



거푸집공사의 시공 및 재료 Material and Construction of Formwork



정 상 진*



안 응 선**

1. 거푸집공사의 역할 및 운영실태

1.1 거푸집공사의 중요성 및 역할

최근 건설공사에 있어서 가장 커다란 문제점으로 대두되는 것이 인력수급 및 이에 따르는 인건비 상승이라는 것은 주지의 사실이다. 건설공사의 여러공정 중에서도 구조체공사는 인력 의존도가 가장 높은 공사이며 마감공사의 품질을 좌우하는 중요한 공사이다. 따라서 구조체공사의 생산성과 품질이 건설공사 전체의 성패여부를 결정짓는다고 말하여도 과언이 아니다.

구조체공사는 거푸집공사, 철근공사, 콘크리트공사 등으로 구성되어 있으며, 그 중에서도 거푸집공사는 구조체공사비의 약 48%를 차지하는 최대공정으로 구조체공사의 품질에 직접적인 영향을 미치고 있다. 그러므로, 최적의 거푸집공법 및 합리적 시공관리는 최종건축물의 품질은 물론 생산성 및 경제성에 커다란 영향을 미치게 된다.

공사중의 거푸집은 크게 두가지 역할을 수행하게 된다. 첫째는, 가설재로서 콘크리트의 형상을 만드는 주형의 역할과 둘째는, 구조체공사를 구성하는 각 공정의 작업자들이 안전하면서 생산성 높게 작업할 수 있는 작업의 장을 확보해 주는 것이다. 먼저, 주형으로서의 거푸집역할을 살펴보면, 거푸집은 철근과 콘크리트의 복합재료가 응결하기까지 정확한 형상과 치수를 유지해야 한다. 동시에 콘크리트가 경화하여 강도가 완전히 발휘되기까지 보호양생을 위한 중요한 역할을 하는 가설물이다. 이 틀은 거푸집널, 동바리 및 부속철물류로 구성되며 그 역할은 다음과 같다.

- (1) 콘크리트가 굳기까지 형상 및 치수확보
- (2) 콘크리트 수화반응 진행보조
- (3) 콘크리트 구조체의 구조정밀도 확보
- (4) 철근의 피복두께 확보
- (5) 콘크리트 표면 마무리

이상의 역할에서도 보았듯이 거푸집공사는 건축물의 내구성과 품질에 커다란 역할을 수행하고 있다. 그러나, 가설재로서 건물의 준공후에는 남는 것이 아무것도 없기 때문에 소홀이 여기기 쉬운 특성을 지니고 있다. 두번째로, 거푸집은 콘크

* 정회원, 단국대학교 건축공학과 부교수, 공학박사
** 정회원, 영남대학교 건축공학과 전임강사, 공학박사

리트를 성형하는 주목적 외에도 작업자가 안전하면서 생산성 높게 작업할 수 있게 구성되어야 한다. 이 부분은 공사경험이 많은 기능공이나 관리자들 조차도 우려 만하고 실질적 조치에는 소극적인 부분이라 바로 안전사고나 생산성 저하로 이어지고 있다. 따라서, 거푸집의 재료선택이나 시공방법 개발시 이러한 두가지 사항이 함께 고려되어야 한다.

1.2 거푸집의 현장운영

현재, 국내건설 공사현장의 거푸집공사에 일반적으로 사용되는 공법은 소부재 조립공법(일명, 유로폼)이라고 말할 수 있다. 유로폼 공법은 규격화된 거푸집으로 특수코팅된 합판을 강제 프레임에 부착시켜 만든 것으로, 콘크리트형상의 치수에 따라 다양하게 주문제작이 가능하고 전용성이 좋아서 지난 십수년간 가장 많은 현장에서 사용된 거푸집이다. 그러나, 다수의 특수 거푸집(코너폼, 조인트폼, 개구부폼 등)이 필요하며, 해체, 철거시 파손이 많고 연결패널 접합부 주변의 변형이 크다. 특히, 많은 단위부재를 층마다 매번 조립, 해체, 운반해야 하는 공법의 특성상 노무비의 비중이 크며, 외부 비계없이 거푸집의 조립작업을 하기 어려운 특성을 가지고 있다.

한편, 최근에 이러한 유로폼 공법의 단점을 보완하기 위하여, 대형거푸집공법과 하프피씨 슬래브패널을 이용한 복합화 거푸집공법 등이 앞 다투어 개발되어 현장적용되고 있다. 그러나, 당초의 기대와는 달리, 기존 유로폼에 비하여 생산성 면에서 크게 뒤지고 있으며, 공기단축면에서 오히려 불리한 측면을 지니고 있어 국내 현장적용에는 아직 시기상조라는 조짐스러운 진단이 나오고 있다.

본고에서는 현재 현장 및 실무에서 가장 시급한 개선사항으로 여기면서도 만족할 만한 결과를 얻지 못하는 거푸집 공법을 재료 및 시공적인 측면에서 고찰해 봄으로서 보다 나은 개선책을 제시해보고자 한다. 다루게 되는 거푸집은 주로 공동주택에 최근 적용되고 있는 공법을 중심으로 거론하며, 그밖에 다양한 건물에 적용할 수 있는 거푸집 공법은 선진거푸집 공법편에서 소개하고자 한다.

2. 국내 적용 거푸집

2.1 거푸집 종류별 시공실태

국내현장에서 접할 수 있는 거푸집 가운데, 가장 일반적인 거푸집은 유로폼 공법으로 600×1200mm 합판의 거푸집 널재에 철재 프레임을 기본타입으로 하고 있다. 틀재는 철재이므로 사용초기에는 거푸집의 변형으로 인한 영향이 거의 나타나지 않고 있다. 그러나, 패널 1장의 무게가 13-21kg의 중량이므로 한국인 근로자가 연속적으로 수시간 작업할 경우 작업피로의 과중으로 틀재를 마구 다루게 되어 작업에 커다란 영향을 주게 된다. 특히, 슬래브의 경우, 콘크리트 양생후 탈형시에 거푸집을 천정으로 부터 그대로 자유 낙하시켜 해체하고 있다. 따라서, 철재를 및 부속자재가 손상되어 전용횟수가 늘어남에 따라 패널사이 조인트 부위의 정밀조립을 점차 어렵게 만들고 있다.

널재의 경우, 보통 12-15mm 코팅 합판을 사용하고 있다. 이 합판도 전용횟수가 늘어남에 따라 표면이 마모되고 패널의 크기가 변형되어 구조체 표면 마감품질 및 정밀도에 영향을 주고 있다. 특히, 국내에서 사용하고 있는 합판의 경우, 대부분 인도네시아나 그밖의 남방국가로 부터 수입되고 있어서, 합판이나 목재의 재질이 치밀하지 못하고 함수율이 높아 습도에 따른 변형도 쉬운 편이다. 따라서, 이로 인해서 거푸집 탈형후 콘크리트면이 균일하지 못하여 콘크리트면의 재손질 작업에 많은 품을 들이고 있는 형편이다. 그나마 앞으로는 천연자원 보존차원에서 점차 이러한 목재의 수입조차도 어려워질 전망이다.

그밖에 거푸집 조립에 쓰이는 폼타이나 웨지핀 등이 콘크리트 타설시 측압의 강도에 충분히 대응치 못하여 콘크리트 타설시 파괴되어 구조체를 변형시키기도 한다. 구조적인 힘을 받쳐주는 띠장이나 동바리 등은 대부분 철재파이프를 사용하기 때문에 재질 자체로는 큰 문제가 없다. 그러나, 이와 같은 써포트 부재의 설치간격 등을 현장에 따라 작업자 임의로 조정하기도 한다. 이러한 결과로 구조적인 힘을 지탱하지 못하여 타설중 변형 또는

파괴되어 콘크리트 경화 후 구조물 전체 또는 국부적인 변형을 야기시키기도 한다.

시공 및 관리적인 측면을 살펴보면, 대개 1층 구조체공사가 시작될 때 최상층까지 사용하게 될 거푸집물량이 전부 현장으로 반입된다. 공사가 진행됨에 따라, 저층인 4·5층까지는 거푸집을 조심스럽게 다루고, 거푸집 운반 등에도 많은 신경을 쓰기 때문에 거푸집재료의 불량 또는 변형으로 인한 작업의 영향은 크게 나타나지 않고 있다. 그러나, 점차 고층으로 올라가면서, 거푸집 패널을 마구 다루게되어 철재프레임에 변형이 생기고, 특히, 박리제 칠을 제대로 하지 않아 거푸집 합판의 면은 점차 거칠어지게 된다. 재료적인 특성상 철판을 거푸집널로 사용하는 경우, 코팅합판이 부착된 거푸집보다 콘크리트 탈형 후, 철재면에 보다 많은 콘크리트가 부착되어 콘크리트 표면품질을 더욱 떨어뜨리고 있는 형편이다. 또한, 거푸집 탈형후 유로폼 프레임 주변에 붙어 있는 콘크리트 케이스트를 쇠파시로 때려서 떨어버리는 작업을 반복함으로써, 거푸집의 수명단축과 변형을 자초하고 있는 작업행태를 취하고 있다. 작업자 관리적인 면에서 살펴보면, 현재의 거푸집공사는 돈내기 방식(능력급)으로 계약되므로, 시방서나 기타 품질기준의 준수는 처음부터 배제되고 공사실적 및 편의 위주로 진행하고 있는 실정이다.

유로폼 이전에는 재래식 공법이라 하여 합판 널과 각목을 일일이 목수가 재단하여 구조체의 모양대로 현장에서 제작하였다. 지금은 계단, 방수턱, 보 등 유로폼 패널로 시공하기 어려운 부위 만을 부분적으로 사용할 뿐, 재래식 공법을 단독으로 수행하는 현장은 거의 보이지 않고 있다.

유로폼과 재래식 폼의 개선공법으로 개발된 것이 소위 갱폼이라하여 소형패널을 대형으로 조립하여 크레인과 같은 장비를 이용하여 시공하는 공법으로 대형패널공법이라 한다. 이 공법은 벽체나 슬래브와 같이 단순하고 넓은면적을 한 두장의 패널로 분할하고, 폼타이나 웨지핀 등을 획기적으로 줄여서 조립 및 해체 폼을 줄이려는 목적으로 개발된 거푸집이다. 재료나 열개는 유로폼의 재료나 부속재와 마찬가지로 목재프레임에 합판, 철재 프레임에 합판 또는 철판을 쓰는 것이 일반적이다.

특히, 슬래브의 경우, 탁구대처럼 테이블 형태로 틀재를 철재로 구성하고 넓은 합판을 사용하는 공법을 테이블폼 또는 플라잉쇼워라 부른다.

그밖에 클라이밍폼 또는 슬립폼이라 하여 공동주택의 측벽, 엘리베이터 샤프트나 굴뚝과 같이 돌출물이 없고 단순하여 거푸집을 떼지 않고 연속하여 시공할 수 있는 부위에 사용하는 거푸집이 있다. 사용재료는 앞에서 서술한 거푸집들과 마찬가지로 목재 또는 철재프레임에 합판 또는 철판을 부착하여 사용하고 있다.

마지막으로, 과거 7, 80년대 공동주택 공사에 한두번 적용한 적이 있으나, 사용 당시 초기투자비와 장비비가 막대하여 실용화 되지 못한 공법이 터널폼이다. 이 공법의 구성은 철재프레임에 철재널이 부착된 일종의 대형패널 공법이나 공기단축을 위하여 콘크리트 양생을 기계식 증기양생 방법을 사용한다. 이상에서 설명한 거푸집이 국내현장에서 대표적으로 주류를 이루고 있는 공법들이며, 자세한 재료 및 시공상의 특성은 표 1에 정리되어 있다.

2.2 거푸집공법별 쟁점사항의 비교분석

앞에서도 몇차례 언급한 바와 같이, 기존 유로폼공법의 단점은 무엇보다도 인력다소비형 공법이므로 품질관리가 어려운 문제점이 지적되어 왔다. 이에 대한 개선으로 90년대 초반부터 주택공사 연구소를 중심으로 대형패널식 거푸집공법이 활발히 연구되었다. 이 공법은 1980년대 초, 주택공사 개포현장에서 갱폼거푸집이라는 이름으로 시도된 바 있으나, 당시에 타워크레인이라는 고가장비가 필수적으로 필요한 관계로 경제성면에서 매우 불리하여 확대적용되지 못하였다. 그러나, 최근들어, 인건비 상승과 기능공 부족, 타워크레인 장비의 일반적 보급으로 이 공법이 다시 의미를 갖는 공법으로 주목을 받게되었다.

그러나, 최근 몇몇 현장에서 적용해 본 결과에 의하면, 인력절감효과는 다소 기대되나 공기나 생산성 측면에서 기존 유로폼공법보다 나은 효과를 보여주지 못하고 있다. 특히, 현장에서 대형거푸집을 조립하기 위한 준비가 철저하지 못하고, 기

존의 유로폼 시공에 익숙한 작업자들의 새로운 공법에 대한 거부반응 등 여러가지 요소들이 걸림돌이 되어 개선의 효과를 보여주지 못하고 있다. 이는 설계, 구조, 시공적인 사항은 물론 각종 하도급과 같은 관리적인 측면의 사항들이 유로폼공법 시공시와는 다른 행태를 취하여야 함에도 불구하고, 실제 현장운영은 바뀌지 않고 공법만 바뀐 것에 기인하는 것으로 판단된다. 부연하여 설명하면, 유로폼 공법은 감독이 필요없는 공법으로 하도급업자와 기능공이 알아서 시공해 주는 공법이나, 대형거푸집공법은 감독, 기능공은 물론, 타워크레인이라는 기계까지 서로간에 호흡을 맞추어야 가능한 시스템공법이므로 적용이 어려운 것으

로 판단된다.

이러한 상황에서 93년도 부터는 보다 적극적인 자세로 주택공사와 몇몇 선두 건설업체 들이 대형 거푸집보다 더욱 인력절감화, 기계화, 공법화에 다가가는 하프피씨 슬래브를 혼용한 복합거푸집공법을 연구하여 현장적용해 보고 있다. 그러나 이 공법은 공장에서 만든 피씨와 현장에서 제작되는 부분의 높은 정밀도가 요구되고, 경제성면에서도 기존공법에 비해 경쟁력이 뒤져, 국내적용이 시시상조라는 조심스러운 의견이 나오고 있는 형편이다. 표 2는 이상의 3가지 공법에 대한 공기, 생산성, 설계와 시공상의 제한조건, 각종관리 사항 들에 대한 쟁점사항이 요약정리되어 있다.

표 1 거푸집 종류별 공법의 비교

구분	공법	재래식(목재합판)	유로폼	대형 PANEL 식		CLIMBING식	TUNNEL식
				WALL	SLAB		
구	관	널판, 합판	코팅합판, 철판	코팅합판, 철판		코팅합판, 철판	철판
	틀	목재	철판, 알루미늄	목재, 철판		목재, 철판	철판
성	띠	목재	철재 파이프, 목재	목재, 철판		목재, 철판	철판
	부속	-form tie -각재(waler) -support 등	-form tie (flat tie) -wedge pin -pipe waler hook -drop head -support 등	-form tie -support -wedge pin	-roller -jacky 등	-rod -유입기 -anchor tie -form tie 등	-roller -form tie -carter 등
제	작	현장	공장	현장, 공장	현장, 공장	현장	공장
	시공장비	-	-	크레인		hoist, 유압잭	크레인
시	장	-자재 수급 용이 -초기 투입비 적다 -장비 불필요 -인력 투입 과다 -다양한 형상대로 조립 가능 -작업자 숙련도 필 요 -재료의 전용성이 낮다 -목재의 변형이 많 다. -고층인 경우 외부 비계가 필수적	-시공상의 정밀을 기할 수 있다. -장비가 불필요함 -목재 폼과의 조합 이 쉽다. -판넬을 조립하여 대형 판넬로 설치 할 수 있다. (drop head 사용) -많은 조인트 발생. -많은 특수형태의 폼이 필요하다. (코너, 개구부 부위) -곡면 부위의 조립 이 어렵다.	-조립 해체시의 인력 절감. -조인트수 감소로 마감비용 절감 -별도의 가설비가 불필요함. -부분적으로 연차적인 콘크리트 타설이 가 능. -노동 생산성은 증가하나 고가의 장비비가 추가 된다. -대형 운반 장비가 필요하다. -변형에 대한 조립의 강성이 요구된다.	-조립 해체시 인력 절감 -대형 장비 없이도 가능 -별도 비계 불필요 -수직으로 높은 구 조물에 적합 -마감 비용 감소. -단순한 구조체에만 적용 가능	-조립 해체시 인력 절감 -합리적이고 계획적 인 전용계획 필요. -대형 인양, 운반 장 비가 필요 -초기 투입비가 매 우 높다. -단순한 벽식구조에 만 적용가능	
		전용횟수	38회	20회	30-40회	15회	200회
무	계	-	13-21kg / pannel	1,000-2,500kg / set		1,500-2,500kg / set	2,500-4,000kg / set
	주 용 도	-계단, 캔틸레버 보 등 복잡한 구조	-고층 아파트등 반 복 시공되는 건물	-고층 아파트, 대형 wall, slab형 건물 -office 건물		-건축물의 외벽 -silo, 교각, -타워구조	-기숙사, 병원, 호 텔. -아파트 구조 등 동 일 형상의 건물. -ELEV, SHAFT

표 2 현행 거푸집 공법별 주요쟁점사항의 비교분석

항목	거푸집		대형패널식 거푸집		복합 공법 거푸집
	유로폼+캐래식폼	대형패널+인반폼	대형패널+테이블폼	(대형 벽 패널 하프 PC 슬래브)	
1. 공시 기준	15~20일 / 층당 8~10일 / 층당	25~30일 10~12일	25~40일 8~15일	25~30일 10~15일	
2. 생산성	19~23m ² /인·일	13~17m ² /인·일	16m ² /인·일	16m ² /인·일이하~?	
2. 제한 사항	설계	- 거푸집시공을 위한 설계의 제약이 없음	- 설계시 시공을 고려한 평면 계획	- 평면계획이 거푸집시공 편리성에 의해서 크게 좌우됨	- 설계시 대형 판넬 거푸집시공을 고려한 평면계획
	구조	- 어떠한 구조 및 형태도 시공가능	- 방수벽, 외벽, 난간과 라켓 등이 없는 구조이어야 함	- 단변방향으로 어떠한 상에 구조물도 있어서는 안됨	- 구조체에 따라 거푸집 공사의 생산성이 큰 영향을 받음
	시공	- 가장 일반적이며 거푸집이 없는 공법	- 수직, 수평 분리타설로 작업 거푸집 및 공기지연 요인	- 수직, 수평 분리타설로 작업 거푸집 및 공기지연	- 슬래브 레벨링에 따르는 대형 벽체 거푸집의 기능 추가가 필요
4. 관리 사항	인력 관리	- 인공하도급 계약으로 동원 인원을 산출, 관리하기 어려움	- 기존 도급 형태와 달리 팀별 조립매수로 단가를 산정하므로 관리가 명확	- T/C에 의존하므로 팀별 작업 인원의 관리가 명확	- 거푸집이나 슬래브 등의 시공이 조립의 개념이므로 소요인원 관리가 용이
	품질 관리	- 무위별 일괄하도급으로 구조체의 품질을 관리하기 곤란함	- 관리, 감독의 여하에 따라 품질의 차이가 결정됨	- 대체로 구조체 품질관리가 양호	- 관리가 잘 이루어질 경우 높은 정밀도와 품질이 기대됨
	안전 관리	- 비계를 이용하지 않고는 작업이 곤란하고, 해체시에도 위험이 따르는 공법임	- 비계를 사용하지 않고, T/C로 작업을 하므로 안전에 유리	- 거푸집 자체에 작업대 부착으로 안전관리에 매우 유리	- 대체로 안전관리에 유리
5. 현상 운용	기술직용	- 현재 가장 널리 쓰이고 있는 공법임	- 초기 적용단계에 작업자의 거푸집이 큼	- 초기 거푸집 조립 단계에 많은 작업시간 소요	- 하프 PC 슬래브의 레벨을 맞추기 위한 추가작업이 필요
	장비비용	- 중장비없이 작업이 가능하나 인력의 의존도가 매우 높다.	- 고가의 중장비가 필수적이나 인력절감 효과 큼	- 고가의 중장비가 필수적이나 인력절감 효과 큼	- 고가의 중장비가 필수적이나 인력절감 효과 큼
6. 종합적 평가	- 품질이 부시되는 현 시점에서 공기면이나 생산성 측면에서 가장 유리하나 개선의 여지가 많은 공법	- 인력 절감 효과는 있으나 기대보다 공기나 생산성 측면에서 효과가 보이지 않음	- 초기 투자비가 크고 시공을 위한 제약조건이 많아서 확대 및 적용효과 미지수	- 높은 정밀성을 요구하는 공법 및 고가의 하프 PC부재 도입에 따라 기대효과가 미흡하며, 도입은 시기 상조로 판단됨	

이 표 가운데서도 특히, 쟁점이 되는 것이 공기와 생산성 부분이다. 원래, 현재의 유로폼공법의 기준층 1사이클의 공기는, 절대공기 8-10 일에 여유공기 2일을 합쳐서 12일을 기준으로 시공하는 것이 일반적이다. 그러나, 현재 유로폼 적용현장에서 현장타설 RC 구조체 1개층을 12일에 시공하는 현상은 드문 것으로 알려져 있다. 또한, 품질을 고려하지 않고 노동생산성 측면에서만 볼 때, 우려현장 특유의 재료와 품 일식하도급(일명, 재료모찌)과 능률급체제로 인해서 이 공법은 놀랄만한

생산성을 보이고 있다. 따라서, 현시점에서는 여타의 선진공법을 적용해도 국내실정을 종합적으로 고려해볼 때, 유로폼에 경쟁이 될 수 있는 공법을 찾기는 힘든 것이 현실이다.

3. 선진거푸집 공법의 현황

3.1 개요

철근콘크리트조는 철근과 콘크리트의 장점을

살려 만든 가소적(可塑的)인 복합재료로서 조형성이 우수하고, 내구성이나 내회성이 뛰어나며, 저렴한 특성을 지니고 있다. 그러나 가소적인 복합재료를 임의의 모양으로 형성하려면 재료의 강도가 발현되기까지 그 형상과 치수를 유지하여야 한다. 이를 위하여 거푸집은 철근과 콘크리트의 복합재료가 응결하기까지 정확한 형상과 치수를 유지시켜줌과 동시에 강도가 완전히 발현되기까지 보호, 양생을 해주는 역할을 한다. 그러므로 거푸집공사는 건축물의 품질, 성능, 공기를 좌우하는 중요한 공정이 되므로 시공계획을 수립할 경우에는 적정한 거푸집공법을 선정할 필요가 있다.

본 장에서는 일본에서 사용되고 있는 거푸집 현황을 기술하는데, 국내에서와 같이 동일한 공법으로 쓰고 있는 부분에 관해서는 전술한 2장에서 설명하였으므로 여기서는 국내현장에서 잘 볼 수 없거나 특이한 거푸집을 중심으로 공법개요와 특성만을 기술하고자 한다.



● 골슬레이트 거푸집 공법

골슬레이트 거푸집은 골슬레이트 사이에 철근을 배근하고 콘크리트를 부어 넣어 사용하는 공법으로서, 주로 지중보에 사용하고 있다.

이 골슬레이트 거푸집의 재료는 저렴한 편이며, 슬레이트 공이 거푸집을 조립한다. 다만 슬레이트가 골을 이루고 있기 때문에 콘크리트 단면의 제적이 약간 줄어드는 결점을 갖고 있다.

● 콘크리트블록 거푸집 공법

콘크리트 블록 거푸집 공법은 콘크리트블록 사이에 철근을 배근하고 콘크리트를 부어넣어 사용하는 방법이다. 이 공법의 사용부위는 콘크리트의 측압이 크면 콘크리트블록이 깨어져버리기 때문에 주로 높이가 낮은 지중보로 제한하고 있다.

● 메탈라스 거푸집

메탈라스 거푸집은 메탈라스를 거푸집널로 해서 버림거푸집으로 남기는 공법으로 사용부위는 주로 지중보 등에 국한하고 있다. 메탈라스 거푸집공법은 곡면등의 형상을 자유롭게 처리할 수 있는 잇점이 있다. 이 공법은 메탈라스의 철부가 노출되기 때문에 발청의 우려가 있는 부위나 마감할 필요성이 있는 부위에서는 락스화피트를 해체한 후에 미장공이 콘크리트 표면을 모르타르로 마감하지 않으면 안된다.

3.2 공법의 종류 및 특성

3.2.1 버림거푸집공법

통상의 거푸집은 콘크리트를 부어넣은 후 시간이 경과함에 따라 콘크리트가 경화하여 소요강도가 발현되면, 거푸집을 해체하게 된다. 그런데 콘크리트의 소요강도가 발현되어도 거푸집을 해체하지 않고 그대로 방치해두는 거푸집이 있는데, 이를 버림 거푸집공법이라 한다. 버림 거푸집공법을 사용하면 다음과 같은 장점이 있다.

첫째는 거푸집을 해체에 따라 소요되는 공기를 단축할 수 있고, 거푸집 자재의 반출을 생략할 수 있다.

둘째는 버림 거푸집에 관한 시공은 통상 실시하고 있는 거푸집공이 하지 않고, 각 전문공사업체가 실시하기 때문에 거푸집공의 인력부족에 대처할 수 있다. 이와 같은 버림 거푸집공법에 사용되고 있는 재료는 저렴하고 불연성이 있어야하며, 장기간 방치에 따른 재료의 부식이나 변형이 없어야 한다는 조건을 갖고 있어야 한다. 현재 사용하고 있는 버림 거푸집공법은 다음과 같다.

3.2.2 콘크리트표면 경화 거푸집공법

콘크리트 표면이나 내부는 강도가 크고 내구성이 우수하며, 표층부의 미관이 뛰어나야 하는게 주지의 사실이다. 이와 같은 요구조건을 고려하여 개발된 거푸집공법으로서, 콘크리트가 집하는 면에 흡수성이 뛰어난 섬유상시트를 대고 뒷면에 판넬을 설치한다. 타설된 콘크리트로부터 경화에 불필요한 잉여수를 섬유상시트를 통해 외부로 배출시키는 공법이다. 이로서 콘크리트는 W/C비가 저감되어 콘크리트의 표면이나 내부가 치밀한 조

적이 된다. 콘크리트의 조직이 치밀해지는 만큼 내외부에 내구성 및 강도가 커지게 된다. 이와 유사한 공법으로는 거푸집 판넬면에 직경 5mm내외의 구멍을 10cm간격으로 뚫어놓고, 콘크리트를 타설한 직후에 판넬 뒷면에 붙여놓은 특수종이를 벗겨냄에 따라 구멍을 통하여 경화에 불필요한 잉여수를 배출시키는 거푸집공법도 있다. 전술한 거푸집공법은 부분적으로 상품화되어 있는 실정이다.

3.2.3 플라스틱 거푸집 공법

플라스틱 거푸집은 폴리프로필렌수지에 유리섬유를 첨가하여 제조한 것으로 가벼워서 설치, 해체의 시공성이 우수하고, 표면이 평활하기 때문에 탈형한 콘크리트면이 매끄럽다. 사용기법은 기존의 합판 및 강재판넬 거푸집공법과 거의 동일하다. 다만 400℃의 열에 발화할 우려가 있기 때문에 철근을 용접할 때에는 주의를 요한다. 또한 기푸집의 이동시는 로프등을 사용하기 때문에 취급에 신경을 써야한다는 단점이 있다. 선진각국에서는 이러한 플라스틱 거푸집공법의 사용빈도가 늘어남에 따라 제조회사가 증가하는 추세에 있으며 국내에도 조속한 시일내에 도입될 것으로 보인다.

3.2.4 시스템 거푸집 공법

시스템 거푸집공법은 미리 기둥, 벽, 보의 거푸집을 준비해서 설치하였다가 콘크리트가 경화된 후에 큰 UNIT로 해체할 수 있거나 해체함이 없이 그대로 다음 공사구간으로 전용 가능한 거푸집을 말한다. 이 거푸집공법은 전용횟수가 많고 강성이 높은 재료를 사용해야하기 때문에 고가이지만 조립에서의 노무비율이 낮기 때문에 전용이 많은 초고층 RC건물에서 유리하고 주로 보나 기둥부위에 사용하는 경우가 많다.

• 기둥시스템 거푸집

기둥시스템 거푸집은 기본적으로 독립기둥을 대상으로 하고 있고, 콘크리트 타설은 VH분리타설을 전제조건으로 하고 있다. 초고층 RC건물과 같이 층고나 단면변화가 작고, 전용횟수가 많은 곳이나 창고건물등과 같이 층고가 높은 경우에 이용되는 경우도 많다. 기둥에 이 시스템 거푸집을 사용하여 수직, 수평분리하여 콘크리트를 부어 넣는 경우에는 콘크리트분리등을 고려하여 버켓을 사

용토록 한다.

• 보시스템 거푸집

보시스템 거푸집은 고층 RC조 건물에 많이 사용하고 있다. 다른 부위의 시스템 거푸집과 동일하게 콘크리트타설후에 거푸집을 해체함이 없이 그대로 다음층으로 전용한다. 다만 보 거푸집은 콘크리트강도가 설계기중강도를 상회할때까지 존치시켜야 하므로 통상은 2개층분의 거푸집을 준비해야 한다. 크레인을 사용하여 윗층으로 전용할 경우에는 차키로 보 거푸집의 높이를 낮게하여 개구부나 베란다로 빼서 위층으로 전용시킨다.

• 벽시스템 거푸집

통상 벽시스템 거푸집은 기둥시스템 거푸집을 포함하고 있기 때문에 이 공법도 VH분리타설을 전제로 하고 있다. 부재의 강성이 높기 때문에 세퍼레이터의 직경을 크게하고 수를 적게해서 조립, 해체에 따른 작업성을 높인다.

• 보, 바닥 시스템 거푸집

바닥시스템 거푸집은 보 거푸집을 포함하고 있기 때문에 대형 거푸집으로 되어 있다. 보, 바닥시스템 거푸집을 상부층으로 전용할 때에는 바닥판 밑에 부착되어있는 차키로서 높이를 낮추고, 보 거푸집부분을 접어서 지보공의 로라를 사용하여 개구부밖으로 밀어내서 상부층의 작업구간으로 옮겨가는 시스템이다. 보, 바닥 시스템 거푸집은 초고층 고강도 RC 건축물에 주로 사용되고 있다.

3.2.5 기성 콘크리트 거푸집 공법

철근콘크리트 건물의 시공합리화를 목적으로 개발한 기성콘크리트 거푸집은 거푸집겸용의 구조체로서 해체가 불필요하고, 공기 단축을 할 수 있으며 현장작업이 줄어들고 동시에 산림자원의 낭비를 막을 수 있는 장점이 있다. 기성콘크리트 거푸집은 거푸집제작용 몰드에 미리 선조립한 철근을 배근하고 두께 1.5~2cm 정도의 몰드층간에 탄소섬유가 들어있는 시멘트모탈을 부어 넣어 성형한 후 몰드를 해체하고, 고온으로 양생해서 제작한 것이다. 제작방법에 따라 기둥과 보 거푸집 등으로 나눌 수 있다.

배근이 완료된 기둥철근 외부에 기둥용 거푸집을 설치하고 선조립한 보철근을 기둥철근에 긴결한 후에 보용 거푸집을 설치한다. 동시에 하프슬래

브 바닥판을 보위에 설치하고, 기둥과 보에 콘크리트를 동시에 타설하여 기둥과 보를 일체화시키는 공법으로 시공이 진행된다.

전술한 기성콘크리트 거푸집공법으로 구체공사가 진행되면 사이클공정이 일반공법의 60%정도까지 단축시킬수 있는 특징이 있다.

현재 선진 각국에서 실시하고 있는 거푸집에 관한 연구는 주로 기성 콘크리트 거푸집의 배합, 양생법의 변화로 보다 강도 및 경도를 높이는 방향으로 검토를 진행하여 염화물이온 침투나 마모의 저항을 크게 하는데 초점을 맞추고 있다.

4. 향후의 개선 및 개발방향

앞절에서 토의된 기존거푸집을 개선하기 위해서는 한 두가지 사항을 개선해서는 그 효과를 기대하기 어려울 것으로 판단된다. 따라서, 재료와 공법은 물론 공정 및 도급체계 등 생산체계 전반적인 획기적 전환이 요구된다.

4.1 재료 및 공법

기존의 유로폼 공법에서 조금 진전된 대형거푸집은 기본적 개념이 조립과 해체의 품을 줄이자는 발상에서 출발한다. 그러나, 재료는 유로폼이 사용하고 있는 철재와 목재를 그대로 사용함으로써 목재와 철재의 약점개선을 통한 효과를 근본적으로 기대하기는 힘들다. 따라서, 향후의 거푸집재료는 시공상, (1) 경량이며 (2) 가공성이 좋고 (3) 압축 및 휘강도가 좋으며 (4) 표면마감성과 내구성이 좋을 것 그리고, (5) 대량생산이 가능하고 자원 절약형이어야 한다. 특히, 합판거푸집의 경우 세계적인 자원보호 및 절약 차원에서도 심각히 대체자재를 고려해야 할 것을 판단된다.

또한, 시공적인 측면에서도 다음 5가지 사항이 향후 거푸집개발에 고려가 되어야 하는 사항이다. (1) 층마다 조립, 해체, 운반공정의 삭감 (2) 거푸집공정은 물론 후속공정인 마감까지도 동시처리 (3) 현재의 기술수준으로 바로 현장적용이 가능한 공법 (4) 공장생산으로 균등한 품질 및 고도의 정밀도 확보가 가능하며, 마지막으로, (5) 고가의 중

장비 및 초기 거푸집 구입비 부담이 최소화될 수 있는 재료 및 공법이 개발되어야 한다.

4.2 공정 및 도급체계

공정관리적인 측면에서 보면, 일반적인 공사의 주공정은 구조체공사→조적공사→단열공사→미장공사 등의 순서로 진행된다. 현재, 국내에서 사용 또는 개발되고 있는 거푸집공법들은 단순히 구조체공사만을 위한 거푸집이므로 공기를 획기적으로 줄이는 데는 한계가 분명하다. 따라서 새로운 거푸집은 위의 공정들을 순차적으로 진행하는 것이 아니라 거푸집자체가 위의 공정들을 동시에 포괄할 수 있는 병렬공법으로 바뀌어야만 공기 절감의 효과가 확연히 늘어날 것이다. 그러므로, 거푸집을 단순히 구조체를 성형하는 틀이라는 개념에서 복합적인 시스템 구축이라는 의식의 전환이 중요할 것이다.

또한, 현재의 거푸집 도급은 대개 부위별 또는 공법별로 나뉘어지고 있으며 관련 기능공도 형틀공이라는 작업자로 구성되어 있다. 이 형틀공도 엄밀히 말하면, 거푸집 목수라기 보다는 유로폼 조립공 정도로 표현할 수 있다. 그러므로, 거푸집 하면 목수라는 개념에서 정밀도를 중시하는 조립공의 개념으로 혼련시켜야 할 것이다. 따라서, 향후 선진공법이 요구하는 기능공은, 공장생산품을 현장에서 조립하는 공장 소속 직원개념으로 바뀌어야 할 것이며, 또한, 도급체계도 현장 일용직 목수라는 개념에서 정밀제품을 현장에서 조립하는 시스템조립 상근직원으로 재편되어야 할 것이다.

4.3 연구개발 및 현장적용

현재 각 연구소 및 건설현장에서는 거푸집과 관련된 연구개발을 과거 어느 때 보다도 활발하게 진행하고 있다. 대부분의 연구소의 훌륭한 연구결과들이 충분한 시간적 여유를 갖지 못하고 바로 현장에 “시범사업”으로 직결되고 있다. 그러나, 국내의 건설환경이 아직 시스템적 사고나 과학적 환경에 익숙치 않으므로 바로 효과를 기대하기는 어려운 상황이다. 따라서 우리의 건설여건상 연구

소의 연구결과는 바로 실무 시범사업으로 직결시켜 효과를 검증할 것이 아니라 시험시공을 거쳐서 충분히 공법상의 문제를 제거한 후, 현장에 점진적으로 적용하는 인내가 필요하다. 좋은 아이디어와 공법들이 사업으로 바로 적용되는 바람에 일찍 고사되는 경우가 비일비재하고, 이는 오히려 신공법개발을 후퇴시키고 있다. 또한, 선진공법을 현장에 적용하는 경우에도, 자기 현장의 능력과 여건을 고려하지 않고 무조건 신공법이라고 적용해 보는 것도 오히려 새로운 거푸집의 개발 및 확대에 걸림돌이 되고 있다.

마지막으로, 국내의 현장 여건상 시험시공 이든 시범사업이든 그 효과를 한 두번 시행으로 기대하는 것은 무리이다. 건설공법은 속성상, 끝임없는 시험시공과 시행착오를 개선하면서 효과가 서서히 나타나므로 인내가 좋은 공법의 개발 못지 않게 좋은 전략이 될 것이다. 앞으로 UR 개방이 확대되어 세계유수의 건설업체들이 국내시공에 참여할수록, 국내의 건설업도 탈인력화, 기계화, 공업화의 방향으로 가속화될 전망이다. 따라서, 앞

으로의 거푸집공법의 개선 및 개발 방향도 이러한 추세를 따를 것이며, 우리는 국내현장에 적응력이 좋은 “우리의 공법”을 정착시키는 노력을 지속적으로 해야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 안용선, “작업분석에 의한 철근콘크리트조 거푸집 공사 관리방안에 관한 연구”, 한양대학교 박사 학위논문, 1993
2. 안용선 외 5인, “아파트공사의 주요공정별 공정 및 생산성 분석”, 대한건축학회논문집, 1995.4
3. 대한주택공사, “고층아파트 부품화 기술개발 (I)”, 1992
4. 小柳光生 : 얇은 두께의 Pca 거푸집공법의 개발. 콘크리트 공학년차 논문보고집, 1992
5. 川口修安 : 유리섬유와 폴리머를 사용한 매설형 거푸집의 기초적 성질과 콘크리트 부착성상
6. 岩井 : 영구형 거푸집 재료로 고강도볼탈의 제성상. 콘크리트 공학년차 논문보고집, 1995
7. 渡部 : 타설거푸집과 콘크리트의 대형복합판넬의 온도거동. 콘크리트 공학년차 논문보고집, 1995 