



멀티바를 이용한 철근선조립 공법



정 하 선 공학박사
(주)파워테크 기술연구소장

1. 머리말

철근콘크리트공사에서 거푸집 공사와 철근배근공사는 가장 노동 집약적일 뿐만 아니라 구조체의 품질에도 큰 영향을 미치는 공종이라고 할 수 있다 이에 따라 철근의 가공이 정확히 이루어질 수 있는 기계화 시공이 일찍부터 시도되었고 가까운 일본만 하더라도 1970년대에 기계를 이용한 정밀한 철근가공이 보편화되었으며 미국이나 유럽의 선진국에서는 일찍부터 철근의 가공과 설치가 분업화되어 있는 실정이다.¹⁾

선조립 공법은 기둥이나 보와 같은 구형부재에 철근을 공장이나 지상에서 가공하여 거푸집공사 전이나 후에 소정위치에 배근하는 공법도 있으나 우리나라에서는 주로 판형 부재 보강용 중심으로 개발되어 왔다.

우리나라에서는 1990년대에 들어와서 대한주택공사와 일부 철근가공업체를 중심으로 인력절감 및 품질향상이 가능한 철근의 기계화 가공에 대한 연구개발이 시작되어 철근콘크리트 구조물의 설계시의 바 리스트(bar list)작성방법, 표준가공 형상 등이 제안되었고²⁾ 형태에서는 균열 방지용으로 쓰이는 용접 철망(welded wire fabric)과 유사하나 기능에서는 구조용 보강철근의 역할을 할 수 있는 철근격자망이 개발되어 실용화되기에 이르렀다.³⁾⁴⁾⁵⁾

용접철망이란 냉간 신선한 연강선(원형, 또는 이형 철선)을 격자형으로 교차시키고 교차점을 전기용접 하여 공장에서 유니트화시켜 제작하는 철근 선조립 공법의 원형이라 할 수 있으나 철선을 냉간 신선하여 제작하기 때문에 연신율이 KS기준에서 정하고 있는 구조용 일반 철근보다 매우 낮아 콘크리트구조물의 보강철근으로

사용하기에는 부적절하였다. 철근 격자망이란 용접철망이 갖는 단점을 개선하여 벽체, 슬래브와 같은 판형 부재의 구조용 보강재로 사용할 목적으로 일반이형철근을 용접철망 형태(정사각형, 직사각형 격자)와 같이 슈트형태로 공장에서 제작하는 제품이며 실질적인 철근 선조립 공법에 적용할 수 있는 최초의 철근가공제품이라 할 수 있다. 철근격자망은 기본적으로 2방향 철근 배근을 전제로 하기 때문에 소요이상의 철근이 소요되고, 설계 시 매우 정밀한 시공도 작성이 선행되지 않으면 벽체와 슬래브의 철근 상호간 간섭으로 시공성이 저하되는, 철근선조립공법이 일반적으로 갖는 융통성의 저하라는 문제점을 갖고 있다.

이 글에서는 이러한 문제를 상당부분 해소한 제3세대 철근 선조립 제품이라 할 수 있는 1방향 철근선조립제품인 멀티바(상품명으 (주)파워스틸에서 생산)에 대해 소개하고자 한다.

2. 멀티바의 특징

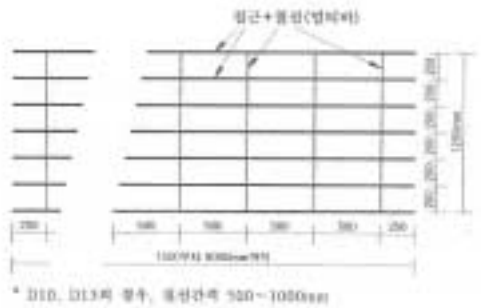
2.1 멀티바의 영상

철근격자망이 가로, 세로 두 방향으로 철근이 배근되고 두 철근의 접합 점을 전기용접 하여 슈트형태로 제작하는 2방향 격자망임에 비하여 멀티바는 <그림1>과 <사진1>에서 보는 바와 같이 길이방향의 주근은 구조용 일반이형철근을, 폭방향 으로는 주철근을 고정시키는 철선을 가로 지르고 철근과 철선이 만나는 접합점을 전기 용접하여 슈트형태로 제작하는 1방향 격자망이다.

주철근의 간격이 비교적 크기 때문에 (150 ~ 200mm) 시공도 작성 시 수직철근과 수평철근의 간섭으로 야기되는 설계상, 시공상의



문제를 최소화시킬 수 있고 멀티바 1개 슈트의 무게가 가벼워 (m 당 단위중량 4 ~ 20kg)멀티바의 길이에 따라 1인 또는 2인이면 충분히 시공이 가능하여 시공 속도가 매우 빠르다는 장점이 있다. 또한 철근 선조립을 포함한 공업화공법에서 일반적으로 야기되는 재료의 과사용 문제를 최소화하여 철근가공과 배근에 소요되는 전체 철근공사비용을 크게 절감할 수 있는 장점이 있다. (일반 이형철근을 단철근으로 배근하는 경우와 비교하여 철근공사비를 15~20% 절감할 수 있음)



<그림 1> 멀티바의 기본 형상



<사진1> 제작 완료되어 적재된 멀티바

이러한 슈트형으로 제작된 선조립 철근을 사용함으로써 비숙련공이라 하더라도 철근배근이 가능하고, 철근의 결속을 최소화 할 수 있기 때문에 시공성향상은 물론 근래에 야기되고 있는 건설기능인력의 부족이라는 문제를 해결하는데 크게 기여할 수 있다는 장점도 빼놓을 수 없다.

2.2 멀티바의 생산규격

멀티바는 (주)파워스틸에서 2003년 4월부터 생산되기 시작하

였다. 멀티바로 사용되는 이형철근의 굵기는 D10, D13, D16의 세 종류이며(한 슈트에서는 동일 굵기의 철근사용), 멀티바 슈트의 폭은 1.2m로 일정하나 길이는 50cm 단위로 1.0m부터 8m까지 생산이 되고 있다.(10m 까지도 생산가능). 멀티바 1개 슈트에서의 주철근의 간격은 기본형으로 주철근 9본일 경우 150mm, 7본일 경우는 200mm 간격이며⁶⁾ 이외 특별한 경우 주철근 간격을 300mm, 400mm로 하여 제작할 수도 있다. 주철근의 항복강도는 구조용 일반철근이 항복강도와 같이 다양하게 할 수 있다.

멀티바 제품의 표시방법과 기본규격은 그림2와 표1에 각각 표시되어 있다.



<그림2> 멀티바의 표시 방법

<표1> 멀티바 생산품의 기본규격

주철근 및 철선의 굵기	주철근간격(mm)	주철근 길이	철선 간격
D10과 ϕ 5 D13과 ϕ 6 D16과 ϕ 7	150, 200	50cm간격으로 1.0m ~ 8m	주철근의 굵기와 간격에 따라 100mm단위로 500~1000mm

표1 에 나타난 각 항목의 규격은 하중조건에 따라 조합할 수 있으며 각 조합의 경우 멀티바 슈트와 주철근 면적, 중량 등에 대한 조건표도 마련되어 있다.⁶⁾

3. 멀티바를 이용한 설계 및 배근방법

3.1 설계방법

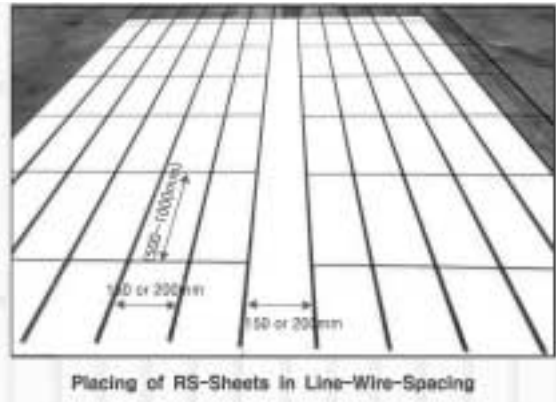
기본적으로 일반 철근 콘크리트 판형 부재의 설계방법과 같이 구조해석 결과로 얻은 각 부재의 하중 조건과 설계기준에 따라 소요철근량을 구하고 소요철근량을 충족시킬 수 있는 생산 가능한 멀티바 슈트를 선택하면 된다. 모든 소요 철근량을 멀티바로만 충족 시키려면 생산 가능한 규격제품의 제한(이는 규격제품을 단순화 시켜 제조원가를 낮추기 위한 것임) 때문에 과도하게 철근 량이 증가하므로 부재의 형태에 따라 전체 철근소요량의 5~10%정도의 일반 단 철근과 조합하여 멀티바를 선택하는 것이 경제적이다. 멀티바를 이용한 구조체설계 예는 한국 콘크리트 학회에 의뢰하여 연구한 멀티바의 설계 및 시공지침⁷⁾에 제시되어 있다.



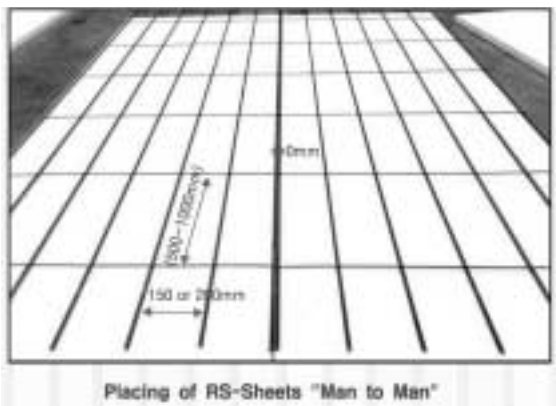
3.2 배근방법

· 일반 배근과 Man-to-Man 배근

멀티바를 배근하는 방법에는 <그림 3>에서 보는바와 같이 크게 멀티바의 주철근 간격이 소요값 만큼 유지되도록 하는 일반 철근 배근 방법과 멀티바 쉬트의 최외단 주철근을 맞대어 배근하는 Man-to-Man 방법이 있다.



(a) 일반 배근 방법



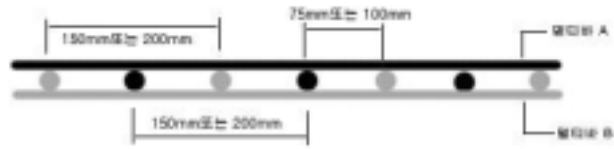
(b) Man-to-Man 배근방법

<그림3> 멀티바의 배근 방법

Man-to-Man 배근방법은 현재 생산되고 있는 규격제품만으로 일반 배근하면 소요철근량을 충족시키기 어려울 경우 주로 쓰인다.

· 철근 간격의 조정

멀티바의 주 철근의 기본 간격은 150mm, 200mm의 두 종류가 있으며 필요한 경우 <그림 4>와 같이 두장의 멀티바 쉬트를 맞대어서 75mm와 100mm의 주철근 간격을 얻을 수 있다.



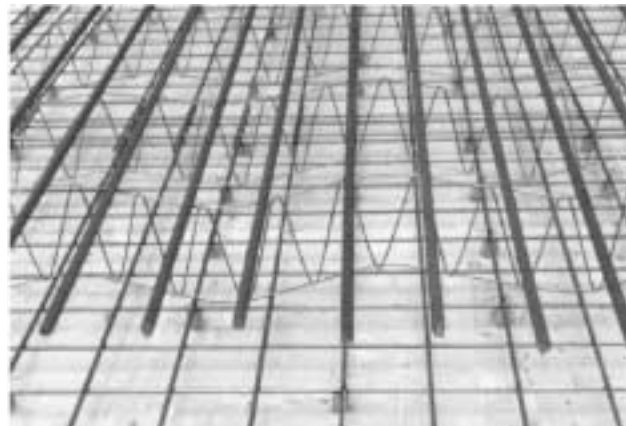
<그림4> 주철근 간격의 조정

슬래브에 적재되는 하중이 커서 매우 작은 철근간격이 필요한 경우는 일반 단 철근을 혼용함으로써 경제성을 기할 수 있다.

· 슬래브 복 배근시 상부근의 위치 고정

슬래브가 복배근되는 경우 철근 배근 완료 후에도 후속공정수행을 위하여 철근을 밟고 다님으로써 상부근이 처져 슬래브의 휨내력이 저하되어 콘크리트의 구조적 균열이 발생하는 등 하자의 원인이 되는 것을 종종 볼 수 있다.

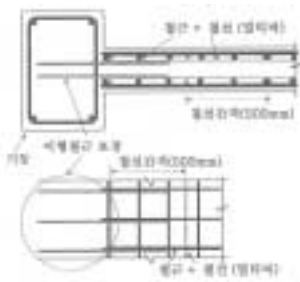
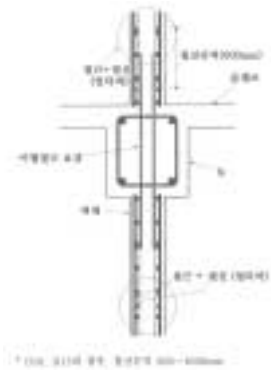
멀티바로 배근할 경우에는 사진2 에서 보는 바와 같은 snake형 연속 고임대를 600~200mm 간격으로 배치함으로써 후속공정작업으로 인한 상부근의 처짐을 방지하고 폼직과 시공속도를 크게 향상시킬 수 있다.



<사진2> Snake형 연속 고임대

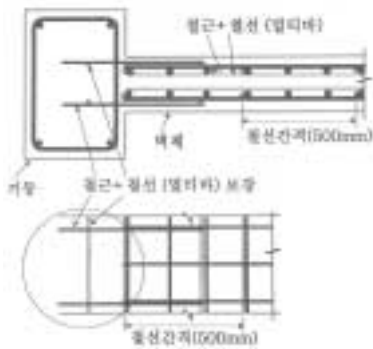
· 멀티바의 정착과 이음

멀티바로 배근된 슬래브나 벽체가 기둥 또는 보와 만나는 부분은 이형 철근을 이용하여 <그림 5>와 같이 이형철근을 이와 지각으로 배치된 멀티바의 세 번째 주근 위치까지 연장하여 배근한다.



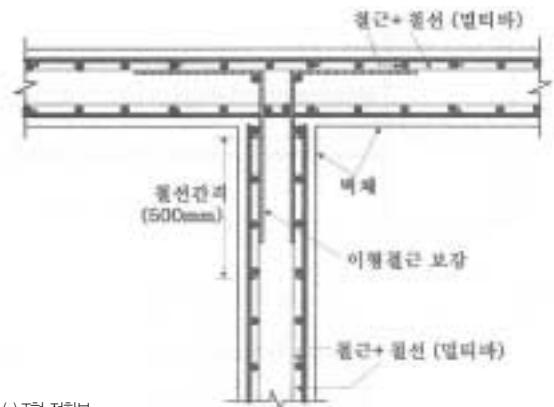
〈그림5〉 이형철근을 이용한 멀티바의 정착

이형 철근을 사용하지 않고 멀티바만으로 정착시킬 경우는 〈그림6〉과 같은 방법을 사용할 수 있다.

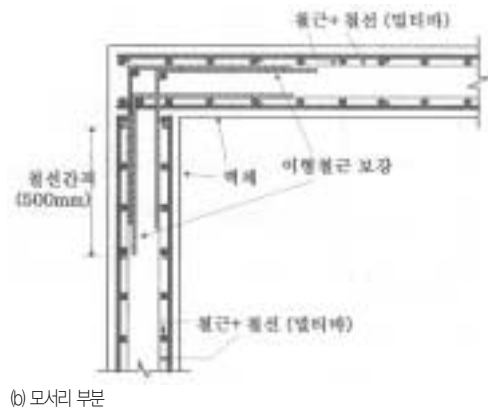


〈그림6〉 멀티바를 사용한 벽체 - 기둥의 정착

벽체와 벽체가 만나는 부분에서는 〈그림7〉과 같은 방법으로 이형 철근을 이용하여 멀티바를 정착시킨다.



가) T형 접합부



b) 모서리 부분

〈그림7〉 이형철근을 이용한 벽체-벽체 정착

이때 정착길이는 다음 식으로 계산되는 이형철근의 기본정착길이에 콘크리트구조 설계 기준⁸⁾에서 규정하고 있는 보정길이를 곱하여 결정되되 30cm 이상, 0.06db fy (단위 : cm) 이상 되어야 한다. $l_d = 0.06 A_b f_y / \sqrt{f_{ck}} \times \text{보정계수}$ (단위:cm) (여기서 db 정착철근의 직경, A_b 는 정착철근의 단면적을 나타냄) 멀티바와 멀티바의 이음은 이형철근의 겹침이음규정에 준하여 겹침 이음 길이는 위의 식으로 계산되는 l_d 의 1.3배 이상 또한 30cm 이상이 되도록 한다.

4. 시공실적 및 생산성 분석

멀티바는 생산이 시작된 지 1년이 못되어 시공실적이 많은 편이 못되나 〈표2〉에서 보는바와 같이 다양한 용도로 사용되고 있음을 알 수 있다.

단철근을 이용한 재래식 배근방법을 사용하는 경우와 멀티바를 사용하는 경우의 생산성과 경제성을 비교하기 위하여 분당 벤처1타운 시공결과를 분석한 결과 표3에서 보는 바와 같이 멀티바를 사용함으로써 38%의 인력절감과 12%의 공사비 절감 효과를 얻



는 것으로 나타났다.

<표2> 멀티바 시공실적

	분당 분당벤처	파워스틸 중량중공업	신원 분당벤처	건국 스타바
시공식	SK / 포스코	독산건설	삼양건설	포스코
면적	19000㎡	8,272㎡	63000㎡	48000㎡
바닥면적	1방향슬래브	1방향슬래브	방향슬래브	FLAT FLATE
적용제품	파워바 상위적용	파워바 상위적용	무근리콘크리트 모두멀티바 적용	2방향으로 멀티바

<표3> 멀티바의 생산성과 경제성

		개략적 배근 방법	Multi-Bar 배근 공법
1일 생산량 (ton)		0.75 ~ 0.8	1.15 ~ 1.25
38% 인력 절감 효과			
경제성 (원/㎡)	공장 가공비	40000원	70000원
	현장 시공비	150000원	96,000원
	합계	190000원	166,000원
	비고	12% 인력 절감 효과	
비고		개략적 배근 방법은 여러 현장 실시기준, Multi-Bar 배근 공법은 설계 시공지침 기준	

위의 분석대상인 분당벤처1타운은 멀티바를 적용한 최초의 현장이기 때문에 그 효과가 비교적 낮게 나타났으나, 시공경험이 쌓이면서 멀티바 사용으로 인한 효과는 더욱 증대될 것으로 판단된다.

5. 맺음말

건설공사는 타 제조업 분야에 비해 생산성이 뒤떨어져 있는 것으로 알려져 있으며, 시공성과 경제성 향상을 위한 새로운 제품과 기술의 개발이 별로 필요 없는 것으로 인식하는 사람들을 자주 발견한다.

우리 나라의 생산성은 평가하는 사람에 따라 차이가 있으나 일본의 30~40% 수준인 것으로 알려지고 있다. 일본도 미국에 비해 건설공사의 생산성이 많이 뒤떨어져 있다고 한다.

이는 우리나라의 건설공사에서의 생산성이 크게 향상될 수 있음을 말한다.

이번에 중소기업인 (주) 파워스틸에서 개발한 멀티바는 낙후되어 있는 우리 나라의 건설공사에서 생산성 향상과 품질확보라는 과제를 해결하는데 큰 기여를 할 것이라고 생각된다.

아직은 시공실적이 슬래브 공사에 국한되어 있으나 벽체나 옹벽, 지하주차장과 같은 구조부재에도 크게 활용될 것으로 보인다.

앞으로는 생산성 향상을 위하여 철근 선조립공법이 기둥이나 보와 같은 구형부재에도 적용될 것이며 이에 적합한 제품을 개발하기 위하여 계속 노력할 필요가 있다.

<참고문헌>

- 1) 양지수, "철근의 기계화 가공 및 선 조립 공법", 건축직업 품질 교육, 한국건설공사, 1997
- 2) 대한주택공사, 철근콘크리트 배근 표준화 - 철근가공기계화 생산기술개발, 1992.3
- 3) 대한주택공사, 철근 선조립 공법을 적용한 구체 공사의 시스템화 연구, 1993.12
- 4) 대한주택공사, 구조용 용접철망을 사용한 건축물의 구조설계, 시방지침 및 해설, 1993.12
- 5) 대한주택공사, 철근격자망을 사용한 건축물의 구조설계, 시공 실무 편람, 1996.7
- 6) (주) 파워스틸, Multi - Bar pamphlet, 2003
- 7) 한국콘크리트 학회, 멀티바(multi - bar)의 설계 및 시공 지침안, 2002.12
- 8) 한국콘크리트 학회, 콘크리트 구조 설계 기준 · 해설, 2002.9