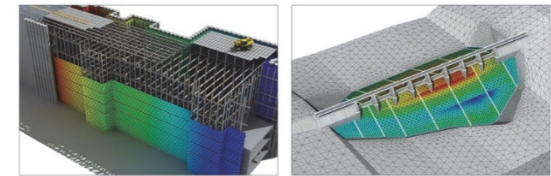




Release Note

Product Ver. : GTSNX Ver.150

GTS NX
Geo-Technical analysis System New eXperience



최적화된 차세대 플랫폼과 64bit 통합솔버를 탑재한 지반분야 유한요소 해석 솔루션



Enhancements

1. Pre Processing

- 1.1 Embedded Beam Element 추가
- 1.2 자주 사용하는 재질 DB 추가
- 1.3 기하형상 자동수정 기능 추가(Topology Optimize)
- 1.4 미소면 자동삭제 기능 추가(Remove small entity)
- 1.5 솔리드 투명도 처리 개선

2. Analysis

- 2.1 Hardening Soil 모델 추가(MMC Hardening)
- 2.2 Soft Soil Creep 모델 추가(Secondary Consolidation)
- 2.3 기하비선형 해석기능 추가
- 2.4 Concrete Creep & Shrinkage 추가
(Time-dependent behavior)
- 2.5 일반접촉요소 추가 (General Contact)

3. Post Processing

- 3.1 3D → 2D 단면 자동저장 기능 개선
(Save & Export to SoilWorks)
- 3.2 3D PDF 보고서 개선 (Improvement in data summary)
- 3.3 동해석 결과 상대변위에 따른 변형형상 출력기능 추가

* 부록

- 시간스텝 / 크리프 함수
- 크리프 / 건조수축 함수 그룹 - 설계 코드
- 탄성계수 함수 - 설계 코드



최적화된 차세대 플랫폼과 64bit 통합솔버를 탑재한 지반분야 유한요소 해석 솔루션

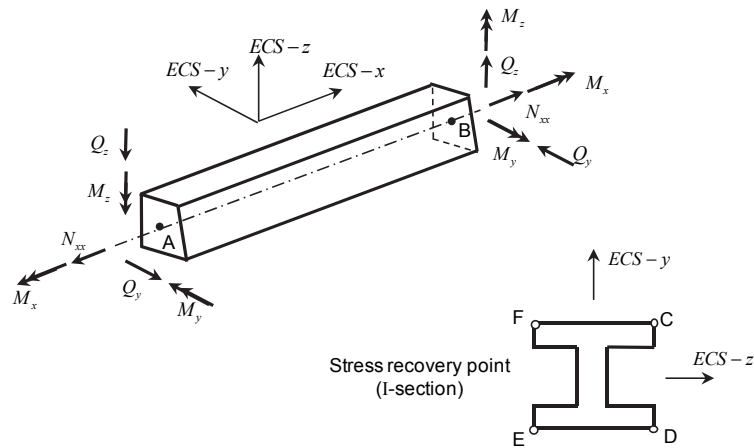


1. Pre Processing

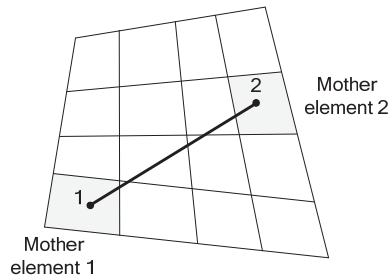
1.1 임베디드 보 요소 추가

- 절점을 공유할 필요로 하지 않는 beam 요소로써 축력, 전단력, 모멘트를 받는 부재를 모사할 때 사용
- 모체요소에 매립된 형태로 사용되며 공유를 필요로 하지 않으므로 요소망 작성이 편리함
- 기존에 작성된 요소망에 추가로 Embedded beam 요소를 생성하여 보강효과를 확인할 수 있음
- 계산과정상 Embedded beam 요소는 반드시 2D 혹은 3D 요소 내부에 존재해야 함

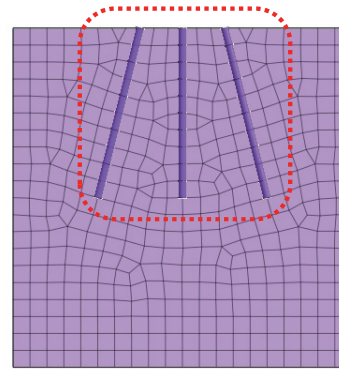
▪ 요소망 > 특성/좌표계/함수 > 특성 : 생성-1D



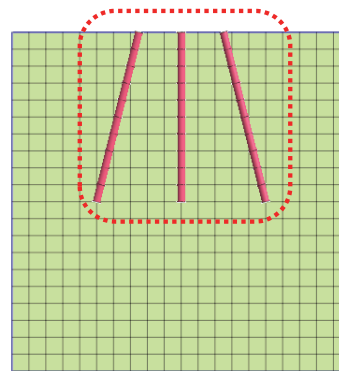
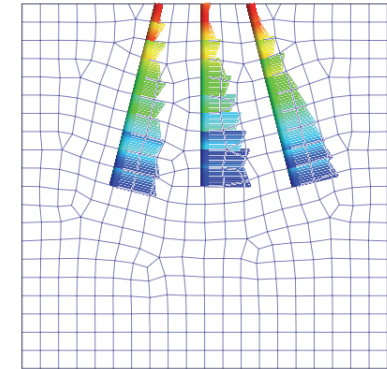
[beam요소의 좌표계와 결과항목]



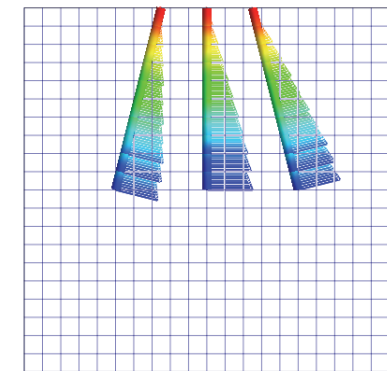
[모체요소 안의 embedded beam 요소]



[절점 공유된 beam 요소]



[절점 공유하지 않은 embedded beam 요소]

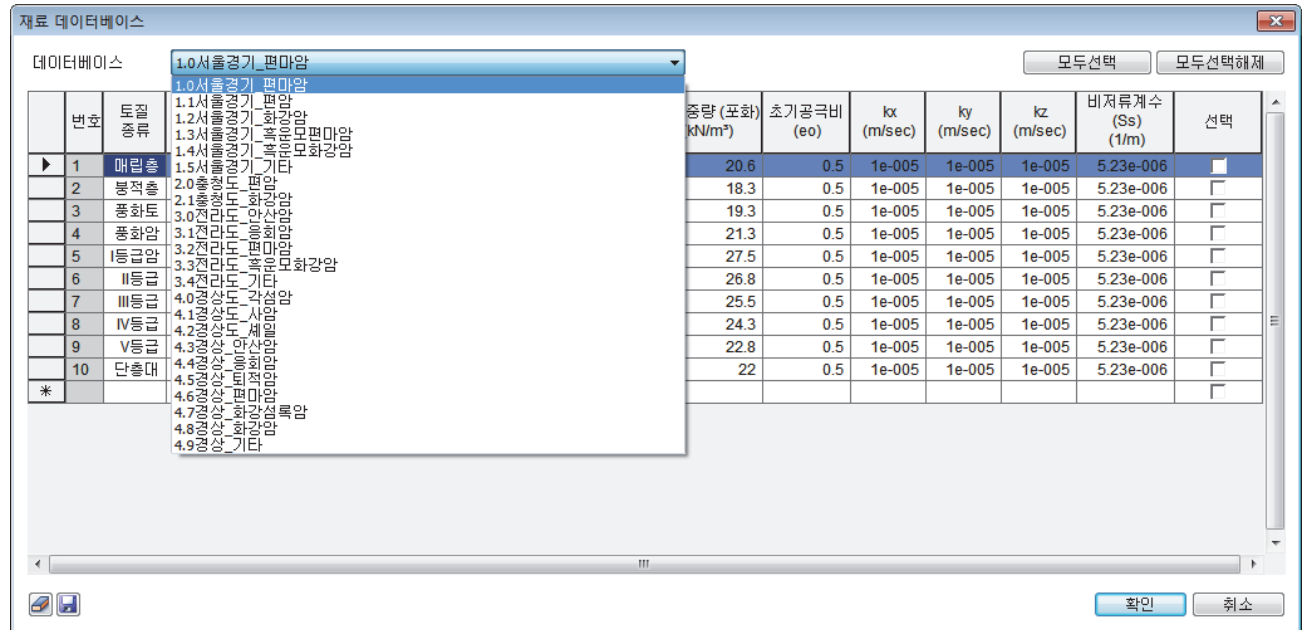
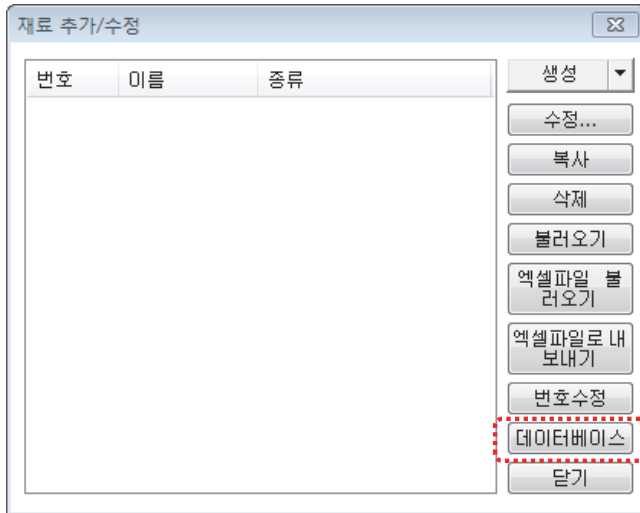


1. Pre Processing

1.2 자주 사용하는 재료 DB사용

- 자주 사용되는 재질을 편리하게 관리할 수 있도록 대표적인 물성에 대해 데이터베이스를 제공 (text 편집기를 사용하여 .gdb 파일의 추가 혹은 편집이 가능)
- C:\Program Files\MIDAS\GTS NX\DBase 폴더에서 *.gdb 파일로 관리됨

요소망 > 특성/좌표계/함수 > 재료 : 데이터베이스



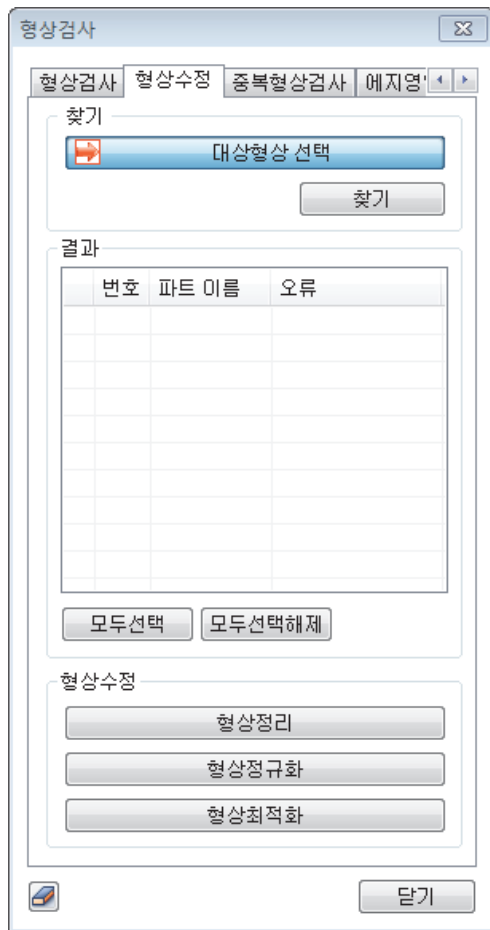
[재료물성 DB]

1. Pre Processing

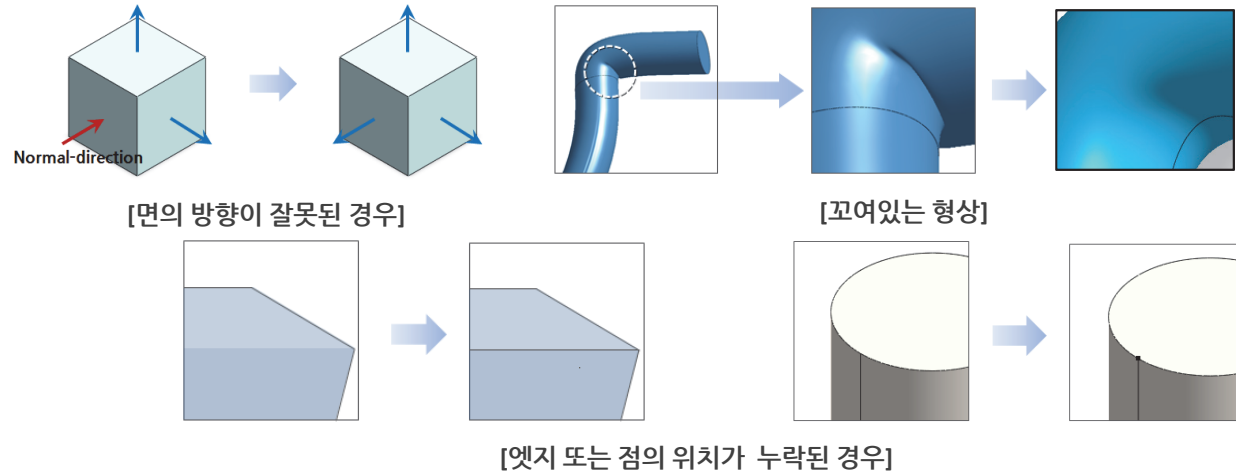
1.3 기하형상 자동수정 (Automatic)

- 비정형 기하형상을 자동으로 개선하고 정형화된 형상으로 변환
- 매쉬 생성에 실패한 기하형상을 선택하여 형상오류를 검색할 수 있으며 자동수정을 사용하여 **형상정리**, **형상정규화**, **형상최적화**를 활용하여 기하형상을 수정 (방법 : 형상정리 -> 형상정규화 -> 형상최적화 순으로 형상변환을 진행)

■ 형상 > 도구 > 형상검사 > 형상수정



■ **형상정리** : 유효한 Solid 를 만들도록 시도하는 기능입니다. 주로 토폴로지(위상) 관점에서의 유효하지 않은 형태를 올바르게 하는 작업으로, 다음과 같은 문제에 대해서 분석하고 해결하려고 시도하게 됩니다.



■ **형상 정규화** : 주로 복잡하고 비 정규적인 기하형상을 정규화 하고 간략하게 표현함으로써 더 안정적인 기하형상으로 수정할 수 있도록 도와주는 기능입니다.

- ✓ B-Spline surface (임의 곡면) → plane, cylinder, sphere, cone and torus (정규화된 곡면)
- ✓ B-Spline curve (임의 곡선) → line, circle and ellipse (정규화된 곡선)
- ✓ Irregular shape (비정형 형상) → normalized and primitive shape (정규화된 형상)

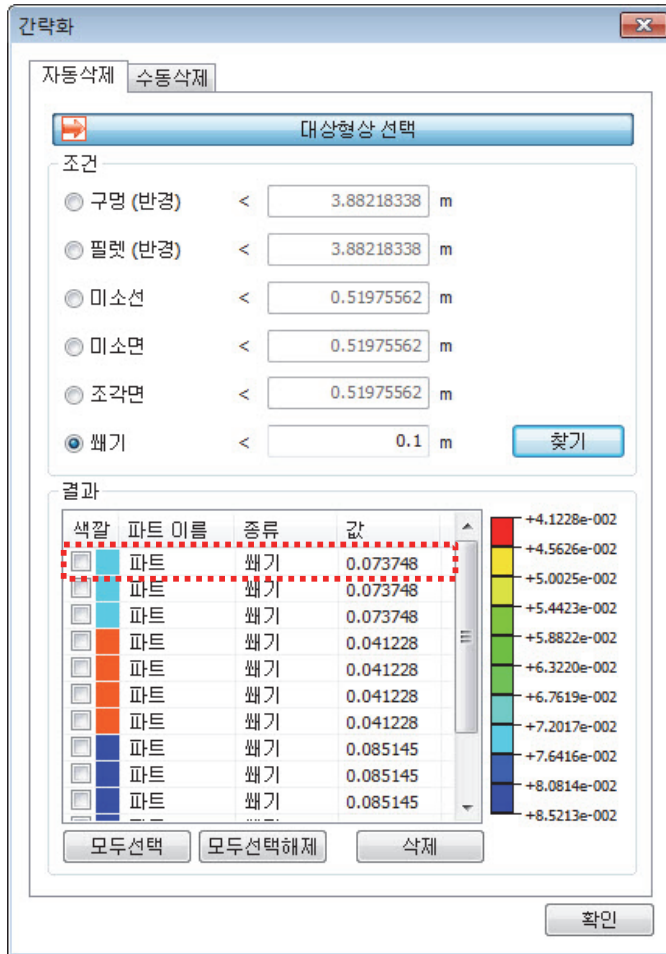
■ **형상 최적화**: 모델링 작업에 대해서 향상된 성능과 안정성을 보장하기 위해, Topology와 Geometry를 함께 수정합니다.

1. Pre Processing

1.4 미소면 자동삭제 (자동)

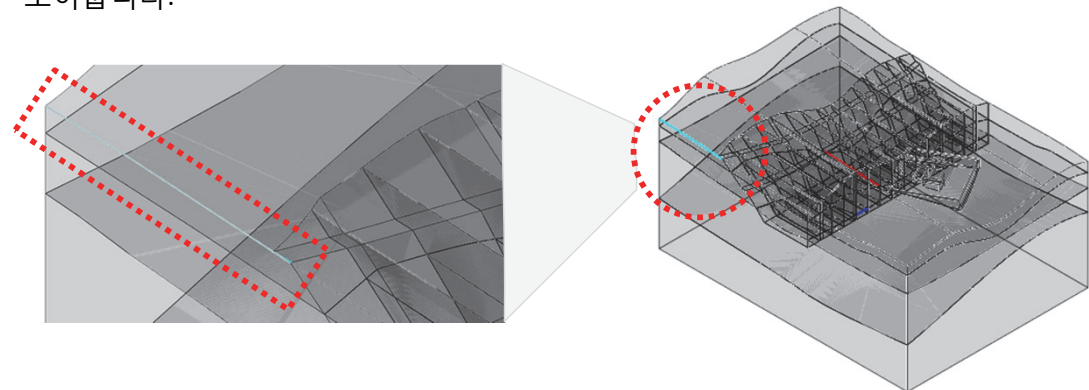
- 기하형상에 존재하는 미소면을 자동탐색하여 삭제하는 기능
- 요소망을 생성하는데 문제가 되는 미소면을 삭제하여 요소망 생성 성공률을 높이고, 품질 좋은 요소망을 간편하게 얻을 수 있음

기하형상 > 형상삭제 > 면/선 삭제



- 자동삭제** : 선택된 형상에서 자동으로 탐색 삭제
 - ✓ 구멍 (반경) : 구멍의 반지름 기준을 입력
 - ✓ 필렛 (반경) : 필렛의 반지름 기준을 입력
 - ✓ 미소선 : 미소선의 길이를 입력
 - ✓ 미소면 : 면이 가지고 있는 가장 긴 선의 길이 입력
 - ✓ 조각면 : 길고 가는 면의 가는 쪽의 폭 길이를 입력
 - ✓ 빼기 : 얇고 뾰족한 면에서 얇은 쪽의 폭 길이를 입력

결과 : 선택된 조건의 값을 입력하고 찾기 버튼을 누르면 조건을 만족하는 형상들이 리스트로 보여집니다. 클릭하면 해당 형상을 하이라이트로 보여주고, 더블 클릭하면 그 형상을 확대하여 보여줍니다.

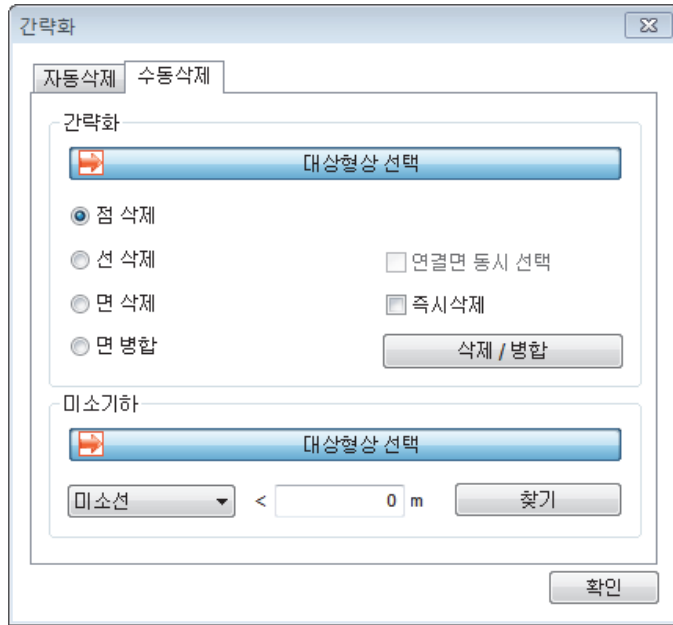


1. Pre Processing

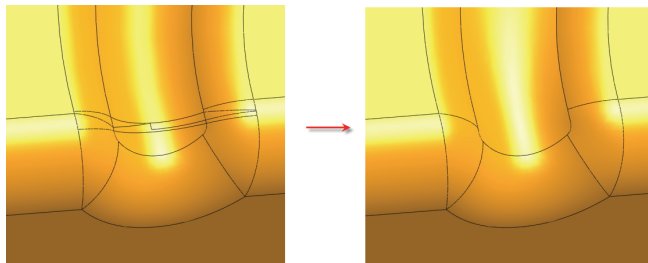
1.4 미소면 자동삭제 (수동)

- 기하형상에 존재하는 미소면을 자동탐색하여 삭제하는 기능
- 요소망을 생성하는데 문제가 되는 미소면을 삭제하여 요소망 생성 성공률을 높이고, 품질 좋은 요소망을 간편하게 얻을 수 있음

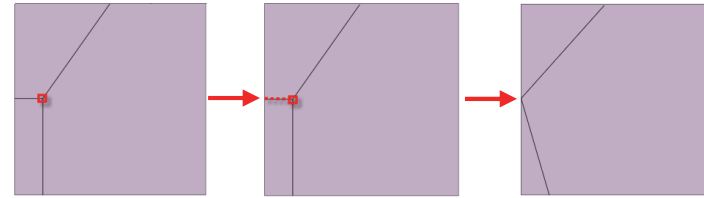
기하형상 > 형상삭제 > 면/선 삭제



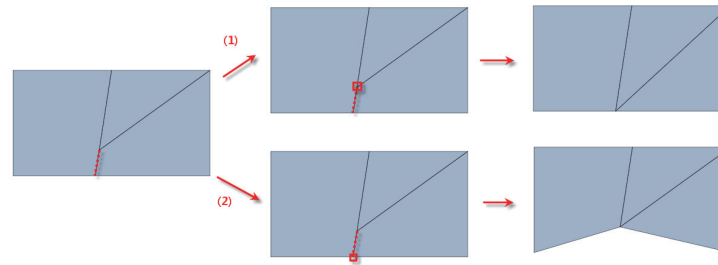
■ 면 병합 : 면 사이의 선을 선택하여 면을 병합



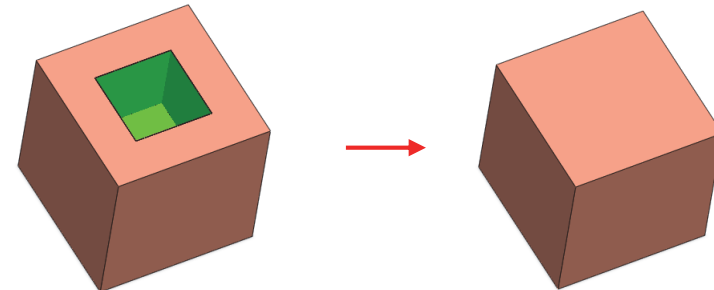
■ 점삭제 : 점을 없애는 방법으로 모델을 간략화



■ 선 삭제 : 선을 없애는 방법으로 모델을 간략화



■ 면 삭제: 선택한 면을 삭제



2. Analysis

2.1 Hardening Soil (MMC Hardening)

- Sand, Silt, OC clay 의 재료의 거동을 모사하는데 적합한 모델임
- 초기 Oedometer 재하시험 탄성계수를 입력할 수 있도록 변경 [변경전 (E^{ref}, E_{ur}^{ref}) → 변경후 ($E_{50}^{ref}, E_{oed}^{ref}, E_{ur}^{ref}$)]
- 전단경화 거동을 자동계산이나 경화함수를 이용하여 모사할 수 있으며, 선행압밀로부터 압축경화가 자동고려됨

▪ 요소망 > 특성/좌표계/함수 > 재료 : 생성 > 등방성

▪ 전단경화 - 전단경화거동은 마찰각 ϕ 과 등가소성변형을 κ 의 관계로 입력이 가능합니다. 그리고 팽창각 $\sin \psi$ 은 Row 의 법칙에 의해 산정됩니다.

$$\sin \phi = \sin \phi(\kappa)$$

$$\kappa = \sqrt{\frac{2}{3}} \gamma^p : \gamma^p$$

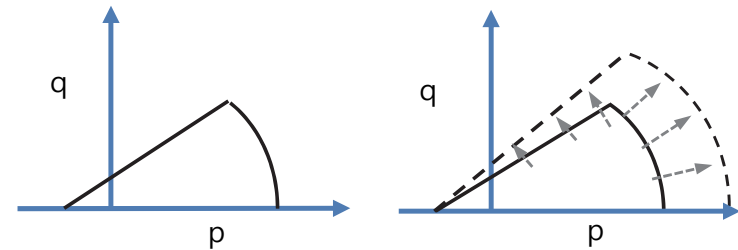
$$\sin \psi = \frac{\sin \phi - \sin \phi_{cv}}{1 - \sin \phi \sin \phi_{cv}}$$

κ : Equivalent deviatoric plastic strain
 γ_p : Deviatoric plastic strain
 $\sin \phi_{cv}$: Critical state friction angle

▪ 압축경화 - 압축 경화거동은 선행압밀응력 (P_c)에 의한 수식으로 나타납니다. 여기서 P_{c0} 는 이전 선행압밀응력이며, Γ 은 cap 경화 계수입니다.

$$P_c = p_{ref} \left(\left(\frac{P_{c0}}{p_{ref}} \right)^m + \frac{m}{\Gamma} \Delta \epsilon_v^p \right)^{\frac{1}{m}}$$

P_c : Pre-consolidation stress
 P_{c0} : Pre-overburden pressure (or OCR)
 Γ : Cap hardening parameter



[Yield surface expansion, Hardening behavior]

2. Analysis

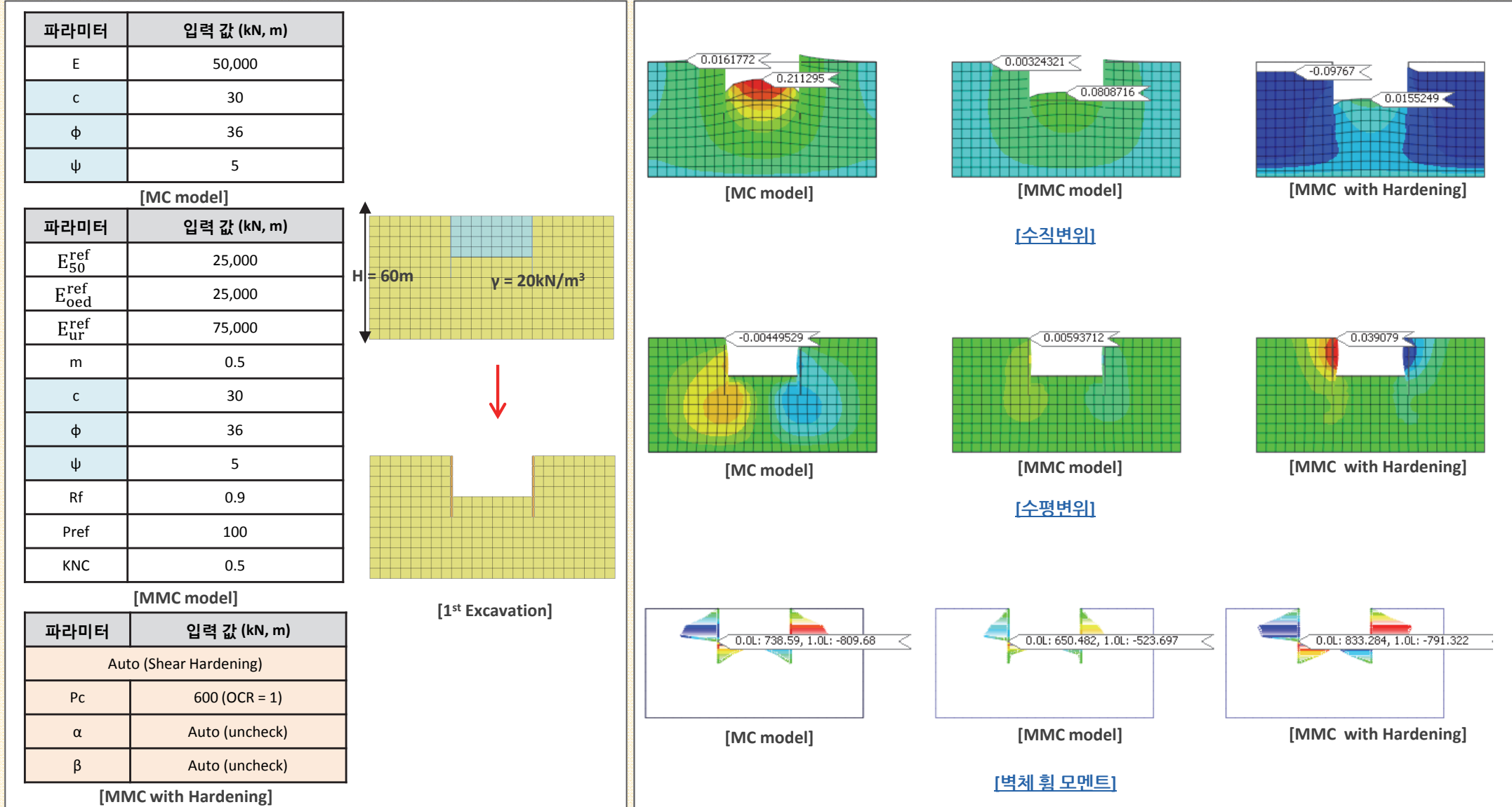
2.1 Hardening Soil (모델 파라미터 review)

■ 요소망 > 특성/좌표계/함수 > 재료 : 생성 > 등방성

파라미터	설명	추천 값 (kN, m)	
Soil Stiffness And Failure	E_{50}^{ref}	삼축시험시 접선강성계수	$E_i \times (2 - R_f) / 2$ (E_i = 초기강성)
	E_{oed}^{ref}	초기 oedometer 재하시험 시 접선탄성계수	E_{50}^{ref}
	E_{ur}^{ref}	제하시 탄성계수	$3 \times E_{50}^{ref}$
	m	Power Law 비탄성모델 계수	$0.5 \leq m \leq 1$ (0.5 : 단단한 지반, 1 : 연약한 지반)
	c	점착력	MC model 에서의 입력 값
	ϕ	전단 마찰각	MC model 에서의 입력 값
	ψ	극한 팽창각	$0 \leq \psi \leq \phi$
Advanced Parameter	R_f	파괴비 (q_f / q_a)	$0.9 (< 1)$
	P_{ref}	기준압	100
	KNC	정규압밀 점토 K_0	$1 - \sin\phi (< 1)$
Dilatancy Cut-off	Porosity	공극률	-
	Porosity(Max)	최대공극률	공극률 < 최대공극률
Cap Yield Surface	P_c	선행압밀 (OCR 값으로 부터)	-
	α	캡 형상계수(선행압밀 응력의 스케일팩터)	KNC로 부터 자동계산
	β	캡 경화 파라미터	E_{oed}^{ref} 로 부터 자동계산

2. Analysis

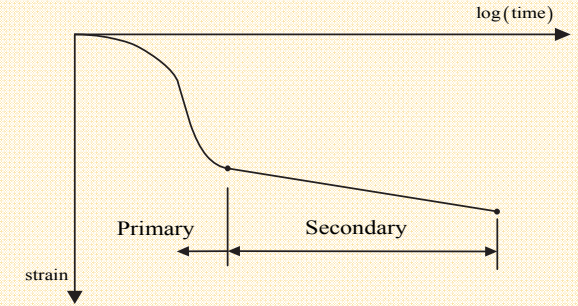
2.1 Hardening Soil (경화거동에 대한 예제)



2. Analysis

2.2 Soft Soil Creep 재료모델 탑재(2차 압밀)

- Soft Soil Creep은 시간이 지남에 따라 발생하는 점토 구조 골격 변화로 인한 크리프 거동을 표현하기 적합한 모델임
- 2차압밀과 선행압밀응력을 고려할 수 있음
- 응력의존 경화거동을 나타냄 (입력파라미터는 압축지수와 재압축지수로부터 추정가능 Cc,Cs)



■ 요소망 > 특성/좌표계/함수 > 재료 : 생성 > 등방성

재료

번호 1 이름 등방성 색상

모델 타입 Soft Soil Creep

일반 다공성 재질 비선형 시간의존

과압밀비 (OCR) 1

정규압밀선기울기 (λ) 0.3

과압밀선기울기 (κ) 0.05

정규압밀 응력비 1

Pc 사용자 정의 0 kN/m²

캡형상계수 (α) 0.22

점착력 (C) 30 kN/m²

마찰각 (ϕ) 36 [deg]

팽창각 36 [deg]

모델 타입 Soft Soil Creep

일반 다공성 재질 비선형 시간의존

크리프 인덱스 (μ) 0.001

파라미터	설명	추천 값 (kN, m)	
Soil Stiffness And Failure	λ	정규압밀선 기울기 (Swelling index)	$C_c / 2.303 / (1 + e)$
	κ	과압밀선 기울기 (Compression index)	$C_s / 2.303 / (1 + e)$ ($C_c / 5$ 대략적인 추정 값)
	μ	크리프 인덱스 (Creep index)	$C_c / 20$ 대략적인 추정 값
	c	점착력 (Cohesion)	MC model 에서의 입력 값
	ϕ	마찰각 (Friction angle)	MC model 에서의 입력 값
	ψ	팽창각 (Dilatancy angle)	0
	Advanced Paramater	KNC	정규압밀 응력비
Cap Yield Surface	OCR / Pc	과입밀비	두 개의 값이 모두 입력되는 경우, Pc 값이 우선적으로 고려됨
	α	캡 형상계수	KNC 로 부터 자동계산

2. Analysis

2.2 Soft Soil Creep 재료모델(2차압밀 예제)

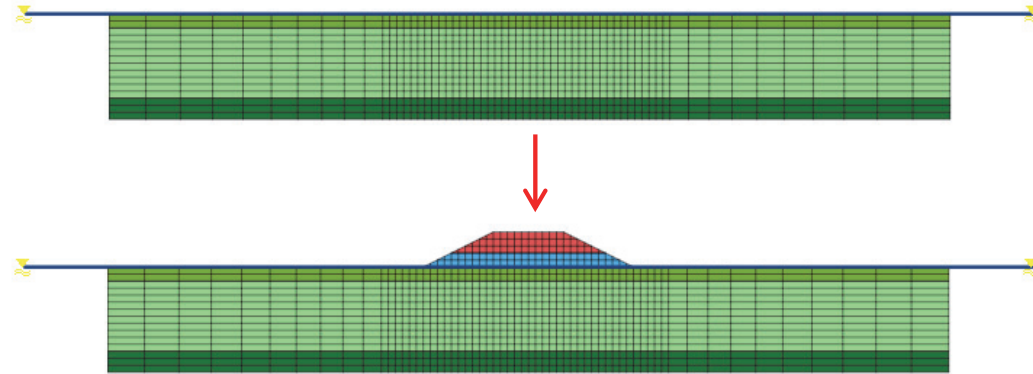
▪ 요소망 > 특성/좌표계/함수 > 재료 : 생성 > 등방성

Parameter	Reference value (kN, m)
λ	0.313
κ	0.063
M	1.113
OCR	2.05
α	Auto

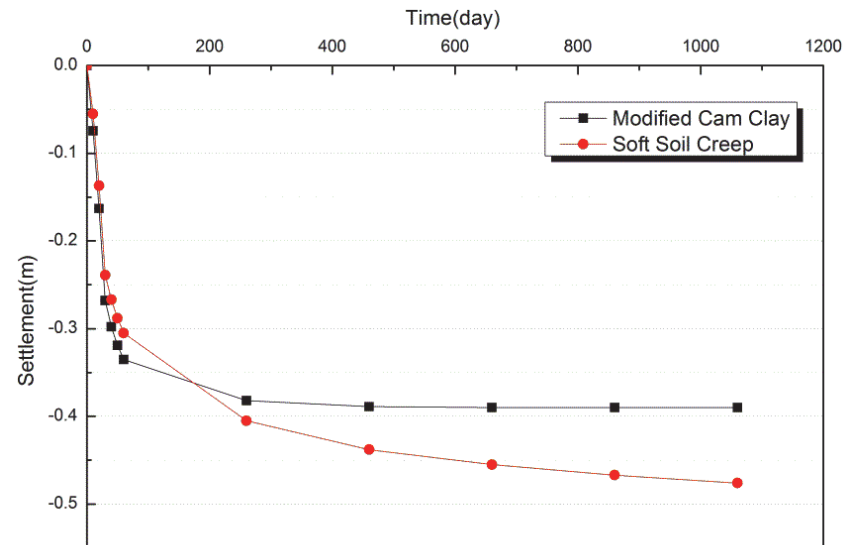
[MCC model]

Parameter	Reference value (kN, m)
λ	0.313
κ	0.063
μ	0.01
c	10
ϕ	28
ψ	0
KNC	0.5
OCR	2.05
α	Auto (uncheck)

[Soft Soil Creep model]



[시간에 따른 성토]



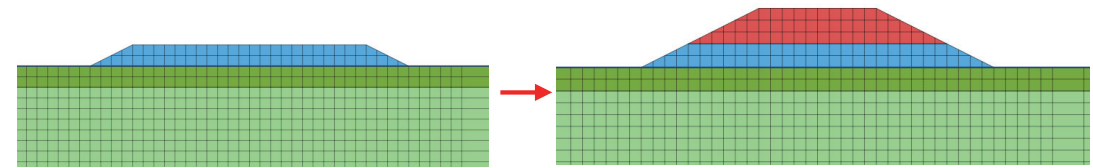
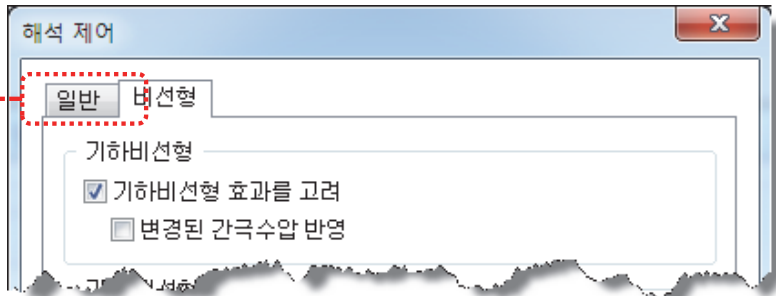
[결과비교: 2차 압밀]

2. Analysis

2.3 기하비선형 (활성화된 절점의 초기형상 추정)

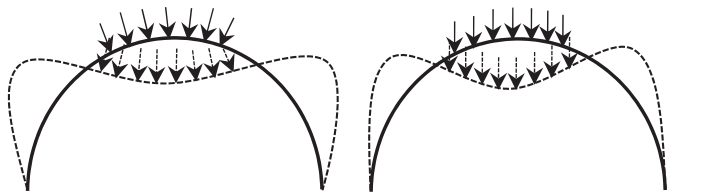
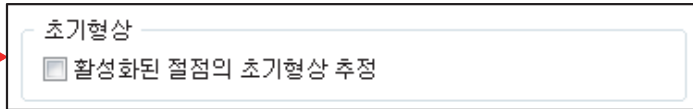
- 해석 > 해석케이스 > 추가 > 비선형 : 기하비선형
- 대변형을 고려한 기하학적 비선형 해석, 대규모 연약지반 및 비탈면 영역에서 대변형에 의한 검토 가능 (이 때 지하수위를 고려한 모델에서 간극수압도 변형된 모델을 따라 업데이트 되도록 계산할 수 있음)
- 해석 > 해석케이스 > 추가 > 일반 : 초기형상
- 성토 시공단계 해석에서, “활성화된 절점의 초기형상 수정” 옵션을 통해 보다 합리적인 변형 거동을 확인 가능

해석 > 해석케이스 > 추가 > 비선형 : 기하비선형

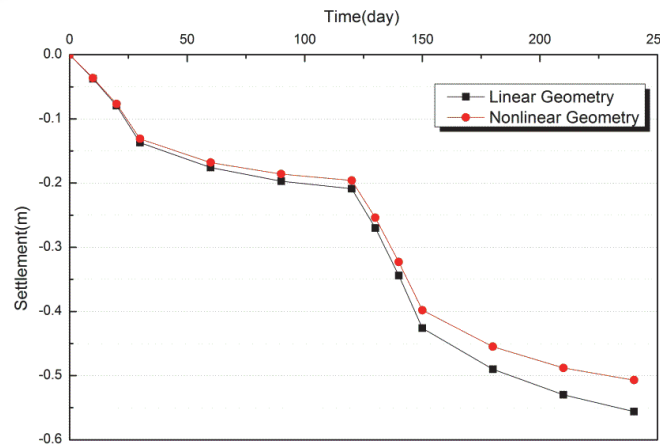


[압밀 성토 시공단계 해석]

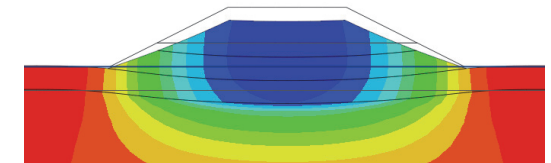
해석 > 해석케이스 > 추가 > 일반 : 초기형상



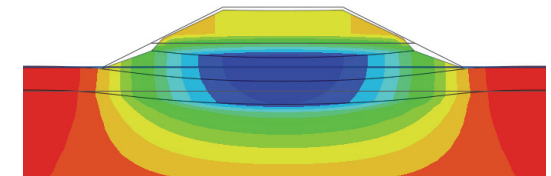
Normal pressure Pressure in specified direction
[대규모 변형에 의한 압력하중 작용 방향 변화]



[결과비교]



[기하비선형 + 활성화된 절점의 초기형상 추정]



[기하비선형 옵션 고려안함]

2. Analysis

2.4 Concrete Creep & Shrinkage (시간의존 거동) 해석기능 추가 → 부록 참조

- 콘크리트 구조물의 시간의존 거동을 모사하기 위한 **Creep 함수** 정의 (콘크리트 크리프 적용 가능한 모델 : **Elastic, Tresca, von Mises, Mohr Coulomb, Drucker Prager, Hoek Brown**)
- **재령중속 > 크리프/건조수축 함수 그룹** → 17가지 크리프 / 건조수축 함수 제공
- **재령중속 > 시간중속 탄성계수 함수** → 시간에 따른 12가지 탄성계수 함수 제공
- **해석 > 해석케이스 > 해석제어에서 요소망 세트별로 서로 다른 재령일 정의 가능** (비선형 해석 & 시공단계(응력)해석에 적용 가능)

▪ 요소망 > 특성/좌표계/함수 > 재료 : 생성 > 등방성

[해석제어 / 시간스텝]

시간 스텝: 86400 sec

중분개수: 1

중간결과와 출력방법: 마지막 중분

[재령중속]

모델 타입: Mohr-Coulomb

크리프 방정식: 재령 중속

크리프 모델: Kelvin

지연시간(sec): 86400, 864000, 8640000, 86400000

크리프/건조수축 함수 그룹: 없음

시간 중속: 없음

탄성계수 함수: 없음

[해석제어 / 재령]

요소망 세트

요소망 세트	재령 (sec)
*	

[재령독립]

모델 타입: Mohr-Coulomb

크리프 방정식: 재령 독립

입력 데이터 형식: Empirical Law (Class 1)

초기 온도: 0 [T]

온도 의존률: 1e-009

임계 응력: 0.01 kN/m²

실험 모델의 계수

$$\epsilon^c(\sigma, t) = A(\sigma)[1 - e^{-R(\sigma)t}] + K(\sigma)t$$

A = $a\sigma^b$ or $c\sigma^d$

R = $e^{\sinh(f\sigma)}$ or $e^{\sigma/f}$

K = a , b , c , d , e , f , g

크리프/건조수축 정의

이름: 크리프 건조수축 함수

모델: CEB-FIP(1990)

하중 재령: 3 day

하중 마지막일: 15000 day

스텝개수: 32

시공시: Combined (ACI & PCA), AASHTO, European, AS 3600-2009, AS/RTA 5100.5-2011, Russian, Korea Standard, JAPAN, JRP-ARC(JRC), CHINA, China (JTG D62-2004), KCI-USD 12, KSCE 2010, 사용자 정의

탄성계수 함수

이름: Elastic Modulus Function

모델: Japan(Elastic)

시간 (day)	값 (kN/m ²)
1	2.0000
2	4.0000
3	5.0000
4	7.9380
5	10.0000
6	20.0000
7	28.0000
8	50.0000
9	75.8580
10	28000000.0

Shrinkage Function Preview

Age (day)	Time (day)	Value
1	0.0000	-1.4000e-01
2	1.4273	-1.4000e-01
3	2.1544	-1.4000e-01
4	3.1923	-1.4000e-01
5	4.6419	-1.4000e-01
6	6.8129	-1.4000e-01
7	10.0000	-1.4000e-01
8	14.9700	-1.4000e-01
9	21.5440	-1.4000e-01
10	31.9230	-1.4000e-01
11	46.4190	-1.4000e-01
12	68.1290	-1.4000e-01
13	100.0000	-1.4000e-01
14	146.7800	-1.4000e-01
15	215.4400	-1.4000e-01
16	319.2300	-1.4000e-01

Creep Function Preview

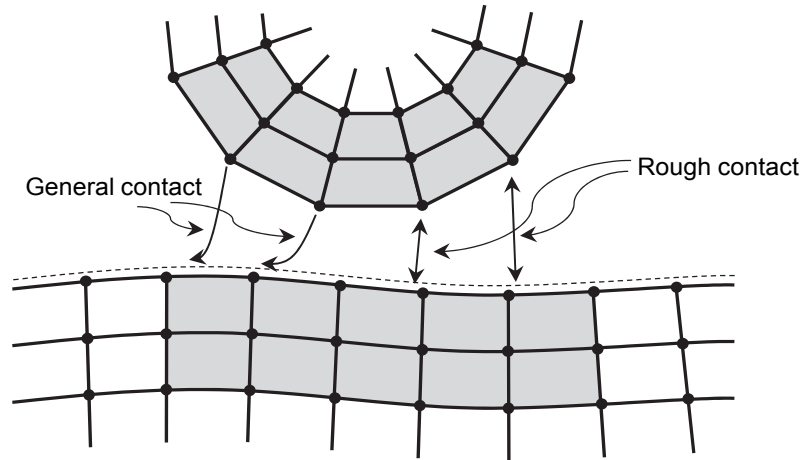
Age (day)	Time (day)	Value
1	1.5602	0.2476
2	4.2368	0.3128
3	5.3349	0.3520
4	6.9935	0.4070
5	7.1107	0.4480
6	8.4502	0.4974
7	10.9420	0.5262
8	11.9340	0.5649
9	14.1620	0.6040
10	16.8540	0.6438
11	20.0290	0.6844
12	23.8650	0.7262
13	28.2660	0.7684
14	33.6150	0.8139
15	39.9470	0.8611
16	47.9750	0.9099

2. Analysis

2.5 일반접촉 요소 추가(General contact)

- 비선형성을 고려한 일반 접촉 요소 추가
 - 접촉면 사이에 수직방향 및 접선방향의 접촉력을 받는 타입으로, 분리되어 있는 요소간에 발생하는 압축력만 전달하고 인장력은 전달하지 않음
- 선형해석에서는 사용할 수 없으며, 접선방향의 마찰력 고려가 가능 (Ver.100에서는 일체거동 접촉만 고려가능)
- 일체접촉의 경우 한 절점에 3축 방향으로 스프링이 있는 것으로 모사되며, 일반접촉은 1축 방향으로 스프링이 있는 것으로 모사됨

정적/사면 해석 > 접촉 > 접촉정의 > 접촉종류 : 일반 (3D 모델에서만 적용가능)



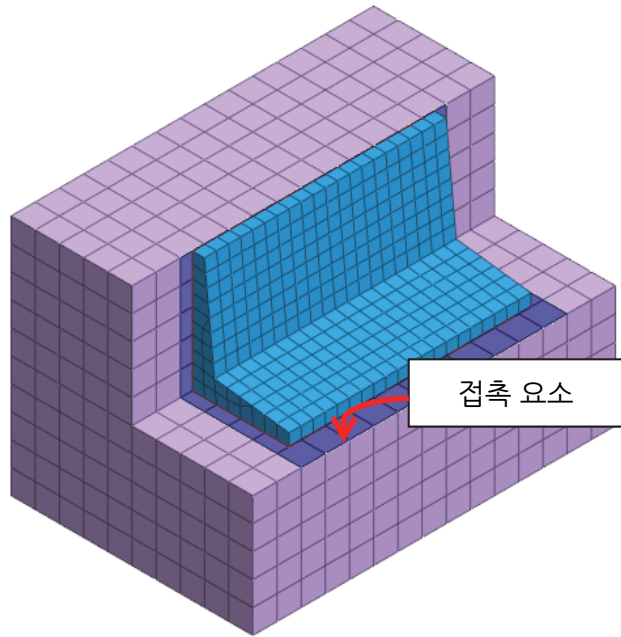
파라미터		추천 값 (kN, m)
접촉 강성 (기본값 사용 추천)	수직 강성 계수	1 (작은 값이 입력될 수록 요소간 침투가 크게발생)
	수평 강성 계수	0.1 (수직 강성 계수/ 10)
고급옵션 (파라미터)	접촉 공차	자동 계산 (체크 해제)
	마찰계수 (옵션)	0.3 ~ 0.6 (Depending on material types)
	침투흐름의 침투성 계수	불투수 (체크 해제)

2. Analysis

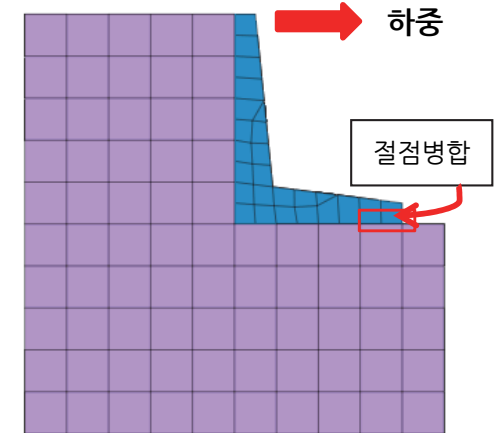
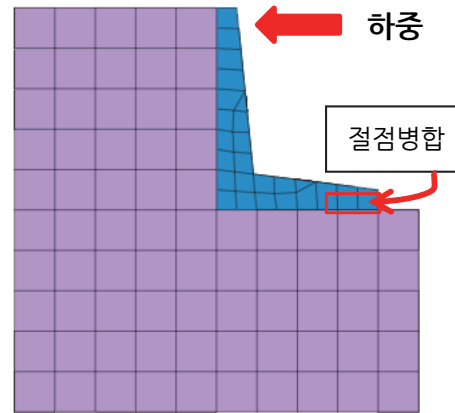
2.5 일반접촉 요소 추가(예제)

- 일반접촉을 활용하여 재료의 분리거동 확인

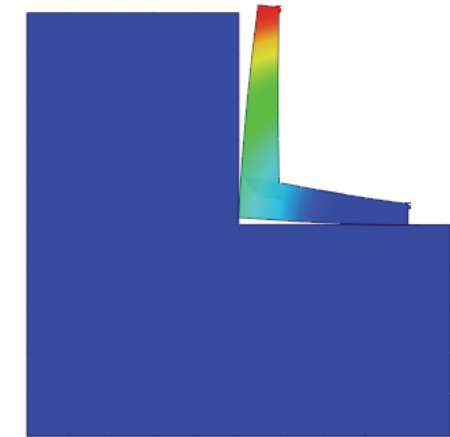
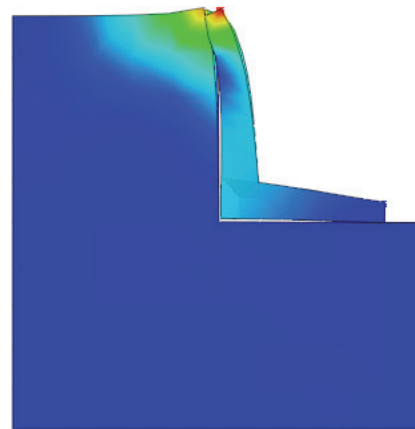
정적/사면 해석 > 접촉 > 접촉정의 > 접촉종류 : 일반 (3D 모델에서만 적용가능)



[분리된 요소망에 일반접촉요소를 적용]



[하중 작용방향]



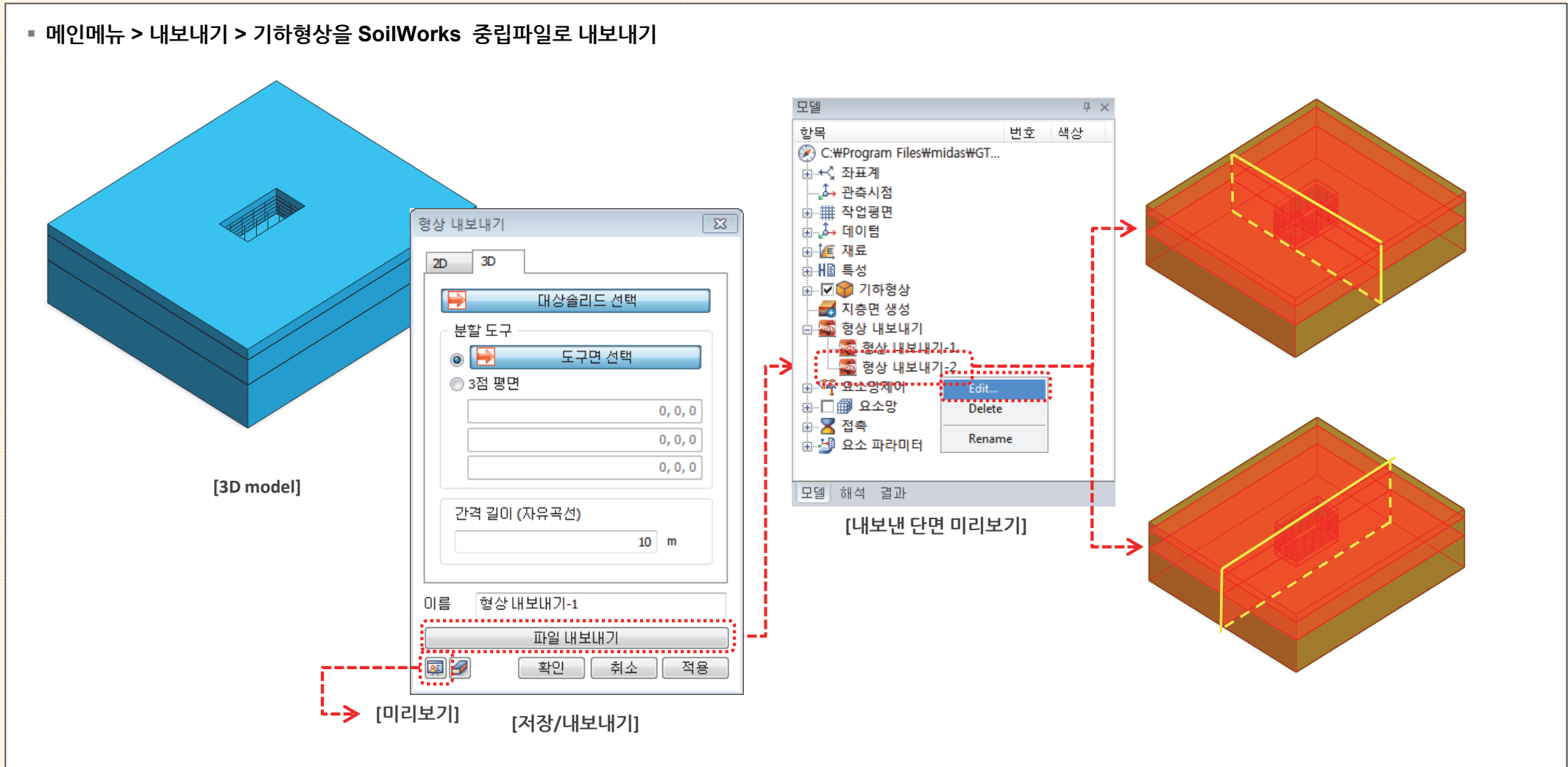
[전체변위 결과, 압축력 전달 0, 인장력 전달 X]

3. Post Processing

3.1 3D → 2D 단면 자동 저장 (저장 & SoilWorks 중립파일로 내보내기)

- 3차원 기하형상을 2차원 단면으로 자른다음 이를 SoilWorks로 내보내어 2차원 해석 수행 가능
- 작업트리에 하단에 등록되어 단면에 대한 확인 및 수정이 용이하도록 기능개선

- 메인메뉴 > 내보내기 > 기하형상을 SoilWorks 중립파일로 내보내기

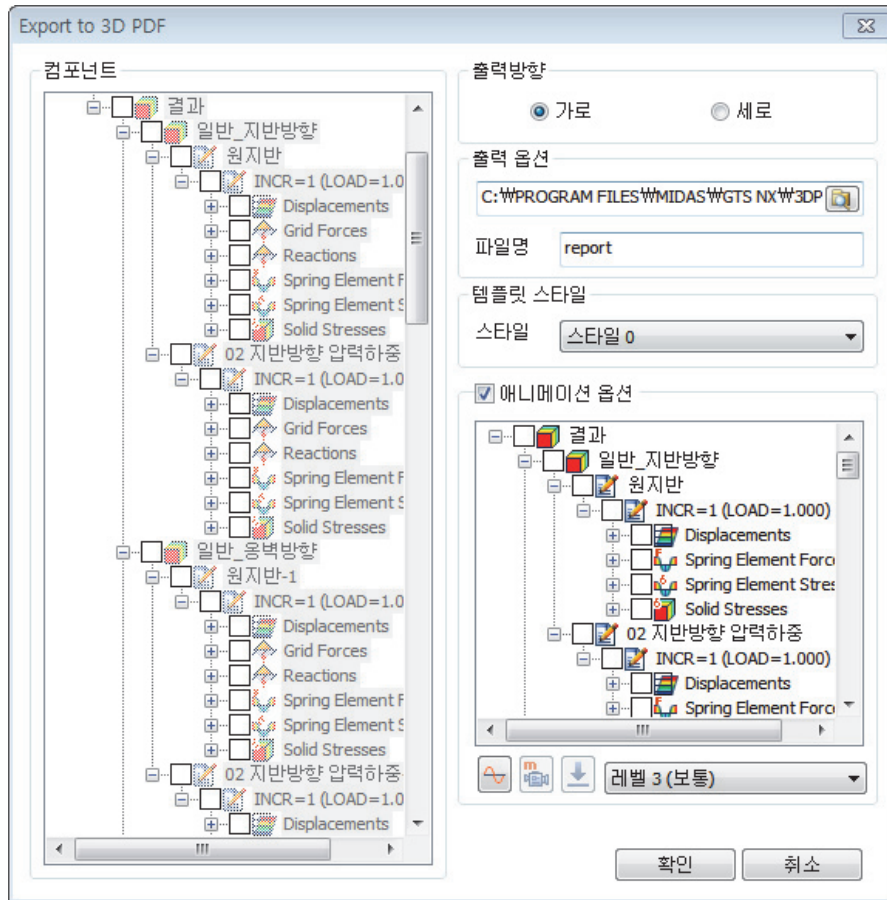


3. Post Processing

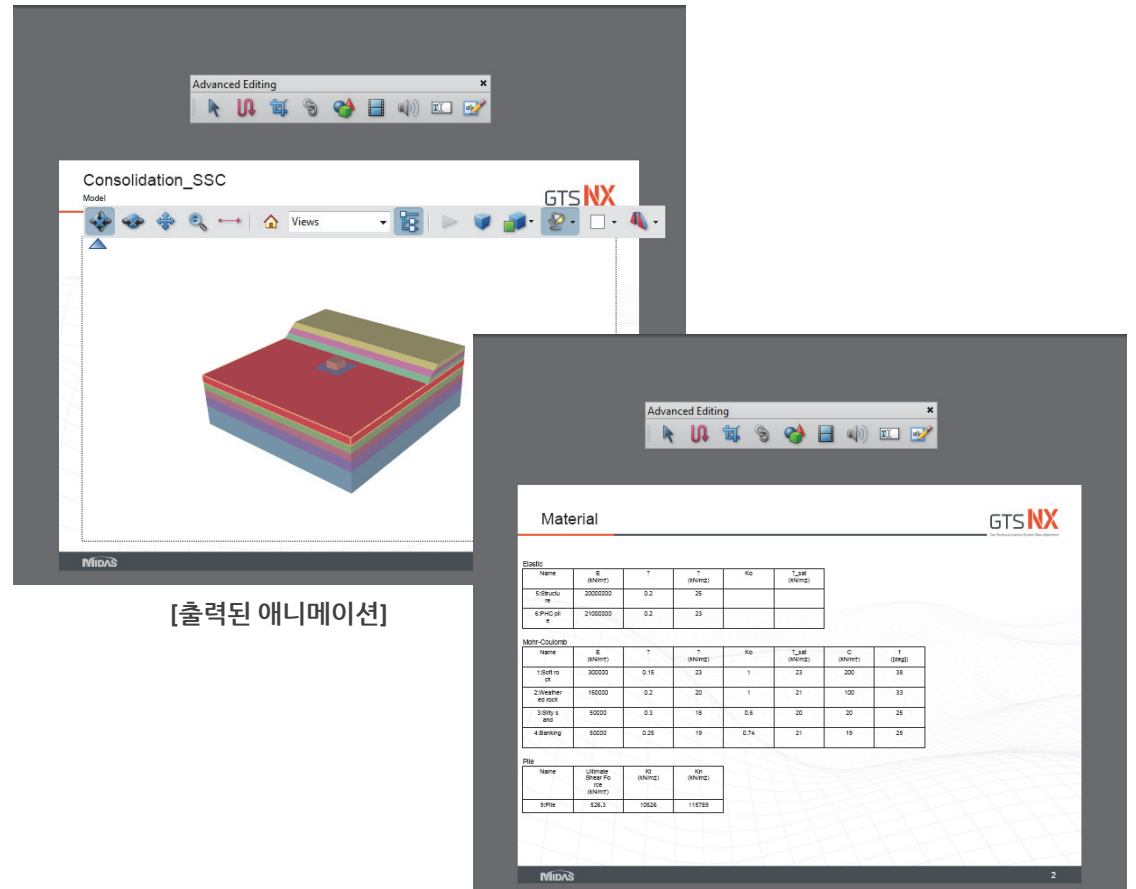
3.2 PDF 보고서 개선 (재료물성 테이블 & 애니메이션 내보내기)

- 재질 및 특성 정보를 테이블 형태로 출력하며, 결과 애니메이션 파일을 PDF 내에 삽입하여 확인 가능하도록 3D PDF 내보내기 기능 개선

도구 > 3D PDF 내보내기 > 3D PDF 내보내기



[PDF 애니메이션 내보내기]



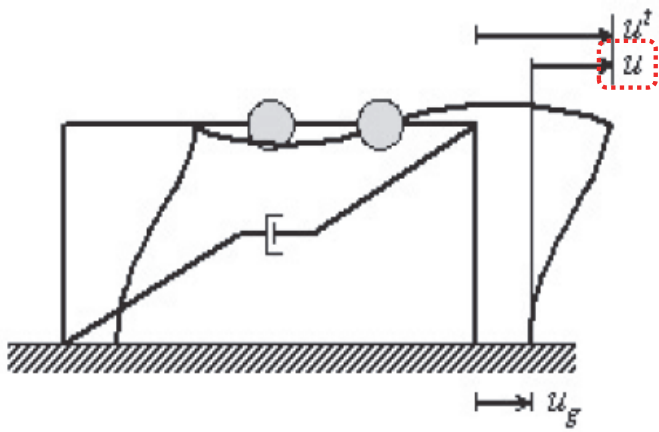
[입력물성]

3. Post Processing

3.3 동해석 결과 상대변위에 따른 변형형상 출력

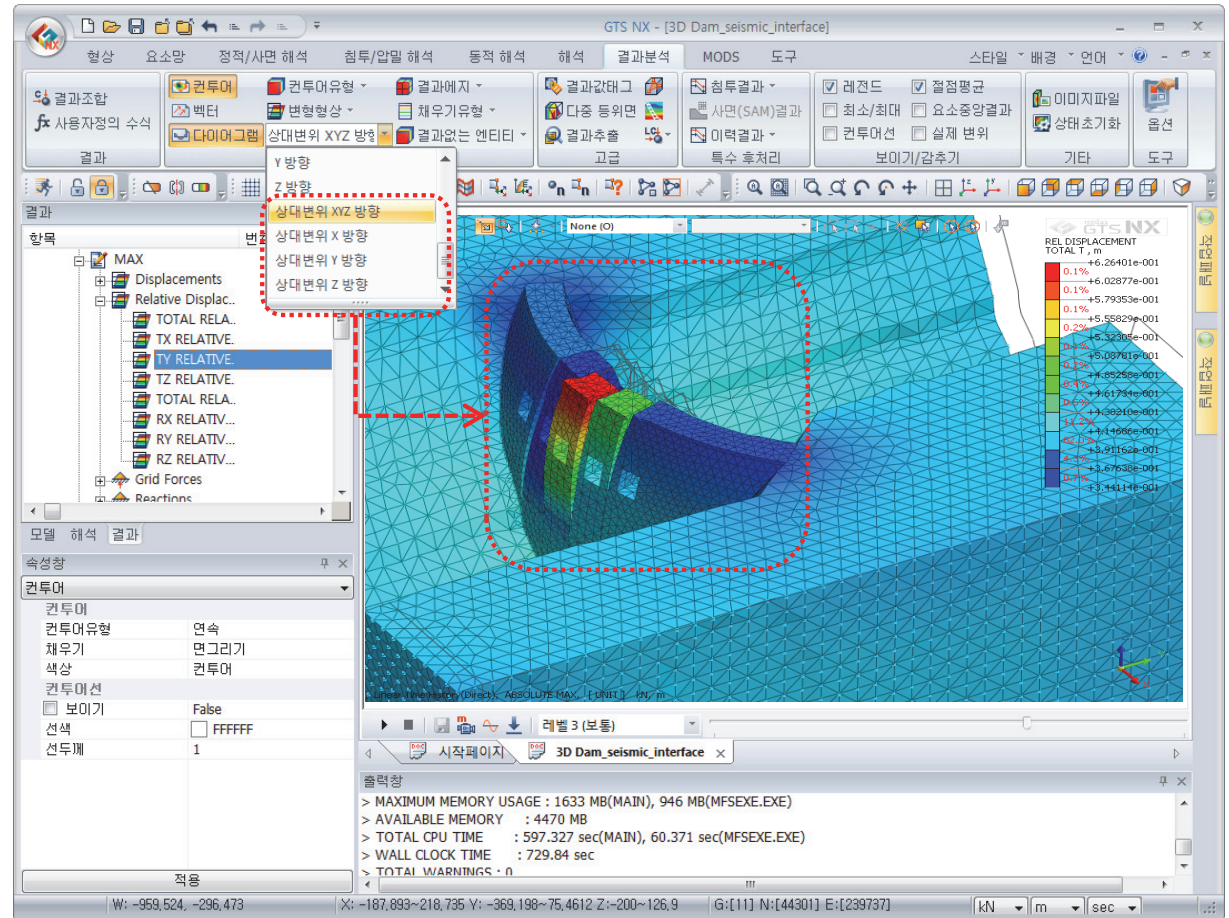
- 동해석에서 절대변위결과 기준의 변형 형상만 확인이 가능했던 부분을 상대변위결과를 기준으로 변형 후 형상(deformed shape)을 확인하도록 확장 (지반변위를 제외한 구조물의 변위만 고려한 변형형상 확인시 용이)

결과분석 > 일반 > 변형형상 : 변형 후 형상



$$u^t(t) = u_g(t) + u(t)$$

[지진에 의한 구조물의 변위]





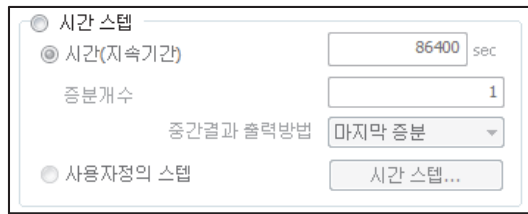
부록

1. 시간스텝 / 크리프 방정식
2. 크리프 / 건조수축 함수 그룹 - 설계 코드
3. 탄성계수 함수 - 설계 코드

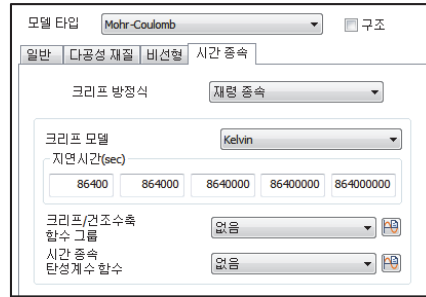


1. 시간스텝 / 크리프 방정식

- 지반 및 구조물의 시간 의존적인 거동을 고려하기 위해, 시간에 대한 스텝 개념이 필요합니다. GTS NX에서는 정의된 시간까지 한번에 계산하거나 여러 단계를 통해 증분된 형태로 나누어서 계산이 가능하며, 불규칙한 시간 증분을 정의 및 사용자가 원하는 시간스텝에서만 결과 출력을 지정할 수도 있습니다.
- 해당 시공단계 이전에 발생한 크리프 및 건조수축의 효과를 반영하기 위해 재령일을 입력합니다. 일반적인 경우 콘크리트 타설후 거푸집을 해체하여 요소로 고려되는 기간, 즉 콘크리트의 양생기간을 입력하며, 시공단계의 시작과 동시에 타설하는 부재의 재령은 '0'이 됩니다.
- 시간에 따른 재료의 거동을 확인하기 위해 두 가지 형태의 크리프 함수를 제공합니다. (재령중속, 재령독립)



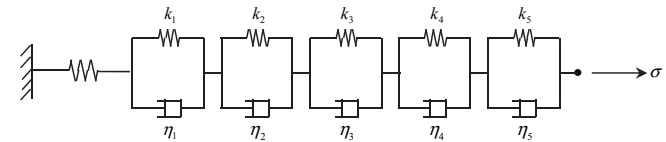
[해석제어/ 시간 스텝]



[재령 중속]

콘크리트와 같은 재료는 시간에 따라 재료 물성치가 변하고 비 역학적 변형인 크리프와 건조수축 변형이 발생합니다. 또한 크리프 변형은 응력 발생 시점에 따라 시간에 따른 변형량이 달라집니다.

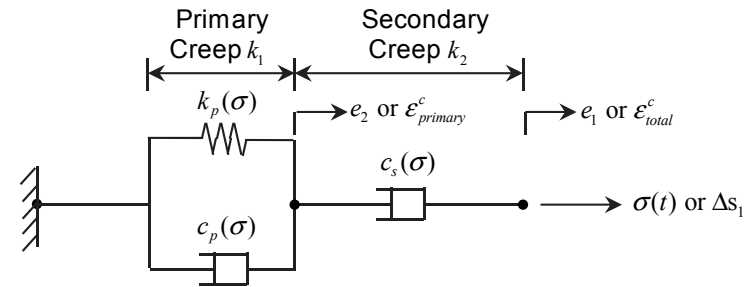
GTSNX 는 aging-Kelvin 크리프 모델과 Kelvin 모델에서 스프링을 제외한 aging-Viscous 모델을 제공합니다.



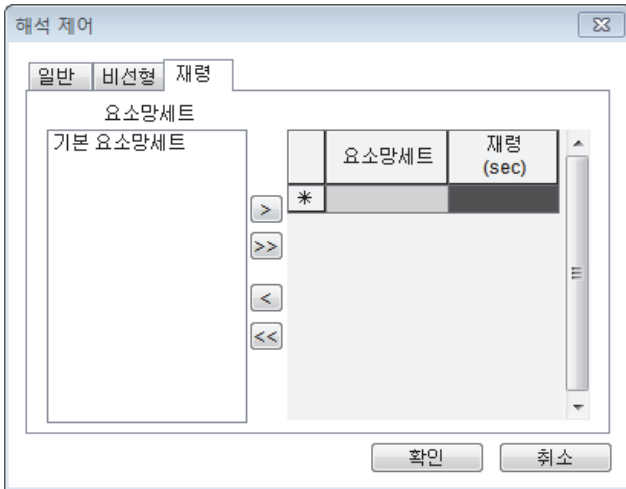
[aging-Kelvin creep model 개념도]

[재령 독립]

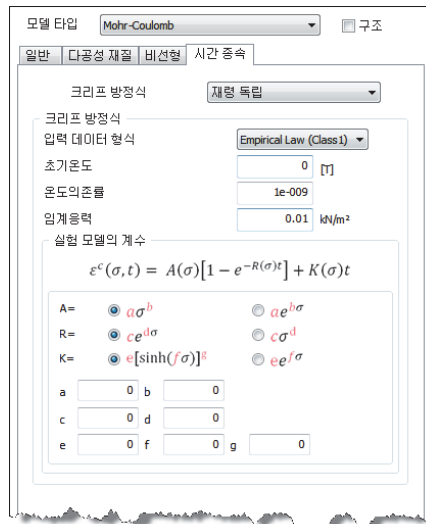
GTSNX 에서는 등방성 재료에 대해서 1차 크리프와 2차 크리프를 사용할 수 있고, 경험적인 식에 의거한 크리프 거동을 Empirical Law (Class 1/2)로 정의하거나, 크리프 파라미터를 직접 입력할 수 있습니다.



[Kelvin-Maxwell creep model 개념도]



[해석제어/ 재령]



[크리프 함수/ 재료]

2. 크리프 / 건조수축 함수 그룹

[CEB-FIP(1990)]

Characteristic compressive strength of concrete at age of 28 days(fck)

- 평균 28일 압축강도를 입력합니다.

Relative Humidity of ambient environment

- 외기 습도를 입력합니다.

Notational size of member

- 구조물의 기하형상 치수를 입력합니다. 구조물의 기하형상치수는 부재의 크기에 따른 개념적인 부재치수로 단면적의 2배를 대기와 접하는 단면 둘레길이를 나눈 값입니다.

Age of concrete at the beginning of shrinkage

- 타설후 건조수축 시작 시간을 입력합니다.

[CEB-FIP(1978)]

Characteristic compressive strength of concrete at age of 28 days(fck)

- 평균 28일 압축강도를 입력합니다.

Relative Humidity of ambient environment

- 외기 습도를 입력합니다.

Notational size of member

- 구조물의 기하형상 치수를 입력합니다. 구조물의 기하형상치수는 부재의 크기에 따른 개념적인 부재치수로 단면적의 2배를 대기와 접하는 단면 둘레길이를 나눈 값입니다.

Age of concrete at the beginning of shrinkage

- 타설후 건조수축 시작 시간을 입력합니다.

[ACI]

Age of concrete at the beginning of shrinkage

- 타설후 건조수축 시작 시간을 의미합니다.

Material factored ultimate value

- 콘크리트 특성을 반영한 극한 상수를, ACI Code에 따라 계산하도록 하거나 사용자가 직접 정의합니다.

2. 크리프 / 건조수축 함수 그룹

[PCA]

Compressive Strength of Concrete at Age of 28 Days

- 28일 압축강도를 입력합니다.

Ultimate Shrinkage strain (500~800)

- 극한 건조수축 변형도를 입력합니다.

Ultimate Creep Strain (3~5)

- 극한 크리프 변형도를 입력합니다.

Relative Humidity of Ambient Environment (40~99)

- 외기 습도를 입력합니다.

Volume-Surface Ratio

- 체적-표면적 비를 입력합니다.

[Combined (ACI & PCA)]

Material factored ultimate creep strain / Shrinkage

- 콘크리트 특성이 반영된 극한 크리프 변형도를 입력합니다.

[AASHTO]

Expose to drying before 5 Days of curing

- AASHTO Shrinkage and Creep 5.4.2.3 에 따라 Creep&Shrinkage 의 영향을 20% 증가시킵니다.

2. 크리프 / 건조수축 함수 그룹

[European]

Characteristic compressive strength of concrete at age of 28 days(fck)

- 평균 28일 압축강도를 입력합니다.

Relative Humidity of ambient environment

- 외기 습도를 입력합니다.

Notational size of member

- 구조물의 기하형상 치수를 입력합니다. 구조물의 기하형상치수는 부재의 크기에 따른 개념적인 부재치수로 단면적의 2배를 대기와 접하는 단면 둘레길이를 나눈 값입니다.

Age of concrete at the beginning of shrinkage

- 타설후 건조수축 시작 시간을 입력합니다.

[AS 3600-2009]

Compressive Strength of concrete at the age of 28 dyas

- 28일 압축강도를 입력합니다.

Expose Environment

- 외부노출 환경을 선택합니다.

Hypothetical Thickness

- 구조물의 기하형상 치수를 입력합니다.

Dying Basic Shrinkage Strain(10^-6)

- 지역에 따른 기본 건조수축률을 입력합니다.

Age of concrete at the beginning of shrinkage

- 타설후 건조수축 시작 시간을 입력합니다.

[AS/RTA 5100.5-2011]

Compressive Strength of concrete at the age of 28 dyas

- 28일 압축강도를 입력합니다.

Expose Environment

- 외부노출 환경을 선택합니다.

Hypothetical Thickness

- 구조물의 기하형상 치수를 입력합니다.

Dying Basic Shrinkage Strain(10^-6)

- 지역에 따른 기본 건조수축률을 입력합니다.

Age of concrete at the beginning of shrinkage

- 타설후 건조수축 시작 시간을 입력합니다.

2. 크리프 / 건조수축 함수 그룹

[Russian]

Module of an exposed surface, M

- 외부환경계수를 입력합니다.

Age of concrete at the beginning of shrinkage

- 타설후 건조수축 시작 시간을 입력합니다.

Curing Method

- 양생방법을 선택합니다.

Fast – accumulating creep

- Creep&Shrinkage 의 영향을 Russian Code 에 따라 20% 증가시킵니다.

[Korea Standard]

Compressive strength of concrete at age of 28 days(fck)

- 평균 28일 압축강도를 입력합니다.

Relative Humidity of ambient environment

- 외기 습도를 입력합니다.

Notational size of member

- 구조물의 기하형상 치수를 입력합니다. 구조물의 기하형상치수는 부재의 크기에 따른 개념적인 부재치수로 단면적의 2배를 대기와 접하는 단면 둘레길이를 나눈 값입니다.

Age of concrete at the beginning of shrinkage

- 타설후 건조수축 시작 시간을 입력합니다.

[Japan]

Compressive strength of concrete at age of 28 days(fck)

- 평균 28일 압축강도를 입력합니다.

Notational size of member

- 구조물의 기하형상 치수를 입력합니다. 구조물의 기하형상치수는 부재의 크기에 따른 개념적인 부재치수로 단면적의 2배를 대기와 접하는 단면 둘레길이를 나눈 값입니다.

Age of concrete at the beginning of shrinkage

- 타설후 건조수축 시작 시간을 입력합니다.

2. 크리프 / 건조수축 함수 그룹

[Japan (JSCE)]

Relative Humidity of ambient environment

- 외기 습도를 입력합니다.

Volume-surface ratio

- 체적-표면적비를 입력합니다.

Cement content

- 단위 체적당 시멘트의 양을 입력합니다.

Water content

- 단위 체적당 물의 양을 입력합니다.

Age of concrete at the beginning of shrinkage

- 타설 후 건조수축 시작 시간을 입력합니다.

[CHINA]

Compressive strength of concrete at the age of 28 days

- 28일 압축강도를 입력합니다.

Relative Humidity of ambient environment

- 외기 습도를 입력합니다.

Notational size of member

- 구조물의 기하형상 치수를 입력합니다. 구조물의 기하형상치수는 부재의 크기에 따른 개념적인 부재치수로 단면적의 2배를 대기와 접하는 단면 둘레길이로 나눈 값입니다.

Age of concrete at the beginning of shrinkage

- 타설 후 건조수축 시작 시간을 입력합니다.

[China (JTG D62-2004)]

Comp. strength of concrete at the age of 28 days

- 28일 압축강도를 입력합니다.

Relative Humidity of ambient environment

- 외기 습도를 입력합니다.

Notational size of member

- 구조물의 기하형상 치수를 입력합니다. 구조물의 기하형상치수는 부재의 크기에 따른 개념적인 부재치수로 단면적의 2배를 대기와 접하는 단면 둘레길이로 나눈 값입니다.

Cement Type Coefficient

- 시멘트 종류에 따른 계수를 입력합니다.

Age of concrete at the beginning of shrinkage

- 타설 후 건조수축 시작 시간을 입력합니다.

2. 크리프 / 건조수축 함수 그룹

[KCI-USD12]

Compressive strength of concrete at age of 28 days(fck)

- 평균 28일 압축강도를 입력합니다.

Relative Humidity of ambient environment

- 외기 습도를 입력합니다.

Notational size of member

- 구조물의 기하형상 치수를 입력합니다. 구조물의 기하형상치수는 부재의 크기에 따른 개념적인 부재치수로 단면적의 2배를 대기와 접하는 단면 둘레길이를 나눈 값입니다.

Age of concrete at the beginning of shrinkage

- 타설후 건조수축 시작 시간을 입력합니다.

[KSCE 2010]

Compressive strength of concrete at age of 28 days(fck)

- 평균 28일 압축강도를 입력합니다.

Relative Humidity of ambient environment

- 외기 습도를 입력합니다.

Notational size of member

- 구조물의 기하형상 치수를 입력합니다. 구조물의 기하형상치수는 부재의 크기에 따른 개념적인 부재치수로 단면적의 2배를 대기와 접하는 단면 둘레길이를 나눈 값입니다.

Age of concrete at the beginning of shrinkage

- 타설후 건조수축 시작 시간을 입력합니다.

3. 탄성계수 함수 - 설계 코드

- 선택한 설계 코드에 따른 시간중속 탄성계수 함수를 선택할 수 있습니다.
- 코드를 정의하고 최종 시간과 스텝 간격을 입력합니다.

[CEB-FIP(1990)]

Mean compressive strength of concrete at the age of 28 days (fck+delta f)

- 재령 28일의 콘크리트 설계압축강도(fck)
+ delta f (8MPa)

Cement Type(s)

- 시멘트의 종류별 계수를 선택합니다.

RS – Rapid hardening high strength cements

N,R – Normal or rapid hardening cements

SL – Slowly hardening cements

[CEB-FIP(1978)]

Permanent compressive strength

- 콘크리트의 영구 압축강도

[ACI]

Concrete Compressive Strength at 28 days

- 재령 28일의 콘크리트 설계압축강도

Concrete Compressive Strength Factor(a, b)

- 콘크리트의 압축강도 탄성계수는 압축강도와 단위중량을 이용하여 계산되며 해석에 반영됩니다.

3. 탄성계수 함수 - 설계 코드

[Ohzagi]

Concrete compressive strength at 28 days

- 재령 28일의 콘크리트 설계압축강도

Cement Type(s)

- 시멘트의 종류별 계수를 선택합니다.

RS – Rapid hardening high strength cements

N,R – Normal or rapid hardening cements

SL – Slowly hardening cements

Fly ash – Fly ash cementing material

[European]

Mean compressive strength of concrete at the age of 28 days (fck+delta f)

- 재령 28일의 콘크리트 설계압축강도(fck)
+ delta f (8MPa)

Cement Type(s)

- 시멘트의 종류별 계수를 선택합니다.

[AS 3600-2009]

Concrete compressive strength at 28 days

- 재령 28일의 콘크리트 설계압축강도

3. 탄성계수 함수 - 설계 코드

[AS/RTA 5100.5-2011]

Concrete compressive strength at 28 days

-재령 28일의 콘크리트 설계압축강도

[Russian]

Concrete Class, B

-28일 압축강도를 입력합니다.

Cement Type

- 시멘트 종류를 선택합니다.

Curing Method

- 양생방법을 선택합니다.

Concrete Type

- 콘크리트 타입을 선택합니다.

Maximum aggregate size

- 최대 골재 크기를 입력합니다.

[Korean Standard]

Concrete Compressive Strength at 91 days

-재령 91일의 콘크리트 설계압축강도

Concrete compressive strength factor(a, b)

- 시멘트 종류에 따라 다르며, 다음 표의 값을 표준으로 합니다.

시멘트 종류	a	b
조강 포틀랜드 시멘트	2.9	0.97
보통 포틀랜드 시멘트	4.5	0.95
중용열 포틀랜드 시멘트	6.2	0.93

3. 탄성계수 함수 - 설계 코드

[Japan (Hydration)]

Concrete Compressive Strength at 28 days

- 재령 28일의 콘크리트 설계압축강도

Concrete Compressive Strength Factor(a, b)

- 시멘트 종류에 따라 다르며, 다음 표의 값을 표준으로 합니다.

Cement Type	a	b	d
조강 포틀랜드 시멘트	2.9	0.97	1.07
보통 포틀랜드 시멘트	4.5	0.95	1.11
중용열 포틀랜드 시멘트	6.2	0.93	1.07

[Japan (Elastic)]

Concrete modulus at at 28 days

- 재령 28일의 콘크리트 탄성계수

Normal/Rapid Type

- 보통/조강 콘크리트 타입을 정의합니다.

[KCI-USD12]

Concrete Compressive Strength at 91 days

- 재령 91일의 콘크리트 설계압축강도

Cement Types

- 시멘트 종류를 선택합니다.