

건물에 대한 낙뢰 영향분석

한양대학교

2011012409 미래자동차공학과 이상현

목차

1. 낙뢰에 대하여

- 정의
- 원리
- 피해사례

2. COMSOL MULTIPHYSICS를 통한 낙뢰현상 구현

- COMSOL구현을 위한 가정
- GEOMETRY
- MATERIALS
- BOUNDARY CONDITION & CONSTRAINTS

3. 해석결과 분석

- 낙뢰에 따른 전류 흐름
- 전류의 흐름에 따른 열 발생
- 열 발생에 따른 힘에 의한 변화

4. 낙뢰에 대한 해결책

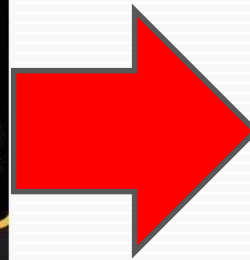
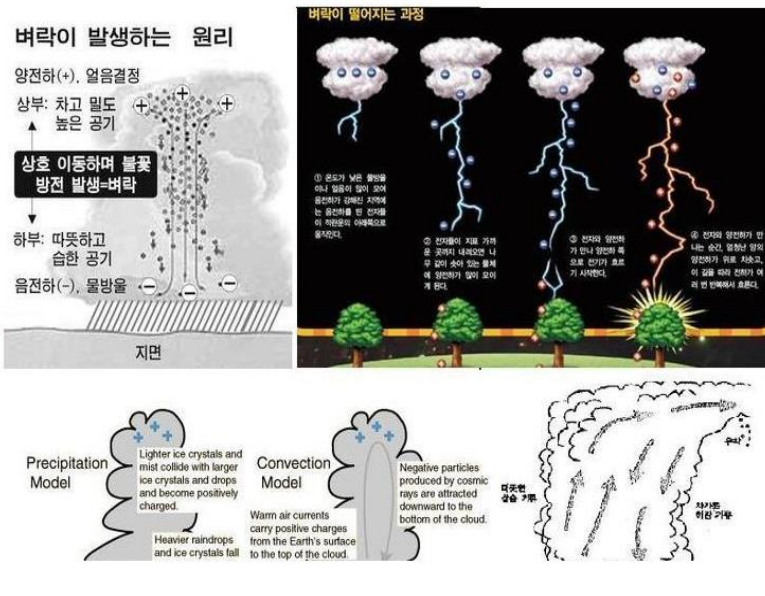
낙뢰에 대하여

낙뢰의 정의(1)

낙뢰란?

[명사] 벼락이 떨어짐. 또는 그 벼락

낙뢰의 발생원리



지면과 구름사이의 갑작스런 방전

낙뢰의 정의(2)

낙뢰로 인한 피해사례

[마른하늘에 날벼락... 4명 낙뢰 맞아 중태](#) 국민일보 | 📄 8면2단 | 2013.05.02 (목) 오후 10:30 <

오후 1시50분쯤 서울 면목3동 진로아파트 앞 마을버스 정류장에서 강모(50여)씨 등 4명이 낙뢰에 맞았다.... 우박과 낙뢰가 잦은 것"이라고 말했다. 지난달 전국 평균기온이 평년보다 1.6도 낮은 10.3도에 그칠 만큼...

네이버에서 보기 > | [관련기사 보기](#) | [이 언론사 내 검색](#)



[경의선 낙뢰사고로 열차운행 1시간 중단 '출근길 시민 불편'](#) 뉴스엔 | 2013.04.29 (월) 오전 9:50 <

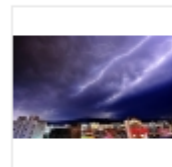
경의선이 낙뢰사고로 운행 중단됐다. 4월 29일 오전 5시 15분께 경기도 파주시 문삼읍 문산리 문산역에서... 코레일 측은 경의선 열차 운행 중단 사고에 대해 "문산역 전기선로에 낙뢰가 내리쳐 전기 공급이 끊겨 운행이..."

[관련기사 보기](#) | [이 언론사 내 검색](#)

[진안 주택서 낙뢰 화재...750만원 피해](#) 뉴시스 | 2013.04.25 (목) 오후 4:04 <

= 전북지역에 천둥과 번개를 동반한 폭우가 쏟아지면서 낙뢰로 인한 화재가 발생했다. 25일 낮 12시께... 경찰과 소방당국은 목조 주택 지붕에 설치된 전선에 낙뢰가 떨어지면서 불이난 것으로 보고 정확한 화인을...

네이버에서 보기 > | [관련기사 보기](#) | [이 언론사 내 검색](#)



['낙뢰 사각' 학교 건물 피뢰침 설치 시급](#) 뉴시스 | 2012.07.11 (수) 오후 2:49 <

현행법 20m 이상 건물 등에만 의무화... "대책 마련해야" = 학교 건물의 상당수가 낙뢰 피해의 사각지대에 놓여 있는 것으로 확인돼 피뢰침 설치 등 안전대책 마련이 시급하다는 지적이다. 11일 전남 나주시 S초등학교...

네이버에서 보기 > | [관련기사 보기](#) | [이 언론사 내 검색](#)

COMSOL MULTIPHYSICS를 통한 낙뢰현상 구현

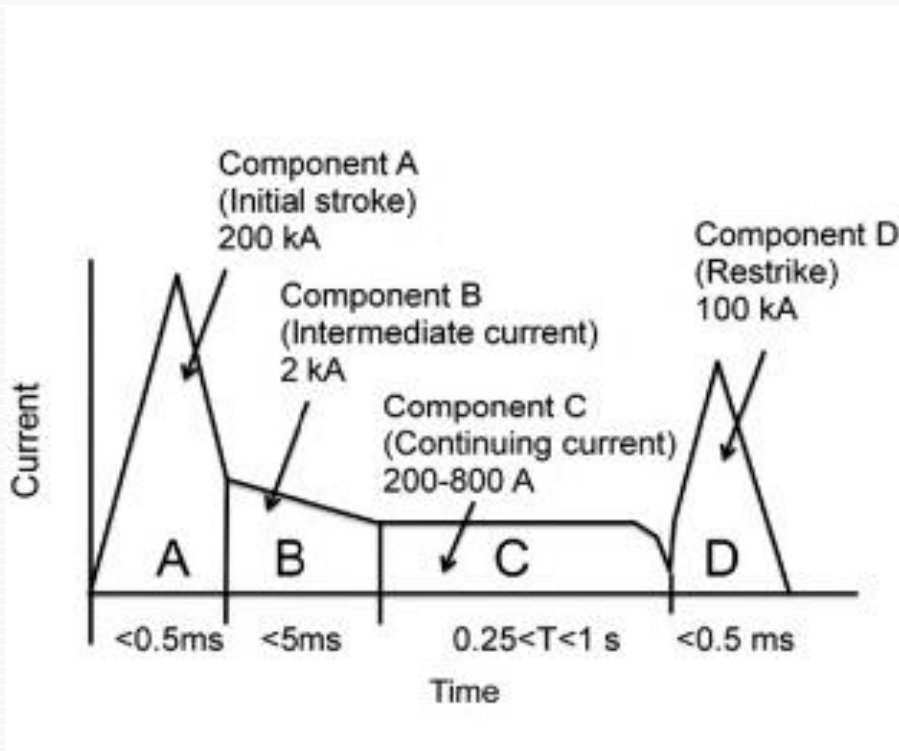
COMSOL구현을 위한 가정

1. 짧은 시간 0.001s & 높은 전류 20kA

열발생 $\propto I^2 * R * t$
R은 상수

$$(20000^2) * 0.001 = (10000^2) * 0.004$$

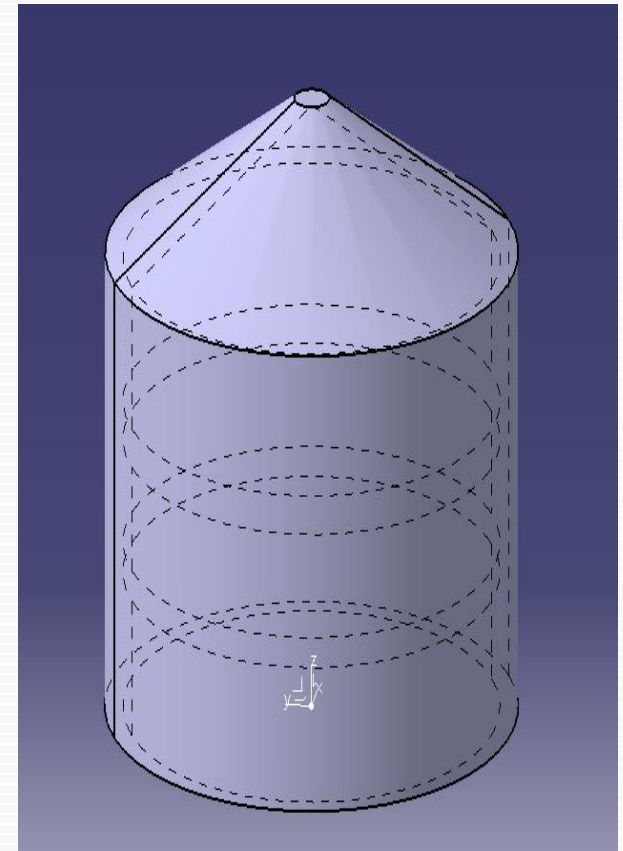
4/10000s는 충분히 작으므로
Time dependent \rightarrow Stationary



COMSOL구현을 위한 가정

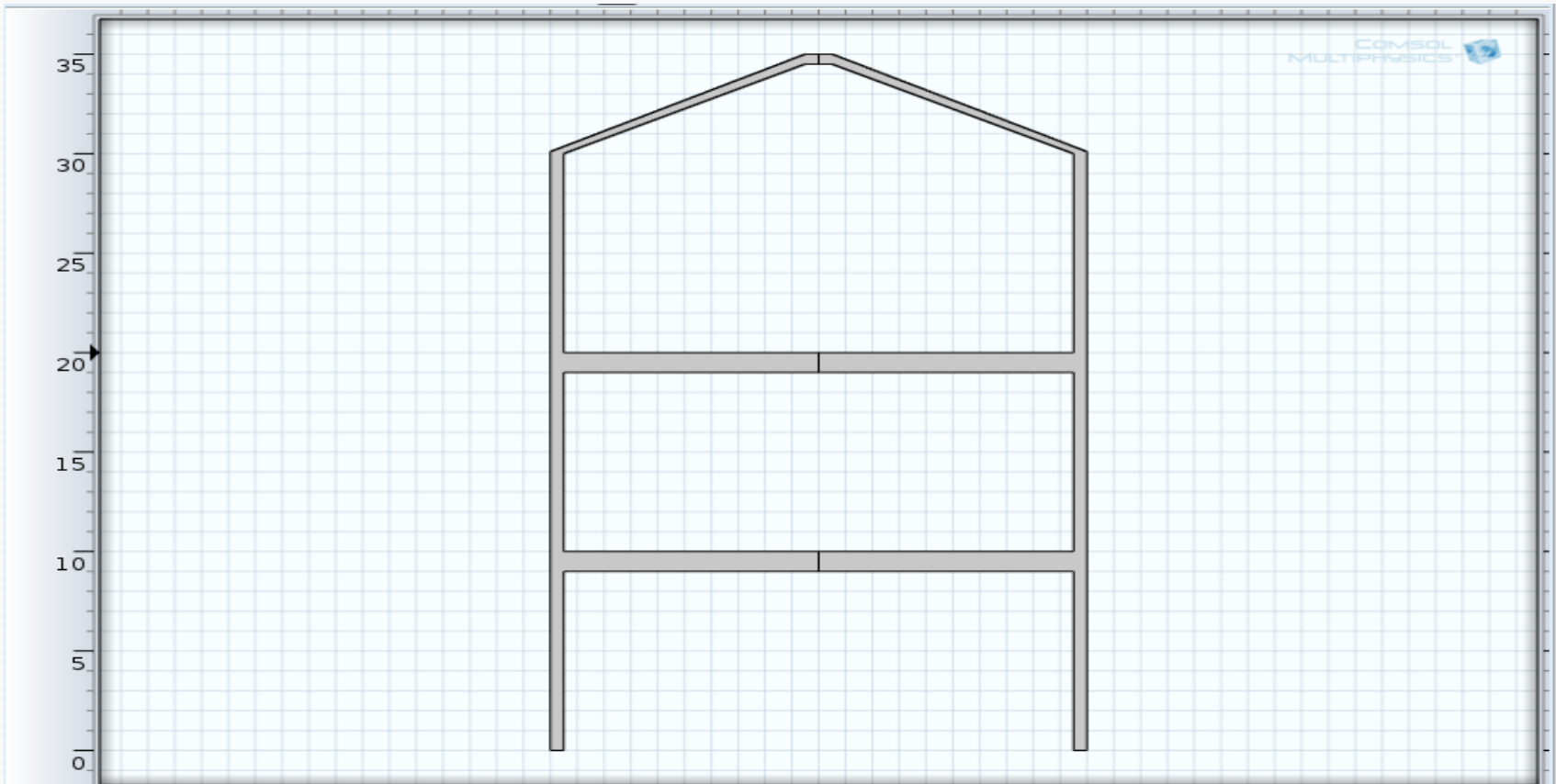
2.GEOMETRY 간략화(1)

GEOMETRY구현힘듦
대칭성X → 2D화불가능



COMSOL구현을 위한 가정

2.GEOMETRY 간략화(2)_최종



COMSOL구현을 위한 가정

3.MATERIALS

건축재료 : CONCRETE(DRY)

Relative permittivity : 4.5

Heat Capacity :

$0.27(\text{kcal}/\text{kg}\cdot\text{C})\cdot 2..3(\text{g}/\text{cm}^3)$

Density : $22\text{kN}/\text{m}^3$

Conductivity $\propto 1/\text{specific resistance}$

Property	Name	Value	Unit	Property group
✓ Thermal conductivity	k	k_sol...	W/(...	Basic
✓ Density	rho	22[k...	kg/...	Basic
✓ Heat capacity at constant pr...	Cp	2598...	J/(kg...	Basic
✓ Electrical conductivity	sigma	1	S/m	Basic
✓ Relative permittivity	epsil...	4.5	1	Basic
TD	TD	TD_s...	m^2/s	Basic

Relative static permittivities of some materials at room temperature under 1 kHz [1] (corresponds to an electromagnetic wave with wavelength of 300 km)

Material	ϵ_r
Vacuum	1 (by definition)
Air	$1.000\ 589\ 88 \pm 0.00000050$ (at STP, for 0.9 MHz), [2]
PTFE/Teflon	2.1
Polyethylene	2.25
Polyimide	3.4
Polypropylene	2.2–2.36
Polystyrene	2.4–2.7
Carbon disulfide	2.6
Paper	3.65
Electroactive polymers	2–12
Silicon dioxide	3.9 [3]
Concrete	4.5
Pyrex (Glass)	4.7 (3.7–10)
Rubber	7
Diamond	5.5–10
Salt	3–15
Graphite	10–15
Silicon	11.68
Ammonia	28, 22, 20, 17 (–80, –40, 0, 20 °C)
Methanol	30
Ethylene Glycol	37
Furfural	42.0
Glycerol	41.2, 47, 42.5 (0, 20, 25 °C)
Water	88, 80.1, 55.3, 34.5 (0, 20, 100, 200 °C) for visible light: 1.77
Hydrofluoric acid	83.8 (0 °C)
Formamide	84.0 (20 °C)
Sulfuric acid	84–100 (20–25 °C)
Hydrogen peroxide	128 at –80 (–30–25 °C)

COMSOL구현을 위한 가정

4.BOUNDARY CONDITIONS(1) _Heat Transfer Coefficient

Boundary Selection

Selection: Manual

1
2
3
4
5
6
7
8
9

Override and Contribution

Equation

Heat Flux

General inward heat flux

$q_0 = h \cdot (T_{ext} - T)$

Heat transfer coefficient:
 h 5 [W/m²/K]

External temperature:
 T_{ext} 293.15 [K]

Total heat flux

대류와의
Heat transfer coefficient

Convergence Plot 1

x	y	Value
9.52855	0.56463	77.74861
-11.07164	0.17886	37.73603

625 MB | 813 MB

COMSOL구현을 위한 가정

4.BOUNDARY CONDITIONS(2) _Current Density

$I = 10000 / 2 * \pi$ (Ka)
 $2 * \pi$ 로 나눠주는 이유는 2D화 하면서 건물 꼭대기 면적의 둘레로 전류를 나눠줘야 하기 때문이다.

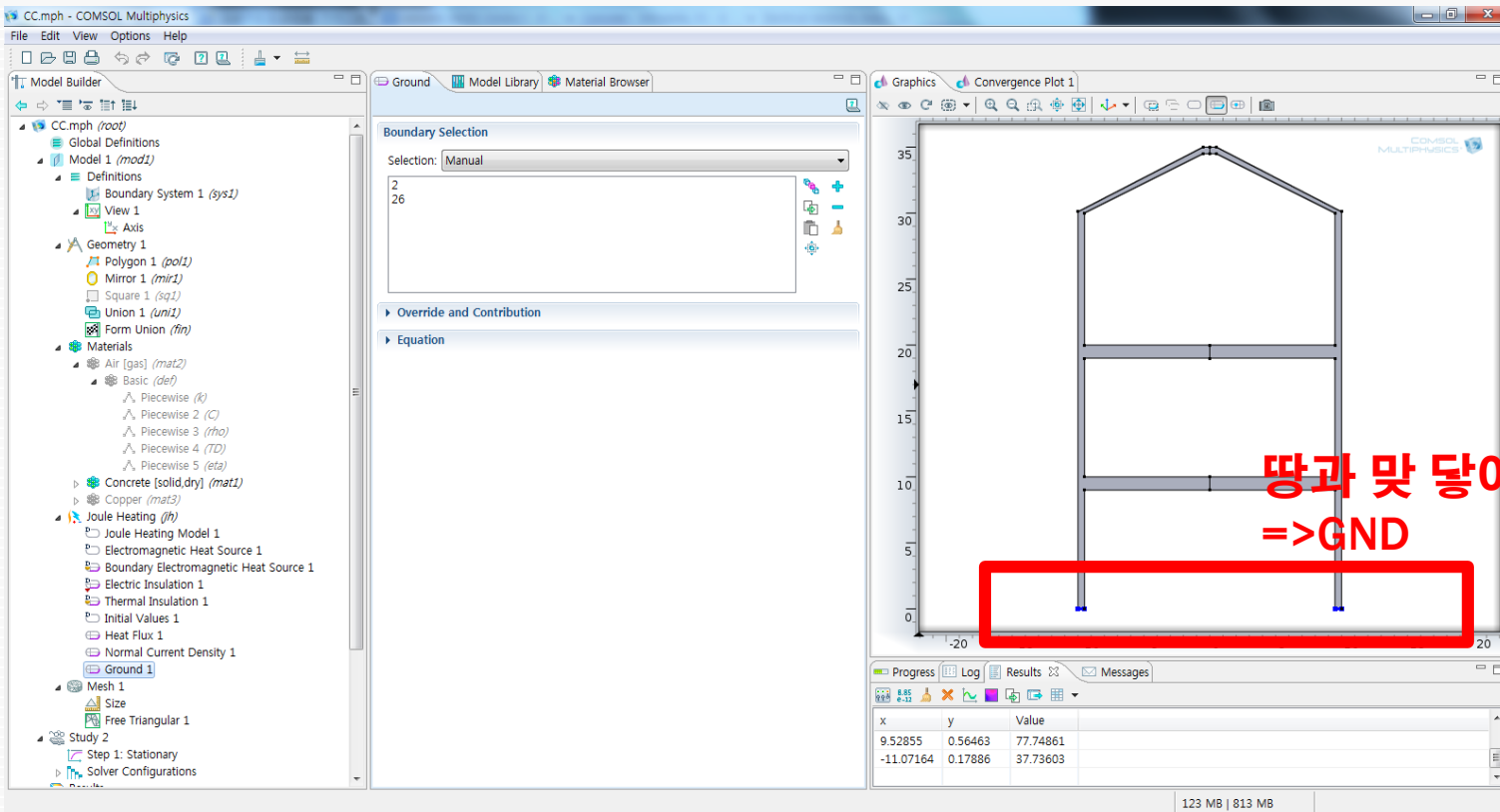
58 MB | 813 MB

x	y	Value
9.52855	0.56463	77.74861
-11.07164	0.17886	37.73603

오전 5:42
2013-06-11

COMSOL구현을 위한 가정

4.BOUNDARY CONDITIONS(3)



COMSOL구현을 위한 가정

4.BOUNDARY CONDITIONS(4)

Solid Mechanics

The screenshot displays the COMSOL Multiphysics software interface. The left sidebar shows the Model Builder tree with 'Thermal Expansion 1' selected under 'Solid Mechanics (solid)'. The central 'Domain Selection' window shows 'All domains' selected. The 'Thermal Expansion' settings are highlighted with a red box, showing the coefficient of thermal expansion α set to 'From material' and the strain reference temperature T_{ref} set to 293.15[K]. The right window shows a 2D plot of a house-shaped structure with a blue outline. The bottom status bar shows the file size as 665 MB | 849 MB.

모델과 모델간의 연동을 위해
T값을 Temperature(jh/jhm1)선택

x	y	Value
9.52855	0.56463	77.74861
9.52855	0.56463	77.74861
-11.07164	0.17886	37.73603

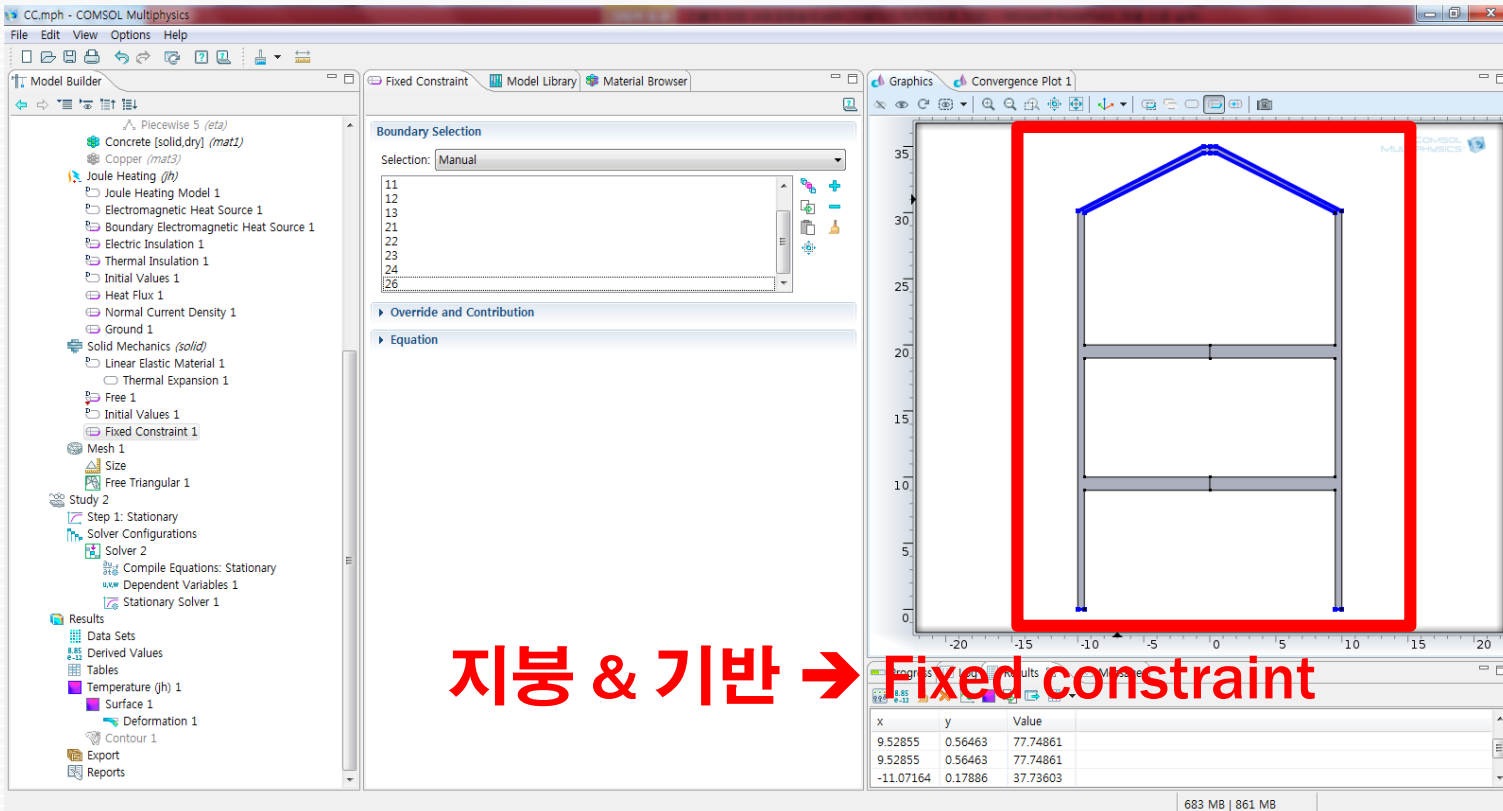
CAE_PROJECT

665 MB | 849 MB

COMSOL구현을 위한 가정

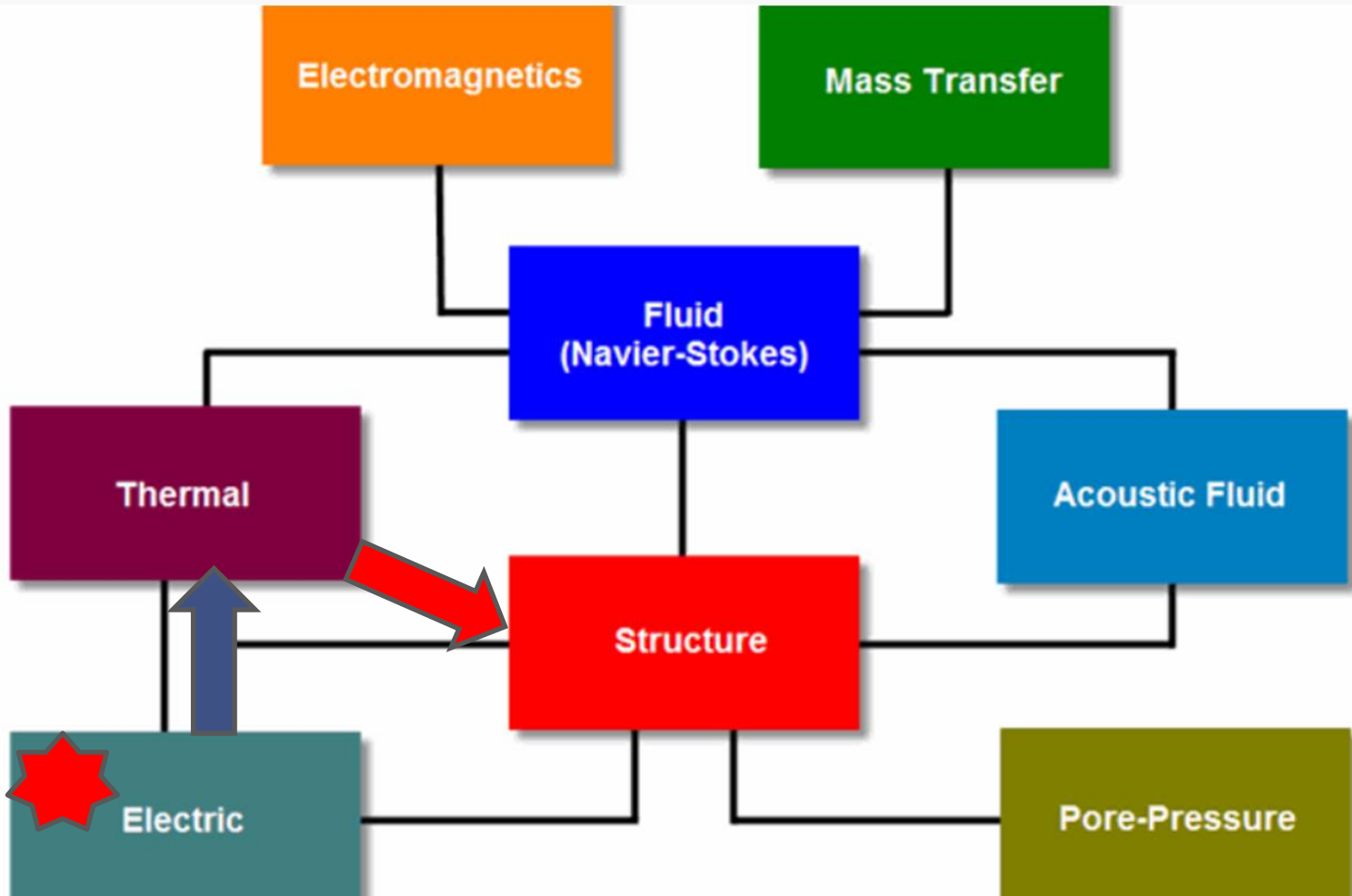
4.BOUNDARY CONDITIONS(5) _ Fixed constraint

Solid Mechanics



해석결과분석

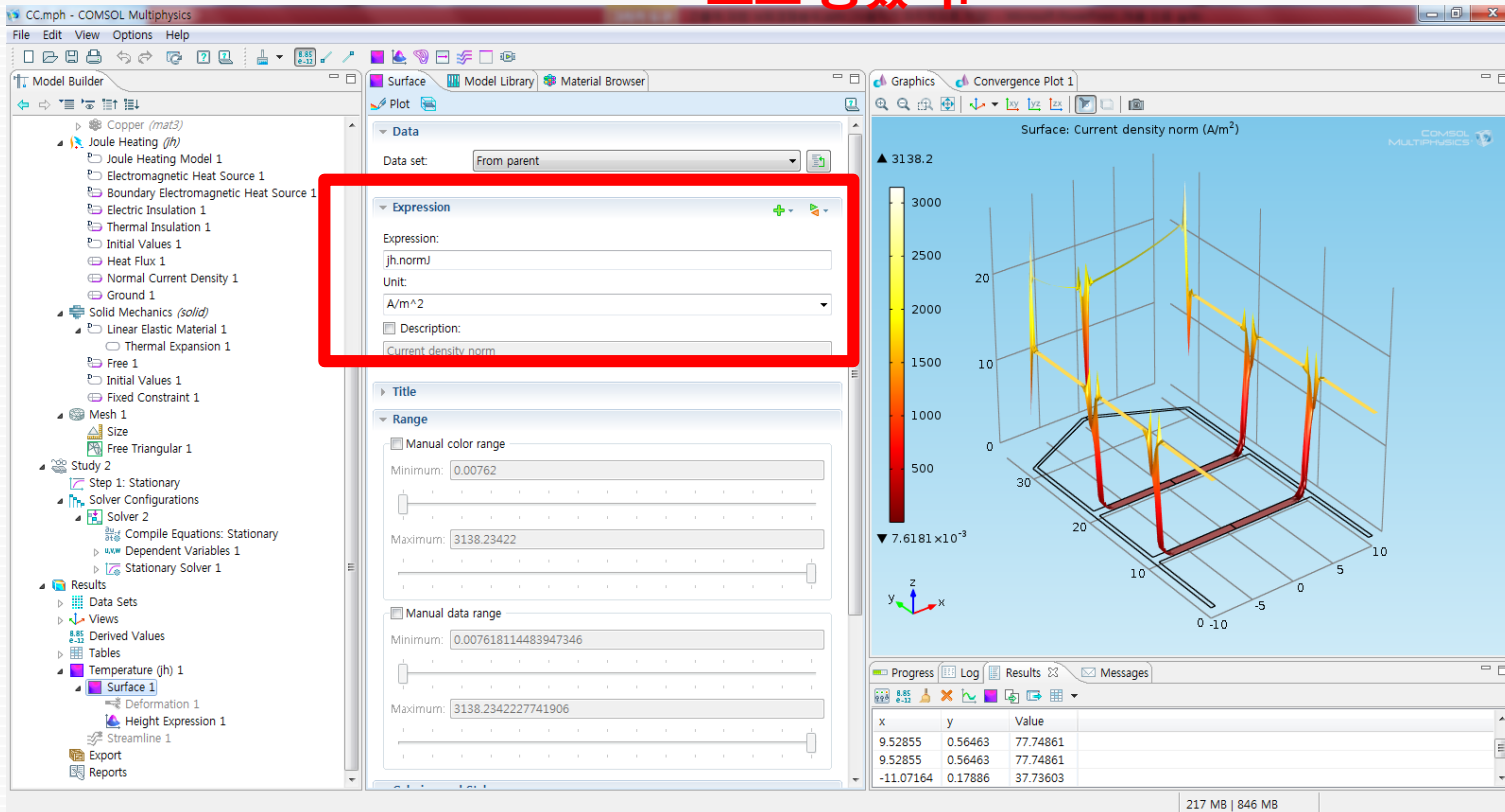
해석흐름도



해석결과 분석

1) 낙뢰에 따른 전류 흐름

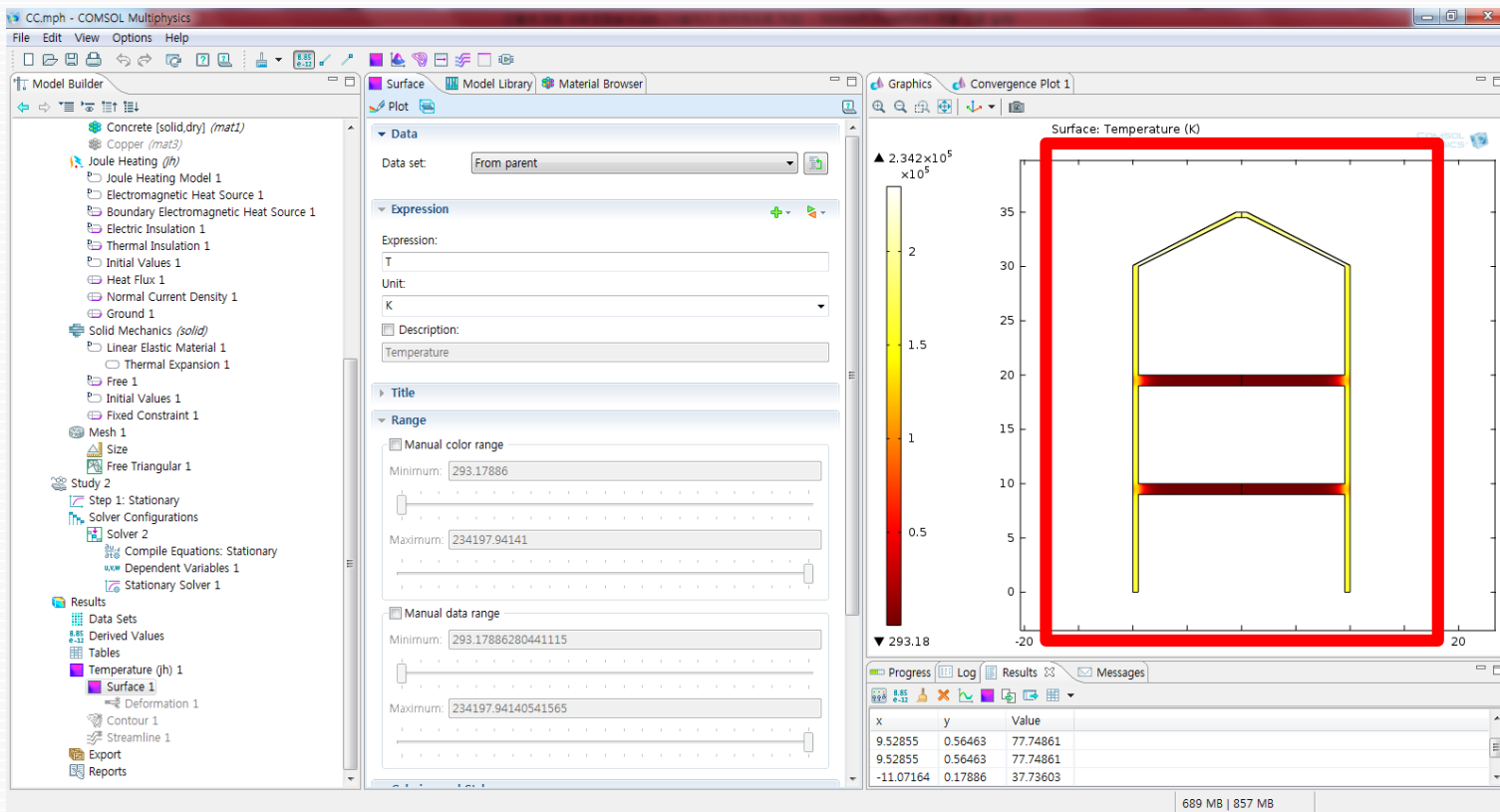
어차피 전류의 흐름은 위에서 아래로 흐르므로 전류의 크기를 EXPRESSION으로 정했다.



해석결과 분석

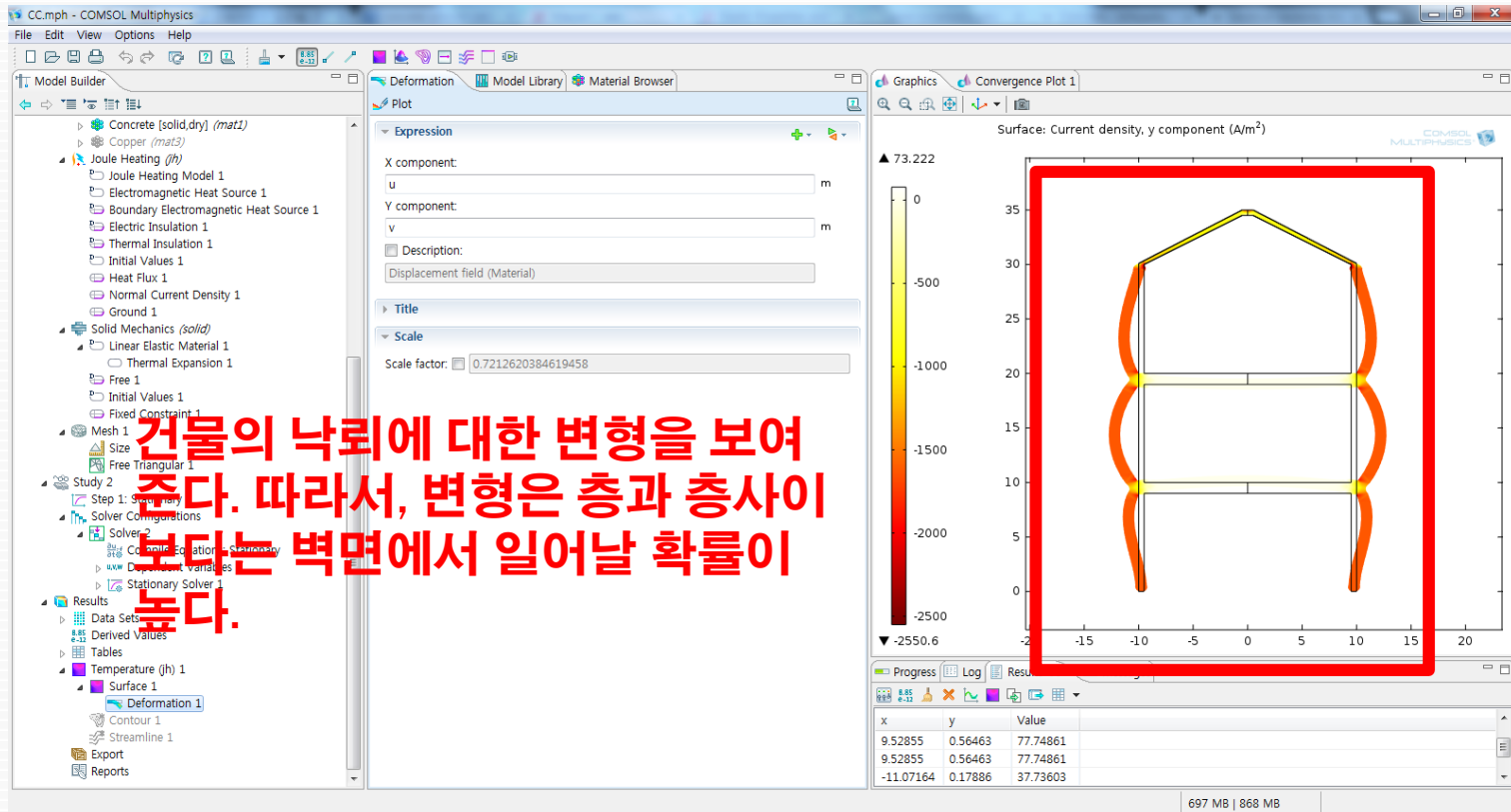
2) 전류의 흐름에 따른 열 발생

양쪽 벽을 이어주는 층과 층사이의 CONCRETE에는 전압차가 발생하지 않아 전류가 흐르지 않으므로, 거의 상온을 유지하는 것을 볼 수 있다.



해석결과 분석

3) 열 발생에 따른 힘에 의한 변화



건물의 낙뢰에 대한 변형을 보여 준다. 따라서, 변형은 층과 층사이보다는 벽면에서 일어날 확률이 높다.

낙뢰에 대한 해결책

피뢰침

구름 : 양전하덩어리
존재하는 힘: 인력 & 척력

인력 >> 척력 : 낙뢰방지
인력 << 척력 : 낙뢰발생

(+)전기를 띤 구름이
전기의 성질을 잃는다.



피뢰침을 GND완 연결함으로써, 구름에 많은 양전하가 쌓이기 전에 음전하를 공급하여 양전하가 축적되는 것을 방지한다.