

## 거푸집의 설계 개념

### Concept of Formwork Design



김 기 동\*

#### 1. 서 론

거푸집이란 타설된 콘크리트가 강도를 발현하여 자립할 시기까지 일정한 형상과 치수를 유지시켜주는 동시에 경화에 필요한 수분의 누출을 방지하고 외기의 영향을 차단하여 콘크리트가 적절하게 양생이 되도록 하는 가설 구조물이다.

그러나 거푸집은 단순한 가설물을 넘어서 건축물의 골조를 만들어내는 기본틀이 되는 것이므로 그 재료의 선정과 시공법에 특별한 주의가 요구된다. 즉 재료는 작용하중에 대해 안전하고 조립·설치 및 해체작업이 용이하며 파손이 적고 전용성이 높아야 한다. 그리고 설계와 시공은 시공자가 원하는 형태와 크기의 콘크리트 구조물이 만들어질 수 있도록 정확하고 견고하게 되어야 한다.

국내의 지방서에는 거푸집에 대한 규정이 없는 것이 보통이며, 자재의 선택과 사용이 시공자의 재량에 의한 것이 대부분이므로 시공자가 선택하는 시스템 및 설계 관리의 방법에 따라 공사비, 공정, 품질, 안전 면에서 여러가지 문제를 야기시킬

수 있다.

이를 해결하기 위하여 거푸집널과 구성 부재를 단계적으로 분석하고 이를 전체 공사와 연계시킴으로써 공사의 효율성을 꾀할 수 있는 거푸집 설계의 선행이 요구된다.

본고에서는 이러한 인식 하에 거푸집 설계에 관련된 일련의 과정 즉, 계획과 조정, 설계에 영향을 미치는 요소 및 거푸집 설계의 기준과 기본 개념에 대하여 기술하고자 한다.

#### 2. 거푸집 설계 시스템

##### 2.1 거푸집 설계의 필요성

국내 건설 현장의 거푸집 공사 실태를 살펴보면 시스템거푸집을 제외하고는 거푸집에 대한 설계가 거의 이루어지지 않는 형편이며, 시스템 거푸집 또한 전문 하도급 회사에 그 설계와 시공을 일괄 맡김으로써 기술적·관리적 측면에서 여러가지 문제점을 노출시키고 있는데, 이를 나열하면 다음과 같다.

- ① 품질관리에 기준이 없다.

\* 정회원, (주)대우건설 이사, 공학박사

- ② 계획성을 가지고 물량을 적기에 경제적으로 발주할 수가 없다.
- ③ 경험에만 의존하는 비과학적인 시공으로 필요치 않은 보강을 하게 되거나 시공 후 하자가 발생하여 공사비의 상승을 초래한다.
- ④ 해체를 미리 고려하지 않은 시공을 함으로써 전용율이 떨어지고 인력이 낭비된다.
- ⑤ 안전사고의 위험이 높다.

철근콘크리트 구조물에서 골조공사가 차지하는 비용은 20~30% 정도이지만 후속공사에 미치는 영향이 커 실제적으로 훨씬 더 많은 비중을 차지하므로, 이제 국내에서도 거푸집 설계의 중요성을 깨닫고 재료의 품질기준, 거푸집 제작에 대한 상세도 등이 충분히 갖추어진 거푸집 설계를 하여야 할 것이다. 동시에 이러한 사항을 검토하고 시공을 감독할 수 있는 전문인력의 필요성도 시급하다고 하겠다.

## 2.2 거푸집 설계 시스템의 구성

선진국에서는 골조공사의 중요성이 강조되면서 거푸집 작업을 위한 효과적인 설계시스템을 구축하여 거푸집 공사의 여러 문제점들을 개선하고 있으며, 이는 공사의 규모나 조직체계에 따라 대략 다음과 같은 형태를 갖추고 있다.

### 2.2.1 전문 컨설팅 엔지니어에 의한 설계

정부공사나 공공 분야와 관련하여 수행되는 대규모 공사에 있어서는 거푸집 설계를 전문으로 하는 컨설팅 엔지니어가 지명되고 이들이 콘크리트 작업에 관련된 모든 계획을 세우게 된다. 이들은 거푸집 공사에 대한 설계 뿐만 아니라 자재 조달, 시공에 대한 감리와 함께 더 나아가 공사에 필요한 장비 수급 계획과 같은 세부 사항도 다룸으로써 콘크리트 공사의 효율을 극대화한다.

그러나 전문 컨설팅 엔지니어가 없는 경우의 거푸집 설계는 도급자의 회사 내에 있는 거푸집 설계팀에서 담당하게 되거나 또는 전문 하도급자들의 설계팀들이 맡게 된다.

### 2.2.2 도급자에 의한 거푸집 설계

도급자의 회사 내에 거푸집의 설계를 진담하는 팀이 있는 경우, 이 팀은 다양한 거푸집의 시공 상세도를 작성할 뿐만 아니라 거푸집이나 지보공의 표준화, 거푸집 부재를 타현장으로 전용하는 등의 문제를 조정함으로써 상당한 비용 절감 효과를 이룰 수 있다. 또한 어느 공사에서 개발된 공법을 다른 공사에 적용하거나 현장간의 아이디어 및 인적 자원의 교환 등을 추진하여 문제점을 개선하는 등의 일도 가능하게 되므로 거푸집에 관한 기술력을 향상시키는 효과를 가져온다.

### 2.2.3 하도급자에 의한 거푸집 설계

도급자가 전문 하도급업체를 고용하여 거푸집의 설계나 시공을 맡기는 경우 공사에 사용되는 시스템의 설계나 거푸집 제작 방법 등은 하도급자측 설계팀이 도급자측의 담당 엔지니어와 협의하여 실행한다. 이 경우 도급자는 기본적인 사항을 감독하게 된다.

### 2.2.4 현장설계

선진국 건설현장에서도 현장설계는 큰 비중을 가진다. 위와 같이 미리 계획된 설계와는 달리 현장에서 직접 수행되는 설계는 매우 실제적이며 융통성을 가지게 되는데 이 단계에서 나온 아이디어나 기술을 적용함으로써 상당한 비용절감의 효과를 가져올 수 있다. 그러나 현장에서의 설계 조정은 반드시 감독 하에서 이루어져야 하는데 이는 구조적 안전성을 확실히 하기 위해서 뿐만 아니라 작업의 일관성을 유지하기 위해서도 꼭 필요하다.

## 2.3 거푸집도(圖)

거푸집에 관한 설계는 구체적으로 각종의 거푸집도로써 나타나게 되는데, 이는 거푸집 조립도, 판넬 분할도 등으로 나눌 수 있다.

### 2.3.1 콘크리트 구체도

콘크리트 구체도는 그림 1과 같이, 설계도와 타일분할도, 창호도 등의 마감공사 시공도와 엘리베이터 등 설비공사 시공도와와의 조정을 통해서 결정된 구체 치수를 도면으로 표현한 것이다.

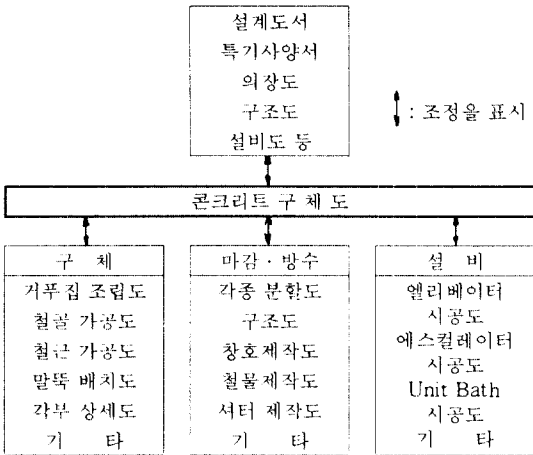


그림 1 콘크리트 구체도의 역할

구체도는 구체공사를 하는데 기본이 되며, 설계도와 각종 공사의 중간자로서의 역할을 한다. 또한 설계 의도를 실현하도록 표준적인 표기방법으로 작성해야 한다.

### 2.3.2. 거푸집 조립도

콘크리트의 구체도를 검토하여 각 시공부위의 특징을 파악하면서 거푸집 조립도를 작성한다. 명에·지보공·결속재 등의 배치를 기입하고 최후에 거푸집 조립 전체의 균형을 고려하면서 보강방법을 기입한다.

기둥·벽·보·바닥 부위 등의 경우는 표준 거푸집 조립도가 있으면 좋고, 계단·발코니나 특수한 형태를 가진 부위에 대해서는 시공 부위마다 거푸집 조립도를 작성할 필요가 있다.

거푸집 조립도를 작성할 때 주의할 점들은 다음과 같다.

- ① 사용할 재료의 종류를 가능한 한 줄이고 호환성·융통성을 높이도록 고려한다.
- ② 거푸집널의 형태·치수, 동바리의 종류, 관련된 재료 등은 최대한 통일하고 표준화하는 편이 좋다.
- ③ 거푸집널·동바리의 전용계획 수립시, 불필요한 소운반을 피하도록 한다.
- ④ 복합된 응력이 거푸집·동바리에 생기지 않는 단순한 구조 형식으로 하고, 관리가 간편하게 한다.

### 2.3.3. 판넬 분할도

거푸집 판넬 분할은 재료의 전용을 효율화하는데 중요한 계획이다. 판넬 분할도의 작성에 있어서는 아래 사항을 고려한다.

- ① 합판·알루미늄 합금 판넬 등은 치수가 규격화되어 있으므로 가능한 한 가공재를 사용하지 않도록 계획한다.
- ② 전용 효율을 고려하여 표준 판넬을 많이 사용하도록 계획한다.
- ③ 벽·바닥과 기둥·보에서는 거푸집 가공도가 상이하다. 벽·바닥에서는 규격치수의 합판을 되도록 많이 전용하도록 하고, 기둥·보에서는 판넬화된 거푸집의 전용을 계획한다.

## 3. 거푸집 설계시의 고려사항

거푸집은 다음과 같은 요구조건들을 만족시킬 수 있도록 설계되어야 한다.

- ① 품질 : 외력에 대하여 소정의 위치, 형상, 치수를 유지할 수 있는 강도와 강성, 표면상태
- ② 시공성 : 조립과 해체의 용이성, 양중이나 운반량의 절감
- ③ 안전성 : 하중에 대한 구조적 안전, 작업자의 안전
- ④ 경제성 : 노동력의 절감, 전용성의 향상

이러한 요구조건들을 만족시키기 위해서는 거푸집 공사 각 단계에 대한 충분한 검토가 필요하다.

### 3.1 시방서의 규정

시방서는 거푸집의 품질 기준을 제시한다. 시방서에서 요구하는 품질은 특히 '표면 마감'과 관련된 것으로서, 거푸집널 재료의 선택, 표면처리, 접합부의 처리 등을 결정하는 기준이 된다.

예를 들어, 시방서에서 고품질의 표면 마감을 규정한 경우는 거푸집널의 선택에서부터 신중을 기하여야 하며, 콘크리트와의 접촉 가능성을 줄이기 위해 플라스틱 코팅 등의 특수한 표면처리를 할 필요도 있다.

또한 시멘트들의 누출은 표면에 공보(Honey-comb)를 발생시키므로 재료의 접합부에 이를 막기 위한 계획을 하여야 한다. 그러나 일반적인 표면 마감을 규정할 경우에는 경제성을 고려하여 적절히 재료 및 시공품질을 낮출 수도 있다.

### 3.2 양중 및 운반

거푸집 운반에 크레인을 사용함으로써 중량의 거푸집을 용이하게 운반할 수 있게 되었다. 그러나 언제나 기계양중이 가능한 것이 아니므로 모든 거푸집을 기계양중으로만 운반할 수 있도록 계획하는 것은 비합리적일 수 있다. 부분에 따라 인력으로 운반해야 할 경우도 예상하여 거푸집 부재의 중량을 작업자 2인이 1조로 운반할 수 있을 정도로 한정하는 것이 좋다. 또한 큰 조립부의 경우는 몇개의 단위 부재로 나누어 필요할 때에 프레임 등을 해체하여 운반하는 방법을 생각할 수도 있다.

### 3.3 콘크리트의 타설과 작용하중

거푸집은 콘크리트 타설시의 예상측압 및 진동에 대해 견딜 수 있도록 설계되어야 한다. 또한 콘크리트를 높은 곳에서 쏟아 붓거나, 한 곳에 집중하여 타설할 때는 예상보다 높은 측압이 발생할 수 있으므로 측압과 하중의 급격한 증가에 대해서도 고려하여야 하며, 다짐이나 트럭 등의 진동에 의해 발생하는 압력의 증가도 견딜 수 있도록 설계되어야 한다. 거푸집 위에서는 콘크리트 타설 외에 전기·기계 기구 설치 등 많은 작업이 행하여 지므로 이때 발생하는 하중 또한 예상하여야 한다.

### 3.4 해체

거푸집을 구성하는 부재들은 구조물이나 거푸집 자체에 손상을 입히지 않고 해체할 수 있도록 설계되어야 한다.

해체를 용이하게 하기 위하여 간단한 조작으로 거푸집이 콘크리트로부터 제거될 수 있는 방법을

생각할 수 있으며, 거푸집을 구속하거나 거푸집을 무겁게 하는 문양 거푸집인 경우는 문양부분을 분리 해체할 수 있도록 계획하는 것이 바람직하다.

보나 슬래브 밑거푸집의 경우는 동바리를 한꺼번에 교체하지 않아도 해체가 가능하도록 계획하여야 한다. 동바리를 한꺼번에 제거하고 거푸집을 해체한 후 다시 세우기 하는 것은 매우 위험할 수 있으므로 부분적으로 해체할 수 있는 방법을 강구한다.

또한 보의 경우에 측면거푸집을 먼저 해체한 후 밑거푸집을 해체하게 되므로 해체 순서도 설계에 반영되는 것이 좋다.

## 4. 거푸집의 설계

거푸집 공사에서 새로운 재료와 거푸집 시스템이 나타나고, 안전성과 효율성·경제성에 대한 요구가 증대되면서 재료의 강도와 예상하중을 근거로 한 합리적인 설계가 가능해졌다.

거푸집을 설계할 때의 주요 검토사항은 부재에 작용하는 휨모멘트와 처짐이며, 일반적인 거푸집 구조 설계의 흐름은 그림 2와 같다.

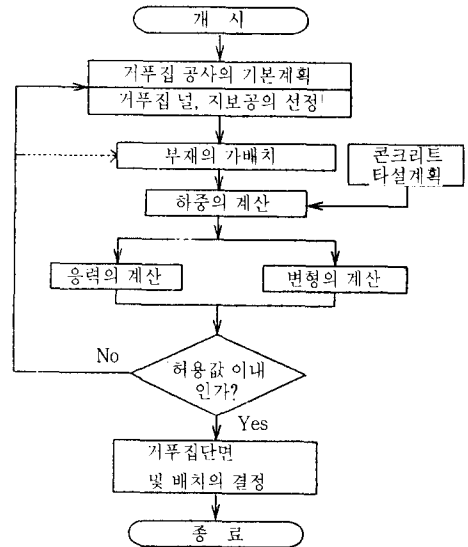


그림 2 거푸집 구조 설계의 흐름

## 4.1 기본 가정(假定)

거푸집 설계시에 지나치게 엄밀한 가정을 하는 것은 실제적이지 않다. 예를 들면, 하중·측압·재료의 성질·현장인부의 숙련도, 그 외 다른 요소에 대하여 너무 많은 가정을 하게 되면 휨모멘트 계산시에 그 정확성을 보장할 수가 없다. 반면, 설계시 현장 상황에 대한 고려를 하지 않으면, 실제의 시공에서는 정확성이 떨어져서 거푸집 설계자의 의도가 무시될 수 있다. 따라서 거푸집 설계의 합리성과 시공상의 편의를 위해 아래와 같이 가정을 단순화시켜서 거푸집의 설계시에 이용한다.

- ① 모든 하중은 등분포한다고 가정한다.
- ② 3스팬 이상의 보는 연속보로 보고, 근사공식을 이용한다.
- ③ 2스팬 연속보로 휨모멘트나 처짐량이 스패의 길이를 좌우하는 경우에는 단순보의 설계값을 이용하는 것이 보다 안전할 것이다.
- ④ 못의 접합강도는 거푸집 부재의 설계시에 무시한다.

## 4.2 설계 기준

### 4.2.1 거푸집에 작용하는 외력

#### 1) 연직 방향 하중

바닥판 슬래브, 보 및 계단 거푸집을 설계할 때 고려하는 하중이다.

고정하중 : 철근포함 콘크리트자중  $2,400\text{kg}/\text{m}^3$

충격하중 : 고정하중의 50% (타설높이, 타설장비 등을 고려, 조정)  $1,200\text{kg}/\text{m}^3$

작업하중 : 작업시 진동, 작업자 등  $150\text{kg}/\text{m}^2$

$$\text{총하중 } W = \text{고정하중} + \text{충격하중} + \text{작업하중}$$

$$= \gamma \cdot t + 0.5\gamma \cdot t + 150\text{kg}/\text{m}^2$$

$\gamma$  : 철근 콘크리트의 단위하중 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$t$  : 슬래브 두께 (m)

#### 2) 수평 방향 하중

동바리의 횡보강 설계시 고려해야 할 수평방향 하중은 풍압, 콘크리트 타설 방향에 따른 편심하중 등으로 그 값을 정확히 예상하기는 어려우나

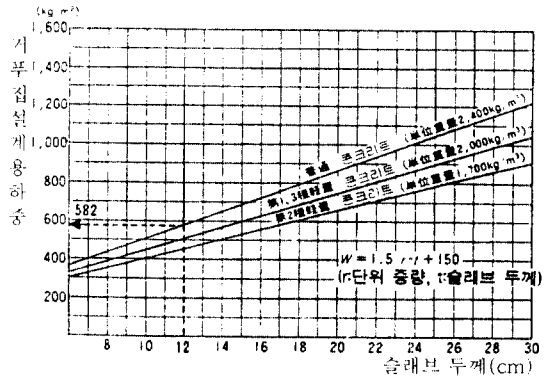


그림 3 슬래브 거푸집 설계용 하중

편의상 고정하중의 2% 이상 혹은 동바리 상단의 단위길이당  $150\text{kg}$  이상 중에서 큰 쪽의 하중이 동바리에 수평방향으로 작용하는 것으로 가정한다.

그 밖에 바람이나 우수의 영향을 크게 받을 때에는 이를 별도로 고려하여 산정한다.

#### 3) 측압

벽, 기둥 및 보의 측면 거푸집을 설계할 때 고려하는 콘크리트 측압은 다음과 같은 요인에 의해 좌우된다.

- ① 콘크리트 타설속도, 타설방법(펌프카 혹은 버킷), 타설순서
- ② 콘크리트 경화속도 (기온, 습도, 콘크리트 온도, 콘크리트 슬럼프)
- ③ 철근량
- ④ 구체부위

이상의 여러 요인을 고려하면 측압 산정은 대단

표 1 거푸집 설계용 콘크리트의 측압( $\text{t}/\text{m}^2$ )

타설속도 (m/h)	10이하의 경우		10을 초과 20이하의 경우		20을 넘 는 경우
	1.5 이하	1.5를 초과 4.0이하	2.0 이하	2.0을 초과 4.0이하	
기둥		$1.5W_0 + 0.6$ $W_0 \times (H - 1.5)$		$2.0W_0 + 0.8$ $W_0 \times (H - 2.0)$	$W_0 H$
벽	길이 3m 이하의 경우	$1.5W_0 + 0.2$ $W_0 \times (H - 1.5)$	$W_0 H$	$2.0W_0 + 0.4$ $W_0 \times (H - 2.0)$	
	길이 3m를 넘는 경우	$1.5 W_0$		$2.0 W_0$	

H : 아직 굳지 않은 콘크리트의 타설높이(m) (측압을 구하는 위치에서 위의 콘크리트 타설높이)

$W_0$  : 아직 굳지 않은 콘크리트의 단위 용적 중량( $\text{t}/\text{m}^3$ )

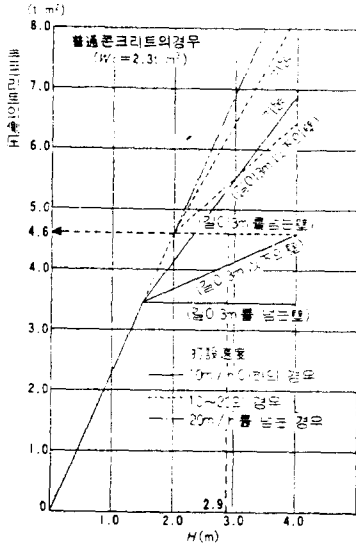


그림 4 굳지 않은 콘크리트의 축압

히 복잡하므로 타설속도, 부위에 따라 다음 표1과 같이 [건설공사 표준시방서]의 약산식을 이용하고, 기타 도표를 사용하여 시공조건에 따라 가감하는 방법을 사용한다.

#### 4.2.2 허용 응력

허용응력도는 안전성을 확보하기 위해 정해진 한계응력으로서, 사용하는 재료의 종류에 따라 상이하다.

거푸집 설계자는 경제적 측면에서 허용응력을 크게 가정하기를 원하나 시공자의 입장에서는 거푸집을 최대한 재사용하는 문제도 고려하게 된다. 따라서 판넬이나 각재를 여러번 반복해서 사용하려면 가설구조물로 생각해서 설계해서는 안되므로 ACI Committee 347에서는 다음과 같은 규정을 두고 있다.

『거푸집의 전용횟수가 한정되어 있는 경우에는 가설구조물이나 영구 구조물에 미치는 일시적인 하중에 대하여 설계규정이나 시방서에 나타나 있는 허용응력을 이용할 수 있다. 그러나 거푸집을 여러번 재사용하거나, 강재·알루미늄과 같은 재료와 결합되어 있는 경우에 영구하중을 받는 구조물로 생각하여 거푸집을 설계하여야 한다.』

휨에 대한 설계는 사용재료의 허용 휨응력에 좌

표 2 최대휨모멘트 산정식 (kg·m)

3스팬 이상 연속보	$M_{max} = \frac{wl^2}{10}$
단순보	$M_{max} = \frac{wl^2}{8}$

w: 등분포 하중 (kg/m)

l: 스패 (m)

표 3 목재의 허용응력도(일본 건축기준법 시행령 89조)

허용 응력 및 범용	앞 축		인장·휨		전 단					
	건축 기준법 시행령	노동 위생	건축 기준법 시행령	노동 위생	건축 기준법 시행령	노동 위생				
수종	상기	단기	규칙	상기	단기	규칙	상기	단기	규칙	
침엽수	적송, 미송	75	150	120	95	190	135	8	8	10.5
활엽수	낙엽송, 노송나무	70	140	120	90	180	135	7	7	10.5
	솔송나무	65	130	120	85	170	135	7	7	10.5
	미솔송나무	65	130	90	85	170	105	7	7	7.5
	삼나무, 전나무, 가문비나무, 분비나무, 미삼나무	60	120	90	75	150	105	6	6	7.5
방엽수	떡갈나무	90	180	135	130	260	195	14	14	21
	참나무, 너도밤나무, 느티나무	70	140	105	100	200	150	10	10	15

우된다. 등분포하중을 받는 단순보와 3스팬 이상 연속보의 최대휨모멘트를 구하는 식은 표 2와 같다.

#### 4.2.3 허용처짐량

일반적으로 허용처짐량은 공사의 종류나 시방서의 규정에 의해 결정되며, 거푸집의 모든 부재들은 허용처짐량을 넘지 않도록 설계되어야 한다. 또한 허용처짐량은 부재의 종류뿐만 아니라 마무리의 정도에 따라라도 달라진다.

합판널의 경우와 같이 부재의 높이가 스패에 비해 작은 것은 처짐량이 설계를 좌우하게 된다. 장선, 명예, 그 외의 다른 부재들도 처짐량에 대한 검토가 필요하지만 이들은 주로 휨이나 전단이 설계를 지배하는 요소가 된다.

단순보와 3스팬 이상의 연속보에서 최대 처짐량

표 4 최대 처짐량 산정식(cm)

3스팬 이상 연속보	$\Delta_{max} = \frac{w}{100} \times \frac{l^4}{145EI}$
단순보	$\Delta_{max} = \frac{5}{384} \times \frac{w}{100} \times \frac{l^4}{EI}$

w : 등분포 하중 (kg/m)  
l : 스팬 (m)

을 구하는 근사식은 표 4와 같다.

#### 4.2.4 전단

하중이 작용하고 있는 보에서 보의 일부분이 인접한 부분에 대하여 수직으로 움직이려는 경향이 있는데, 이와같이 보축에 대하여 직각으로 움직이려는 경향을 연직전단(vertical shear)이라 부른다. 한편 보의 길이 방향을 따라 미끄러지려는 경향을 수평전단(horizontal shear)이라 한다.

거푸집 설계에서 전단을 검토한다는 것은 수평전단을 말하는 것이 보통이다.

보의 수평전단응력은 검토단면에 작용하는 외부전단력 V값으로 계산된다.

직사각형 보의 최대 수평전단응력은 다음 공식에 의해 계산될 수 있다.

$$H = \frac{3V}{2bh}$$

여기서, 등분포하중을 받는 단순보에서는  $V = wl/2$ , 등분포하중을 받는 3스팬 이상의 연속보에서는  $V = 0.6wl$  (근사적으로)이다. 그리고 l은 스팬(m), w는 등분포하중(kg/m), b는 보의 폭(cm), h는 보의 높이(cm)를 나타낸다.

### 4.3 부위별 거푸집의 설계

거푸집 설계에는 단계적인 분석이 필요하다. 합판널이나 다른 거푸집 부재들의 설계순서는 대부분 전체계획에 의해 좌우된다. 전형적인 설계순서는 합판널부터 차례로 다른 거푸집 부재들을 설계하여 마지막으로 폼타이(form tie)나 동바리를 필요한 지점에 설치하는 것이다.

#### 4.3.1 벽 거푸집

벽 거푸집 설계시 수평보강재와 폼타이는 거푸집 상단에서 최대 측압이 작아지는 것을 고려하여 상단에서는 그 간격을 작게 할 수 있다. 그러나 시공성과 탈형 후의 미관을 고려하여 보강재의 간격은 일반적으로 전 높이에 걸쳐 균등하게 배치한다.

벽 거푸집의 설계과정을 순서에 따라 나타내면 다음과 같다.

- ① 설계용 측압 산정 : 미리 정해진 콘크리트 타설 조건에서의 설계용 최대측압을 산정한다.
- ② 합판널의 두께 또는 1차 보강재의 간격 결정 : 자재의 효율성, 경제성 등을 고려하여 두가지 중에서 하나를 먼저 결정하면 다른 하나는 이에 따라서 설계한다.
- ③ 1차 보강재의 단면크기 또는 2차 보강재의 간격 결정 : 1차 보강재의 단면크기가 먼저 결정되면 그 허용스팬에 의해 2차 보강재의 간격이 결정된다. 반대로 폼타이의 간격에 의해 2차 보강재의 스팬이 먼저 결정되면 스팬에 작용하는 하중을 지지할 수 있도록 1차 보강재의 단면 크기가 정해진다.
- ④ 2차 보강재의 단면 크기 또는 폼타이의 간격 결정 : 2차 보강재의 지지점의 간격은 폼타이의 간격이 된다. 다른 부재들과 마찬가지로 2

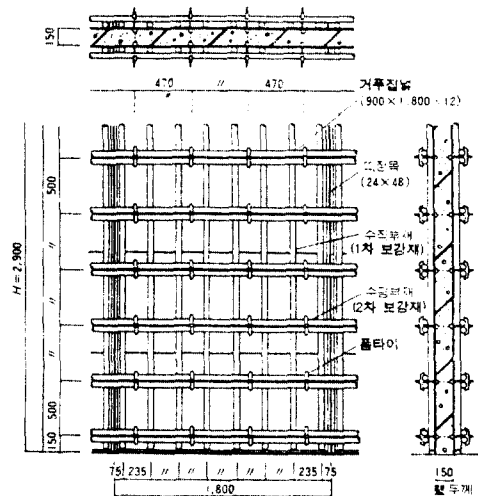


그림 5 벽 거푸집의 예

차 보강재의 단면 크기나 폼타이의 간격 중 하나가 먼저 결정되면 다른 하나는 이에 맞추어 설계가 이루어진다. 실제로 2차 보강재는 1차 보강재에 의해 전달된 집중하중을 받게 되지만 등분포하중으로 가정하여 설계한다.

- ⑤ 폼타이의 선정 : 총하중에 대하여 설계된다. 만약 경제적인 이유로 폼타이의 종류를 먼저 선정하고 이에 의해 폼타이간격이 작아지는 경우에는 그 작아진 간격에 대하여 2차 보강재는 재설계해야 된다.

#### 4.3.2 슬래브 거푸집

슬래브 거푸집의 설계는, 예상하중이 정해지면 여러 부재 중 어느 것부터 시작해도 된다.

일반적인 슬래브 거푸집의 설계과정을 나타내면 다음과 같다.

- ① 설계하중 산정 : 거푸집의 설계에 필요한 고정하중, 충격하중, 작업하중을 포함한 총하중을 결정한다.
- ② 합판의 두께 또는 장선의 간격 결정 : 설계조건, 재료의 효율성 및 경제성을 고려하여 두 가지 중 하나를 먼저 결정하면 다른 하나는 이에 따라서 설계한다.
- ③ 장선의 단면크기 또는 멩에의 간격 결정 : 두 가지 중 하나는 임의로 선택하고 다른 하나는 이에 따라서 설계한다. 장선이 동바리에 의해 직접 지지되는 경우도 있으나 보통 장선의 최대허용스팬은 멩에의 간격이 된다.
- ④ 멩에의 단면크기 또는 동바리의 간격 결정 : 설계조건에 따라 동바리의 간격과 멩에의 단면크기 중 어느 하나를 먼저 결정하면, 다른 하나는 이에 따라 설계한다. 실제로 멩에는 장선을 통하여 집중하중을 받지만 대부분의 경우에, 등분포 하중으로 설계를 하여도 무방하다. 그러나 짧은 스팬의 보가 큰 하중을 받는 경우에는 집중하중에 대한 전단검토를 하는 것이 바람직하다.
- ⑤ 멩에를 지지하는 동바리의 설계 : 동바리의 설계(간격과 단면크기)는 멩에보다 먼저 할 수도 있고, 다른 거푸집 부재들이 결정된 후

에 할 수도 있다. 만약 동바리의 허용용력이 멩에를 지지하기에 부적당할 경우 동바리의 간격을 조정해야 하며, 이때 다른 부재들의 설계변경이 필요한 경우도 있다.

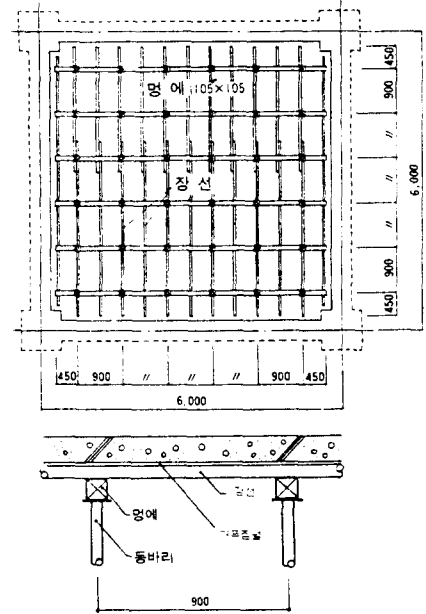


그림 6 슬래브 거푸집의 예

#### 4.3.3 보 거푸집

보 거푸집은 슬래브 거푸집과 같이 연직하중을 지지하는 동시에 벽 거푸집과 같이 콘크리트의 측압을 받는다. 슬래브와 보가 일체가 되는 부분은 슬래브 거푸집 하중의 일부가 보 거푸집을 통하여 보를 지지하고 있는 동바리까지 전달된다.

- ① 보 밑면 : 먼저 보 밑면에 작용하는 하중을 결정한다. 고정하중과 충격, 작업하중은 슬래브의 경우와 똑같이 산정한다. 보 측판이 보 밑판 위에 지지되어 있으면 슬래브로부터 측판을 통하여 밑판으로 전달된 하중도 포함시켜야 한다. 보 밑면에 작용하는 하중이 결정되면 다른 거푸집 부재들과 마찬가지로 설계하고 처짐량, 전단에 대한 검토도 한다. 보 밑부재의 허용스팬은 일반적으로 보 거푸집을 지지하는 동바리의 간격을 결정한다.



- ② 보 측면 : 보의 측면은 콘크리트 측압과 슬래브 거푸집으로부터 연직하중을 받는다. 거푸집 형태를 주의깊게 조사하여 하중이 전달되는 경로를 파악함으로써 합리적인 설계를 하여야 한다.
- ③ 동바리 : 보 거푸집용 동바리는 일반적으로 보 밑에 대한 지지규정을 근거로 하여 간격이 결정된다. 그러나 동바리는 보의 하중뿐만 아니라 보 측면을 통한 슬래브 거푸집의 하중도 부담하여야 하므로 지지해야 될 총하중을 먼저 결정하고 순서에 따라 동바리를 설계하도록 한다.

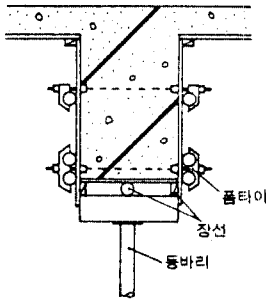


그림 7 보 거푸집의 예

## 5. 결 론

근래에 들어 거푸집 공사가 철근콘크리트 공사의 공기단축과 공사비절감을 위한 핵심공정으로 파악되면서 거푸집 설계의 중요성이 점점 더 강조되고 있다. 그러나 국내에서는 아직 이에 대한 인식이 부족하여 거푸집 설계가 소홀히 되고 있으며 이는 결국 철근콘크리트 공사의 생산성을 저하시키는 결과를 가져오고 있다.

따라서 거푸집 설계는 다음과 같은 방향으로 추진되어야 할 것으로 생각된다.

### ① 시스템화

대형 유니트 거푸집, 부분 PC 부재와의 조합된 시스템 거푸집에 대한 설계기술을 개발하여야 한다.

### ② 전용횡수의 증대

거푸집 부품들은 내구성이 크고 여러번 반복하여 사용되도록 설계되고 만들어져야 한다.

### ③ 구성품의 다용도화

동일한 구성품으로 상이한 거푸집공사에도 사용될 수 있어야 한다.

### ④ 적응성

예상치 못한 시공도면의 변경을 고려하여 적응성을 높이는 방향으로 설계되어야 한다.

### ⑤ 경제성

순수강재 또는 알루미늄 거푸집에 비해 저렴한 목재와 강재의 조합거푸집을 개발한다.

이와 함께 거푸집 공사는 그 중요성에 비하여 기술력이 쉽게 미치지 않는 부분이며 아직도 개발의 여지가 많은 부분임을 인식하고 이에 대한 지속적인 연구와 개발에 노력을 경주하여야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

1. M.K. Hurd, Formwork for Concrete 5th Edition, American Concrete Institute, 1989
2. American Concrete Institute, ACI 347R-88, ACI, 1989
3. J.G. Richardson etd., Practical Formwork and Mould Construction, Applied Science Publishers Ltd., 1976
4. 日本建築學會, 型わくの設計 施工指針案, 1988
5. 上村克郎, 建築型わくの設計 施工ノウハウ, 近代圖書, 1991
6. 건설부, 콘크리트 표준시방서, 건설부, 1994
7. (주)대우 기술연구팀, 거푸집 공사의 이해와 시공, 기문당, 1993