

# 건축재료 실험

## 愼 珩 範

### Research of Building Materials

Organized research on building materials excepting research on specific materials sponsored by industries such as iron and steel, glass, cement, plywood, etc., was unknown until recent times. Even the little research that was conducted was not integrated with the overall objectives of research on building. This slow progress could be attributed to the production of materials being in the hands of individual producers who were either not interested in research or could not afford it.

Organized and integrated research on building materials, as is understood today, came into being only after the world war I with the establishment of the Building Research Station in the United Kingdom in 1921. During the world war II, in addition to shortage of materials, there was a demand for better materials with special properties to suit new job requirements. Later the post-war reconstruction provided the necessary fillip for the setting up of separate and specialized institutions for research on building and building materials in several countries in Europe and elsewhere including the Soviet Union which made good progress in organized research on building materials after 1945.

### 서 론

건축물은 천공에 떠 있게 구성하는 것이 아니고 우리가 밟고 다니는 지구의 지표상에 세우게 되는 것이다 하겠다. 지구는 항상 쉬지 않고 움직이고 있다는 것은 누구나 다 잘 알고 있는 사실이다. 이렇게 운동을 하고 있는 지표상에 건축물을 세워야 할 것이니 여기에는 상당한 과학적 진리를 자신이 탐구하여야만 건축물의 수명이 보장된다고 생각된다. 즉 지상의 모든 물체는 지구의 움직임에 따라 같이 운동을 하고 있다고 보아야 할 것이다. 또 사람이 서 있거나 앉거나 또는 자전거를 타거나 물위에 배를 띄우거나 하는 등등은 모든 중심이 잃어서는 아니되는 것이다. 건축물 역시 중심이 잡혀야 수명이 절대 보장될 것이다. 그리고 이 건축물을 언제나 변함 없이 받아서 지탱할 수 있게

하는 기반이라야 하겠다. 기반상에 세워지는 건축물을 구성하는데 외력과 내력에 견딜 수 있는 재료가 필요한 것이며 여기에 따른 기술이 필요하여 이러한 여건들로서 영구한 구조물이 되는 것이다.

건축물을 구성하는 데는 여러가지의 종류와 많은 량의 재료를 사용하여 하나의 건축물을 구성하는 것이라 하겠다. 이것을 사용할 때는 량적인 문제도 필요하지만 그 재료의 제법에 따라서 주로 역학적인 힘이 보장되는 주성질을 검사하여 충분히 연구하지 않으면 아니 된다. 그리고 건축상에 소요되는 재료는 구조재와 마감재의 두가지로 크게 나눌 수 있다. 구조재에 대해서는 역학적인 성질을 명확하게 하는 것이 필요하고, 마감재에 대해서는 내구, 내화, 마모(磨耗) 등의 성질을 살펴야 할 것이다.

건축물은 넓은 분야의 과학을 집결한 것이라 생각한다. 우리가 지금까지 공사 감리의 경험을 해 볼적에 미급할 때가 허다하였다. 거기에는 여러가지 여건이 구비되지 못하여 스스로의 역량을 발휘하지 못한 예도 적지 않았다.

실험계획 : 실험을 하고자 할 적에는?

1. 하고자 하는 실험의 목적은 무엇인가?
2. 실험 할 대상은 무엇인가?
3. 이 실험대상에서 어떠한 결과가 예측될 수 있을까?
4. 이 예측을 조사하기 위해 실험의 방법으로 어떠한 수단을 이용하고 또 무엇을 관찰하여 무엇을 측정하면 되는가?
5. 실험결과를 정리해서 무엇을 알었는가 또 예측한 것에 대하여 어떠한 결론을 알게 되었는가?
6. 또 미해결된 부분은 없는가? 그러면 다시 어떠한 것의 실험을 할 필요가 있는가? 등이 주요한 계획이다.

### 중량 및 하중의 측정

힘의 단위중량 kg은 질량 1kg의 물체에 작용해서  $9.80665\text{m/sec}^2$ 의 가속도로를 주어지는 힘과 정의되어 있다. 따라서 1kg의 중량이라 하는 것은 표준중력일 때에 있는 중량 1kg의 물체의 진공중에 있는 중량인 것이다. 물체의 질량은 그 물체의 중량과 표준의 힘과 부합하니까 측정한다. 이 힘에는 추의 중량, 탄력, 부력, 자력(磁力) 등이 이용된다.

만곡강도 시험을 하기 위한 공시체

[공시체의 규격]: 공시체의 단면은 정방향으로서 그 한변의 길이는 조골재(粗骨材)의 최대치수가 50mm 이 할 때에는 15cm를 원칙으로 한다. 공시체의 길이는 단면의 1 변의 길이의 3배 보다 8cm 이상 길게 한다.

[공시체의 성형용(成形用)기구]: 형틀은 앞서 말한 치수의 공시체에 의한 금속제 형틀로 한다.

[콘크리트 부끼]: 콘크리트는 공시체의 장축을 수평으로 해서 하고 형틀은 콘크리트가 경화(硬化)하기 까지 수평된 장소에 둘 것.

#### 응결시험

시멘트를 물탈콘크리트로 해서 사용할 때 시멘트에 물을 가한 후 적당한 시간에 응결하기 시작해서 적당한 시간에 응결됨이 끝나지 않으면 아니된다. 이 시간을 응결의 시발시간 혹은 종결시간이라 한다.

이 시간을 갖이고 콘크리트의 응결시간이라고는 할 수 없으나 시멘트의 응결시간과는 관계가 있다.

[시험기구]: 비-카칩장치, 저울, 평량 1000g, 감량 1g 정도의 천평, 반죽기, 부-렛트 또는 이것에 가까운 정밀도를 만들 수 있는 것. 비빔도구.

#### [시험방법]

##### 1. 장치의 조정 및 시멘트베스트를 만드는 법

1) 시멘트시료, 혼합물, 시험기구는 먼저  $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$  의 실내에 장치하고 온도를 실온과 일치하도록 한다.

2) 물의량은 물 시멘트비로 해서 25%~29% 가량이다. 그리고 부-렛트 등으로 계량한다.

3) 베스트용기는 저면에 구리스를 얇게 칠하고 유리판위에 마찰시켜서 물도 이것으로 막도록 한다.

4) 비-카칩 장치의 미끄럼막대는 약간 움직이거나 어떤가를 점접하고 표준막대를 밑쪽에 미끄럼막대의 지표가 눈금판의 0를 가리키도록 조절한다.

5) 반죽기에 시멘트 400g을 넣어서 먼저 계량한 물을 주입시켜 3분간 혼합한다.

6) 혼합한 베스트는 베스트 용기에 공기구멍이 생기지 않게 재빨리 보고 주걱 같은 것을 갖이고 표면을 평편하게 한다.

7) 이것을 곧 연도침대(軟度針臺)에 놓고 베스트의 중앙에 표준막대가 서서히 내려가는 것을 연도로 측정한다.

##### 2. 표준연도

표준연도라 함은 표준막대가 밀판위 6mm의 곳에 정지 되었을 때의 연도를 말한다. 그러니까 표준연도를 얻을 때까지 베스트를 반죽 하여 실험을 한다.

##### 3. 시발의 측정법

1) 표준연도를 얻은 베스트는 유리판으로 놓아서

정지(靜置)하여 때때로 시발용 표준침을 베스트중에 서서히 강하시켜서 표준침의 끝이 용기의 밀판위에서 약 1mm의 곳에 정지된 것을 시발이라 한다.

2) 주입한 물에서 이때까지의 시간을 가지고 시발 시간이라 한다.

3) 측정은 연속 3점에 대해서는 못하고 2점이 시발로 될때의 시간을 가지고 표시한다.

##### 4. 종결의 측정법

1) 미끄럼막대에 종결용 표준침을 대서 이것을 베스트의 표면에 서서히 하강 시킨다.

2) 베스트의 표면에 바늘 끝의 자국을 남기는데 부속소편환(付屬小片環)의 자국이 나지 않을 때를 종결이라 한다.

3) 주입한 물에서 이때까지의 시간을 가지고 종결 시간이라 하고 측정개소는 시발시간에 준한다.

##### 5. 세기의 시험

시멘트의 세기시험의 목적은 시멘트의 품질검사, 품질보증 이외에 시멘트강도와 콘크리트 강도와는 비례 관계이니까 이 관계를 써서 콘크리트의 조합설계(調合設計)에 성립하도록 하는 것이다. 즉 콘크리트강도 F와 시멘트강도 K, 시멘트물비 X와의 관계식은

$$F=K(AX-B)$$

여기서 A, B는 실험정수로 하고 F, K, A, B가 정해지면 X가 계산이 된다는 의미이다. K의 값으로 해서 본규격 시험에 따라서 구한 강도를 채용하고(실제에는 각종 조정을 한다)  $w/c = \frac{1}{X}$ 을 결정한다. 그러나 시멘트강도는 시험방법에 따라서 서로 틀리게 되니까 표준 방법에 의해서 시험할 필요가 있다. 세기시험은 표준적 모래를 사용하여 w/c 65%, 1:2 물탈에 대해서 만곡강도와 압축강도를 시험하는 것이다.

#### [시험방법]

1) 시험재량은 3일, 7일, 28일, 즉 3재령으로 한다.

2) 시험체의 수는 3개를 1조라 하고 그의 평균을 가지고 표한다.

3) 공시 시멘트 520g, 표준모래 1040g, 물 338g을 쟀다.

4) 건조하고 깨끗한 접제로 계량된 시멘트와 표준모래를 넣어서 두개를 잘 혼합해서 한색이 되다싶이 한다.

5) 혼합한 물탈은  $40 \times 40 \times 160\text{mm}$ 의 시험체를 동시에 3개가 만들어지는 것이 되는 성형형틀(成形型棒)을 사용하여 성형한다. 이 성형형틀은 먼저 모빌유, 또는 구리스를 형질에 물여서 얇게 칠하고 다음에 틀의 마구리 부분이나 밀판과 틀과의 접촉부에 구리스를 칠해서 번호를 합하여 틀 윗면을 작은 나무망치 등으로 두드리면서 조임쇠를 서서히 조이면서 조립한다. 다음에

내부에 내비친 구리스를 끊어내고 받도에 30mm 전후 물을 물여서 이 형성형틀을 적신다. 그리하여 물이 새 나가는가를 검토하는 것이다.

6) 성형방법은 형틀의 깊이 약 1/2까지 몰탈을 균등한 량으로 넣어서 달고대를 사용하여 다음표 후로—값에 의하여 닳이기수를 정하여 소정의 회수만을 닳인다 몰탈의 연도는 시멘트에 의하여 다르니까 균일한 조적이 있는 공시체를 만들기 위하여 연도에 따라 닳이기 수를 변화시킨다.

<표 1> 후로—값 범위와 닳이기의 수

후로—값범위	169이하	170~199	200~209	210이상
닳이기 수	20	15	10	5

7) 닳이기 방법은 달고대의 밑의 끝이 몰탈 속에 약 4mm 들어갈 정도로 할것이며 각 형틀의 한끝으로부터 시작하며 5회 닳어 가면서 다른 끝에 도달하도록 한다. 이것을 반복하여 소정회수만 닳이도록 한다.

8) 1층을 채운 뒤에는 2층 눈을 같은 방법으로 해서 닳인다. 전부 닳 뒤에는인 다시 남은 몰탈을 약 5mm 정도 쌓아 올린다. 그리고 성형 후에 떠올라오는 물은 형틀의 외측으로 넘쳐 흐르도록 한다. 이렇게 하기 위해서는 성형틀 윗면의 주위에 구리스 등을 두겹게 바르거나 혹은 적당한 붙임판을 사용하면 된다.

9) 성형이 끝나면 습기상자 속에 수평으로 경치하고 성형된지 5시간 이상 경과되면 공시체를 부서지지 않게 주의하면서 칼같은 것으로 윗면을 잘라서 잘른부분을 잘 다듬어서 둔다.

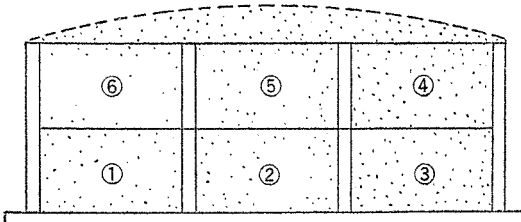
10) 성형후 20시간~24시간 습기상자속에 보존한 후 그 표면에 시료(試料) 기호, 제작년월일, 시험재령 등을 기입하고 형틀로부터 빼낸 직후의 중량을 제량해 놓으면 세기의 시험결과를 검토 할 때 참고가 된다.

[온도와 습도]

시멘트의 세기는 양생시의 온도와 습도에 따라서 영향을 받게 되니까 시험실 및 습기상자속의 온도는  $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$ , 습기상자속의 습도는 80% 이상으로 규정되는 것이다. 그러나 실제에는  $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , 습기상자속의 습도는 90% 이상으로 하는 수가 많다.

[시험재령]

세기의 시험재령은 1일(습공중 24시간), 3일(습공중



24시간, 수중 48시간), 7일(습공중 24시간, 수중 6일간), 28일(습연중 24시간, 수중 27일간)으로 되어 있다. 재령 1일 및 3일에 대해서는 특히 시간단위로 재령을 표시하는 것인데 초기에 있어서의 강도는 물을 가한 후의 경과시간의 영향이 크기 때문이다.

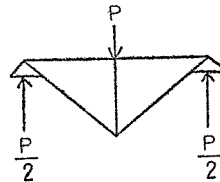
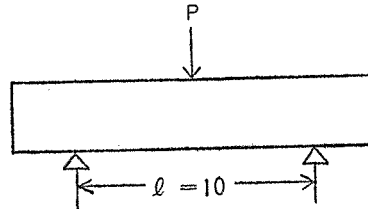
[굽힘 시험]

굽힘시험은 스팬 100mm의 보로 하고 중앙집중 하중에 따른 것이다. 하중속도는 5kg/sec로 규정되어 있는 것이다. 규격에 있어서는 이종대고형시험기를 표준한 것인데 시험기는 테고비 1:50으로 되어 있는데 산탄(散彈)의 낙하량을 100g/sec로 조정하면 이 속도를 얻을 수가 있다. 굽힘세기는

$$\sigma = \frac{M}{z} = (pl/4)/(bh_z/6) = (10p/4)/(4^3/6) = 0,234p$$

b: 굽힘세기 [kg/cm<sup>2</sup>] z: 단면계수 [cm<sup>3</sup>]

l: 스팬(10cm) h: 공시체의 높이(4cm)



$$M = \frac{P l}{4} = \frac{10}{4} P$$

(굽힘시험설명도)

M: 굽힘모—멘트 [kg, cm] p: 집중하중 [kg]

b: 공시체의 나비(4cm)

시험기에 의할때에는 굽힘세기 [kg/cm<sup>2</sup>] =  $0,234 \times p$   
=  $0,234 \times 50 \times p = 11,7 \times p$

p: 산탄중량 + 산탄수중량 [kg]

[압축 시험]

압축시험은 굽힘시험한 직후에 하는 것이다. 시험기는 규정되어 있는 유압식 압축제하장치를 하는 것인데 20t, 10t, 5t, 2t을 각각 표준하는 것이다. 시험 할때에는 먼저 시험체의 강도를 추정하여 시험기의 용량을 결정한다. 보통 3일 : 2t, 7일 : 5t, 28일 : 10t 혹은 20t 정도라 하겠다. 하중속도는 80kg/sec로 하는데 유압식 제하장치 시험기일 때에는 송유꼭지의 여는데 따라 가감한다.

즉, 압축세기 [kg/cm<sup>2</sup>] =  $P/A = P/16$

p: 최대하중 [kg]

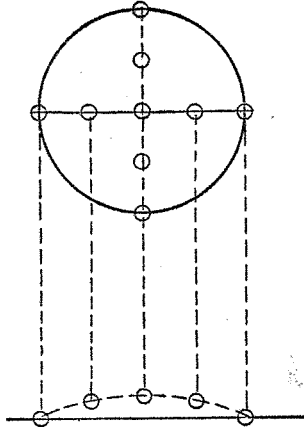
A: 단면적 (16cm<sup>2</sup>)

### 콘크리트용 골재시험

#### 1. 시료

##### 1) 시료의 채취

콘크리트 골재는 항상 외부에 쌓아놓게 되는 것이다. 이러할 때 세 골재는 습윤상태에 있어서 대략 분리하지 아니하는 데 조골재는 분리를 하는 경향이 있는 것이다. 따라서 세 골재는 습윤상태에 있어서 채취하고 조골재는 다음 그림과 같이 평균 품질을 나타낸 것과 같이 채취한다.



##### 2) 시료의 채취량

항상 시험에 있어서는 소요량의 2 배로 한다면 용적에서는 대략 다음 표와 같은 량으로 된다.

재료의 소요량

시험항목	회수	세골재 [l]	조골재 [l]
철체로나누는시험	2	1×2=2	3×2=6
써서내기시험	2	1.6×2=3.2	
유기물분출시험	2	0.5×2=1	
단위용적중량시험	2	4×2=8	20×2=40
		합계 14.2	46

#### 3) 건조방법

1. 실내에서 자연건조 할 때 이 방법에 의한 때는 장기간을 요하게 되나 기건상태(氣乾狀態)의 골재가 된다.
2. 전기건조로를 사용할 때 105~110°C로 될때까지 건조한다. 단기간에 절건중량을 얻게 된다.
3. 간의적으로 대단히 급히 하고자 할 때는 철판위로 유리 또는 전열기에 의해서 건조한다. 그러나 과열되지 않아주 주의하여야 한다.

##### 강도시험용 공시체의 제작방법

콘크리트의 압축, 굽힘, 인장강도시험을 위시한 것으로 한다. 언제나 사용되는 강도시험용공시체의 제작법에 대해서는 다음과 같이 하겠다.

#### 1. 콘크리트의 시료

1) 시험실에서 콘크리트의 시료를 제작할 때 [재료] 시멘트는 방습용기에 밀폐하여 놓는다. 세 골재는 각각 입도(粒度)가 섞이지 않게 준비하고 철체로 흔들어 쳐서 나눈뒤 일정한 비율로 혼합하여 사용한다. 골재의 함유상태(含水狀態)는 표건상태(表乾狀態) 또는 이것에 근사한 상태가 좋은 것이다.

[재료의 계량] 각 재료는 중량으로 각각 계량한다.

물 및 용액으로 해서 사용하는 혼합제는 용적으로 계량하여도 좋은 것이다. 계량은 1회 계량분의 0.5%까지 정확히 하고 계량한 골재는 습포(濕布)로 덮어둔다.

[콘크리트의 혼합] 믹사를 사용하여 혼합할 때는 작은량의 혼합물의 비등한 콘크리트를 먼저 혼합하고 믹사 내부에 물탈분을 부착해 놓는다. 콘크리트의 1회의 혼합량은 시험에 필요한 량에서 5l 이상 많게 하고 믹사에 의한 때 공칭용량의 1/2 이상으로 한다. 또 각 재료는 투입순서로 투입하고 균일하게 될 때까지 혼합한다. (3분 이상). 혼합된 콘크리트는 먼저 전기물탈을 부착하게 하던가 습포로 축인 혼합판에 받아서 삼으로 균일하게 될때까지 한다. 그리고 혼합하는 것은 믹사로 하는 원칙으로 한다.

2) 주로 현장에서 시료를 채취할 때, 믹사, 흙파, 콘크리트 운반장치 및 타입한 개소에서 채취하는 시료가 응고되지 않은 콘크리트의 시료채취 방법에 따라서 채취한다.

##### [압축강도시험기하 위한 공시체]

#### 1) 공시체의 치수

공시체는 지름의 2배의 높이를 가진 원주형으로 한다. 조골재의 최대치수가 50mm 이하 일때에는 공시체의 지름은 15cm를 원칙으로 한다. 공시체의 지름이 15cm 미만의 것을 사용할 때에는 그 지름은 조골재의 최대치수의 3배 이상 또는 10cm 이상으로 한다. 최대치수가 50mm를 넘을 때에는 공시체의 지름은 조골재의 최대치수의 3배 이상으로 한다.

#### 2) 공시체의 성형용기구

형틀은 앞에서 말한 치수의 공시체를 얻어질 것같은 금속계 형틀을 사용한다. 형틀의 이음에는 약간 된 구리—스 같은 것을 얇게 발라서 조립하고 내부면에는 광물성의 유류를 칠한다. 그리고 이를 닦이는 용기구는 달곳대 지름 16mm 길이 50cm 혹은 내부진동일 때는 콘크리트 봉형진동(棒形振動)의 규정하는 진동기를 사용한다. 일반적으로는 공칭 지름 27mm의 진동기를 사용함이 좋은 것이다. 그리고 캅핑구용압판은 철판의 두께 6mm 이상으로 한다.

#### 3) 달곳대를 사용할 때

콘크리트는 거의 비등한 층으로 나누어 달곳질을 하고 각층은 형틀의 축에 거의 대칭하도록 콘크리트를 넣는다. 그 윗면을 달곳대로 평균하게 하고 15φ×30cm 공시체일 때 3층으로 나누고 각층을 달곳대로 25회를 닦인다. 25회식 닦아서 분리가 생길 것으로 볼것은 약 10회식 닦이고 15φ 공시체 이외의 공시체에 있어서는 각층의 두께를 10~15cm로 해서 윗면 약 7cm<sup>2</sup>에 있어서 1회의 비율로 닦인다. 다음에 형틀 축면을 가볍게 두드려서 달곳대로 인해서 생긴 구멍이 없도록 하여야 한다. (필자:경진종합기술연구소장)

(다음호에 계속)