

# 열팽창을 고려한 철로 설계

---

KORAIL

천성훈 윤지훈

# 목차

---

## Introduction

주제 선정 배경  
팀명 소개  
열팽창 소개

## 철로 해석

철로 모델링  
모델 별 해석

구간별 철로 설계

# 주제 선정 배경

---

- 매년 여름철 열팽창으로 인한 철로 사고 발생
- 철로사고를 최소화 하기 위해 열팽창을 고려한 설계 필요하지만 명확한 규정이 존재하지 않음
- 열팽창을 고려한 철로 설치 방법 제시

# 팀명 소개

---

- KORAIL
- 철도를 설계하는 팀이라는 뜻으로 철도에 대한 규정을 관리하는 KORAIL



# 철로의 열팽창 소개

---

- 열팽창이란?

온도가 변함에 따라 물체의 모양, 길이, 부피 등이 변하는 현상을 말한다.

- 선팽창

온도의 증가에 따라 길이가 늘어나는 현상

- 공식

$$\Delta L = \alpha L \Delta T$$

$\Delta L$ : 길이변화량

$\alpha$ : 열팽창계수

$L$ : 초기 길이

$\Delta T$ : 온도변화량



# COMSOL 해석-ASSUMPTION

---

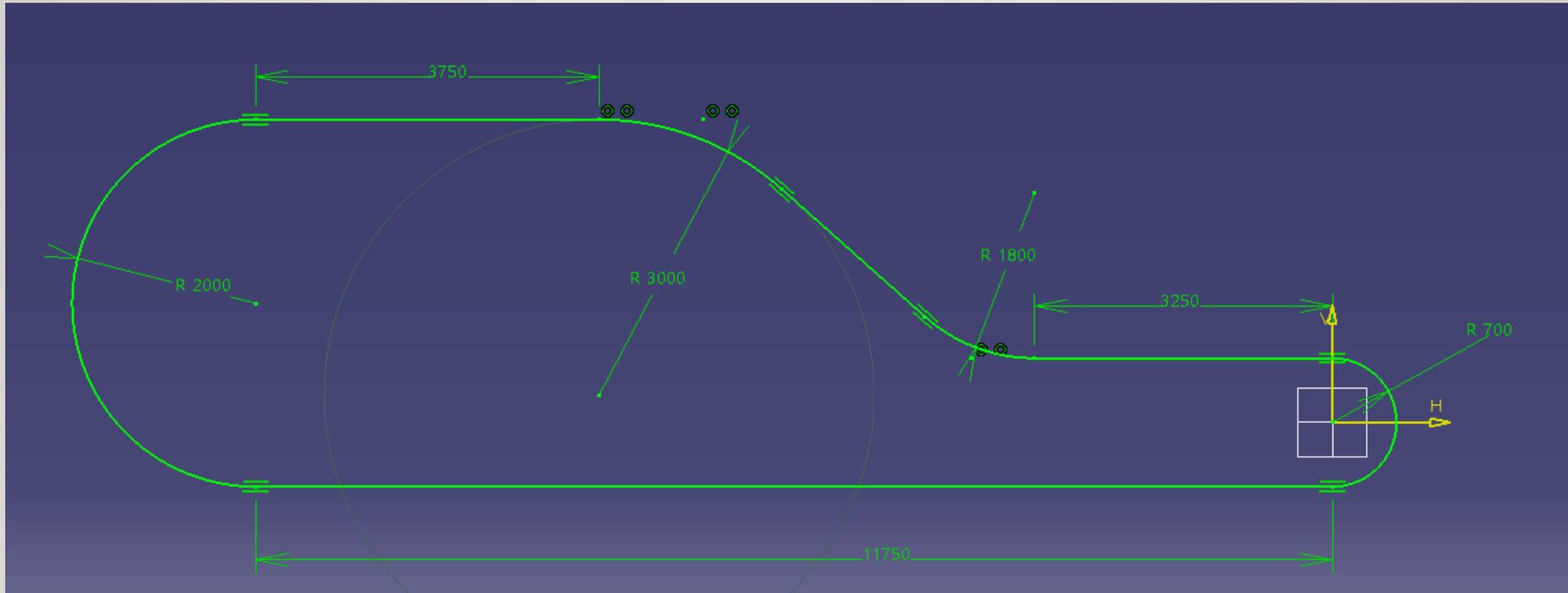
- 철로는 **평면상**에 존재한다.
- 철로의 초기상태는 **20°C**로 한다.
- 해석할 철로의 온도는 **60°C**로 한다.
- 철로는 **25m** 단위로 나눈다.
- 철로의 **z축 방향** 열팽창은 무시한다.

# 철로 물성치

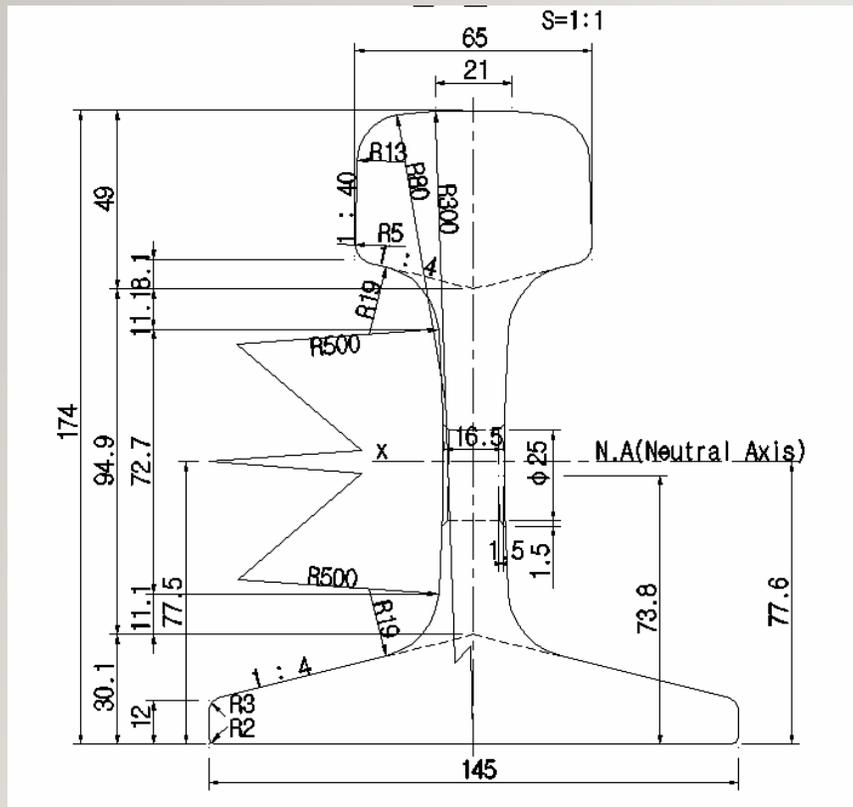
---

- 철로의 재질은 Carbon Steel(UIC60)로 한다.
  - $E = 206.9 [GPa]$
  - $\nu = 0.295$
  - $k = 45 [W / (m \cdot K)]$
  - $C_p = 0.49 \left[ \frac{kJ}{kg \cdot K} \right]$
  - $\alpha = 1.15e - 3 \left[ \frac{1}{K} \right]$

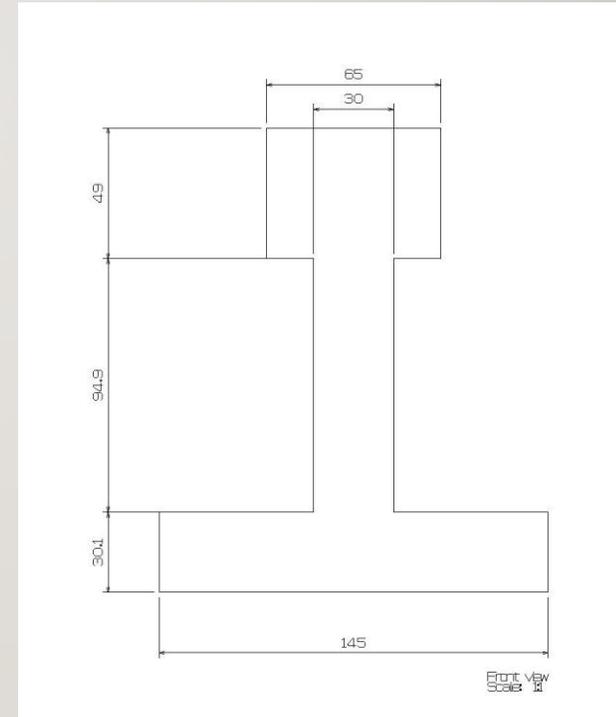
# 철로 모델링-전체



# 철로 모델링-단면 단순화

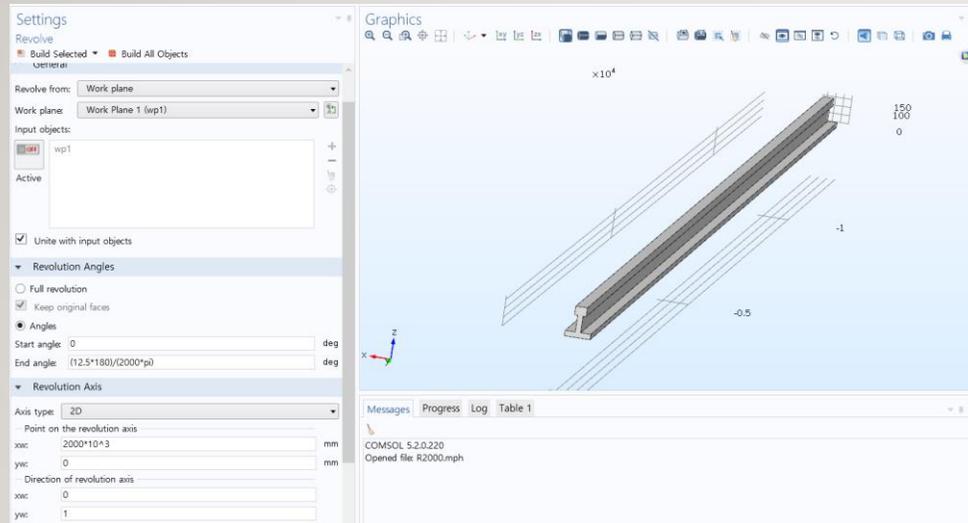


COMSOL 해석을  
위해 단순화!



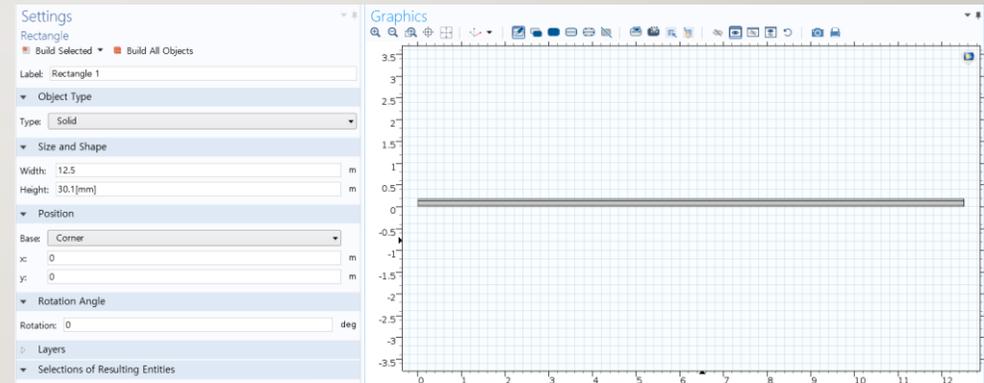
# 철로 모델링-해석 모델 선정

## 곡선 구간



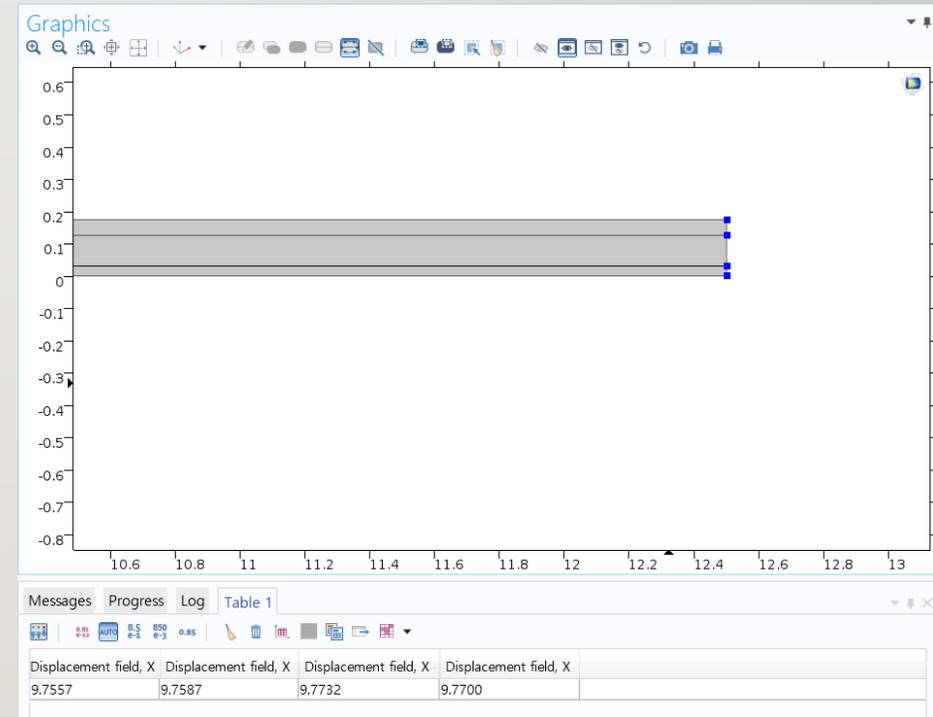
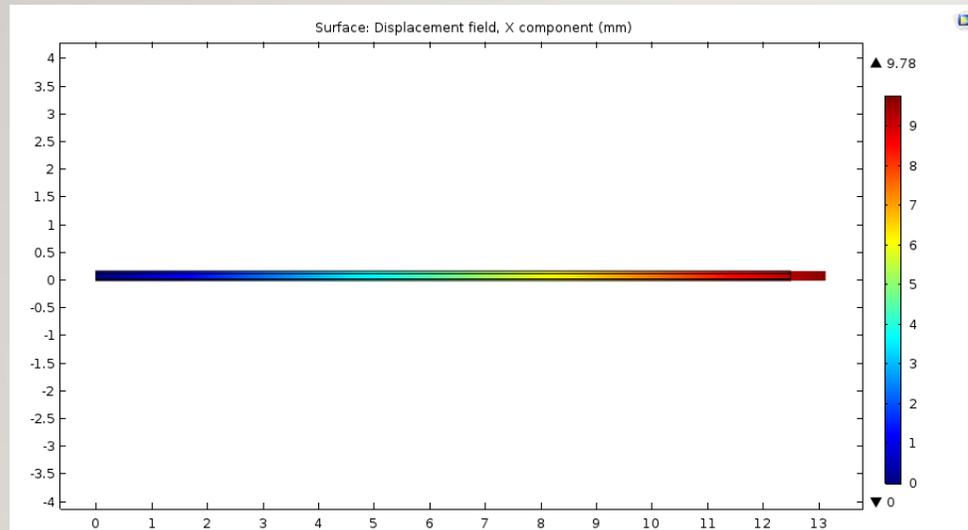
곡선구간 – COMSOL의 3D로 제작

## 직선구간

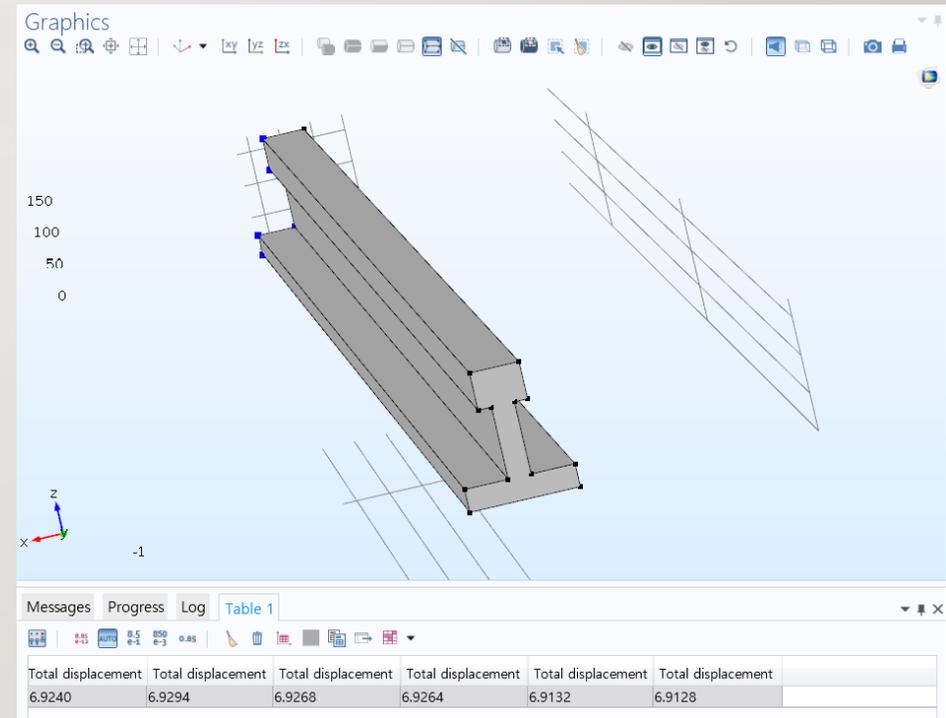
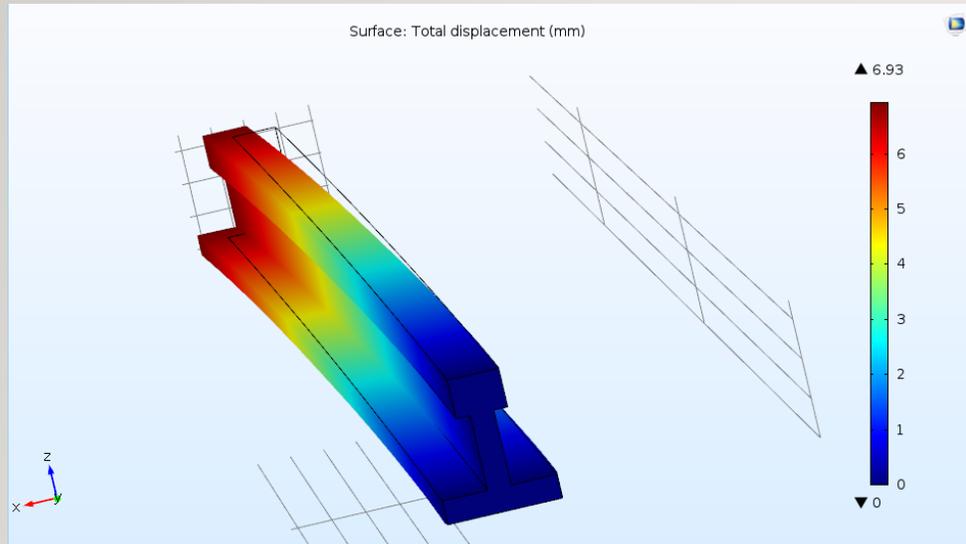


직선구간 – COMSOL의 2D로 제작

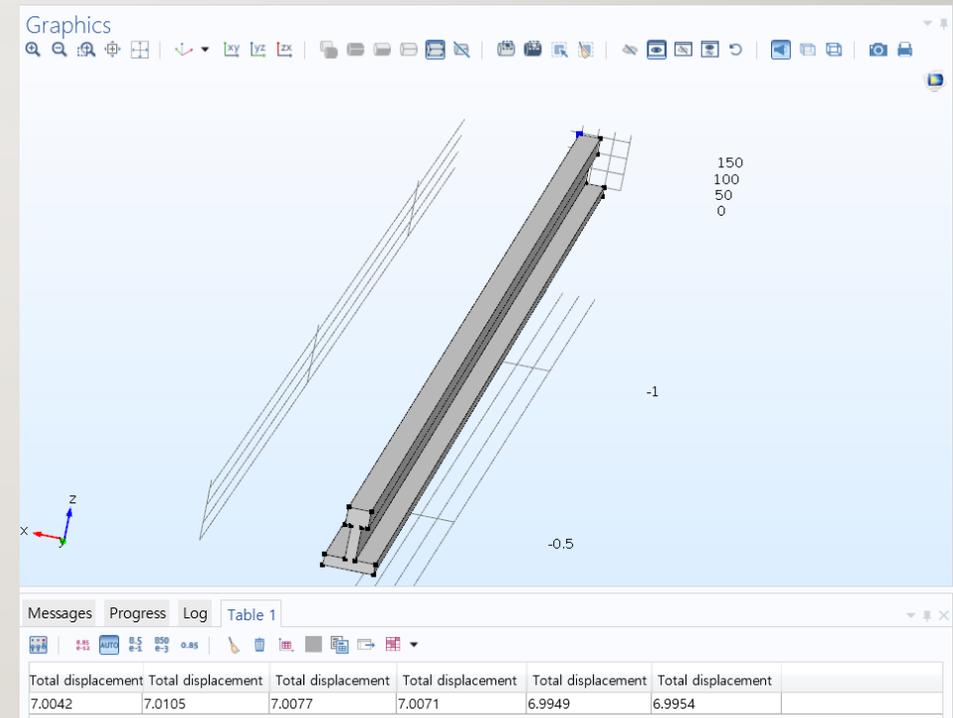
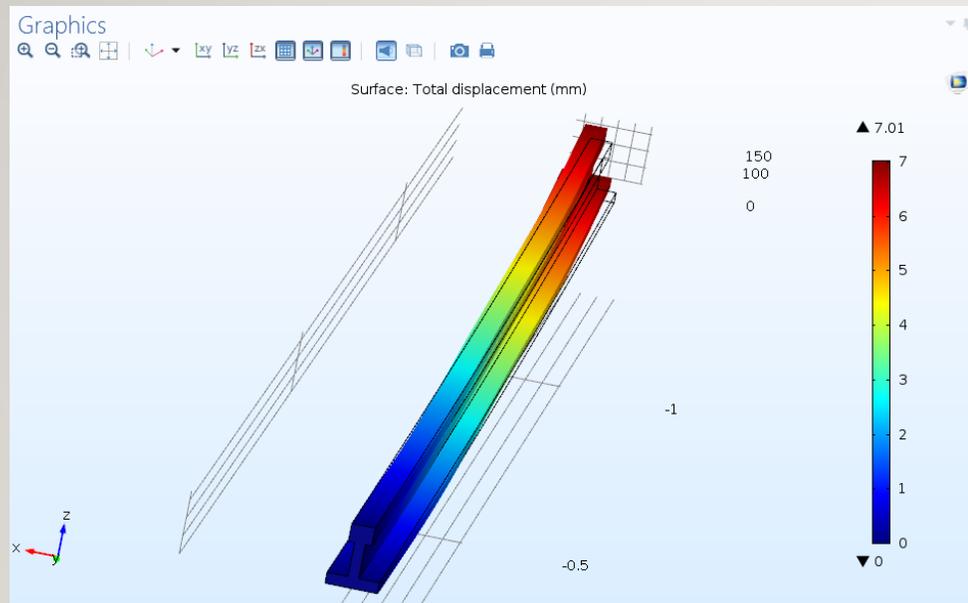
# 직선구간 해석결과



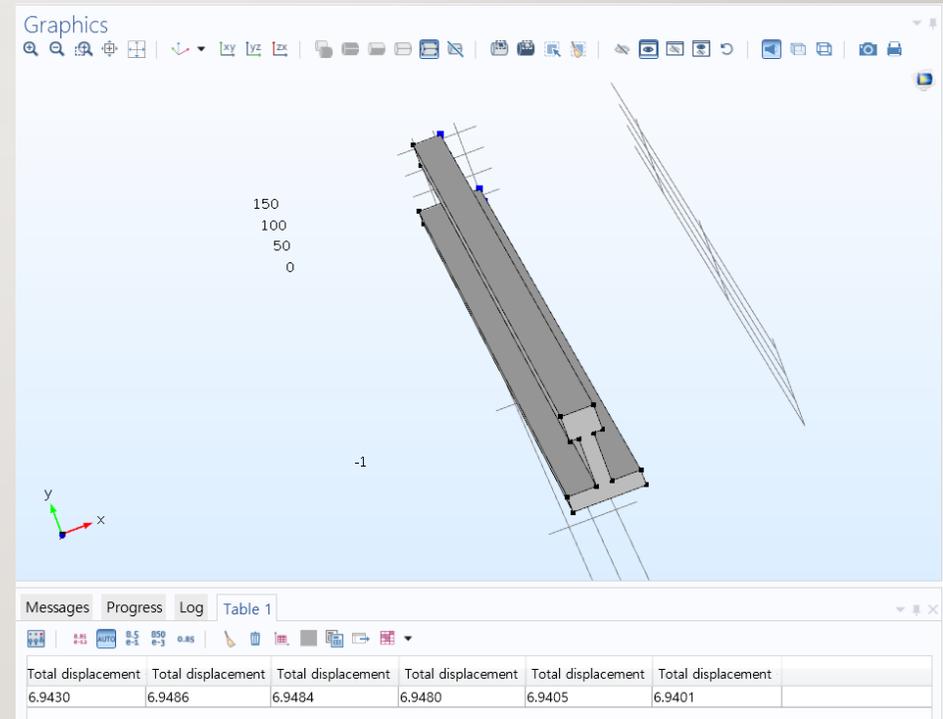
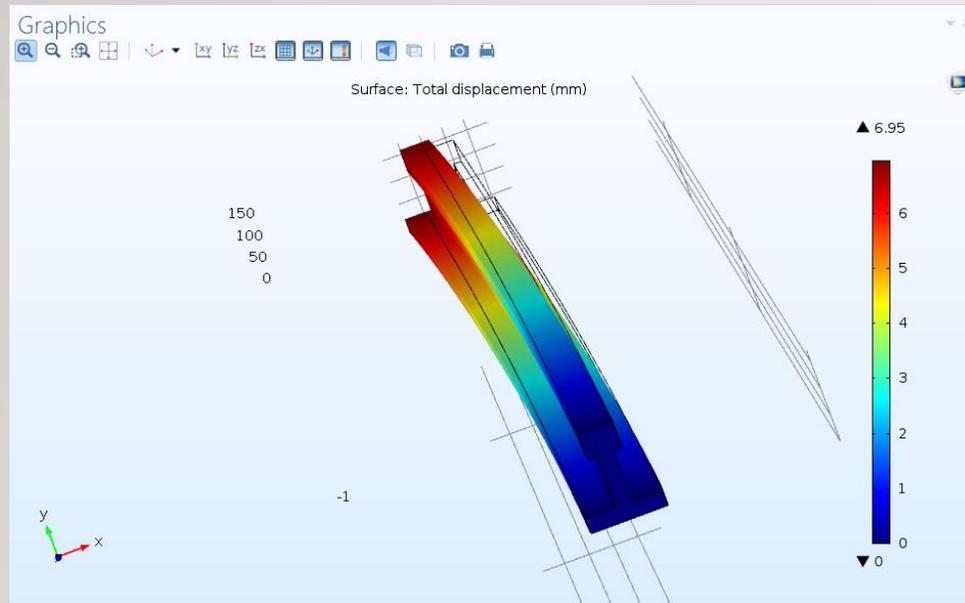
# 곡선구간 해석결과 R3000



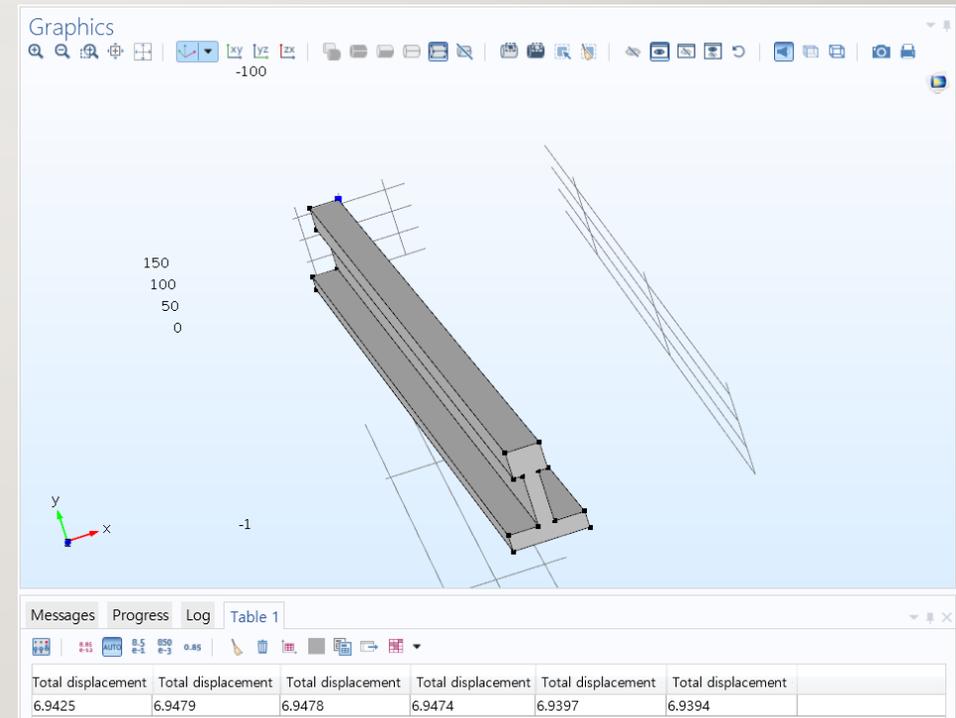
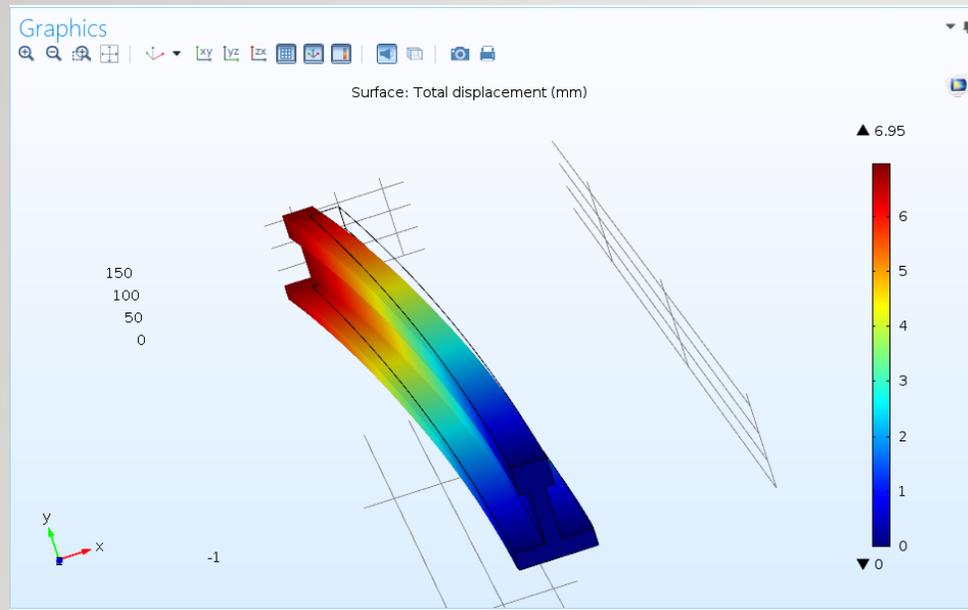
# 곡선구간 해석결과 R2000



# 곡선구간 해석결과 R1800



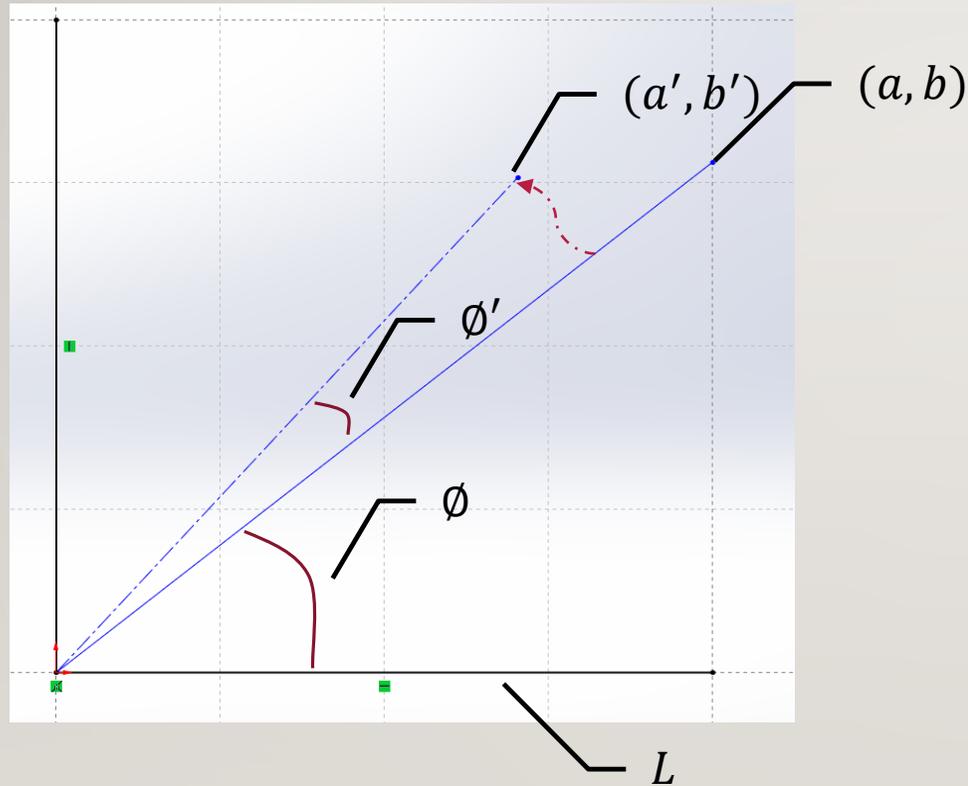
# 곡선구간 해석결과 R700



# COMSOL 해석결과

파트	A(mm)	B(mm)	C(mm)	D(mm)	E(mm)	F(mm)	최댓값(C)
직선구간	9.77	-	9.7732	-	9.7587	9.7557	9.7732
R3000	6.9264	6.9268	6.9294	6.924	6.9128	6.9132	6.9294
R2000	7.0071	7.0077	7.0105	7.0042	6.9954	6.9949	7.0105
R1800	6.948	6.9484	6.9486	6.943	6.9401	6.9405	6.9486
R700	6.9474	6.9478	6.9479	6.9425	6.9394	6.9397	6.9479

# ANGLE CALCULATION



$x$ :  $x$  displacement by COMSOL  
 $y$ :  $y$  displacement by COMSOL

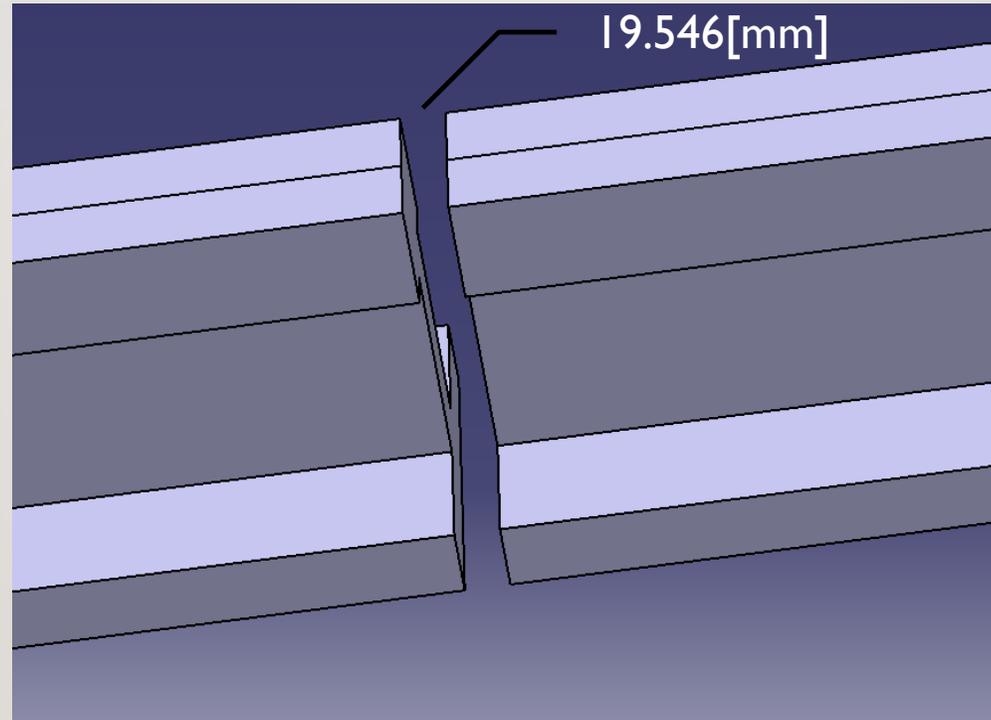
- $\phi = \frac{25}{L} [\text{rad}]$
- $(a, b) = (L \cos(\phi), L \sin(\phi))$
- $(a', b') = (a - x, b + y)$
- $\phi' = \tan^{-1}\left(\frac{b'}{a'}\right) - \phi$

# COMSOL 해석 결과 (POINT C)

파트	x displacement(mm)	y displacement(mm)	$\Delta$ angle( $^{\circ}$ )
직선구간	9.7732	-	-
R3000	0.60482	6.9030	0.00026
R2000	0.63371	6.9817	0.0004
R1800	0.77248	6.9055	0.00044
R700	0.81133	6.9003	0.0006

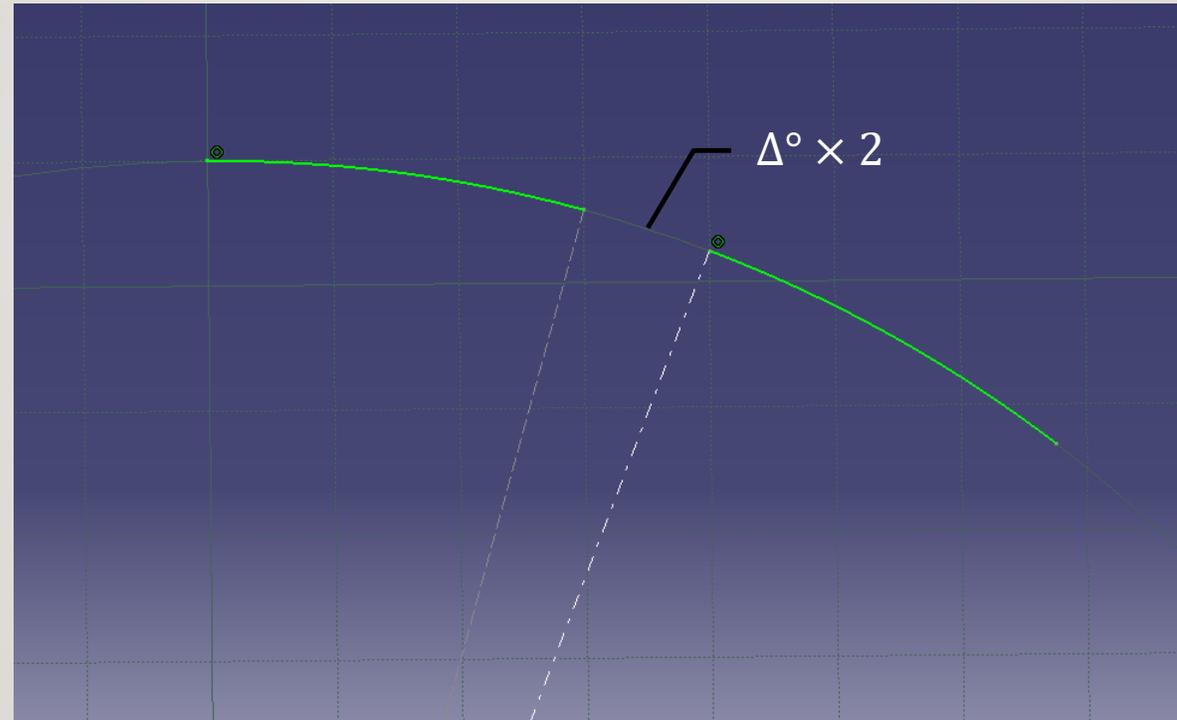
# 직선-직선 구간 설계

---

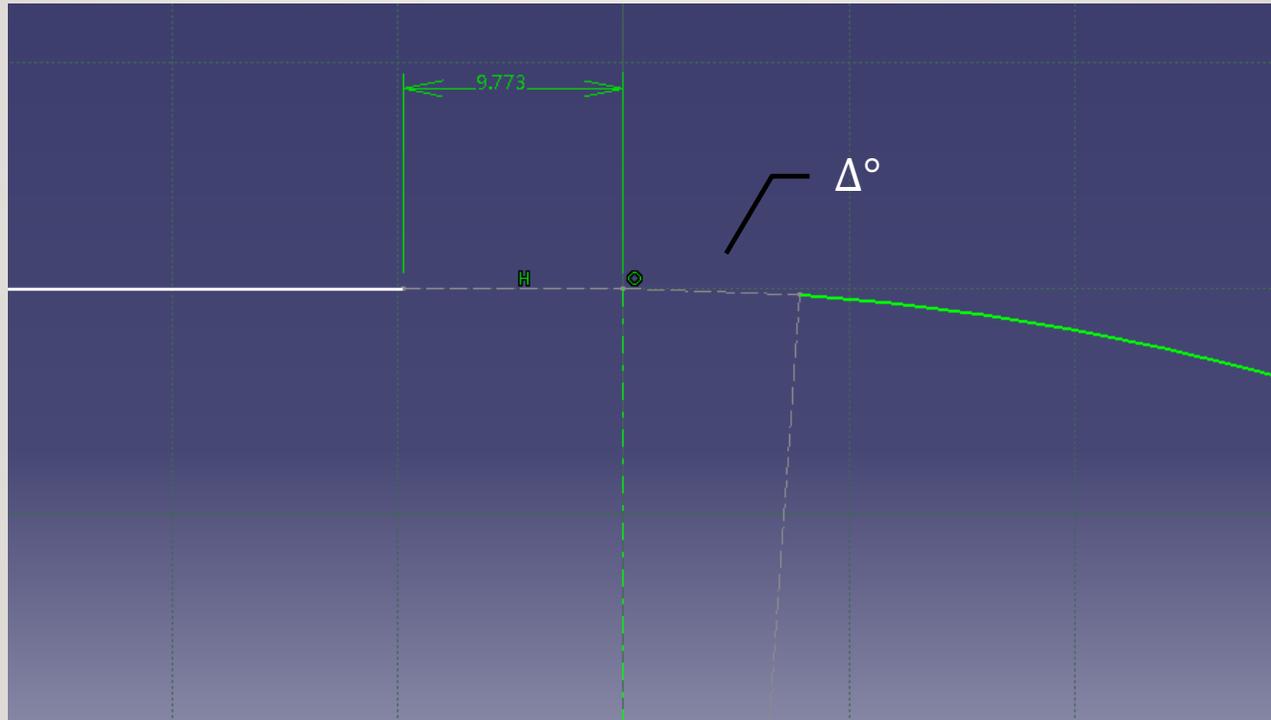


# 곡선-곡선 구간 설계

---



# 직선-곡선 구간 설계



# 참고문헌

---

- KR C-14060 궤도재료설계(140110,Rev2) -국가철도공단
- KR C-14020 궤도 선형 및 배선(170725,Rev3) - 국가철도공단
- 오범석, & 조재웅. (2020). 계절별 기차선로 이음새에서의 내구성 해석을 통한 융합적 고찰. 한국융합학회
- KRS TR-0001-14(R)- 한국철도표준규격
- ESEN, i., & EROĞLU, M. (2015). 3D Finite Element Analysis of UIC 60 Rail and UIC 515 Wheel Rolling Contact and understanding starting mechanism of wear. In *2nd International Iron and Steel Symposium (IIS'15)*.

Q&A

