

# 매스콘크리트의 현장적용을 위한 품질관리시스템

## 1. 계 론



이 상 수\*

최근, 도심지에 초고층 주상복합 구조물이 건설됨에 따라서 매트기초를 비롯한 트랜스퍼거더(transfer girder), 아웃리거빔(outrigger beam) 등 매시브한 구조물들이 발생하고 있다. 이러한 부위들은 수화열에 의한 온도응력으로 인하여 구조물에 균열이 발생할 뿐만 아니라 여기서 발생하는 온도균열은 대개 그 폭이 크고 구조물을 관통하는 경우가 많아 구조물의 내구성, 수밀성 및 미관 등의 소요품질을 손상시키는 경우가 많다.

콘크리트 표준시방서에서의 매스콘크리트는 구조물의 부재치수가 일반적인 표준으로서 넓이가 넓은 슬래브의 경우 두께 80cm 이상, 하단이 구속된 벽의 경우 두께 50cm 이상으로 정의를 내리고 있는데,<sup>1)</sup> 대부분 초고층 주상복합 구조물의 매트기초는 두께가 200cm 이상이기 때문에 매스콘크리트로서 간주할 수 있다. 따라서, 매스콘크리트의 온도균열 제어를 위한 대책이 필요한 실정이다.

본 고에서는 전반적인 매스콘크리트의 온도균열 발생원인 및 제어대책에 대하여 서술하고, 초고층 주상복합 구조물의 매트기초를 대상으로 실시하였던 매스콘크리트의 품질관리를 위한 일련의 시스템에 대하여 당사에서 적용했던 현장을 중심으로 기술하고자 한다.

## 2. 매스콘크리트의 온도균열 발생원인 및 제어대책<sup>2)</sup>

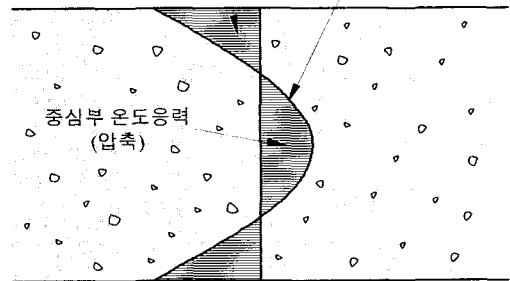
### 2.1 온도균열 발생원인

#### (1) 내부구속응력에 의한 균열

내부구속균열은 콘크리트의 중심부와 표면부의 온도차에 의해 생기는 것이다. 그림 1에서 보는 바와 같이 시멘트의 수화열에 의해 콘크리트의 중심부는 온도가 높아지지만, 표면부는 바깥 공기에 의해 식혀지고, 이 온도차가 일정기준(보통 20℃ 정도)를 초과하면, 균열이 발생된다. 즉, 상대적으로 온도가 낮은 표면부분의 콘크리트가 수축하려고 하는 것을 상대적으로 온도가 높은 중심부의 콘크리트

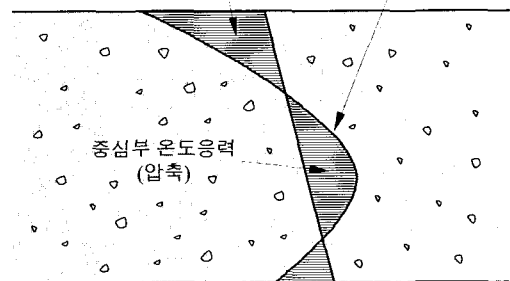
가 구속하여 표면부에 인장응력이 작용하고, 균열이 발생하게 되는 것이다. 표면부와 중심부의 온도차는 재령 1~5일 정도의 콘크리트 중심부온도가 최고치에 달했을 때 최대가 되는 경우가 많으며, 균열은 콘크리트의 온도가 최대가 되는 이 시기 및 거푸집의 해체직후에 생기기 쉽다. 균열의 폭은 0.1~0.3mm 정도에서 규칙성은 없고, 또 단면을 관통하지도 않는다. 그러나 내부구속에 의해 표면에 발생한 균열이 건조수축이나 외부구속에 의해 커다란 관통균열로 진전하기도 하기 때문에 주의가 필요하다.

표면부 온도응력(인장) 온도분포



(a) 대칭인 분포의 경우

표면부 온도응력(인장) 온도분포



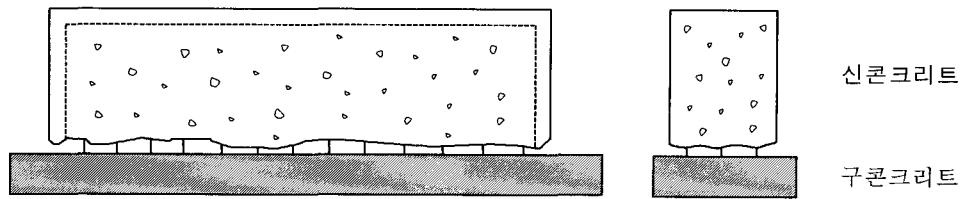
(b) 비대칭인 분포의 경우

<그림 1> 단면내의 온도에 의한 온도응력의 발생(내부구속응력)

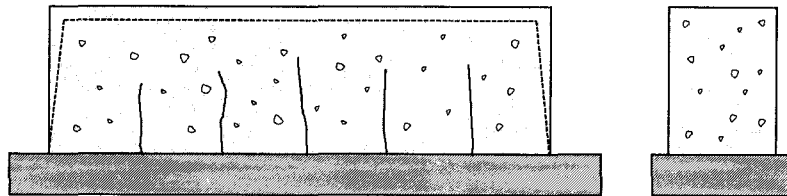
#### (2) 외부구속응력에 의한 균열

외부구속에 의한 균열은 타설한 콘크리트의 열변형이 지반 또는 기타설한 콘크리트에 의해 구속되어 발생한다. 그림 2에 나타난 바와 같이 타설된 콘크리트는 온도가 최고

\* (주)대우건설 기술연구소, 선임연구원 · 공박



(a) 구속이 없는 경우, 자유로이 변형하여 균열이 발생하지 않는다. 점선은 온도하강 후의 자유변형.



(b) 구속이 있는 경우, 균열이 발생한다. 점선은 온도하강으로 구속된 변형.

<그림 2> 구속에 의한 온도응력의 발생(외부구속응력)

치에 도달한 후에 최종적으로 외기온과 같을 때까지 온도가 내려간다. 이 온도강하에 의해 콘크리트의 체적은 수축하지만, 이것이 하층의 콘크리트 또는 지반에 구속되어 외부구속균열이 발생하게 되는 것이다. 외부구속균열은 발생시기가 재령 15일 이후로서 균열의 폭이 0.2~0.5mm 혹은 그 이상이 되고 많은 경우에는 세로로 곧장 뻗는 관통균열이 되기도 한다.

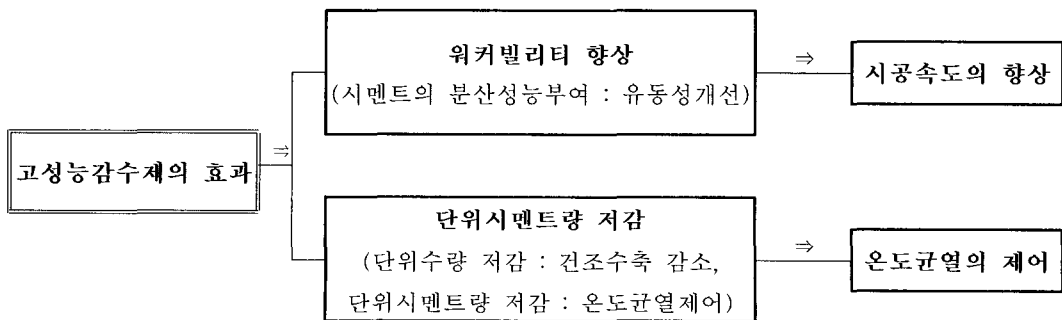
2.2 온도균열 제어대책

매스콘크리트의 시공에 요구되는 콘크리트의 성능은 「시공성능의 향상」과 「온도균열의 제어」를 들 수 있다. 매스콘크리트의 시공은 장시간이 요구되기 때문에, 콘크리트 시공의 작업효율을 향상시키기 위해서는 시공성능의 향상을 도모하고 타설이음부수를 줄여서 가능한 한 한번에 다량의 콘크리트를 타설하는 것이 바람직하다. 이런 요구에는 콘크리트의 온도균열 발생확률을 높이지 않고 콘크리트의 품질을 저하시키지 않은 채로 워커빌리티를 향상시키는 고성능감수제의 사용이 필수로 된다. 그림 3은 매스

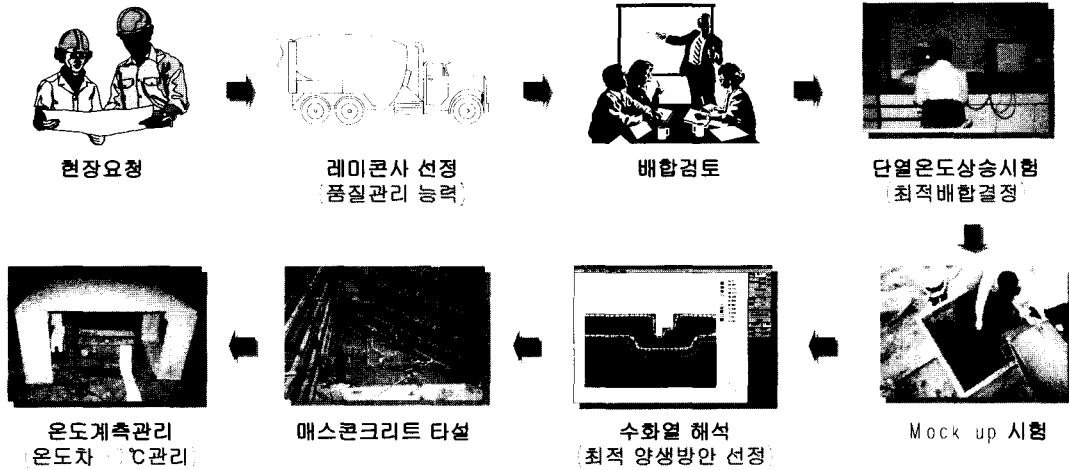
콘크리트 시공에 있어서 고성능감수제의 효과를 나타낸 것이다.

<표 1> 온도균열 제어대책

대책	구체적인 방법
온도상승의 억제	① 저발열형 시멘트의 사용 ② 단위시멘트량의 저감(고성능감수제 사용) ③ 콘크리트의 냉각공법(프리쿨링 등)
온도차의 저감	① 보온양생 ② 단열거푸짐의 사용 ③ 콘크리트 내부온도의 저감(파이프쿨링 등) ④ 타설높이의 저감
수축의 저감	① 단위수량 및 단위시멘트량의 저감(고성능감수제 사용) ② 팽창재의 사용 ③ 1회 타설길이 단축
균열 저항성의 향상	① 균질한 콘크리트의 시공 ② 보강근의 사용 ③ 프리스트레스의 도입



<그림 3> 고성능감수제의 효과



<그림 4> 매스콘크리트의 품질관리시스템

또한, 매스콘크리트에 있어서 가장 큰 문제가 되는 것이 온도균열의 제어를 들 수 있다. 재료특성상 시멘트의 수화열은 어쩔 수 없지만, 매스콘크리트이기 때문에 내부에 축열되어 내외의 온도차 및 온도강하시의 외부구속에 따라서 온도균열로 이르는 것이 많다. 이러한 온도균열을 제어하기 위한 대책으로서는 표 1과 같이 여러 가지 방법이 있다.

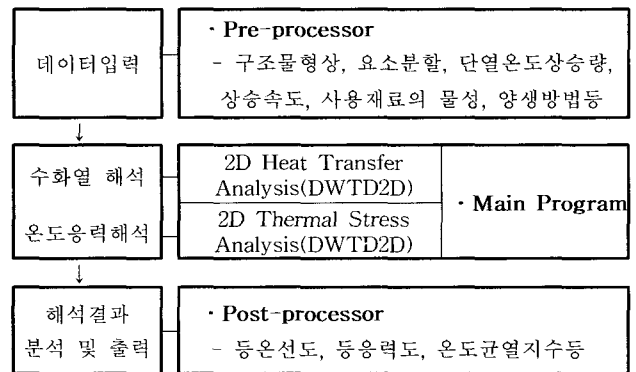
### 3. 매스콘크리트의 품질관리시스템

초고층 주상복합 구조물에 적용되는 매스콘크리트의 품질관리시스템은 그림 4과 같이 수행한다. 먼저, 단위시멘트량 저감을 목적으로 고성능감수제 및 비수경성물질인 플라이애쉬를 사용하는 배합을 결정하고 이에 따른 단열온도상승시험을 통해 상승기울기 및 최고온도를 계측하여 수화열 해석프로그램을 이용, 온도응력 및 온도이력을 파악하므로써 온도균열지수를 산정한 후에 온도균열 발생확률을 예측한다. 이 온도균열지수로서 보양을 위한 양생재료 및 양생시간을 산정하므로써 매스콘크리트의 타설전 대책을 강구한다. 매스콘크리트를 타설한 후에는 현장계측을 통하여 콘크리트의 내외부 온도차를 20℃ 이하로 관리하도록 하는 현장 품질관리를 수행하므로써 고품질의 매스콘크리트를 확보하도록 한다.

특히, 매스콘크리트의 수화열 해석은 그림 5에서와 같이 전처리과정, 주해석과정, 후처리과정 등의 세 그룹으로 구성되어 있다. 먼저, 전처리과정에서는 구조물의 형상, 단열온도상승량, 요소의 크기, 사용재료의 물성, 양생조건 및 콘크리트의 타설조건 등 전반적인 콘크리트 시공조건을 입력하는 단계이며, 주해석과정은 수화열 및 응력을 해석하는 단계이다. 후처리과정은 주해석과정에서 해석된 결과를 모니터상에서 분석하고, 출력할 수 있는 단계로서 각 재령별 등온선도, 등응력선도 및 온도균열지수 등을 예측할 수 있다

매스콘크리트의 품질관리시스템을 간략히 정리하면 다음과 같다.

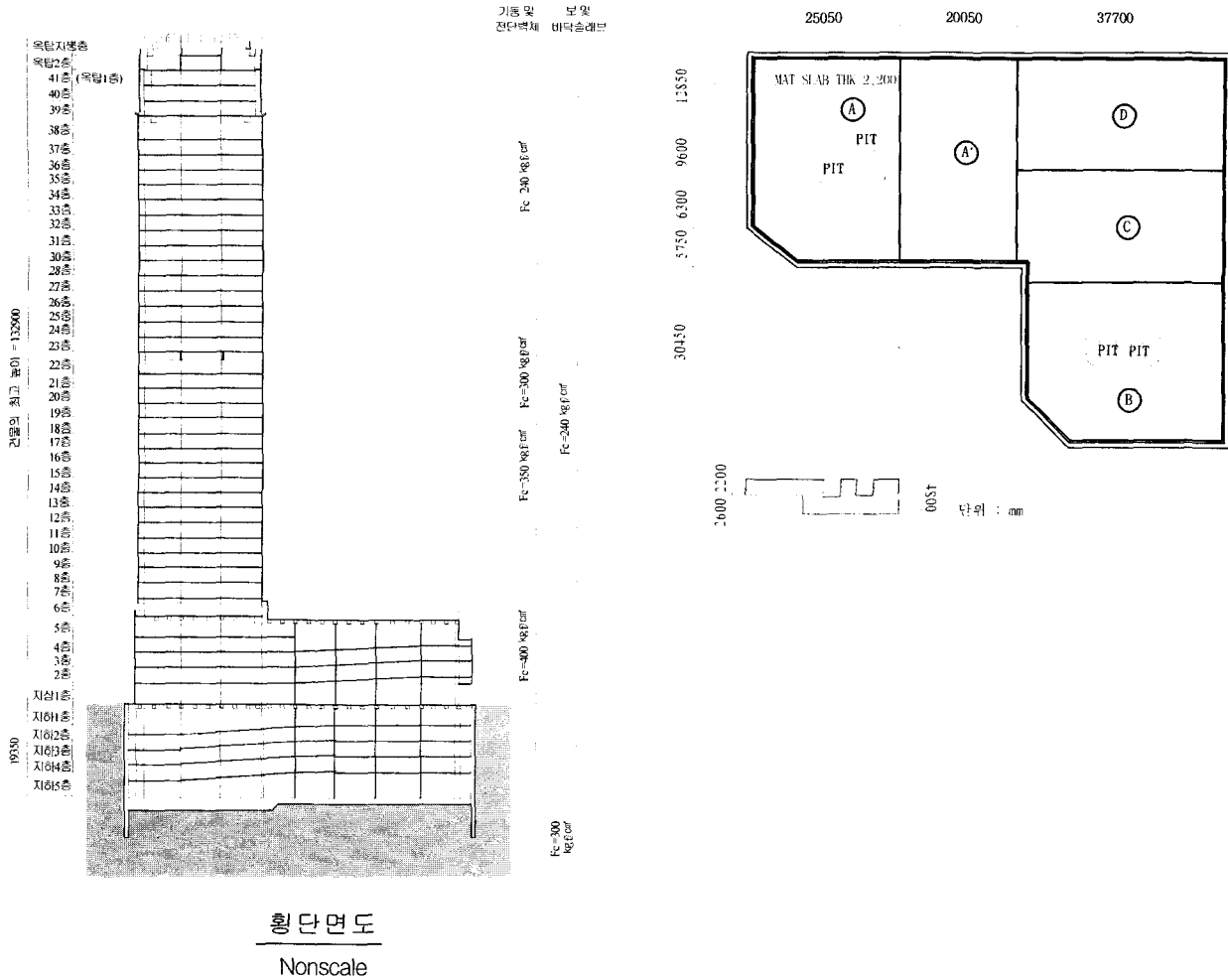
- (1) 매스콘크리트 배합선정
- (2) 단열온도상승시험에 의한 최고온도(K) 및 상승속도( $\alpha$  및  $\beta$ )산정
- (3) 수화열 해석프로그램에 의한 온도균열지수 평가
- (4) 수화열 해석프로그램에 의한 양생재료 및 양생시간 산정
- (5) 현장 온도계측을 통한 품질관리 실시



<그림 5> 수화열 해석시스템의 개요<sup>3)</sup>

### 4. 매스콘크리트의 현장적용사례

적용현장에서는 매스콘크리트의 수화열에 따른 온도균열을 억제할 목적으로 수화열 해석프로그램을 이용하여 매스콘크리트의 배합조건 및 양생조건에 따른 온도균열지수 등을 검토한 후, 이를 바탕으로 온도균열발생 저감을 위한 최적의 배합조건, 양생방법 및 양생기간을 제시하였다. 또한, 현장적용에 앞서 제시된 배합에 대한 단열온도상승시험과 2,200mm×2,200mm×2,200mm크기의 실대부재를 제작하여 매스콘크리트의 온도이력을 검토한 후, 실구조물에 적



<그림 6> 구조물의 횡단면도 및 콘크리트의 타설구획 분할

용하는 단계로 품질관리를 수행하였다.

설계기준강도가 30N/mm<sup>2</sup>이며, 콘크리트의 타설물량은 1,900 m<sup>3</sup>이다.

#### 4.1 공사개요

본 적용현장의 매스콘크리트 타설부위는 그림 6에서와 같이 당사에서 서울 여의도에 지하 5층, 지상 42층으로 시공중인 대우 트림프월드 신축공사 현장의 매트기초부위로서, 레미콘사의 생산능력 및 적용현장의 공사여건 등을 고려하여 총 5개 구획으로 분할하여 타설하는 것으로 계획하였으며, 매스콘크리트 타설부위는 A-Zone으로서 크기는 폭 25.05m, 길이 34.5m, 두께 2.2m이다. 여기에서 사용되는 콘크리트의 규격은 목표 슬럼프플로우값이 50±10cm이고

#### 4.2 매스콘크리트의 최적배합선정

각종 실험요인 및 수준을 설정하여 실내시험을 실시한 후에 목표로 하는 설계기준강도(Fc : 30N/mm<sup>2</sup>)를 만족하는 범위내에서 수화열 저감, 시공성 및 펌프 압송성 등을 고려하여 최적배합을 선정하였다. 적용하고자 하는 구조물의 매스콘크리트 최적배합표는 표 2에 나타난 바와 같다.

<표 2> 매스콘크리트의 최적배합표

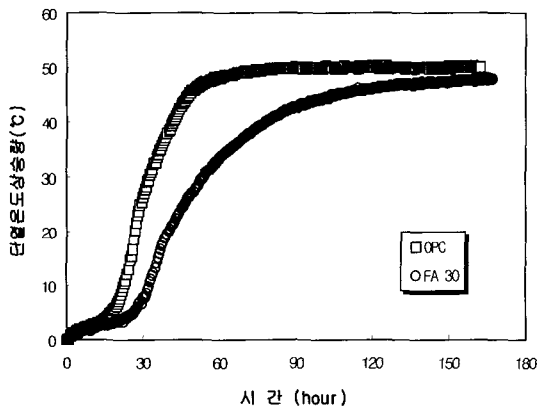
구분	물결합제비 (%)	잔골재율 (%)	단위수량 (kg/m <sup>3</sup> )	단위중량(kg/m <sup>3</sup> )				고성능감수제 (B×%)
				시멘트	플라이애쉬	잔골재	굵은골재	
플레인 콘크리트	37.0	43.0	157	425	0	738	990	1.4
플라이애쉬 콘크리트				297	128	728	988	

### 4.3 단열온도상승시험에 의한 최고온도( $K$ ) 및 상승속도( $\alpha$ 및 $\beta$ )의 산정

단열온도상승시험의 결과는 일반적으로,  $Q(t) = K(1 - e^{-\alpha t})$ 와 같은  $e$ 함수 형태로 표현되고 있다. 그러나, 이 식은 초기의 발열상태를 과도하게 평가하고 있어, 수화반응이 서서히 일어나는 저발열형 시멘트를 사용하거나 지연제를 첨가하는 경우에는 그 적합성에 대하여 논란이 일고 있으며, 이러한 문제점을 보완하기 위한 여러 가지 식들이 제안되고 있다. 따라서, 본 현장적용을 위한 단열온도상승시험식은 초기발열상태를 실제 구조물의 발열상태에 비교적 근사하다고 판단되는  $Q(t) = K(1 - e^{-\alpha t})$  (여기서,  $Q(t)$ 는 재령  $t$ 일에서의 단열온도상승량,  $K$ 는 최종단열온도상승량,  $\alpha$ 와  $\beta$ 는 온도상승속도)의 식을 사용하였으며, 그 결과는 수화열해석의 기본데이터값으로 이용하였다.

단열온도상승시험에서 얻은 결과는 전반적으로 플라이애쉬 치환율이 증가함에 따라 그림 7에서와 같이 단열온도상승량( $K$ )과 온도상승속도( $\alpha, \beta$ )는 감소하는 것으로 나타났는데, 세부적으로 플레인콘크리트(보통시멘트 100%)의 경우는 각각  $K=50.2^{\circ}\text{C}$ ,  $\alpha=0.38$ ,  $\beta=2.65$ 인 것으로 나타난 반면, 플라이애쉬콘크리트(보통시멘트 70%+플라이애쉬 30%)의 경우는 각각  $K=47.1^{\circ}\text{C}$ ,  $\alpha=0.13$ ,  $\beta=2.3$ 인 것으로 나타나, 플라이애쉬콘크리트의 경우가 수화열 저감효과에 유리하다는 것을 확인할 수 있었다.

한편, 최고온도로 수렴되는 시간도 플레인콘크리트의 경우는 60시간 정도이나 플라이애쉬콘크리트의 경우는 150시간을 전후하여 수렴되는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 플라이애쉬를 치환함에 따라 단위시멘트량이 비례적으로 감소한 것과 플라이애쉬의 포졸란 물질에 따른 수화지연효과 등이 복합적으로 작용한 것으로 분석된다.



<그림 7> 단열온도상승시험결과

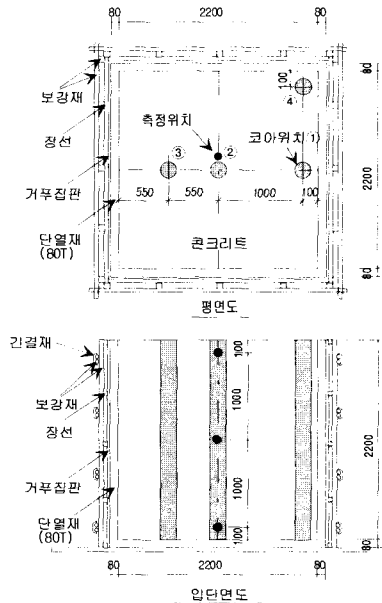
### 4.4 실대부재시험에서의 온도이력검토

실대부재 시험체 제작은 두께 50mm인 단열재를 거푸집 내부에 설치하여 가능한 단열온도상승시험의 조건과 유사

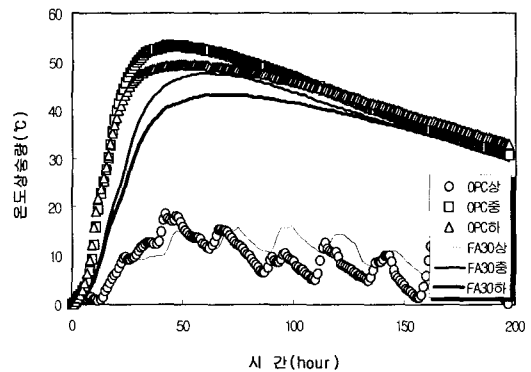
하도록 2,200mm×2,200mm×2,200mm(가로×세로×폭)크기로 제작하였는데, 이때 시험체는 플레인콘크리트와 플라이애쉬콘크리트에 대하여 각각 제작하였다.

콘크리트의 수화열 측정은 그림 8에서와 같이 각 시험체를 상·중·하로 구분하여 타설 직후부터 1시간 간격으로 15일간 측정하였다. 수화열에 따른 실대부재의 강도특성을 측정하기 위하여 4개 부위를 선정하여 코아시료를 채취하였는데, 이때 시료는 실대부재의 상단에서 하단까지 관통하는 형태로 채취하였다

실대부재의 수화열 측정결과, 먼저 실시된 단열온도상승시험의 결과보다 다소 높은 것으로 나타났다. 즉, 콘크리트의 최고상승온도는 그림 9에서와 같이 플레인콘크리트의 중앙부에서 53.4°C, 플라이애쉬콘크리트의 중앙부에서 47.5°C로서 대략 5.9°C 정도 낮은 것으로 나타났다. 콘크리트의 최고온도상승속도( $\alpha, \beta$ )도 플레인콘크리트의 경우는 각각 2.0과 2.5이고, 플라이애쉬콘크리트의 경우는 0.92와 2.3인



<그림 8> 실대부재의 제작



<그림 9> 실대부재의 수화발열특성

<표 3> 실대부재의 코아압축강도 측정결과

수직위치	콘크리트 종류 및 채취위치	플레인콘크리트(N/mm <sup>2</sup> )					플라이애쉬콘크리트 (N/mm <sup>2</sup> )				
		①	②	③	④	평균	①	②	③	④	평균
상 단		41.6	38.8	42.0	40.8	40.8	32.7	37.8	36.9	31.0	34.6
중 단		37.5	40.4	42.7	38.0	39.7	40.6	39.0	42.5	38.0	40.0
하 단		41.3	39.2	37.7	37.5	38.9	45.4	42.8	38.8	44.8	43.0

것으로서, 앞서 수행된 단열온도상승시험과는 다소 상이한 결과로 나타나 부재크기에 따른 수화특성이 다른 것으로 나타났다. 또한, 콘크리트 표면으로부터 10cm깊이에서 측정된 실대부재 콘크리트의 상부온도와 중앙부의 온도차에서도 플레인콘크리트의 경우가 플라이애쉬콘크리트에 비해 5~10℃정도 큰 것으로 나타났다.

한편, 실대부재의 시험결과와 단열온도상승시험의 결과에 있어서 단열온도상승시험의 경우가 비교적 안정한 것으로 평가되고 있기 때문에, 대규모인 실제의 구조물에 적용할 경우, 이러한 점을 충분히 고려하여야 할 것으로 판단된다.

재령 28일에서 코아압축강도 측정결과, 표 3에서와 같이 각 시료채취 부위에 따라 다소 상이하게 나타나고 있으나, 배합의 종류 및 코아채취부위에 관계없이 공히, 재령 28일에서 설계기준강도인 30N/mm<sup>2</sup>를 상회하고 있었다. 세부적으로, 콘크리트 배합조건에 따른 특성으로는 재령 28일에서 전체 압축강도의 평균이 플라이애쉬콘크리트의 경우 39.7N/mm<sup>2</sup>, 플라이애쉬콘크리트의 경우는 39.2N/mm<sup>2</sup>로서 약간 낮은 것으로 나타났다. 그러나, 재령이 28일 이후로 경과할수록 플라이애쉬의 포졸란 반응에 기인하여 플라이애쉬콘크리트의 압축강도가 오히려 플레인콘크리트를 상회

할 것으로 예상된다.

따라서, 수화열 및 강도특성 등을 고려하여 실제현장에 적용할 콘크리트의 배합은 플라이애쉬 30%를 치환한 콘크리트로 선정하였다.

#### 4.5 매스콘크리트의 수화열 해석

##### (1) 데이터 입력

매스콘크리트의 타설에 앞서, 실대부재 시험결과로부터 최적의 콘크리트 배합조건으로 선정된 플라이애쉬콘크리트를 대상으로, 총 5종류의 양생조건에 따른 온도균열 발생여부를 검토하였다. 데이터 입력조건 및 양생조건은 표 4와 같다.

##### (2) 수화열 해석시스템을 이용한 분석결과

###### ① 온도분포

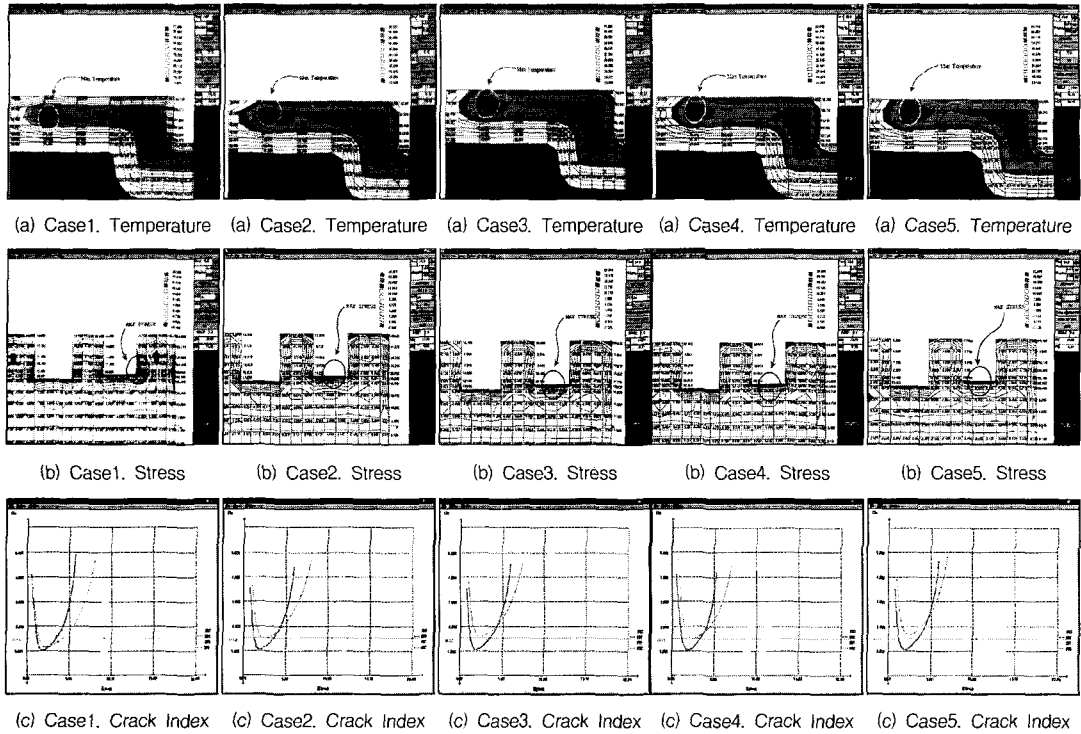
그림 10의 (a)는 적용현장의 조건에 맞게 가상블럭의 형태를 설정하여 각 양생조건에 따른 온도분포를 나타낸 것이다. 전반적으로, 열전달계수값이 변화하여도 즉, 양생조건이 상이함에도 불구하고, 최고상승온도에는 큰 영향이 없는 것으로 나타났다. 그러나, 최고온도로 상승하는 절점과 그 표면부와의 온도차가 Case1의 경우는 41.98℃,

<표 4> 각종 양생조건에 따른 열전달계수

재료종류 및 양생조건		DATA 입력조건	열전달율 (kcal/m <sup>2</sup> h℃)
재료물성	플레인 콘크리트	압축강도 : 35N/mm <sup>2</sup> , 열전도율 : 2.5kcal/mh℃ 비열 : 0.235kcal/kg℃, 콘크리트 온도 : 20℃	
	플라이애쉬 콘크리트	압축강도 : 35N/mm <sup>2</sup> , 열전도율 : 2.3kcal/mh℃ 비열 : 0.225kcal/kg℃, 콘크리트 온도 : 20℃	
실대부재시험결과	플레인 콘크리트	온도상승량(K) : 53.4℃, 상승속도(α) : 2.0, (β) : 2.5	
	플라이애쉬 콘크리트	온도상승량(K) : 47.5℃, 상승속도(α) : 0.92, (β) : 2.3	
양생조건	Case1	노출, 살수	10.0
	Case2	양생막→양생포→비닐 <sup>1)2)</sup>	2.5
	Case3 <sup>1)1)</sup>	양생막→비닐 <sup>1)2)</sup> →양생포→비닐 <sup>1)2)</sup>	1.6
	Case4 <sup>1)1)</sup>	비닐 <sup>1)2)</sup> →양생포→비닐 <sup>1)2)</sup>	1.6
	Case5	양생막→양생포→단열재(T=50mm)→비닐 <sup>1)2)</sup>	1.0

주 : 1) Case3은 외기온이 20℃인 경우이고, Case4는 외기온이 10℃인 경우임.

2) 비닐의 두께는 0.05mm이상



<그림 10> 수화열 해석프로그램을 이용한 매스콘크리트의 수화열 해석결과(온도, 응력, 균열지수)

Case2는 14.62℃, Case3은 10.98℃, Case4는 13.54℃, Case5는 7.46℃로서 열전달계수가 클수록 중앙부와 표면부의 온도차도 크게 되는 것으로 알 수 있었다. 한편, Case3의 경우 열전달계수가 동일한 Case4에 비하여 중앙부와 표면부의 온도차가 적은 것으로 나타났는데, 이는 Data 입력조건에서 양생막을 적용한 경우와 적용하지 않은 경우에 따라 외기온의 조건이 20℃와 10℃로 상이하기 때문에 나타난 결과로 분석된다. 한편, 최고온도 도달시간은 열전달계수가 적을수록 미소하나마 지연되는 것으로 해석되었다.

② 온도응력

그림 10의 (b)는 (a)와 동일한 요령으로 온도응력분포를 나타낸 것이다. 즉, 온도응력이 가장 크게 되는 양생조건은 Case1(3.24N/mm<sup>2</sup>)의 경우이고, 그 이외의 양생조건은 온도응력이 2.27~2.29N/mm<sup>2</sup> 범위로서 큰 차이는 없는 것으로 나타났다.

한편, 매스콘크리트의 경우 시멘트 수화에 따른 발열특성으로 인하여 최고온도가 가장 높게 되는 부위에 응력이 집중되어 그 부위가 열악하게 된다는 일반적 이론과는 달리, 본 해석결과에서는 최고온도에 도달하는 절점과 최고응력을 나타내는 절점의 위치가 상이한 것으로 나타났다.

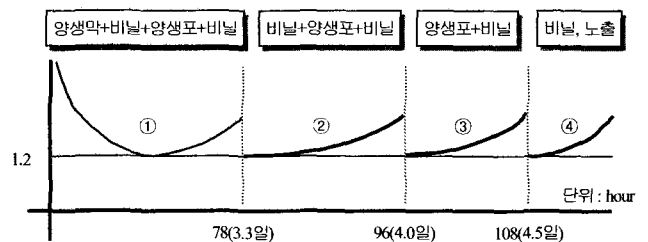
③ 온도균열지수

그림 10의 (c)는 본 구조물의 응력이 가장 크게 되는 절점의 온도균열지수를 나타낸 것이다. 해석결과, 양생방법에 따른 구분 없이 공허, 가장 열악한 절점의 온도균열지수가 1.0정도까지 낮아지는 것으로 나타났다. 그러나, 가장

열악한 절점 이외의 다른 절점을 비교해 볼 때, 그 중에서도 Case3의 양생방법이 비교적 균열발생 확률이 적고, 시공성이 우수한 것으로 판단되어 본 적용현장의 양생방법으로 하였다.

4.6 양생재료에 따른 양생기간의 산정

매스콘크리트의 온도균열을 저감하기 위해서는 콘크리트의 배합조건 뿐만 아니라 양생방법 및 기간도 매우 중요하기 때문에, 선정된 양생조건에 따른 적정양생기간의 산정이 요구되었다. 따라서, 본 적용현장에서는 각각의 양생단계(양생재료)에서 가장 취약한 절점의 온도균열지수가 1.2를 상회하는 기간을 산정한 후, 다음 양생단계를 진행하는 방법으로, 양생단계별 적정 양생기간 및 총 양생기간(4.5일)을 제시하였다. 그 결과는 그림 11의 모식도와 같다.



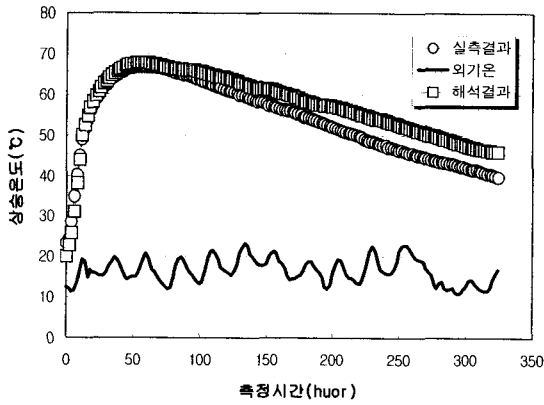
<그림 11> 각 양생단계별 양생기간 산정결과

4.7 매스콘크리트의 현장품질관리

그림 12은 배합선정 및 수화열 해석결과를 바탕으로 시

공한 매스콘크리트의 수화발열 특성을 동일절점에 대하여 수화열 해석프로그램으로 분석한 결과와 비교하여 나타낸 것이다. 즉, 실구조물에서 측정된 수화열 최고상승온도와 수화열 해석프로그램으로 분석한 최고상승온도는 각각 66.7°C와 67.7°C로서, 약 1.0°C 정도의 근소한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 제시된 양생기간 이후, 육안관찰에 의한 결과에서도 온도균열은 발견되지 않았다.

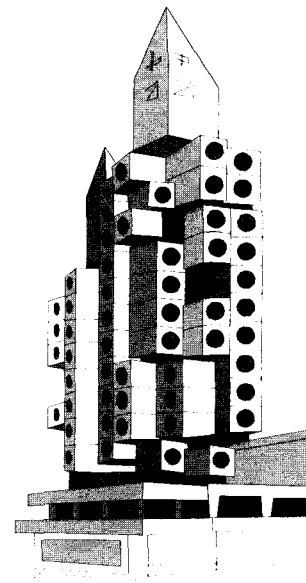
이와 같이 매스콘크리트의 체계적인 품질관리시스템을 통하여 현장에 적용한 결과, 우수한 품질의 매스콘크리트 구조물을 제조할 수 있었다.



<그림 11> 해석 온도이력과 실측 온도이력과의 비교

## 5. 맺는말

매스콘크리트의 수화열에 의한 온도응력을 제어하기 위하여 단위시멘트량 저감을 목적으로 고성능감수제 및 플라이애쉬를 사용하는 배합을 결정하고 이에 따른 단열온도상승시험을 통해 상승기율기 및 최고온도를 계측하여 수화열 해석프로그램을 이용, 온도응력 및 온도이력을 파악하므로써 온도균열지수를 산정한 후에 온도균열 발생확률을 예측하고 이 온도균열지수로서 보양을 위한 양생재료 및 양생시간을 산정하므로써 매스콘크리트의 타설전 대책을 실시하였다. 매스콘크리트를 타설한 후에는 현장계측을 통하여 콘크리트의 내외부 온도차를 20°C 이하로 관리하도록 하는 현장 품질관리를 수행하므로써 고품질의 매스콘크리트를 확보할 수 있었다. 이와 같이 매스콘크리트의 체계적인 품질관리시스템을 통하여 국내의 많은 건설현장에 적용할 수 있다면 매스콘크리트에 대한 한 차원 더 높은 품질을 확보할 수 있을 것으로 여겨진다.



## 참고 문헌

1. 韓國콘크리트學會., 콘크리트 標準示方書, 1999.
2. 日本土木學會., マスコンクリート技術現狀動向(콘크리트技術シリーズ), Concrete Engineering Series 8, 1989.
3. (株)大宇建設., 매스콘크리트의 溫度龜裂 豫測 및 施工制御 시스템 研究, (株)大宇建設技術研究所, 技術指導書, 1995.12
4. ACI Committee 207 Report., Effect of Restraint, Volume Change and Reinforcement on Cracking of Massive Concrete, ACI Proc, Vol. 70-45, July, 1973.
5. 日本콘크리트工學協會., マスコンクリート溫度應力 研究委員會報告書, 1985.11