

매스콘크리트의 수화열 해석 및 현장 계측을 통한 수화발열량차 공법의 현장적용성

Field Application of Foundation Mass Concrete Applying Hydration Heat Differential Method and Insulation Curing Method

한준희^{1*} · 임군수¹ · 신세준² · 전충근³ · 김종⁴ · 한민철⁵

Han, Jun-Hui^{1*} · Lim, Gun-Su¹ · Shin, Se-Jun² · Jeon, Choung-Keun³ · Kim, Jong⁴ · Han, Min-Cheol⁵

Abstract : In this study, the hydration heat differential method was applied to mass concrete structures, and the hydration heat analysis was compared and analyzed with on-site measurement results. The results showed that the temperature history measurements of mass concrete were managed at a difference of 8.4°C, and although there was some deviation in thermal stress, a similar trend was observed. Consequently, it was determined that the thermal stress on the surface of mass concrete is less than its tensile strength, which would prevent the occurrence of thermal cracks.

키워드 : 매스콘크리트, 수화발열량차공법, 무응력계, 유효응력계

Keywords : mass concrete, hydration heat differential method, effective stress gauge, non-stress gauge

1. 서론

국내 건설 현장에서는 매스콘크리트의 중심과 표면부간의 온도차에 의한 온도균열을 제어하기 위하여 콘크리트 배합적 측면 및 시공적인 측면 등에서 다양한 방안들이 강구되어지고 있으나, 공사비 및 양생기간 증가에 의하여 매스콘크리트 균열제어공법이 범용적으로 사용되지 못하고 있다.

따라서, 본 연구는 재료적인 측면에서의 수화열 제어방안으로 상부와 하부의 콘크리트를 발열량차로 배합하는 공법[1]을 현장 적용하여, 적용 현장의 기초 매스콘크리트의 온도이력 및 온도응력을 재령별로 계측하고, 수화열 해석을 통한 해석치의 신뢰성 검증 및 계측기를 통한 온도응력 결과에 대한 평가를 실시하고자 한다[2].

2. 수화열해석 및 시공계획

수화열 해석은 기초 매스콘크리트의 수화열 해석은 적용 현장을 대상으로 매스콘크리트 (10 m×10 m×0.9 m)와 지반(12 m×12 m×2 m)의 1/4 대칭 모델을 이용하여 온도응력을 확인하였다. 또한, 콘크리트의 열적 특성치는 표준시방서를 참고하였고, 물리적 특성치는 실험측정치를 사용하였다. 적용 현장은 대전 위치한 연구원 현장으로서 공사 개요는 표 1과 같고, 적용 전경은 그림 1의 (a)와 같다. 현장의 기초 매스콘크리트의 배합사항은 레미콘 규격 25-27-150이며, KS 규정에 준하여 관리하였다. 또한, 기초 매스콘크리트의 배합 및 타설방법은 그림 1과 같이 하부 배합 콘크리트(FA 15%+BS 25%) 0.6 m 선 타설 후 4시간 차이로 상부 배합(FA 10%) 콘크리트를 0.3 m 타설하였으며, 타설시간차는 4시간 발생하였다. 계측항목으로 온도이력은 그림 1의 (b)와 같이 중심부와 상부 표면 및 외기온을 측정하는 것으로 하였고, 매스콘크리트 표면부의 실제로 발생하는 응력을 측정하기 위해 그림 1의 (c)와 같이 콘크리트 변형률계(KM-100A)와 무응력계를 상부에 설치한 후 계측데이터를 초기치 설정과 보정을 통하여 온도응력을 산출하였다[3].

표 1. 현장 개요

공사명	금속연료개발시설 신축공사
용도	교육연구시설(연구소)
대지위치	대전
높이	12.8 m
구조	철근콘크리트구조
대지면적	689,479 m ²
건물규모	지하 1층, 지상 2층

1) 청주대학교 건축공학과, 박사과정, 교신저자(gksehxhf@naver.com)

2) (주)선엔지니어링종합건축사사무소, 건설기술연구소, 사원, 공학석사

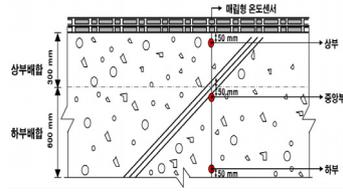
3) (주)선엔지니어링종합건축사사무소, 건설기술연구소, 소장, 공학박사

4) 청주대학교, 조교수, 공학박사

5) 청주대학교, 교수, 공학박사



(a) 적용 현장 전경

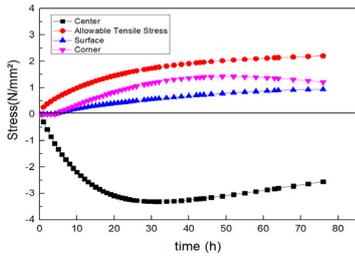


(b) 타설방법 및 온도센서 매립위치

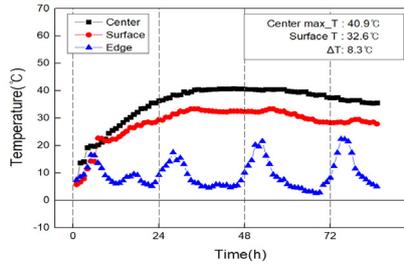


(c) 응력 계측기 매립

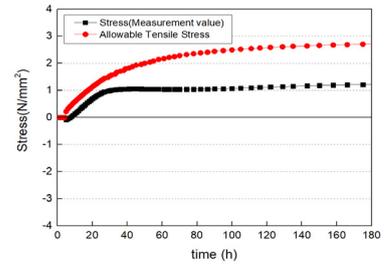
그림 1. 현장 전경 및 계측기 매립 위치



(a) 온도응력 해석치



(b) 온도이력 계측값



(c) 온도응력 계측값

그림 2. 적용 현장 매스콘크리트 계측값 및 수화열 해석결과

3. 해석 및 계측결과 분석

그림 2는 당 현장의 상·하부 배합에 따른 매스콘크리트의 온도응력 해석 값과 온도이력 및 온도응력 계측 값을 나타낸 그래프이다. 먼저, 그림 2의 (a)는 수화열 해석을 통한 매스콘크리트 취약 부위(Surface, Corner)별 온도응력을 나타낸 것으로 모든 지점에서 허용응력 이하의 온도응력으로 나타났다. (b)는 적용 현장의 매스콘크리트 온도이력 계측 값으로 중앙부 최고온도는 40.9°C, 최고온도 도달 시간은 47시간으로 나타났으며, 중앙부 콘크리트가 최고온도에 도달한 시점의 표면부 온도는 32.6°C로 중앙부와 표면부 간의 온도차이는 8.3°C로 나타났다. 이는 발열형 상부 배합과 저발열형 하부 배합의 수화발열량 및 수화반응시간 차이에 기인한 것으로 판단된다.

(c)는 매스콘크리트 배합의 인장강도 및 매립한 변형률계(KM-100A)와 무응력계 계측 값을 인장응력으로 나타낸 것이다. 상부 표면부의 콘크리트 인장강도는 콘크리트의 종결 후 약 47시간을 전후로 최고 값인 1.78 MPa로 나타났으며, 인장응력 계측 값은 1.12 MPa로 콘크리트의 인장강도보다 작은 인장응력으로 나타났다. 이는 상부의 초기수화축진에 의한 강도증가에 기인한 것으로 판단되며, 이에 따라 매스콘크리트 표면부의 온도 응력에 의한 균열 발생을 방지할 것으로 평가된다. 다만, (a) 표면부 응력의 해석 값보다 (c)의 계측기를 통한 온도응력 값이 다소 크게 나타나고 있지만, 해석 값과 계측한 응력은 유사한 경향으로 나타났다. 이는 해석시 콘크리트의 열적 특성치와 외기조건에 기인한 것으로 판단된다.

4. 결론

본 연구에서는 매스콘크리트 구조물에 있어 재료적 측면의 수화발열량차공법 적용하여 수화열 해석과 현장 계측 결과를 비교분석하였다. 분석결과 적용 현장 매스콘크리트의 상·하부 온도이력 실측값은 8.4°C로 관리되며, 온도응력은 해석값과 계측값 사이에 다소 편차가 있었지만, 유사한 경향으로 나타났다. 따라서, 매스콘크리트 표면부의 온도응력이 콘크리트의 인장강도보다 작아 매스콘크리트의 온도균열 발생을 방지할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 김민호, 한천구. 콘크리트 배합요인별 상·하부 분리타설에 의한 수화열 균열지수 저감방안 및 현장적용. 한국건설순환자원학회 논문집. 2016. 제4권 3호. pp. 292-298.
2. 장덕배, 최현규. 한중 콘크리트의 가열보온 양생막용 개량형 버블시트의 현장시공적용을 통한 성능평가. 대한건축학회논문집 구조계. 2011. 제27권 11호. pp. 169-176.
3. 김상철, 김석화, 김진근. 매스콘크리트 구조물에서의 시멘트 종류별 수화발열 특성 평가. 한국콘크리트학회. 1999. 제11권 6호. pp. 3-12.