

초지연제의 응결시간차 공법을 이용한 기초 매트 콘크리트의 수화열 저감 시공

Execution of Mass Concrete for Mat Foundation Using Setting Time Difference with Super Retarding Agent for Reducing Hydration Heat

전 충 근* 윤 치 환** 송 승 현*** 신 동 안**** 오 선 교***** 한 천 구*****

Jeon, Chung Keun Yoon, Chi Whan Song, Seung Heon Shin, Dong An Oh, Seon Gyo Han, Cheon Goo

ABSTRACT

In this paper, field application of mass concreting using super retarding agent(SRA) are discussed based on setting time difference with SRA in big discount market in Chongju. Mechanical and physical properties of concrete are investigated. Temperature history of concrete is also measured. Slump and air content meet the requirement of target value. Compressive strength of concrete exceeded the nominal strength with 24MPa. Compressive strength of SRA concrete is higher than that of plain concrete by about 3~4%. For temperature history, peak temperature of concrete at middle section at top concrete layer reached 49.6℃ within 24hours, and at bottom concrete layer, 54.6℃ within 42hours. Based on the naked eye's observation, no crack was found at mass concrete.

1. 서 론

최근, 국내에서 시공되어지고 있는 대형 건축물의 기초 구조물은 매스 콘크리트로 되는 경우가 많아지고 있으며, 이러한 대형 건축물의 매스 콘크리트 시공시 발생하는 수화열에 의한 온도균열 문제는 매우 중요시되어 반드시 해결하여야만 하는 과제로 대두되고 있다.

매스 콘크리트의 온도균열을 제어하기 위한 방법으로는 저발열 시멘트의 사용, 혼화제의 치환, 프리쿨링 방법, 파이프 쿨링 방법 및 수평분할 타설 등이 활용되고 있으나, 비교적 고가이고, 공기가 지연되는 등의 단점이 있다.

따라서, 매스 콘크리트 구조물에서 발생하는 수화열을 효과적으로 저감하고, 공기지연 없이 저렴한 비용으로 가능하게 하기 위하여 신기술 353호 “백설탕, PEO 증점제, AE제를 일정비율로 혼합한 당류계 초지연제의 응결시간차를 활용한 수평분할 타설 건축기초 매스 콘크리트의 수화열 조정공법”의 도입은 매우 효과적일 것으로 사료된다.

그러므로, 본 연구에서는 H 대형할인매장 청주 가경점 신축공사에 타설되는 매스 콘크리트에 대하여 초지연제의 응결시간차를 활용하는 수평분할 타설 매스 콘크리트의 수화열 조정공법으로 부어넣기 함에 있어 굳지않은 콘크리트 및 경화 콘크리트의 특성과 수화열에 의한 온도이력에 대하여 검토하고자 한다.

*정회원, (주)선엔지니어링 종합건축사사무소 기술연구소, 연구원

**정회원, (주)두성기업, 대표이사

***정회원, 삼성건설 현장소장, 청주대학교 대학원, 박사과정

****정회원, (주)선엔지니어링 종합건축사사무소 기술연구소, 소장

*****정회원, (주)선엔지니어링 종합건축사사무소, 대표이사

*****정회원, 청주대 건축공학부 교수, 공학박사

2. 신기술 공법의 개요

2.1 응결시간차를 이용한 초지연제의 특성

본 공법은 기초 매트 부재가 매스 콘크리트인 경우 수화열에 의한 온도균열문제를 해결하기 위한 방법으로, 백설탕액, PEO 증점제 및 AE제를 일정비율로 혼합한 당류계 초지연제를 일정량 혼입하여 제조한 초지연 콘크리트를 하부에 타설한 후, 상부에는 보통 콘크리트를 일체 타설하는 방법으로 상하부에 타설된 콘크리트간 응결시간차를 이용하여 수화열을 조정함으로써 최고상승온도를 낮추고, 그림 1과 같이 수화열 구배를 완만하게하여 수화열에 의한 온도균열 문제를 해결하고자 하는 시공기술이다.

2.2 초지연 콘크리트의 제조방법

초지연 콘크리트의 제조는 다음과 같은 방법에 의하여 실시한다.

① 레미콘 공장에서 일반조건의 보통 콘크리트를 제조한다. 단, 레미콘 공장은 소정의 제조방식에 따라 소요품질의 콘크리트를 제조할 수 있는 제조설비와 품질관리 능력을 갖추고 있어야 한다.

② 현장으로 출발 전에 레미콘 공장에서 에지테이터 트럭 후미에서 차량 1대 분으로 계량하여 미리 준비한 플라스틱 용기로 초지연제를 투입한다.

③ 현장으로 이동 전 에지테이터 드럼을 중속으로 10회전하여 혼합한다.

④ 초지연 콘크리트를 2~6rpm으로 회전하여 현장으로 이동한 후 규정에 따라 품질검사를 실시한 다음, 중속으로 10회전 혼합한 후 펌프카를 이용하여 타설한다.

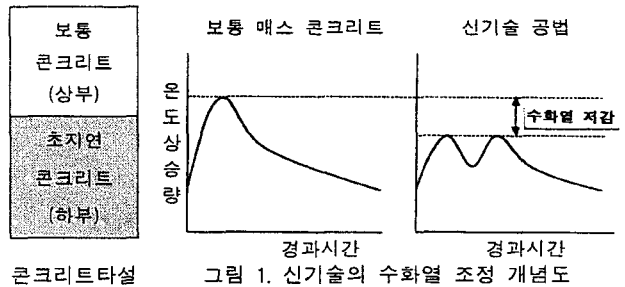


표 1. 공사개요

| | |
|-------|---------------------------------------|
| 공사명 | H 대형할인매장 청주 가경점 신축공사 |
| 대지위치 | 충북 청주시 흥덕구 가경동 가경4지구 |
| 대지면적 | 14,831.80 m ² (4,486.61평) |
| 공사기간 | 2003년 9월 09일~2004년 6월 2일 |
| 주 용 도 | 판매시설 및 영업시설(대형점) |
| 층 수 | 지하 1층, 지상 4층, 지상높이 32.3m |
| 건축면적 | 10,177.02 m ² (3,078.54평) |
| 연 면 적 | 40,866.06 m ² (12,361.96평) |
| 구 조 | 철골, 철근 콘크리트 |

3. 초지연 콘크리트의 현장 적용

3.1 공사개요

대상 건물은 H 대형할인매장 청주 가경점 신축공사로서 공사개요는 표 1과 같다.

3.2 실험계획 및 방법

(1) 실험계획

H 대형할인매장 청주 가경점 신축공사 현장의 기계실은 높이 1m인 매스 콘크리트로 이루어져 있고, 수화열에 의한 온도균열을 방지하기 위한 검토로서 초지연제의 응결시간차를 이용한 수화열 조정공법을 도입하였다.

레미콘의 규격은 25-240-15이었고, 초지연 콘크리트는 레미콘 차가 출발하기 전에 초지연제를 넣고, 2~6rpm으로 회전하

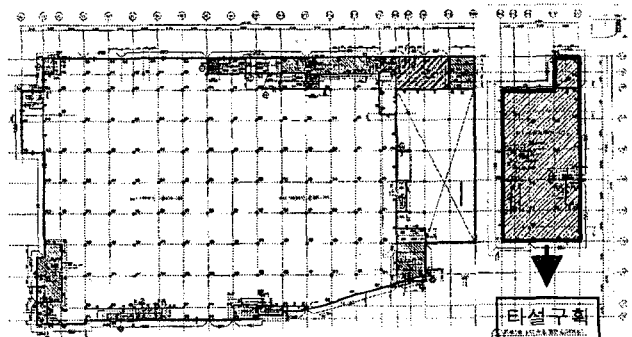


그림 2. 매스 콘크리트 적용부위

여 현장에 도착한 후 부어넣기를 실시하였다.

그림 2는 매스 콘크리트의 적용부위로서 매스부재인 기계실을 대상으로 하였는데, 총 콘크리트 소요량은 1,400m³이었고, 초지연 콘크리트 소요량은 700m³이었다. 본 연구의 구조체 적용 시공의 실험계획은 표 2와 같고, 배합사항은 표 3과 같다.

단, 배합사항으로 초지연제 첨가량은 1일 정도 지연되는 0.25%를 첨가 하였다. 콘크리트 타설방법은 상하부 수평으로 분할하여 타설하는 것으로 계획하였는데, 먼저 하부 초지연 콘크리트를 50cm 부어넣은 후, 상부 보통 콘크리트 50cm를 부어넣었다.

실험사항으로 굳지않은 콘크리트에서는 슬럼프 및 공기량을 측정하였고, 경화 콘크리트에서는 재령 7 및 28일에서의 압축강도 및 온도이력을 측정 하였다.

(2) 사용재료

본 실험에 사용된 재료는 A 및 B인 레미콘사에서 사용되는 일반적인 재료를 사용하였다. 즉, 시멘트는 1종 보통 포틀랜드 시멘트(비중 A, B사 3.15), 혼화재료로 B사만은 고로슬래그미분말(비중 2.85)을 사용하였고, 굵은골재는 청원군 옥산 및 오창산 부순굵은골재(A사 비중 2.67, B사 비중 2.65), 잔골재는 옥산 및 오창산(A사 비중 2.58, B사 비중 2.59)을 사용하였다. 혼화제는 A 및 B사 공히 나프탈렌계 AE감수제를 사용하였다.

(3) 실험방법

본 연구의 실험방법으로 굳지않은 콘크리트의 슬럼프, 공기량 및 경화 콘크리트의 압축강도는 KS 규정에 의거 실시하였고, 온도이력은 열전대를 그림 3과 같이 콘크리트 내부에 설치하고, 데이터로거를 이용하여 수화열에 의한 온도이력을 측정하는 것으로 하였다.

4. 실험결과 및 분석

(1) 굳지않은 콘크리트

그림 4 및 5는 레미콘사에서 출하되는 레미콘으로, 보통 및 초지연 콘크리트의 슬럼프와 공기량을 나타낸 것이다.

A 및 B사 공히 콘크리트 종류별에 따른 차이는 있으나, 슬럼프는 15±2.5cm를 만족하였고, 공기량도

표 2. 구조체 적용시공의 실험계획

| 실험요인 | | 실험수준 | |
|-------|-------------|-------------|---|
| 배합사항 | 호칭강도(MPa) | 1 | 24 |
| | 목표슬럼프(cm) | 1 | 15±2.5 |
| | 목표공기량(%) | 1 | 4.5±1.5 |
| | 초지연제 첨가율(%) | 2 | 0, 0.25 |
| 타설 방법 | | 2 | · 상부(50cm)-보통콘크리트 · 하부(50cm)-초지연콘크리트 |
| 실험사항 | 굳지않은 콘크리트 | 보통콘크리트(상부) | · 슬럼프 · 공기량 |
| | | 초지연콘크리트(하부) | |
| 실험사항 | 경화 콘크리트 | 보통콘크리트(상부) | · 압축강도 : 재령 7 및 28일 · 수화열 측정 |
| | | 초지연콘크리트(하부) | |

표 3. 배합사항

| 구분 | W/C (%) | S/a (%) | 혼화제 (%) | 단위수량 (kg/m ³) | 초지연제 혼입률 (C×%) | 용적배합(ℓ/m ³) | | | |
|----|---------|---------|---------|---------------------------|----------------|-------------------------|-----|-----|-----|
| | | | | | | C | CI* | S | G |
| A사 | 48.6 | 48 | 1.82 | 167 | 0, 0.25 | 109 | - | 329 | 368 |
| B사 | 49.5 | 48.4 | 1.74 | 172 | 0, 0.25 | 88 | 24 | 332 | 354 |

* CI은 고로슬래그미분말

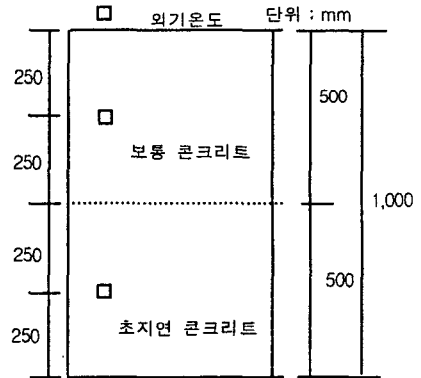


그림 3. 열전대 매립위치

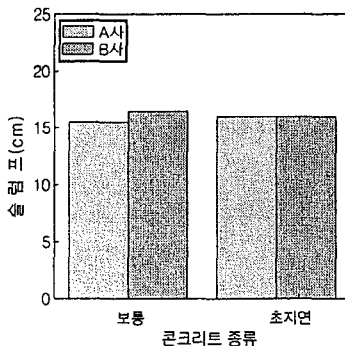


그림 4. 초지연 콘크리트의 슬럼프

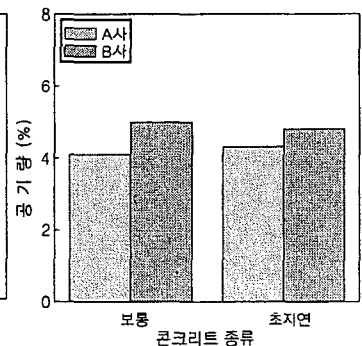


그림 5. 초지연 콘크리트의 공기량

모두 건축공사 표준시방서 기준인 $4.5 \pm 1.5\%$ 를 만족하는 것으로 나타났다.

(2) 경화 콘크리트의 특성

그림 6은 콘크리트 종류에 따른 재령 7 및 28일의 압축강도를 레미콘사 별로 구분하여 나타낸 것이다.

재령 28일의 압축강도는 각 레미콘사 공히 콘크리트 종류에 따른 약간의 차이는 있지만, 초지연 콘크리트가 보통 콘크리트에 비하여 큰 것으로 나타났다. 또한, 주문자가 요구하는 호칭강도인 24MPa를 모두 만족하였으며, 초지연 콘크리트는 보통 콘크리트에 비하여 약 3~4% 정도 크게 나타났다.

그림 7은 콘크리트의 구조체 단면높이에 따른 매스 콘크리트의 내부 수화열에 의한 온도이력을 나타낸 것이다.

매스 콘크리트의 구조체 단면 높이에 따른 온도 이력으로서, 부어넣기 높이 50cm인 상부 보통 콘크리트의 중앙부 최고온도는 약 49.6°C 정도로서 24시간 정도에 나타났고, 이후 서서히 저하하였다. 부어넣기 높이 50cm인 하부 초지연 콘크리트의 중앙부 최고온도는 약 20시간 이후에 서서히 수화 반응을 시작하여 42시간 이후 54.6°C 정도 나타났다. 따라서, 초기의 경우 표면부 콘크리트의 온도가 하부 콘크리트의 온도보다 높아 균열지수가 크게 되어 수화열에 의한 균열발생확률이 낮아짐을 알 수 있었다. 따라서, 재령경과에 따른 매스 콘크리트 표면부를 육안 관찰한 결과 상부 표면부에서의 수화열 균열은 발견되지 않았다.

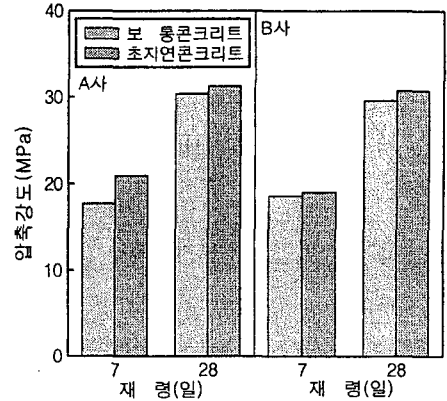


그림 6. 보통 및 초지연 콘크리트의 압축강도

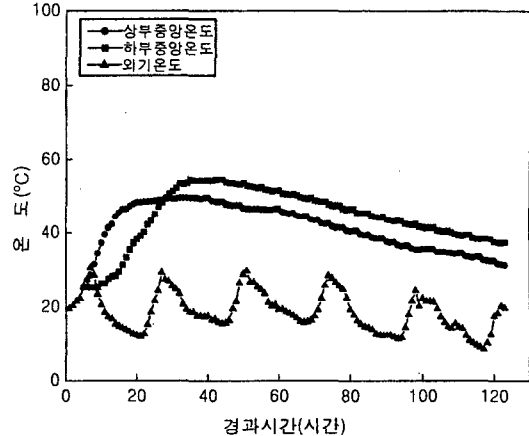


그림 7. 콘크리트 타설높이에 따른 내부 수화열에 의한 온도이력

5. 결 론

H 대형할인매장 청주 가경점 신축공사의 초지연제 이용 수평분할 타설에 의한 매스 콘크리트의 균지않은 콘크리트 및 경화 콘크리트 특성과 수화열에 의한 온도이력 특성을 검토한 결과는 다음과 같이 요약된다.

- 1) 균지않은 콘크리트의 특성으로 슬럼프 및 공기량은 채취시간 별에 변동은 있었으나, 목표값 범위 이내의 양호한 품질을 나타내었다.
- 2) 경화 콘크리트의 압축강도는 주문자가 요구하는 호칭강도인 24MPa를 모두 만족하였는데, 특히 초지연 콘크리트는 보통 콘크리트에 비하여 약 3~4% 정도 크게 나타났다.
- 3) 매스 콘크리트의 온도이력으로서 상부 중앙 위치에서의 최고온도는 약 24시간 정도에 49.6°C, 하부 중앙 위치에서의 최고온도는 약 42시간 이후 54.6°C 정도 이었는데, 결국 육안에 의한 표면관찰 결과 수화열에 의한 온도균열은 전혀 발생되지 않았다.

종합적으로 초지연제의 응결시간차를 이용하여 매스 콘크리트를 수평분할 타설할 경우는 수화열에 의한 온도균열을 제어하고, 콘크리트 품질을 양호하게 확보할 수 있어 매우 효과적인 방법인 것으로 분석되었다.