

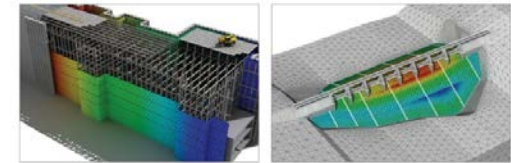


# Release Notes

---

Product Ver. : GTS NX Ver.290

**GTS NX**  
Geo-Technical analysis System New eXperience



최적화된 차세대 플랫폼과 64bit 통합솔버를 탑재한  
지반분야 유한요소 해석 솔루션

**MIDAS**



# Enhancements

## 1. Analysis

### 1.1 수렴성 개선 방법 추가

(초기변형추정(Enhanced Predictor) & 초과이완(Over Relaxation))

### 1.2 Mohr-Coulomb 모델에서 인장 항복면 타입 설정 기능 추가

### 1.3 비선형시간이력해석 – 동하중시 자중 자동고려

## 2. Post Processing

### 2.1 변형 전/변형 후 형상의 화면 옵션 추가(선택/선풀두께/점선보기)



최적화된 차세대 플랫폼과 64bit 통합솔버를 탑재한  
지반분야 유한요소 해석 솔루션



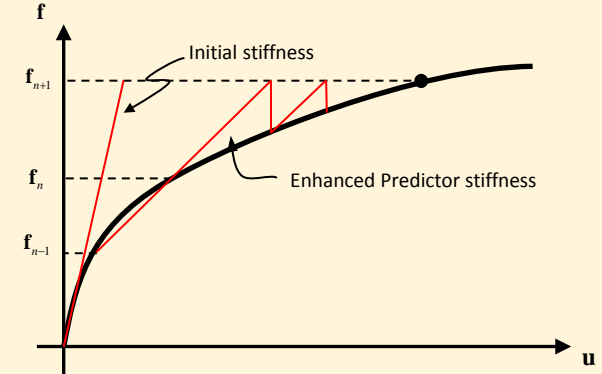
# 1. Analysis

## 1.1 수렴성 개선 방법 추가 (초기변형추정(Enhanced Predictor) & 초과이완(Over Relaxation))

- 초기변형 추정법(Enhanced Predictor)은 아래 수식과 같이 이전단계와 현재단계의 하중계수 비와 이전단계의 변위 결과를 이용하여 초기변위를 예측하는 방법입니다.

$$\Delta \mathbf{u}_n^{predictor} = \frac{\Delta \mu_n}{\Delta \mu_{n-1}} \Delta \mathbf{u}_{n-1}$$

- 산정된 변위 결과가 현 단계의 정해와 정확히 일치하는 것은 아니지만, 탄성 강성에 의해 산정되는 변위보다는 정해에 가까운 결과를 예측하기 때문에 반복계산에 도움이 됩니다. 특히나, 소성이 큰 재료 모델인 경우에는 보다 효과적입니다.
- 하지만, 뉴턴 랩슨에 의해 산정된 접선 강성보다는 부정확하기 때문에 초기 강성법과 같이 사용하는 것을 추천합니다. 일반적으로 초기 강성법은 해를 구하는데 안정적인데 반해, 해석시간이 많이 걸리는 것이 단점으므로, 초기변형 추정법을 통해 이를 보완해 줄 수 있습니다.

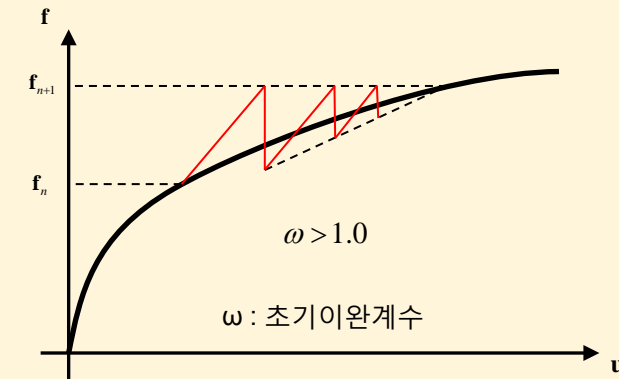


초기변형 추정법 (enhanced predictor)

- 초과이완법(Over Relaxation Method)는 반복계산시에 산정된 불평형력에 계수를 곱해서, 수렴속도를 향상시키기 위한 방법 중 하나입니다.
- 선 탐색 기법보다는 기초적인 접근 방법이지만, 수식이 매우 간단하고, 선탐색과는 달리 반복계산시 추가의 해석시간이 거의 들지 않기 때문에 초기 강성법과 같이 많이 사용되는 방법입니다.

$$\mathbf{K}_e \Delta \mathbf{u}_i = \mathbf{K}_e \Delta \mathbf{u}_{i-1} + \omega \mathbf{r}(\Delta \mathbf{u}_{i-1})$$

- 초기 이완계수( $\omega$ )는 사용자가 직접 입력이 가능하며, 1.2가 기본값으로 정의되어 있습니다. (최대 2.0을 넘지 않도록 해야 합니다.)

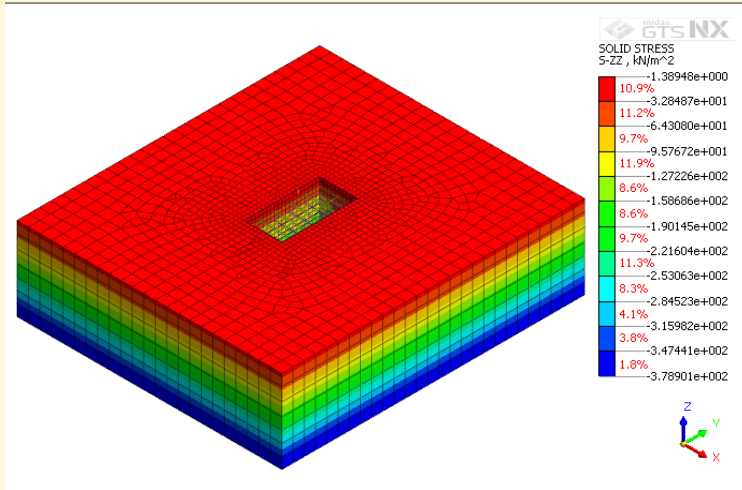


초과이완법 (Over-relaxation method)

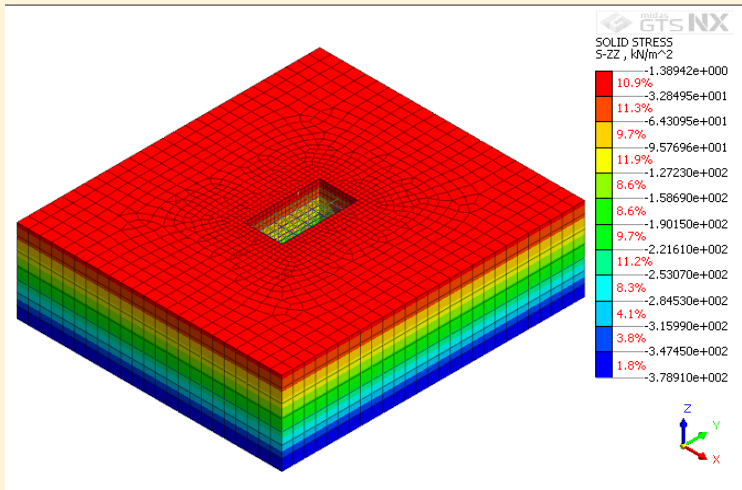
# 1. Analysis

## 1.1 수렴성 개선 방법 추가 (초기변형추정(Enhanced Predictor) & 초과이완(Over Relaxation))

- 해석속도 비교(뉴튼랩슨법 vs 초기응력추정법)



가시설 굴착예 : 일반(뉴튼랩슨법)



가시설 굴착예 : 초기응력추정 (초기변형추정&초과이완법)

초기 타입

일반  초기응력추정

수렴기준 / 오류오차

변위(U)

부재력(P)

에너지(W)

고급 비선형 설정...

고급 비선형 파라미터

비선형 솔버 파라미터

기본 설정 사용

강성 변경 파라미터

강성 변경 방법

사용자 지정 강성 갱신 방법

강성 갱신 이전 반복 계산 수 (ITER와 SEMI일때 적용)

준-뉴튼 벡터 최대개수

Enhanced Predictor

해석 옵션

수렴 실패 시 해석 종료

하중 증분당 최대 반복계산 횟수

최대 하중분할 레벨

선 탐색 활성화

반복계산당 최대 선탐색 횟수

선탐색 허용오차

Over-Relaxation

None

발산 허용 횟수

확인 취소

## 1. Analysis

### 1.2 Mohr-Coulomb 모델에서 인장 항복면 타입 설정 기능 추가

- 지반은 어떤 방향으로든 제한된 양의 인장에 저항에 저항할 수 있으며, 해석시 지반에 비현실적인 인장이 발생되지 않도록 인장파괴(Tension cut-off)에 대한 옵션을 적용할 수 있습니다.
- Mohr-Coulomb 모델에서 인장 항복면 타입은 압력(Pressure)과 랭킨(Rankine) 두 가지 타입을 지원합니다.
- 압력 타입은 주응력의 평균이 인장강도를 넘을 수 없습니다.

$$\frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3} < \sigma_t$$

압력 타입

- 랭킨 타입의 경우 최대 주응력이 인장강도를 넘을 수 없습니다.

$$\sigma_1 < \sigma_t$$

랭킨 타입

- 기존 GTS NX V280에서는 인장파괴(Tension Cut-off)를 체크하였을 때 랭킨 타입(Rankine)으로 적용되어집니다.

재료

번호 1 이름 등방성 색상 [Yellow]

모델 타입 Mohr-Coulomb  구조

일반 다공성 재질 비선형 시간 증속

점착력(C) 30 kN/m<sup>2</sup>

점착력 증감량 0 kN/m<sup>3</sup>

점착력 증감량 참조 높이 0 m

마찰각(φ) 36 [deg]

팽창각 36 [deg]

인장 파괴

인장강도 0 kN/m<sup>2</sup>

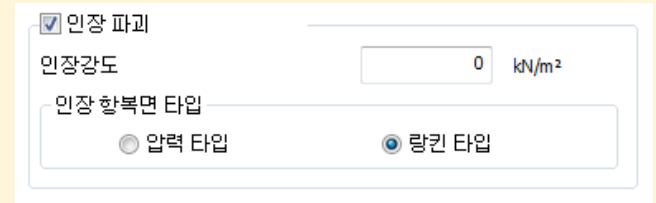
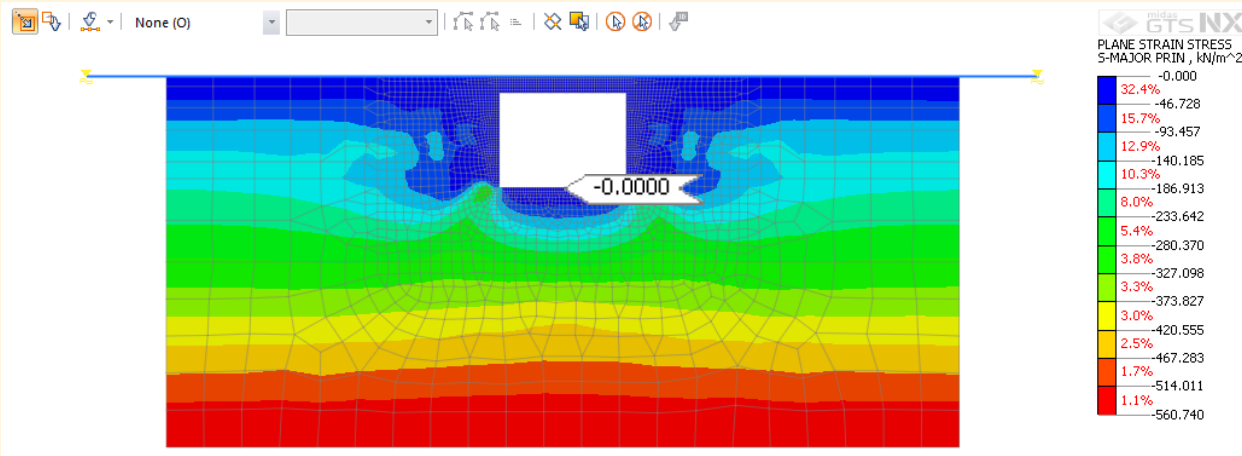
인장 항복면 타입

압력 타입  랭킨 타입

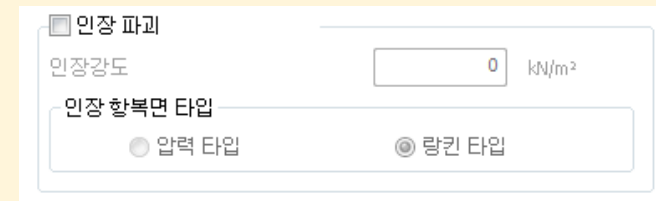
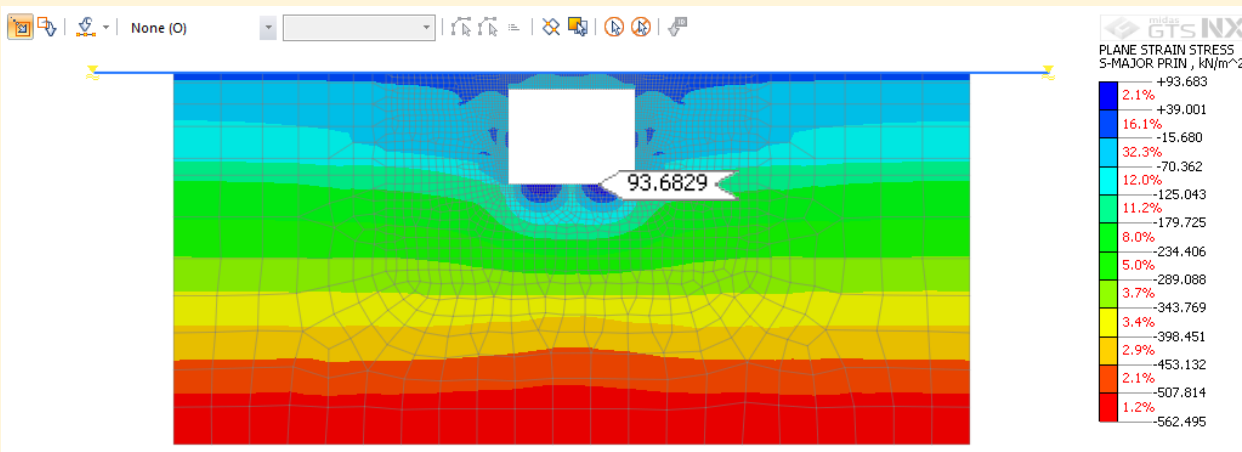
# 1. Analysis

## 1.2 Mohr-Coulomb 모델에서 인장 항복면 타입 설정 기능 추가

- 수위 아래의 굴착 예제에서 인장파괴를 적용한 경우와 적용하지 않은 경우 발생하는 최대 주응력을 비교하면 아래와 같습니다.



인장파괴를 적용한 경우 : 인장강도= 0 kN/m<sup>2</sup> 적용

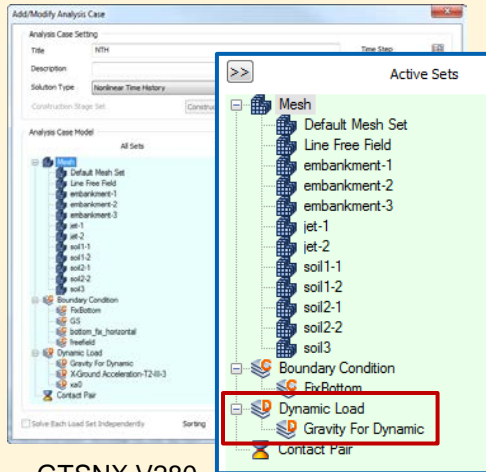


인장파괴를 적용하지 않은 경우

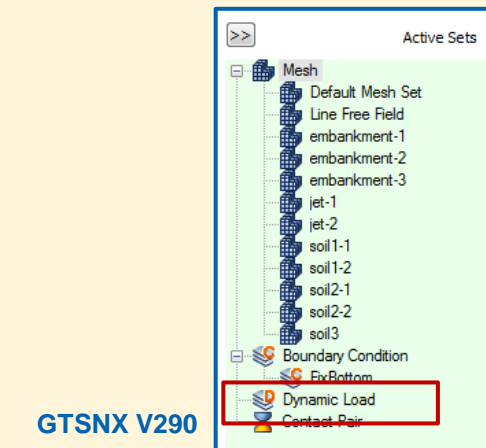
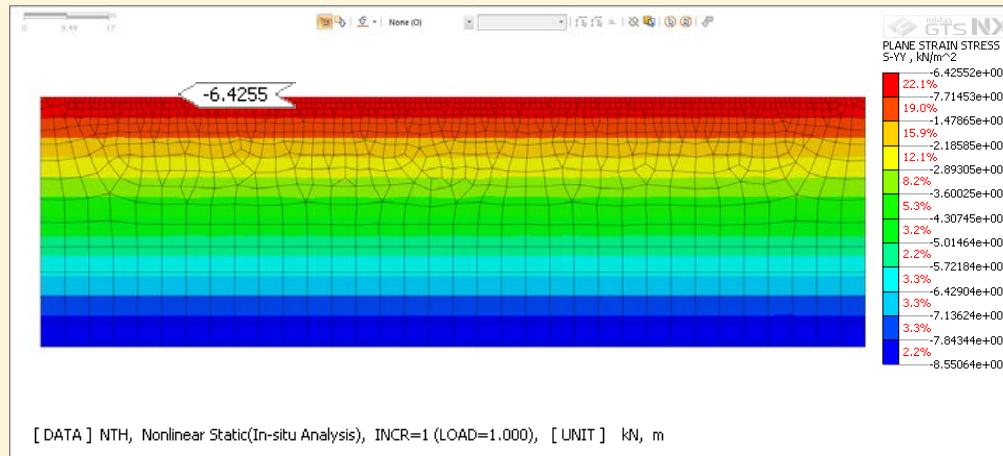
# 1. Analysis

## 1.3 비선형시간이력해석 – 동하중시 자중 자동고려

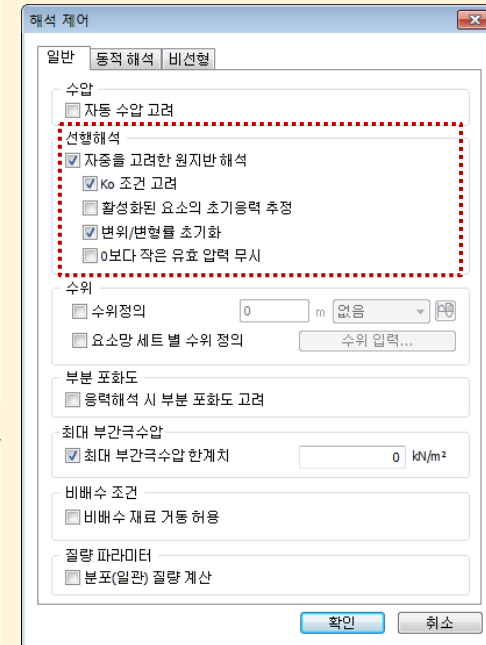
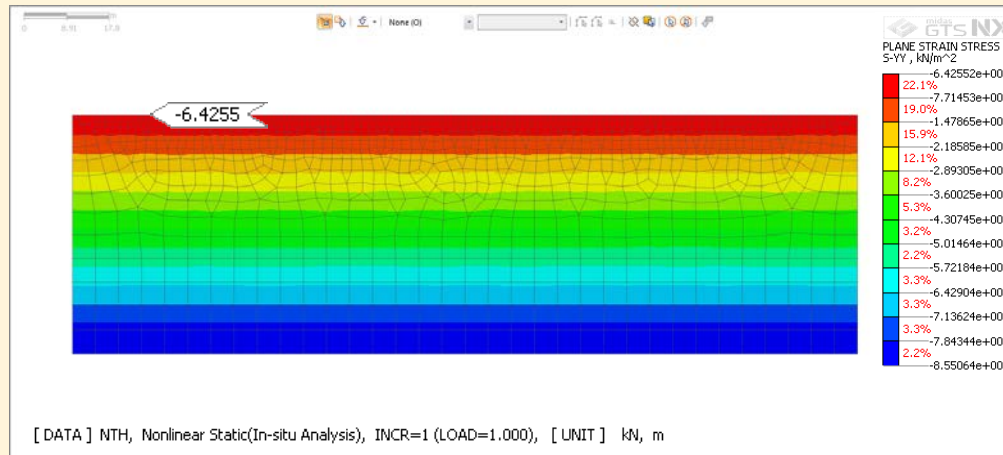
- GTS NX V280 이하버전에서는 자중을 고려하기 위해 시간이력 정적하중을 별도로 생성하여 이를 활성화시켜야만 자중에 대한 비선형동해석이 수행되었으나, GTS NX V290버전에서부터는 자중을 고려한 원지반 해석 옵션 체크 시 자동으로 자중을 고려하여 비선형 동해석을 수행합니다.



GTSNX V280



GTSNX V290

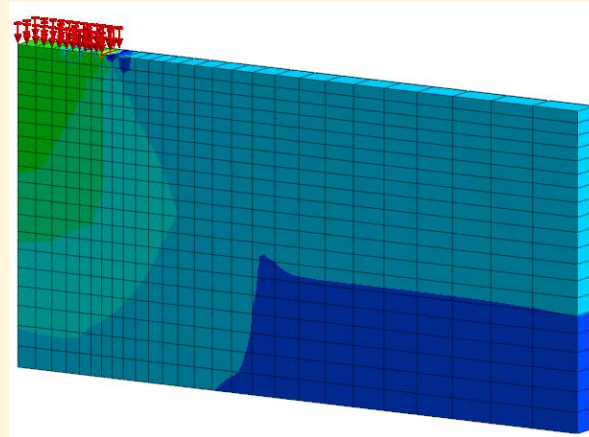
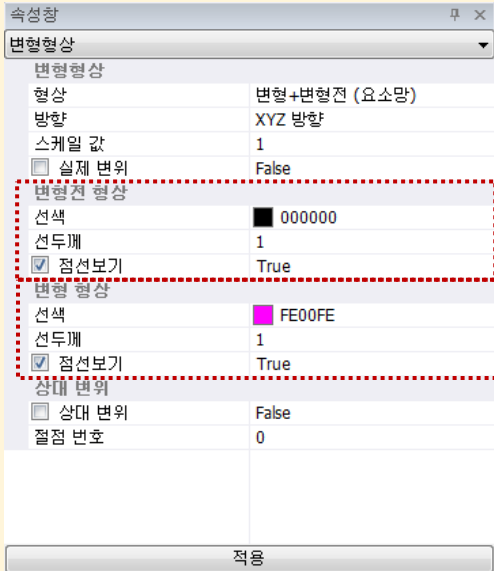


자중을 고려한 원지반 해석 체크시, 자중하중이 필요하지 않음.

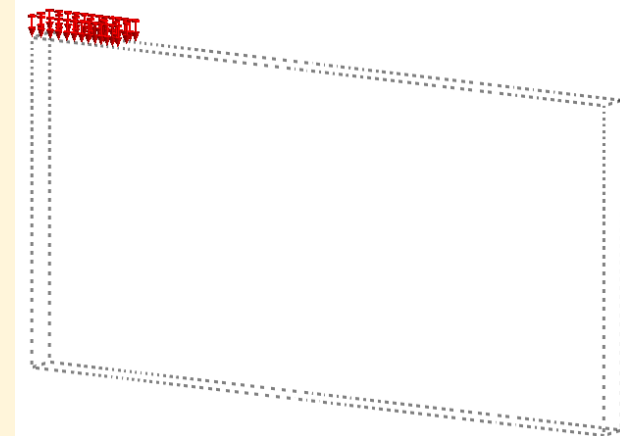
## 2. Post Processing

### 2.1 변형 전/변형 후 형상의 화면 옵션 추가(선색/선두께/점선보기)

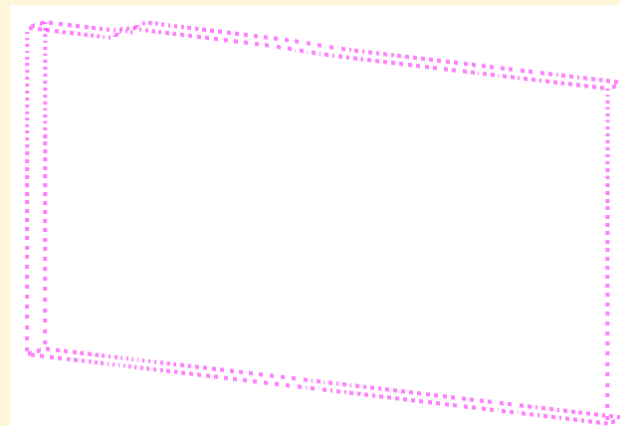
- 기존에는 변형형상에서 변형전에 대한 형상(선색/선두께)만 조정이 가능하였으나, 기능을 확장하여 변형 전/후에 대한 선색/선두께를 조절할 수 있습니다. 또한, 변형 전/후 형상에서 점선보기 기능을 제공합니다.



[ 초기 변형 형상 ]



[ 변형 전 "점선보기" 타입 ]



[ 변형 후 "점선보기" 타입 ]