

# 치과용 석고의 사용에 따른 물성 변화

차 성 수  
진주보건대학 치기공과

## I. 서 론

치과용 석고는 원광석인 이수황산칼슘( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )을 고온에서 가열하여 반수황산칼슘( $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ )의 상태로 만든 것으로, 수분을 제거하는 과정에서 뚜껑이 열린 도가니에서  $110\sim 120^\circ\text{C}$ 로 대기압 하에서 제조하면  $\beta$ 상인 보통석고가 되고,  $125^\circ\text{C}$ 의 수증기압 하에서 탈수하면  $\alpha$ 상인 경석고가 된다. 그리고 석고원광석을 30% 염화칼슘 용액에서 끓인 후  $100^\circ\text{C}$ 물로 염소를 세척하고 원하는 크기의 분말로 분쇄하면 초경석고가 되며, 화학식은  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{heat} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O} + 1\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ 이다. 치과용석고( $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ )의 결정은 판상이며, 물과 혼합되면 침상으로 되면서 경화한다.



그림 1 석고원석의 판상결정 (이수석고)



그림 2 경석고분말의 판상결정 (반수석고)



그림 3 경화중인 경석고 (이수석고)

## II. 본 론

### 1. 석고의 사용법

- 1) 석고의 조작방법에 따라 물성의 차이가 많으므로 제조자의 지시대로 혼수비, 혼합시간 및 혼합방법들을 정확히 지켜야 하며, 혼합용기에는 물을 먼저 담고 분말을 담는다.
- 2) 먼저 hand spatula로 15초간 천천히 저어 분말이 완전히 물에 젖도록 한 후 기계식혼합기를 30초간 작동한다. 혼합도중에 물이나 분말을 추가로 첨가 하는 것을 금해야 한다. 왜냐하면 불균일한 혼합물의 형성이나 강도저하 및 변형

이 초래될 수 있기 때문이다.

- 3) 혼합된 석고를 인상체에 주입할 때는 과도한 진동은 오히려 기포를 더 많이 발생시키기 때문에 피해야 하며, 진공상태에서 자동 혼합기를 이용하는 것이 가장 바람직한 방법이다.

## 2. 경화기전(Setting Reaction)

물에 대한 용해도는 이수석고가 반수석고 보다 낮다. 따라서 반수석고와 이수석고 사이의 물에 대한 용해도 차이에 의하여 석출물이 형성되고, 이러한 석출결정이 성장하여 network를 형성함으로써 경화하게 된다. 이때의 반응은 석고 자체의 에너지가 감소하는 반응으로 열을 발산하는 발열반응이 일어난다.  $CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O + 1\frac{1}{2}H_2O \rightarrow CaSO_4 \cdot 2H_2O + 3900cal/gm \cdot mol$

### 1) 혼수비가 경화시간, 압축강도에 미치는 영향

혼수비(W/P ratio)는 석고 100g의 혼합에 필요한 물의 양(ml/g)으로 제품마다 다르지만 <표 1>과 같이, 물의 양이 증가하면 단위부피 당 핵의 수가 감소하여 경화시간이 지연된다.

경석고는 보통석고보다 결정이 균일하여 물과 혼합할 때 물의 양이 적게 필요하게 되고, 입자가 미세하여 용해도가 증가할 뿐만 아니라 핵의 수도 증가하여 경화시간은 단축된다.

<표 1> 혼수비가 경화시간에 미치는 영향

| 재 료   | 물/분말(ml/g) | 혼합속도(회/1분) | 초기경화시간(분) | 압축강도(MPa) |
|-------|------------|------------|-----------|-----------|
| 보통석고  | 0.45       | 100        | 8         | 12.5      |
|       | 0.50       |            | 11        | 11.0      |
| 경 석 고 | 0.27       | 100        | 4         | 31.0      |
|       | 0.30       |            | 7         | 20.5      |
| 초경석고  | 0.22       | 100        | 5         | 38.0      |
|       | 0.24       |            | 7         | 21.5      |

- ① 석고의 강도는 혼수비가 클수록 내부에 기포가 많이 발생하여 감소된다.
- ② 혼합시간은 길수록 강도는 증가하지만, 1분 이상이 되면 감소한다.
- ③ 혼수비가 작을수록 결정이 굵고 깊게 성장하여 강도는 증가한다.
- ④ 압축강도는 혼합회수와 물의온도에 영향을 받지 않는다.

### 2) 혼합속도가 경화시간에 미치는 영향

임상적 한계(1분) 이내에서 혼합속도가 증가하면 <표 2>와같이 경화시간은 감소한다. 이것은 혼합에 의하여 성장하는 결정이 파괴되어 새로운 결정의 핵을 많이 형성하므로 경화를 촉진시키기 때문이다.

〈표 2〉 혼합속도가 경화시간에 미치는 영향

| 재 료   | 물/분말(ml/g) | 혼합속도(회/1분) | 초기경화시간(분) |
|-------|------------|------------|-----------|
| 보통석고  | 0.55       | 20         | 14        |
|       | 0.55       | 100        | 11        |
|       | 0.55       | 200        | 8         |
| 경 석 고 | 0.30       | 20         | 10        |
|       | 0.30       | 100        | 8         |

3. 석고의 물성변화

1) 일반적 특성

- ① 경화촉진제나 지연제는 제조자가 석고속에 첨가하여 판매하기 때문에 어떤 면에서는 추가로 첨가하는 물질에 의해 부작용이 나타날 수도 있다.
- ② 경화한 이수석고를 분쇄한 분말을 1% 첨가하면 이수석고분말이 결정의 핵으로 작용하여 경화촉진제 역할을 한다.
- ③ 40℃까지는 온도가 증가할수록 경화시간이 단축되나 그 이상의 온도에서는 온도가 증가할수록 경화시간이 지연된다.
- ④ 석고는 보관 도중 습기에 노출되면 화학반응에 의해 이수석고로 변화한다. 형성된 이수석고는 물과 반응 시 결정의 핵으로 작용하여 경화시간을 단축시키는데, 보관 중 더 많은 수분에 노출되면 이수석고가 반수석고를 코팅하여 물과 혼합하였을 때 반수석고의 용해도를 떨어뜨려 경화시간을 지연시킨다.

2) 수동혼합과 진공혼합 시 물성변화

석고를 진공혼합기로 혼합하면 손으로 혼합할 때보다 〈표 3〉과 같은 장점이 있다.

- ① 경화시간이 단축된다    ② 강도가 강해진다
- ③ 경화팽창이 적어진다    ④ 흐름성이 좋아진다.

〈표 3〉 손으로 또는 진공혼합기로 혼합한 고강도 치과용경석고의 물성

| 물 성            | 손으로 혼합 | 진공혼합기로 혼합 |
|----------------|--------|-----------|
| 경화시간           | 8.0    | 7.3       |
| 24시간후압축강도(MPa) | 43.1   | 45.5      |
| 2시간 후 경화팽창(%)  | 0.045  | 0.037     |
| 점도(cP)         | 54,000 | 43,000    |

3) 혼합조건이 석고제품의 물성에 미치는 영향

- ① 2%의 소금은 경화팽창을 증가시키고 경화를 촉진시킨다.  
반면 1%의 황산칼륨을 첨가하면 경화시간은 짧아지지만 경화팽창은 영향을 받지 않는다.
- ② 경화 중인 석고를 물에 담그면 수화팽창이 일어난다.  
일반적으로 초경석고의 경화팽창은 0.08%이며, 물에 담근 경우 0.10%수화팽창 한다.  
알지네이트 인상재와 접촉한 경석고가 경화할 때 팽창이 증가됨을 볼 수 있다.

4) 경화팽창과 수화팽창

석고는 물에 침적한 경우 아주 미량 팽창이 일어나며 흐르는 물에서는 용해에 의해 수축 하고, 상온에서는 변화가 없으나 90~110℃ 사이의 온도에서는 수축이 발생한다. 따라서 모형이나 다이를 보관할 때는 55℃ 이하에서 보관해야 한다. <표 4>와 같이 모든 석고산물은 경화 시 팽창을 한다. 특히 수중에서는 수화팽창 한다<표 5>. 따라서 작업모형 제작에서 가능한 경화팽창이 적을수록 좋기 때문에 <표 6>, 일반적으로 첨가제를 넣어 경화팽창을 줄이고 있다.

<표 4> 경화 팽창 및 용도

| 석 고             | 경 화 팽 창    | 용 도      | 일반적인 색깔 |
|-----------------|------------|----------|---------|
| 보통석고(Type II)   | 0.2~0.3%   | 연구용 모형   | 흰 색     |
| 경석고(Type III)   | 0.15~0.25% | 총의치 모형   | 노란색     |
| 초경석고(Type IV)   | 0.08~0.1%  | 다이용      | 분홍색     |
| 고강도 경석고(Type V) | 0.1~0.2%   | 매물재의 결합제 | 녹 색     |

<표 5> 경화팽창 증감요인

| 경화팽창 증가 요인        | 경화팽창 감소 요인        |
|-------------------|-------------------|
| 낮은 혼수비            | 경화촉진제 (K2SO4)사용   |
| 혼합회수 증가(혼수량을 일정)  | 진공혼합              |
| 수화팽창              | 혼수비 증가 (교반시간을 일정) |
| 23에서30℃로 물의 온도 증가 | 교반시간을 일정하게        |

경화팽창은 초기경화시간 이후에 발생한다.

- ※초기경화시간 직후에 결정성장의 장애물을 설정하면 경화팽창은 감소하고
- ※초기경화시간 직후에 결정성장의 장애물을 없애주면 경화팽창은 증가한다.
- ※수화팽창은 초기경화가 시작되기 시작하거나 초기경화 직전에 일어난다.
- ※W/P 비가 작을수록 수화경화팽창의 양은 현저히 증가한다.

교합기 mounting용 plaster : 빠른 경화와 작은 경화팽창이 필요하다.

따라서 총의치의 모형을 교합기에 부착 시 교합고경의 변화를 방지하기 위해서는 경화팽창이 적은 경석고를 사용하고 석고가 경화하는 동안 교합기의 상부구조를 압박하여야 하며 특히 초기경화 직전에는 물이 접촉되지 않도록 주의해야한다.

<표 6> 석고제품의 물리적 성질 (ANSI/ADA 규격25호/ISO 6873)

| 재 료        | 경화선팽창     | 최소압축강도(Mpa) | 미세부위 재현성(μm) |
|------------|-----------|-------------|--------------|
| 인상용 석고     | 0~0.15    | 4.0         | 75±8         |
| 보통석고       | 0~0.30    | 9.0         | 75±8         |
| 경석고        | 0~0.20    | 20.0        | 50±8         |
| 초경석고(저팽창용) | 0~0.15    | 35.0        | 50±8         |
| 초경석고(고팽창용) | 0.16~0.30 | 35.0        | 50±8         |

## 5) 강도조절 방법

혼합 시 물 대신에 경도를 증가시킬 목적으로 레진용액(methyl methacrylate)을 사용하거나, 30% colloidal silica 용액과 혼합하기도 한다. calcium oxide, gum arabic은 강화제로 사용되며, 경화촉진제나 지연제는 강도를 약화시킨다.

## 6) 점주도(consistency)

물과 혼합된 반수석고의 점주도가 증가하면 유동성도 증가한다.

## III. 요약

1. 석고를 보관할 때는 건조한 곳에 밀봉하여 보관해야 한다.

따라서 용기 포장을 일단 개봉하면 밀봉용기에 담아 보관하는 것이 바람직하다.

2. 혼수비는 석고의 기계적 성질에 영향을 주기 때문에 정상적인 혼수비를 지켜야 하며, 모형은 경화된 후에도 물과 닿지 않도록 주의한다.

3. rubber인상재의 경우 비눗물을 붓이나 스프레이타입으로 뿌려준 후 흐르는 물에 씻고, 물기를 제거한 후 석고를 주입하면 기포 발생을 줄일 수 있다.

4. 석고를 인상체내에 너무 높이 올려쌓아도 무게로 인해 변형 된다.

5. 석고가 tray밖으로 흘러나가도 변형된다.

(공기와 접촉되어 경화된 석고가 아직 경화되지 않은 석고를 잡아당김.)

6. 인상체에서 분리한 모형은 요오드 스프레이를 제조자 설명서에 따라 뿌려 소독한다.

7. 교합기에 모형 부착 시 base끼리 bar나 성냥개비등 다른 고정장치로 고정 시켜야하고, 교합기를 위에서 눌러주어야 한다. 그렇지 않을시 교합관계가 높아질 수 있다.

8. 재료를 구입시 물리적 특성이 많이 기재되어 있는 제품을 선택한다.

## IV. 참고문헌

1. 연세대학교 치과대학 치과생체재료공학교실 자료
2. 김교한 외: 크레이그 치과재료학, 지성출판사, 2008.