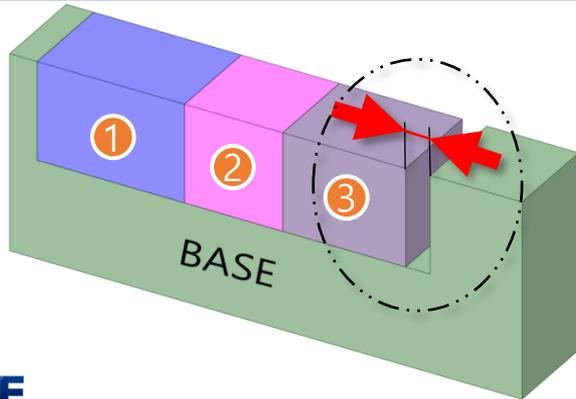


1D Stackup_Block Model

3차원 공차분석 예제 모델 / CETOL

Balance between Design Performance & Cost

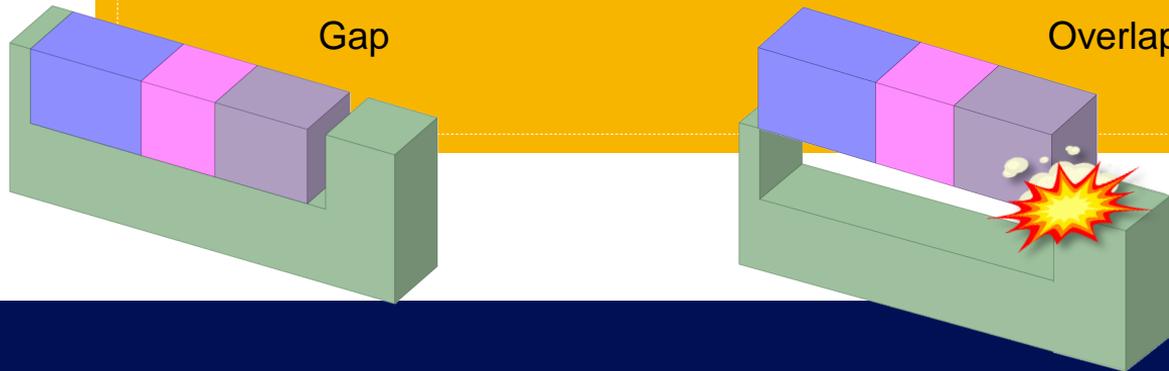


Measurements
CTP/CTQ
측정지점
Min/Max값은?



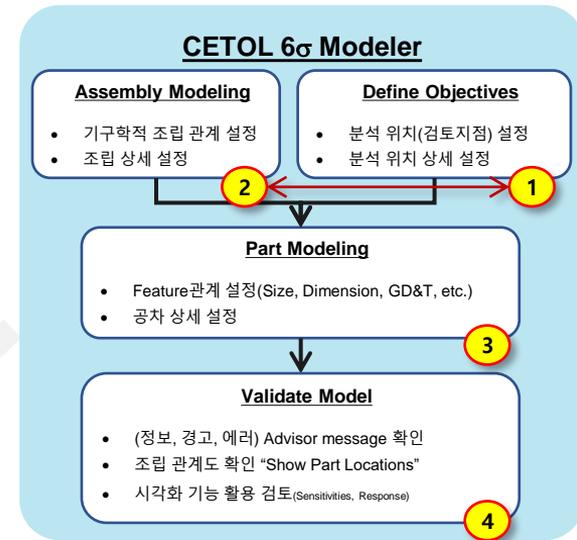
Contents

1. Stack-up Tolerance 이해
 - ✓ 1D 누적공차 수 계산 연습
2. Stack-up Tolerance 따라하기(실습)

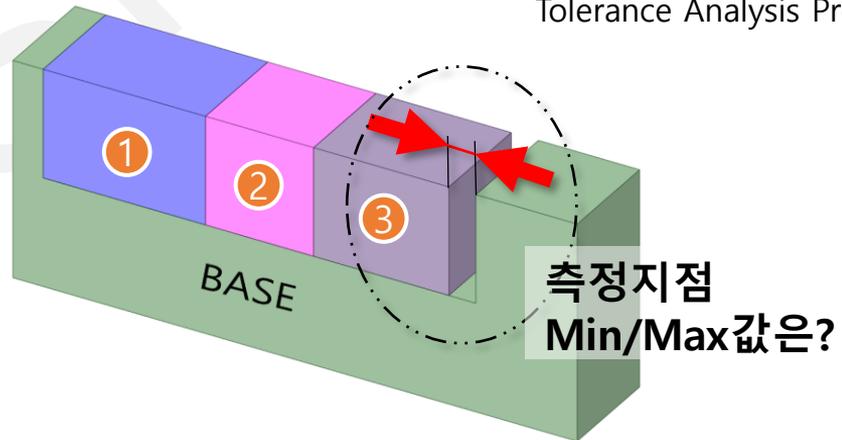


이번 과정에서는...

- 따라하기 예제를 통해
 1. 1D Stack-up tolerance(1차원 누적공차)의 이해하고,
 2. CETOL 6 σ 의 기본적인 기능을 알아봅니다.
- 처음사용하시는 분들을 위해
 - 이번 예제 모델은 Step by step으로 구성하였습니다.

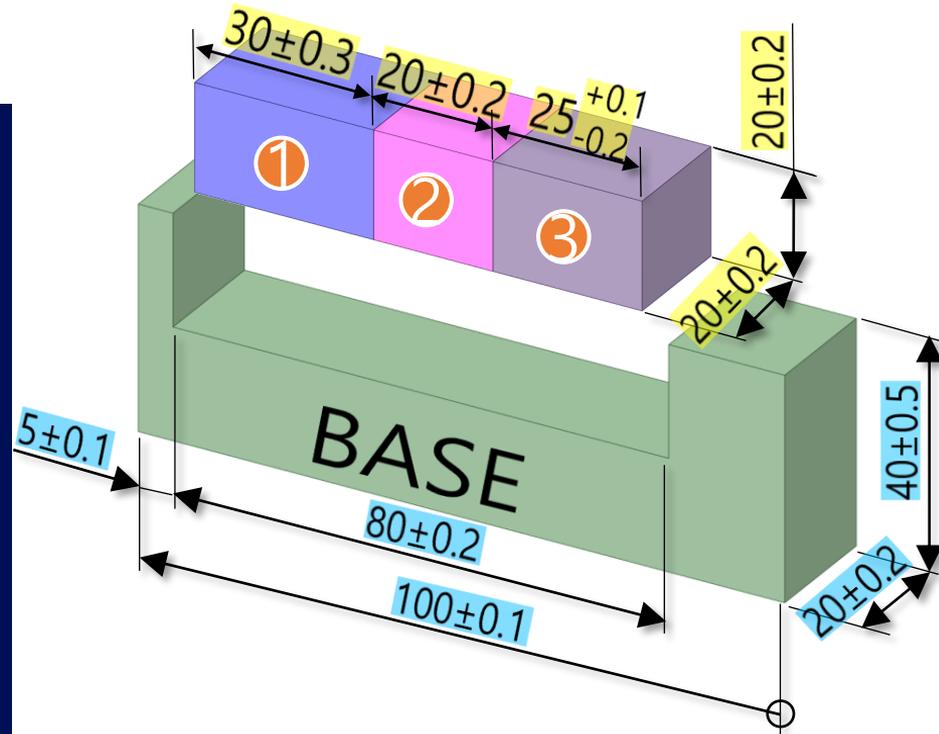


Tolerance Analysis Procedure



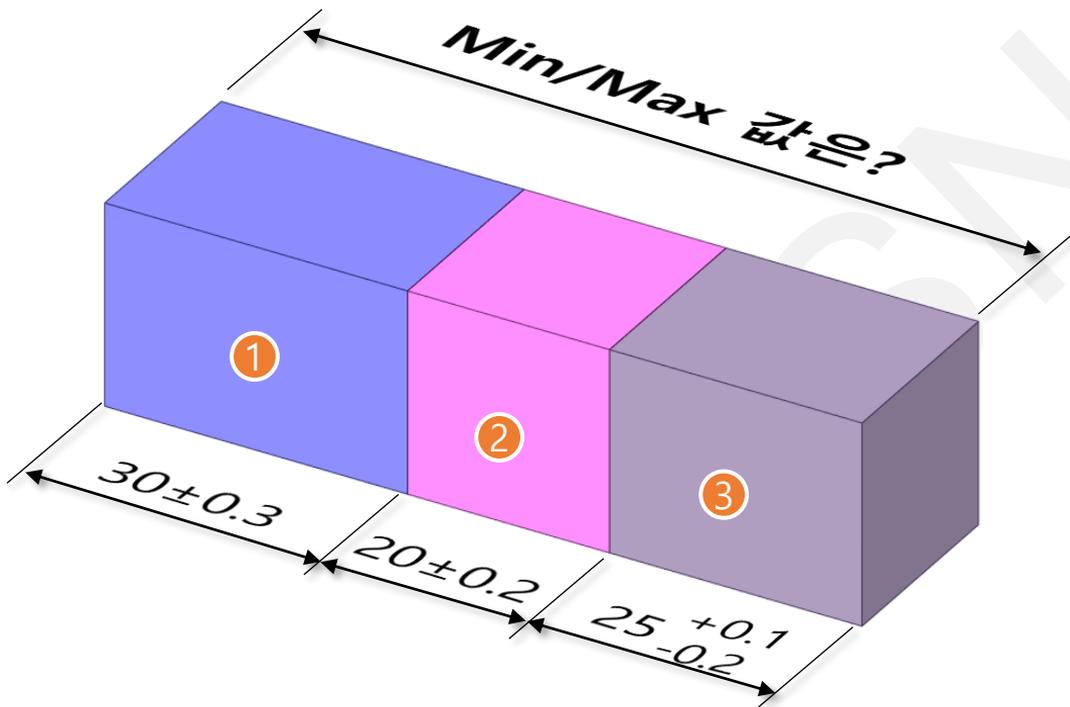
Stack-up Tolerance 이해

- 1D 누적공차 수 계산 연습



Stack-up Tolerance

- 아래 그림의 Worst Case의 Min/Max 값을 구하시오.

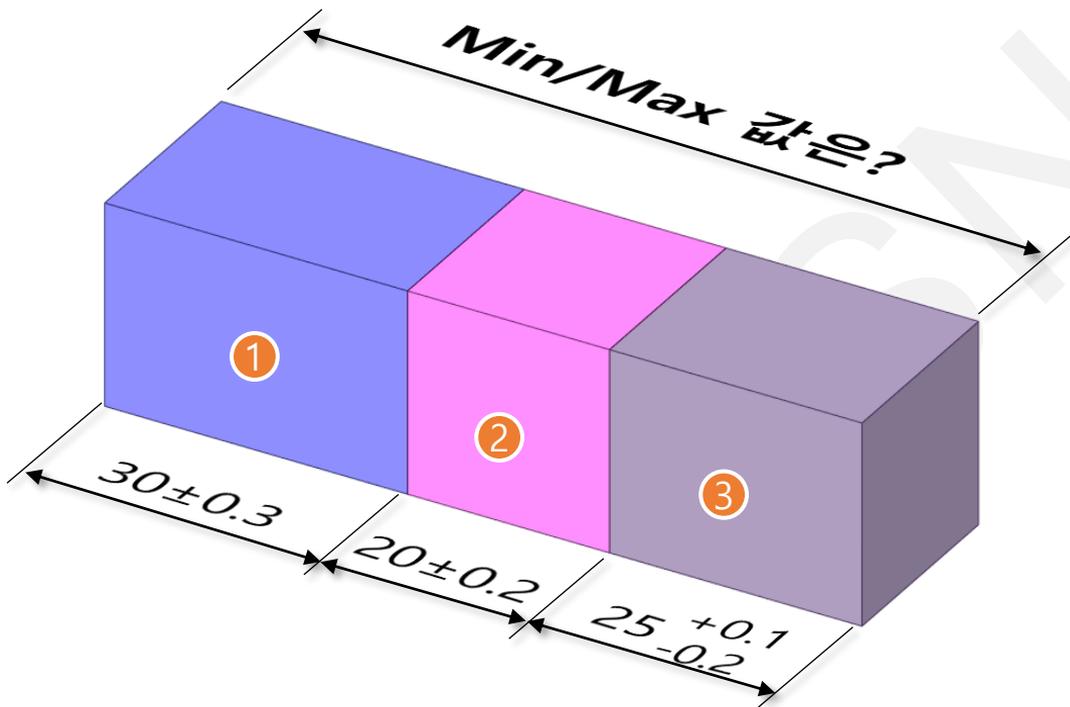


수 계산으로
Blocks의 Min/Max값
을 계산해
보세요.

다음 슬라이드에 정답이
있습니다.

Stack-up Tolerance

- 아래 그림의 Worst Case의 Min/Max 값을 구하시오.



Spreadsheet 활용

	Block 1	Block 2	Block 3
	30 ± 0.3	20 ± 0.2	$25 + 0.1 - 0.2$
Max	30.3	20.2	25.1
Min	29.7	19.8	24.8

Blocks total

75.6

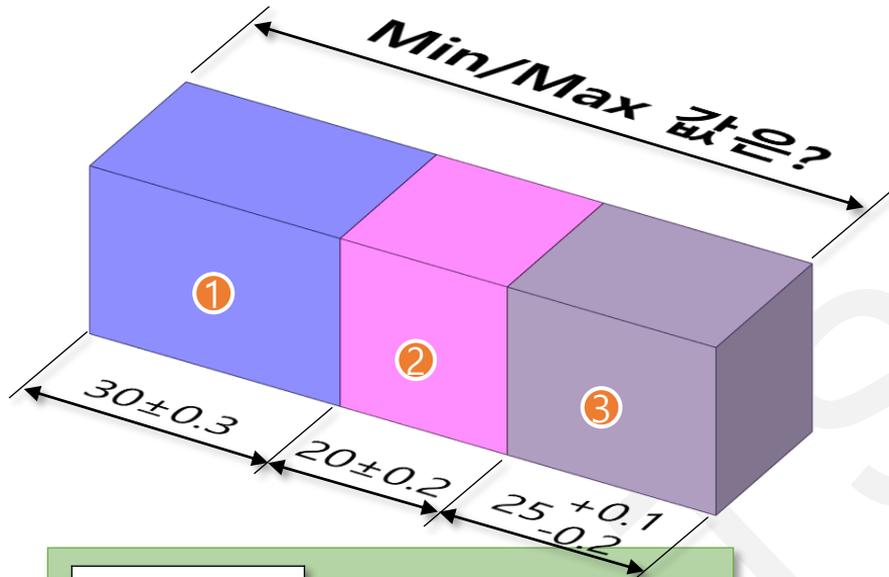
$(30.3 + 20.2 + 25.1)$

74.3

$(29.7 + 19.8 + 24.8)$

Stack-up Tolerance

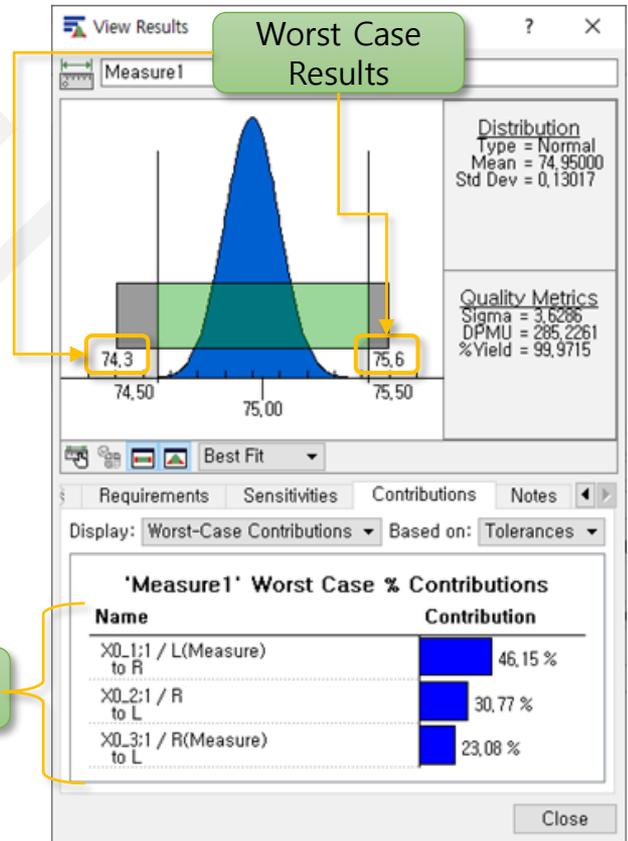
- 아래 그림의 Worst Case의 Min/Max 값을 구하시오.



Blocks total	
75.6	(30.3+20.2+25.1)
74.3	(29.7+19.8+24.8)

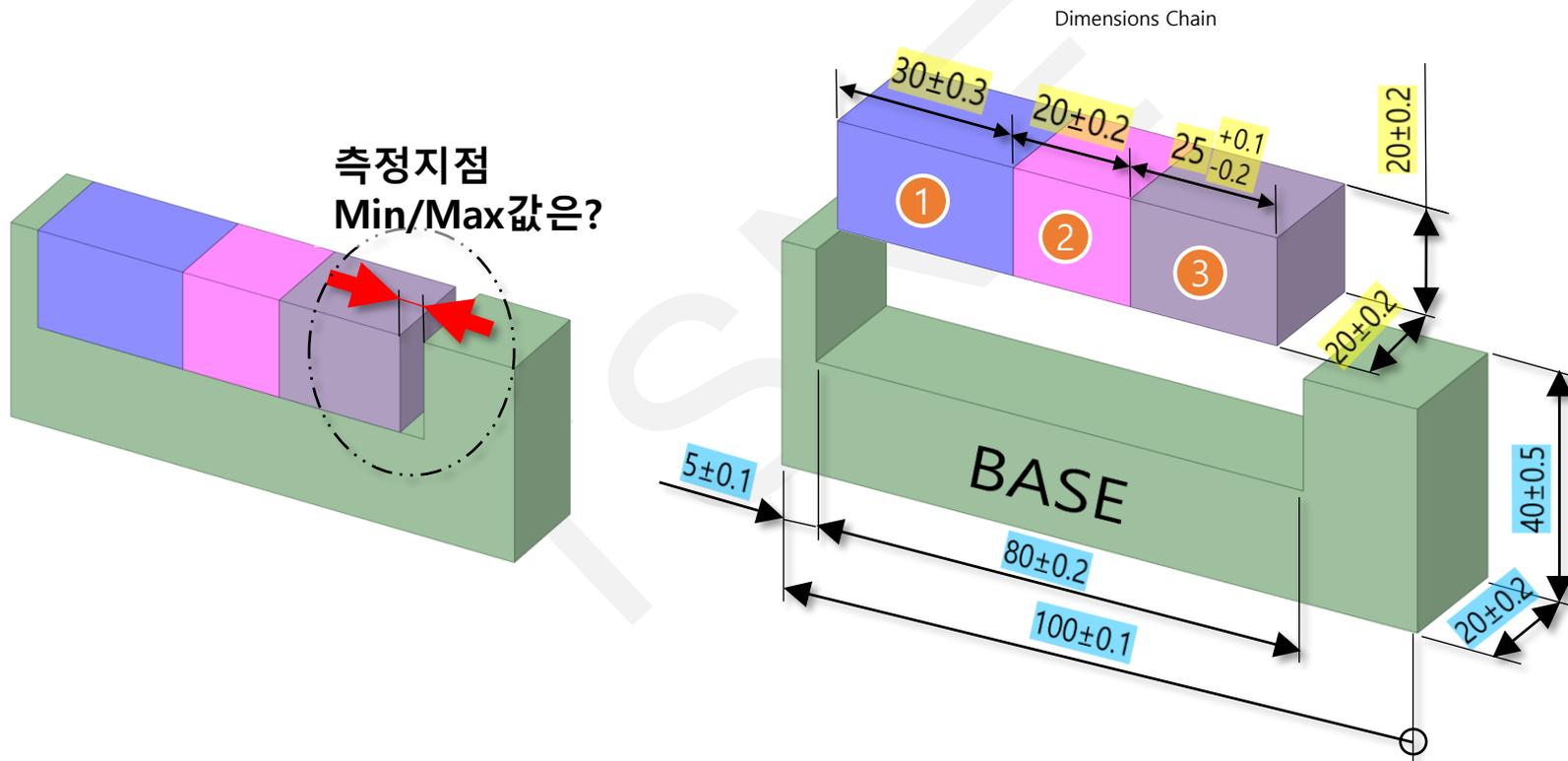
수 계산 결과와
CETOL 6σ에서 산출된
결과와 동일함을 확인

WC결과에 대한
기여도 리스트



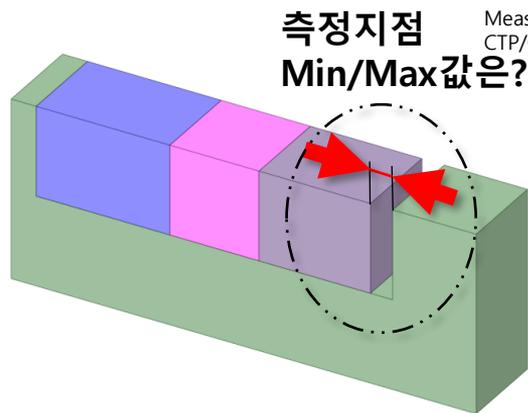
Stack-up Tolerance

- 아래 그림에서 측정지점의 Min/Max 값을 구하십시오.



Stack-up Tolerance

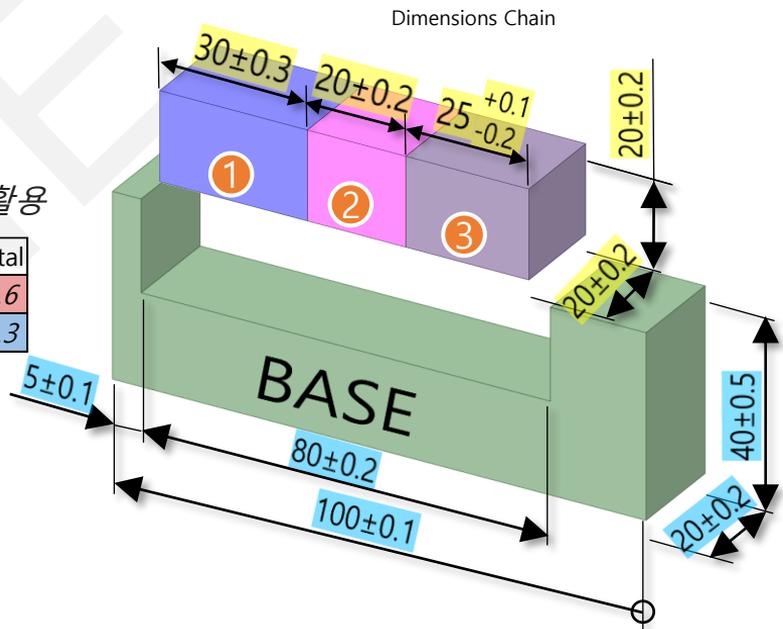
- Stack-up tolerance 일반적인 이해와 활용



Spreadsheet 활용

	Block 1	Block 2	Block 3	Block total
Max	30.3	20.2	25.1	75.6
Min	29.7	19.8	24.8	74.3

	BASE	Max / Min
Max	80.2	5.9
Min	79.8	4.2

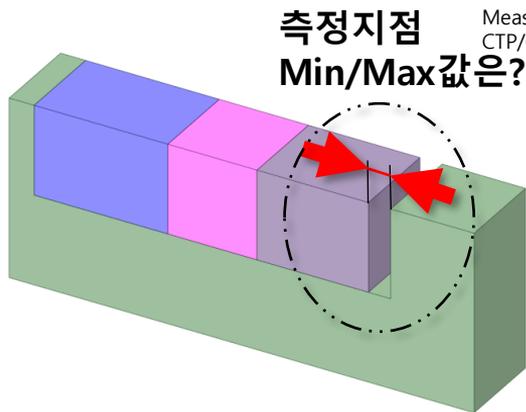


CTQ(Critical to Quality) : 관리항목

CTP(Critical to Process) : 점검항목

Stack-up Tolerance

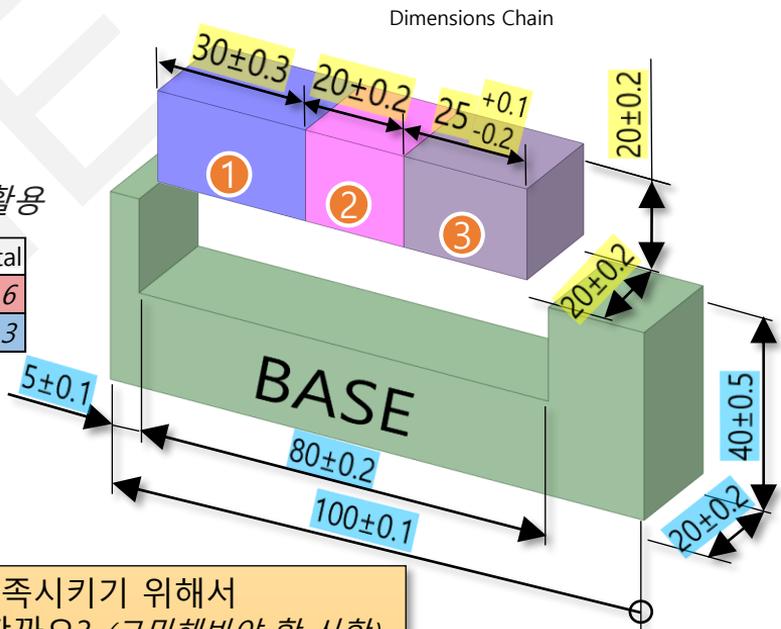
- Stack-up tolerance 일반적인 이해와 활용



Spreadsheet 활용

	Block 1	Block 2	Block 3	Block total
Max	30.3	20.2	25.1	75.6
Min	29.7	19.8	24.8	74.3

	BASE	Max / Min
Max	80.2	5.9
Min	79.8	4.2



품질 요구사항이 Max: 5.5 / Min 4.0 이라면?

요구사항을 만족시키기 위해서 어떻게 해야 할까요? (고민해봐야 할 사항)

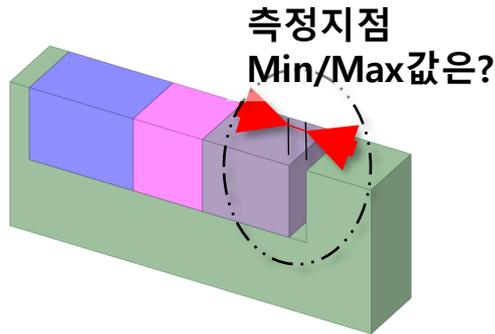
- 경험 활용?
- 치수 & 공차 임의 보정?
- 기여도 확인? ETC.

CTQ(Critical to Quality) : 관리항목

CTP(Critical to Process) : 점검항목

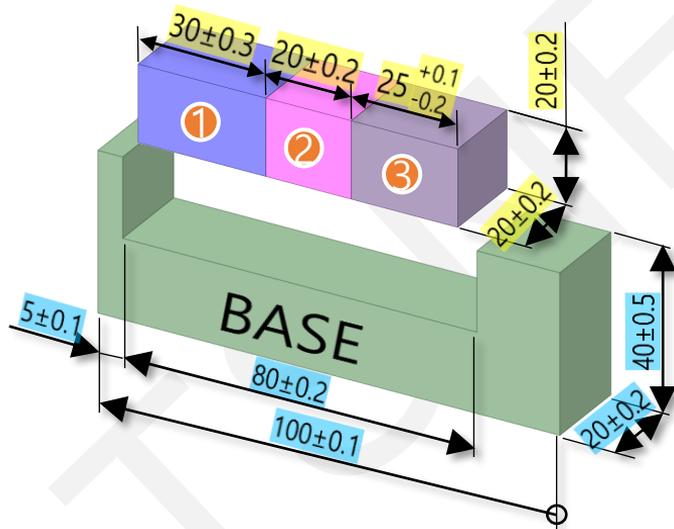
Stack-up Tolerance

- 아래 그림의 측정지점의 Min/Max 값을 구하십시오.

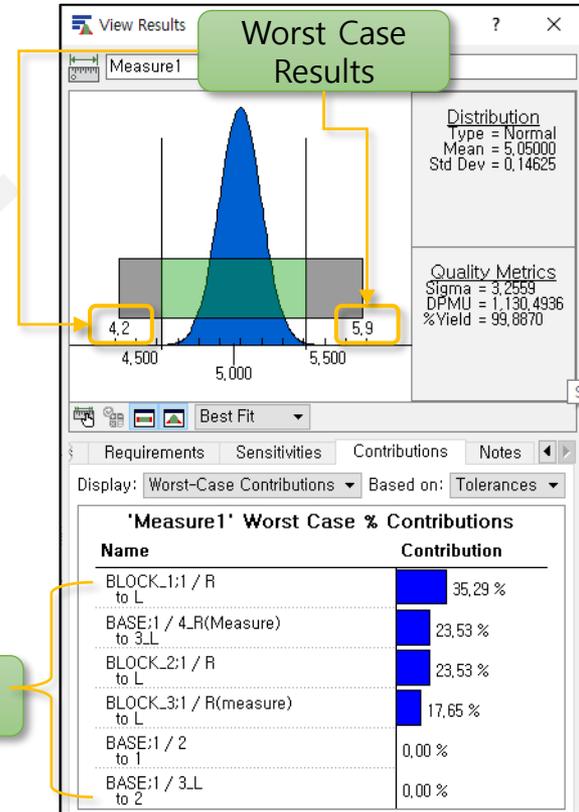


	Block 1	Block 2	Block 3	Block total
Max	30.3	20.2	25.1	75.6
Min	29.7	19.8	24.8	74.3

	BASE	Max / Min
Max	80.2	5.9
Min	79.8	4.2



WC결과에 대한 기여도 리스트



품질 요구사항이 Max: 5.5 / Min 4.0 이라면?

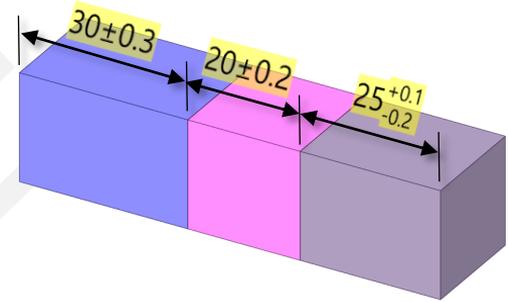
CETOL 6σ에서는 산출된 기여도를 활용하여 품질 요구사항에 맞는 적절한 공차값을 적용하고 검토 할 수 있습니다.

공차분석(Tolerance Analysis)이란?

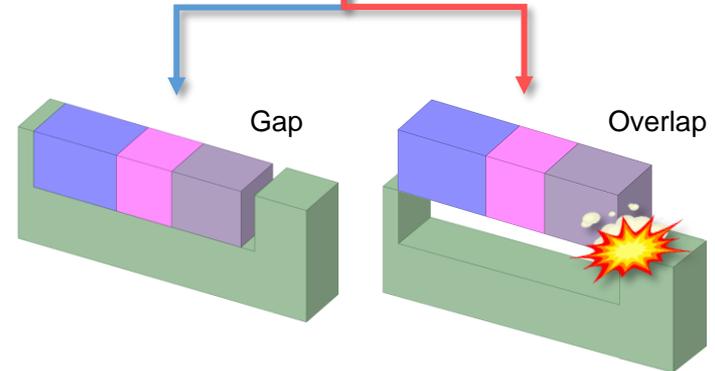
- 치수 공차(DT) 및 기하 공차(GD&T)를 가지는 단품, 조립품이 생산-조립되면서 발생하는 누적공차가, 품질 기준으로 요구되는 허용공차 범위에 부합한지 분석하는 과정
- 요구되는 품질 기준에 부합하지 않다면, 영향도 높은 공차들을 제어하여 목표 품질을 달성하는 일련의 모든 분석 과정



조립성에 영향이 큰 공차는?
공차 or 치수를 어떻게 조정?



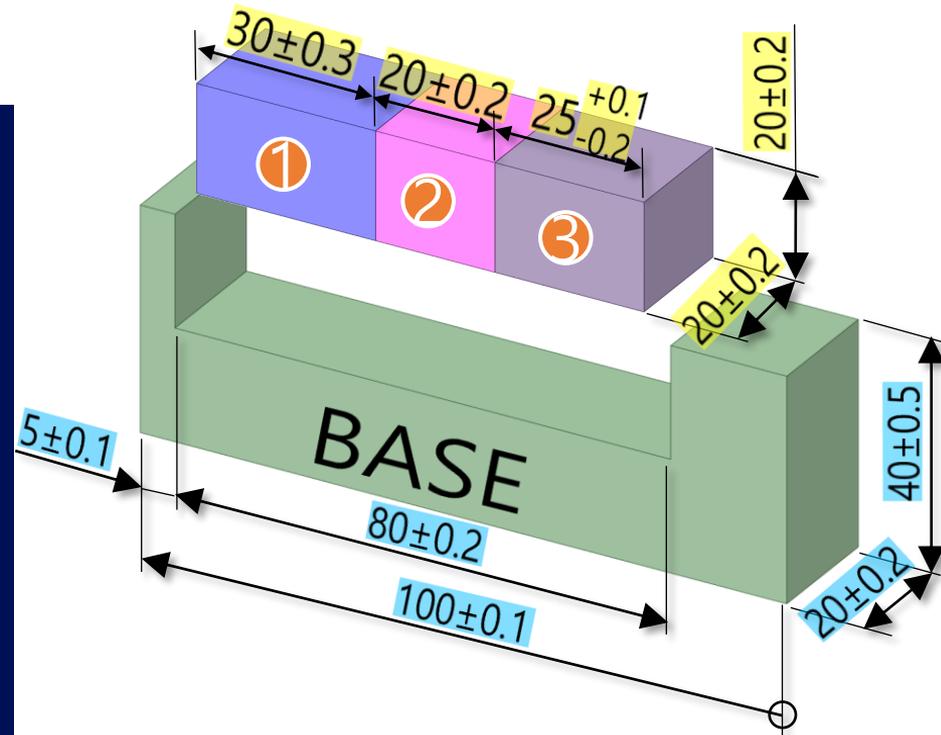
(각 제품의 사이즈 및 공차 변화에 따라 조립편차 발생)



Is your tolerance design OK? / Not OK?

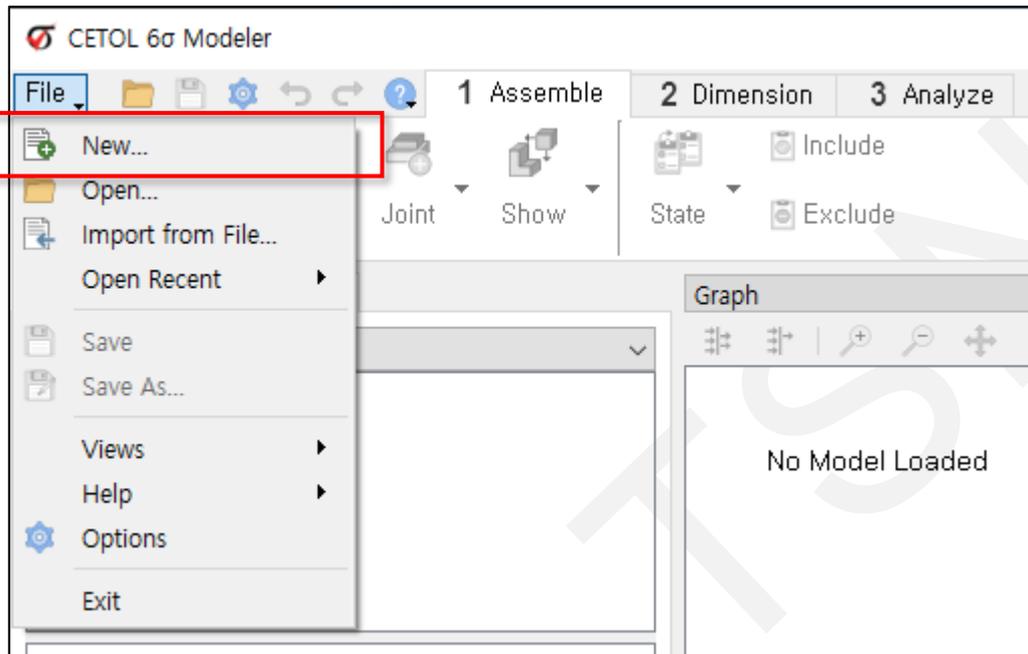
Stack-up Tolerance 따라하기(실습)

- CETOL 6σ에서 따라하기
- 측정지점(Measurements)
- 조립관계(Joint Modeling)
- 치수관계(Part Modeling)

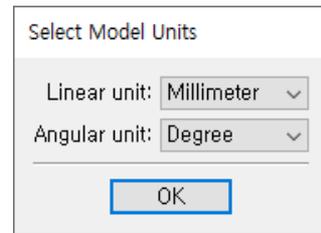
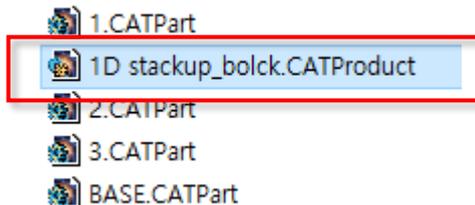


Stack-up Tolerance 따라하기(실습)

- 모델 불러오기



1. CETOL 6σ 실행
2. File → New
3. 예제폴더에서 "1D stackup_block" 열기
4. Model Units 팝업창 발생한다면 "Millimeter" 선택 후 OK



!! 여기서 잠깐 !!

- 마우스 컨트롤 확인하기(연습)

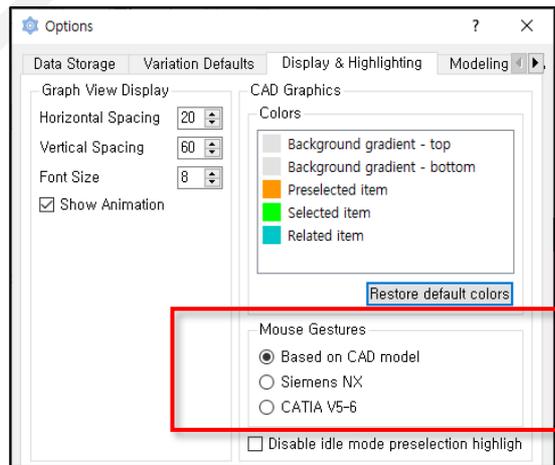
Action	Siemens NX	CATIA V5-6
Pan	hold Shift-MMB or hold both MMB and RMB	hold MMB
Zoom	hold Ctrl-MMB or hold both MMB and LMB or scroll wheel	hold MMB and click LMB or hold MMB and click RMB or hold Ctrl then hold MMB or scroll wheel
Spin	hold MMB	hold both MMB and LMB or hold both MMB and RMB or hold MMB then hold Ctrl

※ CETOL Help 위치

→ CETOL 6σ Overview → The CETOL 6σ Modeler Interface →
Application Options → Display & Highlighting



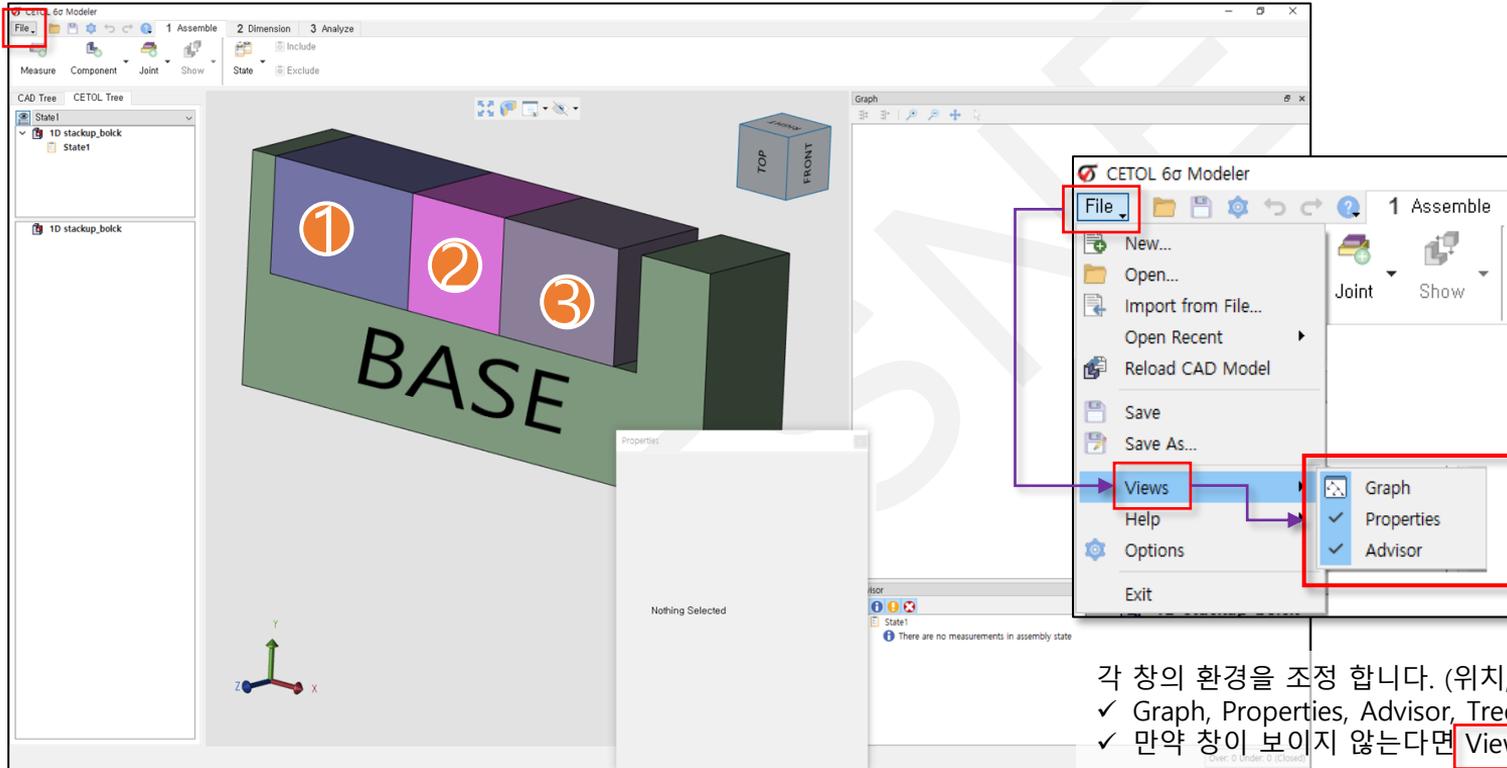
필요에 따라 Options → "Display & Highlighting" 탭에서 Mouse Gestures 선택



CETOL 기본교육 교재 또는
ebook교재의 "CETOL Interface"의 목차를 참조 하시면
좀 더 자세한 내용을 살펴 보실 수 있습니다.

!! 여기서 잠깐 !!

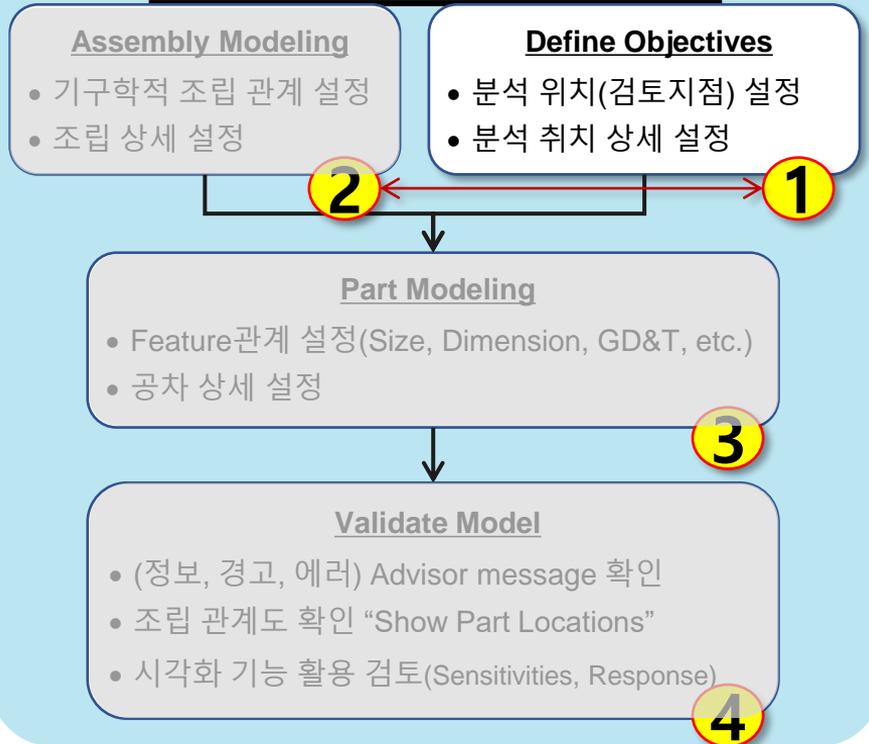
- UI 조정 합니다 (사용자 성향에 따라...)



각 창의 환경을 조정 합니다. (위치, 크기, ETC)

- ✓ Graph, Properties, Advisor, Tree
- ✓ 만약 창이 보이지 않는다면 View에서 해당창을 선택 합니다.

CETOL 6 σ Modeler



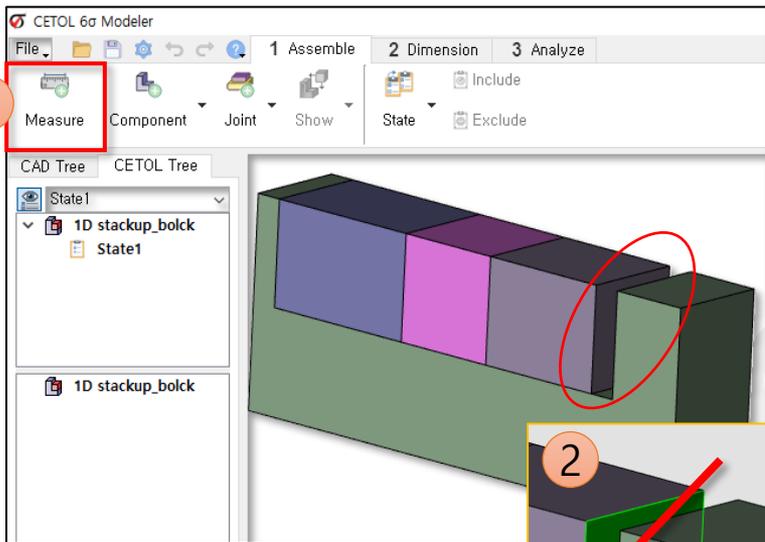
첫번째로

검토지점(Measurement)을 설정 합니다.

(속련도가 일정 이상 올라가면 1번, 2번의 작업은 유연하게 대처 할 수 있습니다.)

Stack-up Tolerance 따라하기(실습)

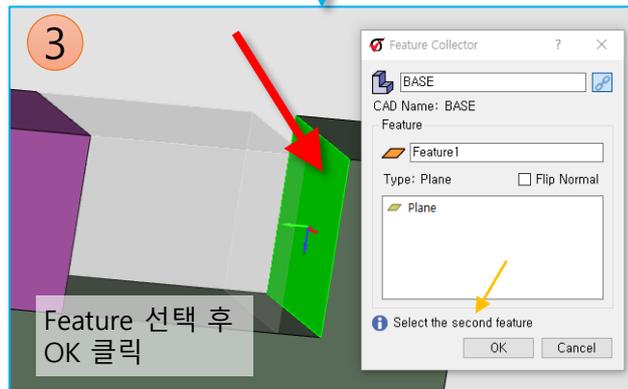
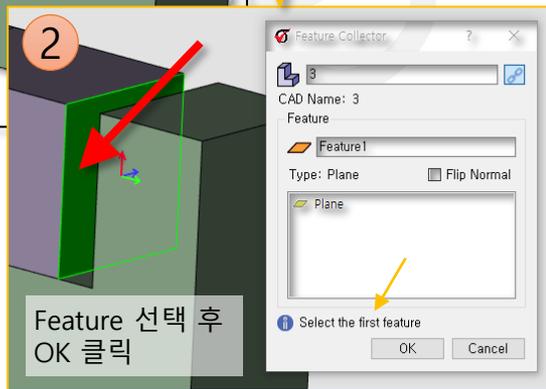
• 측정지점(Measurements) 설정하기



1. "Measure"를 클릭 합니다.

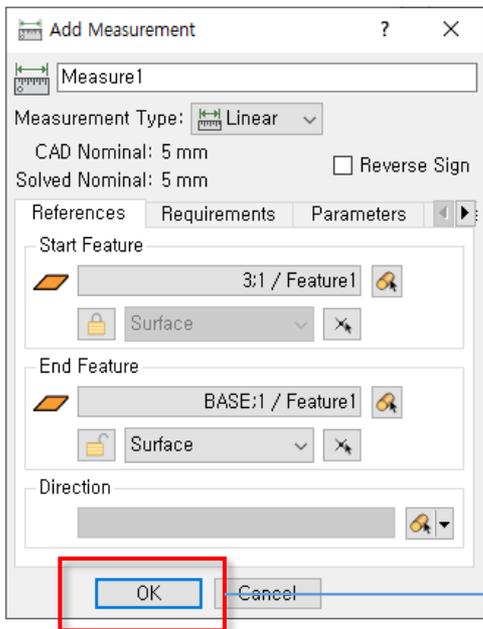
2. 첫번째 팝업(Feature Collector)창에서 feature를 선택 후 OK 버튼 클릭합니다.

3. 두번째 팝업(Feature Collector)창에서 feature를 선택 후 OK 버튼 클릭합니다.

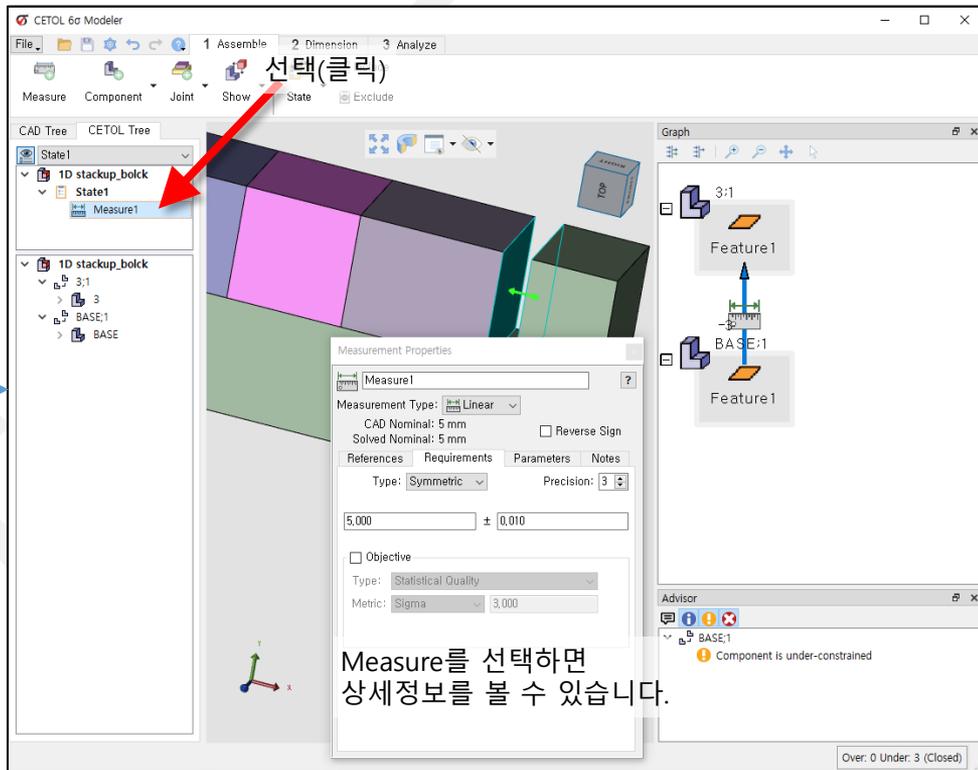


Stack-up Tolerance 따라하기(실습)

- 측정지점(Measurements) 설정하기



Add Measurement 팝업창에서 OK버튼을 클릭 합니다.
→ Cancel 누를 시에 Measure설정은 취소 됩니다.



Measure를 선택하면
상세정보를 볼 수 있습니다.

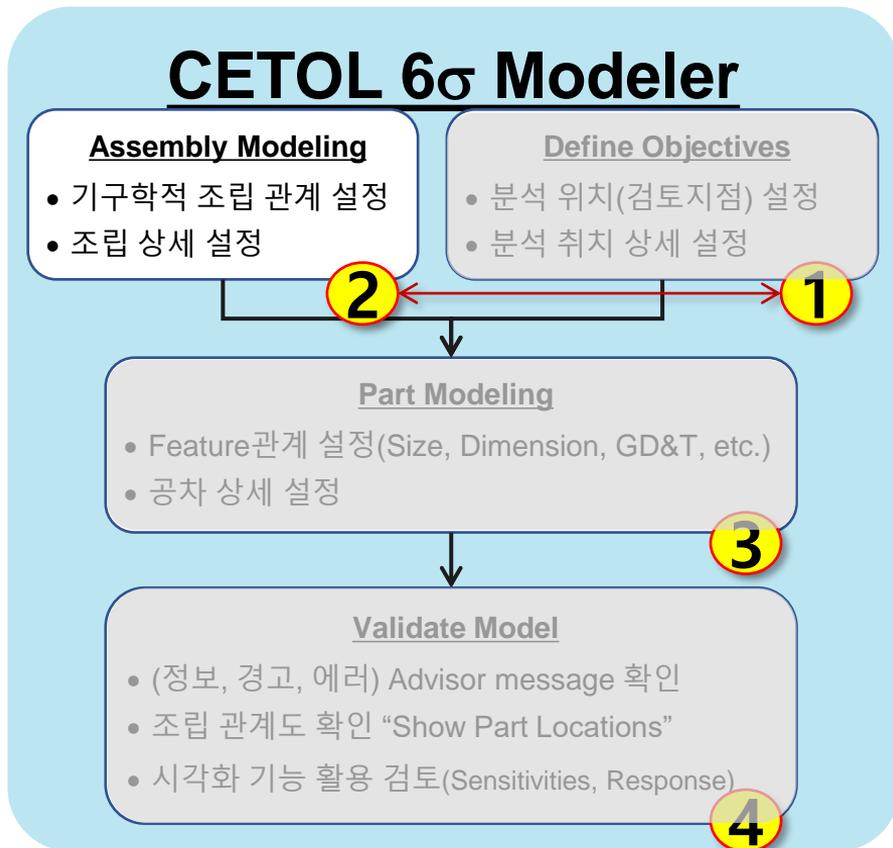
Measure 설정 완료된 모습

Tolerance Analysis Procedure

두번째로

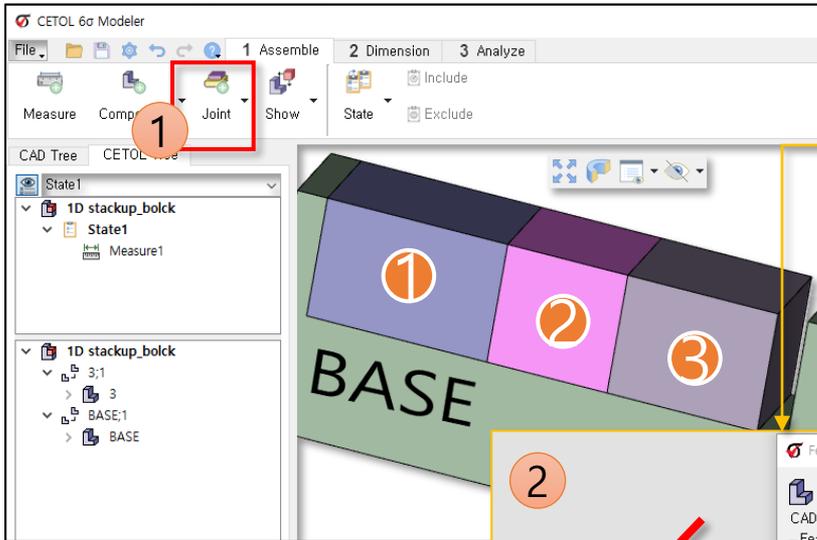
부품간 조립관계(Joint)를
설정 합니다.

- 조립순서(우선순위) 고려
- 자유도 구속



Stack-up Tolerance 따라하기(실습)

- 부품간 조립관계(Joint) 설정하기.



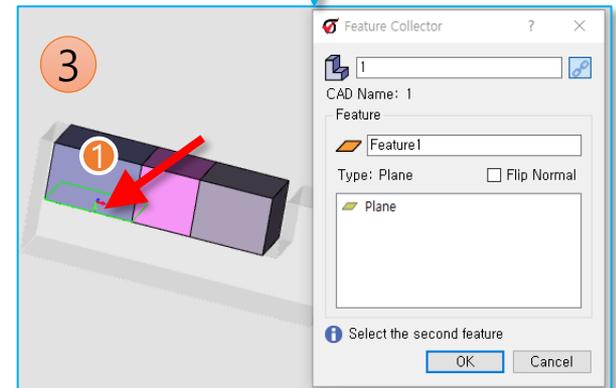
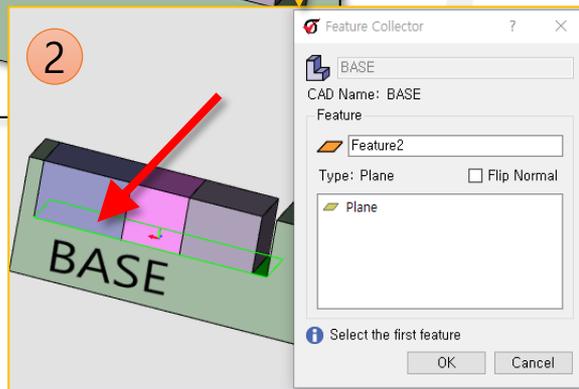
1. "Joint"를 클릭 합니다.

2. 첫번째 팝업(Feature Collector)창에서 Base Part의 상단 feature 선택 후 OK 버튼 클릭합니다.

3. 두번째 팝업(Feature Collector)창에서 1번 block의 하부 feature를 선택 후 OK 버튼 클릭합니다.

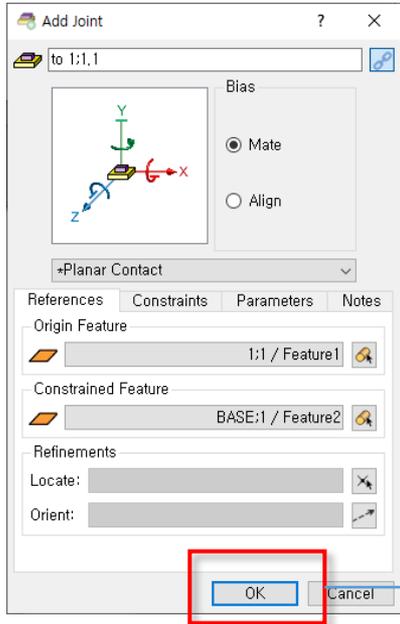
화면에서
파트위에 마우스 우 클릭 시
커서위치의 feature가 순차적으로
가 선택 되어짐

→ 가 선택 후 마우스 좌 버튼 클릭

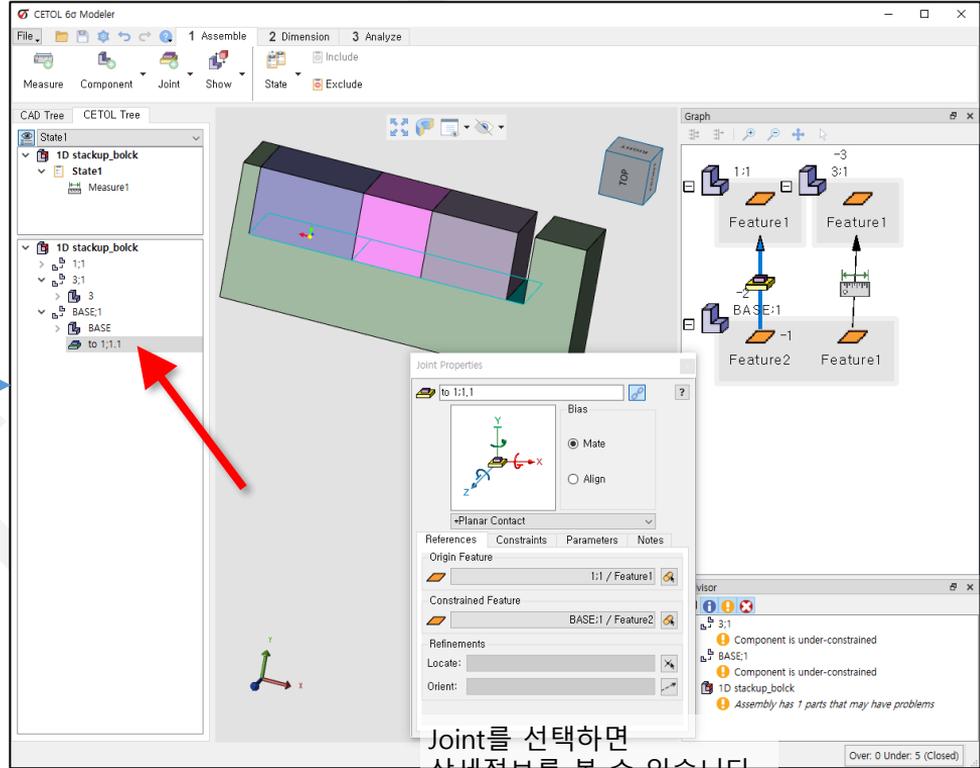


Stack-up Tolerance 따라하기(실습)

- 부품간 조립관계(Joint) 설정하기.



Add Joint 팝업창에서 OK버튼을 클릭 합니다.
→ Cancel 누를 시에 Joint설정은 취소 됩니다.



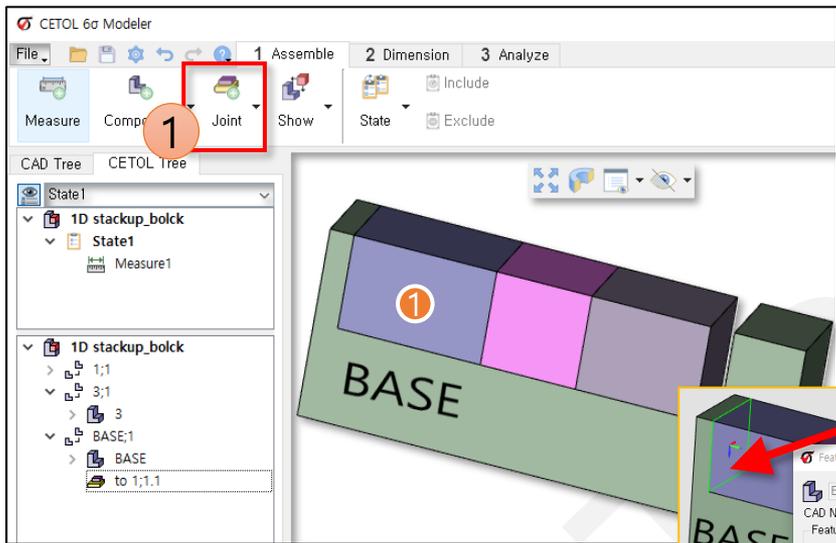
Measure 설정 완료된 모습

Joint를 선택하면 상세정보를 볼 수 있습니다.

Stack-up Tolerance 따라하기(실습)

Block1 Joint

- 부품간 조립관계(Joint) 설정하기.



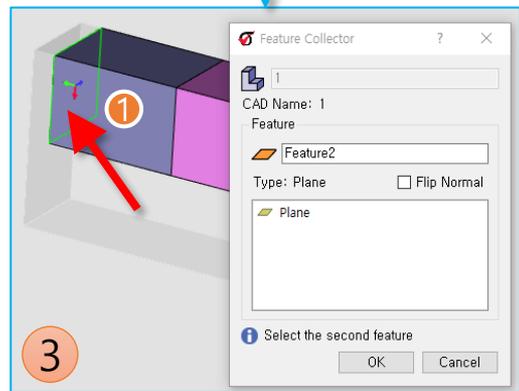
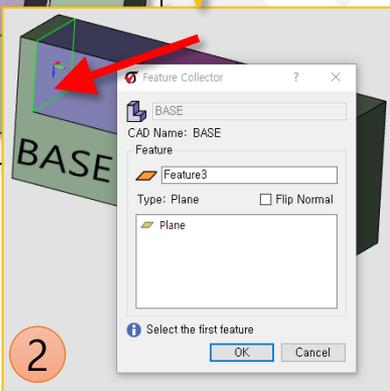
화면에서
파트위에 마우스 우 클릭 시
커서위치의 feature가 순차적으로
가 선택 되어짐

→ 가 선택 후 마우스 좌 버튼 클릭

1. "Joint"를 클릭 합니다.

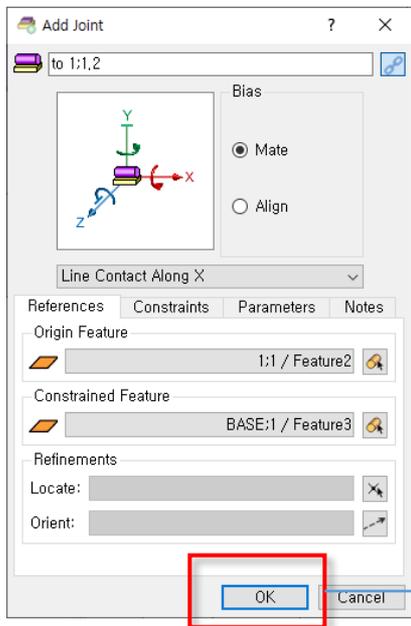
2. 첫번째 팝업(Feature Collector)창에서 Base Part의 상단 왼쪽 feature 선택 후 OK 버튼 클릭합니다.

3. 두번째 팝업(Feature Collector)창에서 1번 block의 왼쪽 feature를 선택 후 OK 버튼 클릭합니다.

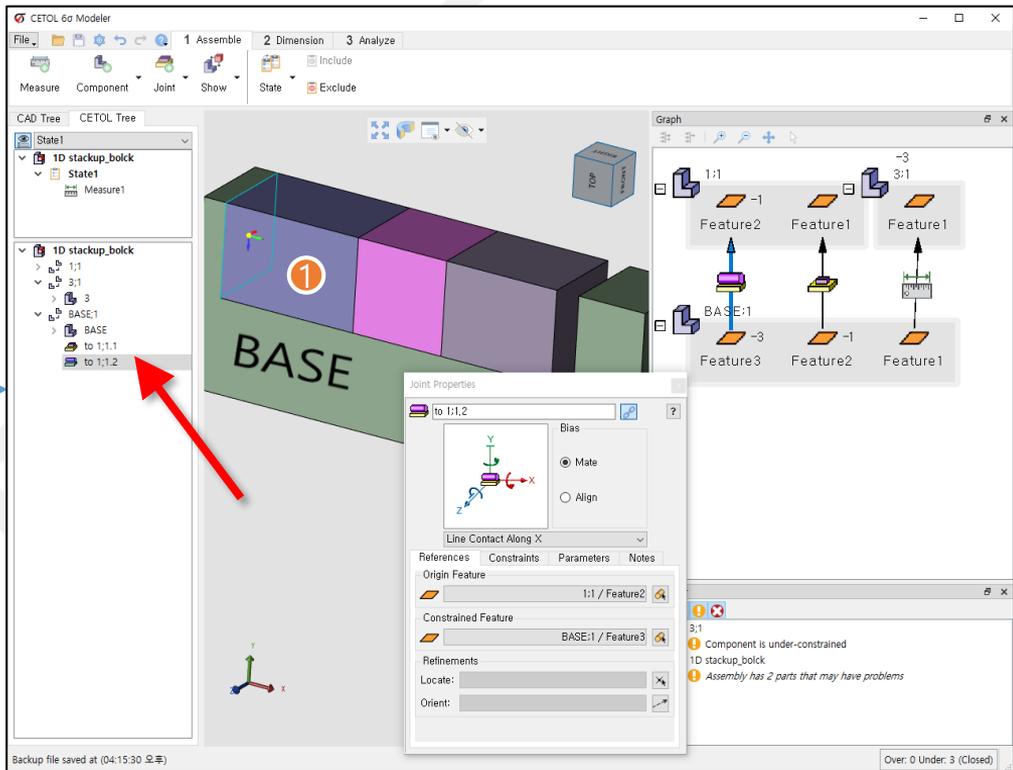


Stack-up Tolerance 따라하기(실습)

- 부품간 조립관계(Joint) 설정하기.

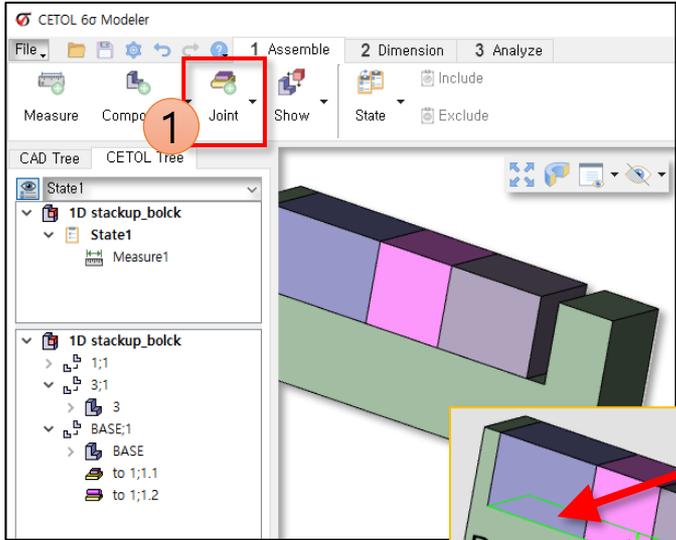


Add Joint 팝업창에서 OK버튼을 클릭 합니다.
→ Cancel 누를 시에 Joint설정은 취소 됩니다.



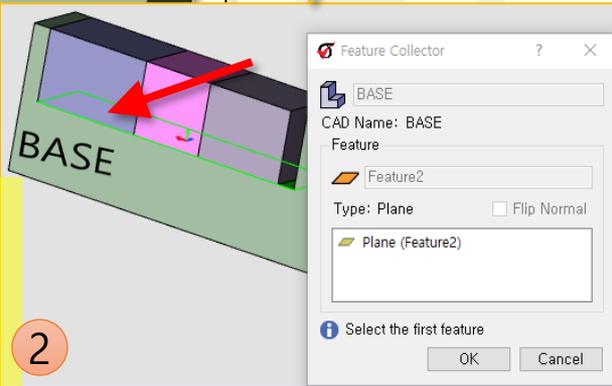
Stack-up Tolerance 따라하기(실습)

- 부품간 조립관계(Joint) 설정하기.



화면에서
파트위에 마우스 우 클릭 시
커서위치의 feature가 순차적으로
가 선택 되어짐

→ 가 선택 후 마우스 좌 버튼 클릭

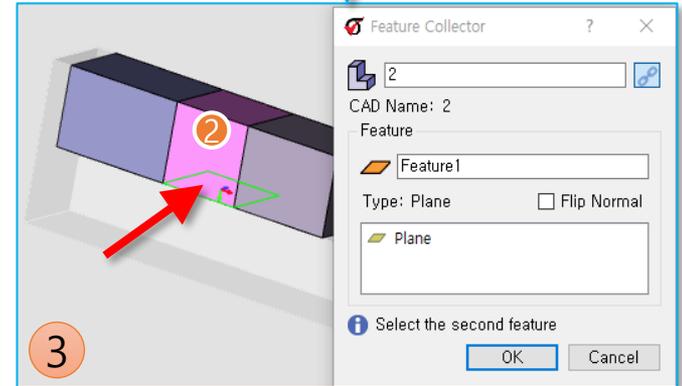


1. "Joint"를 클릭 합니다.

2. 첫번째 팝업(Feature Collector)창에서 Base Part의 상단 feature 선택 후 OK 버튼 클릭합니다.

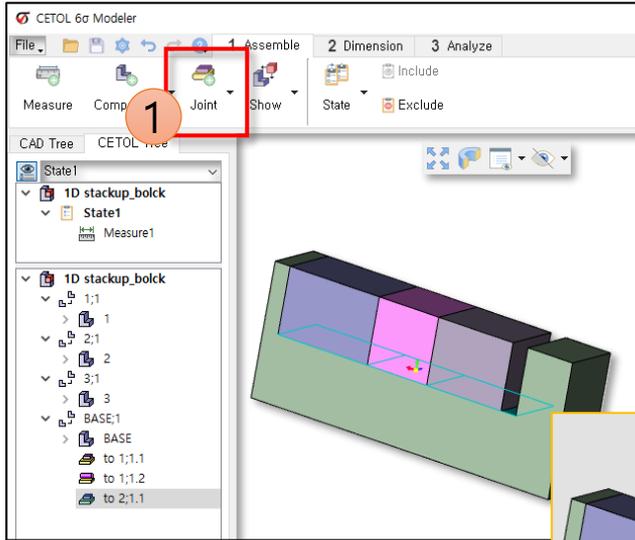
3. 두번째 팝업(Feature Collector)창에서 2번 block의 하부 feature를 선택 후 OK 버튼 클릭합니다.

4. Add Joint 팝업창은 OK버튼을 클릭합니다.



Stack-up Tolerance 따라하기(실습)

- 부품간 조립관계(Joint) 설정하기.



화면에서
파트위에 마우스 우 클릭 시
커서위치의 feature가 순차적으로
가 선택 되어짐

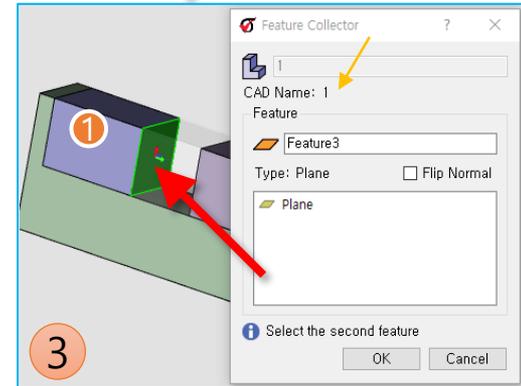
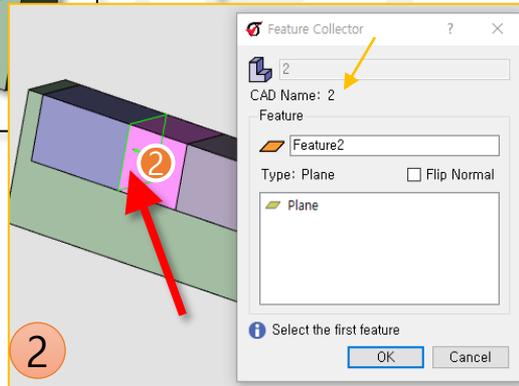
→ 가 선택 후 마우스 좌 버튼 클릭

1. "Joint"를 클릭 합니다.

2. 첫번째 팝업(Feature Collector)창에서
2번 block의 좌측 feature 선택 후 OK
버튼 클릭합니다.

3. 두번째 팝업(Feature Collector)창에서
1번 block의 우측 feature를 선택 후 OK
버튼 클릭합니다.

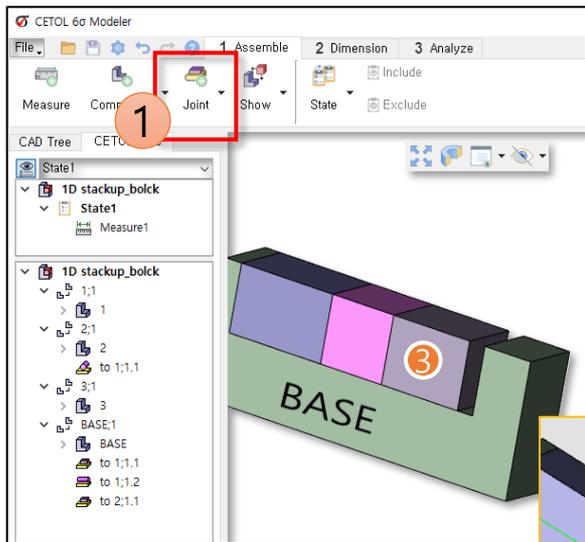
4. Add Joint 팝업창은 OK버튼을 클릭합니다.



Stack-up Tolerance 따라하기(실습)

Block3 Joint

- 부품간 조립관계(Joint) 설정하기.



화면에서
파트위에 마우스 우 클릭 시
커서위치의 feature가 순차적으로
가 선택 되어짐

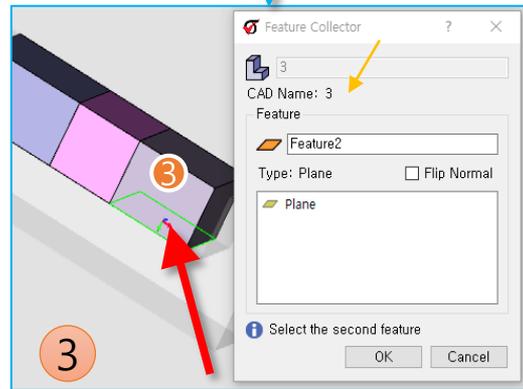
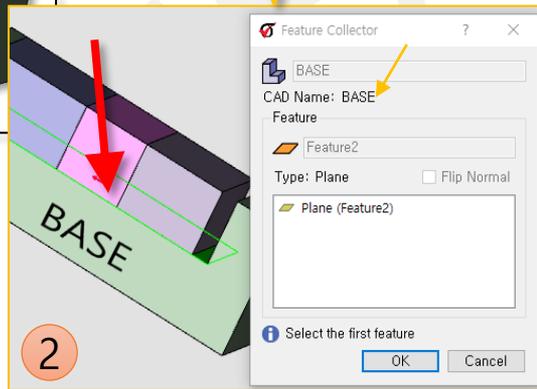
→ 가 선택 후 마우스 좌 버튼 클릭

1. "Joint"를 클릭 합니다.

2. 첫번째 팝업(Feature Collector)창에서 Base Part의 상단 feature 선택 후 OK 버튼 클릭합니다.

3. 두번째 팝업(Feature Collector)창에서 3번 block의 하단 feature를 선택 후 OK 버튼 클릭합니다.

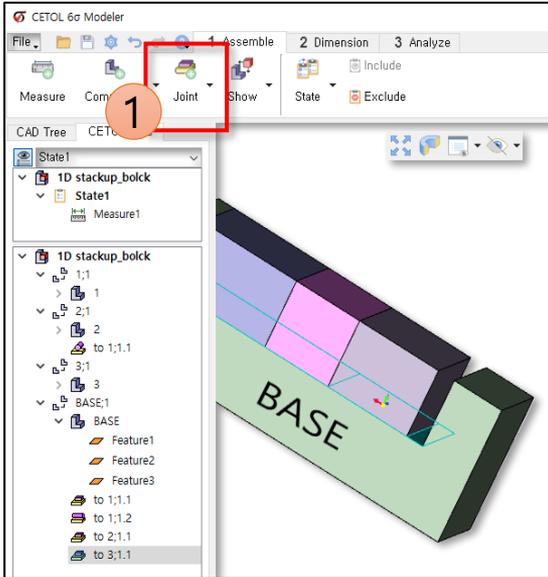
4. Add Joint 팝업창은 OK버튼을 클릭합니다.



Stack-up Tolerance 따라하기(실습)

Block3 Joint

- 부품간 조립관계(Joint) 설정하기.



화면에서
파트위에 마우스 우 클릭 시
커서위치의 feature가 순차적으로
가 선택 되어짐

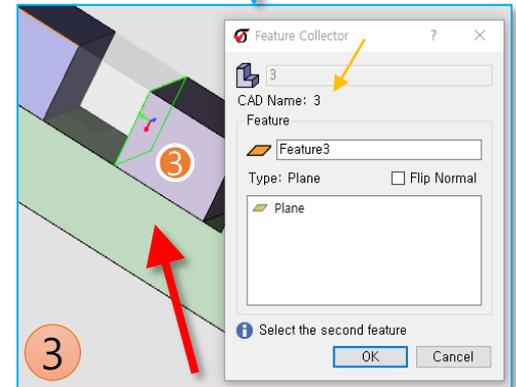
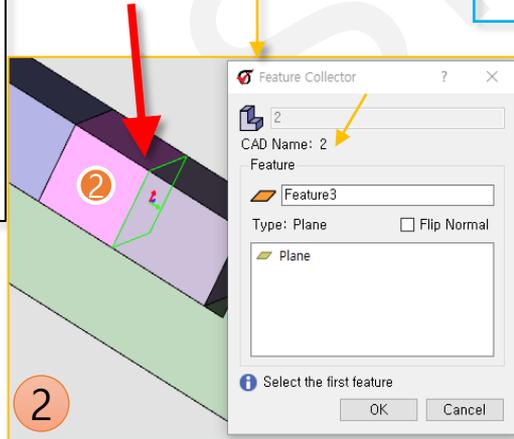
→ 가 선택 후 마우스 좌 버튼 클릭

1. "Joint"를 클릭 합니다.

2. 첫번째 팝업(Feature Collector)창에서
2번 Block의 우측 feature 선택 후 OK
버튼 클릭합니다.

3. 두번째 팝업(Feature Collector)창에서
3번 block의 좌측 feature를 선택 후 OK
버튼 클릭합니다.

4. Add Joint 팝업창은 OK버튼을 클릭합니다.



Stack-up Tolerance 따라하기(실습)

• CETOL Tree 정리

→ Joint 작업전에 Tree의 Part 순서를 (선)정의해야 하나, 이번 예제모델에서는 무시 합니다. (후 정의)

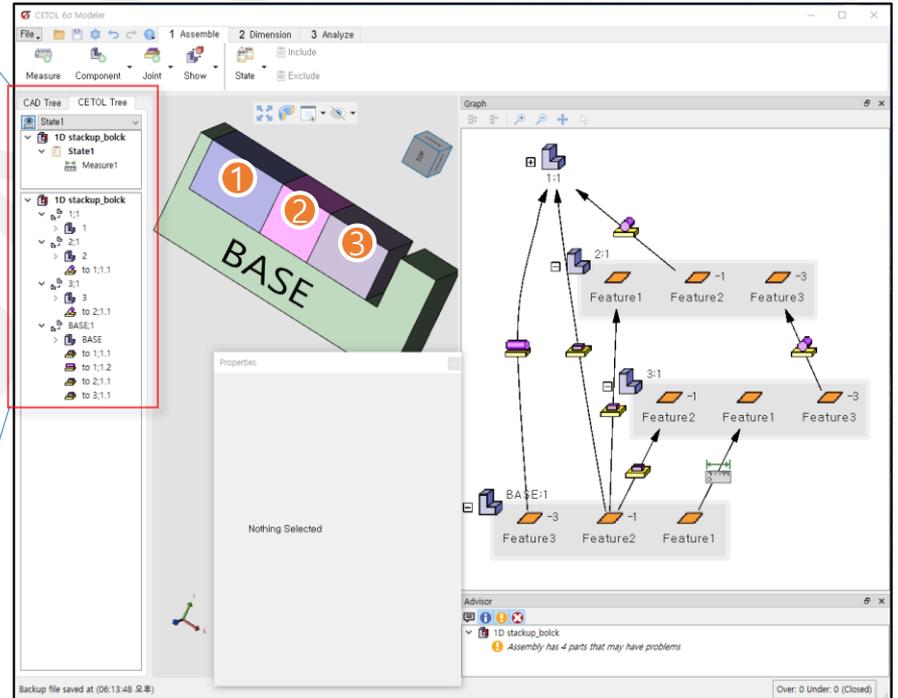
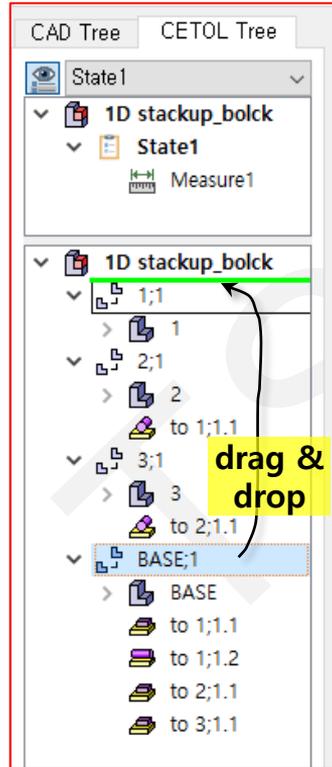
→ Tree에서 *drag & drop*으로 Part 이동



정리 완료된 Tree

→ 기준 파트는 Base

→ 조립 순서는 1번 part부터



Tolerance Analysis Procedure

CETOL 6 σ Modeler

Assembly Modeling

- 기구학적 조립 관계 설정
- 조립 상세 설정

Define Objectives

- 분석 위치(검토지점) 설정
- 분석 취치 상세 설정

2

1

Part Modeling

- Feature관계 설정(Size, Dimension, GD&T, etc.)
- 공차 상세 설정

3

Validate Model

- (정보, 경고, 에러) Advisor message 확인
- 조립 관계도 확인 "Show Part Locations"
- 시각화 기능 활용 검토(Sensitivities, Response)

4

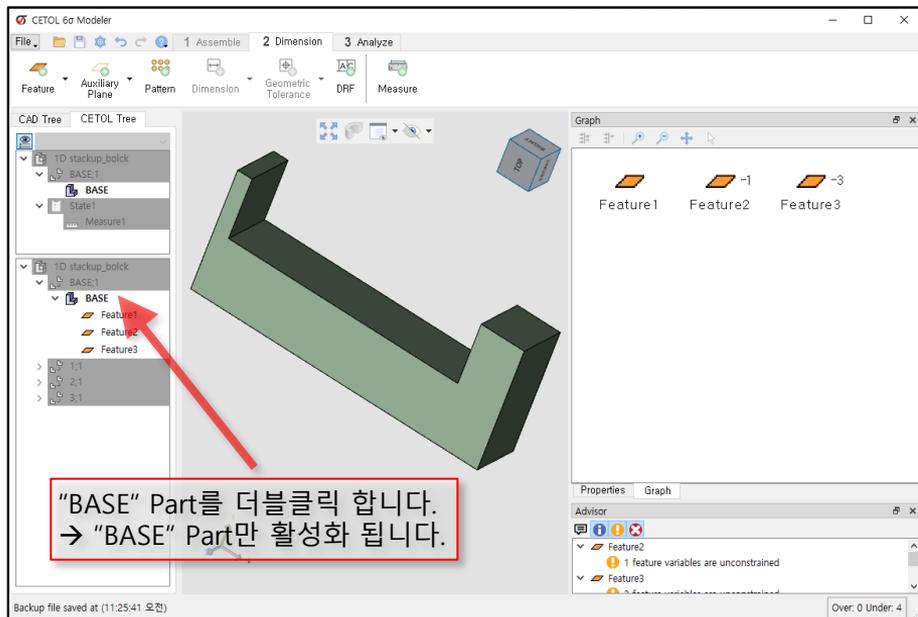
세번째로

1,2번 작업을 진행하면서 사용된
각 부품 별 features의 위치 및
사이즈(공차)를 정의 합니다.

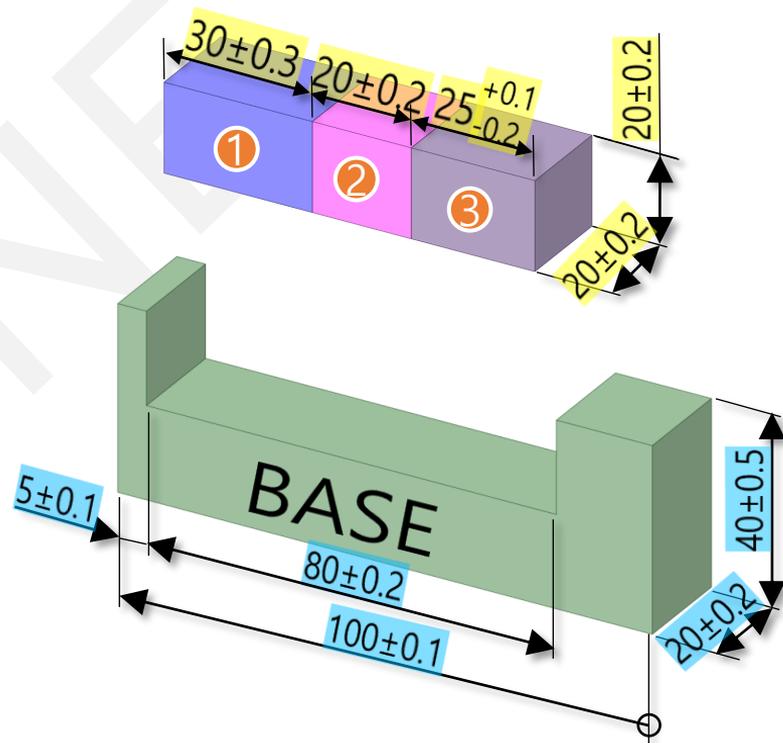
Stack-up Tolerance 따라하기(실습)

BASE

- Part Modeling 작업 준비



이번 작업에서는
“BASE” Part에서 사용되어진 features 정보들만 관계구성을 합니다.

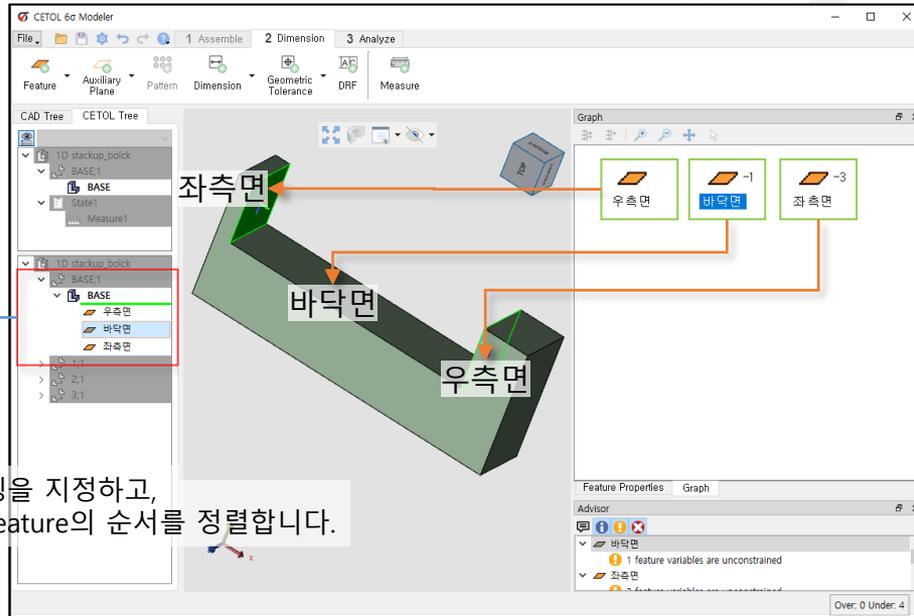


Stack-up Tolerance 따라하기(실습)

BASE

- Feature 네이밍 지정 → Tree Feature 순서 변경

Tree Feature 순서



1. 각 Feature의 네이밍을 지정하고,
2. Drag & drop으로 feature의 순서를 정렬합니다.

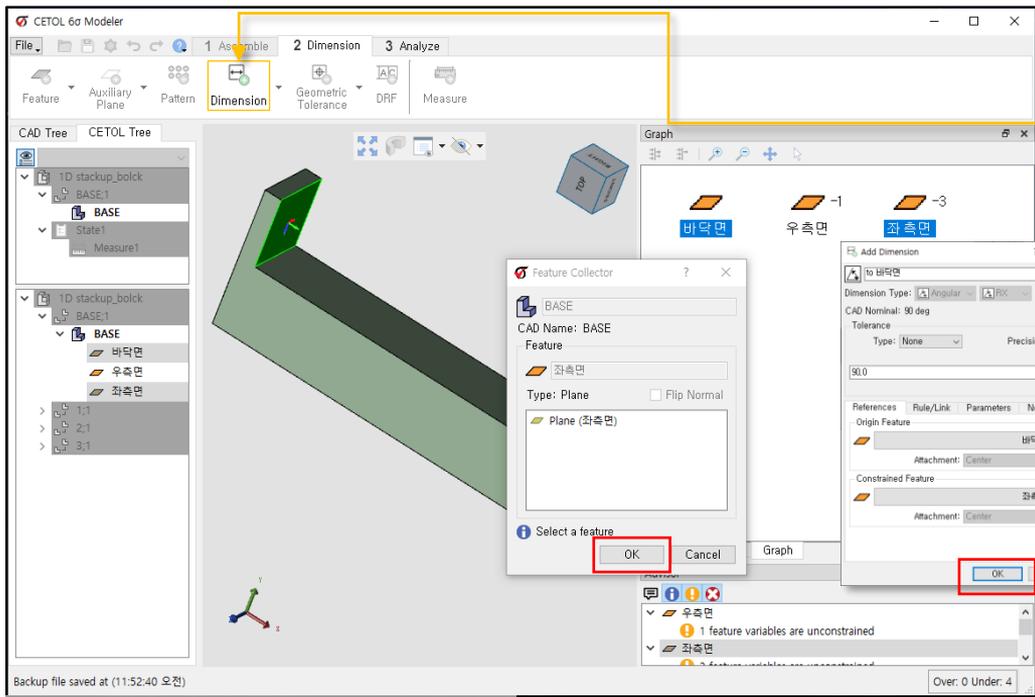
각 Feature의 네이밍 방법

- CETOL Tree에서 feature 더블클릭 후 네이밍 or
- CETOL Model Graph에서 feature 더블클릭 후 네이밍

Stack-up Tolerance 따라하기(실습)

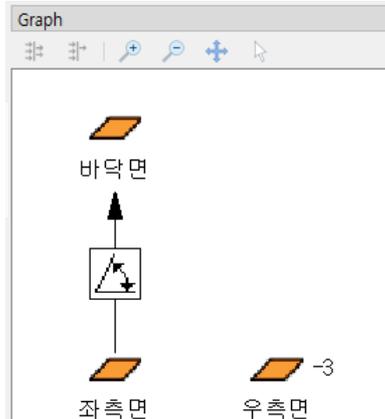
BASE

• 치수관계 설정



1. "바닥면" feature를 선택합니다
2. Dimension 탭에서 Dimension 아이콘을 클릭합니다. (1번 작업 미진행시 아이콘 활성화 안됨)
3. "좌측면" feature를 선택 후 OK 클릭 합니다. (tree 또는 graph에서 선택)
4. 팝업창에서 OK 버튼 클릭합니다. (Add Dimension)

작업 후 완료된 모습
• CETOL Model Graph
• CETOL Tree

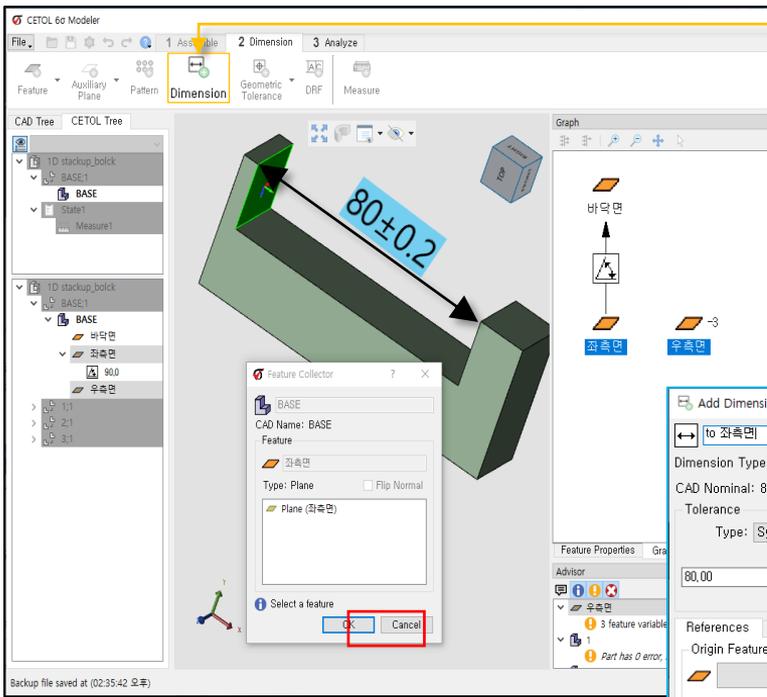


팝업창 에서 OK버튼을 클릭 합니다.
→ Cancel 누를 시에 설정은 취소 됩니다.

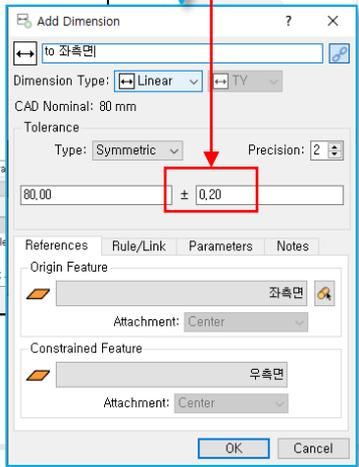
Stack-up Tolerance 따라하기(실습)

BASE

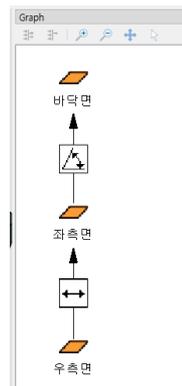
• 치수관계 설정



1. "우측면" feature를 선택합니다
2. Dimension 탭에서 Dimension 아이콘을 클릭합니다. (1번 작업 미진행시 아이콘 활성화 안됨)
3. "좌측면" feature를 선택 후 OK 클릭 합니다. (tree 또는 graph에서 선택)
4. 팝업창(Add Dimension) 에서 공차정보 " ± 0.2 " 입력 후 OK 버튼 클릭합니다.



- 작업 후 완료된 모습
- CETOL Model Graph
 - CETOL Tree
- ✓ BASE
 - 바닥면
 - 좌측면
 - 90,0
 - 우측면
 - 80,00±0,20

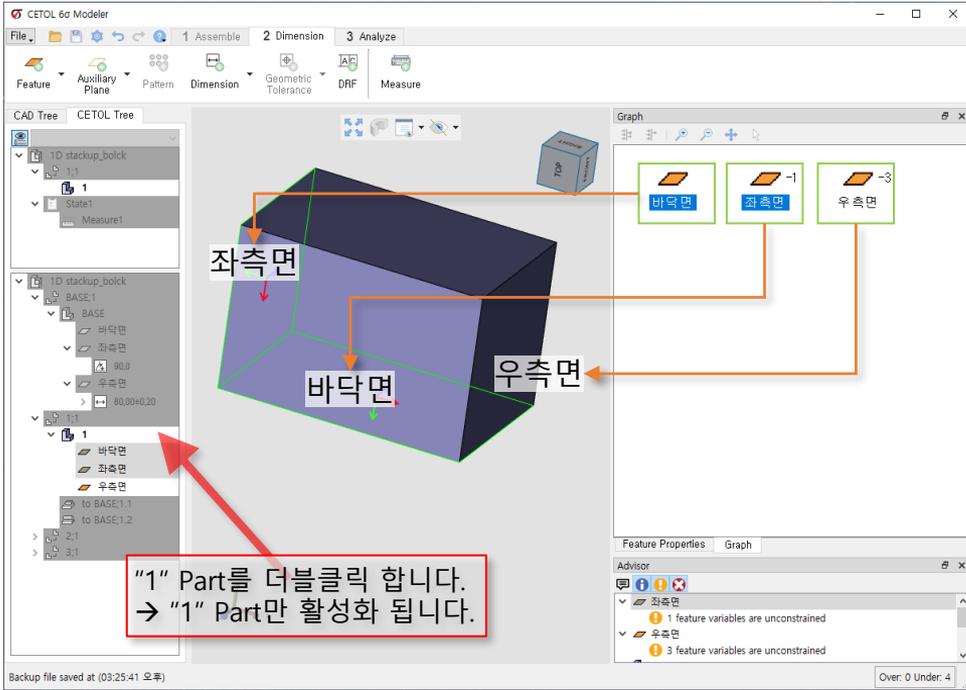


CETOL 6.0

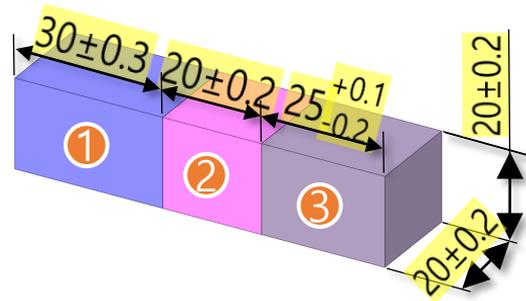
Stack-up Tolerance 따라하기(실습)

Block1

- Part Modeling 작업 준비 (Feature 네이밍 지정 → Tree Feature 순서 변경)



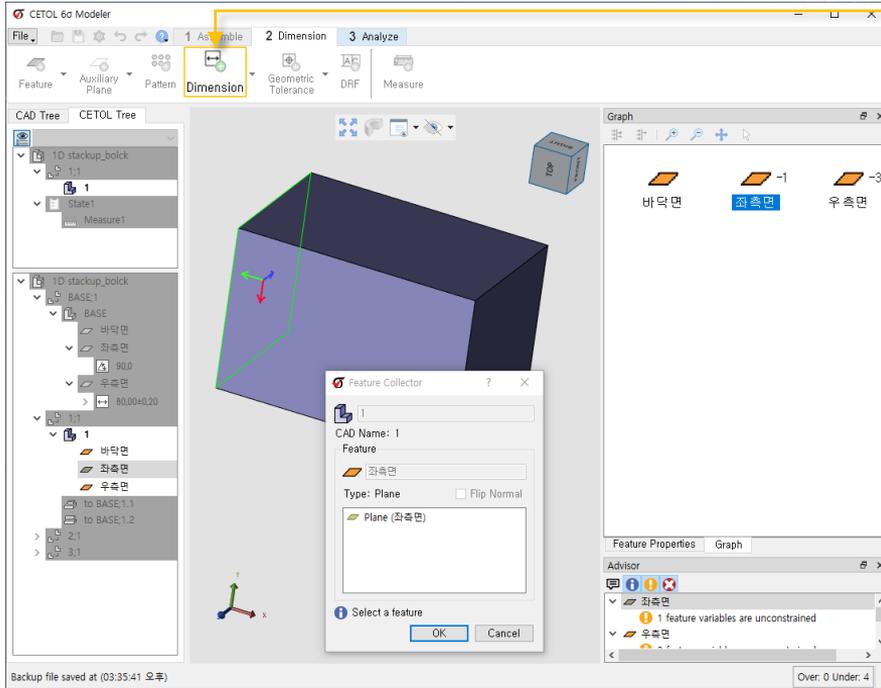
1. 이전 슬라이드(BASE)에서 작업한 것과 동일하게 진행 합니다.
2. "1" Part 활성화
3. 각 feature 네이밍 지정
4. Tree에서 각 Feature 순서 지정



Stack-up Tolerance 따라하기(실습)

Block1

• 치수관계 설정



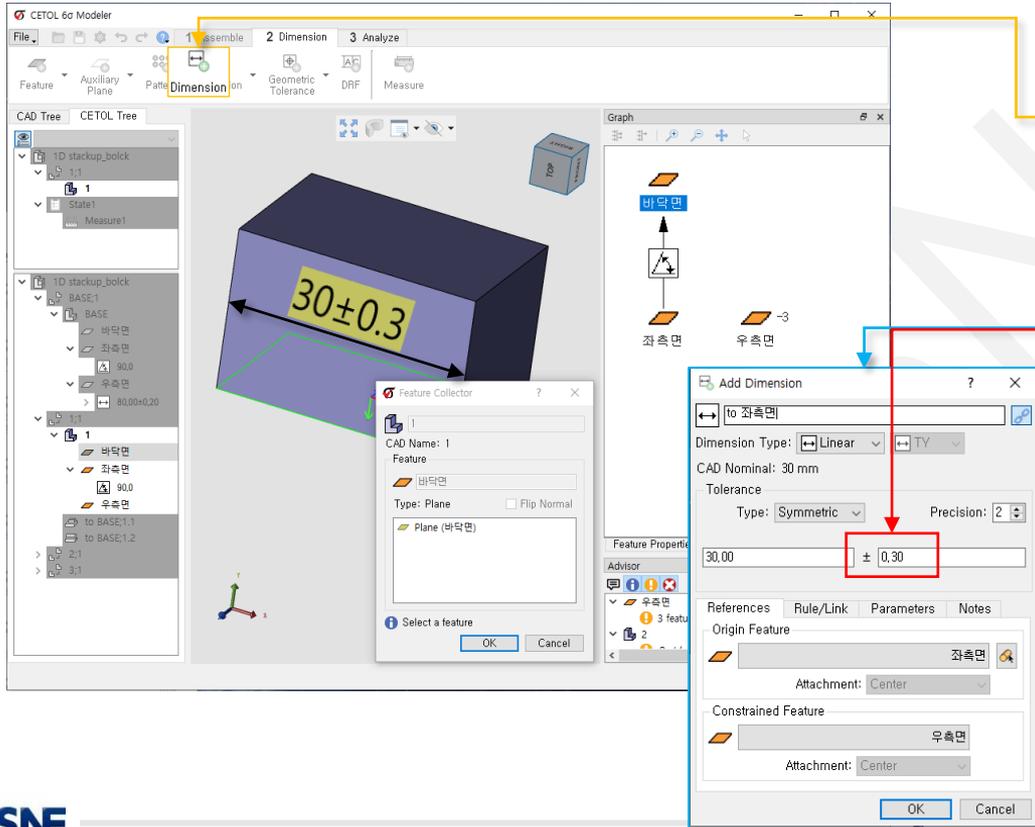
1. 이전 슬라이드(BASE)에서 작업한 것과 동일하게 진행 합니다.
2. "1" Part 활성화
3. 각 feature 네이밍 지정
4. Tree에서 각 Feature 순서 지정
5. "바닥면" feature 선택 후 Dimension 탭에서 Dimension 아이콘을 클릭합니다.
6. "좌측면" feature 선택 후 OK버튼을 클릭 합니다.
(이후 팝업창에서 OK버튼 클릭)



Stack-up Tolerance 따라하기(실습)

Block1

• 치수관계 설정



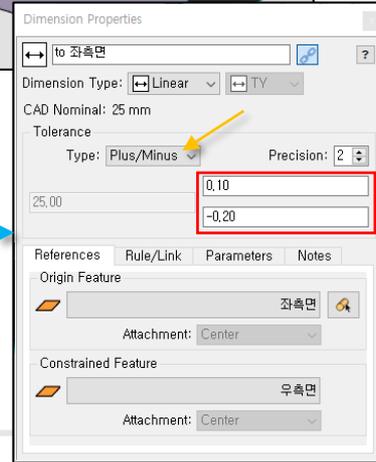
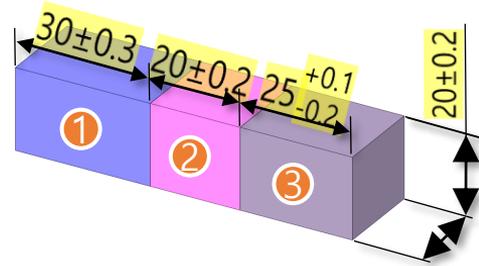
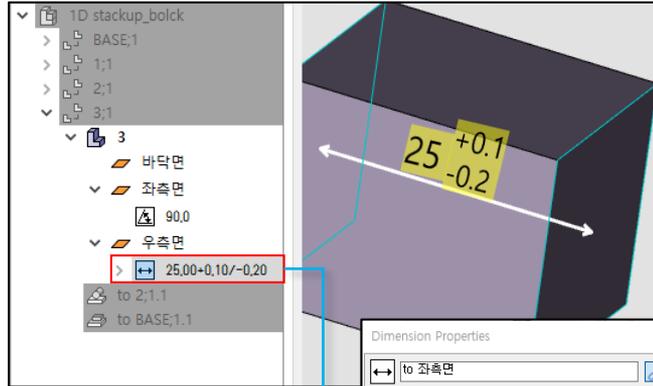
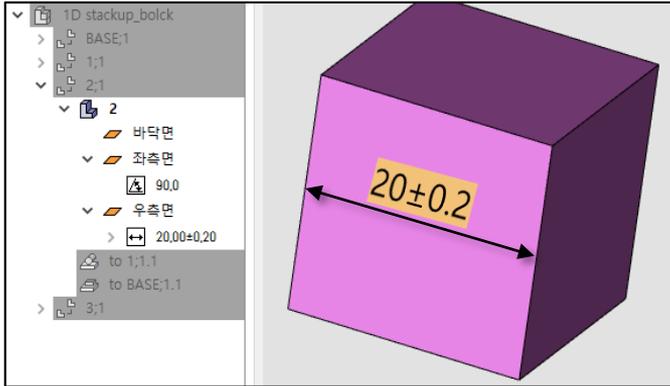
1. "우측면" feature를 선택합니다
2. Dimension 탭에서 Dimension 아이콘을 클릭합니다.
3. "좌측면" feature를 선택 후 OK 클릭 합니다. (tree 또는 graph에서 선택)
4. 팝업창(Add Dimension) 에서 공차정보 " ± 0.3 " 입력 후 OK 버튼 클릭합니다.



Stack-up Tolerance 따라하기(실습)

- Part Modeling

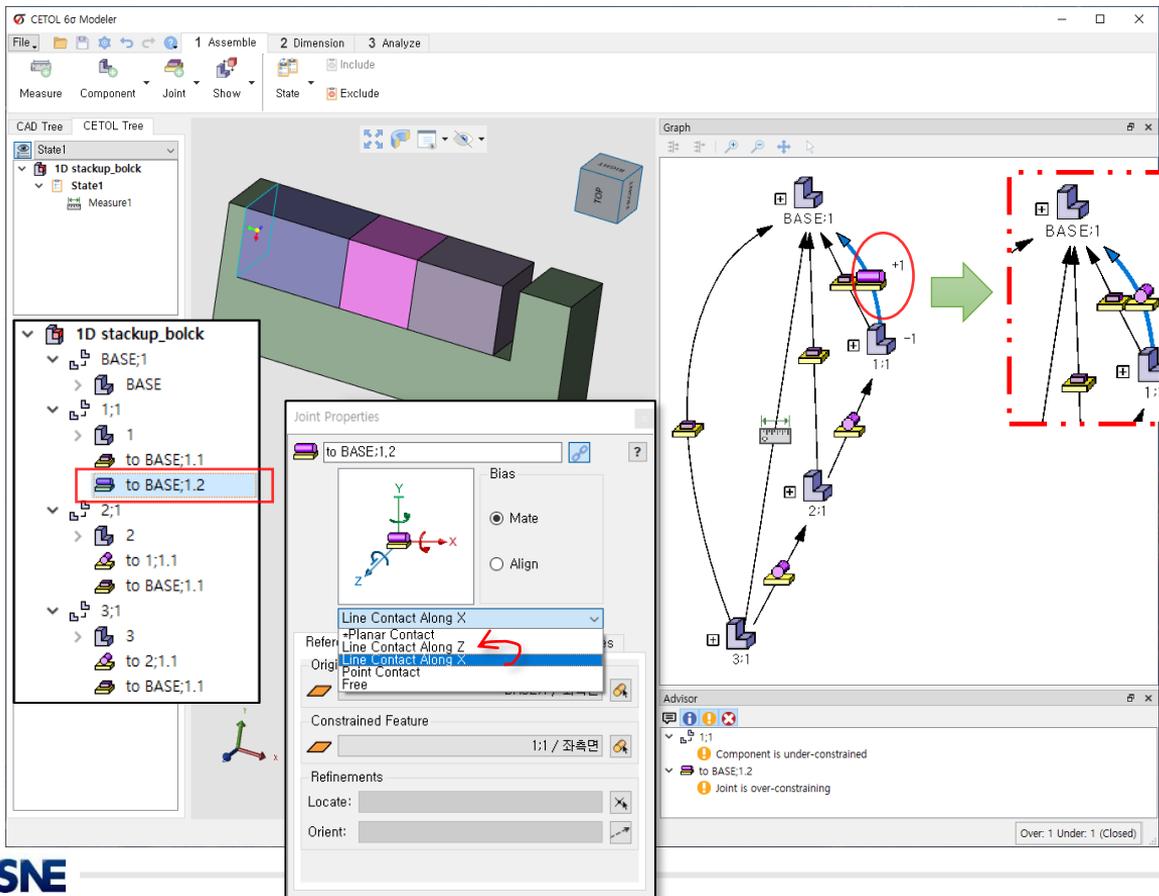
- BASE 및 Block1에서 작업한 것과 동일하게 Block2, 3모델에서 진행 합니다.



Block3 에서는
치수 상세창(Properties)에서
비대칭 공차역을 설정 합니다.

→ Type에서 (Plus/Minus) 선택

Stack-up Tolerance 따라하기(실습)

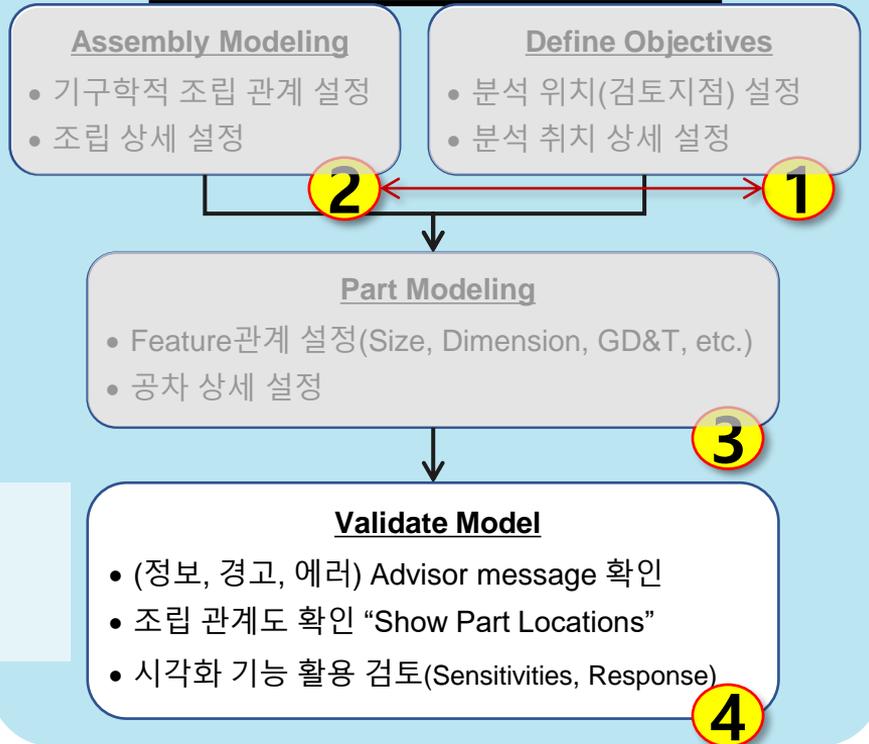


만약 Joint 에러가 발생 했다면

기 선택되어 있는
Line Contact Along X 항목에서
Line Contact Along Z 으로 변경하여
선택 합니다.

Tolerance Analysis Procedure

CETOL 6 σ Modeler

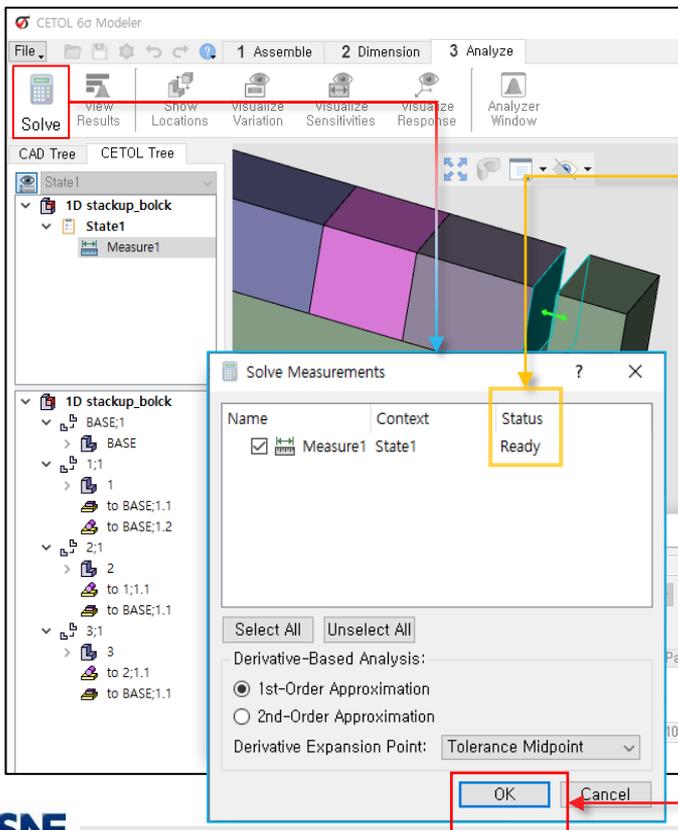


네번째는

구성한 모델을 검토하고,
결과확인도 도면 개선작업을
진행 합니다.

Stack-up Tolerance 따라하기(실습)

• 결과보기



• 3 Analyze 탭에서 Solve버튼을 클릭 합니다.

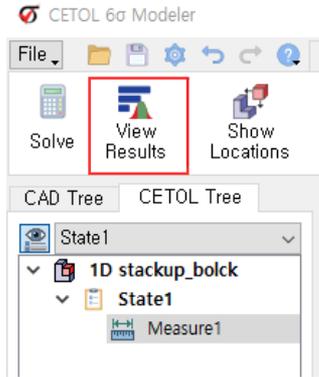


• 모델구성에 문제가 없다면 Status에 "Ready"라는 문자가 표현 합니다.

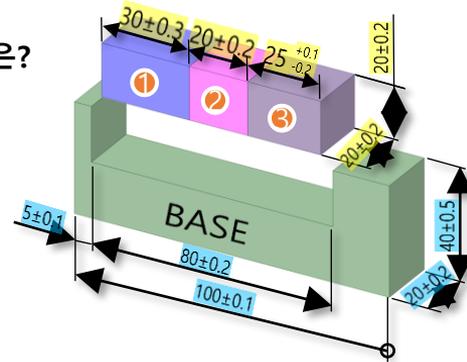
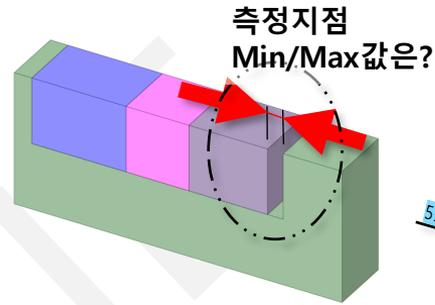
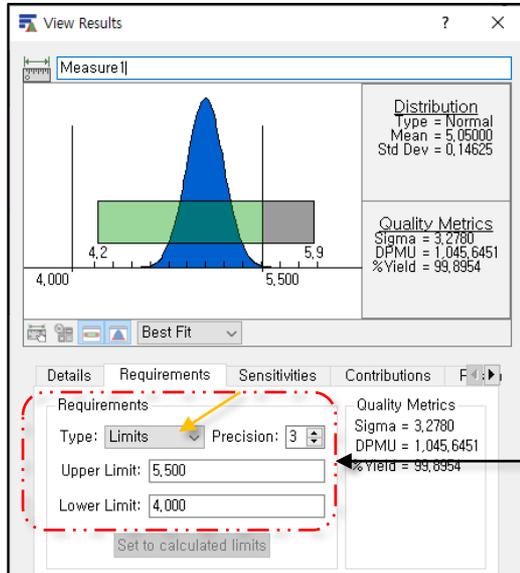
• 문제가 없다면 팝업창에서 OK 버튼을 클릭 합니다.

• 계산 시간은 1초 내외 입니다.

Stack-up Tolerance 따라하기(실습)



- Measure를 선택하고 3번탭에 있는 "View Results"를 클릭 합니다. (팝업창 발생)



	Block 1	Block 2	Block 3	Block total
Max	30.3	20.2	25.1	75.6
Min	29.7	19.8	24.8	74.3

	BASE	Max / Min
Max	80.2	5.9
Min	79.8	4.2

품질 요구사항이 Max: 5.5 / Min 4.0 이라면?

품질 요구 범위를 입력합니다.

Stack-up Tolerance 따라하기(실습)_ 결과 개선 검토



Dimension Properties

Dimension Type: Linear TV
 CAD Nominal: 30 mm
 Tolerance: Type: Symmetric Precision: 2
 30,00 ± 0,30

View Results

Distribution Type = Normal
 Mean = 5,09000
 Std Dev = 0,14625

Quality Metrics
 Sigma = 3,2780
 SPMU = 1,045,6451
 Yield = 99,8954

'Measure1' Statistical % Contributions

Name	Contribution
1:1 / 우측면 to 좌측면	46,75 %
BASE:1 / 우측면 to 좌측면	20,78 %
2:1 / 우측면 to 좌측면	20,78 %
3:1 / 우측면 to 좌측면	11,69 %

Graph

양품 영역 (4,2 ~ 5,9)
 불량 영역 (5,9 ~ 5,500)

기여도 결과 리스트

여기서 기여도란?
 → 품질에 영향을 미치는 정도(비율)을 말함

클릭

불량 범위가 양품 영역에 포함 될 수 있도록 기여도 리스트의 공차범위를 조정해 보세요

Over: 0 Under: 0 (Closed)

Technical Support of 3D Tolerance Analysis



(주)태성에스엔이

TAESUNG S&E, INC.

서울특별시 성동구 성수이로7길 27 10F 태성에스엔이
(27, Seongsui-ro 7-gil, Seongdong-gu, Seoul, Korea 133-120)

E-Mail : cetol@tsne.co.kr

※ 본 자료의 모든 콘텐츠의 저작권은 소프트웨어 개발사와 (주)태성에스엔이에 있으므로 무단 전재 및 변형, 배포할 수 없습니다.