

시스템 거푸집(System Formwork)

1. 머리말



정 성 철*



이 상 수**

최근, 도심지의 주거문화가 초고층 구조물 중심으로 활성화됨에 따라 거푸집공사는 시공의 품질, 원가, 공기, 안전 등을 좌우하는 매우 중요한 역할을 담당하고 있다. 이러한 사회적 환경의 변화에 따라 콘크리트공사에서는 거푸집을 선택하는데 있어서 시스템화 거푸집을 사용하도록 영향을 미치고 있다. 시스템화 거푸집이란 “거푸집 공사를 합리화하기 위하여 공사의 성격에 따라 특정 목적에 맞게 제작, 사용하는 거푸집”을 말한다. 시스템화 거푸집은 최근의 환경변화에 의하여 매우 다종다양하게 개발되고 있고 그 종류는 수십종에 달하고 있다. 본 고에서는 최근

에 관심이 높아만 가고 있는 시스템화 거푸집에 대한 일반적인 사항에 대하여 소개하고자 한다.

2. 시스템화 거푸집의 종류 및 특성

2.1 철재 패널폼

1) 개요

가장 초보적인 단계의 시스템화 거푸집으로서 상품명을 따서 일명 ‘유로폼’이라고도 한다. 패널폼은 원래 모듈식 거푸집(modular form)이라고 하여 건물의 평면형상이 규격화되어 표준타입의 거푸집을 변형시키지 않고 조립함으로써 현장제작에 소요되는 인력을 줄여 생산성을 향상시키고 자재의 전용횟수는 증대시키는 것을 목적으로 개발되었다.

이 시스템은 아파트를 비롯한 철근콘크리트 구조물 공사 전반에 폭넓게 사용되고 있으나 활용도가 높은 반면에 재래식 공법의 범주를 크게 벗어나지 못한다.

패널폼은 크게 나누어 벽체용, 기둥용, 바닥용으로 구분할 수 있는데 종래에는 벽체용, 기둥용, 바닥용 등을 모두 사용하였으나 기본패널의 모듈이 600×1,200(mm)으로 작게 제작되어 있어 바닥에는 거의 사용하지 않고 벽체와 기둥에 많이 사용하고 있다.

거푸집 패널의 두께는 70mm와 63.5mm 두가지가 있으나 70mm 패널은 근래에 거의 사용하지 않는다.

거푸집의 구성개념은 철재장선과 라미네이트 코팅합판으로 제작된 거푸집 패널을 벽에서는 비계용 파이프로, 바닥에서는 드롭헤드(drop head)와 빔(beam)을 보강재로 사용하여 지지한다. 이는 드롭헤드를 이용한 바닥거푸집 시스템은 거푸집 조기탈형 방식으로서 슬래브 콘크리트를 친 후 양생한 다음 지주(supporting prop)는 그대로 두고 드롭헤드의 쉐기를 빼면 슬래브 거푸집을 받치고 있는 패널폼만 아래로 떨어지면서 슬래브 거푸집이 해체되는 방식으로 메트리폼시스템(metriform system)이라고도 한다. 이 방식은 거푸집 해체후에도 지주가 슬래브를 받치고 있기 때문에 지주의 바꾸어 세우기(reshoring)작업이 필요없고 거푸집도 절약할 수 있다.

그림 1은 패널폼을 아파트에 적용하였을 때의 개요도로써 벽체와 바닥에 모두 사용할 때의 거푸집 구성개요를 나타낸다.

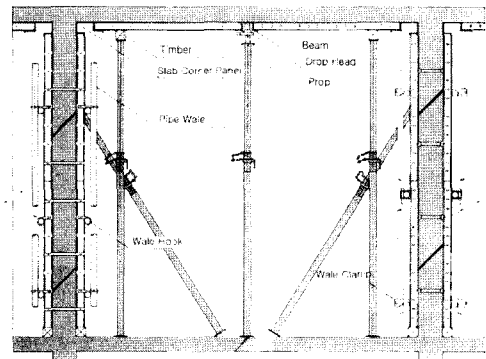


그림 1. 패널폼의 구성개요도

통상, 패널폼은 독자적으로 사용되는 경우는 별로 없고 대부분 합판 거푸집과 함께 사용되며, 아파트의 경우라면 벽체에서는 외기에 면한 벽체, 계단실 벽체 또

* (주)대우건설, 건축기술팀, 부장

** (주)대우건설 기술연구소, 선임연구원 · 공박

는 복도 난간벽 등이 해당되고 바닥은 대부분 합판 거푸집이 사용된다.

합판 거푸집과 패널폼을 혼용할 때에는 별도의 부속 자재가 필요하며, 벽체 부분에서는 플랫폼이 대신 볼트타이가 사용되고 바닥부분에서는 각목 고정용 목재받침(timber bracket)이 필요하게 된다.

2) 특성

패널폼은 최초 구매 후 약 60회 정도 사용 가능하나 15회 정도 사용한 후에는 합판교체, 프레임교정 및 도장을 하여야 한다. 패널폼을 신품 구매하여 10회 이상만 합판 교체 없이 사용하면 일반 합판거푸집 3회용보다 거푸집 손료가 낮아지는데 국내의 경우, 아파트의 층수는 대부분 15층 내외이고 공사도중 합판교체를 거의 하지 않는 것으로 보면 아파트공사에는 매우 경제적인 거푸집공법이라 할 수 있다.

(1) 장점

- ① 일반 합판 거푸집에 비하여 시공상의 정밀도가 높다.
- ② 타 거푸집 시스템과의 조합이 쉽다.
- ③ 장비가 불필요하다.
- ④ 초기 투자비가 적고 거푸집 손료가 싸므로 경제적이다.
- ⑤ 아파트, 사무실 등 거의 모든 구조물에 적용 가능하다.

(2) 단점

- ① 부재의 크기가 작고 해체, 조립을 반복하므로 인력소모가 많다.
- ② 부재조립, 해체, 운반을 인력에 의존하므로 시공속도가 늦고 인력수급상황에 민감하다.
- ③ 곡면시공이 어렵다.
- ④ 거푸집 이음부위가 많아 시멘트 페이스트의 누출이 많고, 이음부위 면처리 비용이 많이 든다.
- ⑤ 높은 층압에는 약하다.
- ⑥ 시공품질이 작업자의 기능도와 작업 성실도에 크게 좌우된다.

패널폼은 거의 모든 구조물에 적용 가능한 거푸집 시스템으로서 그 적용 범위는 매우 넓다. 그러나, 패널폼은 인력소모가 많고 안전성이 떨어져 최근에는 그 사용이 줄고 보다 나은 시스템화 거푸집을 사용하는 경향이 있다.

가장 많이 적용되는 구조물로서는 역시 아파트를 들 수 있는데 아파트의 구조가 비교적 모듈화 되어 있고 반복되는 모듈의 수가 많아 경제적인 전용이 가능하기

때문이다.

3) 시공과정 (벽체에 한함)

(1) 설치

- ① 패널은 사용하기 전에 불순물을 제거하고 표면에 박리제를 발라야 한다.
- ② 패널간에는 웨지핀(wedge pin)을 300mm 이하의 간격으로 설치한다.
- ③ 플랫폼타이는 가로, 세로 600mm 이하의 간격으로 하여 웨지핀으로 단단히 고정시킨다.
- ④ 보강용 파이프는 패널이 한 장 높이일 때는 2단, 두장 높이일 때는 3단 이상으로 하고 수직재는 1,800mm의 간격 이하로 설치한다.
- ⑤ 파이프 후크(pipe hook)는 수직용, 수평용 모두 채워야 하고 그 간격은 600mm이하로 한다.
- ⑥ 벽체 지지용 빗지주는 1,800mm이하의 간격으로 설치하고 고임위치는 패널 높이의 2/3되는 지점으로 한다.

(2) 해체

- ① 벽체 거푸집의 탈형은 콘크리트가 소요강도 이상임을 확인한 후 실시한다.
- ② 직각으로 만나는 벽체가 있는 부분의 거푸집은 중앙부에서 모서리쪽으로 해체한다.
- ③ 패널 해체시에는 구조물에 진동, 충격 등이 발생하지 않도록 한다.
- ④ 패널을 무리하게 제거하거나 던지면 손상이 발생하므로 주의를 요한다.
- ⑤ 해체 후 부품의 수거 및 관리를 철저히 한다.

2.2 갱폼(gang form)

1) 개요

사용할 때마다 작은 부재의 조립, 분해를 반복하지 않고 대형화, 단순화하여 한번에 설치하고 해체하는 거푸집 시스템을 말한다.

원래 갱폼이라고 하는 것은 넓은 의미에서는 대형화한 모든 거푸집을 의미하지만 시스템화 거푸집을 분류할 때는 벽체용 거푸집만을 뜻한다.

갱폼은 크게 나누면 세 부분으로 나눌 수 있는데 거푸집판과 보강재가 일체로 된 기본패널, 작업자의 작업을 위한 작업 발판대 및 수직도 조정과 횡력을 지지하는 빗버팀대(brace)로 구성되어 있다.

2) 특성

현장제작, 공장제작 모두 가능하나 근거리 운반시에는 공장제작, 원거리 운반시에는 현장제작을 한다.

경제적인 전용횟수는 30~40회 정도이므로 15층 이상의 아파트에서 층당 0.5벌로 전용하면 경제적으로 사용할 수 있다.

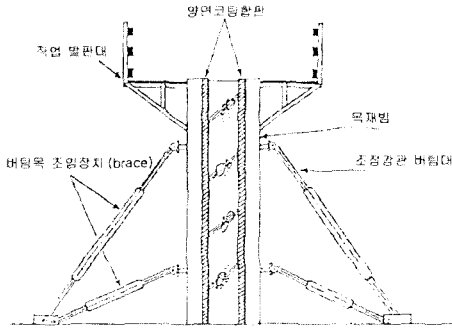


그림 2. 갱폼의 구성개요도

(1) 장점

- ① 조립, 분해가 생략되고 설치와 탈형만 하므로 인력절감.
- ② 콘크리트 이음부위(joint) 감소로 마감 단순화 및 비용절감.
- ③ 기능공의 기능도에 크게 좌우되지 않는다.
- ④ 1개 현장 사용후 합판교체하여 재사용 가능

(2) 단점

- ① 장비필요
- ② 초기 투자비 과다
- ③ 거푸집 조립시간 필요
- ④ 기능공의 교육 및 숙달기간 필요

3) 적용

고층아파트, 콘도미니엄, 병원, 사무소 등 대부분의 건축구조물에 적용가능하나 그 중에서도 벽식구조의 건물에 적용효과가 매우 크며, 수직적 또는 수평적으로 동일 모듈이 15개정도 이상이면 적용 가능하다.

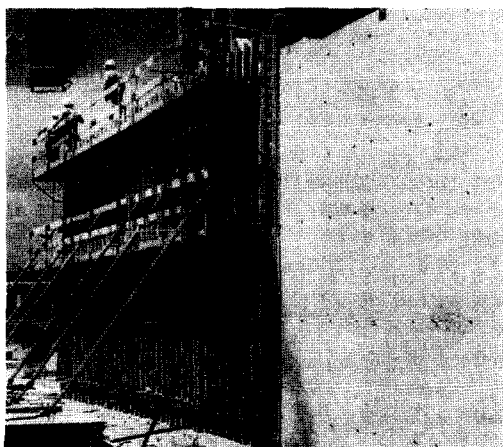


사진 1. 갱폼의 벽 구조물 적용

2.3 플라이 폼(flying form)

1) 개요

바닥에 콘크리트를 타설하기 위한 거푸집으로서 거푸집판, 장선, 멩에, 서포트 등을 일체로 제작하여 부재화한 거푸집으로 테이블처럼 생겼다 하여 일명 '테이블 폼(table form)' 이라고도 한다.

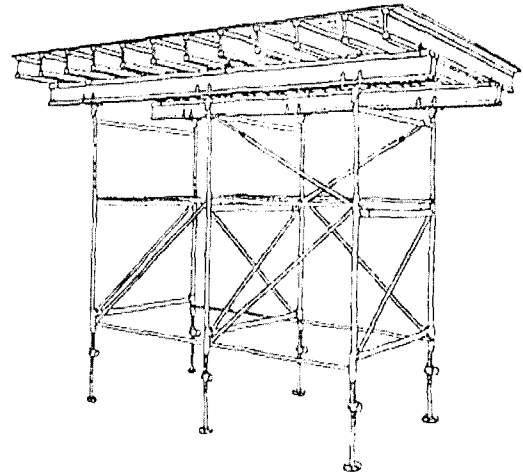


그림 3. 플라이 폼의 개요도

플라이 폼은 현재 사용하고 있는 일반 합판거푸집과 강관지주 등으로도 충분히 조립 사용이 가능하다. 플라이 폼은 크게 거푸집판과 보강재가 일체로된 거푸집판, 지주(shoring) 및 해체와 이동을 위한 보조장비로 나눌 수 있다.

2) 특성

이 시스템도 갱폼과 마찬가지로 현장제작을 원칙으로 하되 운반거리가 근거리인 경우에는 공장에서 제작해서 현장으로 운반하기도 한다.

경제적인 전용횟수는 30~40회 이상이며, 보통 갱폼과 조합되어 사용되므로 갱폼과 같은 전용횟수를 기대할 수 있다.

(1) 장점

- ① 조립분해가 생략되어 설치시간이 단축된다.
- ② 거푸집의 처짐량이 적다.
- ③ 기능공의 기능도에 크게 좌우되지 않는다.
- ④ 주요부재의 재사용이 가능하다.(합판제외)
- ⑤ 인력이 절감된다.

(2) 단점

- ① 장비가 필요하다.
- ② 초기 투자비가 크다.

3) 적용

수직적인 반복모듈을 가진 구조물뿐만 아니라 수평적인 반복모듈을 가진 구조물에도 적용효과가 높기 때문에 아파트, 호텔, 병원 등의 건축물뿐만 아니라 초고층 철근콘크리트 건물 또는 지하주차장과 같은 지하구조물에도 적용된다. 지하층의 면적이 아주 넓은 경우에는 소량의 거푸집만으로도 반복적이고 순환적인 작업이 가능하기 때문에 적용효과가 크다. (사진 2)

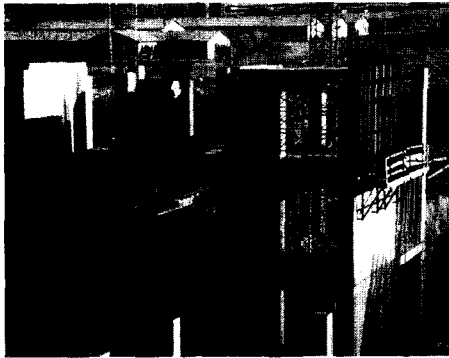


사진 2. 플라잉 폼의 구조물 적용

2.4 클라이밍 폼(climbing form)

1) 개요

벽체용 거푸집으로서 거푸집과 벽체 마감공사를 위한 비계틀을 일체로 조립하여 한꺼번에 인양시켜 거푸집을 설치하는 공법으로 거푸집 설치를 위한 비계틀과 타설된 콘크리트의 마감작업용 비계를 일체로 제작한 거푸집이다.(그림 4)

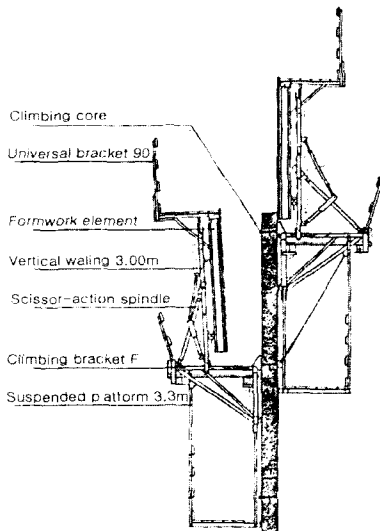


그림 4. 클라이밍 폼의 개요도

클라이밍 폼 시스템에는 외벽용 외에도 엘리베이터 샤프트, 배관샤프트 등 슬래브 없이 벽체로만 연속되는 부분에 사용하는 샤프트 플랫폼(shaft platform) 시스템

이 포함되고 있으며, 형태는 상이하지만 거푸집과 작업대를 한 단위체로 조립하는 형식이다. 이것은 안전성이 매우 높아 안전작업대로 사용되기도 하고, 특히 엘리베이터 샤프트에서의 안전작업에 매우 효과적이다.

근래에 건축물이 고층화, 대형화되고 있고 초고층 건축물을 콘크리트를 이용한 튜브식 구조(tubular system : 외벽을 막의 형태로 강성을 가지게 하여 작은 단면으로도 초고층화가 가능한 구조시스템)로 시공하는 경향이 늘어나면서 클라이밍 폼 시스템은 그 필요성이 증대되고 있다.

2) 특성

클라이밍 시스템을 분해상태로 현장에 운반하여 고정 진척에 따라 조립한다.

거푸집을 제외한 클라이밍 시스템의 전용횟수는 80~100회 정도가 경제적이거나 1개 현장 사용 후 분해하여 콘크리트 제거, 기름칠, 방청도장 등을 실시하여야 오래 사용할 수 있다. 1개 현장의 경제적 전용횟수는 거푸집(gang form)의 전용횟수를 감안하여 결정하면 된다.

(1) 장점

- ① 거푸집작업 및 마감작업을 위한 비계틀이 일체로 제작되어 있어 비계설치가 필요없다.
- ② 고소작업시 안전성이 높다.
- ③ 거푸집 해체시 콘크리트에 미치는 충격이 적다.
- ④ 장비를 이용하여 설치, 해체하므로 인력이 절감되고 시공속도가 빠르다.
- ⑤ 콘크리트면의 품질이 양호하다.

(2) 단점

초기 투자비가 크다.



사진 3. 클라이밍 폼의 구조물 적용

3) 적용

클라이밍 폼은 수직적으로 반복되거나 높이가 높은 건축물 또는 구조물에 적용된다.

2.5 슬립 폼(slip form)

1) 개요

수직적 또는 수평적으로 연속된 구조물을 거푸집 설치, 해체와 같은 일반적인 시공방법으로 콘크리트를 타설하여 시공하게 되면 구조물의 형상이 일정하지 않고 배부름, 치수미달 등의 시공결함이 발생하며, 더구나 그 구조물이 시공이음이 없는 밀실한 구조물이어야 한다면 이러한 시공방법은 구조물에 치명적인 결함이 된다.

슬립폼 공법은 슬라이딩폼(sliding form)공법이라고 불려지기도 하는데 수평적 또는 수직적으로 반복된 구조물을 시공 이음이 없는 균일한 형상으로 시공하기 위하여 거푸집을 연속적으로 이동시키면서 콘크리트를 타설하여 구조물을 시공하는 거푸집 공법이다.

이 공법은 사일로(silo), 곡물창고, 전단벽(diaphragm wall)건물, 유틸리티 코어(utility core), 굴뚝, 교각 등과 같이 수직적으로 연속된 구조물과 원자력 발전소의 원자로격납용기(containment vessel)와 같이 시공이음이 없이 시공되어야 하는 구조물에 사용되며, 하천 라이닝(lining), 수로, 지중샤프트(shaft), 고속도로 포장 등 수평적으로 연속된 구조물에도 사용된다.

슬립폼을 이동방향에 따라 두가지 형태로 분류할 때 전자의 경우를 수직 슬립폼이라 하고 후자의 경우를 수평 슬립폼이라 한다.

- ② 형상 및 치수가 정확하여 시공오차가 적다.
- ③ 작업대와 비계틀이 동시에 상승하므로 안전성이 높다.

(2) 공사기간 단축

- ① 1일 3~10m 정도 시공이 가능하므로 시공속도가 매우 빠르다.
- ② 마감작업이 아래에서 동시에 진행되므로 공정이 단순화 된다.

(3) 원가절감

- ① 자재의 소모량이 적다.
- ② 시공기간이 단축되어 간접비를 절감할 수 있다.

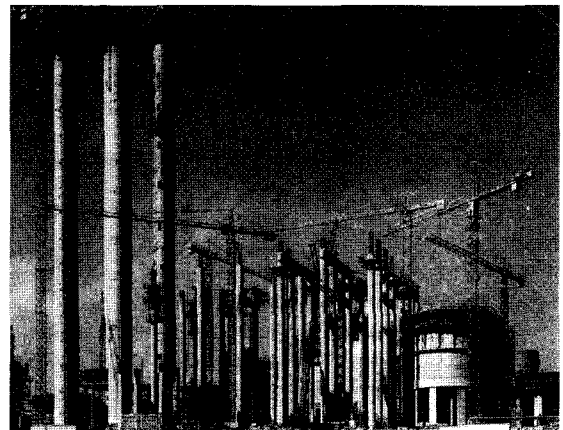


사진 4. 슬립 폼의 구조물 적용

2.6 터널 폼(tunnel form)

1) 개요

벽식 철근콘크리트 구조를 시공할 때 벽과 바닥의 콘크리트 타설을 한번에 가능하게 하기 위하여 벽체용 거푸집과 슬래브 거푸집을 일체로 제작하여 한번에 설치하고 해체할 수 있도록 한 거푸집이다.

거푸집 제작을 위한 주요부재의 재질은 보통 철을 사용하고, 거푸집 시공방식은 소량의 거푸집으로 준치 시간을 최소로 단축하여(강제양생의 경우는 12시간도 가능) 거푸집을 이동시킨다.

이러한 방식은 PC제작과 견주어 생각할 수 있고 PC 공법이 PC몰드는 정지되어 있고 PC생산품(Module)이 움직여 시공장소에서 조립되는데 반해 터널폼 공법은 PC생산품을 PC제작장에서 생산하는 것이 아니고 시공 장소에서 생산하며 탈형후에도 PC몰드(터널폼)가 움직여 다음의 PC생산장으로 움직인다고 생각할 수도 있는 것이다.

벽식구조물에 사용되는 터널폼 외에 토목공사에서는 원형터널 또는 배수암거 등에 적용하기도 하는데 골조

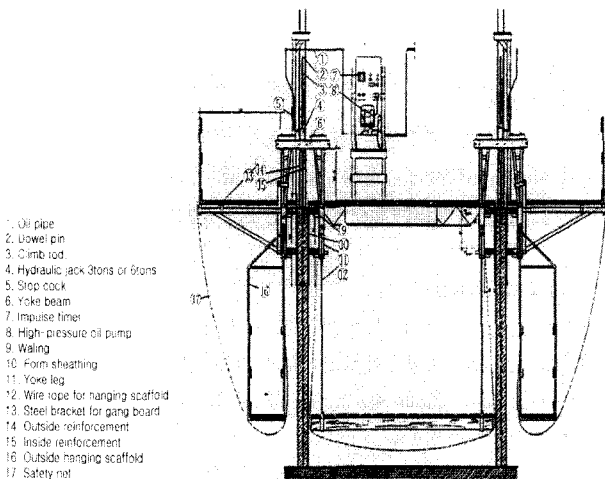


그림 5. 슬립 폼의 구성 개요도

2) 특성

(1) 구조물의 성능 향상

- ① 시공이음이 없으므로 수밀성, 차폐성이 높은 구조물의 시공이 가능하다.

는 철재를 이용하고 거푸집판은 합판을 사용하여 제작하며 박스칼버트 터널폼(box culvert tunnel form)이라고도 한다.

2) 종류

벽식 구조물용 터널폼은 거의 대부분이 철재를 이용하여 제작하므로 재료에 의한 종류의 구분은 없고 형상에 의한 구분을 할 수 있다.

터널폼은 1개 실내의 거푸집이 일체로 제작되는지 또는 2개 이상의 조각으로 제작되는지에 따라 트윈셸(twin shell)과 모노셸(mono shell)로 구분할 수 있는데 그 형태와 특징은 다음과 같다.

(1) 트윈셸

- ① 경간조정이 가능
- ② 설치, 해체가 용이
- ③ 운반이 간편

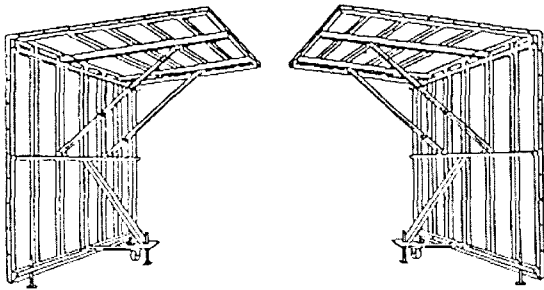


그림 6. 트윈셸 형

(2) 모노셸

- ① 모듈화 시공이 용이
- ② 설치가 용이
- ③ 수평, 수직 조정작업이 어려움

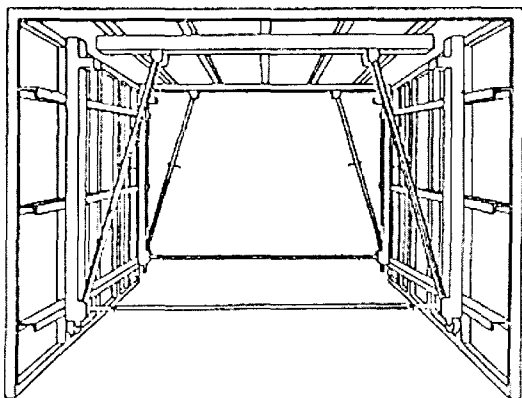


그림 7. 모노셸 형

3) 특성

터널폼은 패널 단위로 공장에서 제작하며, 운반상의 편의를 위하여 운반거리가 단거리일 때에는 반조립 상태로, 장거리일때는 완전해체 상태로 운반하고 사용현장에서 조립한다.

경제적인 전용횟수는 100회 정도이나 1개 현장에서 사용 후에는 콘크리트 제거 및 기름칠을 실시하고 필요하다면 녹막이 도장을 해야 한다. 녹막이를 위하여 폐윤활유를 사용하기도 하며, 폐유는 콘크리트 표면강도를 저하시키므로 가급적 피하는 것이 좋다.

터널폼의 중량은 벽체의 축압, 바닥콘크리트의 두께 등에 따라 달라지겠지만 일반적인 벽식 철근콘크리트 조의 경우에는 1m² 당 50~80kg 정도이다.

4) 적용

(1) 벽체 철근 배근

아래층의 콘크리트 타설 후 12시간 정도 경과하면 윗층의 벽체철근을 배근하는데 배근시간을 단축하기 위하여 선조립 철근 또는 용접철망(wiremesh)을 사용하는 것이 유리하다. 벽체철근 배근시에는 전기전선관(conduit) 및 기계 슬리브(sleeve)도 완료된다.

(2) 해체 및 설치

앞서 콘크리트 타설한 부분에서 터널폼을 해체하여 벽체 철근을 배근 완료한 부위에 설치한다. 터널폼의 설치, 해체에 사용하는 장비는 통상 타워크레인을 사용하며 보조기구로서 C-후크 또는 밸런싱암(balancing arm)을 사용한다.

터널폼이 이동되면 철판면의 불순물을 제거하고 박리제를 칠한 후 제 위치에 정확하게 설치하여야 한다. 설치후에는 브레이싱(bracing)과 잭(jack)을 이용하여 수직, 수평을 조정한다. 전선관의 고정, 박스개구부(box opening)등이 완료되면 벽마구리 거푸집(end wall form)을 조립, 설치하고 폼타이를 설치한다. 거푸집의 설치가 완료되면 콘크리트로 제작한 키퍼(kicker)를 벽체에 설치한다.

(3) 바닥철근의 배근

벽마구리거푸집 조립이 어느 정도 진행될 때 슬래브 거푸집에 박리제를 칠한 후 바닥철근 조립에 들어간다. 바닥철근 역시 선조립 철근 또는 용접철망을 사용하고 스페이스(spacer)는 콘크리트나 플라스틱, 철제 스페이스를 제작 사용한다.

이때 전기 전선관, 파이프 슬리브 및 슬래브 개구부를 설치하고 그것에 따른 보강근을 추가 배근한다.

(4) 키퍼 폼 설치

터널폼은 해체시의 편의를 위하여 건물의 내부 층고 높이보다 10~15cm정도를 낮게 제작하는데 이렇게 되면 거푸집을 정위치에 설치하였을 때 하부에 이만큼의 공간이 생기게 된다. 이를 방지하기 위하여 콘크리트 타설시 슬래브면보다 벽체부분을 약간 높여서 시공하여야 하는데 이러한 목적으로 키퍼용 PC와 키퍼 폼을 설치한다. 키퍼의 역할은 이외에도 터널폼을 설치할 위치를 정확히 잡아주며 고정시키는 수단으로 쓰인다. 키퍼의 폭은 벽두께와 똑같고 높이는 15cm정도가 알맞다.

(5) 콘크리트 타설

철근배근이 완료되면 벽체와 바닥의 이물질 제거 및 청소를 행한다. 콘크리트 타설은 펌프타설 또는 버킷타설 모두 가능하며, 건물의 한층 전체에 터널폼을 설치하고 콘크리트를 타설하여 자연양생하는 경우에는 콘크리트 타설물량이 많으므로 펌프타설을 하고, 건물의 일부분에만 터널폼을 설치하여 콘크리트를 타설한 후 가스양생을 하는 경우에는 콘크리트 타설물량이 적으므로 버킷타설을 하는 것이 유리하다.

(6) 콘크리트의 양생

콘크리트의 양생에는 양생포를 덮고 계속 물을 뿌리며 보양하는 자연양생과 강제양생(gas heating)이 있다.

강제양생은 가스를 연소시켜 가열하는 양생으로 자동 온도조절기를 사용하여 실내온도, 콘크리트온도, 철근온도, 거푸집 자체의 온도 등을 기록하며 약 65℃로 보양한다. 약 3~4시간 정도 양생을 하면 28일 강도의 80%에 도달할 수 있기 때문에 조기탈형이 가능하다.

겨울철에는 조강제를 사용하며 가스버너로 12~13시간 양생시키고 하루를 자연양생한다.

여름철에는 지연제를 사용하여 콘크리트의 급격한 수축을 방지하고 가스버너로 5시간 양생시킨 후 5시간 이상 자연양생 한다.

양생시 주의사항으로는

- ① 양생을 하는 동안 외부로의 열방출을 막기 위해 캔버스를 설치
- ② 슬래브의 중앙부에 균열이 가는 경우가 있으므로 양생온도 및 양생시간에 주의가 요함
- ③ 콘크리트 타설시 외기온도가 높으면 응결전에 수축이 발생하므로 양생제(curing compound) 또는 물을 뿌려준다.
- ④ 작업의 안전을 위해 안전 작업대가 건물 외곽에 거푸집과 일체식으로 설치되어 거푸집 이동시 동시에 움직이게 하여야 한다.

(7) 터널폼의 해체

양생이 끝난 후에 콘크리트 강도시험을 한다. 강도시험으로는 콘크리트 내에 합금 검사침을 주입하는 원저 탐침검사기(windsor probe test gun)를 사용하거나 슈미트헤머를 사용하여 콘크리트 압축강도를 측정한다.

측정치가 최소한 설계강도의 50% 이상이 나올 경우 탈형을 시작하며 그 순서는 다음과 같다.

- ① 높이조절 볼트를 푼다.
- ② 벽에 긴결되어 있는 십자볼트를 풀어준다.
- ③ 지주(props)와 가새(bracing)를 풀어주면 터널폼 자체가 슬래브 콘크리트에서 떨어져 내려와 5~6cm의 공간이 생긴다.
- ④ 거푸집 밑에 설치된 4개의 회전축을 이용하여 바퀴가 슬래브 바닥에 닿도록 내려놓는다.
- ⑤ 인력으로 외부로 밀어내며 거푸집이 1/3 가량 외부로 나온 후 타워크레인을 이용하여 다음 위치로 이동시킨다.

터널폼이 콘크리트 슬래브와 벽을 빠져 나올 때 콘크리트에 손상을 주지 않게 하기 위해서는 많은 주의가 필요하다. 타워크레인이 터널폼을 옮기어 다음 설치장소에 위치하게 되면 설치를 하기전에 터널폼의 세척 및 박리제 도포를 하고 그 후에 조립을 시작한다.

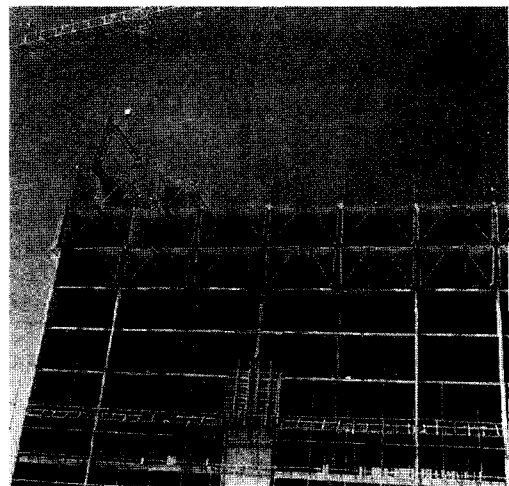


사진 5. 터널 폼의 구조물 적용

2.7 트래블링 폼(traveling form)

1) 개요

트래블러라고 불리는 비계틀 또는 가동골조(movable frame)에 지지된 이동거푸집 공법으로서 한 구간의 콘크리트를 타설한 후 거푸집을 낮추고 다음에 콘크리트를 타설하는 구간까지 구조물을 따라 거푸집을 이동시키면서 콘크리트를 계속적으로 타설하며, 수평적으로 연속된 구조물에 적용한다.

2) 분류

트래블링폼을 시공분야 및 이동방식에 따라 분류하면 다음과 같다.

(1) 시공분야별 분류

- ① 토목분야 : 트래블링폼은 토목분야에서 그 장점을 발휘하고 있는데 터널전반, 배수암거, 호안, 방파제, 사방제, 세그먼트 돔, 옹벽, 교량, 지하철 등에 적용한다.
- ② 건축분야 : 건축분야에서는 비교적 채용빈도가 낮은 편이지만 셀, 아치, 돔과 같은 지붕구조에 적용하며 바닥판 구조로는 절판구조 등에 적용한다.

(2) 이동 및 설치방식

- ① 이동방식 : 레일방식, 캐스터방식, 무궤도방식, 활동방식
- ② 이동능력 : 수동식, 윈치방식, 호이스트방식
- ③ 거푸집의 설치, 해체 : 기계잭방식, 유압잭방식, 쉐기방식

3) 특성

(1) 제작방법

트래블링폼은 기성품화된 것은 없고 구조물의 형상에 따라 가동골조 및 이동방식을 설계하여 제작하는데 공장에서 제작하여 현장에서 조립한다.

(2) 목적 및 장단점

- ① 최대한의 거푸집 전용가능
- ② 공기단축 가능
- ③ 시공정밀도의 향상
- ④ 관리의 용이성 및 안전성 제고
- ⑤ 공사비의 절감

4) 적용

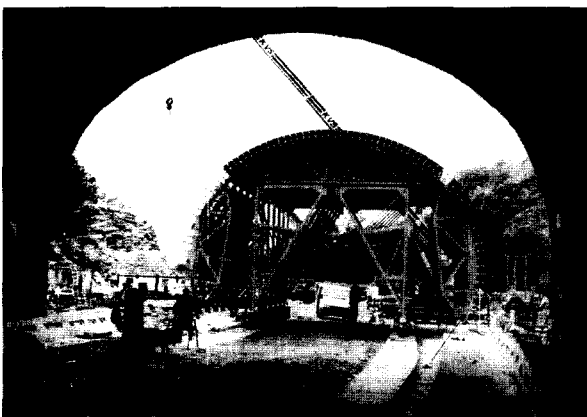


사진 6. 터널에 적용한 트래블링 폼

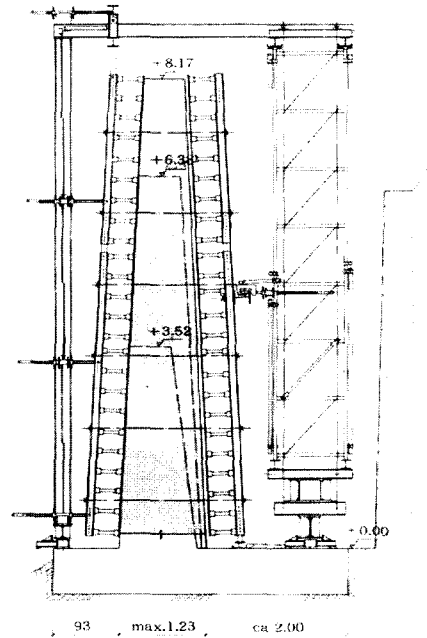


그림 8. 옹벽에 적용한 트래블링 폼

2.8 무(無)폼타이 거푸집(tie-less formwork)

1) 개요

벽체콘크리트 구조물을 시공할 때는 거푸집에 폼타이를 설치하여 콘크리트의 측압을 부담하게 되는데 벽체 거푸집을 설치할 때 거푸집을 양면에 설치하기 곤란한 경우가 발생하게 된다. 예를 들면, 도심지 공사에서 흙막이 벽의 어미말뚝 등에 폼타이용 철물을 용접하여 사용한다.

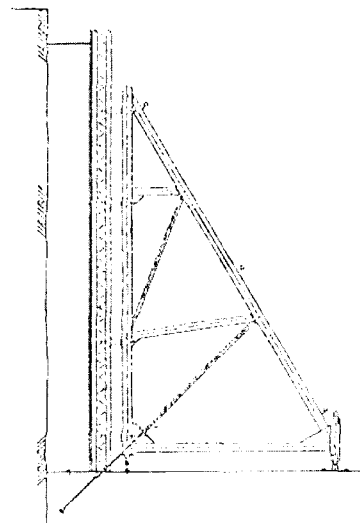


그림 9. 브레이스 프레임 공법 개요도

이렇게 시공할 경우 폼타이 설치작업이 번거로울 뿐만 아니라 콘크리트 타설 후에는 폼타이용 철물이 부식되어 누수의 원인이 되기도 하므로, 이러한 문제점을

해결하기 위해 적용하는 거푸집 공법이 무 폼타이 거푸집으로서 폼타이가 없이 콘크리트의 측압을 지지하기 위한 브레이스 프레임(brace frame)을 사용하는 공법이다. 이 공법은 브레이스 프레임을 사용하므로 ‘브레이스 프레임 공법’ 이라고도 한다.

2) 적용

이 거푸집 공법은 대형화한 갱폼에 측압을 부담하기 쉬운 브레이스 프레임을 부착하고, 이 프레임을 기타 널한 콘크리트 슬래브에 매입한 앵커에 고정하여 측압을 부담하게 하는 거푸집 공법이다.

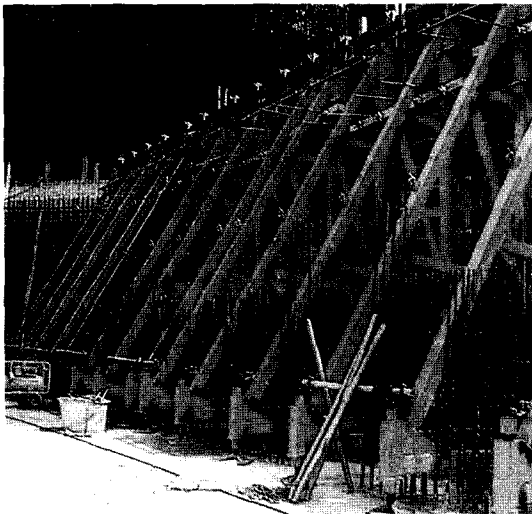


사진 7. 지하층벽체에 적용한 무 폼타이 거푸집

2.9 무(無)보강재 거푸집

1) 개요

거푸집의 기본구성은 거푸집판, 장선재, 보강재, 지지대 및 기타 부속재(form-tie 등)로 이루어져 있는데 이 중에서 장선재와 보강재의 기능을 통합하여 보강재를 사용하지 않고 장선재만으로도 거푸집 조립이 가능하도록 한 것이 무보강재 거푸집이다.

이 시스템은 장선재의 단면과 강성을 크게 하여 보강재를 대신하도록 함으로써 거푸집의 조립과 해체를 단순화할 수 있도록 제작된 거푸집 시스템으로서 갱폼 제작에 특히 유리하다.

2) 구성

무보강재 거푸집은 거푸집판과 보강재의 역할을 하는 장선재가 일체로 된 거푸집패널, 거푸집패널의 연결을 위한 커플러(coupler), 폼타이 등의 부속재료로 구성되어 있는데 폼타이 등과 같은 부속재료는 일반 갱폼과 유사하므로 여기서는 기본패널 및 커플러에 대하여 소개한다.

(1) 기본패널

기본패널은 철제 사각파이프(120mm×60mm)로 제작된 프레임에 합판을 부착하여 제작한다.

기본패널의 표준규격과 형상은 다음과 같다.

- ① 폭(mm) : 300, 600, 720, 900, 1200, 2400
- ② 높이 (mm) :900, 1200, 2700, 3300

(2) 커플러(coupler)

커플러는 거푸집 패널과 패널의 장선재를 긴결시켜 보강재가 없이도 거푸집이 강성을 유지하도록 하는 중요한 부재이다. 이것은 패널의 직선적인 연결뿐만 아니라 직각으로 만나는 패널의 연결에도 사용가능하다.

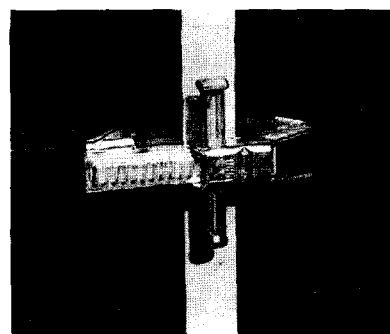
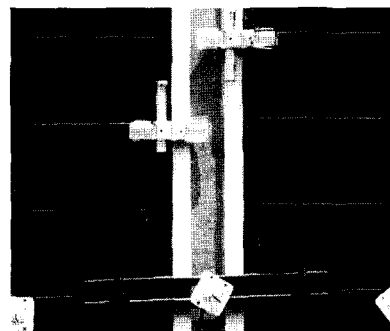


사진 8. 직각 및 평면의 연결

3) 적용

무 보강재 거푸집은 다른 거푸집 시스템에 비하여 상당히 고가(일반 갱폼의 약 2배)이므로 전용횟수가 50회 이상 되어야 경제적으로 사용될 수 있다. 따라서, 대형화하여 갱폼으로 사용하다가 조립, 분해가 용이하

므로 수시로 다른형상의 구조물에도 적용함으로써 사용횟수를 늘리는 것이 바람직하다.

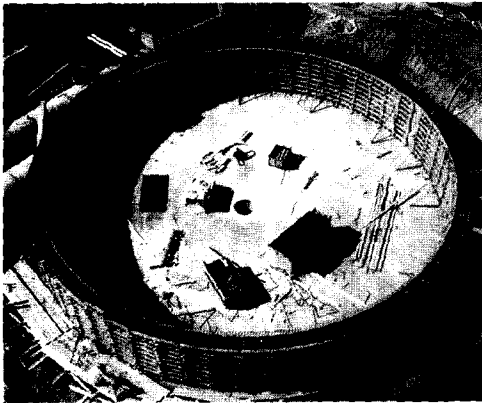


사진 9. 지하 저수조에 활용한 무보강재 거푸집

2.10 무(無)지보공 거푸집

1) 개요

바닥콘크리트 타설을 위한 거푸집을 시공할 때 콘크리트의 자중과 작업하중은 서포트가 부담하여 지지하는데, 무지보공 거푸집은 서포트가 없이 바닥 거푸집을 시공하기 위한 시스템으로서 트러스 형태의 빔(beam)을 보거푸집 또는 벽체 거푸집에 걸쳐 놓고 바닥판 거푸집을 시공한다.

2) 트러스 빔의 형태 및 시공모습

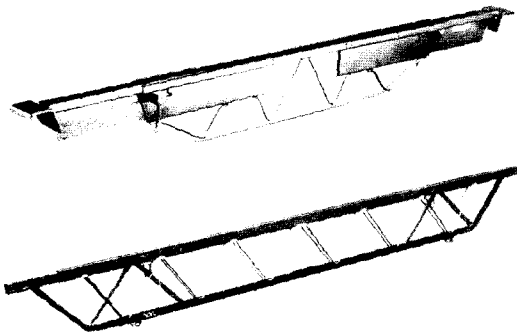


사진 10. 트러스 빔의 형태

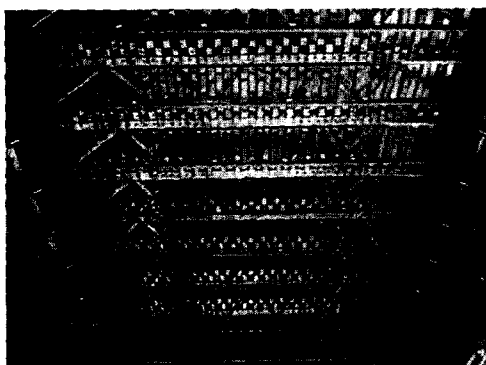


사진 11. 트러스 빔의 시공모습

2.11 고무풍선 거푸집(air tube formwork)

1) 개요

고무풍선을 거푸집으로 이용하는 방법으로서 주로 내부가 원형인 구조물에 적용된다. 설치, 해체시에는 공기압을 제거한 상태로 사용하기 때문에 조작성이 용이하고 신속하여 지하층 이중슬래브, 지하배수로, 돔(dome) 등에 사용한다.

2) 적용

(1) 지하층 이중슬래브

지하층의 심도가 깊어지면 기초바닥에 작용하는 부력으로 인하여 구조물의 파괴와 누수가 발생되므로, 부력에 저항하는 효율적인 단면을 유지하고 누수된 지하수를 배수하기 위한 공간을 확보하기 위하여 이중으로 기초바닥 슬래브를 시공하게 된다.

이 부분을 시공하는 방법은 거푸집을 이용하는 방법과 하프슬래브(half PC slab)를 이용하는 방법 등이 있으나, 거푸집, 하프슬래브, 서포트의 설치·해체작업이 어렵고 공정이 복잡하여 원가 과다투입, 공기지연을 초래하게 된다. 지하층 이중슬래브에 고무풍선 거푸집을 이용하면 이러한 단점을 해결할 수 있는데, 시공개념 및 시공장면은 사진 12와 같다.

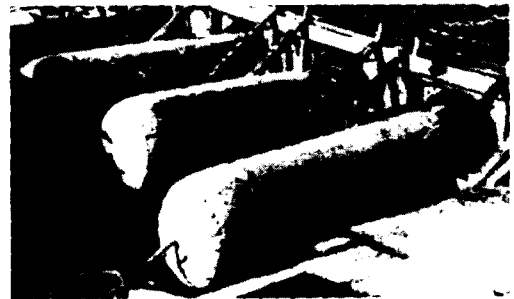


사진 12. 고무풍선 거푸집 설치

(2) 지하배수로



사진 13. 지하 배수관에 적용

지하에 매설되는 배수관은 일반적으로 콘크리트 홈관이 사용되는데 강도가 약하고 이음부분의 누수가 발생되기 쉽다. 지하배수관을 현장타설 콘크리트로 시공하게 되면 이러한 단점을 해결할 수는 있지만 원형관을 현장타설하기란 쉬운 일이 아니다. 이때에 고무풍선 거푸집을 이용하면 신속한 시공이 가능하다. 지하배수도에 적용한 고무풍선 거푸집 시공장면을 사진 13에 나타낸다.

세에 이르고 있다. 이와같이 다양한 거푸집 시스템이 적용됨에 따라 새로운 거푸집 시스템에 대한 전문적인 지식이 건설기술자들에게 더욱 더 필요하게 되었다. 이에 발맞추어서 건축에 종사하는 기술자들이 시스템화 거푸집에 대한 전반적인 지식을 얻는데 미약하나마 도움이 되었으면 하는 바램이다.

3. 맺음말

본 고에서는 시스템화 거푸집에 대한 전반적인 내용에 대하여 간략하나마 소개를 하였다. 최근에 국내에서도 도심지에서의 건축물들이 초고층화 및 대형화됨에 따라 거푸집공사도 점차적으로 시스템화되어 가는 추

참 고 문 헌

1. 김기동외 2인, 거푸집공사의 이해와 시공, 기문당, 1993.
2. 한국콘크리트학회, 거푸집과 콘크리트, 콘크리트학회지, 2002. 9
3. 合理化 型枠工法, 日本建築技術, 第502號, 1992. 8
4. M.K. Hurd, Formwork For Concrete 5th Edition, America Concrete Institute, 1989.

신 간 안 내

이 책은 삼성중공업 건설사업부가 타워팰리스II(55층), 타워팰리스III(69층), 보라매 웨르빌(52층), 목동 웨르빌(39층) 등의 사업을 수행하면서 축적된 초고층 건축의 요소기술에 대한 정보를 항목별로 수집하여 초고층 건설기술에 대한 정보공유에 도움을 주고자 하였다.

책 명 : 초고층 요소기술
 책 형 : B5 / 517pp
 저 자 : 삼성중공업
 발 행 : 도서출판 기문당
 정 가 : 30,000

저자소개 : ■ 집필진

- 박성규 - 건축기술팀장
- 이종훈 - 건축기술파트장
- 김기술 - 건축기술파트 거푸집전문가
- 임채현 - 건축기술파트 철골전문가
- 윤우석 - 건축기술파트 커튼월전문가
- 조성준 - 건축기술파트 칸막이전문가
- 공두용 - 건축기술파트 방수전문가

■ 감수

- 정재철 - 국민대학교 건축대 건축학부 교수
대한건축학회 회장
- 신현식 - 중앙대학교 건축학과 명예교수

