

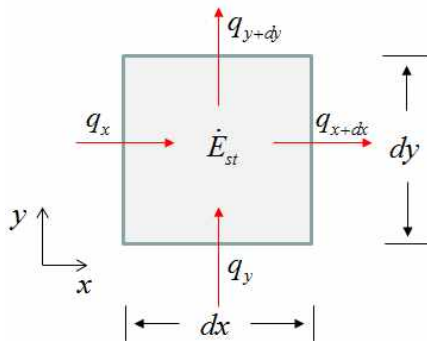
제목 : 열전도에 근거한 부재단면 온도상승 예측기법

작성부서	1차분류	2차분류	자료 유형	① 연구보고서 ② 중장기연구계획서 ③ 연구 프로젝트 ④ 기타
미래건축 연구실	건축물 해석·설계기술	건축물의 재해 예방 및 대응		

작성자 : 김형도 전임연구원

키워드 : 에너지보존법칙, 비정상상태, 열전도

화재 발생 시 구조내력 저감 등 역학적 특성을 이해하기 위해서는 부재단면의 온도해석이 첫걸음이다. 구조부재 단면의 온도상승은 전도현상으로 유발되며, 에너지보존법칙을 적용할 경우 부재단면의 온도예측이 가능하다. 열전달에 따른 온도상승은 열역학 제 1 법칙(에너지 보존법칙)에 따라 물질 내로 들어오는 에너지와 물질 밖으로 나가는 에너지에 의해 발생한다.



$$E_{in} + E_g - E_{out} = \Delta E_{st}$$

$$\dot{E}_{in} - \dot{E}_{out} = \Delta \dot{E}_{st}$$

$$(q_x + q_y) - (q_{x+dx} + q_{y+dy}) = \Delta \dot{E}_{st}$$

$$-\left[\frac{\partial q_x}{\partial x} dx + \frac{\partial q_y}{\partial y} dy \right] = \rho \cdot c \frac{\partial T}{\partial t} dx dy$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{T^{p+1} - T^p}{\Delta t}$$

시간을 시간간격(Δt)만큼의 불연속적으로 보고, 표면절점 온도를 표준화재온도로 가정하면, 매 시간(Δt)별 내부절점의 새로운 시점의 온도(T^{p+1})는 이전 시점의 온도(T^p)와 표면절점 온도로 구성된 절점 방정식 해법으로 예측가능하며, 최종시각에 이를 때 까지 반복적으로 계산한다. 이러한 경우 시간간격의 크기나, 기하학적 절점분할의 크기에 제한 없이 정확한 값을 얻을 수 있다.

$$\begin{bmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \cdots & a_{1,u} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \cdots & a_{2,u} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{v,1} & a_{v,2} & \cdots & a_{v,u} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} T_{1,1} \\ T_{1,2} \\ \vdots \\ T_{v,u} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{1,1} \\ C_{1,2} \\ \vdots \\ C_{v,u} \end{bmatrix}$$

$$[A][T] = [C]$$

$$[coefficientmatrix] \times [unknownvalues] = [knownvalues]$$

$$[T] = [A]^{-1} [C]$$

$$[unknownvalues] = [coefficientmatrix]^{-1} \times [knownvalues]$$

실용적인 내부절점 온도(T^{p+1})를 예측하는 방법으로 내부절점 계수행렬이 정방 대칭행렬인점에 기초하여 계수행렬을 가로 절점수-2 × 가로 절점수-2 의 크기를 지닌 서브행렬로 구성(그림 참조) 후 역행렬법에 의해 내부절점 온도 예측이 가능하다.

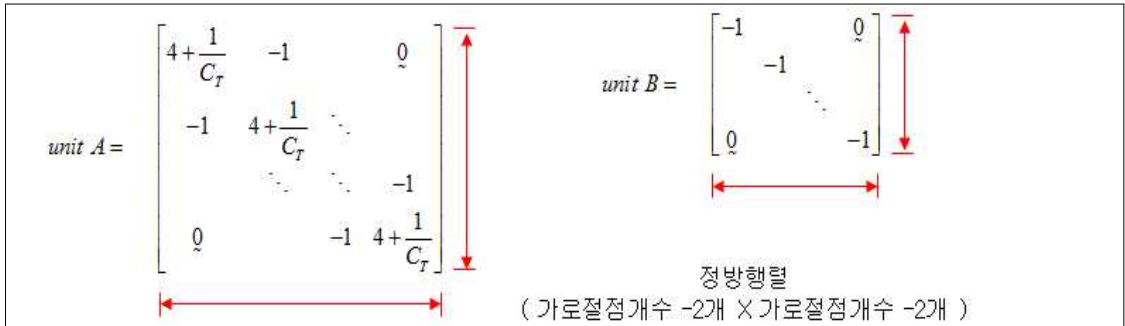


그림 13 서브행렬 unit A 및 unit B

출처 : 건설교통부 “화재피해를 입은 고강도 및 일반강도 철근콘크리트 부재의 구조적 성능규명 및 보수” 연구 보고서