공사는 거푸집공사와 함께 인력에 의존하는 노동집약적인 특성을 그대로 유지하기 때문에 철근자재의 손실과 노동생산성의 저하, 산재사고 발생 등에 따른 원가상승의 문제가 발생되고 있는 것으로 나타났다. 이 중 철근 자재의 원가절감을 위해서는 자재의 발주, 국제원자재 가격의 동향파악, 철근 자재조달의 다변화(수입 철근 등), 자재공급시스템의 개선, 철근 공장가공의 활성화 등 많은 부분에서의 개선책이 필요하다고 판단된다.

이에 본 연구에서는 국내 철근자재에 있어 철근 공장가공의 현황과 문제점을 도출하고, 이를 해결하기 위한 철근 공장가공의 활성화 방안을 제시하고자 한다.



1.2 연구 범위 및 방법

본 연구에서는 건설산업의 생산성향상과 표준화를 위해 전체 건설공사 중 상당한 비중을 차지하는 철근공장가공을 대상으로 연구를 진행하도록 한다. 이에 철근 자재의 생산현황, 시공사의 철근공사 물량산출에서 시공에 이르는 과정에 있어서 철근의 현장가공과 공장가공의 현황을 분석하도록 한다. 이러한 분석결과를 토대로 철근가공공정의 프로세스를 이해함으로써 철근의 공장가공이 활성화되기 위한 개선방향을 제시하고자 한다.

그에 따른 연구 방법은 다음과 같다.

- 1) 철근공사에 대한 이론적 고찰과 현장가공과 공장가공의 장단점을 비교분석한다.
- 2) 각종 문헌조사와 현황분석을 통해 국내 철근공사의 문제점을 도출한다.
- 3) 도출된 문제점을 토대로 이론적인 활성화 방안을 검토한다.
- 4) 설문조사를 통해 공장 가공철근의 사용에 대한 문제점을 도출하고 그에 따른 원인분석 및 개선안을 제시한다.
- 5) 철근공장가공의 활성화 방안에 대해 체계적이고 단계적인 발전방향을 제시한다.

< 연구 흐름도 >

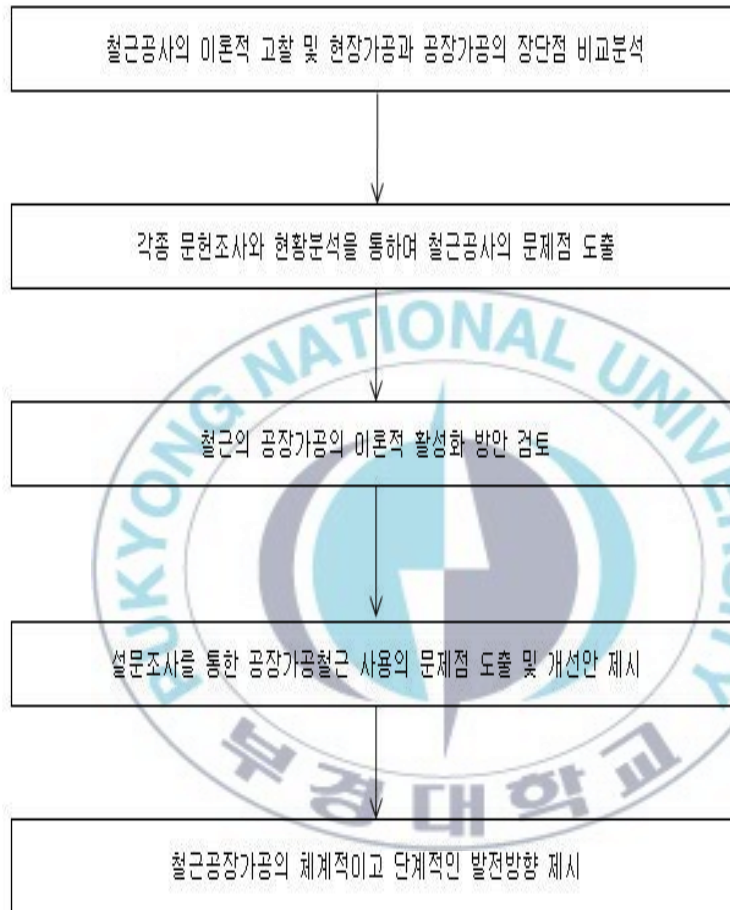


그림 1.1 연구흐름도

제2장 철근공사에 대한 이론적 고찰

2.1 철근공사의 개념

철근공이란 건설현장에서 구조물을 만들기 위하여 정척길이의 철근을 제강공장에서 현장에 반입하여 철근을 도면의 치수의 길이로 절단하는 절단작업, 배근도에 맞게 가공하는 절곡작업, 절단·절곡작업을 통하여 가공된 철근을 현장에 배근하는 조립작업을 일반적인 건설현장의 철근 공사라고 한다.

철근공사는 철근의 가공과 배근작업으로 구성된다. 1980년대 이전까지는 철근가공방식이 현장에서 인력가공 후 조립하는 방식으로 진행되어 왔었다. 그 후 1995년 건설기술법 개정을 통하여 배근 시공도 작성이 의무화되고 1999년 건축공사표준시방서에 기계적 방법에 의하여 가공하여야 한다고 규정되었다. 이에 철근 가공의 정밀도와 품질향상이 요구됨에 따라 점차 절곡기와 절단기 등의 현장 기계화 가공방식으로 전환되었다. 이 후 기계화 장비가 자동화·대형화되어 대규모 공사현장에서 전문건설업체가 직접 현장에 철근가공시스템을 도입하는 사례도 있었으나 최근 도심지 공사의 증가와 숙련 노무인력 확보의 어려움으로 철근가공공장에서 가공된 철근을 현장에 사용하는 사례가 증가하고 있다.

여기서 철근을 현장에 반입부터 철근조립 이전의 단계를 철근 가공단계라고 하며, 철근의 가공은 현장에서 전문업체가 직접 수행하는 현장가공과 철근가공에 최적화된 설비를 갖춘 가공공장에서 수행하는 공장가공의 방법이 있으며 진행과정은 그림 2.1과 같다.



그림 2.1 철근의 현장가공 및 공장가공

현장가공과 공장가공의 일반적인 장단점은 표 2.1과 같이 정리할 수 있다. 철근 가공에 있어서 공장가공의 단점은 현장가공에 비해 일반적으로 현장여건 변화에 따른 대처가 늦다는 점이 있다. 그에 따른 장점으로 는 자재 야적장 및 작업장의 공간 및 관리비용의 부담이 경감되며 기상 조건의 제약이 없이 생산이 가능하다. 또한 생산일정을 준수할 수 있으며 작업 중 안전사고의 위험성이 줄어든다는 장점이 있다.

표 2.1 현장가공과 공장가공의 장단점 비교

구분	현 장 가 공	공 장 가 공
장 점	· 현장여건의 변화에 신속 대처 가능 · 현장 철근가공 인력의 활용가능 · 철근의 자체관리로 보관, 투입에 대한안정성 확보	· 숙련공에 의한 가공으로 품질우수 · 기계화 시공으로 생산성 향상 · 넓은 작업공간을 확보하고 깨끗한 환경유지 · 정밀가공을 통한 LOSS을 감소 · 철근가공장, 야적장 관리부담 경감 · 자재관리 및 가공품의 관리가 용이 · 기상여건에 관계없이 가공 및 납품 가능
단 점	· 현장 야적장 및 가공장 확보 어려움 · 작업자의 기능도에 따라 가공 품질이 변화 · 기능인력 확보가 어려움 · 인원 및 안전사고 발생우려 · 자재 LOSS을 증가 및 자재관리 비용 발생 · 기상악화 시 작업 불가	· 현장 여건변화에 따른 대처 지연 · 가공공장의 영세성으로 인한 안전성 확보 어려움 · 2차 운반에 따른 비용 추가발생 · 가공공장 투입철근 검수 및 자재관리 어려움

대한주택공사 자료에 의하면 철근의 현장가공 시 표 2.2와 같이 철근 손실율이 나타나며 평균 8.4%의 손실율을 나타낸다.

표 2.2 철근 손실율

(단위: 톤)

구분	HD10	HD13	HD16	HD19	HD22	HD25	HD29	계
출고량	2,241	1,566	1,205	739	448	81	13	6,273
LOSS량	161	100	117	82	57	8	2	527
LOSS율	7.2%	6.4%	9.7%	11.1%	12.7%	13.1%	15.4%	8.4%

출처: 철근콘크리트조의 배근시공도 작성실무“대한주택공사 주택연구소 편” 기문당. 2000. 1 p.172

표 2.3 현장가공 및 공장가공 단가 비교(2006년 기준)¹⁾

구분	공장가공	현장가공
출고량	6,272톤	6,272톤
가공단가	40,000 원/톤(운반비 포함)	25,000 원/톤(예상)
가공비	250,904,040 원	156,815,025 원
Loss	3 %	8.4 % ~ 10 %
Loss 증가분	없 음	5.4 % ~ 7 %
추가 자재량	없 음	338.98톤 ~ 439.1톤
추가자재비 (자재손실분)	없 음	1억6천만 원 ~ 2억1천만 원
총소요비용	250,904,040 원	319,525,425 원 ~ 367,583,025 원
실 가공단가	40,000 원/톤	50,940 원/톤 ~ 58,601 원/톤
기타 경비	없 음(가공비에 포함)	1.야적장 및 가공장소 2.철근 보관용 자재비(방수덮개 등) 3.동력시설비

1)S건설 주공아파트 가공물량 기준 비교

2)철근자재비 : 2006년 단가 480,000원/톤 기준

표 2.4 현장가공 및 공장가공 단가 비교(2010년 기준)

구분	공장가공	현장가공
출고량	6,272톤	6,272톤
가공단가	40,000 원/톤(운반비 포함)	25,000 원/톤(예상)
가공비	250,904,040 원	156,815,025 원
Loss	3%	8.4%
Loss 증가분	없 음	5.4%
추가 자재량	없 음	338.98톤
추가자재비 (자재손실분)	없 음	264,404,400 원
총소요비용	250,904,040 원	421,219,425 원
실 가공단가	40,000 원/톤	67,159 원/톤
기타 경비	없 음	1.야적장 및 가공장소 2.철근 보관용 자재비(방수덮개 등) 3.동력시설비

1)S건설 창원아파트 철근물량 기준 비교

2)철근자재비 : 780,000 원/톤 (2010. 10. 30 기준)

1) 최동인, 철근 배근시공도 작성 시스템설계, 선문대학교 석사학위 논문(2008)

표 2.3과 표 2.4는 철근의 공장가공과 현장가공의 경제성을 비교한 것으로 대한주택공사의 철근현장가공의 평균 손실을 8.4%를 적용하였을 경우 현장가공단가는 50,940원/톤(2006년), 67,159원/톤(2010년)으로 공장가공(40,000원/톤)이 현장가공보다 경제성이 우수함을 알 수 있다.

2.2 철근공사에 대한 선행연구 검토

2.2.1 철근공사의 진행 단계별 현황과 문제점에 대한 선행연구 검토

철근공사에 대해 대부분의 건설회사에서는 철근물량산출, 자재발주 및 구매, 철근가공, 철근의 조립, 시공 및 관리의 순서로 진행되고 있으며 철근공사의 진행단계별 문제점을 정리하면 다음과 같다.

(1) 철근의 물량산출

철근 물량은 대부분의 건설회사에서는 적산소프트웨어 전문회사에서 개발한 소프트웨어를 사용하고 있는 것으로 조사되었다. 하지만 소프트웨어를 사용할 때 사용자가 소프트웨어와 적산에 대한 전문적인 지식을 가지고 있어야 한다는 것과 적산 시간과 인력이 많이 필요하다는 근본적인 문제가 있는 것으로 조사되었다.

이러한 철근물량산출시 발생하는 문제점을 정리하면²⁾ 다음과 같다.

- 1) 철근물량 산출 시 개정된 철근 배근규정을 따르지 않아 많은 오차가 발생한다.
- 2) 철근의 이음, 정착길이를 할증으로 적용하는 등 정확하지 않은 길이를

2) 김광희 외 2인, 국내 건축물 철근공사 품질·원가 개선을 위한 시스템 개발에 관한연구, 대한건축학회 논문집 구조계(2002.05)

적용하여 철근물량이 실제 투입량보다 적게 산출된다.

- 3) 철근의 정착길이 산출시 가공절단을 고려하여 최적의 정착길이를 선택 집계하여 산출하지 않으므로 철근 가공 시 절단 손실이 발생한다.
- 4) 구조도면에서 철근의 배근 상세가 명확하지 않아 철근물량 산출시 혼선이 발생하고, 해석에 있어서도 철근물량 산출하는 사람에 따라 해석이 달라질 수 있다.

(2) 철근의 자재발주 및 구매

철근의 발주와 구매에 있어서 대부분의 종합건설사가 철근 정착길이를 8m로 하고 있다. 그러나 우리나라가 IMF 외환위기를 겪으면서 건설발주 물량의 감소로 인해서 제강사에서 철근의 대수감소로 다양한 정착철근을 공급하기 시작했다. 또한 철근을 길이별로 주문할 경우 철근 손실율을 줄일 수 있다는 인식이 확산되면서 현장 단위별로 굵은 철근을 기준으로 기초부위나 기둥, 그리고 아파트 벽체철근은 수작업으로 철근수량을 길이별로 산출하여 사용하는 비율이 점차적으로 증가하고 있는 것으로 나타났다. 국내의 종합건설사들의 경우 철근 자재를 길이별로 구매하여 가공 조립하면 철근 자재의 손실을 줄일 수 있어 공사원가를 절감할 수 있다는 인식을 하면서도 전사적으로 시행하지 못하고 있는 것으로 나타났다.

그 이유는 다음과 같이 조사되었다.³⁾

- 1) 철근물량을 철근 굵기별, 길이별로 산출 집계하지 못하고 있다.

철근을 굵기별, 길이별로 산출하거나 집계할 수 없기 때문에 담당기술자들은 수작업으로 가능한 부위, 즉 기초와 기둥 그리고 벽체의 철근을 길이별로 산출하고 있다. 그러나 수작업으로 산출하는 데에는 많은 시간과 노

3) 김광희 외 2인, 국내 건축물 철근공사 품질·원가 개선을 위한 시스템 개발에 관한연구, 대한건축학회 논문집 구조계(2002.05)

력을 필요로 하며 최근 종합건설사에서 건설공사의 생산성을 향상하기 위하여 현장기술자의 인원을 최소로 배치하기 때문에 수작업 산출은 현실적으로 불가능하다.

2) 철근회사에서 생산하는 정척, 즉 재고로 보유하고 있는 철근의 정척이 7, 8, 9m 이므로 철근공사의 공정에 맞게 철근 자재의 반입이 어렵다. 철근을 길이별로 주문 구매하여 사용하고자 해도 제강사에서 재고로 보유하고 있는 철근의 정척이 7, 8, 9m이므로 그 이외의 다양한 길이의 정척을 사용하기 위해서는 최소한 1개월 전 제강사에 구매요청을 해야 한다. 현실적으로 종합건설사의 자체개발 프로젝트나 민간도급공사의 경우 설계도서의 확정이 늦어져서 1개월 전에 철근 자재를 길이별로 산출·집계하기에는 현실적으로 많은 어려움이 있는 것으로 나타났다.

3) 다양한 길이의 정척을 굵기별로 현장이나 공장에 야적할 수 있는 공간이 확보되어 있지 않다.

철근을 굵기별로 다양한 길이의 정척을 사용하기 위해서는 철근을 가공하기 전에 야적할 수 있는 야적장이 필요하다. 특히 현장가공을 할 경우에는 현장의 많은 면적을 차지하고, 가공 시 다양한 길이의 정척길이를 가공기계로 선택하고 이동할 때 많은 노력과 시간이 필요하다. 이러한 방법은 철근 자재의 손실율은 낮출 수 있으나 가공인건비의 상승을 가져오므로 전체적으로 원가가 절감이 된다고 보기는 어렵다. 그리고 철근을 가공공장에서 가공할 경우에도 가공공장의 철근 야적장이 다양한 길이의 정척을 야적할 수 있도록 설계되어 있지 않은 경우가 대부분이며 다양한 길이별로 철근의 적치가 가능한 공장은 2~3곳에 불과한 것으로 조사되었다.

4) 종합건설사의 공사관리자나 전문건설사 철근공사 책임자의 고정관념에 대한 것도 문제점으로 사료된다. 종합건설사의 관리자나 전문건설사의 철근공사 책임자들은 반입되는 철근의 정척은 8m라는 고정관념을 가지고 있다. 그러한 고정관념은 다양한 길이의 정척을 사용하면 철근 자재의 관리에 혼선이 발생할 것이라는 예상과 철근을 길이별로 입고한다면 입고된 철근을 적절하게 가공하고 적소에 배근하는 것이 불가능하다는 선입견이 크게 작용하고 있는 것으로 나타났다.

(3) 철근의 가공

국내 건설공사에서 철근의 가공장소는 거의 대부분 현장내의 철근 가공장에서 이루어져 왔으나, 최근 도심지내에 대형공사가 많이 진행되면서 철근을 현장 내에 야적할 수 있는 공간을 필요로 하는 것으로 조사되었다. 하지만 그에 따른 공간의 부족으로 도심지의 대형공사부터 철근의 공장가공으로 전환되고 있는 것으로 나타났으며 현재까지는 철근의 공장가공이 현장가공에 비하여 저조하다고 조사되었다.

그에 따른 원인은 다음과 같이 조사되었다.

1) 철근 기능공들의 공장가공에 대한 거부감

공사계획이 부정확하여 현장에서 필요한 가공품을 즉시 가공하는 임기응변식 대응에 익숙해 있어 사전에 철근가공 형상도를 산출하여 공장에서 가공하는 것보다는 조립의 편의성을 중요시하는 것으로 나타났다. 즉 건설공사에서 철근가공의 정확성 등의 품질관리를 소홀히 해왔다는 것을 알 수 있다.

2) 종합건설사나 전문건설사의 철근공사비의 원가관리 측면에서 현장가공이 공장가공보다 경쟁력이 더 높은 것으로 나타났다.

3) 설계 및 시공도면의 잦은 변경과 공사계획의 부정확함으로 인하여 사전에 작업하기가 어려운 것으로 나타났다.⁴⁾

(4) 철근의 시공 및 관리

철근공사를 수행하기 위해서는 철근을 절단하고 절곡하는 작업에서 가공철근의 형상과 치수를 정리한 가공 형상도(BAR LIST)와 현장에서의 실제 조립을 위해 필요한 철근배근 시공도가 필요하다. 건설교통부 제정 표준시방서에서는 “시공자는 설계도면에 따라 배근 시공도를 작성하여 담당원의 승인을 받은 후 철근을 가공 및 조립하여야 한다.”라고 배근 시공도 작성을 엄격히 규정하고 있다. 그러나 현재 관급공사의 경우 일부 현장에서 배근 시공도를 작성하고 있으나 철근 전문건설사의 가공 조립 책임자는 실제 적용상의 어려움에 의해 기피되고 있는 것으로 나타났다.

민간 공사의 경우도 일부 초고층 대형건물을 중심으로 시행되고 있으나 대부분의 경우 철근 조립책임자는 배제되고 있는 것으로 나타났다. 특히 앞에서 언급한 구조도면의 문제뿐만 아니라 배근시공도에서 배근 상세에 관한 표준이 명확하게 명시되어 있지 않아 철근 공사 책임자의 경험에 의존해 공사를 진행하고 있는 실정이다.

이러한 국내 배근시공도의 문제점은 다음과 같다.⁵⁾

1) 배근시공도의 표준화가 시급하다.

현재의 배근시공도는 도면치수와 배근규정 때문에 철근의 길이가 너무 다양하며 철근조립의 시공성이 반영되지 못하고 있어 철근 작업자가 이해

4) 김광희 외 2인, 국내 건축물 철근공사 품질·원가 개선을 위한 시스템 개발에 관한연구, 대한건축학회 논문집 구조계(2002.05)

5) 강민구, 철근 공장가공 시스템의 현장적용 문제점과 대책, 부경대학교 석사학위 논문(2008.02)

하기에는 너무 복잡하게 구성되어 있다.

2) 배근 시공도가 제대로 활용되지 못하고 있다.

배근 시공도는 구조도면의 문제점을 사전에 파악하여 철근공사의 품질과 공정을 원활하게 수행할 수 있게 하며 철근 수량에서 철근량의 정확성을 한층 더 높여 준다. 따라서 철근공사에서 철근물량산출과 배근시공도의 작성은 무엇보다도 중요한 과정이다. 그러나 실제로 구조도면의 정확이 늦어 철근배근 공정보다 미리 작성되지 못하고 있으며, 초기 공사계획의 잦은 변경으로 공사 구획이 변경되어 조립 시 사용되지 못하는 경우가 많은 것으로 나타났다.

3) 배근시공도 작성의 풍부한 노하우를 가진 전문회사가 없을 뿐만 아니라 배근시공도를 작성할 수 있는 인력이 부족하다.

2.2.2 철근 공장 가공 실태조사에 대한 선행연구 검토

철근 공장가공은 철근의 절단 및 절곡작업을 자동화 시설을 갖춘 공장에서 실시하여 현장에 반입하는 것으로 가공된 철근의 품질이 우수하고 도심지와 같이 야적장이 부족한 환경에 유리할 뿐만 아니라 현장 작업을 줄여줌으로써 현장 노무인력의 감소를 가져다 줄 수 있는 장점이 있다. 또한 향후 숙련된 노무인력의 부족과 도심지 재개발에 따른 도심지 공사의 증대로 철근 공장 가공 수요는 더욱 증대될 것으로 예상되지만 철근 공장 가공방식은 1990년 초 국내에 도입된 후 현재까지 활성화되지 못하고 있다. 한국 철근가공협동조합에 의하면 2007년 기준으로 전체 철근공사 중 약 15~20% 정도가 철근 가공공장에서 가공되는 것으로 추정되고 있다. 정상화 외 1인은 철근공사의 철근 가공표준화 연구⁶⁾에서 국내 철근 가공공

6) 한국건설관리학회 논문집 제10권 제6호(2009.11)

장 업체의 전반적인 기술수준 및 현황을 종합적으로 조사하기 위하여 한국철근가공업 협동조합의 협조를 받아 설문조사를 시행하였다.

그에 따른 내용을 살펴보면 다음과 같다.

(1) 철근 공장가공 업체들의 기본현황

철근 공장 가공업체들의 공장면적, 생산량에 대한 기본적인 사항을 조사한 결과 가공업체들의 대지면적은 평균 16,164m²이었으며 공장면적은 4,737m²이었다.

공장 가공업체들의 월 생산량(가공능력)에 대한 조사결과 평균 5,600톤/월 정도의 가공능력을 보유하고 있는 것으로 조사되었다. 월 2,000톤~4,000톤의 업체들이 약17%, 월4,000~7,000톤의 업체들이 50%, 월7,000톤~10,000톤의 가공능력을 보유하고 있는 업체가 약 33%로 조사되었다.

(2) 공사 수주형태

철근 가공업체들의 공사 수주형태를 분석하여 보면 건설사로부터 직접 발주되는 경우가 37.4%, 재하도(전문건설업체) 발주의 경우가 62.6%로 나타나 재하도의 경우가 월등히 많은 것을 알 수 있다. 또한 공사의 수주를 업체의 생산량 규모에 따라서 분석해 보면 가공능력 40,000톤/년을 기준으로 40,000톤 이하의 업체를 소규모로 분류하고, 40,000톤 이상의 업체를 대규모로 분류하여 조사를 실시하였다. 그 결과 소규모 업체는 건설사로부터 직접 발주 받은 경우는 10%에 불과하고 90%를 재하도로 수주하고 있었으며, 대규모 가공업체의 경우는 건설사로부터 직접 발주 받은 비율이 46.6%, 재하도가 53.4%로 조사되었다.

이러한 수주 형태는 철근 공장 가공업체의 수익성 악화를 초래하고 있으며, 철근 공장 가공업 신규 진출에 큰 장애가 되고 있는 것으로 조사되었다.

(3) 철근 관련 개선 요구 사항

국내산 철근의 품질에 대한 만족도는 보통 이상으로 답해 철근 자체의 품질에 대한 불만은 많지 않은 것으로 조사되었다. 그러나 국내산 철근에 대한 요구사항은 8m 이외의 길이의 철근 생산 요구가 66.7%로 가장 많았으며, 철근 강종표시에 대한 불만도 25%로 나타났다.

철근의 길이별 수급문제는 건설업계와 제강업계의 화두로서 과거부터 많은 논란이 되어 왔다. 현재 수급개선을 위해 제강사별로 매월, 길이별 철근 생산계획을 수립하여 생산되고 있지만 대량 생산체제를 구축하고 있는 제강사의 생산성 때문에 시장에 원활하게 공급되지 못하고 있는 실정이다. 길이별 철근의 수급이 원활하게 이루어지지 못함에 따라 건설 현장에서 배근 작업의 효율저하 자재 손실 과다 발생 등의 문제가 나타나고 있다. 길이별 철근의 수급을 개선하기 위해 건설업체는 철근 배근시공도를 신속히 확정하고 도면에 따라 필요한 길이별 철근 수급계획을 세워야 하며, 정부에서는 일정수량의 길이별 철근이 항상 시장에 공급될 수 있는 제도를 만들어 시행해야 할 것이다.

기타 요구사항으로서는 철근 굵기 규정문제(중량오차), 철근 마디와 리브의 형태에 대한 개선을 요구하는 업체도 있었다.

(4) 철근의 배근도 및 식별표

별도의 배근시공도 작성팀 보유 현황에 대한 조사 결과 25%의 가공업체만이 배근시공도 작성팀을 보유하고 있었고, 나머지 75%의 업체는 배근시공도 작성을 외주 형태로 운영하고 있는 것으로 조사되었다.

철근 가공일람표 작성 프로그램에 대한 조사결과 50%의 업체가 배근시공도 작성에 따라 철근가공일람표(BAR LIST)가 자동으로 작성되는 프로그램을 사용하고 있었으며, 나머지 절반의 업체는 사용하지 않는 것으로 조사되었다. 식별표에 대한 조사결과 응답업체 모두 별도의 식별표를 붙여

건설현장에 납품하고 있었으며 식별표 제작방법은 프린터로 출력하는 업체가 66.7%로 가장 많았고, 바코드를 이용하는 업체가 25%, 손으로 수기하는 업체가 8.3%로 조사되었다.

(5) 철근 가공 형상

국내 철근 가공업체들의 가공형상 기호에 대한 조사결과 응답업체의 75%가 자체적인 철근 가공 형상기호를 사용하고 있으며 25%의 업체는 철근 가공 형상 기호를 쓰지 않는 것으로 조사되었다. 철근 가공형상 기호를 보유하고 있는 업체들의 89%가 회사 자체적인 형상 기호를 사용하고 있는 것으로 조사되었으며, 대한 주택공사에서 만든 형상 기호를 사용하고 있는 업체도 1곳으로 조사되었다.

이처럼 가공 업체별로 별도의 형상 기호를 사용하고 있어 설계자와 시공자 그리고 가공자간 호환성에 문제가 있다.

2.2.3 철근공사 현장시공 실태조사에 대한 선행연구 검토

국내 건설업 철근공사의 업무 흐름 단계별 현황 및 문제점을 파악하고 그 원인을 조사 분석하기 위하여 종합건설회사에서 철근공사의 관리를 담당하고 있는 경력 3년 이상의 현장 시공관리자를 대상으로 시공 실태에 관한 설문 조사를 시행하였다.⁷⁾

그에 따른 시공 상의 문제점을 살펴보면 다음과 같다.

(1) 철근의 물량차이

철근의 투입 물량은 실행예산을 편성할 때 산출한 철근 물량을 초과하

7) 강민구, 철근 공장가공 시스템의 현장적용 문제점과 대책, 부경대학교 석사학위 논문(2008.02)

는 것으로 조사되었다. 그 원인으로는 물량산출시 철근이 정착길이와 이음 길이를 고려하지 않고 순수길이에 대한 할증율만 적용하여 산출하였기 때문인 것으로 나타났다.

(2) 철근 자재의 발주 및 구매단계

현장 실무자 대다수가 8m의 정착철근을 주로 구매하는 것으로 나타났다. 이는 제강사에서 생산하는 정착, 즉 재고로 보유하고 있는 철근의 정착이 7, 8, 9m이므로 철근공사의 공정에 맞추어 철근을 적기에 반입하는 것이 어렵다. 그 이외의 다양한 길이의 정착을 사용하기 위해서는 최소한 1개월 전에 제강사에 구매요청을 해야 하기 때문에 주로 8m의 정착을 구입하는 것으로 나타났다. 그 이유는 길이별 주문생산의 불가 및 부정확한 입고일정 때문에 주로 제강사의 생산계획에 따라 철근을 구매하는 것으로 나타났다.

(3) 철근의 가공단계

현장 실무자들은 철근의 현장가공과 공장가공 2개만을 비교하였을 경우 현장 가공방식을 택하는 것으로 조사되었으며, 실제적으로는 철근의 현장가공과 공장가공을 혼용 사용하는 것을 가장 선호한다고 조사되었다. 철근의 공장가공에 있어서 현장의 시공위치 및 시공일정계획 변경 등의 여건 변화에 따른 빠른 조치를 취하기 어렵다. 운송상 및 가공도에 따른 철근 부분 누락 시 책임소재 규명에 따른 현장 내 분쟁과 이에 따른 조립일정에 차질이 발생에 대한 문제점에 대한 불만이 가장 높았다. 이와 마찬가지로 공사 계획이 부정확하여 현장에서 필요한 가공품을 즉시 가공하는 임기응변식 대응에 익숙해 있어 사전에 철근 가공 형상도를 산출하여 공장에서 가공하는 것보다는 조립의 편의성을 상대적으로 중요시하는 것으로 판단된다.

(4) 철근의 시공 및 관리단계

철근공사 시 배근시공도 활용이 저조한 이유는 배근 시공도가 현장의 시공성을 반영하지 못하고, 배근 시공도를 작성할 수 있는 전문 인력이 부족한 것이 가장 큰 문제점으로 나타났다. 철근의 손실발생 원인은 다양한 정척철근의 부족과 절단되고 남은 철근의 활용도가 낮은 것이 주요 원인으로 나타났다.

2.2.4 철근공사의 문제점에 대한 개선방안

앞에서 분석한 철근공사의 현황 및 단계별 문제점에 대한 개선방안에 대하여 여러 문헌을 통하여 제시된 해결방안을 정리하였다.

(1) 철근물량산출

철근 물량의 산출에서 가공조립의 단계까지 원가 및 품질관리의 기준으로서 중요한 점은 배근 시공도 및 가공형상도 작성에 의한 물량산출이라고 볼 수 있다. 여기서 발생하는 문제는 건설공사의 원가에 직접적인 영향을 미치는 요소이므로 정확한 물량의 산출과 함께 철근 자재의 손실을 감소시키는 것이 가장 중요하다. 철근 물량의 정확한 산정을 위해서는 공사 착수 전에 배근시공도를 정확하게 작성하고 철근물량을 철근의 규격·길이별로 집계할 필요가 있다. 따라서 현재 배근 시공도의 표준이 명확하게 정립되지 않다는 등의 문제가 있으므로 철근의 적산과 배근 시공도 작성을 체계적으로 정리하여 표준을 마련하고 이에 적합한 시스템을 개발되어야만 철근 자재의 구매 그리고 가공·조립의 문제까지 해결할 수 있을 것으로 판단된다.

(2) 철근의 자재발주 및 구매

철근자재를 길이별로 주문하고 입고하는 방식으로 철근자재 구매의 프

로세스가 전환되어야 한다. 이처럼 철근 자재를 길이별로 주문하여 사용할 때 철근 자재비의 절감부분이 매우 큰 것을 감안하여 길이별 주문이 실현되기 위한 전제조건은 다음과 같다.

1) 철근 자재를 길이별로 산출하여 집계할 수 있는 전문인력 양성이 필요하다. 현재 우리나라는 구조설계자가 구조설계를 하면 설계사무소의 구조도면 담당자가 구조설계도를 바탕으로 구조도상의 배근도를 작성하는 것이 보통이다. 또한 철근 가공공장의 경우 별도의 SHOP기사가 전체 가공도(BAR LIST)를 작성하게 되는데 이 모든 과정의 업무들을 일원화하고 이를 전담하는 전문인력을 양성하여야만 개개인의 역량에 의해 품질저하 및 철근손실 등의 과다발생이 줄어들 것으로 사료된다.

2) 철근 제강사에서 철근을 길이별로 주문받았을 때 이를 생산하고 공급할 수 있는 다품종 소량생산의 생산시스템을 갖추어야 한다.

3) 정착길이별·규격별로 야적하여 가공하기 위해서는 현장가공이 아닌 공장가공으로 전환되어야 한다.

(3) 철근의 가공

현재 국내 철근공사는 철근의 가공 방법이 현장가공에서 공장가공으로 전환되는 과정에 있으나 업무영역이 체계화되지 않아 현장관리자들의 지나친 업무량 증대와 공장가공 철근의 현장 적용 시 발생하는 문제점들로 인하여 철근 공장가공 공사를 기피하는 실정이다. 이에 품질 및 현장 여건상 가장 바람직한 철근 가공방법은 공장 가공을 통한 방법이라고 볼 수 있으며 지금까지도 현장가공과 공장가공을 혼용하여 운영한다면 단계적으로 공장가공이 자리 잡을 수 있을 것으로 판단된다.

따라서 철근의 가공이 공장가공으로 전환되기 위해서는 운반과정에 따르는 원가상승의 문제를 해결해야 할 것으로 판단되며, 철근 가공공장도

철근 자재를 철근 길이별로 적치할 수 있는 공간의 마련과 시스템 구축이라는 노력이 동시에 이루어져야 할 것으로 판단된다.

(4) 철근의 시공 및 관리

철근의 시공과정에 있어서 공장가공 철근의 현장 적용 시 치수의 부적합이 발생하거나 운송 또는 가공도 작성단계에서 철근의 부분 누락이 발생하여 양중작업 또는 조립작업 시작을 전후 하여 발견하는 경우가 많다. 이 경우에 가공도 작성자, 가공도 승인자, 철근가공공장과 철근시공자간의 책임소재 구분을 위한 마찰과 공기지연이 많이 발생하는 실정이다.

이에 대한 대처방안으로 현장에서는 주로 소규모의 철근 가공장을 운영하고 일정량의 굵기별 재고철근을 현장에 두고 있다. 따라서 구조설계도와 실시구조도면 그리고 가공도를 통합적으로 전담하여 담당하는 전문인력의 양성이 필요하며 설계도면의 정확성과 상세한 표기도 병행되어야 한다.

철근 공사의 원가 측면을 개선하기 위해서는 철근자재단가의 하락 또는 자재절감, 철근가공조립 인건비의 절감 방안이 있다. 인건비와 철근 자재단가의 경우는 제어가 불가능하므로 원가를 낮추기 위해서는 철근 손실을 줄이는 것이 가장 합리적인 방안이라고 볼 수 있다.

철근 손실을 최소화하기 위해서는 철근생산 및 구매 단계에서부터 정확한 가공도의 활용과 절대적으로 철근의 정척을 다양하게 사용해야 할 것으로 판단된다. 이러한 다양한 정척 길이를 사용하기 위해서는 철근의 규격별, 길이별로 관리할 수 있는 시스템 구축이 필요하다.

제3장 공장 가공철근의 현황 및 문제점

3.1 철근 가공공장의 현황분석

공장 가공철근의 실질적인 문제점을 도출하기 위해 앞서 국내 철근 가공공장의 현황을 조사하였다. 현황조사를 위해 전국의 철근가공공장을 소재지별로 총 95개의 철근가공공장을 대상으로 하였으며, 소재지별 철근가공공장 현황은 그림 3.1과 같다.

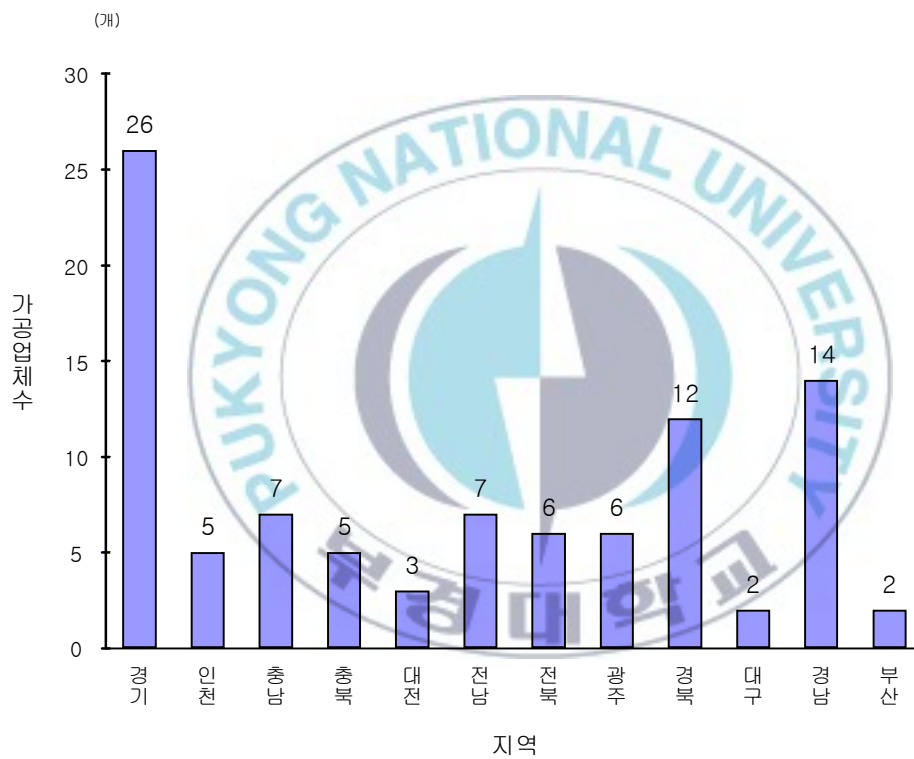


그림 3.1 소재지별 철근 가공공장 현황

철근 가공공장의 지역별 분포는 경기도가 26개로 제일 많았으며, 기타 지역별로는 광역시는 2~5개, 경기도를 제외한 도지역은 5~13개 철근가공

공장이 위치해 있다.

철근가공공장의 전체 월별가공능력은 373,600(톤/월)로 조사되었으며, 연간 가공능력으로 환산 시 3,283,200(톤/년)으로 나타났다. 이는 국내 2008년 철근 생산량⁸⁾ 10,215,000(톤/년)대비 32.13%의 가공능력을 가지고 있는 것으로 분석되며, 향후 철근의 공장가공이 활성화되었을 때 철근가공업체의 부족이 예상된다.

지역소재지별 철근가공공장의 월간가공능력(톤/월)을 합산해보면 그림 3.2 지역소재지별 철근공장의 가공능력과 같이 나타낼 수 있다. 그 결과 경기도 지역이 86,000(톤/월)으로 가장 많은 가공능력을 나타내고 있으며, 다음은 경남지역이 43,500(톤/월)으로 나타나고 있다.

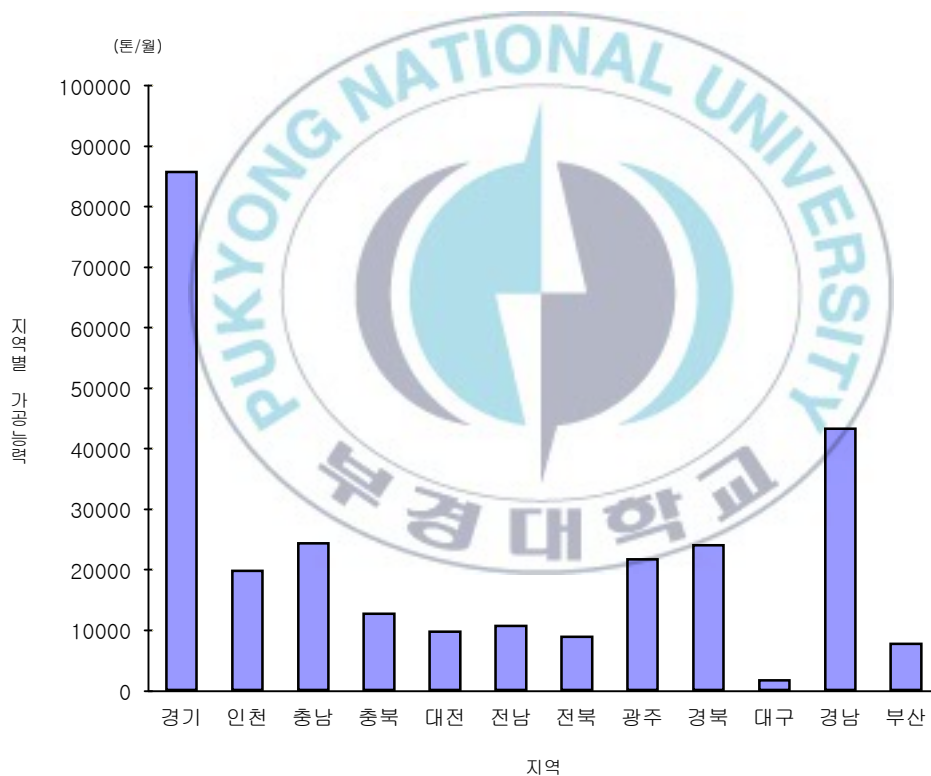


그림 3.2 지역 소재지별 철근가공공장 가공능력

8) 월간건설경제동향(2009.10), 대한건설협회

소재지별 철근가공공장 현황을 기초로 하여 전국 95개 업체를 대상으로 표 3.1와 같은 내용으로 설문조사를 실시하였으며, 이 중 12개 업체가 응답하여 12.63%의 회수율을 기록하였으며 설문지는 부록에 첨부하였다.

표 3.1 설문조사 내용

구분	설문내용
업체현황	· 공장의 소재지 · 면적(대지면적, 공장면적, 야적장면적) · 공장 월 가공능력(최대, 평균) · 인력보유현황
운영현황	· 철근가공 수주형태 · 수급방법 · 철근의 구입 방법 및 구입가격 · 선조립철근 제작여부 · BAR LIST 작성방법

3.1.1 철근 가공공장의 현황분석

1) 공장대지면적

철근 가공공장의 대지면적은 그림 3.3과 같이 3,000㎡미만의 공장이 2개소, 3,000~5,000㎡미만의 공장이 5개소, 5,000~10,000㎡미만이 2개소, 10,000㎡이상의 공장이 2개소, 무응답이 1개소로 나타났으며 평균 5,145㎡로 나타났다.

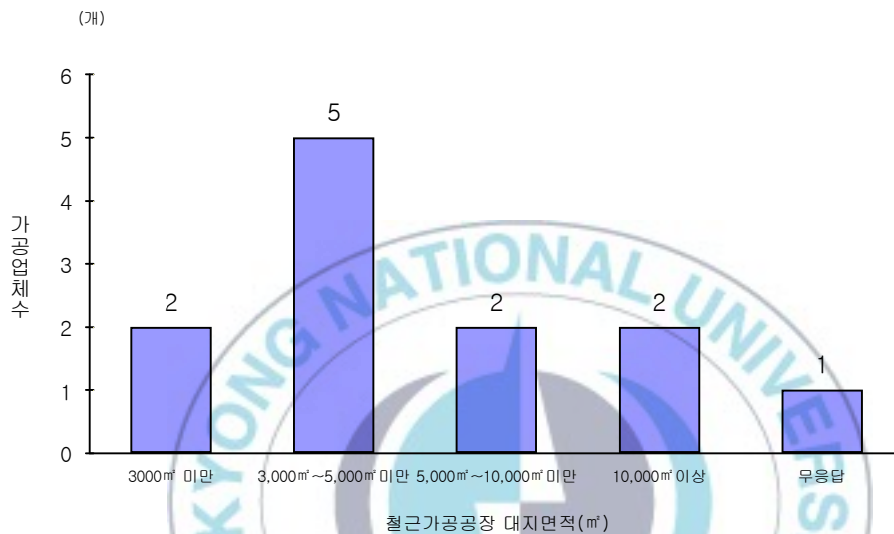


그림 3.3 철근 가공공장의 대지면적

2) 철근 가공공장의 최대가공능력 및 월평균 가공현황

설문 조사에 참여한 철근 가공업체의 월 최대가공능력을 살펴보면 2,000톤 미만업체가 1개, 2,000톤 이상~5000톤 미만업체가 2개, 5,000톤 이상~10,000톤 미만업체가 6개 업체, 10,000톤 이상업체가 3개로 나타났으며 평균 6,166톤으로 그림 3.4와 같다.

또한, 각 업체의 월평균 가공현황을 조사한 결과는 2,000톤 미만업체가 2개, 2,000톤~5000톤 미만업체가 7개 업체, 5,000톤 이상~10,000톤 미만업체가 2개, 10,000톤 이상업체가 1개로 나타났으며 그림 3.5와 같으

며, 평균 가공현황은 4,175톤으로 최대 가공 능력대비 67.70%의 가동율을 나타내고 있는 것으로 조사되었다.

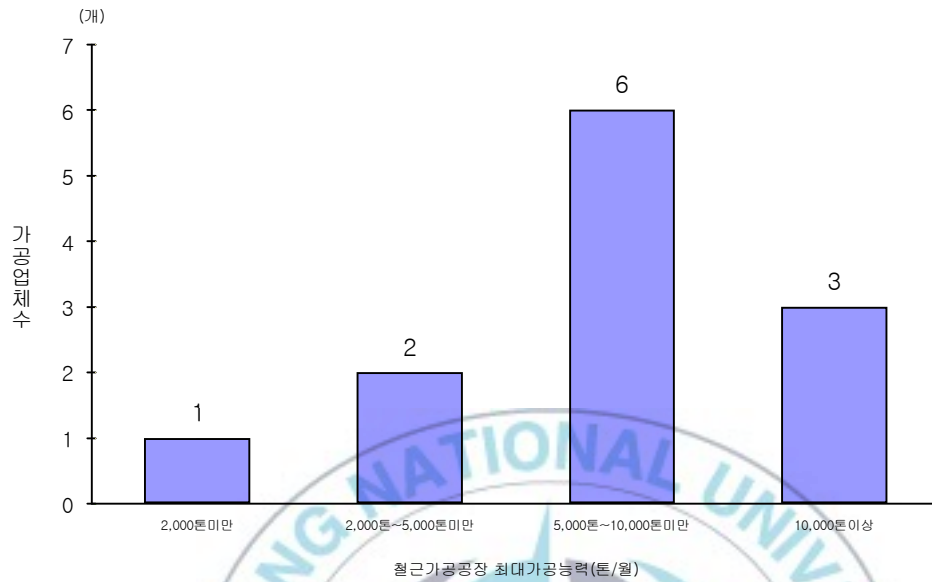


그림 3.4 철근 가공공장의 월 최대 가공능력

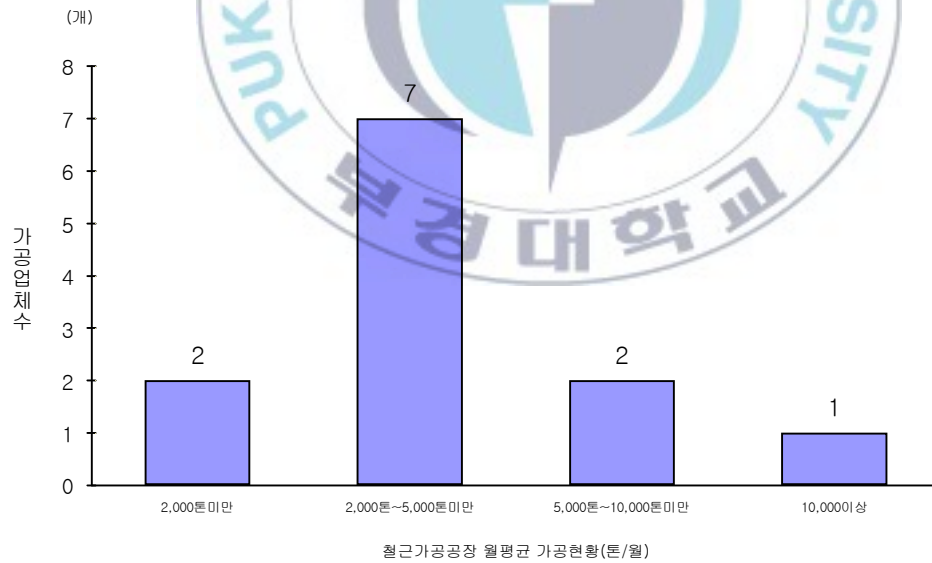


그림 3.5 철근 가공공장의 월 평균 가공현황

3) 철근 가공공장의 수주형태

철근 가공공장의 수주형태를 조사하여 평균으로 나타내었을 때 일반 건설사로부터 직접수주가 60%로 가장 많았으며, 다음으로 하도급사로부터 수주가 25.83%, 타 가공업체로부터 수주가 11%, 기타가 3.17%로 나타났다.

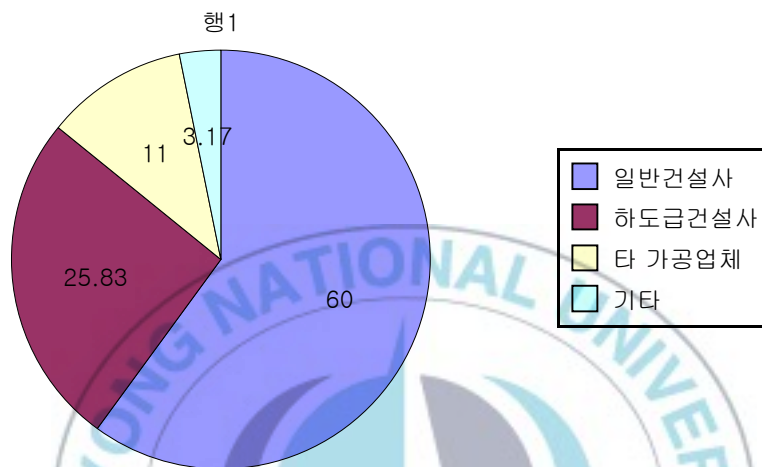


그림 3.6 철근 가공공장의 수주형태(%)

4) 철근의 직접구입비중 및 철근 구입가격

철근 가공공장의 가공철근 중 철근의 직접구입 비중은 53.85%로 나타났으며, 철근 가공물량 중 반 이상은 직접 구입하고 있는 것으로 나타났다.

또한, 철근의 구입가격을 동향을 알아보면 대형 건설사와 비교하였을 때 비싸게 구입하는 업체가 2개, 동등 가격으로 구입하는 업체가 5개, 대형 건설사보다 싸게 구입하는 업체가 5개소로 나타났으며 그림 3.7와 같다.

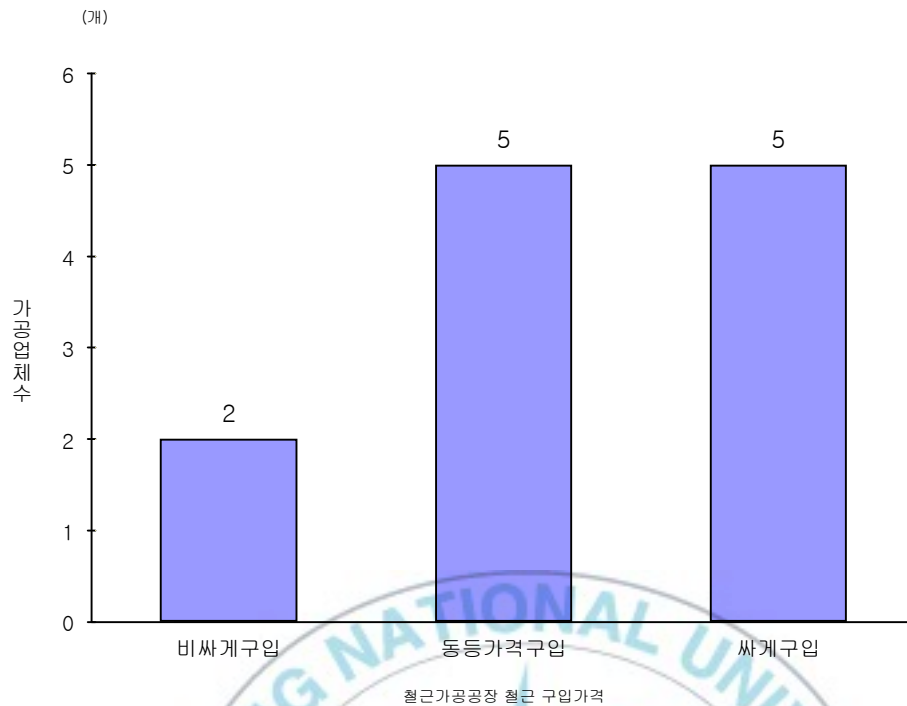


그림 3.7 철근 가공공장의 철근 구입가격

5) 철근의 공장가공비율과 가공가능 비율

설문조사에 참여한 철근 가공공장을 대상으로 현재 관할 소재지를 기준으로 현재 철근의 공장가공 비율을 조사하였을 때 평균 35.91%로 조사되었으며, 공장가공으로 전환 가능한 물량은 62.27%로 조사되었다.

3.1.2 철근 공장가공의 현황분석

철근 가공공장을 소재지별로 분석하였을 때 광역시를 포함한 수도권, 영남권, 호남권, 충청권으로 권역화시켜 수도권 및 강원도를 제외한 대부분의 지역은 14~19개 정도의 가공업체가 소재하고 있는 것으로 조사되었다. 월 최대가공능력을 조사하였을 때 각 권역별로 42,000톤 ~ 76,000톤의 가공능력을 가지고 있는 것으로 나타났으며, 최대 가공능력대비 실가동율은 67.7% 라는 비효율적인 생산성을 보여주고 있다. 이는 철근가공공

장의 지역별 집단화 또는 대형화가 필요하다는 것을 나타내고 있다.

철근의 직접 구입비율(53.85%)과 철근구입 시 대형건설사보다 동등한 가격 또는 싸게 구입하는 것은 철근 가공공장의 원가경쟁력 확보에 도움이 된다고 판단된다. 또한 현재의 철근 공장가공비율은 35.91%로 조사되었으나 전체 철근가공물량 대비 62%까지는 공장가공이 가능하다고 조사되었으며 이를 위해서는 철근 가공업체의 기술개발 등의 자구적인 노력과 철근의 공장가공 활성화를 위한 다방면의 지원이 필요한 실정이다.

3.1.3 철근 공장가공의 발전방향

철근 가공공장의 활성화방안에 대하여 설문조사와 함께 가공공장 종사자 면담을 통하여 철근가공공장의 활성화 방안에 대하여 조사하였으며, 철근 가공공장의 활성화를 위한 가공공장 종사자들의 의견은 다음과 같다.

- 1) 가공공장 초기투자비대한 부담 완화.(설비투자부문)
- 2) 철근 가공공장의 과당경쟁 방지 및 적정이익 확보
- 3) 물량의 안정적 확보를 위한 관급자재의 철근가공으로 발주
- 4) 철근가공공장의 제도개선 및 이익을 조정할 수 있는 단체의 역할증대

가공공장의 RISK 관리를 위한 유능한 인재확보, 관리자 양성을 위한 교육제도의 활성화, 기술개발을 위한 기술연구소 설립, 가공능력 향상을 위한 가공형상도의 표준화 등의 의견도 조사되었다.

3.2 공장 가공철근의 문제점 분석

앞 절에서 공장 가공철근의 현황을 조사하였으며, 2장에서 철근공사 중 현장가공과 공장가공에 대하여 일반적인 장단점 분석을 통하여 공장가공의 실질적인 여건을 분석할 수 있었다. 그 결과 공장가공이 현장가공보다 많은 장점을 가지고 있는 것으로 조사되었다. 이에 철근의 공장가공이 저조한 원인과 철근공사에 있어서 철근공사를 단계적으로 진행하였을 때 전체적인 문제점과 그에 따른 원인을 표 3.2와 같이 정리하였다.

표 3.2 철근공사의 문제점과 원인

구분	문 제 점	원 인
물량 산출	· 도면의 철근배근규정 오류 · 배근상세도의 불명확으로 물량산출시 혼선발생 · 이음, 정착길이를 고려하지 않음으로 시공시 예정물량 초과	· 도면작성자의 전문성 부족 · 배근시공도 및 가공형상도의 표준이 명확하게 정립되어 있지 않음
자재 발주 및 구매	· 적절한 정착길이의 철근 미확보로 인한 철근 로스(LOSS)	· 정착 길이의 물량 산출기술자 부족 · 길이별 주문생산이 불가하기 때문 · 시공일정을 맞추기 위한 제강사 생산 계획에 따른 철근 구매 · 길이별, 굵기별로 야적할 공간 부족 · 설계도서의 미확정으로 일괄구매
가공	· 공장가공의 저조	· 조립의 편의성을 위한 임기응변식 현장가공 선호 · 설계 및 시공도면의 잦은 변경과 공사계획의 부정확함 · 가공철근의 치수부적합 및 철근 부분 누락시 조립일정에 차질발생 · 초기 투자비용 과다 발생 · 공장가공 업체의 영세성
시공 및 관리	· 배근시공도의 표준화 · 배근시공도의 활용 미비	· 다양한 도면 치수 및 배근규정으로 철근 조립의 시공성의 미반영 · 구조도면의 늦은 확정과 공사계획의 잦은 변경 · 배근시공도 작성 기술자 부족

표 3.2에서 보는 바와 같이 공사 기획단계에서부터 철근공사 시공 및 관리까지의 전반적인 문제점으로는 구조도면의 늦은 확정과 그에 따르는 공사계획의 잦은 변경으로 물량산출의 기초가 되는 배근시공도의 작성이 늦어지는 것을 들 수 있다. 그에 따라 물량산출 기간의 부족에 따른 배근상세도의 도면 누락 등 여러 가지의 문제점이 발생하는 것으로 조사되었다.

이는 물량산출에 있어서 정확한 철근의 길이별, 굵기별 자재의 소요수량 파악이 어려워지며 이로 인한 정척철근 확보를 불가능하게 만든다. 이러한 사항은 철근의 LOSS율이 현장 가공일 경우 약 8%⁹⁾(품셈기준 3~5%)정도로 나타나며 이는 전체공사비의 상승을 불러온다.



9) 강태경, 철근 자재공급망 및 조달시스템혁신모델 개발, 린건설 제11권 제3호(2010.06)

3.3 공장 가공철근의 활성화에 대한 이론적 검토

2장에서 도출하였듯이 철근공사에서 원가 절감을 위해 철근 배근도의 표준화 연구로 철근의 LOSS율을 줄이는 것이 최선의 방안인 것으로 조사되었다. 이를 위하여 철근배근도의 표준화, 물량산출 방법연구, 구조물 설계에서부터 현장기술자를 참여시키는 통합설계 등 여러 방면에서 연구가 진행되고 있다. 그에 따른 성과 또한 대단한 것으로 판단되며 추가적인 연구는 다른 연구자들의 숙제로 남겨두도록 한다.

본 장에서는 철근의 LOSS율을 줄이기 위하여 앞 절에서 제기된 물량산출의 문제, 자재구매 및 발주, 철근의 공장가공, 시공 및 관리방법에 대한 전반적인 구조적 문제에 대해 대안을 제시함으로써 철근의 LOSS율을 줄이고, 공사원가를 절감시킴으로써 철근 공장가공의 활성화에 목적을 두고 있다.

철근 공사에 있어서 철근의 LOSS율을 줄이기 위해서는 정척길이의 철근을 굵기별, 길이별 안정적 확보가 최우선적으로 필요하며 이에 따른 철근 야적장의 확보도 필요하다. 이는 하나의 건설현장 또는 건설회사에서 정척 철근의 굵기별, 길이별 철근을 확보하는 데에는 일정한 규모 이상의 굵기별, 길이별 철근의 소요량이 수반되어야 하며, 이에 따른 경제적 비용도 많이 발생할 것으로 판단된다. 또한, 규격별 철근의 확보에 따른 야적장을 지역별로 확보하여 관리하게 함으로써 관리비용 및 운반비용의 문제점이 발생한다.

여기서 각 지역마다 존재하는 철근 가공공장은 각 지역에서 여러 현장의 철근 가공에 대한 수주를 받으므로 다양한 종류의 정척철근의 수요가 많다는 이점이 있다. 또한 철근 가공공장을 유지하기 위한 야적장은 기본적으로 조성되어진다는 장점을 보유하고 있어 정척철근의 확보와 야적장의 확보는 철근 가공공장에서 책임지는 것이 공사원가 절감에 유리할 것으로 예상된다. 철근의 가공과 연결되는 시공상세도 작성과 가공을 가공공장이 책임을 지게 된다면 시공시의 책임소재의 규명을 분명하게 되어 대

책마련이 빨라진다는 장점을 가지고 있다.

이와 같이 철근 공장가공의 활성화를 위해서는 이론적으로 다음과 같은 방안이 있다.

첫째, 철근 가공공장을 지역별 집단화 또는 대형화한다.

둘째, 철근 가공공장의 기술력 및 원가경쟁력 확보방안을 수립한다.

셋째, 상당한 기간 동안 철근가공 비용의 일원화와 정액화가 필요하다.

넷째, 비상상황에 대처할 수 있는 능력과 장비의 확보가 필요하다.

3.3.1 철근 가공공장의 지역별 집단화 또는 대형화

현재 철근 가공공장은 지역별로 소규모 또는 중규모의 공장이 산재하여 있으며 소규모 영세업체들이 대부분으로 부도의 위험이 상존해 있는 실정이다. 이는 철근가공을 발주하는 발주자의 관점에서 현장가공과 공장가공을 비교 분석해 보았을 때 상당한 위험성을 내포하고 있는 것으로 분석되었다. 또한 자금사정이 어려운 소규모의 공장에 철근 자재비까지 부담하도록 하는 것은 상당한 위험성을 안고 있으며 철근 자재비를 포함시킬 경우 소량구매로 인한 구입단가 상승 및 운반비 상승의 요인이 된다.

상기 사유에 대한 적절한 대책으로는 철근 가공공장의 지역별 집단화 또는 대형화의 방안을 제시할 수 있으며, 이에 따라 예상되는 장점은 다음과 같다.

1) 현재의 철근구매 방식은 철근가공을 발주한 건설사에서 담당하여 철근을 구매하여 왔으나, 지역별 집단화 또는 대형화 철근가공 공장은 각 지역에서 필요한 철근에 대하여 철근의 공동구매 또는 대량구매의 여건이

확보된 상태이다. 따라서 철근 구매와 관련하여 기존 건설사에서 구입하여 가공공장으로 지급하던 구매방식을 철근가공공장으로 변경할 경우 대량의 구매에 따른 철근구매 비용의 절감이 발생하므로 원가절감이 예상된다.

2) 각 지역별 거래처에서 필요한 물량을 취합 정리하여 굵기별, 길이별 정척철근을 대량으로 구매가 가능함에 따라 정척철근의 안정적 확보가 가능하며 이로 인한 철근 LOSS율을 줄임으로써 원가절감이 가능하다.

3) 그림 3.8 철근의 가격동향에서 볼 수 있듯이 건설경기 호조 시 철근 수요 급증으로 인한 철근가격 상승, 해외 철광석 또는 고철가격 상승 등 철근 가격은 수시로 변화하며, 특히 철근의 가격이 상승 시 철근의 안정적 구입이 어렵게 된다. 하지만, 철근의 생산회사인 제강사의 대량구입처가 됨으로써 국·내외 사정으로 인한 자재의 수급이 불안정할 때 우선적으로 공급받을 수 있는 장점이 있어 안정적인 철근 물량확보와 거래처에 대한 신용도가 향상된다.



그림 3.8 철근의 가격동향

4) 가공공장의 집단화 또는 대형화는 자재야적장의 대형화가 수반되어야 하며, 이로 인한 대량의 정척철근을 길이별, 굵기별 야적이 가능하며 야적장 유지 관리비용 및 대량의 자재 운반으로 인한 운반비 절감 효과 가능하다.

5) 그림 3.9¹⁰⁾ 산업별 사업장 규모별 산업재해 현황(업무상사고) 중에서 금속가공제품 제조업 항목에서 볼 수 있듯이 산재사고의 80.3%가 50인 미만의 사업장에서 발생하고 있는 실정이다. 가공공장의 집단화 또는 대형화는 공장 내에서 일어날 수 있는 산업재해 발생 가능성을 줄여줌으로써 사회 경제적인 손실비용을 줄일 수 있는 요인이 된다.

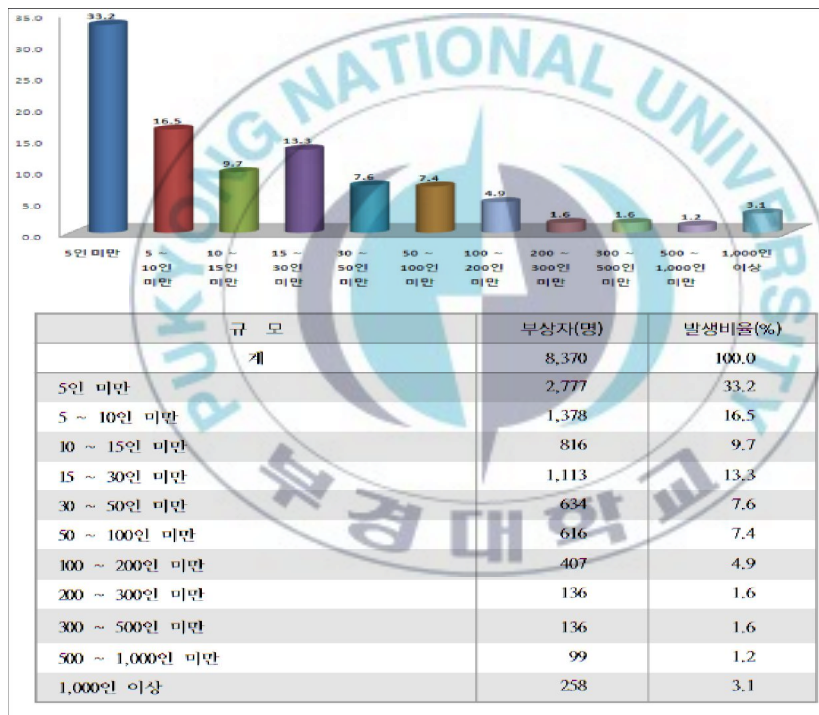


그림 3.9 규모별 산업재해 발생현황

10) 2008년 산업재해원인조사(업무상사고) - 한국산업안전 보건공단 산업안전 보건연구원(2009.12)

상기와 같은 효과를 발휘하기 위해서는 가공공장의 집단지화 또는 대형화의 기초가 되는 넓은 면적의 장소가 필요할 것으로 판단된다. 하지만 이러한 변화는 초기 투자비용을 과다하게 발생시키고, 기존의 소규모 또는 중규모의 공장에 대한 처리방안 등 많은 문제점이 발생할 가능성이 있다. 이를 위해 각 철근가공업체의 노력뿐만 아니라, 이와 연관된 각종 이해 당사자뿐 아니라 각 지역에서의 정책적인 협조와 동의가 수반되어야 한다.

3.3.2 철근 가공공장의 기술력 확보 및 원가경쟁력 확보방안

앞 절에서 언급한 철근 가공공장의 집단지화 또는 대형화로 인하여 기본적인 원가절감의 토대를 마련하였다. 이는 원가절감의 기반은 마련되어 있지만 철근 가공공장의 이윤을 확보하고, 원가 경쟁력을 확보하기 위해서는 철근 가공공장의 기술력 향상을 통한 생산성 증대 및 원가절감이 우선시되어야 한다.

기술력 향상과 원가 경쟁력 확보를 위하여 이론적인 학술연구 및 현장여건을 고려한 연구는 일부 진행되어 왔으나, 현장에서의 철근 가공공장의 체계적이며 지속적으로 연구된 사례는 파악되지 않고 있는 실정이다.

또한, 철근 가공공장의 기술력 확보와 원가경쟁력 확보를 위해서는 학문적인 학술적 연구보다는 실질적으로 생업에 종사하는 실무자들의 경험 및 요구에 대한 연구를 바탕으로 한 기술력 확보가 우선시되어야 한다고 판단한다.

따라서 이에 따른 기술력 확보 및 원가경쟁력 확보를 위해서는 다음과 같은 사항을 고려해야 한다.

1) 철근 공장가공과 관련된 기술연구소 또는 기술력 확보를 위한 조직의 구성이 필요하며 이를 토대로 새로운 기술 개발 및 기술력 향상을 위한 프로그램을 개발하여야 한다. 또한 이를 실무에 적용할 수 있는 전

문 인력확보가 수반되어야 하며, 우선적으로 철근가공도와 BAR LIST의 체계적 정립이 시급한 실정이다.

그림 3.10은 철근가공도와 BAR LIST의 일반적인 샘플로서 현재 체계화 되어있지 않은 철근가공도와 가공형상도에 대하여 철근 가공업체 또는 SD(Shop Drawing)업체에서 현장별로 작성하고 있는 실정이며 이를 체계적으로 분류하고 리스트화 시키는 작업을 필요로 한다.

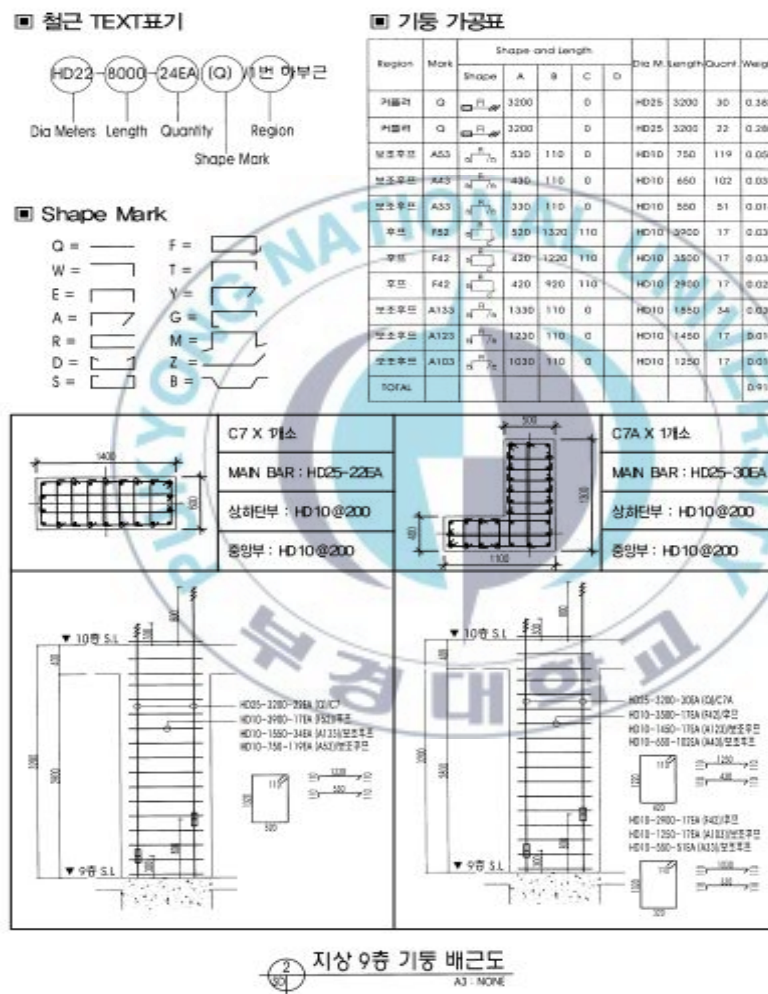


그림 3.10 철근가공도 및 BAR LIST 예시

2) 철근 공장 가공의 프로세스 변화를 통하여 기술력 확보 및 원가경쟁력 확보방안을 수립한다.

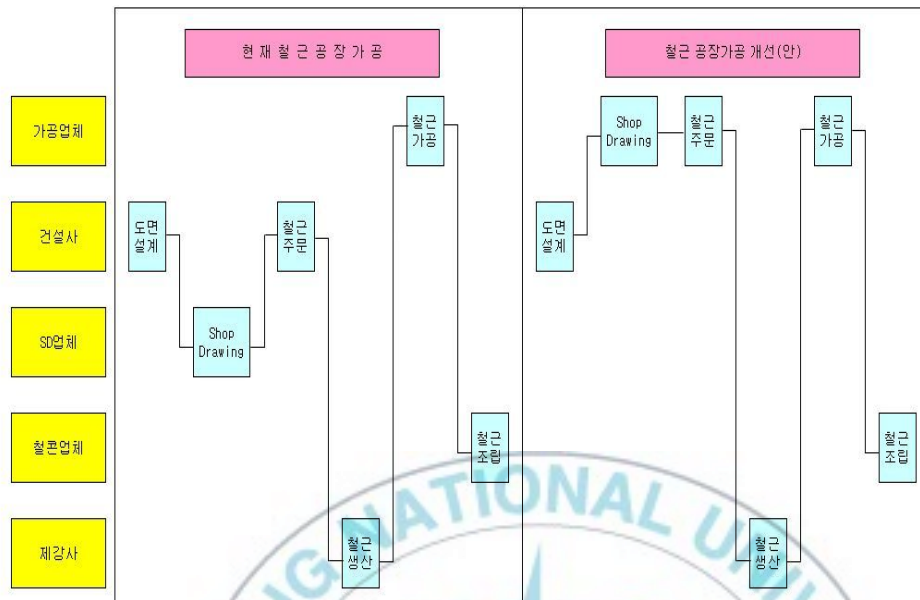


그림 3.11 철근 공장가공의 현재 프로세스 개선(안)

그림 3.11에서 보는 바와 같이 현재 우리나라의 통상적인 철근 가공의 단계는 도면설계(건설사), Shop Drawing(SD업체), 철근발주(건설사), 철근생산(제강사), 철근가공(가공업체), 철근조립(현장)의 6 단계로 이루어지고 있는 프로세스이다. 이에 본 연구에서는 각 가공공정을 시행하는 시행방법을 변경하여 Shop Drawing, 철근발주, 철근가공의 3단계를 철근가공 업체에서 시행하도록 하는 변화를 주었다. 이는 철근 가공에 대한 공정을 줄이고 가공 공정을 빠르게 진행시킴으로써 발주자로서는 공정의 효율적인 관리와 원가절감이 가능하다. 철근 가공공장은 기술개발과 전문 기술 인력 확보를 통하여 3단계 공정을 동시에 시행함으로써 원가경쟁력은 확보될 것으로 예상된다. 또한 철근 가공과 관련된 중간단계를 줄임으로써 생산성 향상뿐 아니라 철근가공 공정에서 발생하는 철근의 치

수부적합, 철근의 부분누락 등에 대한 책임 소재가 분명해짐으로 인하여 각종 하자 및 철근 조립 시 부적합에 대한 빠른 대처가 가능하게 된다.

3) 철근 가공기술의 지속적인 연구 및 개발을 통해 새로운 기술을 개발하여 공장가공의 활용성을 높일 수 있는 방안을 구축하여야 한다. 예를 들면, 현재 건설현장에서 많이 사용되는 규격의 철근 가공품(ex 토목용 우오수 BOX, 표준옹벽 등)을 찾아서 규격화 및 제품화를 이루는 방법이다. 이는 제품의 규격화로 철근 가공공장에서 선조립하여 생산할 수 있다는 장점과 함께 대량생산이 가능하고 일정한 품질을 유지시킬 수 있다. 이는 제품의 품질이 일정하고 대량생산을 통한 철근 가공비 절감이 가능하다.

4) 철근의 가공 형태별, 규격별로 업체별 또는 부분별 분업생산이 가능함에 따라 숙련된 기능공을 양성할 수 있으며, 이는 생산성 향상으로 인한 원가절감이 가능하다.

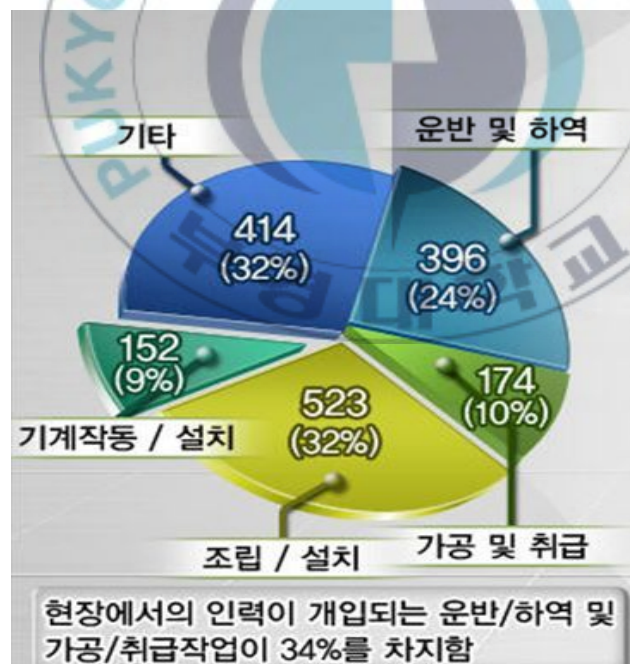


그림 3.12 건설현장 사고발생 원인 통계

5) 그림 3.12는 건설현장 사고 발생원인¹¹⁾을 분석한 것으로 현장에서 인력이 개입되는 운반, 하역, 가공 및 취급작업이 건설현장 사고의 34%를 차지하고 있다. 철근의 공장가공은 인력에 의한 작업을 최소화시킴으로서 안전사고로 인한 사회 경제적 비용을 최소화시켜 철근 가공업체의 원가 경쟁력 확보가 가능할 것으로 판단된다.

3.3.3 철근 가공비용의 일원화와 정액화

국내의 철근 가공공장은 대부분 중소규모 공장으로 자금력이 충분하지 않은 상태이며, 공장 가동을 위하여 동종업계간의 치열한 경쟁과 상대적으로 가격협상력이 강한 대형건설사를 상대로 단가협상이 이루어지고 있다. 그림에 따라 계약이 체결된 후 상대적으로 규모가 작은 철근가공공장이 적정한 철근가공단가로 계약체결은 어려운 여건에 처하게 되는 것이 사실이다. 따라서 철근 가공공장의 적정이윤을 확보하기 위한 방안으로 철근가공비용의 일원화와 정액화를 제시하고자 한다. 철근가공비용의 일원화와 정액화는 시장경제논리에 적합한 방법은 아니지만 현재 국내 철근 가공공장의 기술개발, 원가경쟁력 확보 등이 미비한 상태에서 철근가공공장의 조기 활성화를 위해 필요하다고 판단된다. 비록 상당한 기간이 필요하겠지만 이와 같은 방안을 통해 철근 가공비용의 일원화와 정액화를 통해 과당경쟁 방지 및 안정적 물량확보, 적정이윤 창출 등의 문제를 해결하고자 한다.

3.3.4 비상상황에 대처할 수 있는 능력과 시스템개발

건설 현장의 철근공사는 현장의 공사기간에 막대한 영향력을 미치는 가장 중요한 공종 중 하나이다. 철근 가공 및 조립 과정에서 발생하는 철근의 치수부적합, 부분 누락, 도면과 현장여건의 상이 등 여러 원인

11) 산업안전공단(2004, 2005 산업재해 원인조사-사고)

으로 인한 비상상황이 발생할 수 있으며, 비상 상황의 대처가 늦어질 경우 현장의 공정진행에 막대한 차질이 발생할 가능성이 있다. 따라서 철근 가공공장과 시공현장 사이에서 발생하는 모든 문제점을 해결하고, 처리할 수 있는 기술자의 확보와 함께 이를 지원할 수 있는 시스템 개발이 필요하다.



제4장 현장시공실태 분석을 통한 단계적 발전방향

3장에서 공장 가공철근의 현황분석을 통해 그에 따른 문제점을 도출할 수 있었다. 이에 이러한 문제점을 해결하고 공장 가공철근을 활성화할 수 있는 방안을 제시하고자 철근가공 관련 전문가를 대상으로 설문조사를 실시하였다.

4.1 현장시공실태 현황 분석 및 검토

국내 건설업 철근공사의 시공 현황을 파악하고 그 원인을 조사 분석하기 위하여 종합건설회사의 기술자를 대상으로 설문조사를 실시하였으며 총 40부를 요청하여 29부를 수령하였다. 그 중 신뢰성이 떨어지는 3부를 제외하고 26부의 설문을 채택하여 설문지를 분석하였으며 설문지는 부록에 첨부하였다.

4.1.1 일반사항

1) 설문응답자의 성별과 연령

설문자의 성별은 여자 3명, 남자 23명으로 대부분이 남자였으며, 30세 이하 8명(30.76%), 31~40세가 14명(53.84%), 40세 이상이 4명(15.38%)으로 설문조사에 응하였다.

2) 설문응답자의 경력

설문응답자의 경력은 3년 미만(3명, 11.53%), 3~5년(6명, 23.07%), 6~10년(9명, 34.61%), 11~15년(7명, 26.92%), 16년 이상(1명, 3.84%)으로

서 대부분 10년 내외의 경력자들로 나타났다.

4.1.2 철근가공의 현장실태

1) 설문에 응답한 현장의 철근 가공방식

설문에 대한 응답자가 속한 현장의 철근 가공방식을 조사한 결과 현장가공(16명, 61.53%), 공장가공(6명, 23.07%), 혼용(4명, 15.38%)으로 아직까지 현장가공방식이 절대적으로 많은 것으로 나타났으며 그림 4.1과 같다.

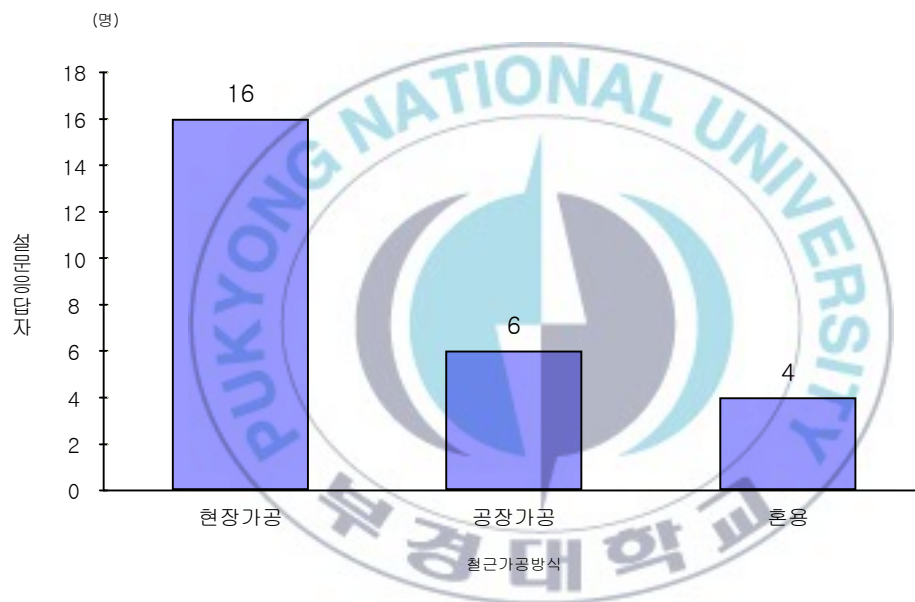


그림 4.1 설문응답자가 속한 현장의 철근가공방식

2) 설문 응답자가 선호하는 철근 가공방식

설문 응답자들이 선호하는 철근 가공방식을 조사한 결과 응답자중 13명 (50.00%)이 공장가공방식을 선호하였으며, 현장가공방식 7명(26.92%), 혼용 6명(23.07%) 순으로 나타났으며, 혼용은 40%~60%의 비율로 공장 가공방식 사용을 선호하는 것으로 나타났다.

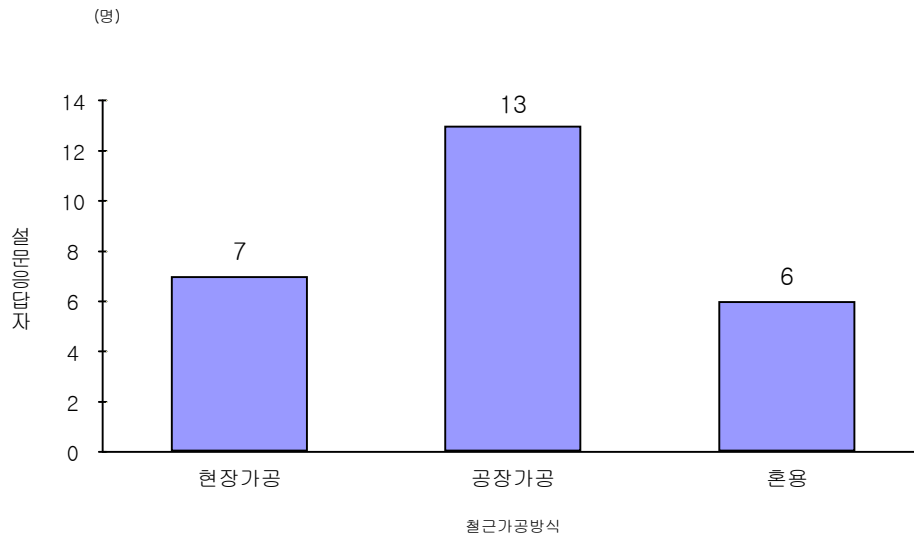


그림 4.2 설문응답자가 선호하는 철근가공방식

3) 설문 응답자가 생각하는 철근가공방식의 문제점

설문 응답자가 생각하는 철근 가공방식의 문제점에 대하여는 철근공장가공의 경험이 있는 현장관리자를 대상으로 조사하였으며 복수의견을 포함하여 조사하였으며 그림 4.3와 같이 나타났다.



그림 4.3 철근 공장가공의 문제점

※ 항목 1 : 공사비 측면에서 공장가공이 불리하다.

항목 2 : 설계도면의 잦은 변경으로 공장가공으로 대처하기 어렵다.

항목 3 : 철근기능공의 임기응변식 현장 대처에 익숙해져 있어 공장가공을 기피한다.

항목 4 : 철근가공공장이 부족하다.

항목 5 : 현장의 시공위치 및 시공일정 계획의 변경 등의 변화에 빠른 대처를 못한다.

항목 6 : 가공철근의 부분 누락 시 책임소재 규명과 현장 내 분쟁에 따른 조립일정 차질

항목 7 : 가공철근의 치수 부적합 발생 시 철근 조립일정에 차질이 발생하여 후속공정 등 공기지연이 발생한다.

주요내용을 살펴보면 ‘가공철근의 치수 부적합발생시 철근 조립일정에 차질이 발생하여 후속공정 등 공기지연이 발생한다’가 가장 많았으며, 다음으로는 ‘현장의 시공위치 및 시공일정 계획의 변경 등의 변화에 빠른 대처를 못한다’는 의견이 많았다. 또한 ‘철근기능공의 임기응변식 현장대처에 익숙해져 있어 공장가공을 기피한다’는 의견도 많이 나타났다.

4.1.3 철근 공장가공의 현장적용의 문제점

설문을 통하여 응답자의 현장은 철근의 현장가공이 압도적으로 많았으나 응답자들이 선호하는 철근의 가공방식은 공장가공이 많은 것으로 나타났다. 이는 기존의 현장가공방식에서 공장가공으로 의식의 전환이 이루어지는 과정이라고 판단된다. 그러나 현장관리자들의 업무량 증대와 철근의 공장가공시 발생하는 철근의 치수부적합, 시공일정 변경에 따른 빠른 대처 부족 등 현장의 공기와 직결되는 문제로 인하여 공장가공을 기피하는 실정이다.

따라서, 철근의 공장가공시 발생하는 문제점으로 인하여 현장의 공기 지연을 방지할 수 있도록 비상상황에 대처할 수 있는 개선방안 마련이 중요하다. 현장종사자들이 철근공장가공품 사용을 기피하는 가장 큰 이유 중 하나가 철근가공공장의 영세성에 따른 위험요인과 가공공장과 현장을 연결하는 관리자의 부재 등을 들 수 있다. 따라서 철근가공공장에서는 경영적 측면의 활성화와 병행하여 철근가공품의 안정적 적기 공급과 RISK 관리자의 양성에도 힘을 기울여야 할 것으로 판단된다.

4.2 철근 공장가공의 정착 및 활성화 방안

4.2.1 철근 가공공장의 현재 실태 및 공장가공 정착화 필요 요소

현재 국내의 철근 가공공장은 철근 가공공장의 난립, 영세성으로 인하여 가공공장의 현상 유지를 위한 저가수주와 발주자(일반적으로 건설사)의 이윤을 극대화하기 위한 철근 가공업체의 낙찰단가 인하 등으로 적정 이윤을 확보하기 어려운 상황이다. 이는 국내 대부분의 철근 가공 공장은 발주자의 요구에 의하여 적정이윤을 확보하지 못하는 사회적 약자에 속해 있다고 볼 수 있다.

또한 BAR LIST의 규격화 및 체계화의 미비와 같이 효율적인 철근 가공도를 작성하기 위한 표준규격 등의 제도화가 필요한 실정이며, 현장작업에 있어서 정밀시공을 위한 기능공의 전문능력 배양도 해결해야 할 과제로 판단된다.

4.2.2 철근 공장가공의 정착화 방안

철근 공장가공의 정착화를 위해서는 하드웨어적으로 철근가공공장의 정착화와 소프트웨어적인 가공도의 표준화, BAR LIST의 규격화 및 체계화, 철근공장가공의 리스크를 담당할 관리자의 양성 및 철근기능인력의 전문

능력향상 등이 이루어져야 한다.

그에 따른 세부방안으로 다음 두 가지를 고려해 볼 수 있다.

첫째, 철근가공공장의 정착화를 위해서는 현재 발주자로부터 언제든지 불이익을 받을 수 있는 사회적 약자위치에서 발주자와 동등한 위치에서 협상할 수 있는 제도적 보완이 필요하다고 할 수 있다. 이를 위해서 현재 철근 가공협동조합이나 또는 대표성 있는 단체가 구성되어야 할 것으로 판단된다. 그 단체가 중심이 되어 철근가공공장의 전반적 문제점들을 분석하고 조정자 역할을 수행하며 사회적, 제도적 지원을 모색하여야 할 것이다.

다음에 제안하는 것은 그 단체가 중심이 되어 상당한 기간까지 발주자와 동등한 지위에서 아래와 같은 역할을 하여 철근가공공장의 조기 활성화 및 정착을 유도하여야 할 것으로 판단된다.

철근가공공장 단체가 구심점으로서 진행하여야 할 역할은 다음과 같다.

- 1) 발주자와 단체간의 현실성 있는 가공단가(연간단가, 표준단가)를 결정하여 시행함으로써 가공공장의 적정이윤 확보 및 과당경쟁을 방지한다.
- 2) 단체차원에서 현실적이며 통일되고 규격화된 가공LIST를 개발하여 가공공장의 철근가공생산 효율을 높이고 품질관리 향상도를 높인다.
- 3) 각 지역별 또는 지구별 철근 가공물량 할당으로 업체간 안정적 물량 확보를 지원한다.
- 4) 가공공장의 설비투자에 대한 지원책을 강구한다.
- 5) 철근 공장가공의 현장적용 및 관리를 위한 시스템을 개발한다.
- 6) 철근 가공공장의 수직적 수평적 보완체제 구축을 통한 영세성 탈피 및 경쟁력을 도모한다.
- 7) 자율적 조정으로 업체의 난립을 방지하고, 규모별, 생산능력별로 가공공장을 네트워크화 한다.

8) 현재 관급자재는 현장에 철근의 형태로 제공하고 있으나, 발주방식을 철근 가공제품으로 제공하도록 제도적 개선을 통하여 철근 공장가공을 정착화한다.

둘째, 가공도의 표준화, BAR LIST의 규격화 및 체계화 등은 정부와 학계, 산업체간 공동연구로 해결되어야 할 것이며, 철근공장가공의 리스크를 담당할 관리자의 양성은 철근가공공장의 경쟁력강화 차원으로 가공공장업계에서 많은 노력을 기울여야 할 것으로 판단된다. 이에 더하여 현장의 정밀시공은 기능인력의 자질에 크게 좌우되는 바, 철근 전문기능인력에 대하여 정부차원의 교육제도 개선이 이루어져야 함을 건의한다. 예를 들어 정부가 지정하는 교육기관에 일정시간 이상 교육수료자들로 하여금 철근조립작업에 투입할 수 있는 제도의 정비가 이루어져야 한다고 본다.

철근 기능인력의 노령화와 3D업종 기피현상 등으로 현재 건설현장에서 우수한 기능인력의 확보가 매우 어려운 실정이다. 우수한 기능인력은 정밀시공의 주요 요소이므로 기능인력에 대한 재교육 및 처우개선은 반드시 이루어져야 하는 사안이다. 현실적인 교육시간, 비용 등으로 전문업체의 원가가 상승할 수 있으나, 현장의 시공이 보다 정밀화됨으로써 하자발생이 감소하고 이에 따른 사회적 비용의 감소를 감안할 경우 이는 적극 검토되어야 한다.

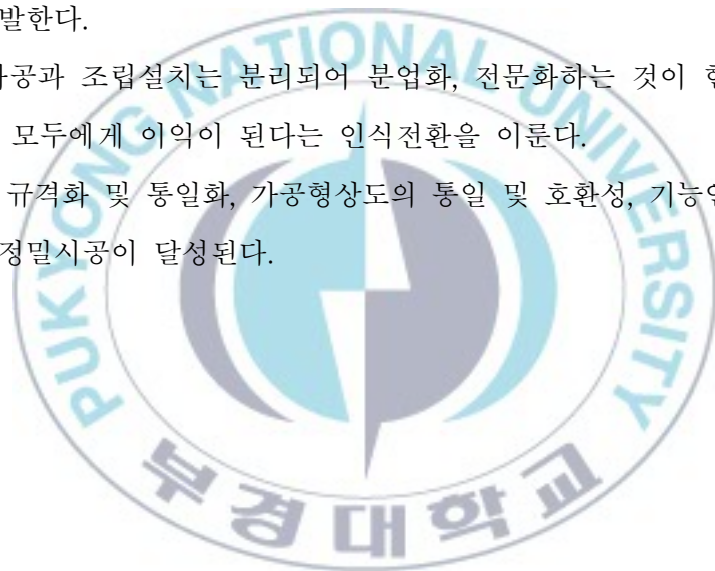
4.2.3 철근 공장가공의 활성화

철근 가공공장에 대한 제도적, 사회적 지원 및 소프트웨어 측면의 해결을 통하여 철근 공장가공의 정착화 단계를 이루게 될 경우, 철근의 공장가공의 활성화단계는 철근가공공장단체의 기능이 축소되고 철근가공공장

단위별 또는 지역별로 본격적인 시장경쟁 체제로 전환될 것이다. 또한 철근 가공공장의 경쟁을 통해 공장 활성화가 이루어질 것이고 제반 철근관련 규격의 통일화 및 호환성과 기능인력의 자질향상 등이 활성화될 것이라고 판단된다.

철근공장가공의 활성화 단계에서 이루어지는 사항을 살펴보면 다음과 같다.

- 1) 발주자와 철근가공공장과의 직접 또는 지역별 가격협상을 통한 가격경쟁력을 확보한다.
- 2) 철근 가공품의 다양성을 확보하고 철근 공장가공의 정착화 단계를 통하여 철근 가공공장의 품질, 생산성, 기술력 확보를 바탕으로 해서 기성제품(ex:토목용 우오수 BOX, 표준옹벽 등)으로 판매 가능한 규격의 철근가공제품을 개발한다.
- 3) 철근의 가공과 조립설치는 분리되어 분업화, 전문화하는 것이 현장사용자와 생산자 모두에게 이익이 된다는 인식전환을 이룬다.
- 4) 배근도의 규격화 및 통일화, 가공형상도의 통일 및 호환성, 기능인력의 자질향상으로 정밀시공이 달성된다.



4.3 철근 공장가공 활성화에 관한 고찰

2장에서 공장 가공철근의 활성화방안에 대한 이론적 검토를 통하여 공장 가공철근의 문제점 및 원인분석을 실시하였다. 분석결과를 토대로 공장가공 철근의 활성화 방안에 대한 이론적 분석을 실시했다. 이론적으로 도출되어진 방안의 경우 철근 공장가공의 활성화를 위하여 여러 가지 방법이 제시되었으나 이는 현재의 철근가공과 관련된 시장상황, 경제상황, 철근 가공업체의 여건 등을 고려하지 않고 단순히 발전하기 위한 방안을 제시한 것이다.

이에 보다 실질적인 공장 가공철근의 활성화 방안을 도출하기 위해 전문가 설문조사를 실시하였으며 그 결과 현장여건이 고려된 문제점을 분석할 수 있었다. 이러한 문제점을 토대로 철근 공장가공의 활성화를 저해시키는 요인들의 원인과 보완사항들을 도출해 낼 수 있었으며, 최종적으로 철근 공장가공을 활성화하기 위한 방안을 도출해낼 수 있었다.

철근 공장가공의 합리적인 활성화를 위해서는 크게 하드웨어적 측면과 소프트웨어적 측면의 두 가지로 축약할 수 있다.

첫째, 하드웨어적 측면에서 현재의 철근 가공공장의 상태와 시장상황 및 경제상황을 고려하여 점진적이고 구체적으로 진행시킬 필요성이 있다.

둘째, 소프트웨어적 측면에서 배근시공도의 표준화, 설계 및 시공도면의 잦은 변경과 공사계획의 부정확성 방지, 가공형상도의 통일, 현장조립기술자의 능력배양 및 배근시공도 작성 시 참여, 현장기술자들의 인식전환 등이 이루어져야 할 것이다.

제5장 결 론

본 연구에서는 선행연구, 철근 공장가공 활성화를 위한 이론적 분석, 설문조사를 통하여 철근의 공장가공의 문제점을 조사하였으며, 문제점에 대한 개선방안을 검토하여 철근 공장가공의 정착화 단계와 철근 공장가공의 활성화 단계로 구분하여 발전 방향을 제시하였다.

철근공사 중 철근자재의 공장가공에 대한 필요성은 계속 인지되어 왔으나 철근가공공장의 영세성 및 난립화, 현장사용자들의 공장가공품 사용기피, 현장 철근공사 종사자들의 자질저하, 철근공장가공품의 관리방식 미비 등 다양한 문제점들로 인해 공장가공의 활성화가 지연되어 온 것이 사실이다. 이에 본 연구에서는 건설산업이 대형화되고 복잡·다양화됨에 따라 철근자재의 공장가공 사용량 확대는 필수불가결한 상황임을 인식하고 이를 위한 대안을 제시하였다.

설문조사 및 현장방문, 관계자 면담 등을 통하여 철근공장가공의 활성화를 이루기 위해서는 ‘하드웨어적 측면’과 ‘소프트웨어적 측면’으로 구분하여 대안을 도출할 수 있었다.

하드웨어적 측면으로는, 철근가공공장을 활성화 하는 방안이다. 철근가공공장의 활성화를 위해서는 무엇보다 현재 영세성과 난립성을 보이고 있는 철근가공공장의 정상화가 우선시 되어야하며, 이를 위해서는 철근가공공장 설립에 대한 초기설비투자비에 대한 지원과 가공단가의 적정성 및 가공물량의 안정적 확보, 가공공장의 지역별 ,규모별 네트워크화를 통한 가격경쟁력 확보와 물류비절감 등이 필요하다고 조사되었다

소프트웨어적 측면으로는, 철근가공공장 업체들의 자발적 자구노력 및 기술개발, 공동출자를 통한 기술연구소의 설립, RISK 관리자의 양성, 철근 배근 상세도의 통일 및 가공형상도의 표준화, 철근공사 종사자들에 대한 지속적 교육으로 자질향상 도모 및 처우개선 등이 요구되었다. 이와 함께 철근공장가공품의 사용 확대를 위해 정부발주 관급자재(철근)에 대하여 공장가공으로 발주하는 것을 적극 고려하여야 한다.

이를 통하여 철근공사에 공장가공방식이 활성화되어 보다 쾌적한 현장 환경이 조성되고, 표준화되고 통일된 방식의 철근공사가 이루어 질 수 있을 것이라 기대한다.

또한 향후 보다 많은 연구와 노력을 한다면 국내 철근공장가공의 조기 활성화와 건설산업 경쟁력 강화에 보다 많은 기여를 할 수 있을 것이라고 판단한다.



참 고 문 헌

1. 김광희 외 2인, 2002, 국내 건축물 철근공사 품질·원가 개선을 위한 시스템 개발에 관한 연구, 대한건축학회 논문집
2. 강민구, 2008, 철근 공장가공 시스템의 현장적용 문제점과 대책, 부경대학교 석사학위논문
3. 정상화 외 1인, 2009, 철근공사에 있어서 철근 가공표준화 연구, 한국건설관리학회 논문집 제10권 제6호
4. 강태경, 2010, 철근 자재공급망 및 조달시스템혁신모델 개발, 린건설 제11권 제3호
5. 이상진 외 3인, 2009, 철근공사의 효율화를 위한 3차원 자동 철근배근 프로그램 적용에 관한연구, 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집(2009.11)
6. 김동진 외 1인, 2004, 철근공사 공장가공 합리화 방안, 한국건축학회 학술발표논문집 제24권 제1호
7. 주진규 외 2인, 2003, 철근공사 생산성 향상을 위한 작업모델 연구, 한국건축학회 논문집 구조계 19권 12호
8. 정찬엽, 2010, 초고층 주거복합 건물의 통합 설계관리 효과분석, 부경대학교 석사학위논문
9. 이준복, 2009, 로봇기술의 발전과 건설자동화기술의 미래, 건설관리 제10권 5호
10. 정영수 외 2인, 2010, 건설기업 공정/원가 관리 패턴의 변화와 의미, 건설관리 제11권 3호
11. 이준복, 2003, 국내외 건설자동화의 연구개발 현황 및 미래전망, 건설관리 기술과 동향
12. 박우열 외 2인, 2004, 국내 철근공사 실태분석 및 개선방안에 관한 연구, 한국건축시공학회 논문집 제4권 3호
13. 양지수, 1993, 철근기계화가공 시범사업 성과분석, 대한주택공사
14. 김용일 외 3인, 1991, 철근물량산출 및 손율 최적화 시스템 개발 연구, 대한건축학회 논문집 12호 9권

15. 윤영호 외 1인, 1993, 철근 기계화 가공 적용사례, 콘크리트 확회지 제5권 4호
16. 조훈희 외 5인, 2007, 철근공사의 공장가공 현황분석과 활성화방안, 한국건설관리학회 논문집 제8권 제1호
17. 한국건자재시험연구원, 2008, 가공철근 표준화를 통한 철근 및 건설산업 선진화 방안 연구
18. 한국산업안전보건공단, 2009, 2008년 산업재해원인조사(업무상사고)
19. 박종혁, 2003, 대형 건설업체 자재수급관리시스템의 효율적 운영방안, 중앙대학교 석사학위논문
20. 최동인, 2008, 철근 배근시공도 작성 시스템 설계, 선문대학교 석사학위논문



The Activation Plan on Field Application in Re-bar Factory Manufacturing

by
Chi Hern Lee

*Interdisciplinary Program of Construction Engineering and Management
The Graduate School
Pukyong National University*

Abstract

The recently domestic construction industry is being expanded the management crisis in construction due to the insufficiency and aging in skillful manpower and to stagnation in construction economy. Accordingly, the enhancement in productivity and the reduction in prime cost are recognized as essential elements in management for construction industry. Thus, diverse plans are being examined according to it. Out of it, the rebar works require lots of time and cost in the whole process of construction work, thereby being the important process enough to control success and failure in project. Nevertheless, it is the real situation that the re-bar manufacturing system is failing to be vitalized at home.

Accordingly, this study analyzed problems about the existing re-bar manufacturing system in order to suggest a plan for vitalizing this, with recognizing importance of re-bar

manufacturing system. To analyze problems, the questionnaire survey was carried out. As a result, diverse problems could be elicited such as the labor-intensive characteristic of relying upon manpower in rebar works, the loss of rebar materials, a drop in labor productivity, and a rise in prime cost according to occurrence of industrial accident. The expert questionnaire survey was carried out on the basis of these problems. Direction to which the re-bar manufacturing system will need to advance could be suggested. A plan for activation according to it can be divided largely into two kinds.

First, in the hardware-based aspect, there is necessity of progressing gradually and specifically by considering the status of the current re-bar manufacturing system, market situation, and economic situation.

Second, in the software-based aspect, there is necessity of being performed the standardization of rebar placing drawing, the prevention from a frequent change in design and construction drawing and from inaccuracy in construction plan, the unification of machined profile drawing, the cultivation of ability in the field assembly technician, the participation given preparing the rebar placing drawing, and a change in recognition of the field technicians.

Given being continued a future research based on these improvement plans, the products of re-bar manufacturing system can be applied to the field more broadly. It is judged to be likely able to contribute even to standardization and enhancement in quality.

부 록

설 문 지 (가공공장)

1. 귀사의 소재지는 어떻게 됩니까?

시(도) 구(군) 동(읍)

2. 귀 사의 공장 면적은 어떻게 됩니까?

1) 대지 면적 : m²

2) 공장 면적 : m²

3) 야적장면적 : m²

3. 월 최대 가공능력은 어떻게 됩니까?

TON/월

4. 월 평균 가공능력은 어떻게 됩니까?

TON/월

5. 귀 사의 인력 보유현황은 어떻게 됩니까?

총 : 명 (남 : 명, 여 : 명)

관 리 직 : 명 (남 : 명, 여 : 명)

영업/기술직 : 명 (남 : 명, 여 : 명)

6. 귀 사에서 수주 형태는 어떻게 됩니까?

1) 일반 건설사로부터 직접발주 : %

2) 하도급 건설사로부터 발주 : %

3) 타 가공업체로부터 발주 : %

4) 기타 : %

기타에 대한 세부적인 내용 :

6-1. 귀사에서 수주시 선금을 수령할 경우 연간 수주금액기준으로 선금비중은 ?(%)

6-2. 귀사에서 납품시 납품금액 수금방법은?

- 1) 납품 즉시
- 2) 납품 후 1개월내에 수령
- 3) 납품 후 2개월내에 수령
- 4) 납품 후 2개월뒤에 수령

7. 월 평균 가공 철근 중 귀 공장에서 직접 구입비중은 어느 정도 됩니까?

%

8. 귀사의 보유인력중 설계도면에서 철근 가공도면작성 및 BAR LIST 작성이 가능한 기술 인력을 보유하고 있습니까?

- 1) YES (명)
- 2) NO

9. 상기 8번문항에서 NO로 답한 경우에는 철근가공도면 작성 및 BAR LIST 작성을 어떤 방법으로 하고 있습니까?

- 1) 외부 업체에 외주를 준다.
- 2) 발주자로부터 철근가공도면 및 BAR LIST를 제공받아서 가공한다.
- 3) 기타()

10. 귀사의 철근 구입에 대한 거래 방법은 어떻게 됩니까?

- 1) 철근 생산공장에서 직접 구입
- 2) 철근 도매상으로부터 구입
- 3) 해외에서 철근 수입
- 4) 기타()

11. 귀사의 철근구입단가는 대형건설사의 매입단가와 비교시 구입가격은 ?

- 1) 대형 건설사에 비해서 비싸게 구입한다.
- 2) 대형 건설사와 동등 가격으로 구입한다.
- 3) 대형 건설사와 싸게 구입한다.

12. 귀사에서 가공하는 철근 중 제일 많이 사용하는 철근의 길이는?

- 1) 8M 2) 9M 3) 10M 4) 12M 5)기타(M)

13. 귀사에서 가공하는 철근가공 작업중 제일 많이 요구되는 정척철근의 길이는?

- 1) 8M 2) 9M 3) 10M 4) 12M 5)기타(M)

14. 귀사에서 가공철근 최초발주일로부터 최초납품일까지의 평균 기간은 ?

- 1) 7일 이내 2) 8일 ~ 15일 3) 16일 ~ 30일
- 4) 31일 ~ 45일 5) 45일 ~ 60일 5) 60일 초과

15. 귀사에서는 선가공 후 판매하는 가공철근이 있습니까 ?

- 1) 있다 2) 없다

15-1. 귀사(15번문항에서 1)에 답한회사)에서 선가공 후 판매하는 가공철근은
어떤 품목인지 구체적으로 적어 주시기 바랍니다.

16. 귀사가 위치한 지역(광역시, 도)의 철근 가공공장이 몇 개나 있습니까?

개

17. 귀사가 생각하기에 귀사가 위치한 지역(광역시 또는 도)에서 전체 철근가공 물량
중 공장에서 가공하여 납품하는 비율이 얼마정도라고 생각하십니까?

%

18. 귀사가 생각하기에 지역(광역시 또는 도)에서 전체 철근 가공물량 중 공장가공이 가능한 철근물량의 비율은 얼마정도라고 생각하십니까?

%

19. 위 17, 18 문항에서의 차이에 대한 원인은 무엇이라고 생각하십니까?

- 1) 현장가공이 공장가공보다 효율성이 좋다
- 2) 건설현장에 있는 기술자들의 인식부족
- 3) 공장가공이 현장가공보다 비싸다
- 4) 공장가공 가공업체의 기술력 부족
- 5) 기타()

20. 철근을 공장가공 하였을때 NET수량을 기준으로 공장가공시 발생하는 평균 LOSS율은?

21. 귀사에서 년평균 산재 사고 건수는 ? (건)

22. 귀사에서 년평균 사망사고 건수는 ? (건)

23. 귀사의 관점에서 철근의 현장가공보다 공장가공의 장점은? (3가지 이상)

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)

24. 귀사의 관점에서 철근의 현장가공보다 공장가공의 단점은? (3가지 이상)

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)

25. 위 24번 문항에서 답한 단점의 보완방안이 있다면 기술하여 주십시오.

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)

26. 귀사의 관점에서 보았을때 공장가공의 활성화 방안 또는 요청사항을 기술해 주십시오



설문에 응하여 주셔서 대단히 감사합니다.

설문지 (현장-기술자)

1. 귀하의 성별은 무엇입니까?
☐ 남자 ☐ 여자
2. 귀하의 연령은 어느 정도입니까?
☐ 20세 미만 ☐ 21~30 ☐ 31~40 ☐ 40~50 ☐ 50세이상
3. 귀하의 건설업 종사 경력은 어느정도입니까?
☐ 3년 미만 ☐ 3년~5년 ☐ 6년~10년 ☐ 11년~15년 ☐ 16년이상
4. 귀하가 속한 회사명은 무엇입니까?
 (본 질문은 귀사의 시공능력 평가 금액을 확인하여 동일한 회사의 중복을 피하고 신뢰성을 확보하기 위한
 일입니다)
 소속회사명 : _____
5. 귀하가 속한 현장의 편성된 철근물량과 실제 투입된 철근물량과의 차이 비율은 ?
☐ 3% 미만 ☐ 3%~5% ☐ 5%~8% ☐ 8%~10% ☐ 10% 이상
6. 상기 5번문항에서 물량차이의 가장 큰 원인은 무엇이라고 생각하십니까?
☐ 물량산출시 산출 오류로인한 원인
☐ 철근의 미음, 정착길이 산출시 실제길이를 적용하지 않고, 순수길이에
 할증율 적용으로 오차가 많이 생긴다.
☐ 정착길이를 고려하여 물량을 산출하거나 집계하지 않는다.
☐ 도면의 배근상세도가 명확하지 않아서
☐ 정착철근의 미사용으로 절단되고 남은 길이의 철근을 활용하지 못함
☐ 기타(기타사유: _____)
7. 귀하의 경험으로 볼때 제일 많이 구매하는 철근의 길이는?
☐ 8m ☐ 9m ☐ 10m ☐ 12m ☐ 기타(m)
8. 귀하의 경험으로 볼때 제일 많이 필요한 정착철근의 길이는?
☐ 8m ☐ 9m ☐ 10m ☐ 12m ☐ 기타(m)

9. 귀하가 주로 구매하는 철근의 정척길이의 선택 사유는?

- ☐ 철근 가공도의 치수에 가장 적합하기 때문에
- ☐ 현장의 시공일정을 맞추기위한 생산자 일정에 따른 철근 구입
- ☐ 길이별 주문생산이 불가하기 때문에
- ☐ 주문생산의 경우 생산일정과 입고일정이 부정확 하기때문에
- ☐ 기타(기타사유:)

10. 귀하가 필요한 정척길의 철근을 구매하기 위해서는 발주일로부터 입고일까지의 필요한 기간은?

- ☐ 15일
- ☐ 30일
- ☐ 2개월
- ☐ 3개월
- ☐ 3개월이상

11. 귀하가 속해있는 현장의 철근 가공방식은 무엇입니까?

- ☐ 현장가공
- ☐ 공장가공
- ☐ 혼용(공장가공비율: %)

12. 현장의 철근 가공방식의 결정권자는 누구입니까?

- ☐ 현장담당자
- ☐ 현장소장
- ☐ 본사

13. 귀하께서 선호하는 철근 가공방식은 무엇입니까?

- ☐ 현장가공
- ☐ 공장가공
- ☐ 혼용(공장가공비율: %)

14. 귀하는 철근 가공공장을 적용하여 시공시 현장내 철근야적장을 제외한 철근가공장을 설치하여 운영하신 경험이 있습니까?

- ☐ 있다
- ☐ 없다

15번 문항부터는 철근공장가공의 경험이 있으신 분만 작성하여 주시기 바랍니다

16. 상기 12번 문항에서 철근가공장을 설치하여 운영한 원인은 무엇입니까?

- ☐ 가공공장에서 가공 오류로 인하여
- ☐ 배근상세도에 의해 가공철근이 납품되었으나 현장여건과 상이하여
- ☐ 가공공장에서 가공철근의 부분 누락으로
- ☐ 기타(기타사유:)

17. 귀하는 배근 시공도를 작성시 배근시공도 작성방법은?

- ☐ 직접 작성한다
- ☐ SHOP DRAWING 업체에 외주를 주고 납품도면의 검토 및 승인
- ☐ 철근가공업체에 일괄적으로 배근상세도까지 외주를 준다
- ☐ 기타(기타사유:)

18. 철근의 공장가공의 현장 적용시 발생하는 문제점은 ?(복수선택 가능)

- ☐ 공사비 측면에서 공장가공이 불리하다.
- ☐ 설계도면의 잦은 변경으로 공장가공으로 대처하기 어렵다.
- ☐ 철근기능공의 임기응변식 현장 대처에 익숙해져 있어 공장가공을 기피한다.
- ☐ 철근가공공장이 부족하다
- ☐ 현장의 시공위치 및 시공일정 계획의 변경 등의 변화에 빠른 대처를 못한다
- ☐ 가공철근의 부분누락시 책임소재 규명과 현장내 분쟁에 따른 조립일정 차질
- ☐ 가공철근의 치수 부적합 발생시 철근 조립일정에 차질이 발생하여 후속공정 등 공기지연이 발생한다.

19. 귀하가 생각하기에 철근가공품 중 규격화하여 공장생산이 가능하다고 판단되는 규격의 품목이 있습니까?

- ☐ 있다 ☐ 없다

19-1 상기 문항에서 규격화하여 제품이 생산가능한 물품에 대하여 기재하여 주시기 바랍니다.

20. 귀사의 관점에서 철근의 현장가공보다 공장가공의 장점은? (3가지 이상)

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)

21. 귀사의 관점에서 철근의 현장가공보다 공장가공의 단점은? (3가지 이상)

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)

22. 위 24번 문항에서 답한 단점의 보완방안이 있다면 기술하여 주십시오.

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)

23. 귀사의 관점에서 보았을때 공장가공의 활성화 방안 또는 요청사항을 기술해 주십시오

설문에 응하여 주셔서 대단히 감사합니다.



감 사 의 글

한사람의 건설인으로 살아오면서 늘 새로움에 목말라하고 배움의 부족을 느끼던 차 부경대학교 대학원과 인연을 맺게 됨은 나에게 새로운 세상이자 행운이었습니다.

비록 조금 늦은 나이에 이런 기회가 찾아와 때론 힘이 들고 포기하고 싶은 마음도 있었으나 그때마다 저에게 많은 가르침과 용기를 주신 김수용 교수님께 고마움을 전하고 싶습니다.

또한 늘 환한 웃음이 멋지신 이영대 교수님, 멋진 모습의 이수용 교수님, 늘 노력하는 모습이 아름다운 김영목 교수님과 항상 힘이 되어준 건설관리공학 협동과정 연구실의 김희섭, 김성현, 이상화와 석사과정 수업을 함께한 대학원 동문 여러분께 감사를 드립니다.

그리고 바쁜 회사생활에서도 대학원 과정을 마치는데 많은 배려를 해주신 아이에스동서(주) 임직원 여러분과 권혁운 회장님, 권민석 대표님께 감사를 드립니다.

끝으로 부족한 저를 항상 자랑스러워하시는 현재 세상에 계신 것만으로 너무 큰 힘이 되어주시는 부모님, 늘 내편에서 내 삶의 목표를 주는 사랑하는 나의 아내 김양숙과 든든한 큰아들 태경이, 귀여운 나의 에너지 태균이에게 정말 고맙다는 말을 전합니다.

2011년 2월

이 치 헌