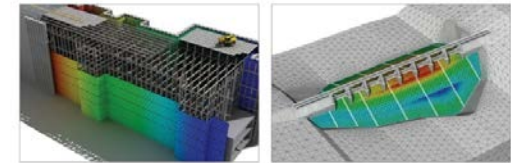




Release Notes

Product Ver. : GTS NX Ver.310

GTS NX
Geo-Technical analysis System New eXperience



최적화된 차세대 플랫폼과 64bit 통합솔버를 탑재한
지반분야 유한요소 해석 솔루션

MIDAS

Enhancements

1. Analysis

- 1.1 열전달, 열응력, 침투-열응력, 응력침투열완전연계 해석타입 추가
- 1.2 Hyperbolic(Duncan-Chang) 재료모델 개선
- 1.3 Soft Soil/Soft Soil Creep 재료 모델의 인장강도 추가
- 1.4 사면안정해석(SRM) 개선
- 1.5 강제변형률(Volumetric Strain) 기능 추가
- 1.6 해석조건 설정 변경
- 1.7 인터페이스 상대변위 결과 출력조건 변경
- 1.8 비선형 시간이력해석 + SRM 개선

2. Pre/Post Processing

- 2.1 온도파라미터 및 열전도 특성 추가
- 2.2 통합내진설계기준에 의한 Design Spectrum 자동생성 기능 : KDS(17-10-00:2018)
- 2.3 불포화토함수 DB 기능 탑재

2. Pre/Post Processing

- 2.4 함수테이블 -> Excel간 호환성 강화
- 2.5 Input 파라미터(재료모델, 특성치)에 대한 이미지/Word 출력
- 2.6 midas Gen/Civil 내보내기 기능 추가
- 2.7 midas Gen/Civil - 스프링 강성 결과 연동 확장
- 2.8 임의의 면으로 요소망 세트 분할
- 2.9 레이어 지정 기능 추가
- 2.10 등위선/등위면 결과 파일 내보내기 기능 추가
- 2.11 이력결과 탐색 타입 추가 및 그래프 범위 확장
- 2.12 유선 기능 개선
- 2.13 절단면 기능 개선
- 2.14 열하중 테이블 불러오기/내보내기
- 2.15 응력-비선형시간이력해석 시공단계에서 복수의 비선형시간이력해석 단계 정의 가능
- 2.16 임베디드 마더 요소 탐색 기능 개선
- 2.17 자동연결 기본 디폴트값 변경
- 2.18 상태초기화 기능 개선



최적화된 차세대 플랫폼과 64bit 통합솔버를 탑재한
지반분야 유한요소 해석 솔루션

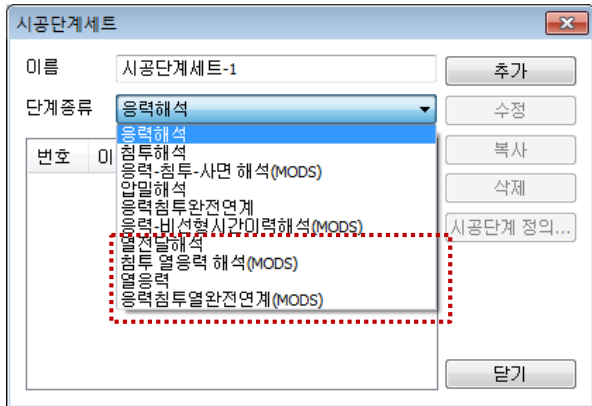
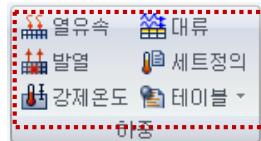
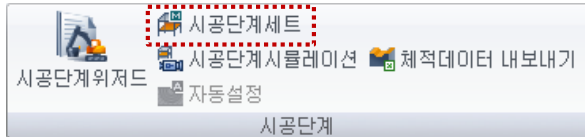


1. Analysis

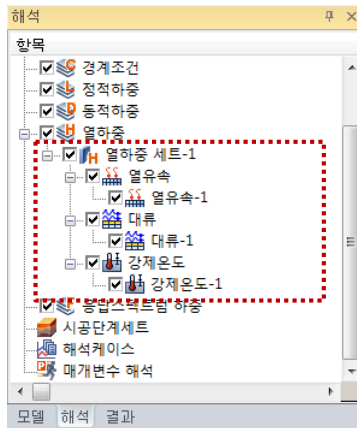
1.1 열전달, 열응력, 침투-열응력, 응력침투열완전연계 해석타입 추가(시공단계)

- 구조물/지반에 온도차가 발생하면 열흐름이 발생합니다. 열전달해석(Heat Transfer Analysis)은 이와 같이 구조물과 지반의 온도차에 의해 발생하는 열에너지 전달현상을 예측하기 위한 해석입니다. 물질의 열전달 방식에는 전도(conduction), 전도(convection), 복사(radiation) 현상이 있습니다. 분자의 진동이 연쇄반응에 의해 고온에서 저온 구역으로 에너지를 전달하는 것을 전도라 하고, 액체나 기체와 같이 매질의 이동에 의해 에너지가 전달되는 것을 대류라고 합니다. 서로 떨어져 있는 물체는 그 사이에 매질이 존재하지 않아도 전자기파 형태의 에너지를 교환할 수 있으며, 이를 복사라고 합니다. (***GTS NX에서 복사현상은 지원하지 않고 있지 않습니다.**)
- 열전달해석의 종류는 열흐름을 유발하는 조건들의 시간의존성(time dependent)을 고려하는 과도상태(transient)해석과 과도상태를 지나 에너지 평형상태인 정상상태(steady-state) 해석으로 분류합니다.
- 열전달해석을 수행하면 물체의 온도분포와 온도분포에 의해 발생하는 열흐름 방향 및 크기 등을 파악할 수 있습니다. 열전달해석을 수행해서 계산된 온도분포를 구조해석의 온도하중으로 입력한 후 열응력과 열변형을 계산하는 열응력해석(thermal stress analysis)를 수행할 수 있습니다.
- 지반의 열전달 해석을 하기 위해서는 먼저 침투해석을 통해 지하수의 분포를 확인한 후, 열전달/열응력 해석을 수행하면 보다 정확한 결과를 얻을 수 있습니다. (침투-열응력 또는 응력침투열완전연계해석)

열 해석 > 시공단계 > 시공단계세트



[시공단계세트 정의]

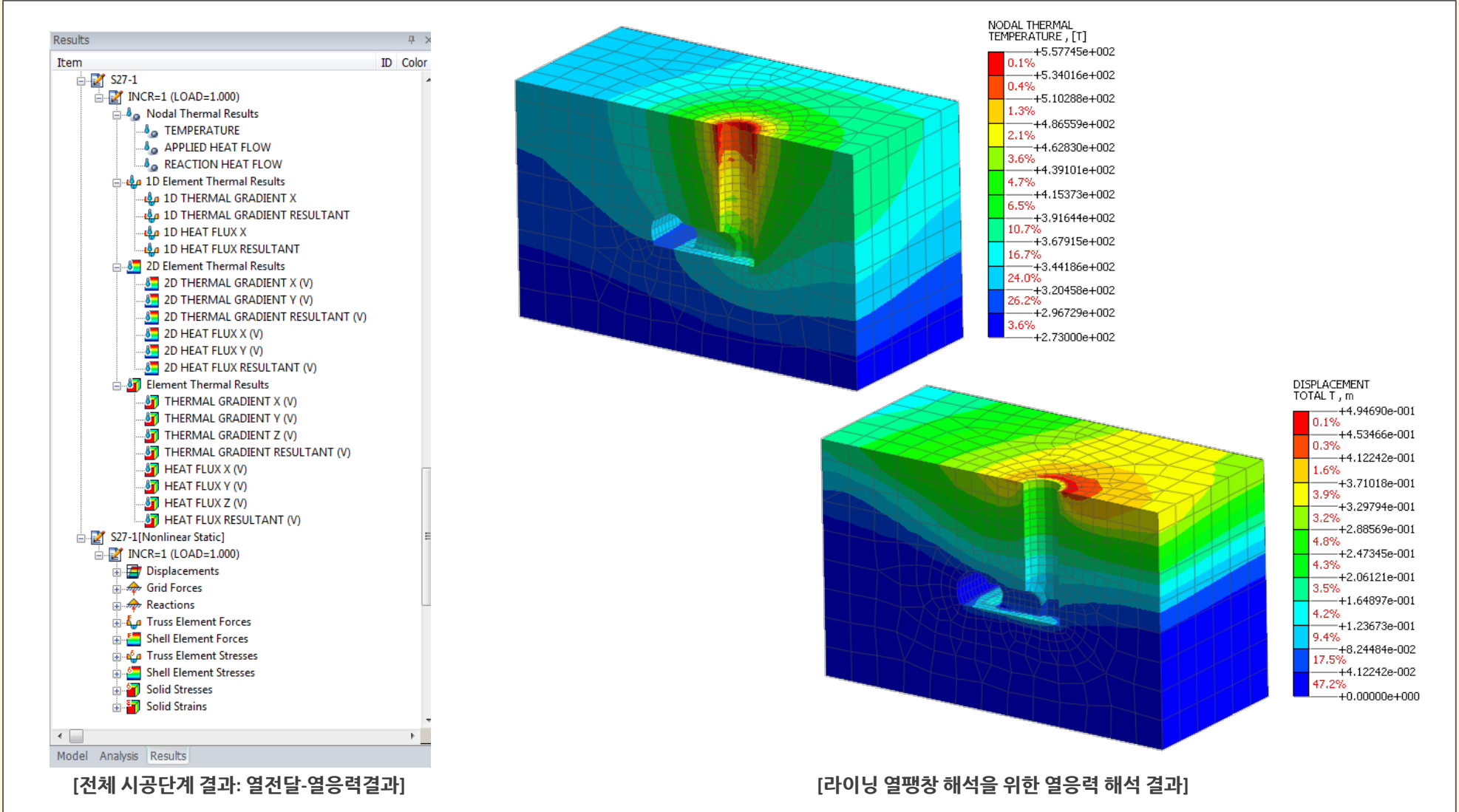


[열 해석 하중조건]

- 열유속(Heat Flux)** : 물체의 표면을 통해 열의 유입을 모형화하기 위한 것으로 열전달해석에서 하중벡터로 사용합니다. 열유속(Heat Flux)은 단위면적에 대한 단위시간의 에너지로 입력합니다. 구조물의 표면이 크면 클수록 생성되는 에너지 크기도 증가하게 되며, 구조해석에서의 압력하중과 비슷한 역할을 합니다.
- 발열 (Heat Source)** : 발열하중(Heat Source)은 고체 내부에서 발생하는 열량을 모형화하기 위한 것으로, 단위체적에 대한 단위시간의 에너지로 정의합니다. 구조물의 부피가 크면 클수록 전체 발열량은 증가하게 되며, 구조해석에서의 자중과 비슷한 역할을 합니다.
- 강제온도(Prescribed Temperature)** : 고정온도는 열전달해석의 경계조건 역할을 하게 되며, 고정온도가 지정된 부분은 항상 입력된 온도를 유지하게 됩니다. 구조해석에서의 구속조건과 유사한 역할을 합니다.
- 대류(Convection)** : 유체 내의 온도차에 따라 발생한 밀도 변화로 부력이 생겨서 발생하는 대류를 자연대류(free convection)이라 하며, 대류에 의한 열전달은 일반적으로 온도차에 비례합니다.

1. Analysis

1.1 열전달, 열응력, 침투-열응력, 응력침투열완전연계 해석타입 추가(시공단계)



1. Analysis

1.2 Hyperbolic(Duncan-Chang) 재료모델 개선

- 기존 Hyperbolic(Duncan-Chang) 재료모델의 입력변수를 수정 및 추가하여 Hyperbolic(Duncan Chang E-B)과 Hyperbolic(Duncan-Chang E-v) 재료모델로 수정/추가 하였습니다. (※Hyperbolic(Dun-Chang E-u 인 경우 Kb 변수는 포아송비 파라미터 값으로 대체되어집니다.)

- 요소망 > 재료/좌표계/함수 > 재료 > 등방성 > Hyperbolic(Duncan-Chang E-B)
- 요소망 > 재료/좌표계/함수 > 재료 > 등방성 > Hyperbolic(Duncan-Chang E-v)

[Hyperbolic(Duncan Chang E-B)]

- 마찰력 증가 : 조립토와 같은 경우, 구속압(σ_3)이 커지면 내부마찰각(ϕ) 값이 작아지기 때문에, 이를 모사하기 위한 마찰각 증가($\Delta\phi$) 값을 입력받습니다.
- 마찰력 증가 체크시 마찰각(ϕ)는 다음과 같이 계산됩니다.

$$\phi = \phi_0 - \Delta\phi \times \log\left(\frac{\sigma_3}{p_a}\right)$$

- E-v 전용 실험변수(G, F, D) 추가
- V_t (poisson's ratio)을 계산하기 위한 변수로 초기 프와송비의 축까지 거리(G), 구속압력 변화를 초기 프와송비(F), 응력변화를 초기 프와송비(D)가 추가되었습니다.
- 각 변수의 입력한계값과 적용공식은 다음과 같습니다.

$$D > 0, 0 < G < 0.5, F < G$$

$$E_t = K p_a \left(\frac{\sigma_3}{p_a}\right)^m \left[1 - \frac{R_f}{(\sigma_1 - \sigma_3)_f} (\sigma_1 - \sigma_3) \right]^2$$

$$v_t = \frac{G - F \times \log\left(\frac{\sigma_3}{p_a}\right)}{\left\{ 1 - \frac{D(\sigma_1 - \sigma_3)}{K p_a \left(\frac{\sigma_3}{p_a}\right)^m \left[1 - \frac{R_f}{(\sigma_1 - \sigma_3)_f} (\sigma_1 - \sigma_3) \right]^2} \right\}^2}$$

[Hyperbolic(Duncan Chang E-v)]

1. Analysis

1.3 Soft Soil/Soft Soil Creep 재료 모델의 인장강도 추가

- Soft Soil/Soft Soil Creep 재료모델에서도 **인장강도를 적용**할 수 있도록 기능을 확장하였습니다. 실제 자연 현상에서는 종종 지표면에서 전단파괴 대신 인장균열에 의한 파괴를 목격할 수 있으며, 이와 같은 인장저항력을 지반재료에 설정할 경우 허용인장강도를 입력할 수 있습니다.

- 요소망 > 재료/좌표계/함수 > 재료 > 등방성 > **Soft Soil / Soft Soil Creep**

과압밀비(OCR)	<input type="text" value="1"/>
정규압밀선기울기(λ)	<input type="text" value="0.3"/>
과압밀선기울기(k)	<input type="text" value="0.05"/>
정규압밀 응력비	<input type="text" value="0.5"/>
Pc <input type="checkbox"/> 사용자 정의	<input type="text" value="0"/> kN/m ²
<input type="checkbox"/> 캡형상계수(α)	<input type="text" value="0.22"/>
점착력(c)	<input type="text" value="1"/> kN/m ²
마찰각(ϕ)	<input type="text" value="36"/> [deg]
<input type="checkbox"/> 팽창각	<input type="text" value="36"/> [deg]
<input checked="" type="checkbox"/> 인장강도	<input type="text" value="0"/> kN/m ²

[Soft Soil (Creep) 비선형]

파라미터	설명	추천값(kN, m)
Soil stiffness and failure		
λ	정규압밀선 기울기(Compression index)	Cc / 2.303
κ	과압밀선 기울기(Swelling index)	Cs / 2.303 (Cc / 5 대략적인 추천값)
μ	크리프 인덱스	Cc / 20 대략적인 추정값
c	점착력(Creep index)	Mc model에서의 입력값
ϕ	마찰각(Friction angle)	MC model에서의 입력값
ψ	팽창각(Dilatancy angle)	0
인장강도	인장강도(Tensile strength)	-
Advanced parameters		
KNC	정규압밀응력비	1-sin ϕ (< 1)
Cap yield surface		
OCR / Pc	과압밀비	두 개의 값이 모두 입력되는 경우, Pc 값이 우선적으로 고려됨
α	캡 형상계수	KNC로부터 자동계산

[Soft Soil (Creep) 추천값]

1. Analysis

1.4 사면안정해석(SRM) 개선

- 기존 SRM 해석의 경우 마지막 iteration 해석결과만 확인할 수 있었지만, 사용자가 선택에 따라 각 스텝별 결과를 확인할 수 있도록 기능을 확장하였습니다.
- 기존 강도감소법의 경우, 점착력과 내부마찰각에 대한 전단강도 감소계수가 공통으로 적용되었습니다. 개정된 버전에서는 각각의 감소계수(SRF1, SRF2)를 이용할 수 있도록 개선하였으며, 사용자의 선택에 따라 팽창각에 대한 감소계수(SRF3)를 추가로 고려할 수 있습니다. (***안전율 함수의 경우 Mohr-Coulomb 모델이 적용된 요소망에 대해서만 적용됩니다.**)

■ 해석케이스 > 해석제어 > 사면안정(SRM)

해석 제어

일반 | 동적 해석 | 비선형 | 사면안정(SRM)

시간 정의

번호	시간	0 sec
1	0.3	추가
2	0.4	수정
3	0.5	삭제

비선형 파라미터

최대 시도 개수: 50

반복계산 최대개수: 50

강성 변경 방법: 뉴턴 랩슨법

중간 단계 출력 여부: **모든 단계 출력** (red dashed box)

수렴기준 / 오류오차

변위(U): 0.01

부재력(P): 0.01

에너지(W): 0.0001

안전율

초기 안전율: 0.5

안전율 증분값: 0.1

안전율 정확도: 0.05

안전율 함수

고급 비선형 파라미터...

확인 취소

[SRM해석 - 중간단계 출력여부설정]

Results

항목

- D:\#2019년_업무#GTSNX#V310#srm#GTS NX 2D Tut...
- 포스트 스타일
- 디플트 스타일
- 비탈면사면안정해석-1
- 사면안정(SRM)
- INCR=13 (FOS=1.7211) (red dashed box)
- 안전율
- 1.72109 [사면안정(SRM)]: INCR=13 (FOS=1...

Model Analysis Results

[마지막 단계 결과출력]

Results

항목

- D:\#2019년_업무#GTSNX#V310#srm#GTS NX 2D Tut...
- 포스트 스타일
- 디플트 스타일
- 사면안정(SRM)
- INCR=1 (FOS=1.0000)
- INCR=2 (FOS=1.1000)
- INCR=3 (FOS=1.2000)
- INCR=4 (FOS=1.3000)
- INCR=5 (FOS=1.4000)
- INCR=6 (FOS=1.5000)
- INCR=7 (FOS=1.6000)
- INCR=8 (FOS=1.7000)
- INCR=9 (FOS=1.7125)
- INCR=10 (FOS=1.7188)
- INCR=11 (FOS=1.7195)
- INCR=12 (FOS=1.7203)
- INCR=13 (FOS=1.7211)
- 안전율
- 1.72109 [사면안정(SRM)]: INCR=13 (FOS=1...

Model Analysis Results

[모든 단계 결과 출력]

해석 제어

일반 | 동적 해석 | 비선형 | 사면안정(SRM)

시간 정의

번호	시간	0 sec
1	0.3	추가
2	0.4	수정
3	0.5	삭제

비선형 파라미터

최대 시도 개수: 50

반복계산 최대개수: 50

강성 변경 방법: 뉴턴 랩슨법

중간 단계 출력 여부: 모든

수렴기준 / 오류오차

변위(U): 0.01

부재력(P): 0.01

에너지(W): 0.0001

안전율

초기 안전율: 0.5

안전율 증분값: 0.1

안전율 정확도: 0.05

안전율 함수: Safety Factor Function (red dashed box)

고급 비선형 파라미터...

확인 취소

Safety Factor Function Dialog:

변인명	대형각 감소 계수 (Tan(φ))	점착력 감소 계수 (C)
1	1	1
1.2	1	0.83333
1.5	1	0.66667
2	1	0.5
2.15	1	0.46512
4	1	0.23

그래프 다시 그리기

확인 취소 적용

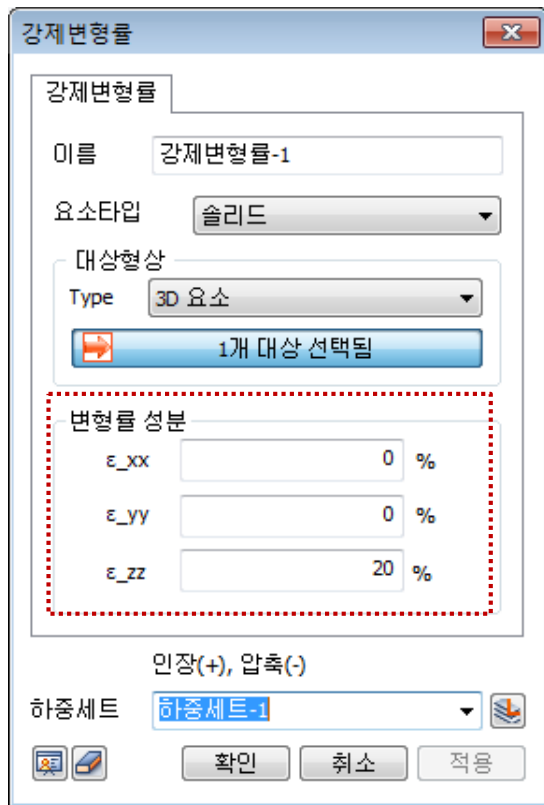
[SRM해석 - 안전율함수]

1. Analysis

1.5 강제변형률(Volumetric Strain) 기능 추가

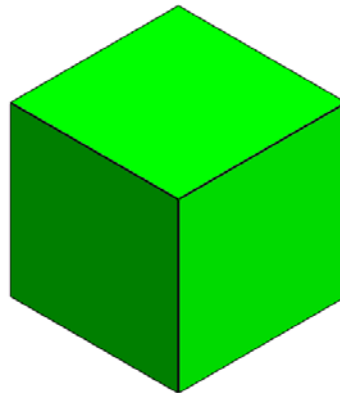
- 단위체적당 부피의 변형률을 강제하는 기능으로 암석의 변형거동을 기술할 때 사용될 수 있으며, Jet Grouting 공법에서 지반의 volume loss 또는 compensation grouting 등을 모사할 때 사용될 수 있습니다. (***선형해석, 동해석의 경우 강제변형률 기능이 지원되지 않습니다.**)

▪ 정적/사면해석 > 하중 > 강제변형률

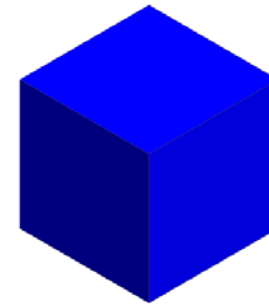


[강제변형률]

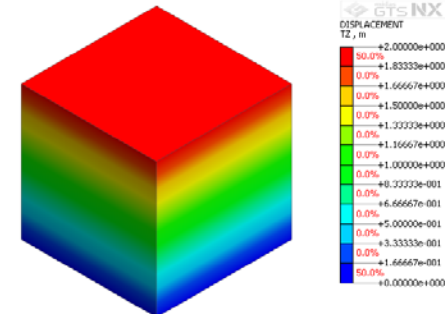
- 요소타입 : 트러스/임베디드 트러스, 보/임베디드 트러스, 평면변형/평면응력, 축대칭, 솔리드 요소의 타입을 지정할 수 있습니다.
- 변형률 성분 : 각 x,y,z 축 방향의 부피변형률을 입력합니다.



[강제변형률 적용 - 솔리드]



[발생된 변형률]



[발생된 변위]

1. Analysis

1.6 해석조건 설정 변경

- 물 매개변수가 다른 탭으로 이동되었으며, 열 해석을 위해 추가 물 매개변수(물/얼음 전도율, 물의 비열, 물의 잠열)가 추가되었습니다.
- 단위 시스템 도구 모음에 에너지 단위(cal, kcal, J, Btu, kJ)가 추가되었습니다.

1.7 인터페이스 상대변위 결과 출력조건 변경

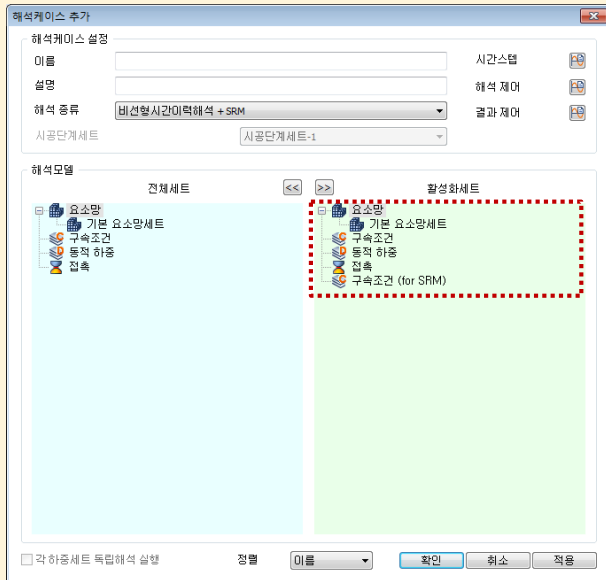
- 인터페이스의 상대변위 결과항목이 결과 제어 > 출력타입에서 변형률을 체크했을 때 출력되도록 변경되었습니다. 인터페이스 요소의 Traction 개념에 따른 요소 결과이며, Total/Plastic 결과 모두 '변형률' 타입을 따르도록 변경하였습니다.

1.8 비선형 시간이력해석 + SRM 개선

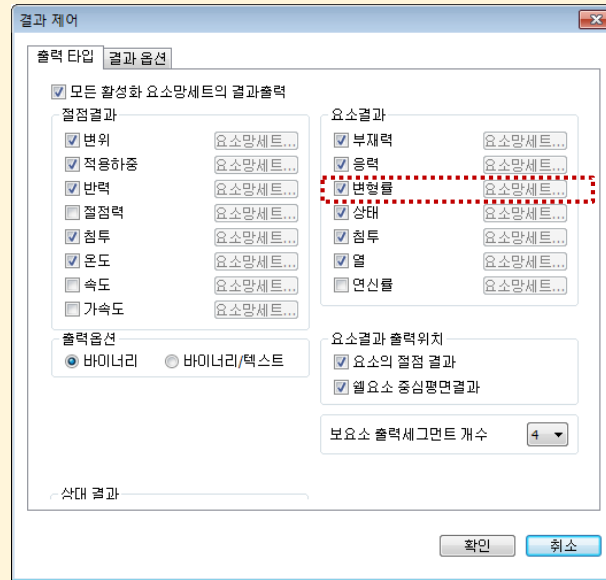
- 기존에는 동일한 경계조건을 서로 다른 해석타입에 동일하게 적용할 수 밖에 없었으나, 'SRM' 해석에만 추가 경계조건을 정의할 수 있도록 개선하였습니다.
- 비선형시간이력해석 : 구속조건에 정의한 경계조건만 해석에 반영
- SRM : 구속조건 + 구속조건(for SRM)에 정의한 경계조건 모두 해석에 반영



[해석조건 설정]



[비선형 시간이력해석 + SRM]



[결과 제어 - 출력 타입 설정]

2. Pre/Post Processing

2.1 온도 파라미터 및 열전도 특성 추가

- 온도 파라미터 및 열전도 탭이 추가되었습니다. 등방성/직교이방성/인터페이스/파일 별로 거동 가능한 파라미터가 달라집니다.

요소망 > 특성/좌표계/함수 > 재료

재료

번호 1 이름 등방성 색상 [색상]

모델 타입 Mohr-Coulomb 구조

일반 다공성 재질 비선형 열전도 시간 증속

탄성계수(E) 50000 kN/m²

탄성계수 증감량 0 kN/m²

참조 높이 0 m

포와송비(ν) 0.3

단위중량(γ) 20 kN/m³

초기응력

Ko 결정 0.412214748

자동계산 수동계산 이방성

온도 파라미터

온도계수 1e-006 1/[T]

기체 확산계수 0 m²/sec

열 확산인자 계수 0

감쇠비(동적) 0.05

안전율 계산(Mohr-Coulomb)

점착력(C) 30 kN/m²

마찰각(φ) 36 [deg]

인장강도 0 kN/m²

확인 취소 적용

[온도파라미터 입력 창]

재료

번호 1 이름 등방성 색상 [색상]

모델 타입 Mohr-Coulomb 구조

일반 다공성 재질 비선형 열전도 시간 증속

전도율 138240 W/(m·[T])

비열 1800 J/(ton·[T])

발열계수 1

부동수분량 없음

[등방성 재료 열전도 입력 창]

재료

번호 1 이름 직교이방성 색상 [색상]

모델 타입 Transversely Isotropic 구조

파라미터1 파라미터2 다공성 재질 열전도

전도율

125000	125000	125000
대칭	125000	125000
단위: W/(m·[T])		125000

비열 1750 J/(ton·[T])

발열계수 1

[직교이방성 재료 열전도 입력 창]

재료

번호 1 이름 인터페이스 색상 [색상]

모델 타입 인터페이스

일반 침투 열전도

대류 계수 1728000 W/(m²·[T])

[인터페이스/파일 재료 열전도 입력 창]

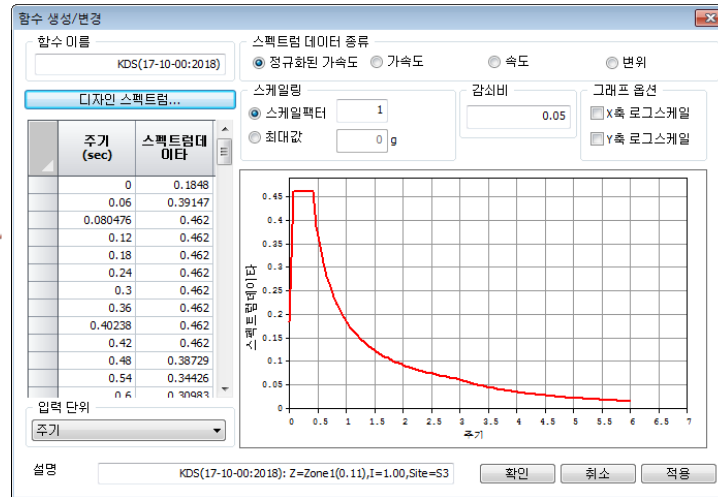
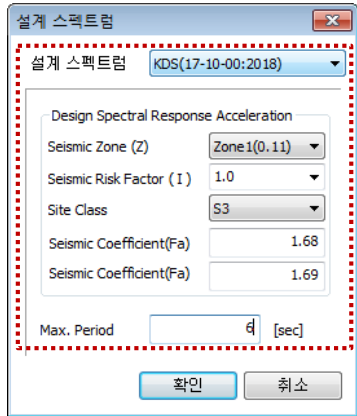
- 온도계수(Thermal Coefficient)** : 열응력 해석을 수행할 때 필수로 입력해야 할 파라미터로 열팽창에 의한 물체의 팽창비율이며, 보통 일정한 압력하에서 온도가 1°C 올라갈 때마다의 부피 증가율로 표시됩니다.
- 기체확산계수(Molecular vapor diffusion coefficient)** : 다공질 매질의 기체 확산계수이며, 시간에 따른 기체 밀도의 변화를 나타냅니다. “응력침투열완전연계”에서만 사용되는 파라미터입니다.
- 열 확산인자계수(Thermal diffusion enhancement)** : 무차원으로 온도 구배에 따른 기체의 흐름정도를 제어하기 위한 계수입니다. “응력침투열완전연계”에서만 사용되는 파라미터입니다.
- 전도율(Conductivity)** : 열에너지를 전도하는 능력을 나타내는 재료의 물성입니다.
- 비열(Specific Heat)** : 어떤 물질의 1kg을 1°C 올리는데 필요한 열량으로 열전달(과도상태) (Transient Heat Transfer) 해석시 필수 항목입니다.
- 발열계수(Heat Generation Factor)** : 열전달해석의 하중벡터로 사용되는 발열하중에 발열계수를 곱한 값이 물체에 가해지는 총 발열 하중값이 됩니다.
- 부동수분량(Unfrozen water content)** : soil/rock에서 부동 함수비를 나타냅니다. 지반의 고유특성으로 온도별 함수로 입력받습니다.
- 대류계수(convection coefficient)** : 대류를 통해 전달되는 열에너지량의 크기를 나타내는 계수를 입력합니다.

2. Pre/Post Processing

2.2 통합내진설계기준에 의한 Design Spectrum 자동생성 기능 : KDS(17-10-00:2018)

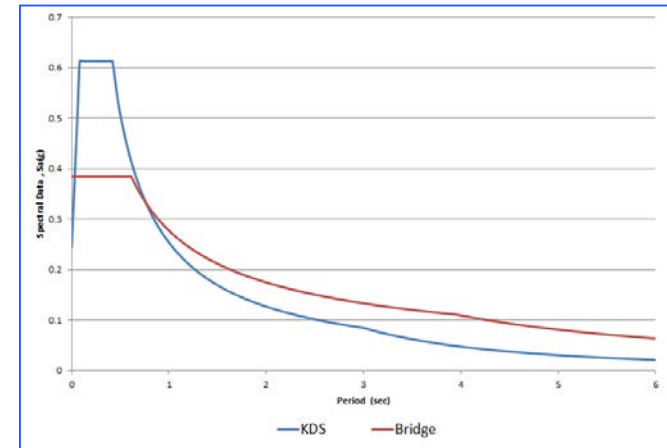
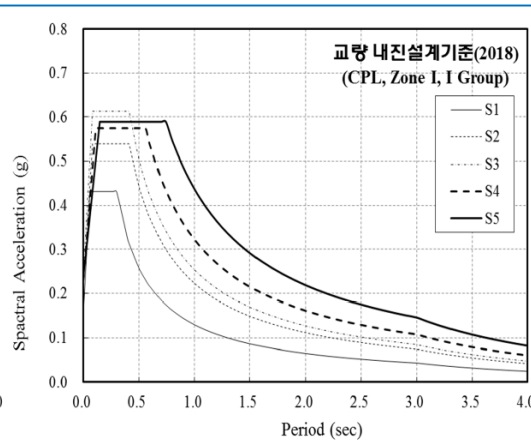
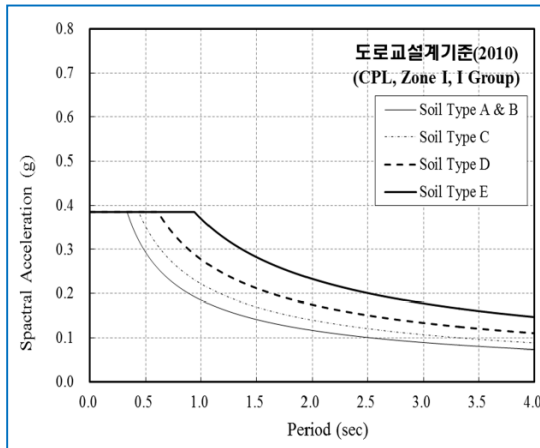
- 2019년 1월부로 본격 시행된 통합내진설계기준에서 제시하는 설계 스펙트럼하중 자동생성 기능을 제공합니다. : KDS(17-10-00:2018)
- 국내 지반환경에 맞는 지반특성을 반영함으로써 내진설계 기준 강화되었으며, 기존 스펙트럼하중보다 단주기 구간에서 스펙트럼 가속도가 상향 조정되었습니다.

- 동적해석 > 특성/좌표계/함수 > 함수 > 스펙트럼함수
- 동적해석 > 도구 > 인공지능파



지반 종류	지반종류의 호칭	분류기준	
		기반암 깊이, H(m)	토층평균 전단파속도, Vs,soil (m/s)
S1	암반 지반	1 미만	-
S2	얕고 단단한 지반	1 ~ 20 이하	260 이상
S3	얕고 연약한 지반		260 미만
S4	깊고 단단한 지반	20초과	180 이상
S5	깊고 연약한 지반		180 미만
S6	부지 고유의 특성평가 및 지반응답해석이 필요한 지반		

[지반특성]



2. Pre/Post Processing

2.3 불포화토함수 DB 기능 탑재

- 기존 불포화토 특성 함수를 정의하기 위하여 파라미터 값($\theta_r, \theta_s, \alpha, n$)을 사용자가 직접 입력하였지만, 대표적인 토질에 대한 파라미터 값을 DB 형태로 추가하여 사용자들이 시간적 및 공간적인 제약으로 얻을 수 없었던 물성 값을 참고치로 활용할 수 있습니다. (***투수계수는 디폴트 값으로 입력되어져 있지만 재료 추가/수정에서 제공하는 다공질 재질을 해석에 반영되며, 불포화토함수 DB에서는 토질 범위에 따른 투수계수 확인용으로 사용할 수 있습니다.**)

요소망 > 특성/좌표계/함수 > 함수 > 불포화 특성 함수

데이터베이스 선택

선택항목 함수데이터 자동 입력

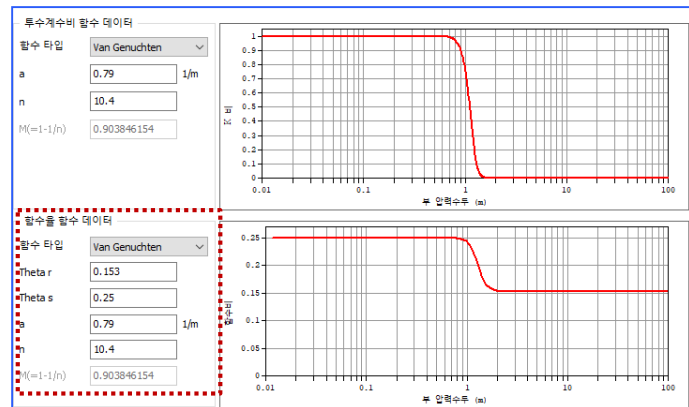
[불포화 함수 데이터베이스]

불포화 함수 데이터베이스

데이터베이스: Van Genuchten data(1980)

번호	토질 종류	Ks (m/sec)	θs(m ³ /m ³)	θr(m ³ /m ³)	α (1/m)	n	선택
1	Sandstone(Hygiene)	1.25e-005	0.25	0.153	0.79	10.4	<input type="checkbox"/>
2	Silt Loam(Touchet)	3.50694e-005	0.469	0.19	0.5	7.09	<input type="checkbox"/>
3	Silt Loam	5.74074e-007	0.396	0.131	0.423	2.06	<input type="checkbox"/>
4	Loam(Guelph_drying)	3.65741e-006	0.52	0.218	1.15	2.03	<input type="checkbox"/>
5	Loam(Guelph_wetting)	0	0.434	0.218	2	2.76	<input type="checkbox"/>
6	Clay(Bel_Netofa)	9.49074e-009	0.446	0	0.152	1.17	<input type="checkbox"/>

Reference - A Closed-form Equation for Predicting the Hydraulic Conductivity of Unsaturated Soils - M. TH. VAN GENUCHTEN, 1980



[불포화토함수 DB 자동 불러오기]

불포화 함수 데이터베이스

데이터베이스: Van Genuchten data(Carsel and Parrish, 1988)

번호	토질 종류	Ks (m/sec)	θs(m ³ /m ³)	θr(m ³ /m ³)	α (1/m)	n	선택
1	Sand	8.25e-005	0.43	0.045	14.5	2.68	<input type="checkbox"/>
2	Loamy Sand	4.05324e-005	0.41	0.057	12.4	2.28	<input type="checkbox"/>
3	Sandy Loam	1.22801e-005	0.41	0.065	7.5	1.89	<input type="checkbox"/>
4	Loam	2.88889e-006	0.43	0.078	3.6	1.56	<input type="checkbox"/>
5	Silt	6.94444e-007	0.46	0.034	1.6	1.37	<input type="checkbox"/>
6	Silt Loam	1.25e-006	0.45	0.067	2	1.41	<input type="checkbox"/>
7	Sandy Clay Loam	3.63889e-006	0.39	0.1	5.9	1.48	<input type="checkbox"/>
8	Clay Loam	7.22222e-007	0.41	0.095	1.9	1.31	<input type="checkbox"/>
9	Silt Clay Loam	1.94444e-007	0.43	0.089	1	1.23	<input type="checkbox"/>
10	Sandy Clay	3.33333e-007	0.38	0.1	2.7	1.23	<input type="checkbox"/>
11	Silty Clay	5.55556e-008	0.36	0.07	0.5	1.09	<input type="checkbox"/>
12	Clay	5.55556e-007	0.38	0.068	0.8	1.09	<input type="checkbox"/>

Reference - Developing Joint Probability Distributions of Soil Water Retention Characteristics - ROBERT F. CARSEL and RUDOLPH S. PARRISH, 1988

[토질 분류에 따른 불포화토함수 DB]

2. Pre/Post Processing

2.4 함수테이블 -> Excel간 호환성 강화

- 함수로 구성된 값을 엑셀로 붙여넣기 하는 경우 기존에는 보여지는 값만 (소수점 네자리) 붙여넣기가 가능했던 부분을 함수테이블 Library 기반을 업그레이드하여, 실제 입력 값을 출력할 수 있도록 개선하였습니다.
- 해당 테이블값을 [엑셀 내보내기] 를 통해 xls 파일로 별도 생성이 가능합니다.

■ 요소망 > 특성/좌표계/함수 > 함수

추가/수정 불포화함수

함수이름: **기본** 스케일팩터: 1 투수계수비 그래프 옵션: X축 로그스케일 Y축 로그스케일 체적함수용 그래프 옵션: X축 로그스케일 Y축 로그스케일

투수계수비 함수 데이터

함수 타입	압력 (kN/m ²)	K 비
6	10.0000	0.0124
7	31.6230	0.0002
8	100.0000	0.0000
9	316.2300	0.0000
10	714.2900	0.0000
11	1000.0000	0.0000

함수용 함수 데이터

함수 타입	압력 (kN/m ²)	함수비
1	0.3000	0.3000
2	0.6000	0.3000
3	1.7384	0.2911
4	2.6544	0.2747
5	4.0437	0.2283
6	4.6935	0.1976

그래프 다시 그리기 확인 취소 적용

[기본 함수테이블]

추가/수정 불포화함수

함수이름: **기본** 스케일팩터: 1 투수계수비 그래프 옵션: X축 로그스케일 Y축 로그스케일 체적함수용 그래프 옵션: X축 로그스케일 Y축 로그스케일

투수계수비 함수 데이터

함수 타입	압력 (kN/m ²)	K 비
10	0.012401	
31.623	0.00023551	
100	8.982e-006	
316.23	5.0867e-007	
714.29	9.3853e-008	

복사 Ctrl+C
 붙여넣기 Ctrl+V
 엑셀로 내보내기...

함수용 함수 데이터

함수 타입	압력 (kN/m ²)	함수비
	0.3	0.3
	0.6	0.3
	1.7384	0.29109
	2.6544	0.27465
	4.0437	0.22834

그래프 다시 그리기 확인 취소 적용

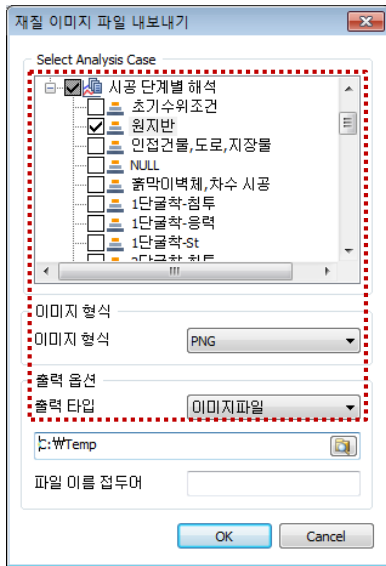
[변경된 함수테이블 : 테이블 내보내기 가능]

2. Pre/Post Processing

2.5 Input 파라미터(재료모델, 특성치)에 대한 이미지/ Word 출력

- 해석에 사용된 재료모델 정보(일반, 다공성 재질, 비선형 탭)를 이미지 파일 또는 워드 형식의 파일로 출력합니다.
- 재료모델 출력대상의 선택 단위는 해석케이스이며, 해석케이스에 이용된 재료모델의 정보를 출력합니다. 시공단계 해석케이스의 경우, 각 시공단계 단위로 세분화하여 선택할 수 있습니다.

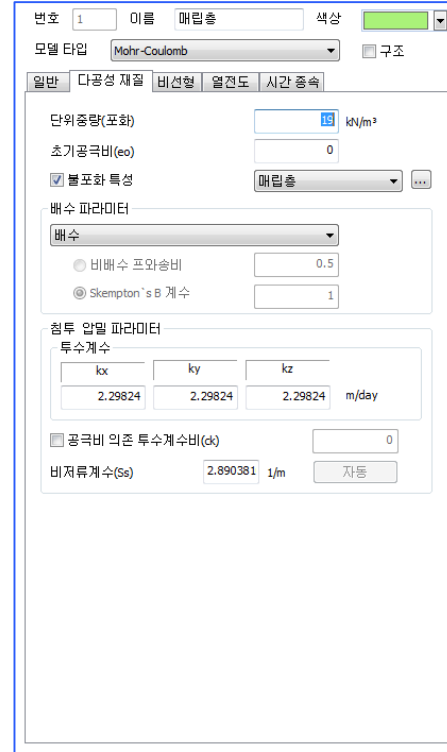
도구 > 내보내기 > 재질 이미지 내보내기



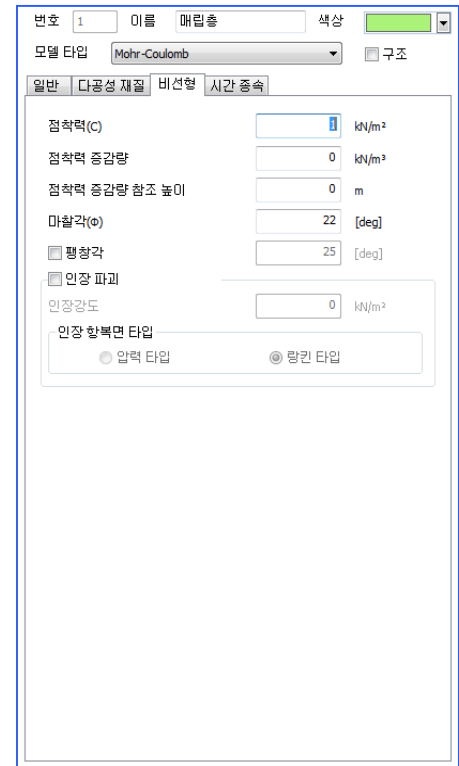
[재질 이미지 내보내기]



[재질 - 일반]



[재질 - 다공성 재질]



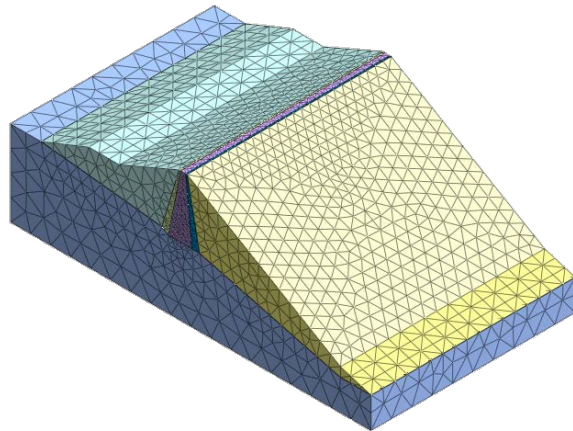
[재질 - 비선형]

2. Pre/Post Processing

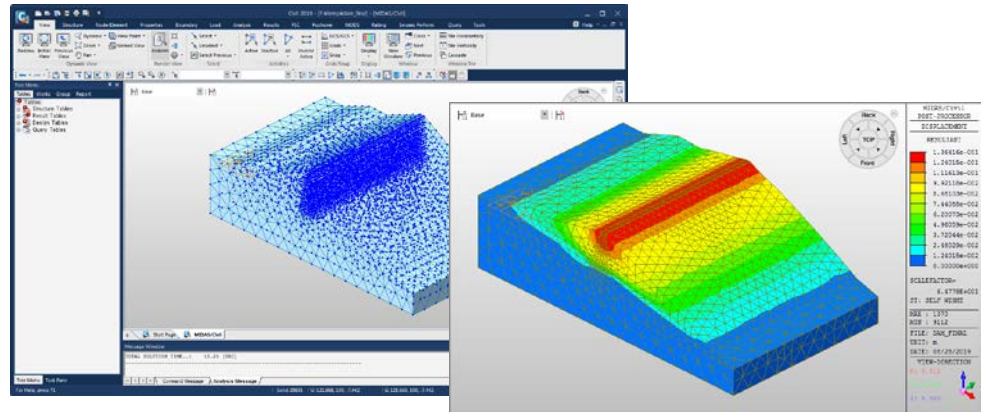
2.6 midas Gen/Civil 내보내기 기능 추가

- 기존의 Gen/Civil의 모델에 대한 정보는 GTS NX 모델로 연동(*.mxt)할 수 있었습니다. GTSNX V310에서는 반대로 **GTS NX의 상세모델링 기능의 활용성을 이용하여 Gen/Civil의 중립포맷형태인 *.mgt, *.mct 파일로 내보내기 기능을 추가하였습니다. (*Gen v875, Civil v875 이상 버전에서 불러들일 수 있습니다.)**
- Gen/Civil에서 불러들인 모델파일은 정적선형해석을 수행할 수 있습니다.

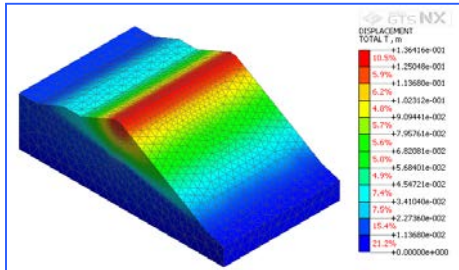
- 메뉴 > 내보내기 > **midas Gen...**
- 메뉴 > 내보내기 > **midas Civil...**



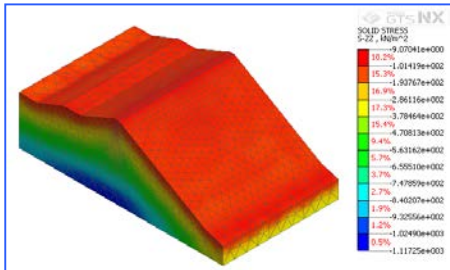
[3차원 슬라이드 요소망]



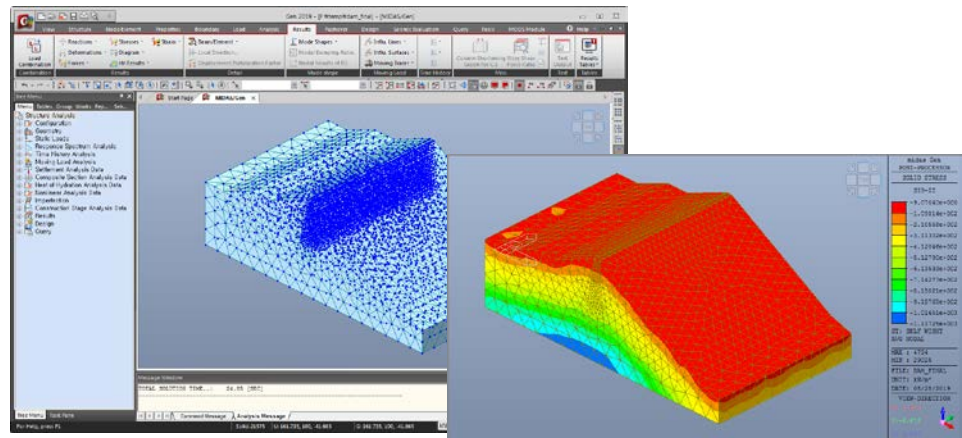
[midas Civil 모델링]



[선형해석결과 - DXY]



[선형해석결과 - SZZ]



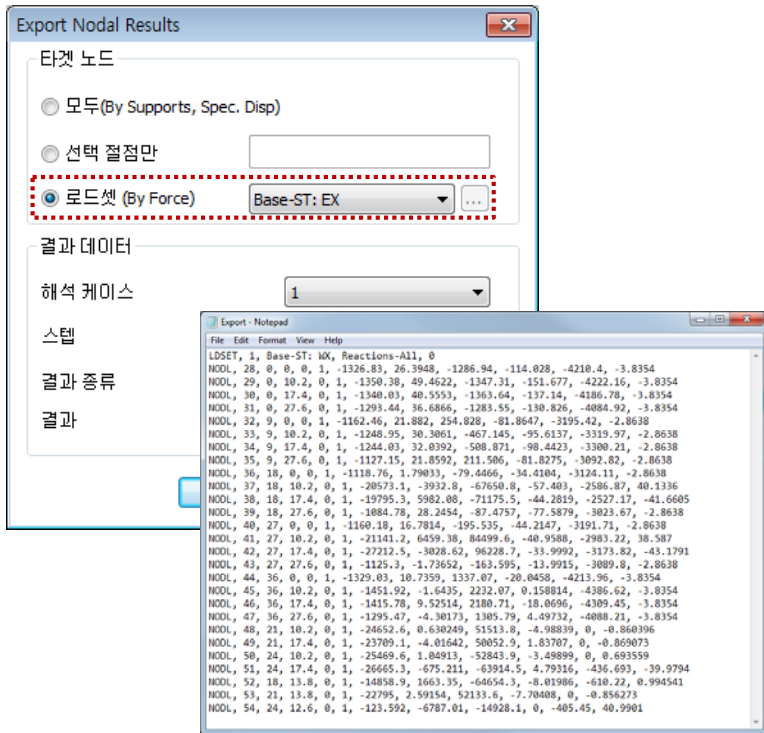
[midas Gen 모델링]

2. Pre/Post Processing

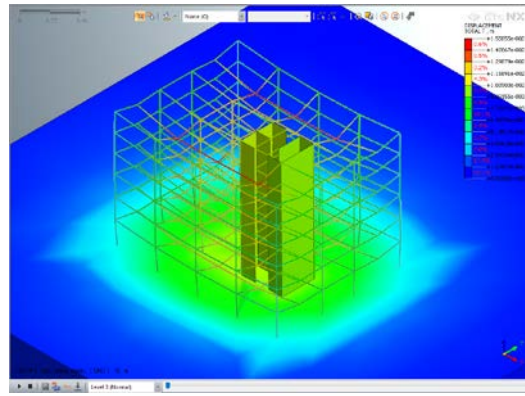
2.7 midas Gen/Civil – 스프링 강성 결과 연동 확장

- 기존 구속조건에서 계산된 반력/변위 결과 뿐만 아니라 **절점 하중이 가해진 절점의 하중-변위 결과를 출력**하여 Gen/Civil – GTS NX 모델/결과 연동 시나리오가 확장되었습니다. (***Gen v875, Civil v875 이상 버전에서 불러들일 수 있습니다.**)
- 로드셋 (By force) – 절점하중(forc/Moment)이 가해진 하중세트 리스트가 출력되고, 이 중 1개 혹은 사용자 정의 타입으로 다중 선택하여 결과를 출력할 수 있습니다. 출력 가능한 결과타입은 반력/변위 결과 이 외에 **'하중-변위' 타입이 추가**되었습니다.

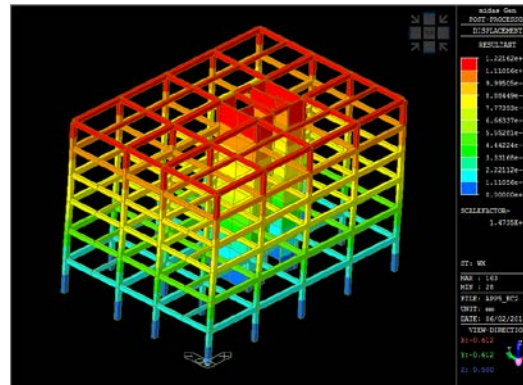
메뉴 > 내보내기 > 절점결과 내보내기(*.txt)



[txt 형식으로 결과 내보내기]



Analysis Results from GTS NX



Analysis Results from Gen/Civil

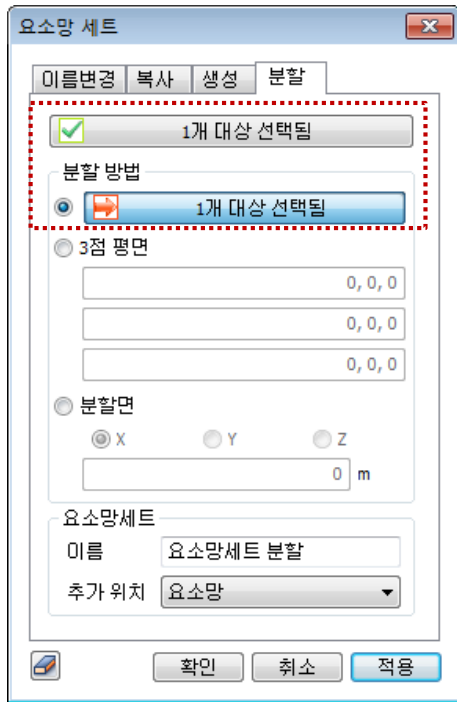
'하중-변위' 타입은 하중세트에서 고려한 절점하중의 값과 해석 후 해당 절점에서 계산된 변위 결과를 동시에 출력하여, Gen/Civil에서 Point Spring Multi-Linear (Unsymmetric) 타입으로 불러오게 됩니다. '하중'값은 입력한 Σ (절점하중/하중 증분 개수)로 계산되고, 해당 '하중'이 가해진 단계에서 발생된 누적변위가 '변위' 데이터로 넘어갑니다.

2. Pre/Post Processing

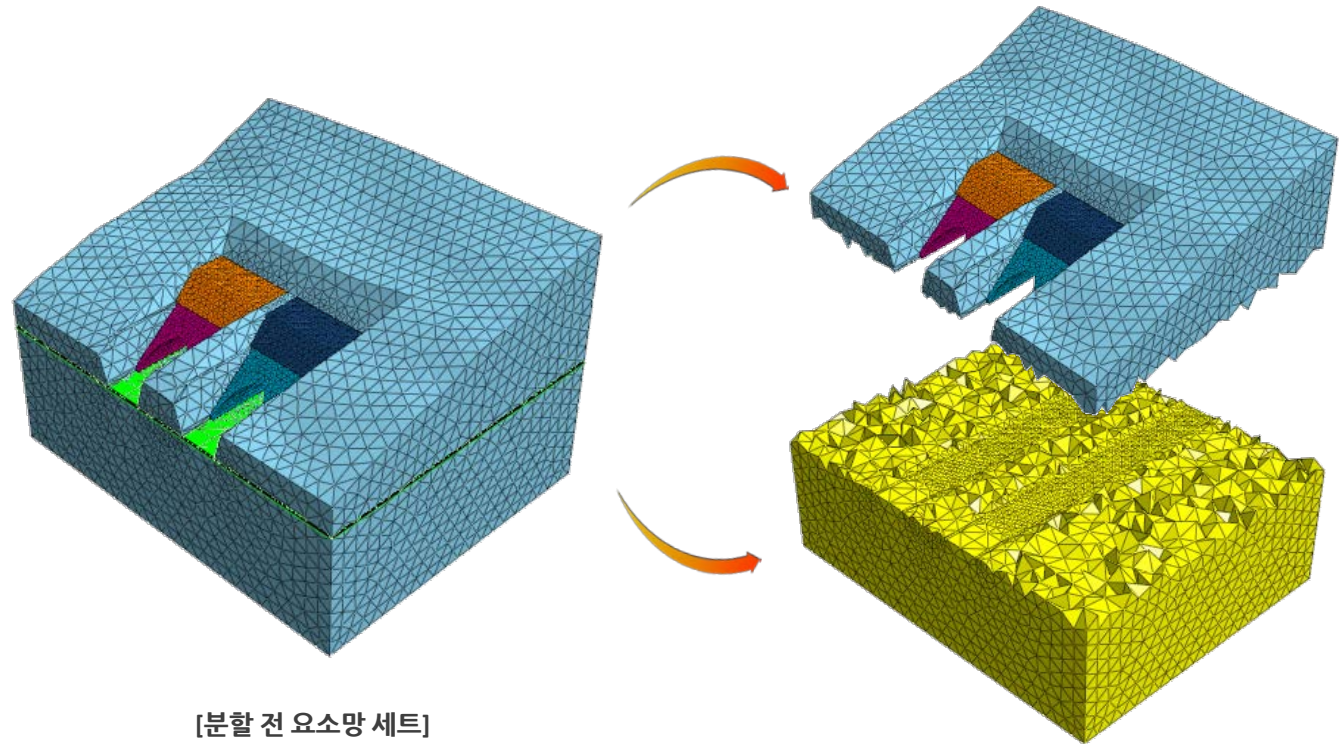
2.8 임의의 면으로 요소망 세트 분할

- 3차원 모델에서 요소망을 생성한 후, 임의의 면으로 요소망 세트를 분할하는 기능이 추가되었습니다. 분할하는 면에 걸쳐있는 요소는 체적이 많이 기여되는 세트로 포함되어 위치가 결정되어집니다. (***분할면은 평면만 지원하며, 곡면은 지원되지 않습니다.**)
- 지층 위치 등 기하형상의 분할을 고려하지 않고 요소망을 생성한 뒤 기하형상의 수정작업 없이, 정밀도가 크게 요구되지 않는 위치에서 요소망을 분할하여 작업의 효율성을 높일 수 있습니다.

■ 요소망 > 요소망 세트 > 분할



[요소망 세트 분할]



[분할 전 요소망 세트]

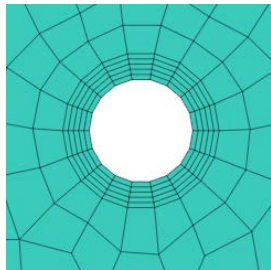
[분할 후 요소망 세트]

2. Pre/Post Processing

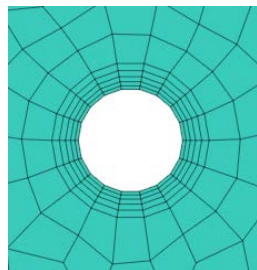
2.9 레이어 지정 기능 추가

2D 요소망 생성시 원형 주변의 레이어 메쉬를 생성하여 국부적인 응력 집중 현상을 회피하기 위한 요소망 생성 방식이 추가되었습니다.

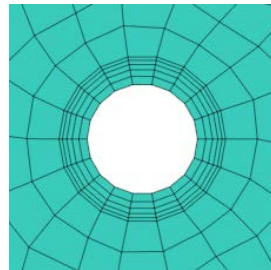
요소망 > 제어 > 레이어 지정



경계층고 신장비=1

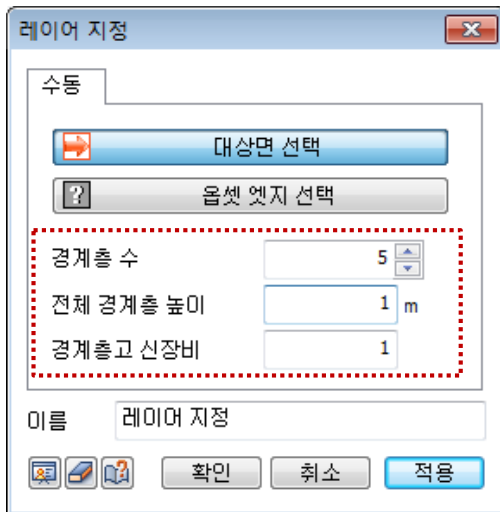


경계층고 신장비 =1.2

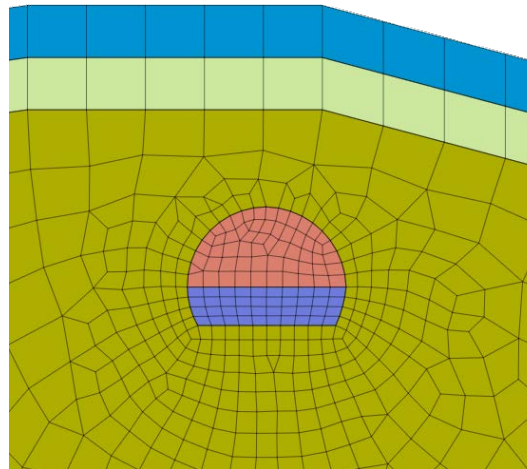


경계층고 신장비 =0.8

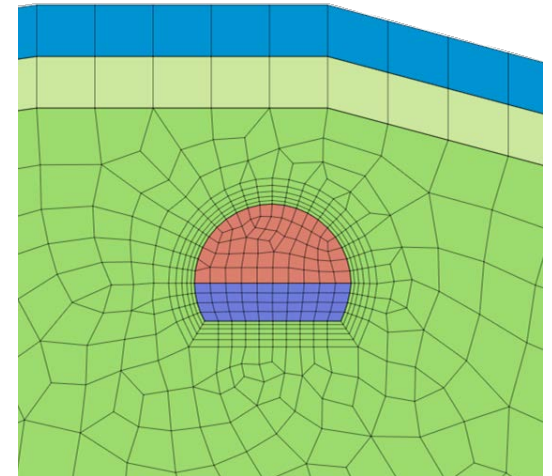
- ❖ **경계층 수** : 옵션 될 층의 개수를 지정(최소값 1)
- ❖ **전체 경계층 높이** : 경계층 수 전체에 대해 더해진 높이를 지정
- ❖ **경계층고 신장비** : 경계층 수가 2 이상일 때, 레이어가 진행됨에 따라 높이값을 비례적으로 조정
예) 1로 입력되면 같은 높이로 표현되며, 1보다 크면 점점 커지고, 1보다 작으면 점점 작아지는 높이를 갖는 레이어가 생성됩니다.



[레이어 지정]




[경계층 제어가 설정되지 않은 터널 요소형상]



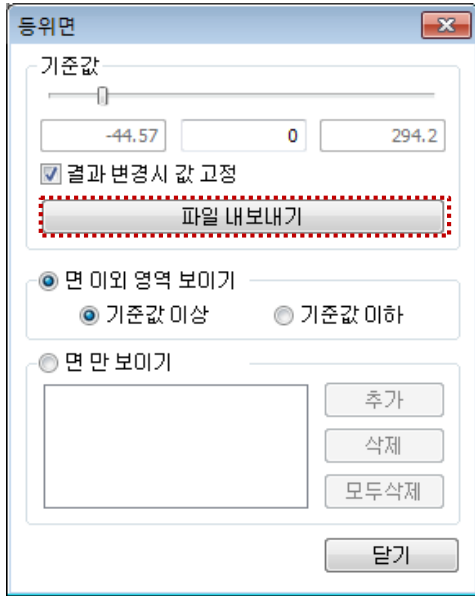
[경계층 제어 도구로 작성된 요소]
(5층, 총 높이 2m, 증가율 1.2)

2. Pre/Post Processing

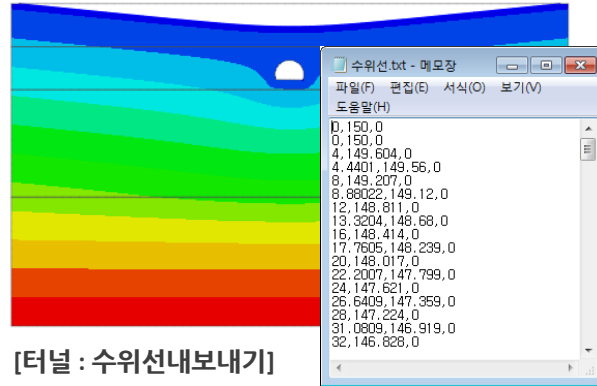
2.10 등위선/등위면 결과 파일 내보내기 기능 추가

- 특정결과평면보이기()에서 등위면 형태의 결과를 3차원 좌표형식의 텍스트파일로 내보내기 할 수 있는 기능이 추가되었습니다.
- 수위선/수위면의 경우 결과항목 중 Pore Pressure 값이 0인 지점을 플로팅하여 확인할 수 있는데, 기존에는 도구 > 기하형상 > 측정(F3)을 통해 근사적으로 수위저하를 확인할 수 있었으나, 이 기능을 통해 수위가 저하되는 값을 정확하게 파악할 수 있습니다.

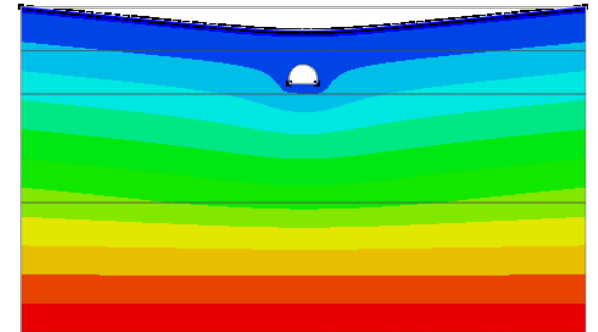
추가뷰 도구모음 > 특정결과평면보이기 > 파일 내보내기



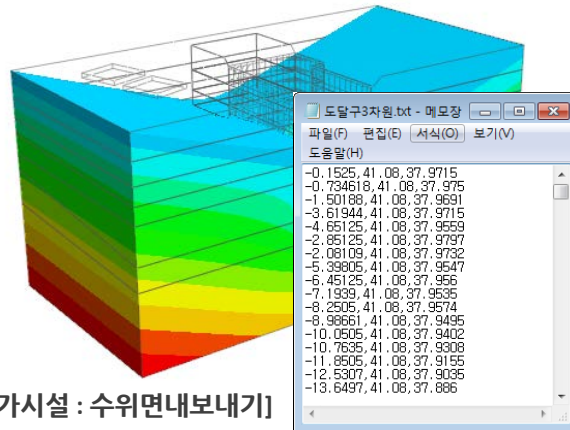
[등위면 결과 파일내보내기]



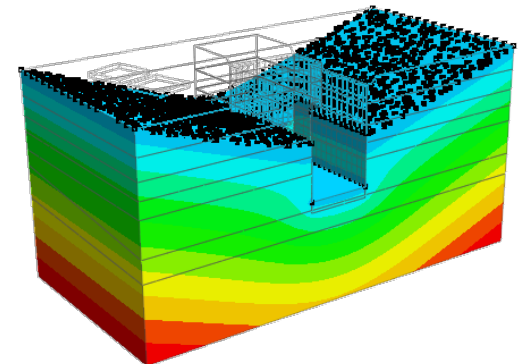
[터널 : 수위선내보내기]



[간극수압 저하확인]



[가시설 : 수위면내보내기]



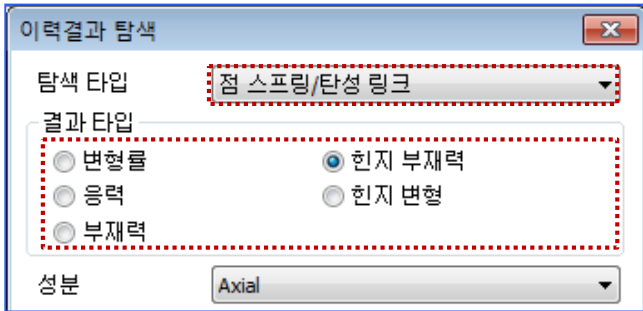
[간극수압 저하확인]

2. Pre/Post Processing

2.11 이력결과 탐색 타입 추가 및 그래프 범위 확장

- 이력결과 탐색시 Hinge 요소에 대한 결과타입이 추가되었습니다.
- 기존 이력결과 그래프에서는 시간에 따른 해석결과만 출력이 가능하였으나, X축에 시간 이외의 다른 결과 타입을 선택할 수 있도록 개선하였습니다. 이를 통해 응력-변형률 (Strain-Stress), 변위-속도(Displcement-Velocity) 와 같은 결과의 조합으로도 그래프 출력이 가능해졌습니다. (***결과 개수가 중복되는 데이터까지만 그릴 수 있으며, X축은 1개만 선택 가능합니다.**)

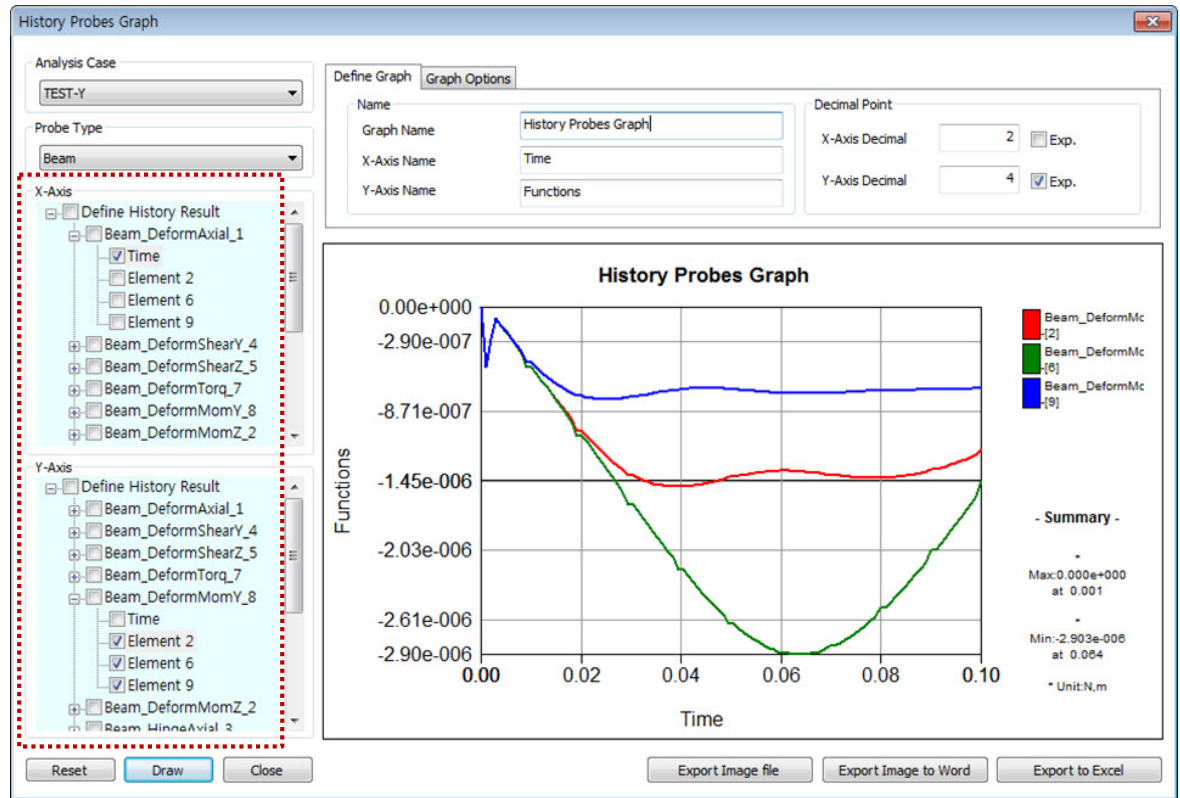
해석 > 이력 > 이력결과 탐색



탐색 타입	결과 타입
트러스/임베디드 트러스/ 지오그리드(1D)	힌지 부재력(Hinge Force)
	힌지 변형(Hinge Deform)
보/임베디드 보	힌지 부재력(Hinge Force)
	힌지 변형(Hinge Deform)
점 스프링/탄성 링크	힌지 부재력(Hinge Force)
	힌지 변형(Hinge Deform)
	변형률(Strain)
	응력(Stress)
	부재력(Force)

[이력결과 탐색]

결과분석 > 특수 후처리 > 이력결과 > 그래프



[이력결과 탐색 그래프]

2. Pre/Post Processing

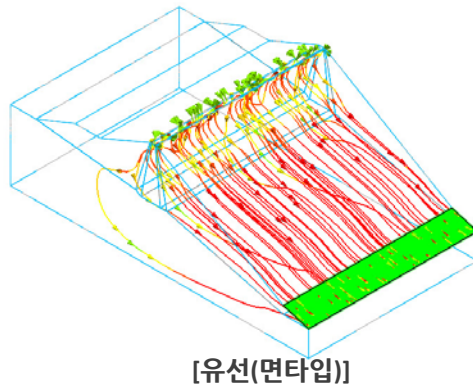
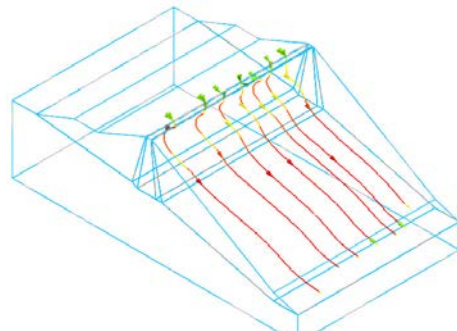
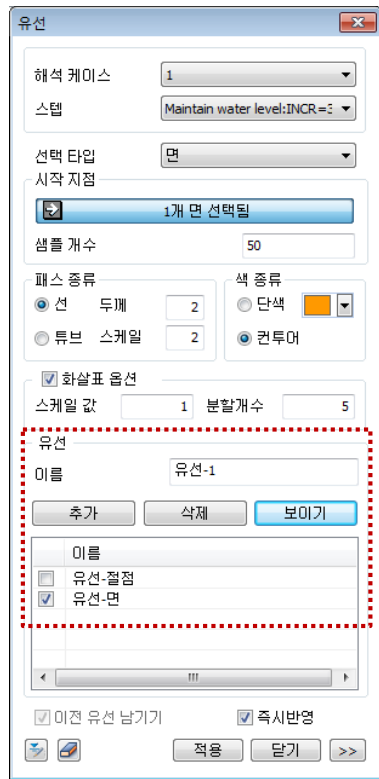
2.12 유선기능 개선

- 기존에는 만들어 둔 유선정보가 남아있지 않아 동일한 결과를 추출하기 어려웠으나, 유선을 여러 개 등록할 수 있도록 저장 기능을 제공합니다. 등록된 유선항목을 체크하여 '보이기' 를 클릭하면 중첩하여 유선이 표시됩니다.

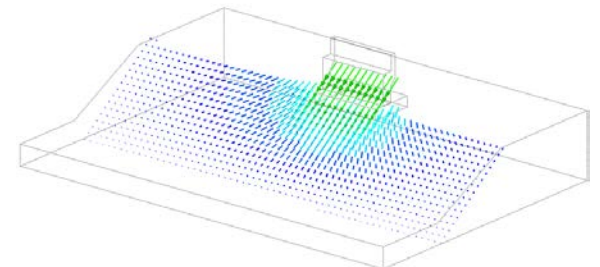
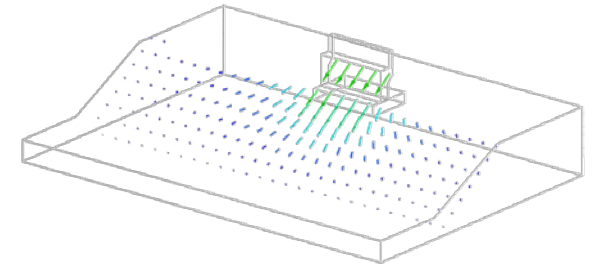
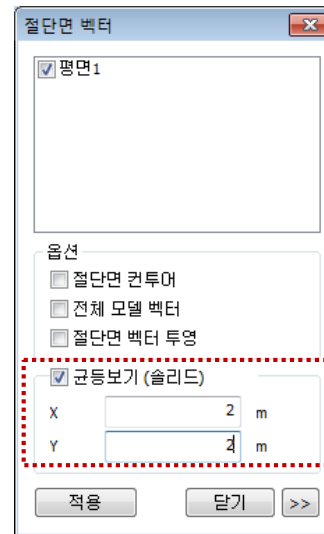
2.13 절단면 벡터기능 개선

- 기존 벡터기능을 사용하면 요소가 조밀한 부분에서는 벡터가 많이 존재하고, 요소가 듥성한 부분에서는 벡터가 적게 표현됩니다. 균등보기 옵션을 사용하면, 요소망의 조밀도와 무관하게 균일하게 배치된 벡터를 그려줍니다. X방향 간격과 Y방향 간격을 다르게 설정할 수도 있습니다.

결과분석 > 특수 후처리 > 침투결과 > 유선



결과분석 > 일반 > 벡터 > 절단면 벡터



2. Pre/Post Processing

2.14 열하중 테이블 불러오기/내보내기

- 열 해석을 위한 열 하중 테이블 불러오기/내보내기가 추가되었습니다.

2.15 응력-비선형시간이력해석 시공단계에서 복수의 비선형시간이력해석 단계 정의 가능

- 기존 응력-비선형 시간이력해석 타입의 시공단계해석에서 시간이력해석 단계는 마지막 단계에서 1단계만 정의가 가능하였으나, 여러 단계를 정의할 수 있도록 기능을 확장하였습니다.
- 단, 비선형시간이력해석 타입으로 정의된 시공단계 이후에는 비선형시간이력해석 타입만 정의가 가능합니다. (응력해석 타입단계는 비선형시간이력해석 타입 단계 뒤로 생성할 수 없습니다.)
 - 예) 응력 → 응력 → 비선형시간이력 → 비선형시간이력 : OK, 응력 → 비선형시간이력 → 응력 → 비선형시간이력 : NG


2.16 임베디드 마더 요소 탐색 기능 개선

- 임베디드 요소의 마더요소로 지정된 요소가 시공단계 해석 중 비활성화되는지 여부를 탐색하는 알고리즘을 개선하였습니다.
 - 임베디드 요소가 활성화되는 모든 단계를 산정 → 산정된 해당 단계에서 모두 활성화되는 요소를 탐색 → 탐색된 해당 요소들에 대해서만 마더 요소 탐색 및 지정
- Tolerance는 만족하지만 사용자가 인지하기 어려운 정도의 오차로 인한 오류가 발생하는 경우 사용자가 인지할 수 있도록 오류 메시지를 출력합니다.
 - 예) [오류] 절점[216707] 과 절점[216596]의 위치가 거의 비슷하지만 서로 떨어져 있는 것으로 인식이 되었습니다. 동일한 좌표로 수정하세요.

2.17 자동연결 기본 디폴트값 변경

- 솔리드 연산작업 기능에 대해 사용빈도를 고려하여, 기본 디폴트값을 '임프린트' 에서 '교차연산' 방식으로 변경하였습니다. (위치 : 형상 > 면과 솔리드 > 자동연결)

2.18 상태초기화 기능 개선

- 해석 후 추가 부 조작도구모음() 를 설정한 상태에서 상태초기화 기능을 실행할 경우, 부 조작도구모음 설정은 해제되지 않던 부분을 개선하였습니다. (위치 : 결과분석 > 기타 > 상세초기화)