

# 서중콘크리트 생산 및 관리계획



경기도 화성시 향남읍 행정리 2-6  
031)353-8400~3  
남성레미콘(주)

## 목 차

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| 1. 서론 .....                                     | 1  |
| 2. 서중 환경의 콘크리트 정의 .....                         | 1  |
| 2.1 적용범위 .....                                  | 1  |
| 2.2 우리나라의 계략적인 값 .....                          | 1  |
| 3. 서중환경하에서의 콘크리트 성질 .....                       | 2  |
| 3.1 수화반응에 미치는 온도 및 수분의 영향 .....                 | 2  |
| 3.2 콘크리트의 제성질 변화 .....                          | 3  |
| 4. 재료관리 .....                                   | 7  |
| 4.1 일반사항 .....                                  | 7  |
| 4.2 대책 .....                                    | 8  |
| 5. 배합관리 .....                                   | 11 |
| 5.1 일반사항 .....                                  | 11 |
| 5.2 대책 .....                                    | 11 |
| 6. 콘크리트 제조관리 방안 .....                           | 11 |
| 6.1 믹싱 및 표면수율 관리 .....                          | 11 |
| 6.2 믹서 및 제조설비 .....                             | 11 |
| 6.3 계량관리 및 설비관리 .....                           | 12 |
| 7. 운반계획 및 관리 .....                              | 12 |
| 7.1 운반시간 .....                                  | 12 |
| 7.2 운반차관리 .....                                 | 12 |
| 8. 콘크리트 온도관리 .....                              | 12 |
| 8.1 비빔과 현장 도착 시점에서의 온도 .....                    | 12 |
| 8.2 재료의 온도에 따른 콘크리트 온도의 이론적 관계 .....            | 13 |
| 8.3 대기온도를 감안한 실 비빔에 따른 콘크리트 온도 측정치 .....        | 13 |
| 8.4 대기온도를 감안한 이론치와 실 비빔에 따른 콘크리트온도 측정치 비교 ..... | 13 |

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| 9. 운반에 따른 온도변화 관리 .....                                     | 13 |
| 9.1 운반차 적재후 시간경과에 따른 온도 변화 측정치 .....                        | 13 |
| 9.2 대기온도 30℃일 때 이론에 의한 운반중 온도변화 및 실측정치에 의한<br>온도변화 비교 ..... | 13 |
| 10. 현장에서의 콘크리트 타설시 유의사항 .....                               | 14 |
| 11. 타설 후 양생시 유의사항 .....                                     | 14 |
| 12. 거푸집 및 동바리(받침기둥) 떼어내기시 유의사항 .....                        | 14 |
| 13. 품질관리 .....                                              | 15 |
| 13.1 서중콘크리트의 품질관리 및 검사 .....                                | 15 |
| 13.2 기타 .....                                               | 15 |
| 14. 참고문헌 .....                                              | 16 |

## 서중 콘크리트 생산 및 관리 계획

### 1. 서론

서중콘크리트 시공에 있어서는 기온의 상승에 따라 콘크리트 온도가 높아져 운반중의 슬럼프의 저하, 연행공기량의 감소, 콜드 조인트(Cold joint)의 발생, 표면 수분의 급격한 증발에 의한 균열의 발생, 온도균열의 발생등 위험성이 증가한다. 그러므로 콘크리트 시공시 콘크리트의 온도의 상승을 억제시킬 수 있도록 재료의 취급, 비비기, 운반, 치기 및 양생 등에 대하여 학술적으로 검토하여, 남성레미콘의 서중 콘크리트 생산 및 관리계획, 현장관리의 적절한 대책을 제시하고자 한다.

### 2. 서중 환경의 콘크리트 정의

#### 2.1 적용 범위

- 1) 건축공사 표준시방서('08년)05000(철근콘크리트 공사) 05030(서중콘크리트 공사)의 정의
  - 서중콘크리트는 일 평균 기온이 25℃ 또는 최고온도가 30℃를 초과하는 경우에 적용한다.
- 2) 콘크리트 표준시방서('09년) 제9장 서중콘크리트의 정의
  - 서중콘크리트로서 시공해야할 시기는 일률적으로 정하기는 곤란하나, 일 평균 기온이 25℃ 또는 최고온도가 30℃를 초과하는 시기에 시공할 경우에는 일반적으로 서중콘크리트로서 시공할 수 있도록 준비해야 한다.
- 3) 일본건축학회의 서중콘크리트 정의
  - 비빔, 운반 및 부어넣기의 각공정, 또한 부어넣기 후 콘크리트가 소요의 품질에 달할 때까지의 기간 중, 고온에 의한 악영향이 예상되어지는 기간으로 하고 있다. 이때, 평균기온을 예상하는 경우에는 월평균기온이 아니고 일별 평할 평년치를 이용하는 것으로 한다. 일별 평할 평년치는 일별 평년치 15일 단위의 단순 이동 평균으로 구한 값으로, 예로 8월1일~15일간의 매일의 값을 합계하여 15로 나눈 값을 그간의 중앙에 해당하는 8월8일 값으로 하도록 하고 있다.

#### 2.2 우리나라의 계략적인 값(30년간을 평균한 기상청 자료부터 구하면 표1 및 그림1,2와 같다)

표1. 서중콘크리트의 적용을 받는 기간

| 지역 구분 |    | 기간(월/일-월/일) | 일  |
|-------|----|-------------|----|
| 경기도   | 서울 | 7/18-8/22   | 35 |
|       | 인천 | 7/24-8/18   | 25 |
|       | 수원 | 7/19-8/19   | 31 |
|       | 양평 | 7/26-8/14   | 19 |
|       | 이천 | 7/20-8/15   | 26 |
| 충청남도  | 서산 | 7/20-8/19   | 30 |
|       | 온양 | 7/19/8/20   | 32 |

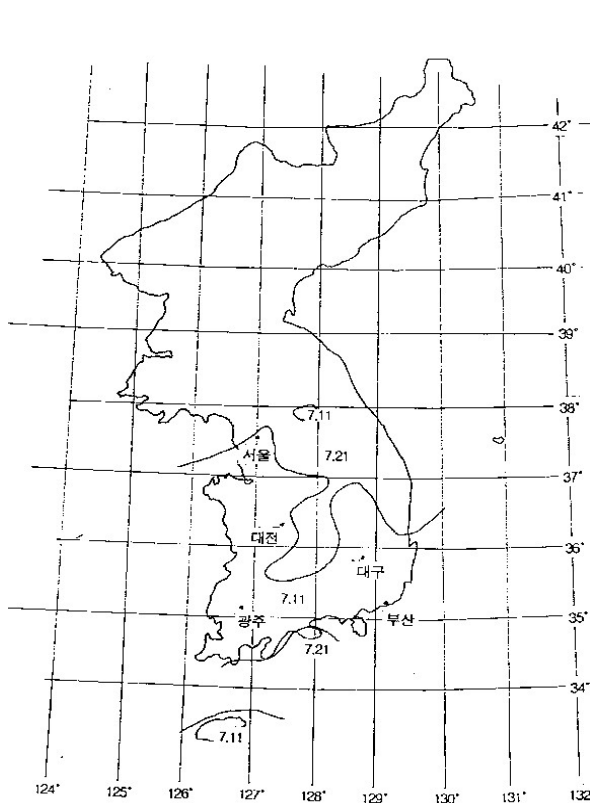


그림1. 서중콘크리트 적용기간의 시작일

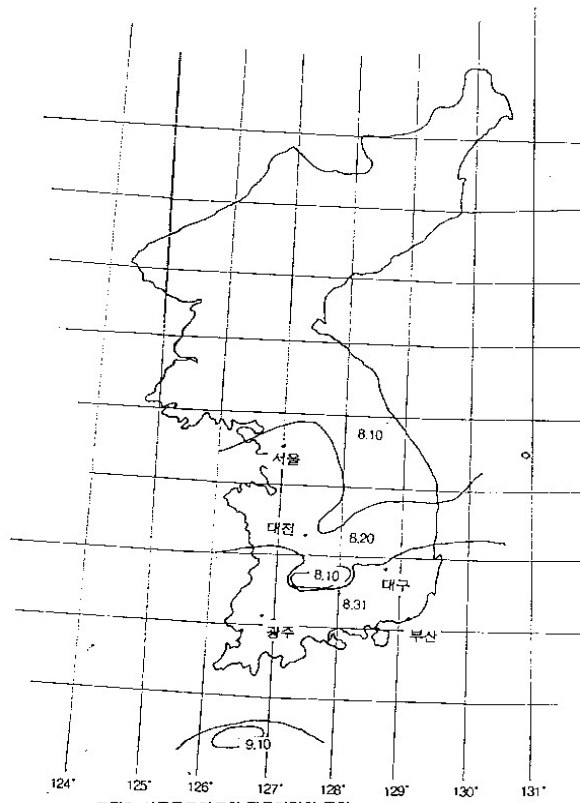


그림2. 서중콘크리트의 적용기간의 종일

단, 25℃를 넘는 기온에 저 습도, 강풍, 일사 등의 어느 것과 서로 조합되어지는 경우는 부어넣기 및 그 후의 양생에 있어서 악영향이 발생하기 쉬우므로 시공계획을 세울 때는 충분히 고려해야 한다.

### 3. 서중환경 하에서의 콘크리트의 성질

#### 3.1 수화반응에 미치는 온도 및 수분의 영향

콘크리트 혼합시 물을 넣은 후 복잡한 과정으로 진행되는 시멘트의 수화반응은 화학반응에 기본을 두고 있기 때문에 수화반응의 진행이나 수화생성물의 물성에는 특히, 수화반응시의 온도나 수분이 중요하게 관여된다.

일반적으로 수화반응은 그림3과 같이 온도가 높을수록 촉진되어 수화단계에서의 수화율은 크게 된다. 그러나 장기간 경과후의 수화율은 그림4,5와 같이 고온일수록 작게 되어 결국 장기강도는 저하하게 된다.

또한 양생기간중의 수분의 공급이 충분하지 못하면 그림6 및 7과 같이 수화반응 진행이 지장을 받게되어 결국은 모세관 공극의 크기가 커지므로써 역시 강도는 저하하는 원인이 되는 것이다.

결국 온도와 수분에 따라 시멘트의 수화반응이나 경화체의 구조조직에 커다란 차이를 나타나게 되므

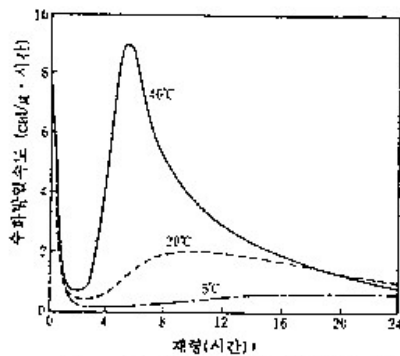


그림3. 1종 시멘트의 초기 발열 변화

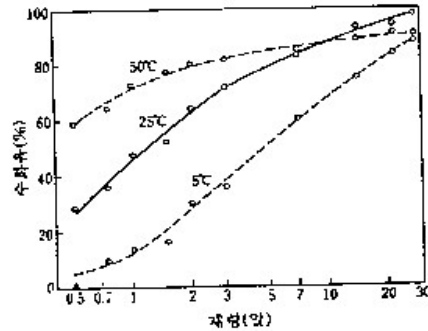


그림4. 1종시멘트중의 알리토의 수화속도 (물시멘트 57%)

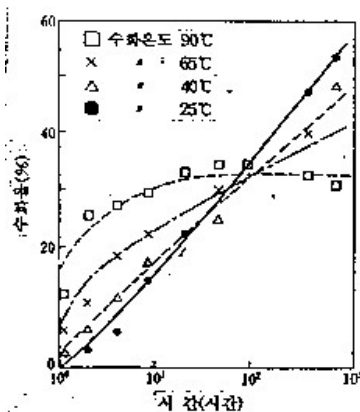


그림5. 0-1000시간에 있어서의 C3S의 수화율

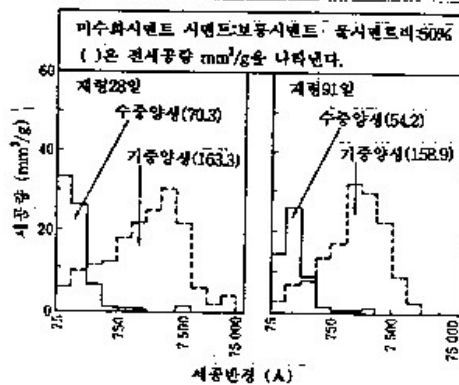


그림6. 양생별 페이스트 경화체의 세공경 분포

로 콘크리트의 응결 및 경화, 강도발현 및 내구성 등에 커다란 영향을 미친다.

### 3.2 콘크리트 제성질 변화

#### 1) 단위수량의 증대 및 공기량 감소

일반적으로 콘크리트의 비빔온도가 높을수록 그림 8과 같이 슬럼프가 저하되어 즉, 동일한 콘시스텐시의 콘크리트를 얻기 위하여 필요한 단위수량은 증가하게 된다. 이와 같이 고온에서 배합상 증대된 단위수량은 결국 콘크리트의 건조수축균열을 발생시키는 원인이 되고, 또한 콘크리트의 표층부에 밀실을 저하시켜, 투수, 동결융해저항성, 중성화, 염화물의 침투등 각종 콘크리트의 결함을 유발하는 원인으로 작용한다.

또한 콘크리트의 공기량은 비빔온도가 높을수록 그림9와 같이 연행공기량의 저하가 나타나며, 일반적으로 온도 10℃ 상승 시 공기 연행량은 2할 전후로 감소한다. 그러므로 콘크리트의 배합설계시에 AE제 첨가량을 늘려주어야 하는데, 만약 AE제 사용량을 늘리지 않고 레미콘을 출하하게 되면, 공기량 저하에

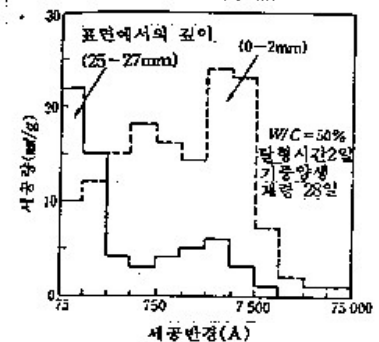


그림7. 기중양생 공시체의 표층부에 있어서 내부의 세공경 분포

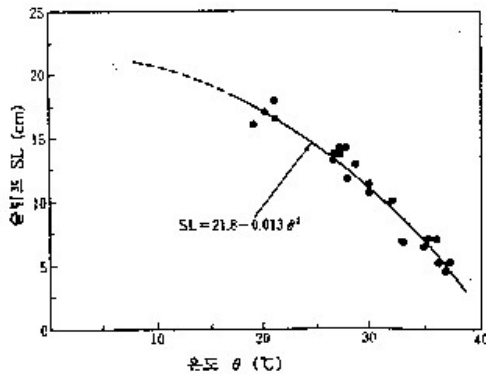


그림 8. 비빔시 온도와 슬럼프와의 관계

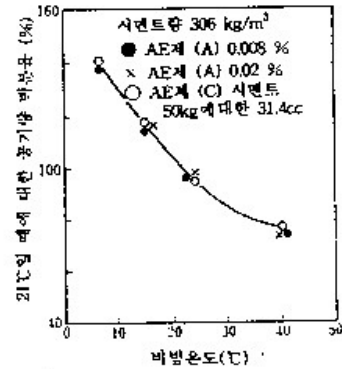


그림 9. 온도의 공기량에의 영향

반비례하여 강도는 증가할 수 있으나, 동결융해작용을 받는 구조물의 경우는 구조적 피해를 입게 된다.

## 2) 경과시간에 따른 슬럼프 저하 및 온도상승

콘크리트의 슬럼프는 온도가 높아질수록 시간경과에 따라 그림10 및 11과 같이 저하하게 되는데, 온도가 높을수록 슬럼프 손실이 커져 더욱 크게 저하된다. 이와 같은 슬럼프의 저하는 펌프 시공 시 펌퍼빌리티에 악영향을 주게 되고, 충전성에 악영향을 주며, 부어넣기 및 이어붓기등 각종 시공적인 결함을 일으키는 원인이 된다.

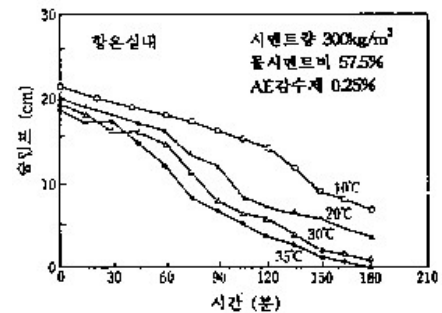


그림 10. 슬럼프의 경시변화 (항온실내실험)

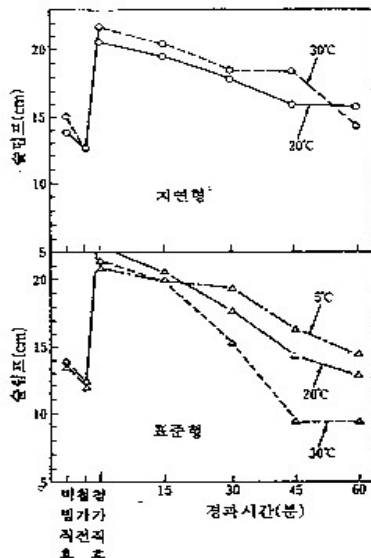


그림 11. 온도별 슬럼프의 경시변화  
(고유동화제)

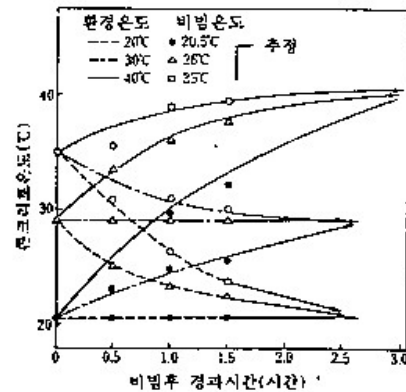


그림 12. 각 온도 조건하에서의 콘크리트 온도

또한 운반중 콘크리트의 온도는, 특히 외기온도가 운반중인 콘크리트보다 높은 경우에는, 그림12와 같이 콘크리트 온도를 상승시키는 작용을 하게 된다. 이와 같은 운반중의 온도상승은 콘크리트의 슬럼프 저하나 응결, 경화의 촉진에 영향을 미치게 된다.

## 3) 수분의 급격한 증발 및 블리딩 감소

습도가 일정한 경우 콘크리트 표면의 증발속도는 콘크리트의 온도가 높을수록 그림13과 같이 초기에

서 크게된다. 누적수분 총량 또한, 그림 14와 같이 온도가 높을수록 많음을 알 수 있다.

수분 증발량과 함께 온도가 높을수록 콘크리트 표면에서의 수분의 증발속도에 비해 블리딩 수의 상승 속도의 저하로 블리딩량이 그림15와 같이 감소하기 때문에, 특히 콘크리트 표층부에는 건조가 촉진되어 진다. 또한 아주 초기에서 표면만의 건조수축은 플라스틱 균열을 유발할 수도 있다.

결국 고온에 따른 수분의 급격한 증발, 블리딩 감소는 양생초기에서 건조에 의한 초기 균열을 쉽게 발생시킬 수 있고, 강도증진에도 영향을 미치게 된다.

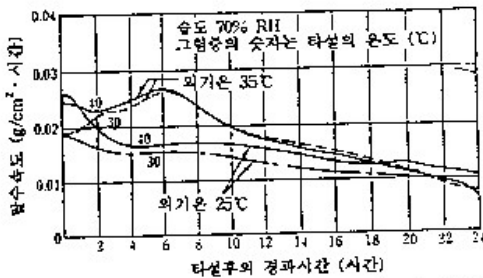


그림 13. 모르타르의 수분증발속도의 경시변화

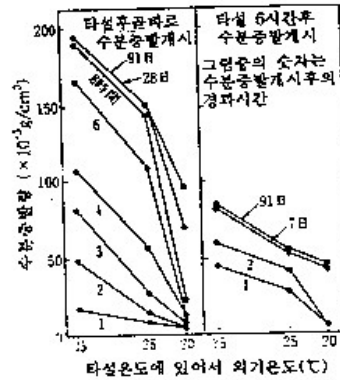


그림 14. 콘크리트 표층부를 상징한 모르타르의 온도별 수분증발량

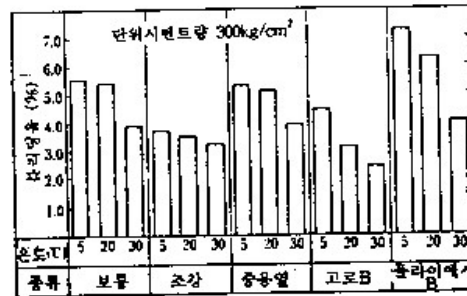


그림 15. 각종시멘트, 온도별의 블리딩율(%)

#### 4) 부어넣은 후 초기의 콘크리트온도 변화

구조체에 콘크리트를 부어 넣었을 때 초기의 외기온도변동은 부어넣은 콘크리트의 표층부와 중심부간에 그림16과 같은 온도차를 발생시킨다. 또한 부어넣은 콘크리트의 중심부에도 그림17과 같이 온도변화를 일으키는데, 부어넣은 온도가 높을수록 초기시간에 온도변화가 크게 발생하며, 이러한 경향은 매스콘크리트화 할수록 크다. 이러한 온도차는 균열의 원인이 되며, 통상 콘크리트 내·외부의 온도차가 20℃ 정도일 때 온도균열의 위험성을 내포한다.

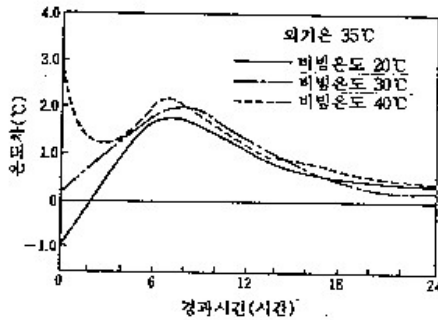


그림16. 표층부와 중심부의 온도차

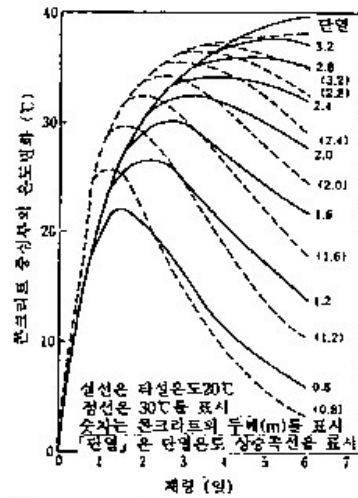


그림17. 두께 0.8~3.2 m 의 콘크리트중심에서의 온도변화 (계산치)

### 5) 응결 경화의 촉진

일반적으로 그림18과 같이 온도가 높을수록 시멘트의 수화반응은 촉진되어지고 응결 경화는 빨라진다. 이와 같은 문제는 특히 콘크리트의 이어붓기 시공 시 이를 고려하지 않으면, 먼저 부어넣은 콘크리트와 나중에 부어넣은 콘크리트간에 일체성을 잃어 콜드조인트라고 불리는 불량이음부가 생길 위험성이 있다.

또한 응결경화의 촉진은 수분의 급격한 증발과 함께 작용되어 잘못하면 마감시간을 놓치거나, 마감작업을 어렵게 할 수도 있다.

### 6) 초기강도의 촉진과 장기강도 증진성의 저하

서중환경에 있어 콘크리트의 양생온도가 높을수록 초기의 시멘트 수화반응은 크게 촉진되어, 초기재령의 강도증진은 그림19와 같이

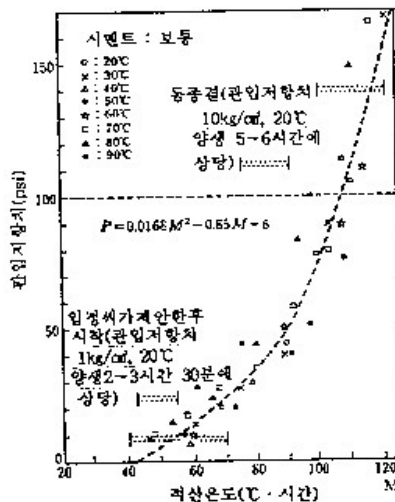


그림18. 적산온도와 100 psi 이전의 관입 저항치와의 관계

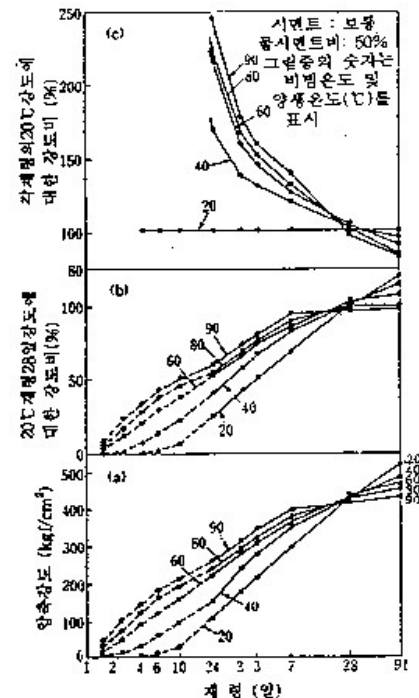


그림19. 온도별 강도발현 상향

빠르게 된다.

단, 장기재령에 있어서의 강도증진성은 재령이 경과할수록 초기 수화의 진행이 빨리 진전되어 수화반응을 방해하는 방해물이 생성되며, 이러한 수화의 방해물에 의해 점차 강도증진이 저하하여 결국 구조체의 종국강도는 저하하게 되어 문제시 될 수 있다. 서중콘크리트의 시공에 있어서 거푸집에 부어넣은 후 초기에 수분증발이 증대되는데, 수분증발량이 많을수록 실제의 경우에 있어서 그림19의 경향보다 더욱 수화반응이 장애를 받아 강도증진성은 더욱 저하하게 되는데, 콘크리트 초기양생에 특히 주의를 하여야 한다.

#### 7) 콘크리트 표층부의 밀실성 저하

앞에서 언급한 바와 같이 서중콘크리트는 소요의 콘시스턴스를 확보하기 위한 단위수량이 증가하고, 이에 따라 표면에서의 수분증발량도 많아지는데, 단위수량이 많을수록 또한, 수분증발량이 많을수록 콘크리트 표층부의 밀실성은 저하된다. 콘크리트 표면에 밀실성이 저하하면 동결융해 작용등 내구성에 영향을 미치게 되는데, 일례로 그림20은 양생온도와 중성화 경향을 나타낸 것으로, 고온으로 될수록 CO<sub>2</sub> 침투가 커져 중성화가 빨라짐을 알 수 있다.

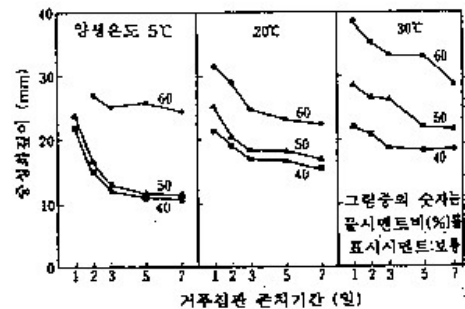


그림20. 거푸집판 존치기간과 중성화깊이의 관계 (중성화측진실험에 의한)

### 4. 재료관리

#### 4.1 일반 사항

##### 1) 시멘트

시멘트의 온도가 콘크리트의 온도에 미치는 영향은 그다지 크지는 않지만, 일반적으로 시멘트 온도  $\pm 8^{\circ}\text{C}$ 에 대하여 콘크리트 온도  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 를 변화시킨다.

##### 2) 골재

골재의 온도가 콘크리트의 온도에 미치는 영향은 매우 크므로, 장시간 퇴약법에 방치했던 골재를 그대로 사용하면 콘크리트 온도를 크게 상승시키고, 콘크리트 소요의 단위수량의 증가, 흡수율 발생을 인한 수송 중의 슬럼프의 급격한 저하등 치기후의 콘크리트 급결등을 일으킬 수 있다. 보통 골재의 온도  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 에 대하여 콘크리트 온도  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 를 변화시킨다.

##### 3) 사용수

콘크리트 온도를 낮추기 위하여 사용수는 될 수 있는 대로 낮은 온도를 사용하는 것이 좋다. 보통 사용수 온도  $\pm 4^{\circ}\text{C}$ 에 대하여 콘크리트 온도는  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 가 변화한다.

##### 4) 혼화제

감수제, AE 감수제 및 고성능 AE 감수제는 KS F 2560에 적합한 것을 사용하는 것이 좋다.

##### 5) 플라이애시

플라이 애시는 수경성이 없어 콘크리트 온도를 감소시키며, 포졸란반응으로 인한 내구성을 증가시키고, 건조수축 방지에도 효과가 있어 적절히 사용하는 것이 좋다.

#### 6) 고로슬래그 미분말

고로슬래그 미분말은 대체율을 억제함으로서 발열속도가 저감될뿐 아니라 콘크리트 온도상승이 억제된다.

장기강도는 포틀랜드시멘트만 사용한 경우보다 크며 대체율이 클수록 그 효과는 커지고 영향은 작아진다.

### 4.2 대책

#### 1) 시멘트

- 시멘트는 재고를 최대한으로 가지고 가고, 전일 반입된 시멘트를 사용한다.
- 즉시 반입된 시멘트 온도는 시멘트 사이로에 저장 시 벌킹에 의한 마찰열로 60℃ 이상이 되는 경향이 있으므로, 따로 보관하고 전일에 반입된 시멘트를 사용한다.
- 이때는 콘크리트 온도를 2℃ 가량 감소시킬 수 있다.



**(관리기준) - 하절기 최고온도를 65℃ 이하로 관리한다.**  
**- 일1회 온도를 확인한다.**

사진-1 시멘트 사이로

#### 2) 골재

- 골재(S,G)저장소는 직사광선에 의한 피해를 줄이기 위하여 상옥시설이 된 장소에 보관(사진-2)
- 골재의 온도 상승과 흡수율을 방지하지 위해서 스프링쿨러를 설치(사진-3)
- 통상 퇴약별에 노출된 골재의 온도는 대기온도와 비슷하나 스프링쿨러 가동 시 골재온도를 약10℃



사진-2 골재 저장소 덮개



사진-3 굵은골재 스프링 쿨러 작동

정도 낮추는 효과가 있다. 단 잔골재의 경우 살수에 의한 냉각효과는 굵은골재에 비해 적으며, 살수에 따른 잔골재의 표면수 관리가 곤란하므로 잔골재의 경우 살수를 많이 하지 않는다.

- 스프링클러의 사용수는 지하수로 한다. (사진-4)

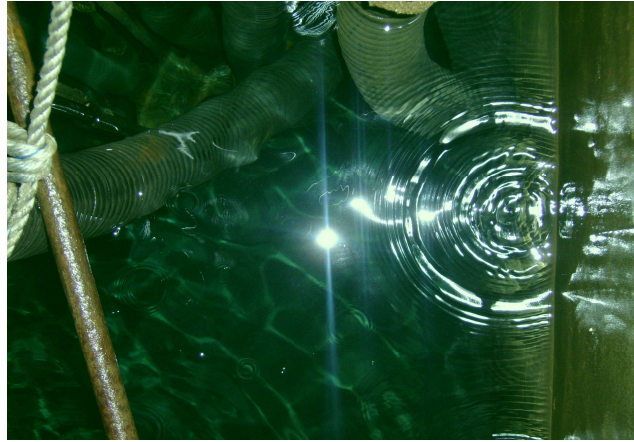


사진-4 스프링클러 사용수로서 지하수

- 골재 살수에 의한 냉각 효과는 그림21 및 22와 같다.

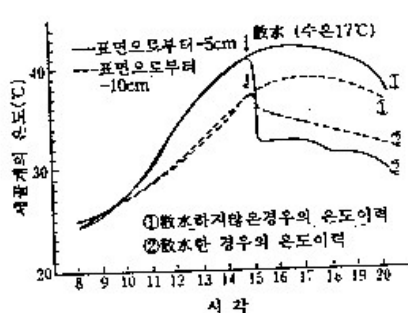


그림21. 잔골재 살수에 의한 냉각효과

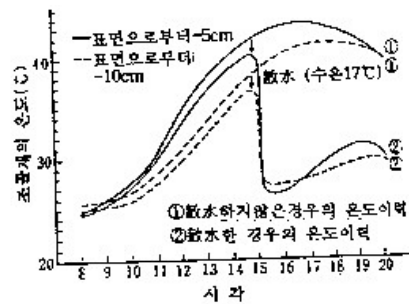


그림22. 조골재 살수에 의한 냉각효과

(관리기준) - 하절기 최고온도를 31℃ 이하로 관리한다.

- 일1 회 온도를 확인한다.

### 3) 혼화제

- 화학 혼화제는 KS F 2560(콘크리트용 화학혼화제)에 적합한 것으로서, AE 감수제를 사용한다.
- 직사광선에 의한 품질변질을 방지하기 위하여 저장고에 보온덮개 설치(사진-5)
- 대기 온도 상승에 대한 증발량 과다로 콘크리트 배합 시 단위수량을 증가시킬 수 있으므로, 단위수량 증가 방지를 위해 사용량을 0.5%이상 사용량을 조정한다.
- 공기량 하락을 방지하기 위해 혼화제 공기량을 1% 증가시켜 5% 정도로 관리한다.
- AE 감수제 지연형 혼화제를 일정량 사용한다.
- AE 감수제 지연형 사용에 따른 효과는 그림23 및 24와 같다.

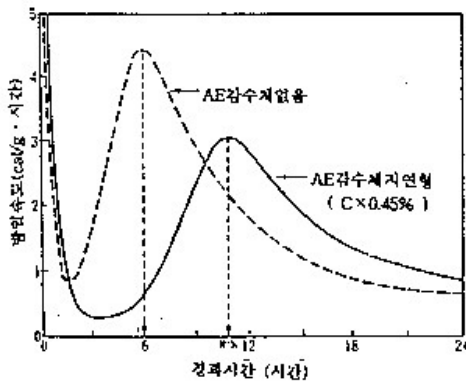


그림 23. 보통포틀랜드시멘트의 초기수화발열속도에 미치는 AE감수제지연형의 영향 (30℃의 경우)



사진-5 혼화제 저장고의 보온덮개

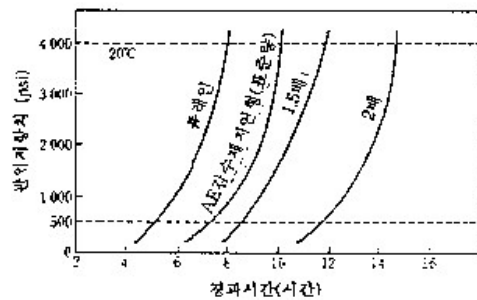


그림 24. 콘크리트의 응결과 AE감수제 지연형의 사용량

#### 4) 혼화재

- 플라이 애시는 KS L 5405(플라이 애시)에 적합한 품질을 사용한다.
- 통상 사용율은 시멘트비에 15~20%를 사용한다.(단, 사용자 요구조건이 있을 때는 그 이상으로 한다. 균열 저감용 콘크리트의 경우 30% 까지 사용한다.)
- 플라이 애쉬 사용에 따른 효과는 그림 25 및 26과 같다.

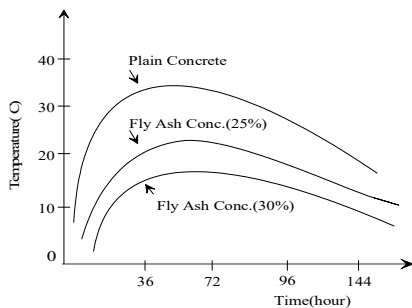


그림 25. 플라이애시 콘크리트의 온도변화곡선

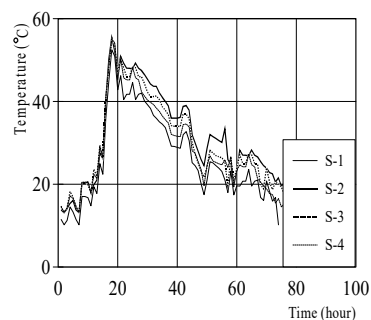
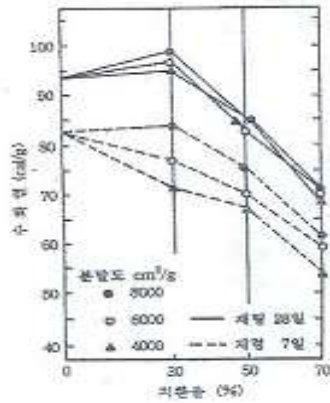
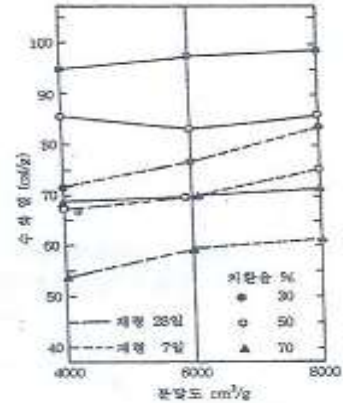


그림 26. 기본배합(S)의 현장실험 온도이력(단일타설)

- 고로슬래그 미분말은 KS F 2563에 적합한 품질을 사용한다.
- 통상 사용율은 시멘트비에 20-30%를 사용한다. (사용자 요구조건이 있을 때는 그 이상으로 한다.)
- 고로슬래그 미분말 사용에 따른 효과는 아래 그림과 같다.



[Fig. 2.1.4] 치환율과 수화열과의 관계



[Fig. 2.1.5] 분말도와 수화열과의 관계

#### 5) 사용수

- 사용수의 온도유지를 위하여 지하 저수조를 이용한다. (사진-5)

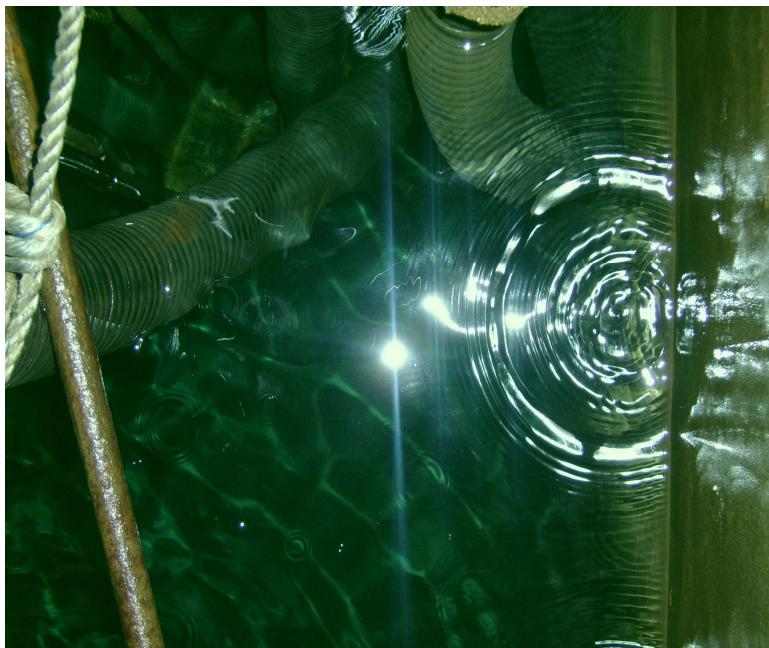


사진-5 지하저수조

- (관리기준) - 하절기 최고온도를 20℃ 이하로 관리한다.
- 일1 회 온도를 확인한다.

## 5. 배합관리

### 5.1 일반사항

콘크리트의 배합은 소요의 강도 및 워커빌리티를 얻을 수 있는 범위 내에서 단위수량 및 단위시멘트량을 될 수 있는 대로 작게 해야 한다. 일반적으로는 기온 10℃의 상승에 대하여 동일 콘시스턴스를 얻기 위한 단위수량은 5~7kg/m<sup>3</sup> 증가한다. 따라서 소요의 압축강도를 확보하기 위해서는 단위수량에 비례하여 단위시멘트량을 증가시킬 필요가 있으나, 단위시멘트량의 증가에 따른 수화열이 증대되어 콘크리트의 강도에 악영향을 미칠 수 있다. 따라서 단위수량을 고정하고 품질특성을 유지하기 위하여 고품질의 혼화제 사용량을 조절한다.

### 5.2 대책

- 1) 배합강도는 고온조건에 따른 강도발현 및 강도변동을 고려하여 정하였다.
- 2) 혼화제의 최소 감수율을 12% 이상으로 하여, 기온상승에 대한 단위수량 증가분을 제거하였다.
- 3) 단위수량은 보통콘크리트 및 고강도 콘크리트에는 185kg/m<sup>3</sup> 이하, 고내구성 콘크리트에서는 175kg/m<sup>3</sup>이하로 하였다.
- 4) 비빔시의 슬럼프는 고온이나 운반에 의한 슬럼프 손실을 고려하여 현장도착지점에 소정의 슬럼프가 얻어지도록 3cm를 증가하는 배합을 실시하였다.
- 5) 혼화재로는 원칙적으로 지연성분 추가 AE 감수제, 고로슬래그 미분말, 플라이 애시를 사용하였다.
- 6) 플라이 애시 투입율은 현장의 요구조건에 따라 다르나 통상적으로 10~15% 미만으로 사용하며 고로슬래그 미분말은 통상적으로 15~25% 사용한다.

## 6. 콘크리트 제조관리 방안

### 6.1 믹싱 및 표면수율 관리

골재의 표면수율 관리를 엄밀히 행하고, 비빔시에는 소정의 워커빌리티를 갖는 콘크리트가 되도록 비비는 시간을 35초로 관리한다.

### 6.2 믹서 및 제조설비

믹서에 고착한 콘크리트나 청소후의 세척수는 콘크리트 품질을 저하시키는 원인이 되므로 반드시 제거한다.

### 6.3 계량관리 및 설비 관리

계량관리는 KS F 4009(레디믹스트 콘크리트)의 허용범위내로 하며, 계량설비 일정한 유지를 위해 매일 일상점검을 실시한다.

## 7. 운반계획 및 관리

### 7.1 운반시간

90 분 이내로 관리하되 순수 운반에 소요되는 시간은 60분 이내로 하여 시공현장에 도착할 수 있도록 배차계획을 매일 세운다.

## 7.2 운반차관리



사진-6 운반차의 드럼표면 단열



사진-7 운반차의 살수에 의한 냉각

- 운반차의 드럼표면을 백색으로 단열 하였다. (사진-6)
- 사내 출발시 운반차 드럼뒤편에 충분한 살수를 실시하며 냉각시키며, 현장 도착후에도 온도 상승을 방지하기 위하여 운반차 드럼뒤편에 충분한 살수를 재실시하여 냉각시킨다. (사진-7)
- 대기 기간중에는 될 수 있도록 그늘에 주차하도록 교육을 실시하였다.

## 8. 콘크리트 온도관리

### 8.1 비빔과 현장도착 시점에서의 콘크리트 온도

$$T = \frac{Cs(TaWa + TcWc) + TmWm}{Cs(Wa + Wc) + Wm}$$

여기서 T : 콘크리트의 온도

TaWa : 골재의 온도 및 중량

TcWc : 시멘트의 온도 및 중량

TmWm : 물의 온도 및 중량

Cs : 시멘트 및 골재의 비열로 0.2

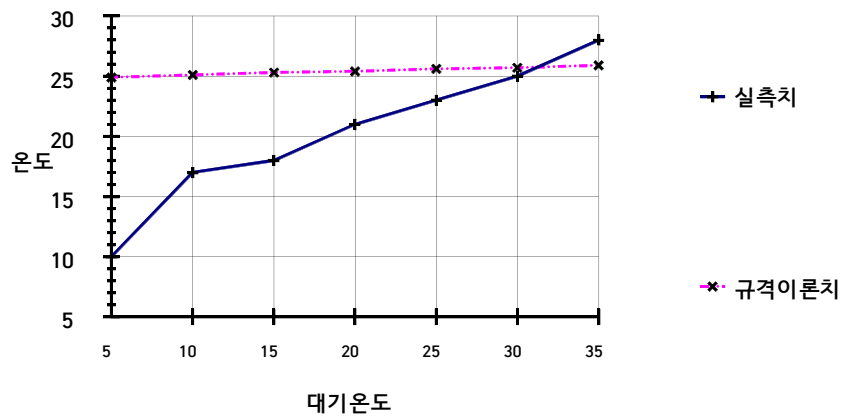
### 8.2 재료의 온도에 따른 콘크리트 온도의 이론적 관계(대기온도 35℃일때)

| 배합조건   | 25-21-120 | 25-21-150 | 25-24-120 | 25-24-150 | 25-27-120 | 25-27-150 | 25-30-120 | 25-30-150 |
|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 콘크리트온도 | 24.9      | 25.1      | 25.1      | 25.3      | 25.4      | 25.6      | 25.7      | 25.9      |

### 8.3 대기온도를 감안한 실비빔에 따른 콘크리트 온도 측정치(25-24-150)

| 대기온도   | 5  | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
|--------|----|----|----|----|----|----|----|
| 콘크리트온도 | 10 | 17 | 18 | 21 | 23 | 25 | 28 |

8.4 대기온도를 감안한 이론치와 실비빔에 따른 콘크리트 온도 측정치 비교

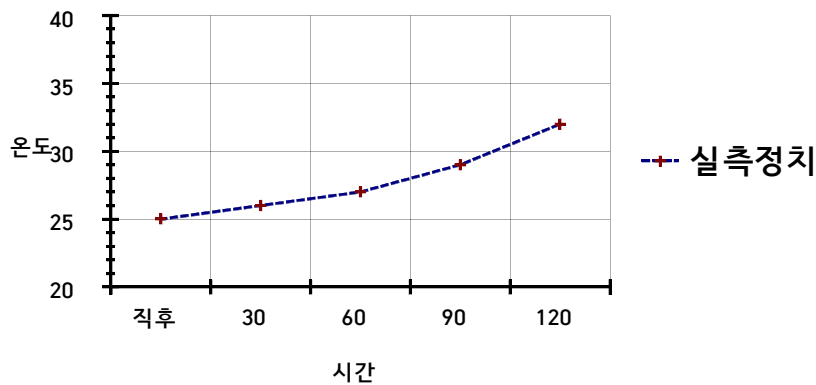


9. 운반에 따른 온도 변화 관리

9.1 운반차 적재 후 시간 경과에 따른 온도 변화 측정치(25-24-150)

| 구분 \ 대기 | 비빔직후 |    |    |    | 30분경과 |    |    |    | 1시간경과 |    |    |    | 1:30분 경과 |    |    |    | 2시간 경과 |    |    |    |
|---------|------|----|----|----|-------|----|----|----|-------|----|----|----|----------|----|----|----|--------|----|----|----|
|         | 20   | 25 | 30 | 35 | 20    | 25 | 30 | 35 | 20    | 25 | 30 | 35 | 20       | 25 | 30 | 35 | 20     | 25 | 30 | 35 |
| 측정치     | 21   | 23 | 25 | 28 | 22    | 24 | 26 | 29 | 22    | 25 | 27 | 30 | 24       | 27 | 29 | 32 | 27     | 28 | 34 | 36 |

9.2 대기온도 30℃일 때 이론에 의한 운반중 온도 변화 및 실측정치에 의한 온도 변화 비교



10. 현장에서의 콘크리트 타설시 유의 사항

10.1 콘크리트를 치기 전에는 지반, 거푸집등 콘크리트로부터 물을 흡수할 우려가 있는 부분을 습윤상태로 유지해야 한다. 또 거푸집, 철근 등이 직사광선을 받아서 고온이 될 우려가 있는 경우에는 살수, 덮개 등의 적절한 조치를 취해야 한다.

10.2 서중콘크리트 경우에는 비빈 후 되도록 이면 빨리 치는 것이 바람직하며, 어떠한 경우라도 90분 이내에 타설하여야 한다.

10.3 콘크리트를 칠 때의 온도는 35℃ 이하여야 한다.

10.4 콘크리트 치기는 콜드조인트가 생기지 않도록 적절한 계획에 따라 실시하여야 한다.

## 11. 타설후 양생시 유의사항

11.1 콘크리트 타설이 끝났을 때는 즉시 양생을 시작하여 콘크리트 표면이 건조하지 않도록 보호해야 한다. 특히 적어도 24시간은 노출면이 건조하는 일이 없도록 습윤상태로 유지해야 하며, 또 양생기간은 적어도 5일 이상 실시하는 것이 바람직하다.

11.2 목재 거푸집의 경우처럼 거푸집 판에 따라서 건조가 일어날 염려가 있는 경우에는 거푸집까지 습윤상태로 유지해야 한다. 특히 거푸집을 떼어낸 후에도 양생기간동안은 노출면을 습윤상태로 유지해야 한다.

## 12. 거푸집 및 동바리(받침기둥) 떼어내기 시 유의 사항

12.1 거푸집 및 동바리는 콘크리트가 자중 및 시공 중에 가해지는 하중에 충분히 견딜만한 강도를 가질 때까지 떼어내서는 안된다.

12.2 일반적으로 콘크리트를 지탱하지 않는 부위, 즉 보엎, 기둥, 벽등 측벽인 경우 10℃ 이상의 온도에서는 24시간 양생한 후에 콘크리트의 압축강도가 5 Mpa 이상 도달한 경우 거푸집을 해체할 수 있다.

12.3 슬래브 및 보의 밑면, 아치 내면의 거푸집널 존치기간은 콘크리트 압축강도 시험에 의하여 설계기준강도 2/3 이상 값에 도달한 것이 확인되면 해체가 가능하다(표2 참조). 다만 14 Mpa 이상이어야 한다.

표2. 콘크리트 압축강도를 시험할 경우

| 부 재                  | 콘크리트 압축강도                        |
|----------------------|----------------------------------|
| 확대기초, 보엎, 기둥, 벽등의 측벽 | 5 Mpa 이상                         |
| 슬래브 및 보의 밑면, 아치 내면   | 설계기준강도 × 2/3 이상<br>다만, 14 Mpa 이상 |

### 13. 품질관리

#### 13.1 서중콘크리트의 품질관리 및 검사

| 항목             | 시험방법                                | 시기 및 횟수                                                       | 판정기준                                                  |
|----------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 워커빌리티<br>및 균일성 | 육안관찰                                | 처음 부어 넣을 시 및 중간에<br>수시                                        | 워커빌리티가 좋을 것과 품질이 균일<br>하고 안정되어 있을 것                   |
| 슬럼프            | KS F 2404                           | 1) 압축강도 시험용 공시체<br>채취 시<br>2) 콘크리트 품질에 변화가<br>느껴질 때           | 슬럼프(mm) 및 공기량(%) 허용차                                  |
| 공기량            | KS F 2409<br>KS F 2421<br>KS F 2440 |                                                               | 슬럼프      허용차      공기량                                 |
|                |                                     |                                                               | 50-65      ±15      보통콘크리트                            |
|                |                                     |                                                               | 80-180      ±25      4.5±1.5                          |
| 온도             | 봉상온도계                               |                                                               | 35℃ 이하일 것                                             |
| 압축강도           | KS F 2405                           | 1) 150M <sup>3</sup> 마다 또는 그 단수마다<br>1회<br>2) 1회 시험에는 3개의 공시체 | 1) 1회 시험결과 평균치호칭강도<br>85% 이상<br>2) 3회 시험결과 평균치 호칭강도이상 |
| 단위수량           | 배합표 확인                              | 1) 처음 부어넣을 시                                                  | 1) 규정치 일 것                                            |
| 염화물량           | KASS 5T-501<br>KASS 5T-502          | 해사등 염화물 함유 위험성이<br>있을 때(일 1회)                                 | 1) 0.3kg/m <sup>3</sup> 이하 일 것                        |

#### 13.2 기타

- 구조체 콘크리트 압축강도 검사를 위한 공시체는 공시체 제작 후 직사일광을 받지 않도록 한다.
- 캘핑은 몰드 제작 후 24시간 이내에 실시한다.
- 양생은 수중양생(20±2℃)으로 하며, 48시간 이내에 수중양생을 실시하여야 한다.

#### 14. 참고문헌

- 1) 日本建築學會 ; 暑中コンクリートの 施工指針(案) 同解説, 1992
- 2) 대한건축학회 : 건축공사 표준시방서, 1999
- 3) 한국콘크리트학회 ; 콘크리트 표준시방서, 1999
- 4) 한국표준협회 ; KS F 4009(레디믹스트 콘크리트), 1998
- 5) 한국콘크리트학회 ; 최신 콘크리트공학, 1998
- 6) 콘크리트공법 편집위원회 ; 최신콘크리트 공법 핸드북, 1998
- 7) 한천구 ; 콘크리트 특성 및 배합설계, 1998
- 8) 장기인 ; 건축시공학, 1994
- 9) 한천구 ; 서중 및 한중콘크리트, 1996