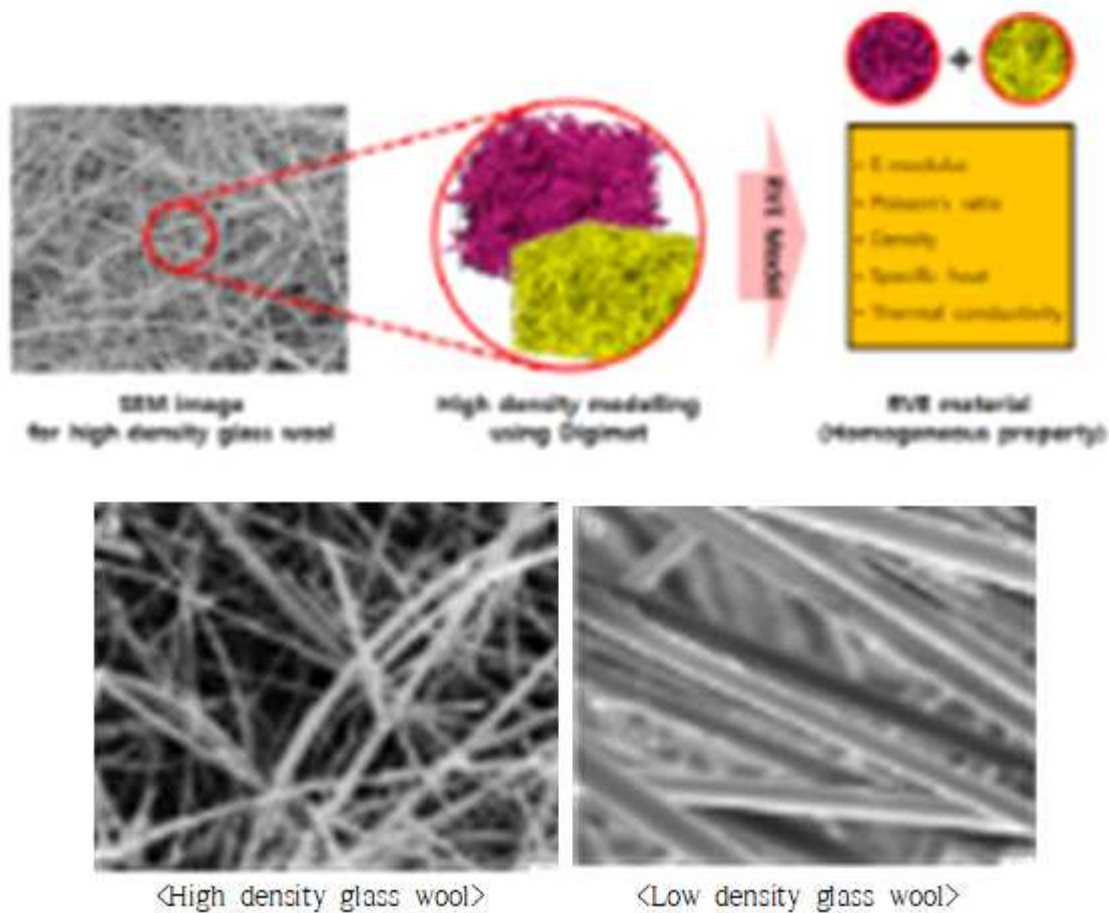


불연성 무기단열 보드판 시뮬레이션 DB구축(기계적 물성, 열적 물성) (18건)

○ 시험 개요

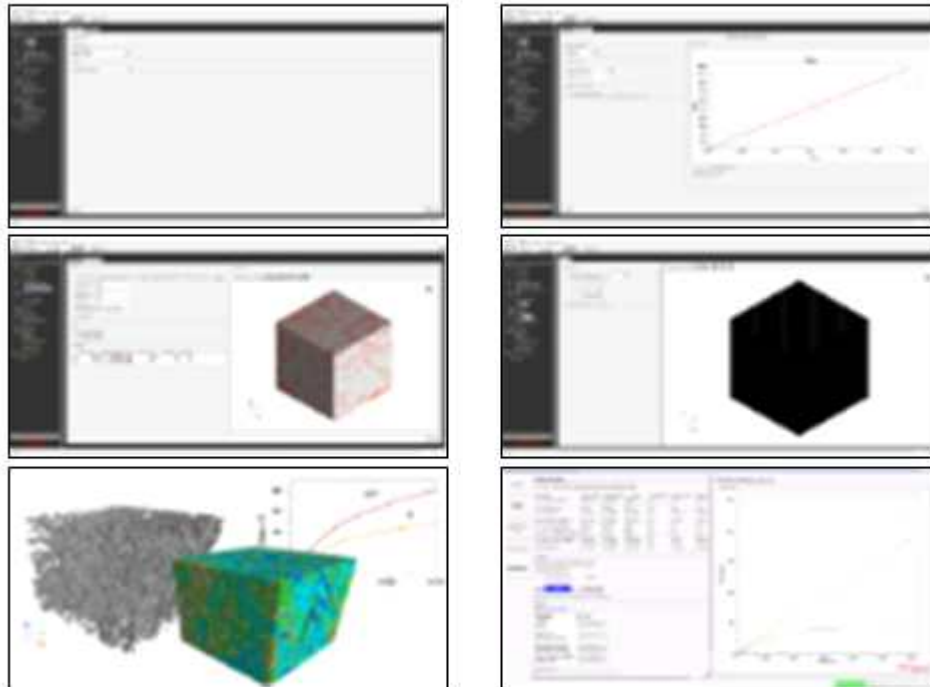
- 일반적으로 단열재란 열의 이동이 높은 곳에서 낮은 방향으로 이동하는 것을 방지하는 구조체를 말하며, 선박에서도 여러 종류의 단열재가 사용되고 있음
- 무기 단열 소재로 제작된 고밀도 보드는 제작 공정에서 섬유 방향과 분포가 무작위로 분포하여 제품의 측정 부위에 따라 물리적 성질(밀도), 기계적 특성(탄성계수, 최대하중, 피아송비) 및 열적 특성(비열, 열전달율) 등이 측정 부위에 따라 오차가 발생하여, 제품의 대표성을 가지는 물성을 예측하기에는 어려움이 따라 시뮬레이션 물성 DB로는 적합하지 않음. 이러한 물성에 대한 문제와 시뮬레이션 결과의 신뢰성 향상을 위해 실험과 소재 물성 모델링을 병행하여 물성을 보정(Correlation)하고, 무기 단열 소재가 적용된 보드에 대해 시뮬레이션을 진행하여 엔지니어링 물성 DB 구축 및 관련 모델 구축에 목적이 있음.



[RVE 이론을 적용한 물성 모델링 방법]

- 기 구축된 소재 모델링 소프트웨어(Digimat-FE)를 활용하여 실험을 통해 도출된 열적 특성에 대해 아래 그림과 같이 물성 보정(Correlation)을 가장 이상적이고 간단하게 섬유와 기지를 표현 가능한 RVE(Representative Volume Element) 이론을 적용하여 소재의 구조를 단순화하여 시뮬레이션을 진행하고, 각 소재에 대한 기계적/열적 물성을 입력하고, 아래와 같이 관련 이론을 적용하여 계산을 진행하고 소재 역설계(Digimat-MX)를 통해 엔지니어링 물성을 도출하고 이를 시뮬레이션 DB로 활용함.

$$u^+ - u^- = \bar{\epsilon}(x^+ - x^-), \quad \bar{\sigma} = \bar{C} : \bar{\epsilon}, \quad \bar{\sigma} = \frac{1}{V} \int_V \sigma dV$$



[소재 모델링 소프트웨어를 활용한 Correlation]

[소재 모델링 소프트웨어(DIGMAT)을 통해 도출된 기계적 물성 특성]

Material	Young' s modulus	Poisson' s ratio	Elasticity
#1	0.005MPa	0.30	0.00125GPa
#2	0.013MPa	0.31	0.0029GPa
#3	0.02MPa	0.33	0.005GPa

[소재 모델링 소프트웨어(DIGMAT)을 통해 도출된 열적 물성 특성]

Material	H. transfer coefficient	Specific heat	Density
#1	0.0075W/m · K	540J/kg · K	5.5kg/m ³
#2	0.016W/m · K	635J/kg · K	13.7kg/m ³
#3	0.03W/m · K	840J/kg · K	20kg/m ³

- 다음으로 해석의 정확도를 높이기 위해 소재 모델링 소프트웨어로 활용하여 소재 물성 모델링은 실행함. 먼저, 유리섬유의 소재 특성은 Elastic으로 설정하고 열적 물성을 입력하고, 수지의 소재 특성은 viscoelastic으로 설정하여, density, consistent tangent, initial shear, initial bulk 및 shear weight 등을 입력하고, volume fraction을 설정함. 다음으로 유리 섬유의 형상 정보인 volume_fraction과 aspect ratio 및 섬유 크기와 섬유 방향에 따른 fiber orientation 정보를 입력함. 그리고 소재 정보가 반영된 Micro structure의 크기와 구조를 설정하고 RVE 이론을 적용하고 structure에 대한 격자(Mesj)와 열하중 조건을 설정하고 해석을 진행함.

[소재 모델링 소프트웨어를 활용한 물성 입력 및 경계 조건 설정]

#####

MATERIAL

name = Glass

type = elastic

density = 2.5000000000000000e-09

elastic_model = isotropic

----- middle omitted -----

#####

PHASE

name = Fibers2

type = inclusion_fe

volume_fraction = 6.0000000000000000e-02

material = Glass

inclusion_shape = spherocylinder

aspect_ratio = 1.5000000000000000e+01

phase_definition = by_size_and_ar

inclusion_size = 2.0000000000000000e+00

size_distribution = fixed

orientation = tensor

orientation_11 = 8.0000000000000000e-01

orientation_22 = 2.0000000000000000e-01

orientation_33 = 0.0000000000000000e+00

orientation_12 = 0.0000000000000000e+00

orientation_13 = 0.0000000000000000e+00

orientation_23 = 0.0000000000000000e+00

coated = no

interface_behavior = perfectly_bonded

clustering = no

allow_size_reduction = yes

max_nb_size_reduction = 2

size_division_factor = 1.2500000000000000e+00

track_percolation_onset = no

stop_at_percolation = no

check_final_percolation = no

no_tie_on_fiber_tips = no

----- middle omitted -----



```
#####
```

```
OUTPUT
```

```
stress_output = on
```

```
strain_output = on
```

```
sdv_output = on
```

```
stiffness_output = off
```

```
nb_histogram_class = 50
```