

技術資料

# 적절한 주물사 관리

Lothar Michels

## Proper Green Sand Preparation

Lothar Michels

### 1. 주물사 조건

생형사의 재사용 공정은 이미 주물공장의 탈사 조업에서 시작한다. 그리고 주물사 예비처리를 위해 이 시기에 아래와 같은 상태를 요구한다.

- 1) 압축된 주형의 붕괴와 주물의 분리
- 2) 집진기에 의해 주물사 내의 미분 제거
- 3) 주물사내 철조각 또는 금속 성분 제거
- 4) 회수사의 냉각
- 5) 회수사 호퍼에 가기 전 회수사를 증자와 주물사 덩어리를 분해 또는 붕괴하여야 한다.

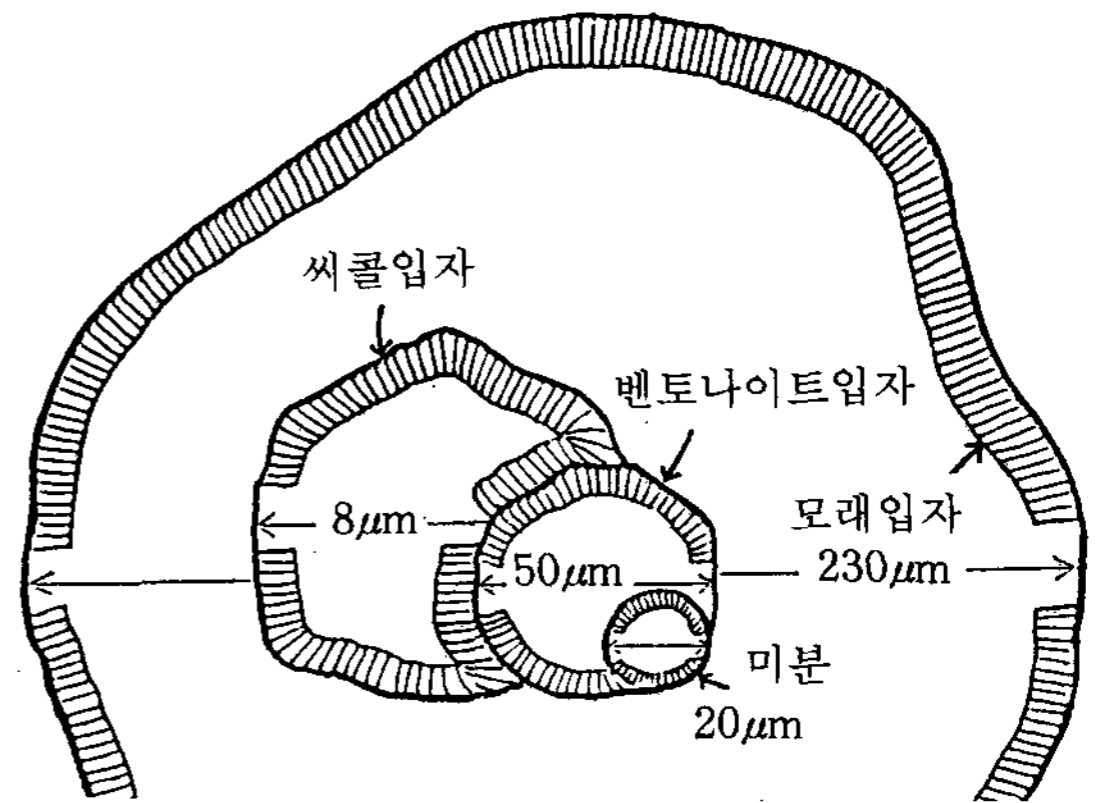


그림 1. 주물사 구성원소들의 입자크기.

### 2. 믹서의 역할

배합믹서의 모래, 점결제, 물 그리고 씨콜이나 스타치, 텍스트린 같은 첨가제를 동시에 원활하게 배합하여야 한다.

그림 1에서와 같이 물을 제외한 모든 주물사 구성원소는 서로 다른 크기를 가진 입자들이다. 모래의 평균 입자크기는 0.23mm이며, 벤토나이트 0.05mm, 씨콜 0.08mm이다. 모래입자 사이에 약간의 여분 벤토나이트는 주물사의 유동성을 저하시키며 점토의 낭비를 초래한다.

모래나 씨콜입자는 고형체이나 벤토나이트는 물에 분해되어 성형성 물질로 변한다 배합의 목적은 모래입자에 성형 벤토나이트 피막을 균일하게, 일정하게 입히는(코팅) 것이다. 그래서 이 배합작업은 철저히 고효율적으로 수행되어야 하며, 이 성형 벤토나이트 피막은 모래입자에 균일

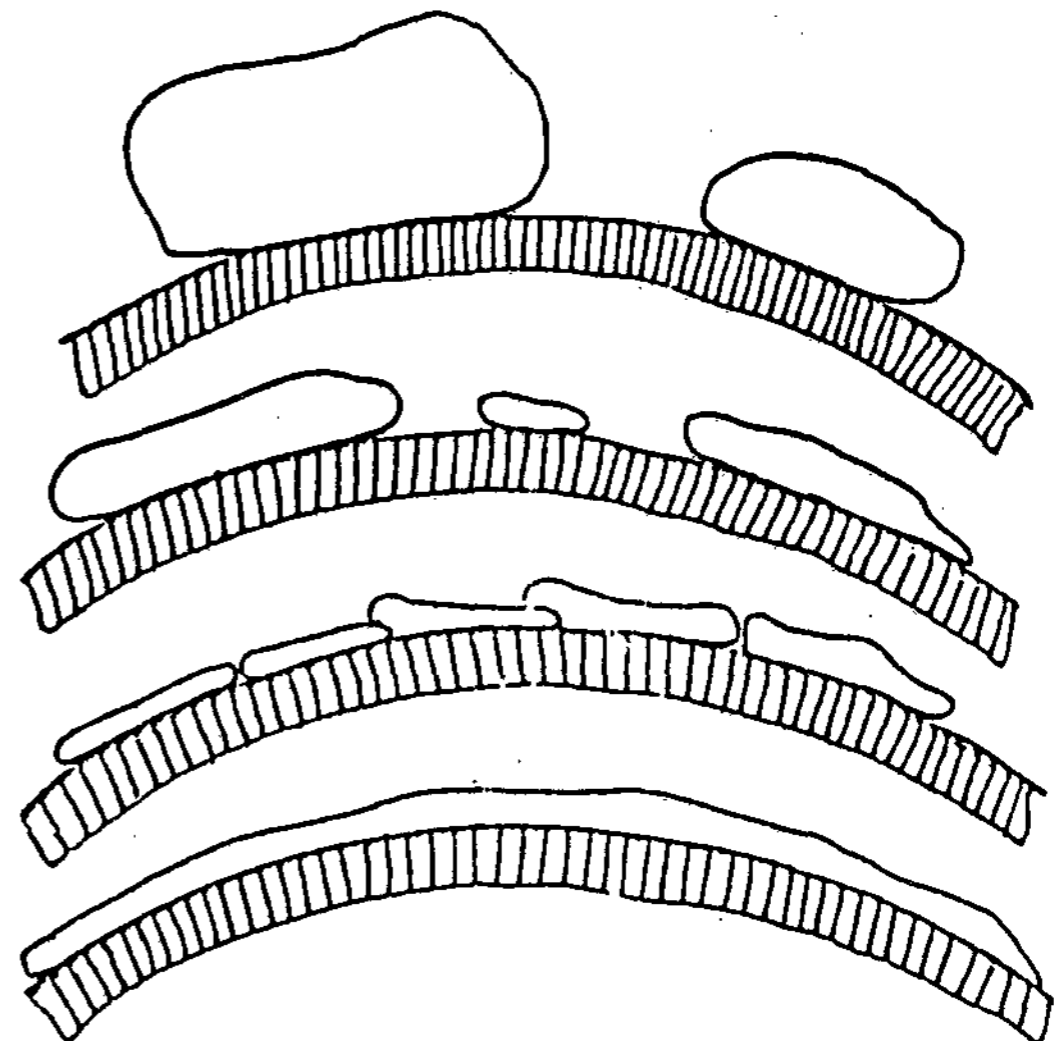


그림 2. 배합조업 동안 벤토나이트가 모래입자를 고르게 감싸는(coating) 단계.

(주)한국아이엠  
(1993년도 추계학술발표 및 기술강연대회 강연)

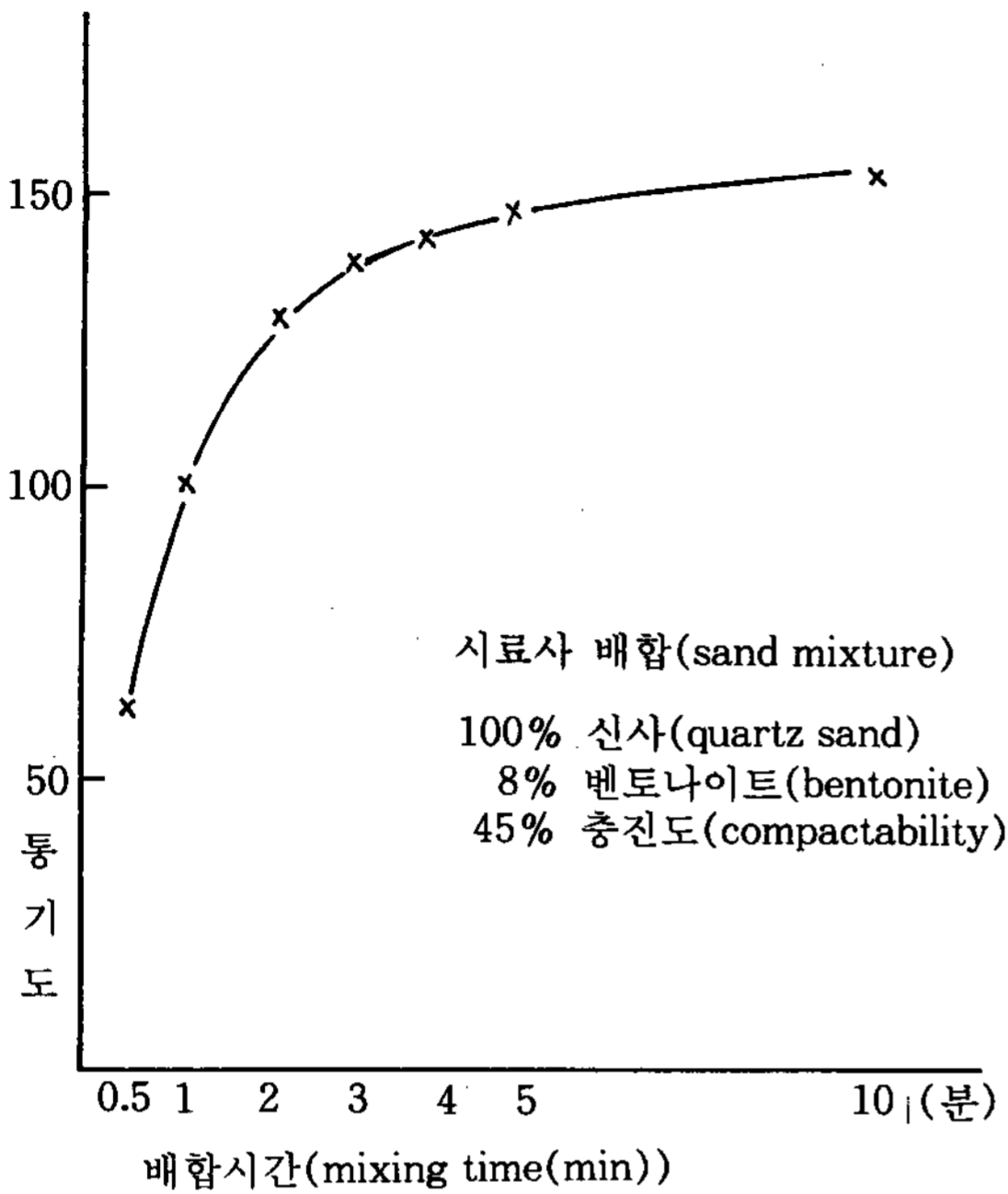


그림 3. 배합시간에 따른 통기도 변화.

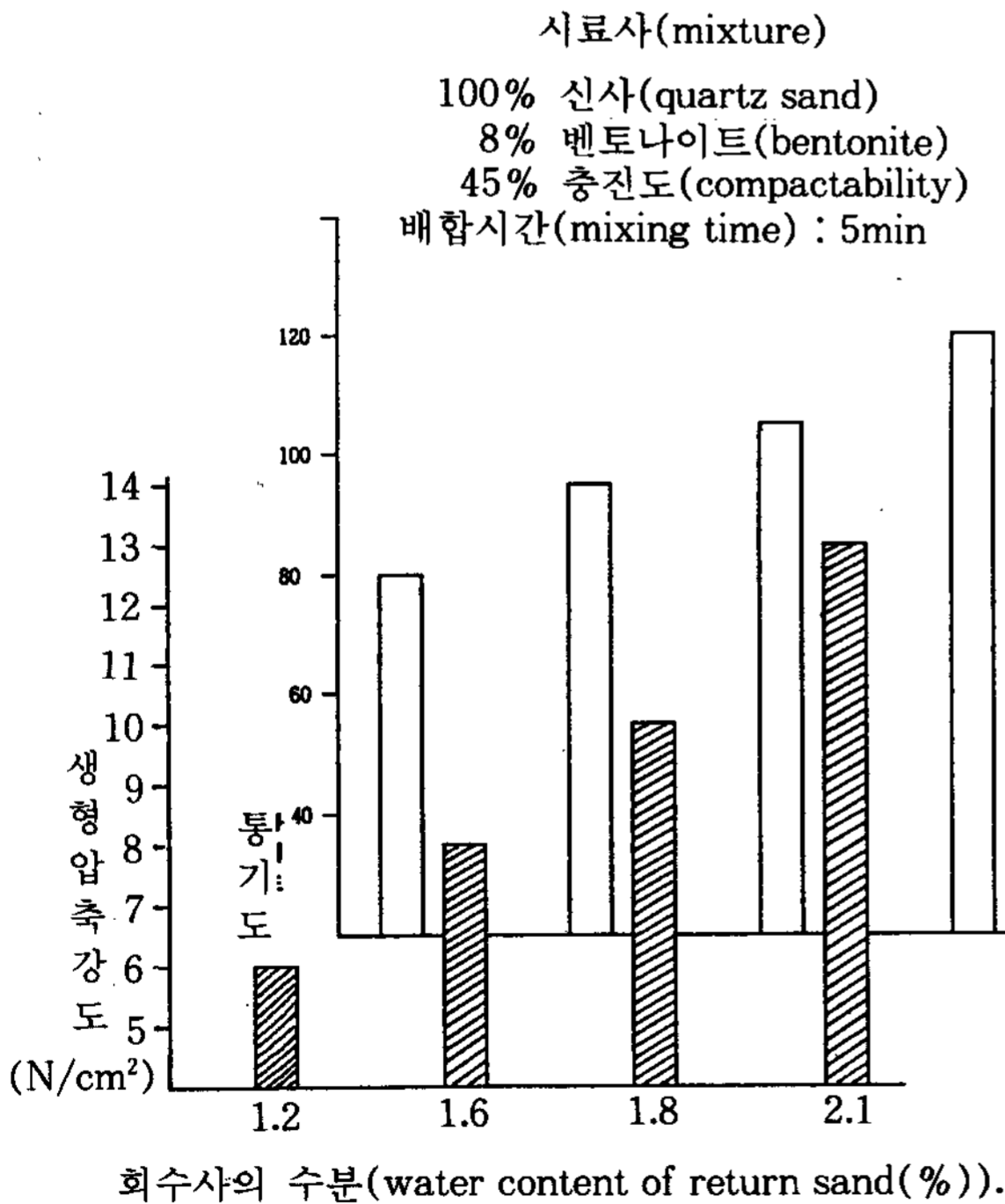


그림 4. 주물사 특성(생형압축강도, 통기도)에 회수사의 수분이 미치는 영향.

하게 집중되어 입혀지며 더욱 더 평평하게, 연속적으로 이 작업이 수행되어야 하며 결국 필요한 강도를 얻기 위해 최소한의 벤토나이트(점결제) 양이 사용되어야 한다(그림 2).

모래입자 주위로 벤토나이트 층이 고르게 잘 분산될수록 배합사의 통기도는 증가한다. 왜냐하면 각각의 모래입자 사이에 벤토나이트 입자들에 의한 봉쇄가 적을 뿐 아니라 모래입자의 매끄러움의 정도가 향상되기 때문이다.

또한 회수사의 수분이 많으면 많을수록 배합 효율성은 향상된다. 그래서 결국 높은 통기도와 생형압축강도를 얻을 수 있다.

그림 5에서는 주물공장의 고속 배합믹서의 배합 사이클(cycle)을 보여주고 있다.

벤토나이트는 언제나 수분이 투입되고 난 후에 자체의 충분한 점결력을 행사하는 이유로 그림 5와 같은 경우에는 전체 배합시간의 25%만이 유효한 배합시간인 셈이다. 그래서 결국 불충분한 배합효율을 지닌 배합사를 받게 되는 것이다.

그래서 배합사의 품질을 향상시키기 위해서는 물의 투입시간을 줄이고, 배합사의 배출시간을 단축시켜 나가야 한다.

### 3. 배합믹서의 종류

현재 주물공장에서는 여러가지의 배합믹서가 사용되어지고 있다(그림 6).

그 중에서 잘 알려진 3가지 종류의 믹서는

- 1) 세로식 휠 믹서(저속)
- 2) 가로식 휠 믹서(고속)
- 3) 터빈 또는 고집적 배합믹서이다.

이상의 3가지 믹서들은 만약 충분한 배합시간과 용량 및 마력이 주어진다면, 모두 생형사 배합에 적합하나 배합은 상당한 에너지를 필요하게 되는데 배합효율은 대략 믹서의 마력, 배합시간 그리고 처리되는 모래량에 의해 결정된다.

일반적으로 주물공장에서 또는 크게 두가지로 분류된다.

- 1) 고속 배합믹서
- 2) 저속 배합믹서

저속 배합믹서는 고속 믹서보다 같은 에너지량 소모시에 더 높은 강도치를 나타낸다.

반면에 배합시간은 고속 믹서가 상당히 짧다. 그래서 요즘 이 고속 믹서가 점점 더 많이 사용

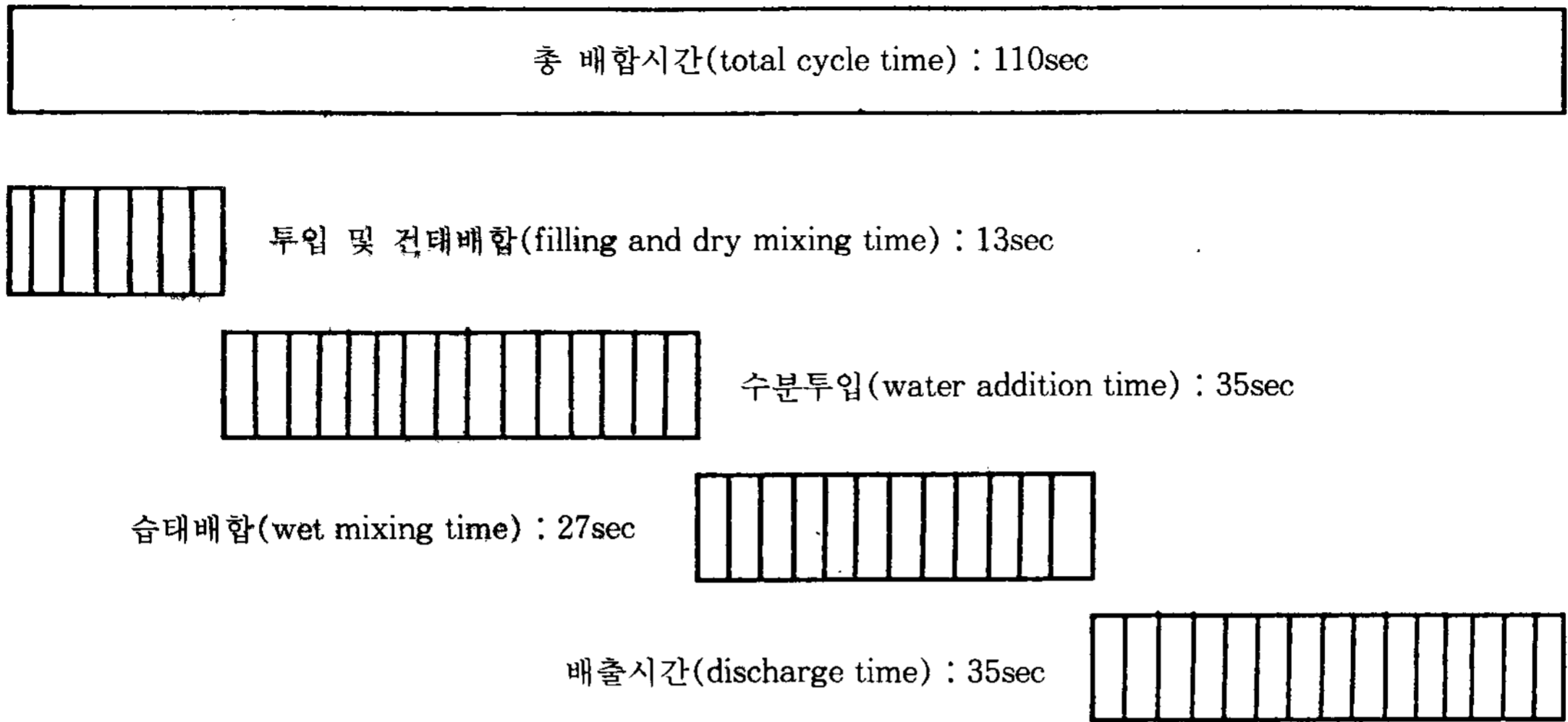


그림 5. 고속배합믹서에서의 배합 사이클 도표.

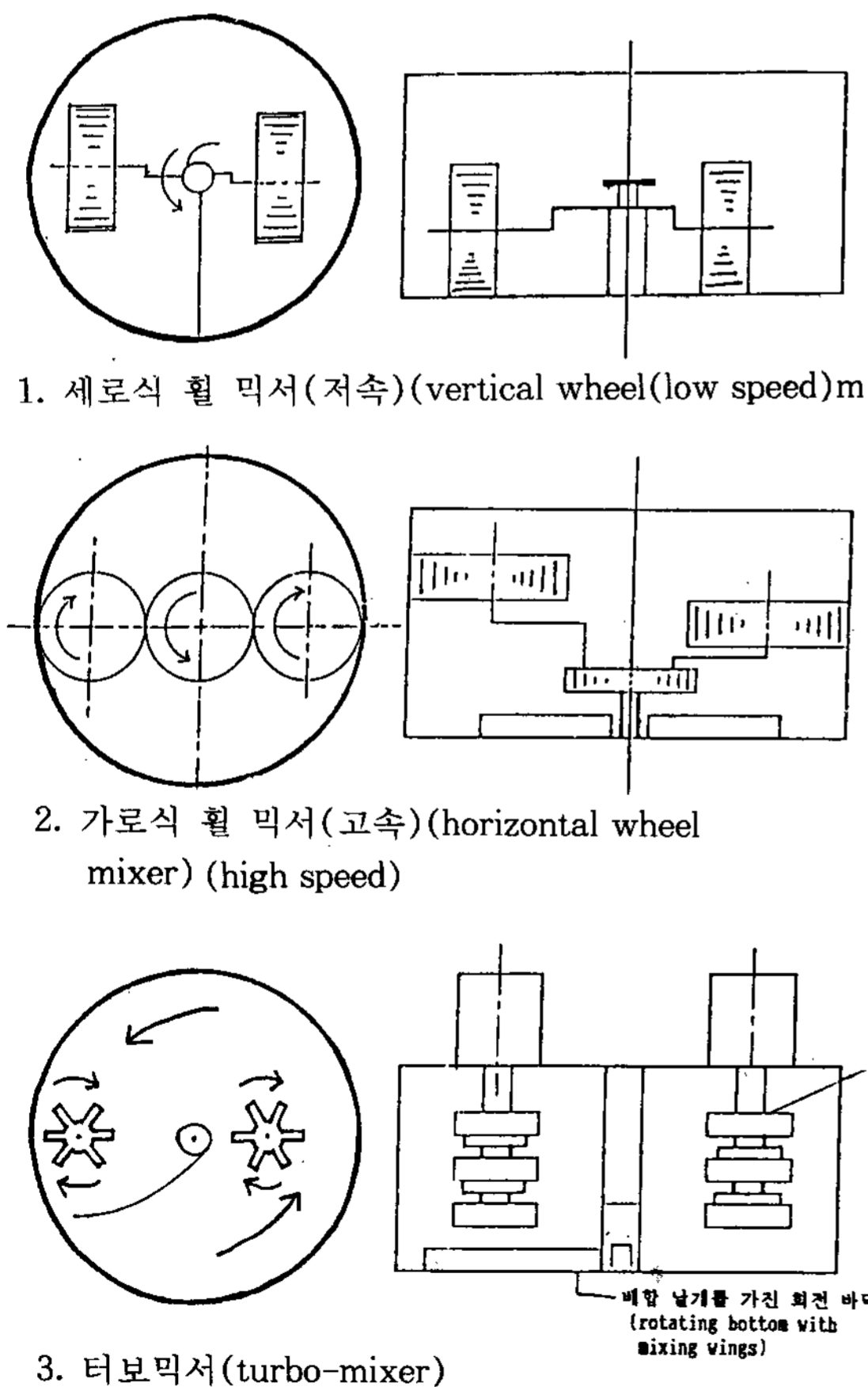


그림 6. 배합믹서의 종류.

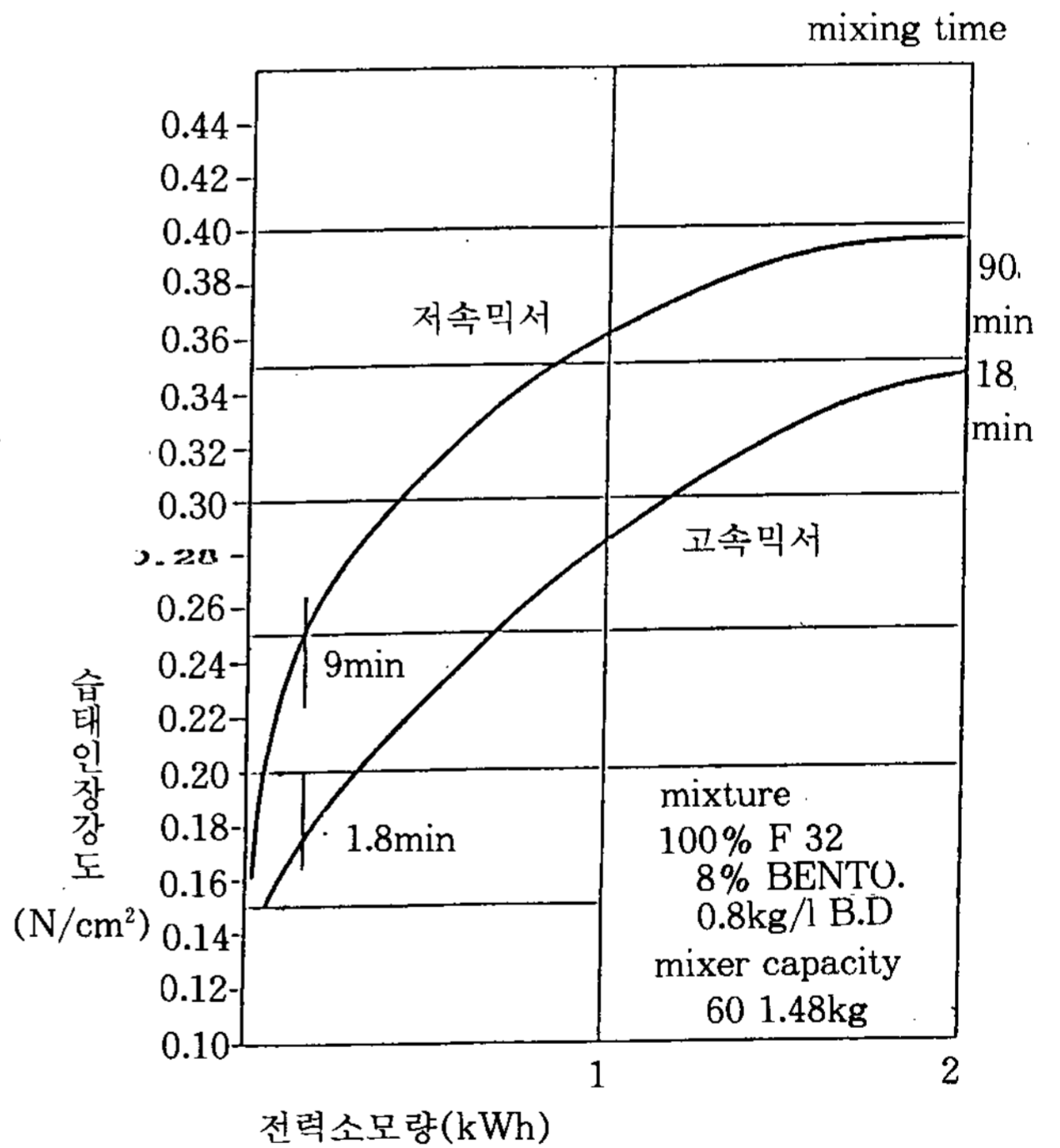


그림 7. 두개의 서로 다른 믹서에서 주물사의 배합에 필요한 시간과 전력소모량.

되어 지고 있다.

주물사 배합용량은 주물공장 즉 조형공정에 맞춰져야 한다. 이것은 분명히 중요한 조건임에도 불구하고 많은 주물공장이 불충분한 배합용량으

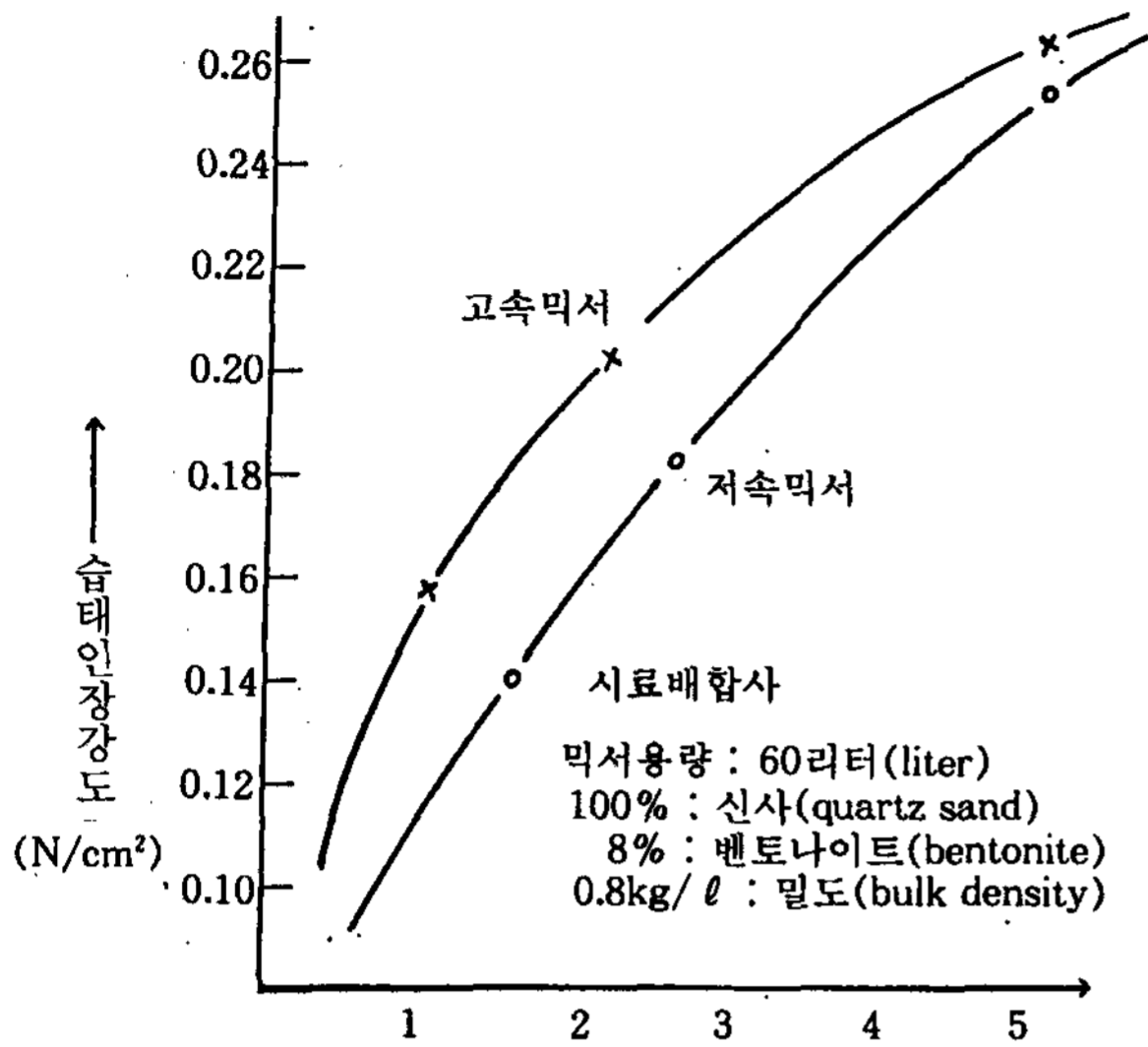


그림 8. 서로 다른 믹서의 배합시간과 습태인장강도값과의 관계.

로 배합시간을 단축하여 비효율적인 배합사로서 작업하고 있는 것을 볼 수 있었다.

그래서 요구되는 주물사 강도를 얻기 위하여 점결제 및 첨가제의 사용량은 증가시켜 전 주물사내에 평형이 깨져, 미분의 함량을 축적시킴으로써 결국 여분의 수분을 요구하게 되며 결국 주물의 거친 표면결합, 소착 그리고 핀홀 같은 불량 발생위험을 안게 되는 것이다.

#### 4. 첨가제의 첨가순서

첨가제의 올바른 투입순서는 우선 벤토나이트는 좋은 강도를 얻기 위해 수분이 있는 축축한 상태의 모래에 투입되어야 한다(그림 9).

서로 다른 크기의 건조된 물질의 배합은 순간적으로 서로간의 분리만을 초래할 것이다. 건조 상태에서 첨가제의 배합상 또다른 문제점은 점결제(벤토나이트)나 씨콜이 믹서의 바닥이나 주위에 모여 있게 되어 수분이 투입되면 이러한 미분들이 응집하여 결국 높은 수분함량과 휘발분을 함유하는 작은 덩어리를 형성하여 주물불량을 일으킬 수 있다.

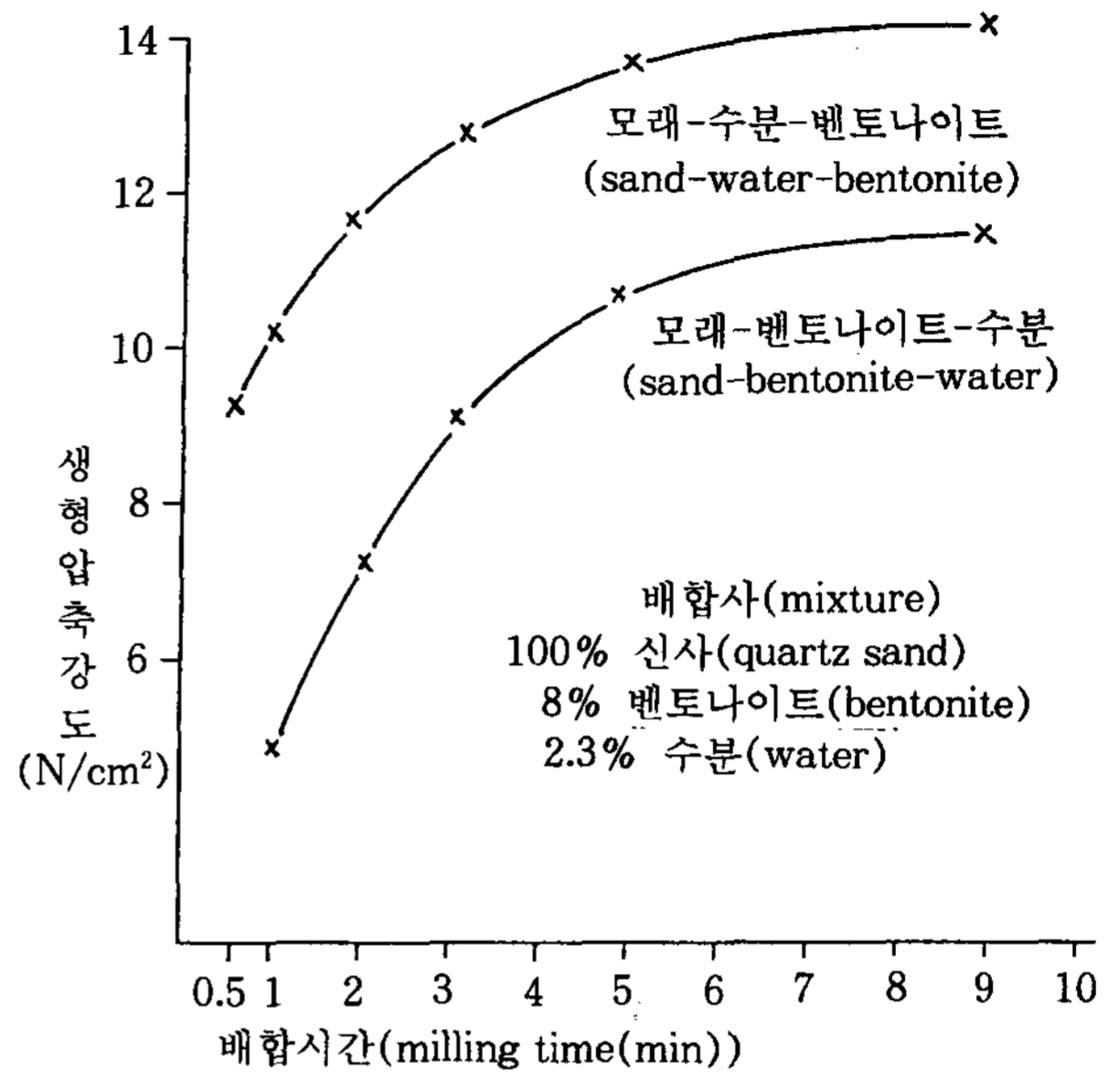


그림 9. 첨가제 투입순서가 주물사 특성에 미치는 영향.

#### 5. 주물사의 과배합

믹서 제조사로부터의 자료나 안내책자에 의하면 배합시간이 증가함에 따라 생형압축강도가 증가하다가 다시 떨어지는 그래프가 있을 것이다. 이러한 그래프는 장시간 배합시 주물사의 충전도를 일정하게 유지하지 못했을 때 얻어지는 그래프인 것이다. 그래서 충전도를 일정하게 유지하면서 배합시간을 증가할 때에는 그림 10에서와 같이 생형강도가 증가됨을 볼 수 있다. 그러나 8~10시간 동안 배합을 한 경우에는 습태인장강도가 떨어지는 경우를 볼 수 있는데 이는 장시간 배합으로 인한 주물사 입형의 파괴에 따른 것이다.

#### 6. 첨가제 투입기구

용해금속을 생형주형에 주입하였을 때에는 아래와 같은 변화가 주물사내에서 일어난다.

- 1) 약간의 수분의 증발
- 2) 약간의 씨콜의 분해
- 3) 약간의 벤토나이트가 점결력을 잃을 정도까지 가열됨

이러한 모든 소모된 재료들은 투입장치에 의해 새로운 첨가제에 의해 교체되어야 한다. 부피 조

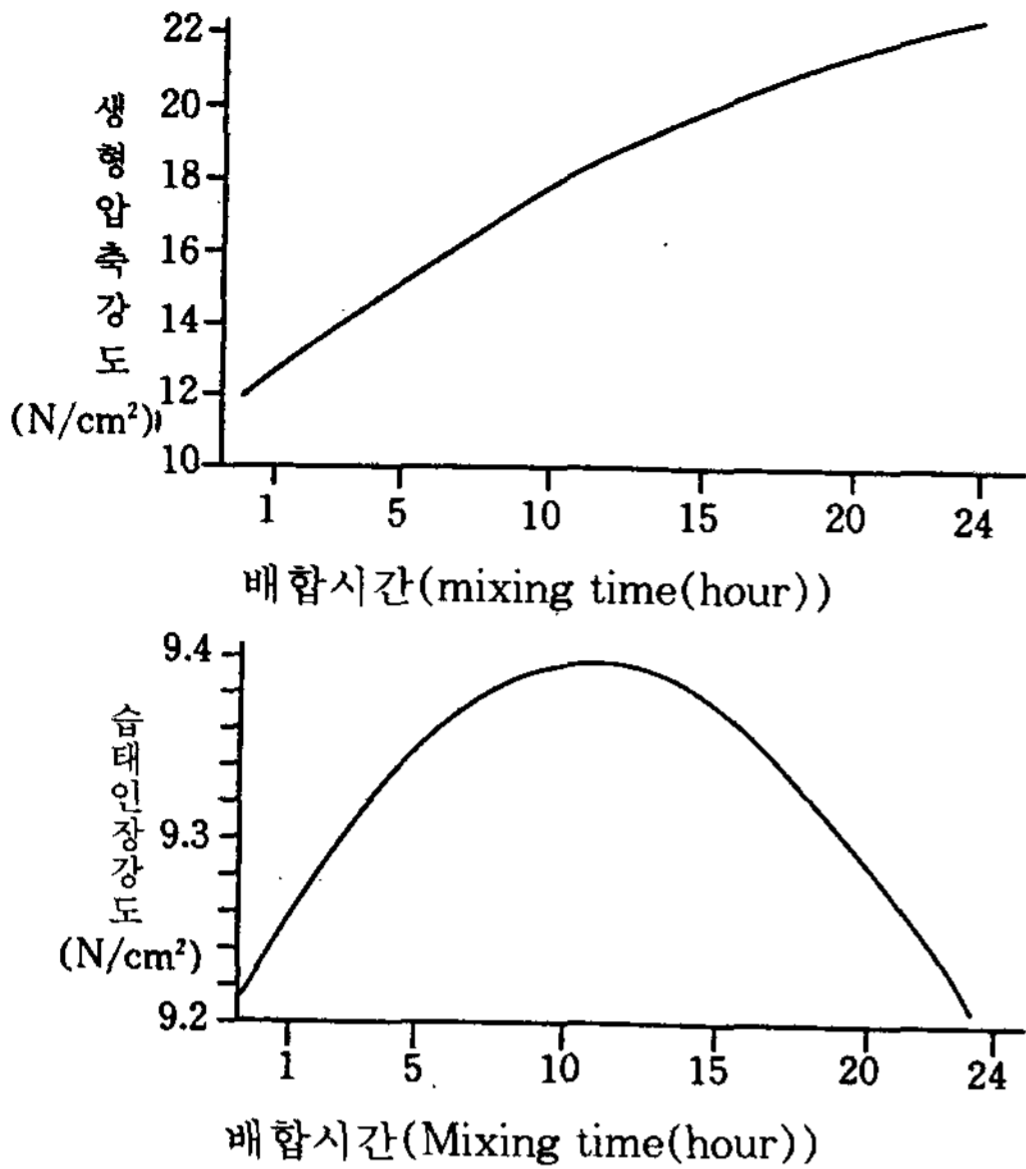


그림 10. 장시간 배합시험.

절식 투입장치는 정확하지 않다. 왜냐하면 회수사의 겉보기 밀도가 수분함량에 따라 1.0~1.1kg/liter까지 유동적이며 역시 벤토나이트나 씨콜 또한 수분, 입도상태, 저장기간 동안의 충전상태에 따라 가변적이기 때문이다.

새로 만들어진 벤토나이트의 경우 겉보기 밀도는 720g/liter이지만 3주 동안 사일로에 저장한 후에는 900g/liter까지 증가할 수 있다. 즉 25% 정도의 오차가 발생할 수 있는 것이다.

그래서 항상 일정한 주물사 상태를 얻기 위해서는 각 첨가제의 투입시 정확히 무게를 제어 중량단위로 투입되어야 한다.

### 7. 고온의 주물사 문제점

만약 주물사가 고온이 되면 그림 11과 같이 주물사로부터 수분이 증발할 뿐만 아니라 수분관리 또한 더욱 어렵게 된다. 역시 고온의 주물사는 어떤 특정 충전도를 얻기 위해서는 더 많은 수분을 요구하게 되며, 또한 주물사의 온도가 증가함으로써 그림 12와 같이 생형강도치는 떨어지게 된다.

고온의 주물사는 온도를 저하시켜야 한다. 주물사 온도저하장치(sand cooler)의 유무(有無)에 따른 주물사 온도변화는 그림 13에서 설명되

어진다.

건조상태에서의 회수사는 배합이 더욱 어렵게 된다. 즉 회수사가 건조하면 할수록 생형사의 강도치는 떨어진다(그림 14).

만약 회수사에 수분을 투입하여 배합조업전에 약간의 시간동안 휴식을 취해두면 그림 13, 14와 같이 고품질의 주물사 상태를 얻을 수 있다. 그리고 주물사가 휴식해야 할 시간은 30분 이상이면 적절하다.

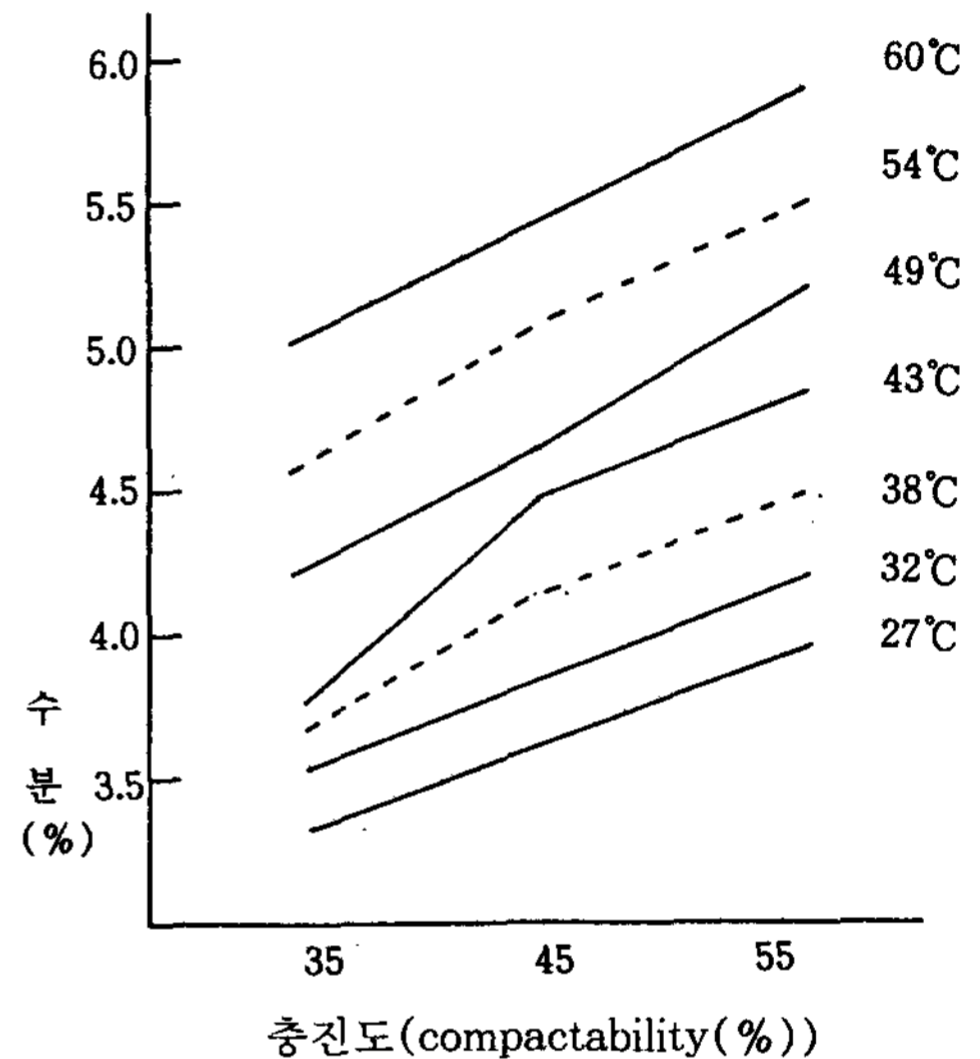


그림 11. 주물사 온도와 수분 필요량과의 관계.

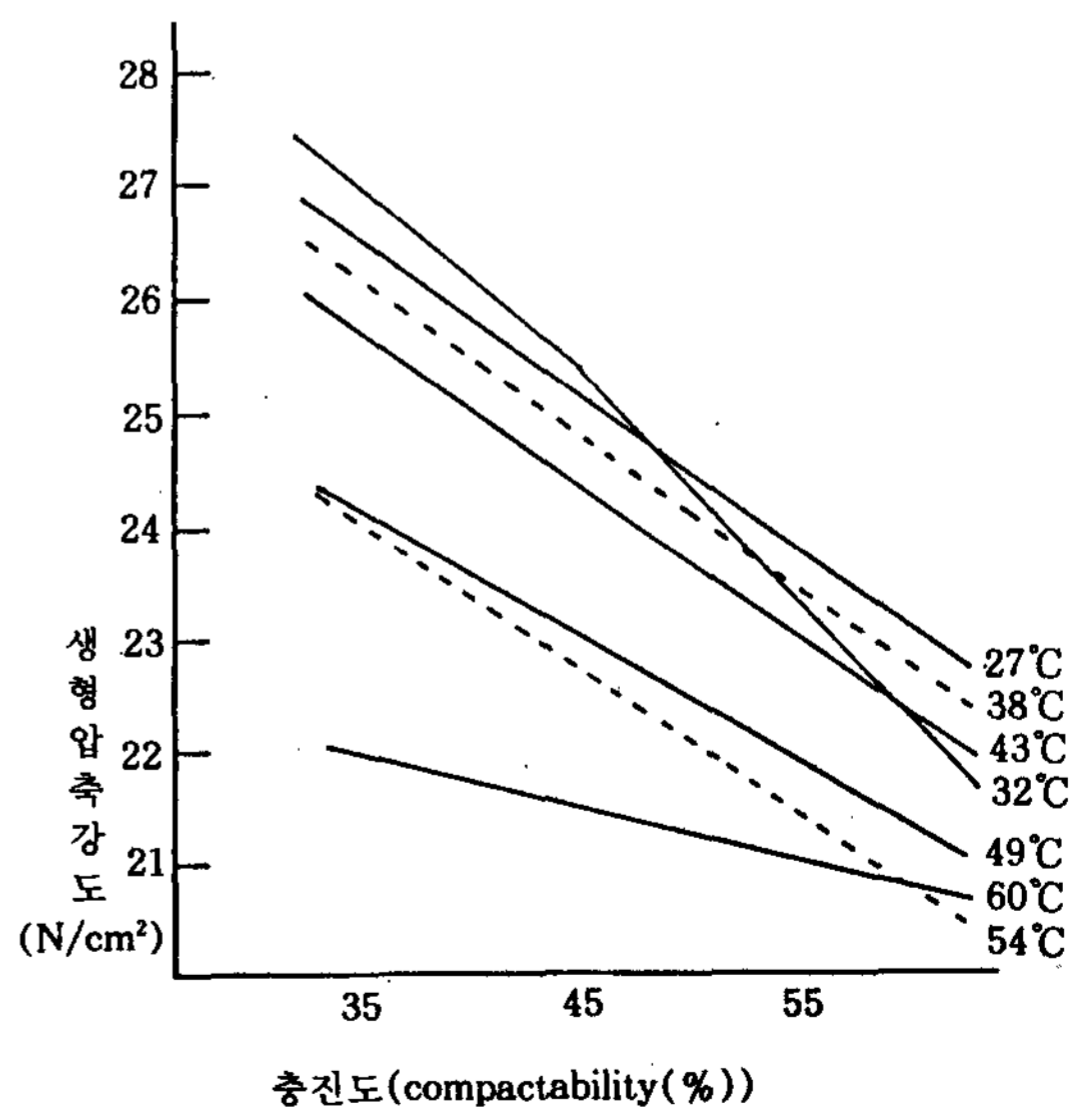


그림 12. 생형압축강도에 미치는 주물사 온도의 변화.

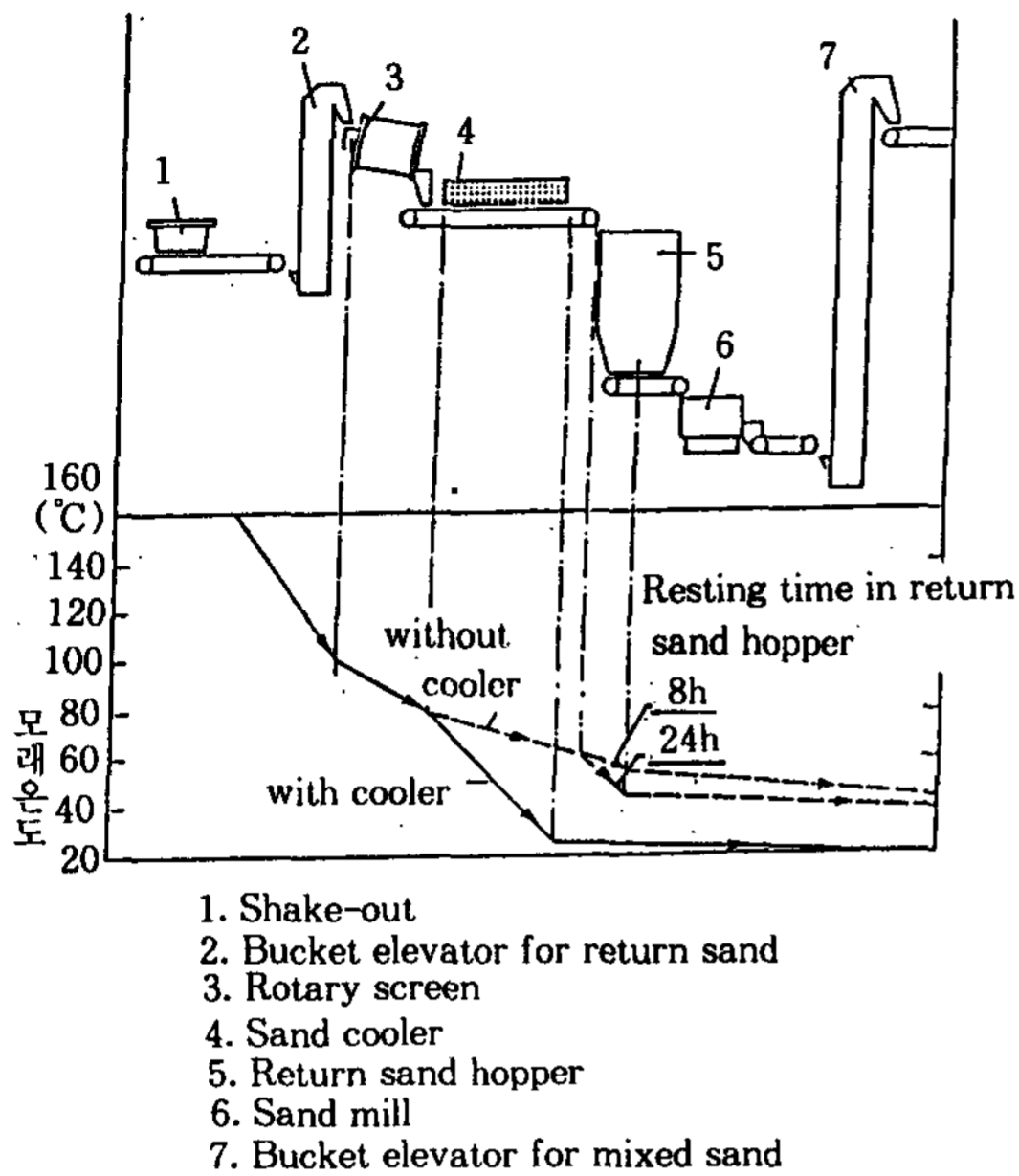


그림 13. 주물사 냉각장치(sand cooler)의 유무에 따른 주물사 온도변화.

배합사(system sand)  
 활성 점토분(active clay) : 9%,  
 충전도(compactability) : 45%  
 터보 믹서에서 배합시간 : 45초(mixing time 45sec. in turbo mixer).

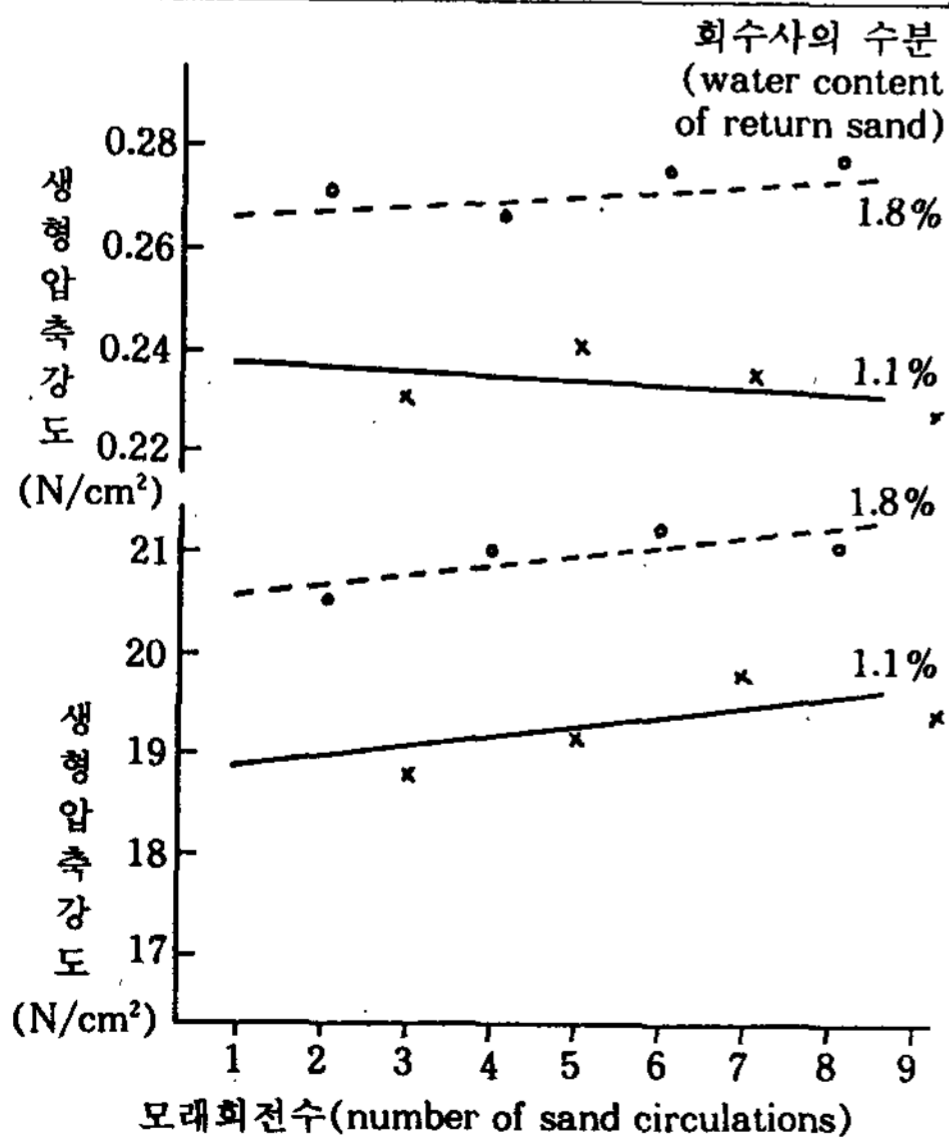


그림 14. 모래 회전수와 잔유 수분이 주물사 특성에 미치는 영향.

### 8. 회수사 저장 사일로

배합믹서 그 자체는 모든 주물사를 균일화할 수 없다. 어떤 조건 아래에서는 심각한 변동이 주물사내에서 일어날 수 있기 때문이다. 용탕이

회수사에 2%의 수분을 투입후 배합조업 전에 아래와 같이 휴식시간을 두었다.

2% water was added to return sand and then allowed to rest. before sand mixing commenced.

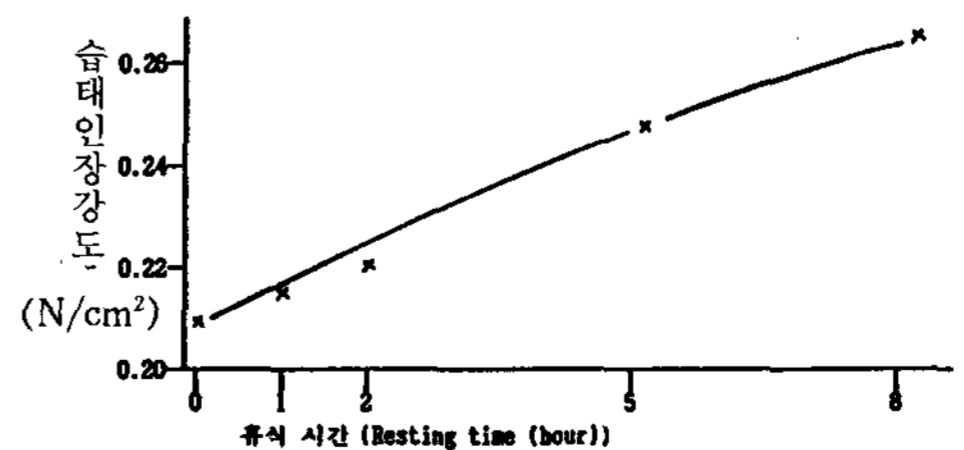
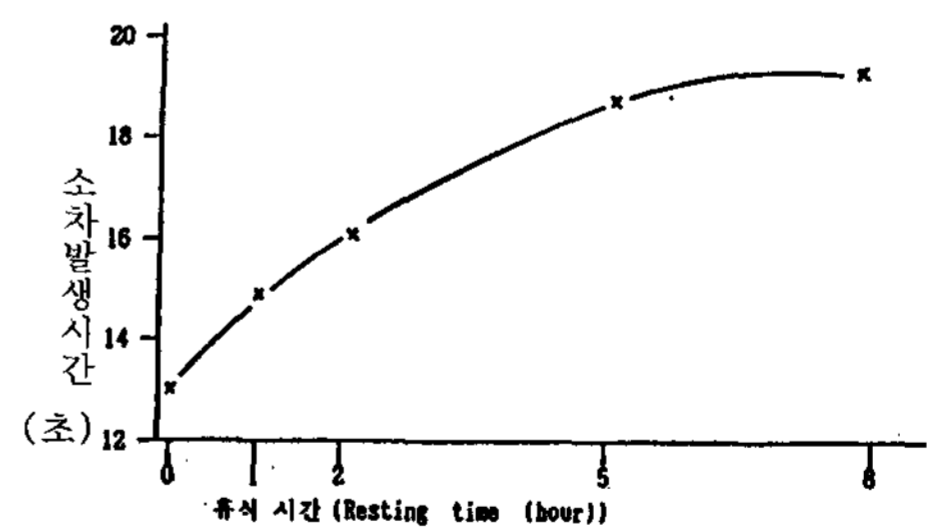
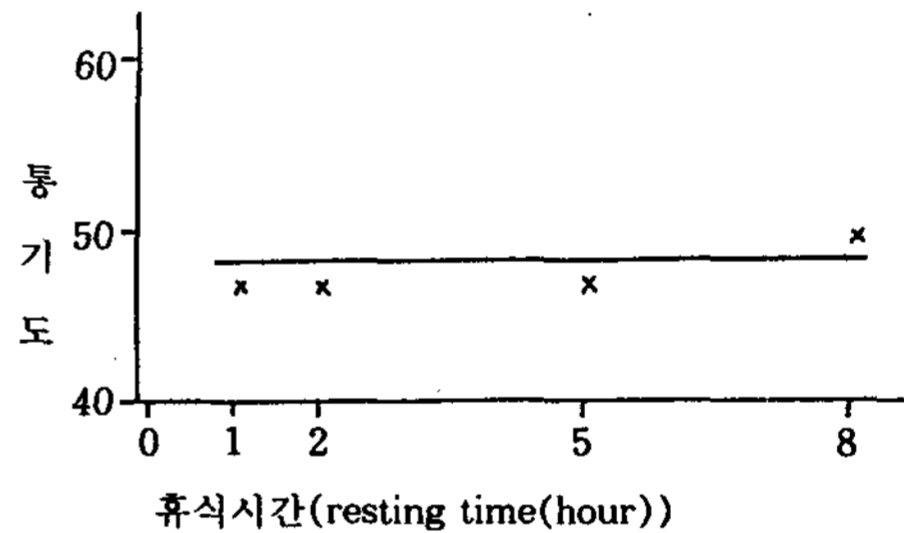
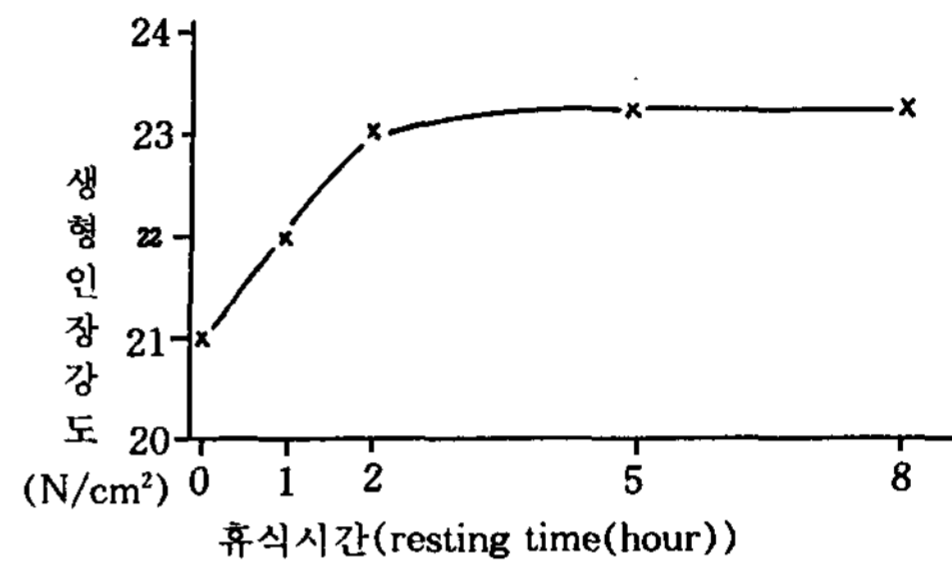


그림 15. 주물사 특성에 회수사의 휴식시간이 미치는 영향.

주입되지 않은 빈 주형이나 아주 큰 중자가 든 용탕이 주입된 주형과 같이 생산제품의 변화에 따라 주물사 조건이나 상태가 크게 변할 수 있기 때문이다.

이와 같은 회수사는 전 주물사 상태를 균일하게 하기 위해서는 각각 서로 다른 벤토나이트 첨가량이 필요하게 된다. 그러나 실제 조업에 있어서는 이렇게 하기가 쉬운 일이 아니다.

또한 아주 큰 회수사 호퍼라도 그림 16과 같이 호퍼내의 투입순서에 따라 그대로 배출되므로 주물사 상태의 유동성을 보완하기에는 불충분하다.

그래서 이 문제는 2개 또는 그 이상의 저장 호퍼를 이용한 저장법으로 개선할 수 있다. 즉 회수사의 호퍼 저장은 각각 하고 회수사를 각 호퍼에서 동시에 배출하면 이 회수사 자체의 배합 효과를 얻을 수 있기 때문이다(그림 17).

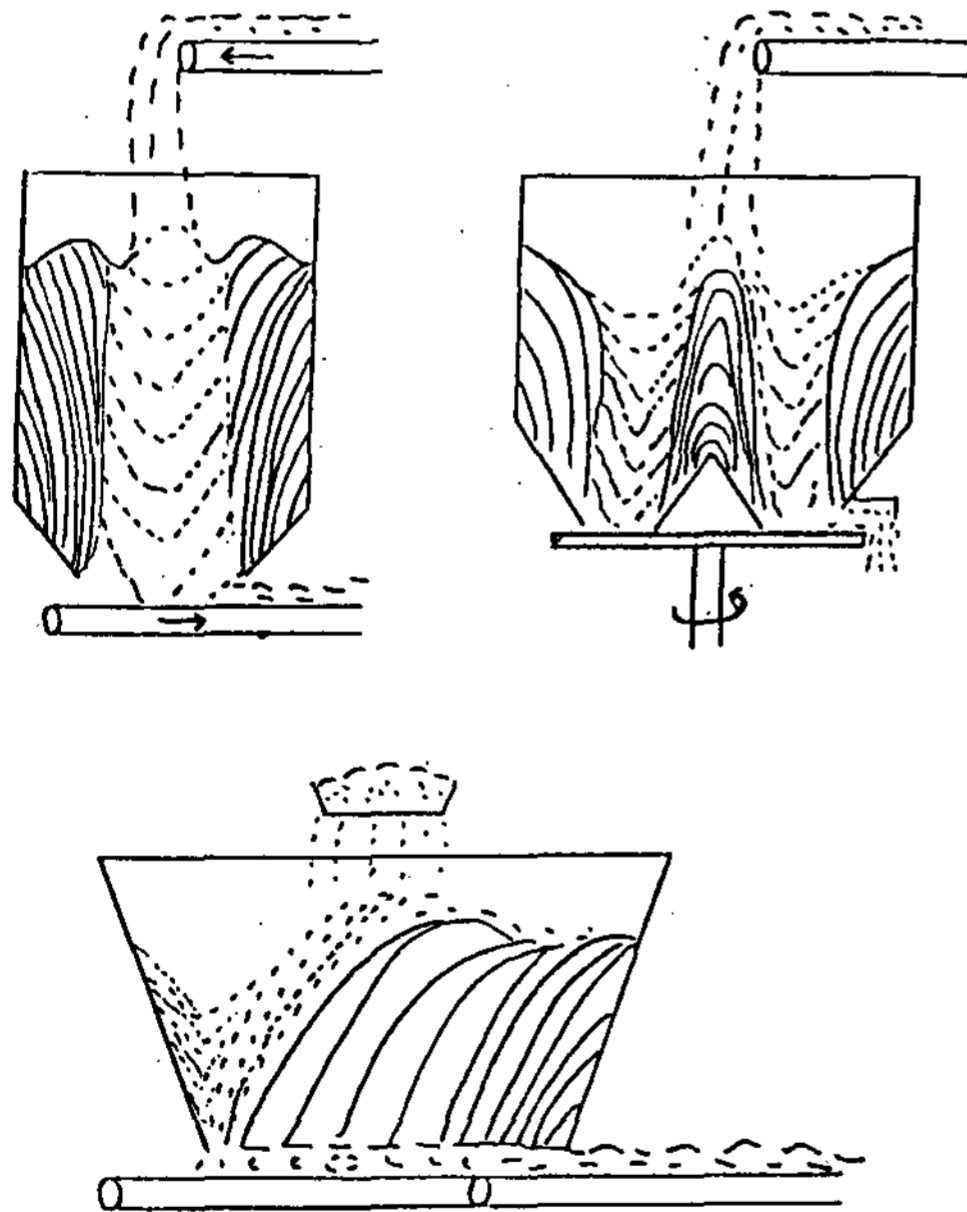
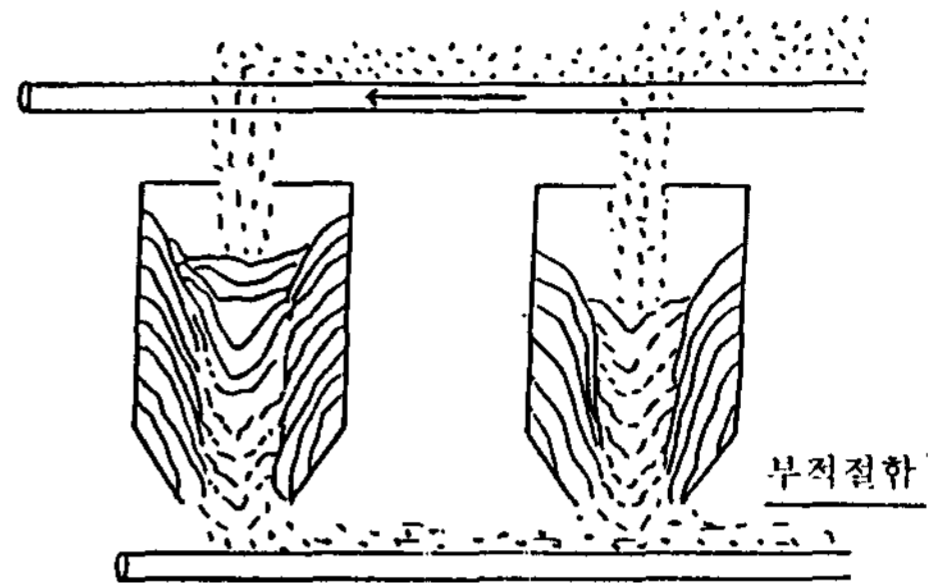


그림 16. 적절한 회수사 저장과 투입 및 배출방법.

(A) 동시투입(together in) 동시배출(together out)



(B) 각각투입(separately in) 동시배출(together out)

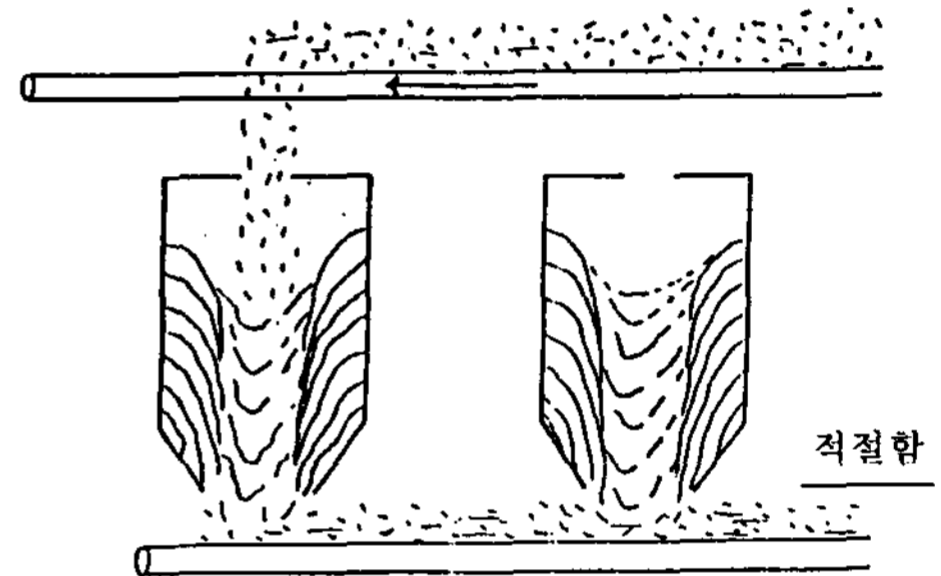


그림 17. 회수사의 적절한 저장법.

### 9. 결 론

양질의 주물사를 얻기 위해서는 아래와 같은 점을 주의하여야 한다.

- 1) 투입순서 : 수분투입 후 벤토나이트 투입
- 2) 배합시간 : 수분투입을 가능한 빨리 하여야 한다(실제 효과적인 배합시간은 수분투입 후 이기 때문).
- 3) 회수사를 호퍼에 저장하기 전 적당한 수분이 있어야 한다.
- 4) 주물사의 냉각조업은 벤토나이트의 분리와 손실을 막기 위해 수분이 있는 상태에서 이루어져야 한다.
- 5) 적절한 저장법으로 회수사는 균일성을 유지하여야 한다.