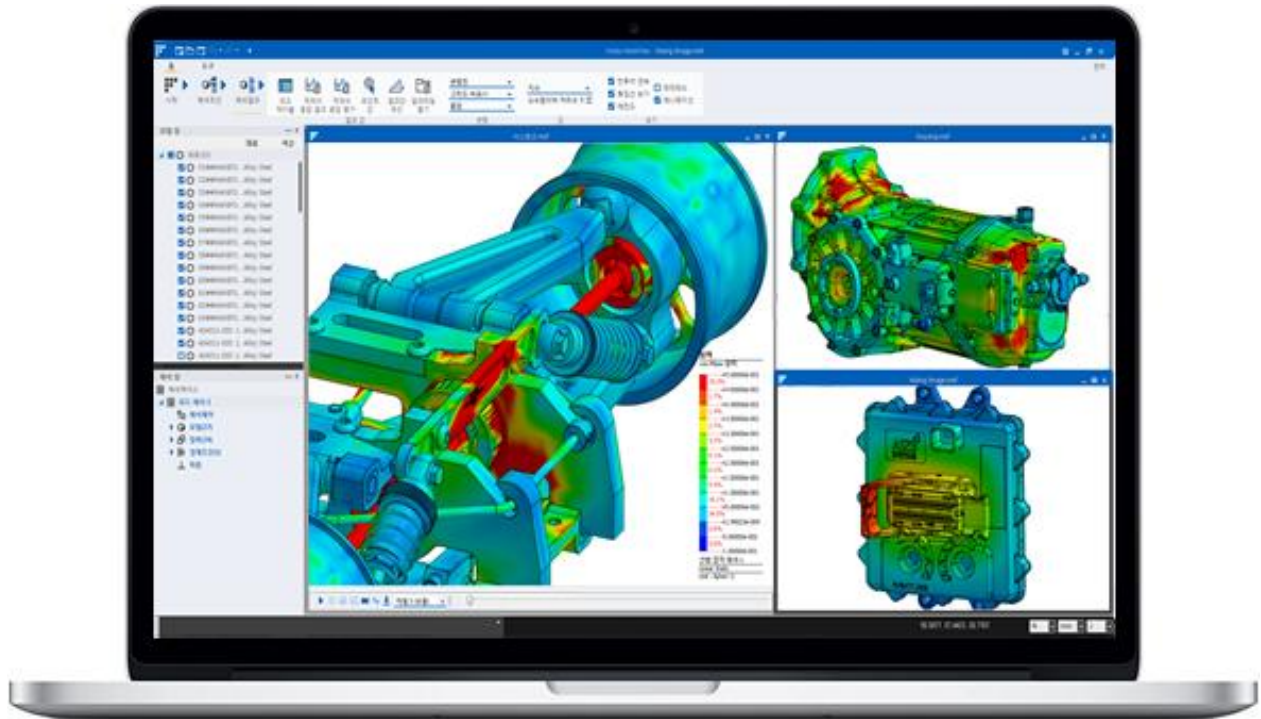


MeshFree 2026 Release Note



새로운 세계와의 접촉

2017년 4월, 기존 CAE 기술에 작은 변화를 더한 MeshFree 1.0을 출시하였습니다. 요소망 생성에 보다 자유로운 작은 기술적 변화는 반 세기 이상 CAE 시장을 점유한 FEM 기반의 기술적 한계를 혁신적으로 극복하였습니다. MeshFree는 설계 엔지니어가 설계한 아름다운 모델 원형을 그대로 활용하여 설계 엔지니어 스스로 해석을 수행하여 설계 제품의 성능을 검증하고 최적 설계를 할 수 있는 설계단계 CAE 프로세스의 변화를 주도하고 있습니다. MeshFree 2025에서는 보다 든든한 파트너로서 자리 매김하기 위하여 사용 편의성 부분에 대해 강화하였으며, 신뢰성 향상을 위한 지속적인 개선을 위해 노력하였습니다.

CAD Interface Update

구분	확장자	적용 버전
Parasolid	x_t, xmt_txt, x_b, xmt_bin	9.0 ~ 38.0.x
ACIS	sat, sab, asat, asab	R1 ~ 2026.1.0
STEP	stp, step	AP203, AP214, AP242
IGES	igs, iges	Up to 5.3
Pro-E / Creo	prt, prt.*, asm, asm.*	16 ~ Creo 12.0
SolidWorks	sldprt, sldasm, slddrw	98 ~ 2026
CATIA V4	model, exp, session	4.1.9 ~ 4.2.4
CATIA V5	CATPart, CATProduct	V5 R8 ~ V5-6R2026
Unigraphics	prt	11 ~ NX2506
Inventor Part	ipt	V6 ~ V2026
Inventor Assembly	iam	V11 ~ V2026
SolidEdge	par, asm, psm	V18 ~ SE2026

CAD interface는 협력사의 업데이트 환경에 따라 최신버전에 대한 지원이 지연될 수 있습니다. 최신버전이 지원되지 않는 경우에는 Parasolid 파일 형식 등의 중립파일로 변환하여 활용 부탁드립니다. 최신버전의 CAD를 빠르게 반영할 수 있도록 노력하겠습니다.

볼트 연결 기능 추가

1. 개요

기계 구조물은 단일 부품이 아니라 여러 부품의 '조립체'입니다. 이번 업데이트는 조립의 핵심인 **볼트 연결** 과정을 자동화하고, 볼트에 걸리는 하중과 열 흐름까지 계산할 수 있는 기능을 추가하였습니다.

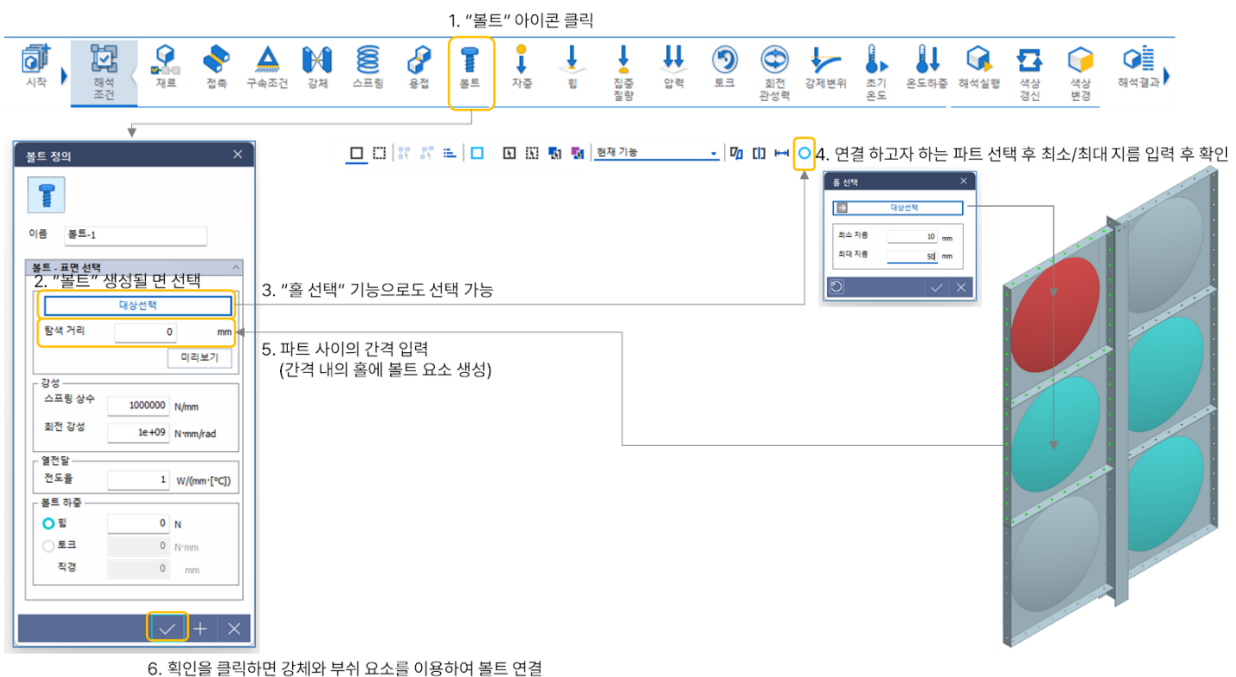
2. 주요 신규 기능

지능형 자동 홀 검색

사용자가 볼트의 직경을 입력하면, 소프트웨어가 모델 전체를 검색하여 적합한 구멍을 찾아냅니다.

- 작동 원리:

1. **Hole Detection:** 부품에서 볼트를 연결할 원형 홀을 찾습니다.
2. **Pairing:** 두 부품 사이의 중심점 거리가 허용 범위(Range) 안에 있는 '홀'을 찾습니다.
3. **Creation:** 두 중심점 사이에 연결 요소를 자동으로 생성합니다.



볼트 모델링 (RBE2 + Bush Element)

볼트를 단순히 선 하나로 표현하는 것이 아니라, 실제 물리적 거동을 모사하기 위해 두 가지 요소를 조합합니다.

- **강체 요소:** 구멍의 테두리 점들을 중심점에 묶어주는 역할을 합니다. 구멍이 변형되지 않게 잡아주는 '강체' 역할을 하죠.
- **부쉬 요소:** 볼트의 몸통 역할을 하며, 볼트가 가진 강성을 표현합니다. 부쉬 요소를 통하여 볼트에 작용하는 축력과 전단력을 계산합니다.

3. 주요 볼트 하중 및 후처리 기능


볼트 하중 적용 및 열전달 해석 가능

- **볼트 하중:** 볼트 체결시 작용하는 장력을 적용할 수 있습니다. 힘 또는 토크로 입력 가능합니다.
- **전도율:** 열전달 해석시 볼트에 의해 전달되는 열을 고려할 수 있습니다. 열전도율을 입력하여 확인 가능합니다.

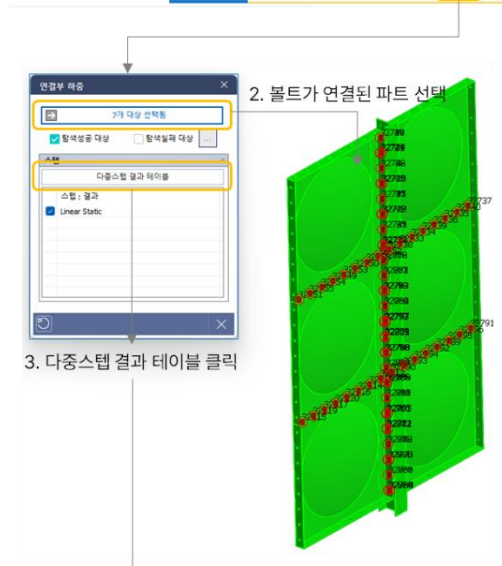
결과 시각화 (Post-processing)

볼트에 작용하는 축력과 전단력은 "연결부 하중" 기능을 이용하여 확인 가능합니다.

1. "연결부 하중" 아이콘 클릭



2. 볼트가 연결된 파트 선택



3. 다중스텝 결과 테이블 클릭

4. 볼트 하중 확인
FX : 축력
FY, Fz : 전단력 (Root Square 평가 추천)

순번	연결부 번호	시스템	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	FX (N)	FY (N)	FZ (N)	MX (N*mm)	MY (N*mm)	MZ (N*mm)
1	BOLT	32717	108.15	-1043.50	2169.06	8.71	0.00	-0.00	0.03	-132.29	803.94
2	BOLT	32718	108.15	-1043.50	2294.06	-6.69	-0.00	-0.00	0.00	20.68	470.00
3	BOLT	32719	108.15	-1043.50	2669.06	-45.81	-0.00	0.00	0.01	0.16	-1295.87
4	BOLT	32720	108.15	-1043.50	2044.06	31.19	0.00	-0.00	-0.02	-8.09	1065.71
5	BOLT	32721	108.15	-1043.50	2544.06	29.32	0.00	0.00	-0.01	77.85	864.75
6	BOLT	32722	108.15	-1043.50	2419.06	7.58	-0.00	-0.00	-0.02	71.71	-81.27
7	BOLT	32723	108.15	-1043.50	1919.06	44.22	0.00	-0.00	-0.00	-83.72	1461.86
8	BOLT	32724	108.15	-1043.50	1794.06	94.89	0.00	-0.00	0.00	-1141.42	1759.04
9	BOLT	32725	109.53	-1043.50	2171.06	-677.57	7.84	-475.37	1699.26	-66.21	-1745.92
10	BOLT	32726	109.53	-1043.50	2296.06	-686.45	14.52	-472.15	1615.24	10.34	-1915.98
11	BOLT	32727	109.53	-1043.50	2669.06	-22.91	-1762.94	5394.68	112314.45	-647.93	309.14
12	BOLT	32728	109.53	-1043.50	2046.06	-610.72	26.24	-442.67	1685.43	-19.04	-1494.63
13	BOLT	32729	109.53	-1043.50	2546.06	150.30	1437.53	86.42	4224.91	38.93	-5331.39
14	BOLT	32730	109.53	-1043.50	2421.06	-570.11	338.32	-400.13	1149.15	35.86	-1234.25
15	BOLT	32731	109.53	-1043.50	1921.06	-576.86	0.87	-427.11	1738.89	-40.86	-1241.74
16	BOLT	32732	109.53	-1043.50	1796.06	-613.72	-36.80	-483.51	1672.29	-570.71	-867.52

과도 열응력 해석 기능 추가

1. 개요

기존 시스템은 **정상상태** 열전달과 선형 열변형 해석에 국한되어 있었습니다. 이번 업데이트를 통해 시간이 흐름에 따라 온도가 변하는 **과도상태** 해석과, 재료의 변화까지 고려하는 **비선형 준정적 해석** 기반의 열응력 해석 기능이 추가되었습니다.

2. 주요 신규 기능 및 개념 설명

기존 MeshFree에서는 정상상태 열전달 해석을 수행한 후 계산된 온도 분포를 하중 조건으로 전달해서 선형 정적해석을 수행하였습니다. 이번 업데이트에서는 기존의 과도상태 열전달 해석을 기반으로 수행된 시간대별 결과를 하중 조건으로 적용하여 비선형 정적해석을 수행하여 열변형 및 열응력을 검토할 수 있도록 기능을 추가하였습니다.

1) 과도상태 열전달 해석 (Transient Heat Transfer Analysis)

- **정상상태(Steady-state)** : 시간이 아주 오래 흘러 온도가 더 이상 변하지 않는 상태
- **과도상태(Transient)** : 특정 시점마다 온도가 변하는 과정

2) 비선형 정적 해석 기반 과도 열응력 해석

온도가 시간에 따라 변하면, 그에 따른 구조물의 '응력'도 시간에 따라 변합니다. 특히 온도가 아주 높거나 변형이 클 때는 비선형성(Nonlinearity)을 고려해야 정확한 답을 얻을 수 있습니다.

- **재료 비선형** : 항복강도 변화를 검토하고 항복 이후의 변형도 함께 검토합니다.
- **기하 비선형** : 열팽창으로 인해 구조물이 대변형이 발생하는 경우 검토 가능합니다.
- **접촉 비선형** : 열변형으로 인해 타 파트 간의 접촉 여부를 검토 가능합니다.

3. 업데이트 상세

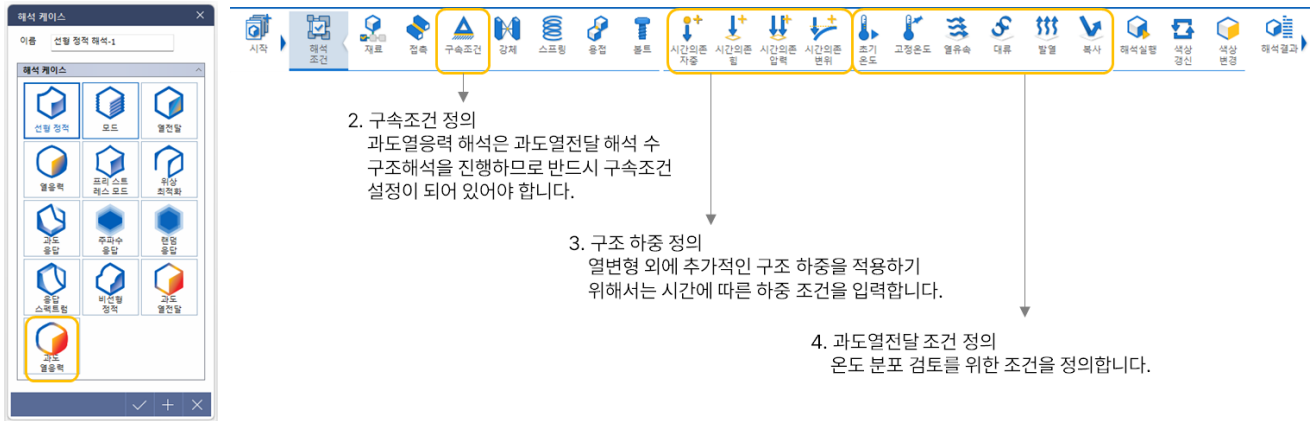
이번 기능 추가를 통해 여러분은 다음과 같은 고난도 해석 프로세스를 수행할 수 있습니다.

단계	해석 종류	주요 계산 내용
Step 1	과도 열전달	시간대별 온도 분포 데이터 생성
Step 2	데이터 매핑	계산된 온도를 구조 해석의 하중 조건으로 전달
Step 3	비선형 준정적 해석	각 시간 스텝별로 재료 변화를 고려한 응력/변형 계산

4. 실행 방법

1) 비선형과도 열응력 해석을 수행하기 위해서는 먼저 해석 케이스에서 과도 열응력을 선택합니다. 해석 조건 정의시 주요하게 고려해야 할 사항은 다음과 같습니다.

- 재료 정의 :** 해당 해석은 열전달 뿐만 아니라 구조해석도 함께 수행하므로, 열전달 해석에 필요한 **열전도율과 비열**과 더불어 구조해석 필요한 **탄성계수, 포아송비, 질량밀도, 열팽창계수**가 반드시 입력되어야 합니다. 추가적으로 재료 비선형을 고려하기 위해서는 Stress-Strain 곡선을 재료 정의시 입력할 수 있습니다.
- 구속 조건 정의 :** 일반적인 열전달 해석시에는 구속조건이 필요하지 않지만, 과도열응력 해석에서는 반드시 구속 조건이 필요합니다.
- 구조 하중 정의 :** 과도 열전달에 의한 열변형 만을 고려하는 경우에는 정의할 필요는 없습니다. 열변형과 함께 추가적인 하중이 작용하는 경우에 적용합니다.
- 과도 열전달 정의 :** 과도열응력 해석을 위해서는 필수적으로 정의해야 하는 항목입니다.



2) 해석 설정은 과도 열응력 해석케이스의 해석제어에서 정의할 수 있으며, 기본적으로 전체 시간과 수렴조건을 설정합니다.

1. "해석제어" 더블클릭

2. "전체시간": 해석을 수행하고자 하는 시간 정의

3. "시간스텝개수": 계산 시간 스텝 개수
전체 시간이 10sec이고 시간스텝 개수가 10이면 1sec 간격으로 계산

4. "중간결과출력": 기본값은 1이며 시간 스텝 개수와 동일하게 결과 출력
1이상 값 해당값 스텝에서 결과 출력 (예로 2를 입력하면 2sec마다 결과 출력)

5. "사용자 정의": 시간 스텝을 등간격이 아닌 사용자가 지정하여 정의 가능

6. "수렴기준": 비선형 해석 수행을 위해 정의해야 하는 항목으로 일반적으로 변위, 일량 조건으로 정의

6. "기하비선형": 구조해석시 대변형을 고려하는 경우에 정의.

7. "전체시간": 구조해석시 적용하는 시간으로 2번 항목의 전체시간으로 자동 설정

8. "중분개수": 하중을 증가 시키는 개수입니다. 시간 스텝 개수와 동일한 개념

8. "중간 결과 출력": 4번 항목과 동일한 개념

AutoGrid 미리보기

이번 업데이트의 핵심은 "해석을 수행하기 전(Pre-stage), 결과의 품질을 결정하는 격자(Grid)를 미리 확인하는 것"입니다.

1. 개발 배경:

기존의 MeshFree는 사용자가 설정한 **컴퓨터 메모리(Memory)** 크기에 맞춰 최적의 격자를 자동으로 생성해주는 **AutoGrid** 방식을 사용했습니다.

- **기존의 문제점:** 격자가 얼마나 촘촘하게 짜였는지 확인하려면 해석(Solving)이 모두 끝난 뒤 결과 화면까지 가야만 했습니다. 만약 격자가 너무 크게 작성되었다면 다시 설정을 바꾸고 해석을 처음부터 다시 돌려야 하는 번거로움이 있었습니다.

2. 주요 업데이트 내용:

이제 해석 버튼을 누르기 전, 모델링 단계에서 현재 설정값으로 생성될 격자의 형태를 실시간으로 미리 볼 수 있습니다.

- **메모리 기반 예측:** 현재 가용 메모리와 형상의 복잡도를 계산하여 생성될 Grid의 밀도를 화면에 나타내 줍니다.
- **형상 재현성 확인:** 얇은 판재나 작은 구멍(Hole) 같은 디테일이 격자에 잘 반영되었는지 사전에 검토할 수 있습니다.
- **실시간 피드백:** 메모리 설정을 변경하면 그에 따라 변화하는 격자의 크기를 즉시 확인할 수 있습니다.

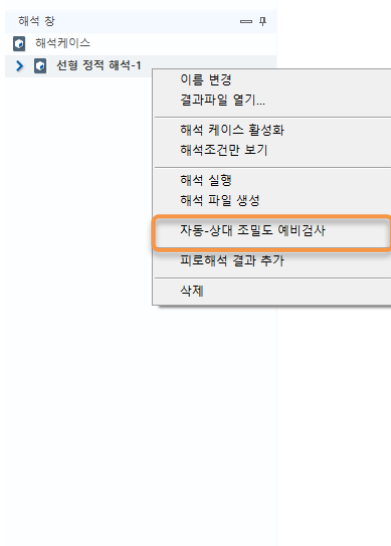
3. 기대 효과

항목	개선 전	개선 후 (AutoGrid 미리보기)
작업 편의성	결과가 나올 때까지 격자 수준 확인 불가	설정 즉시 시각적으로 확인 가능
해석 신뢰성	격자 밀도 부족으로 인한 오차 발생 위험 존재	적정 밀도를 사전에 확보하여 신뢰도 향상
시간 효율	재해석(Re-run) 발생 가능성 높음	시행착오 최소화로 전체 해석 시간 단축

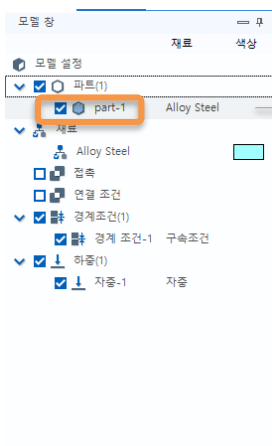
4. 실행 방법

AutoGrid 미리보기를 검토하기 위해서 사전에 해석케이스와 해석 조건 세팅 (재료 정의, 구속조건 정의, 하중 정의)이 선행되어야 합니다.

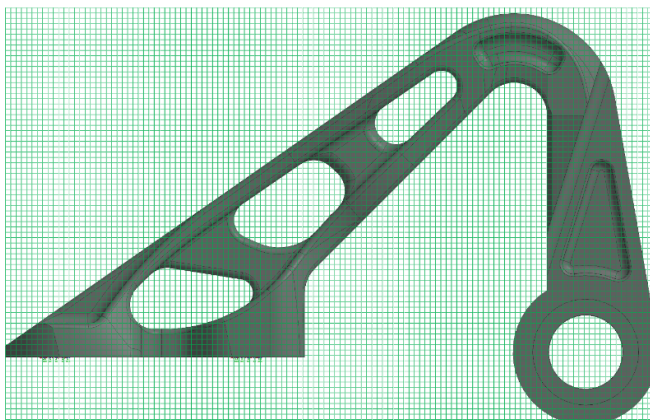
- **자동-상대 조밀도 예비검사**: 해당 기능은 해석케이스에 위치하고 있으며, 아래 예제와 같이 해석 케이스 선택 후 우클릭하면 해당 기능을 호출할 수 있습니다. 해당 기능을 실행하면 "AutoGrid 계산"과 "그리드 생성"을 실행합니다.



- **AutoGrid 미리보기**: 생성된 그리드는 모델창에서 해당 파트를 더블 클릭하면 녹색으로 표현되는 그리드 형상을 확인할 수 있습니다.



관심 파트를 더블 클릭하면 아래 그림과 같이 그리드 확인



색상 변경 기능

MeshFree에는 ****'색상 기반 자동 갱신'****이라는 아주 강력한 기능이 있습니다. CAD 형상이 조금 바뀌어 모델을 다시 불러오더라도, **특정 색상이 지정된 곳의 하중이나 경계조건을 자동으로 갱신하는 기능**입니다.

이번 업데이트는 이 자동화 기능을 사용자가 직접, 그리고 완벽하게 제어할 수 있게 해줍니다.

1. 개발 배경

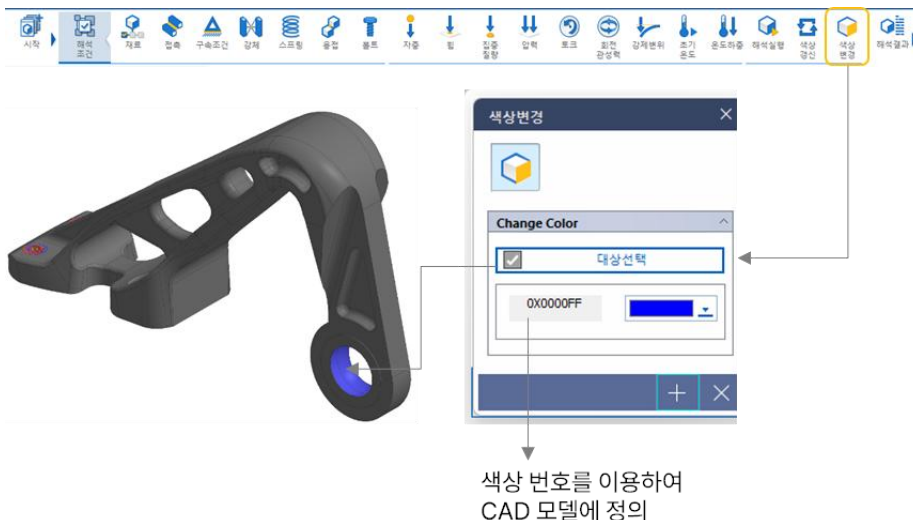
CAE 해석에서 하중을 주거나 부품을 고정하는 작업을 색상을 기반으로 작업할 수 있습니다.

- **기존의 불편함:** 다수의 하중 면이나 경계 조건이 있는 경우에는 각각의 면을 하나하나 지정해야 하는 번거로움이 있었고, 설계 변경된 모델을 동일한 하중과 경계 조건으로 해석을 재수행 해야 하는 경우 동일한 작업을 반복해야 하는 번거로움이 있었습니다.
- **해결책:** MeshFree 내부에서 즉시 색상을 변경하여, 해석 조건을 설정할 수 있으며, 색상 코드를 이용하여 변경된 CAD 모델에 적용하면 색상 기반 자동 갱신 기능을 이용하여 편리하게 작업할 수 있습니다.

2. 주요 업데이트 내용

파트 및 면(Face) 단위 색상 자유 제어

- **편의성:** 클릭 몇 번으로 부품 전체나 특정 단면의 색상을 바꿀 수 있습니다.
- **색상 번호(RGB) 명시:** CAD와 동일한 색상 값을 유지할 수 있도록 고유 번호를 표시합니다. 이는 데이터의 일관성을 유지하는 데 필수적입니다.



색상 기반 하중/경계조건 매니지먼트

- 색상을 '태그(Tag)'처럼 활용수 있습니다. "빨간색 면 = 하중 500N", "파란색 면 = 완전 고정"이라는 규칙을 사용자가 직접 MeshFree 안에서 편집하고 관리할 수 있습니다.

작업 단계	기존 프로세스	업데이트 프로세스
설계 변경 시	CAD 수정 → 색상 작업 → MeshFree 로드	MeshFree에서 즉시 색상 수정 및 매칭
하중 조건 관리	일일이 면을 선택하여 부여	색상 코드 기반으로 자동 할당/갱신

보기 모드 & 투명도 기능

"복잡한 조립체 속, 가려진 진실을 찾아내는 엔지니어의 눈"

기계공학에서 다루는 엔진, 변속기, 펌프 같은 장치들은 수십 개의 부품이 겹겹이 쌓여 있습니다. 겉모습만 보서는 내부에서 어떤 일이 일어나는지 알 수 없죠. 이번 업데이트는 여러분이 모델의 안팎을 자유자재로 넘나들며 검토할 수 있게 해줍니다.

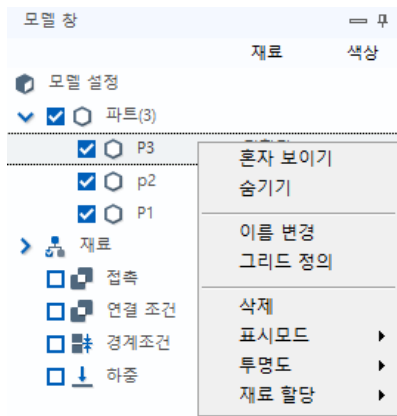
1. 개발 배경

지금까지의 MeshFree는 물체의 표면을 불투명하게 보여주는 **쉐이딩모드**가 기본이었습니다.

- **기존의 한계:** "하우징 안에 들어있는 샤프트에 하중이 잘 걸렸나?"를 확인하려면, 겉에 있는 케이스를 아예 숨겨버려야 했습니다. 하지만 케이스를 숨기면 정작 케이스와 축이 어떻게 맞물려 있는지는 확인하기가 어려운 부분이 있었습니다.

2. 주요 업데이트 내용: 다양한 시각화 옵션

쉐이딩 모드 뿐만 아니라 다양한 보기모드를 지원하여 복잡한 어셈블리에 대한 다양한 시각화 옵션을 제공합니다. 관심 있는 파트를 선택한 후 우클릭하면 "표시모드", "투명도"를 선택할 수 있습니다.



새로운 보기 모드들

- **선과 쉐이딩 그리기:** 쉐이딩 모드와 함께 물체의 외곽선을 표현하여 곡률이 변하는 중요한 모서리들을 선으로 표시해 줍니다. 형상의 특징을 파악하기 가장 좋은 모드입니다.
- **쉐이딩 그리기:** 물체의 외관색을 제외하고 쉐이딩 형상만 표현합니다.

- **선만 그리기** : 웨이딩 모드를 제외하고 물체의 외관선만 표현합니다. 내부 형상 특징을 파악하기 좋은 모드입니다.
- **투명도 조절** : 부품의 불투명도를 1에서 9단계 까지 자유롭게 조절할 수 있습니다. 1단계가 투명에 가까우며, 9단계는 불투명에 가깝습니다. 겉면은 반투명하게 유지하면서 내부 부품의 위치를 정확히 파악할 수 있죠.

