

### 1.모델링 작업에서의 조립체의 역할

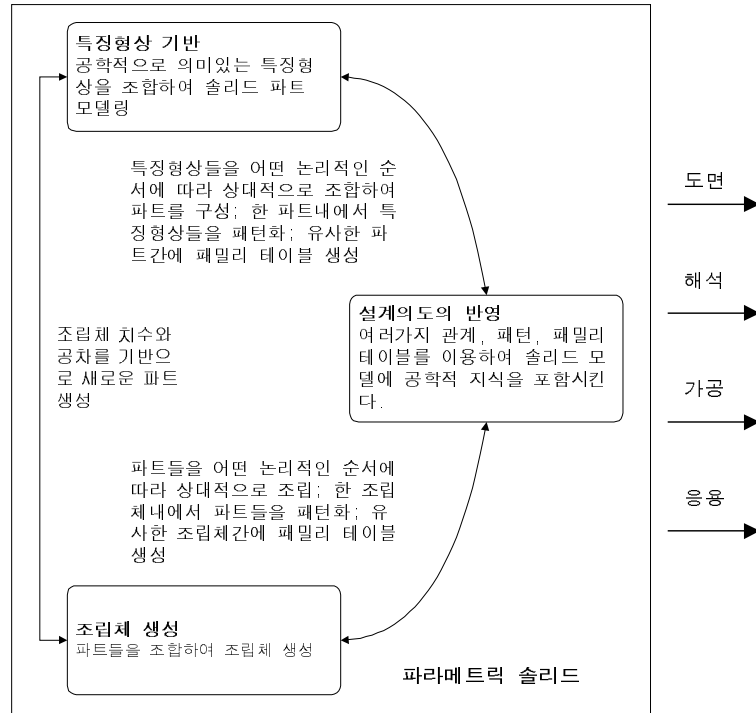


그림 1. 모델링 작업에서의 조립체의 역할

그림 1은 모델링 작업에서의 조립체의 역할을 설명한 것이다. 설계자가 서로 관련된 특징형상(feature)들로부터 부품들을 생성하고 이 특징형상들은 부품 형상을 참조할 수 있듯이 서로 관련된 부품들로부터 조립체를 생성하고 부품들은 조립체의 형상을 참조할 수 있다. 조립체 모드는 부품들이 서로 조립되도록 해주고 조립을 고려한 부품 설계를 가능하게 해 준다. 특징형상들과 부품들을 조립체 형태로 결합하게 되면 각각의 컴포넌트를 결합시키는데 사용된 참조관계를 기반으로 부모-자식 관계를 생성할 수 있다. 시스템은 부모들을 생성한 후 자식을 생성하게 되며 부모들에서 이미 정의된 특징형상들을 자식의 치수기입이나 형상 생성을 위해 참조할 수 있다. 이러한 관계하에서 설계자가 부모의 특징형상을 변경하면 시스템은 부모 특징형상의 형상변경을 반영하기 위해 자식을 자동으로 변경한다.

- 컴포넌트(component) : 조립의 대상이 되는 요소, 즉 부품 혹은 부조립체
- 모델(model) : 부품 혹은 조립체
- 오브젝트(object) : 조립체, 부품, 도면, 레이아웃, 스케치 등

모델링 작업은 복잡한 디자인의 특징형상들과 부품들을 결합하여 부조립체로 만들고 이들 부조립체들을 결합하여 최종적인 조립체로 만드는 것이다. 이때 동시에 설계자의 설계의도를 적절하게 저장함으로써 설계변경을 용이하게 해야 한다. 그림 2는 이를 구현하는 Pro/ENGINEER의 파라메트릭 모델을 설명한 것이다.

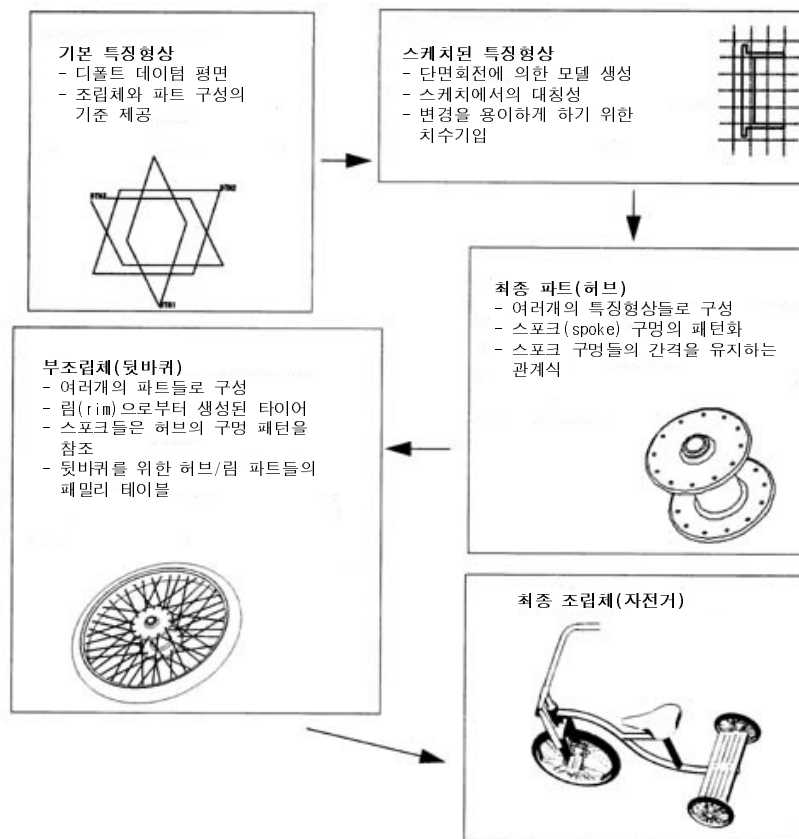


그림 2. Pro/ENGINEER 파라메트릭 모델

## 2. 조립체 구속조건(Assembly Constraints)

컴포넌트들의 조립 작업시에는 3가지의 활성창이 나타나는데, 첫번째 창은 최종 조립체가 보여지는 메인 창(main window)이고, 두번째 창은 조립되어지는 컴포넌트 또는 부조립체(sub-assembly)를 보여주는 COMPONENT 창이다. 조립하는 방법이 주어지게 되면, 평면(plane), 곡면(surface), 축(axis), 점(point) 또는 좌표계가 하나의 창

에 선택되고, 그에 연관된 평면, 곡면, 축, 점 또는 좌표계가 다른 창에 선택된다. 앞의 작업들은 조립과정에서 컴포넌트들의 위치가 충분히 정의될 때까지 행해진다. 마지막으로 COMPONENT PLACEMENT 창이라 불리는 세번째 창은 컴포넌트들을 조립체로 배치시키는 각각의 구속조건들을 보여주는 메시지 창이다. 이 창은 각각의 구속조건들이 입력될 때마다 자동으로 갱신되며 각 배치조건이 가능한지를 사용자에게 알려준다.

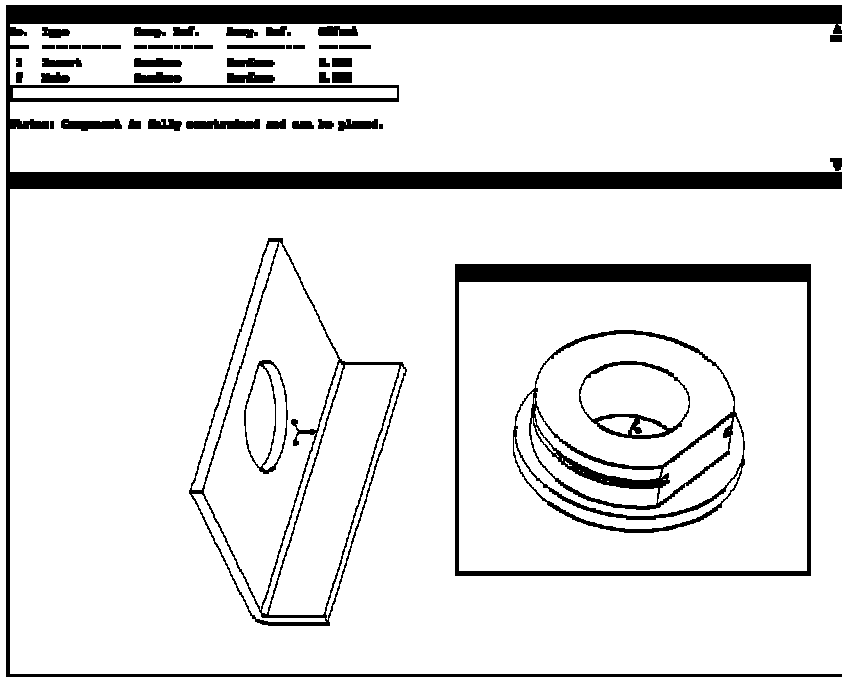


그림 3. 컴포넌트 조립체

컴포넌트 또는 부조립체를 조립체로 조립하는데 사용되는 배치 구속조건 명령 (placement constraint command)은 다음과 같이 정의된다:

MATE :선택된 곡면들이 서로 반대방향을 향하며 동일평면상에 존재한다.

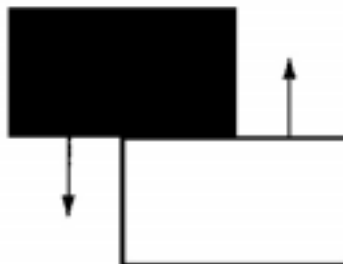


그림 4. MATE 명령

**MATE OFFSET** : 선택된 곡면들이 서로 반대방향을 향하며 지정된 값만큼 떨어져 있게된다. 설계 유연성을 위해 지정된 값은 변경될 수 있다.

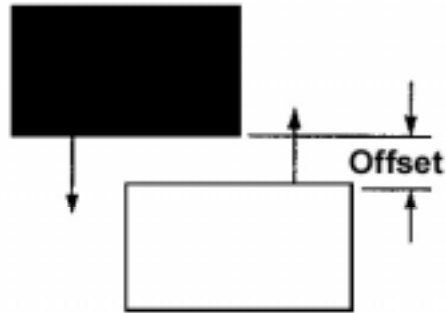


그림 5. MATE OFFSET 명령

**ALIGN** : 선택된 곡면들이 서로 같은방향을 향하며 동일평면상에 존재한다. **Align** 명령으로 축들을 동일 축상에 위치시킬수 있다.



그림 6. ALIGN 명령

**ALIGN OFFSET** : 선택된 곡면들이 서로 같은방향을 향하며 지정된 값만큼 떨어져 있게된다. 설계 유연성을 위해 지정된 값은 변경될 수 있다.

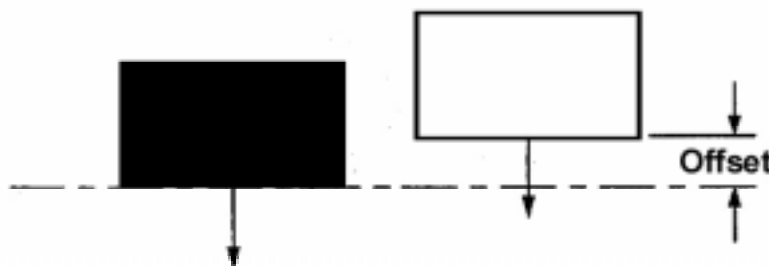


그림 7. ALIGN OFFSET 명령

**ORIENT** : 선택된 평면들이 서로 평행하며 같은방향을 향한다.

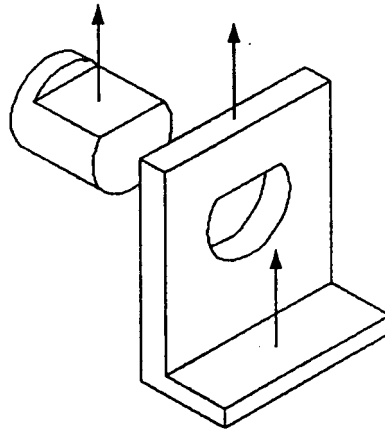


그림 8. **ORIENT** 명령

**INSERT** : 두개의 회전 곡면을 동일축상에 위치시킨다.

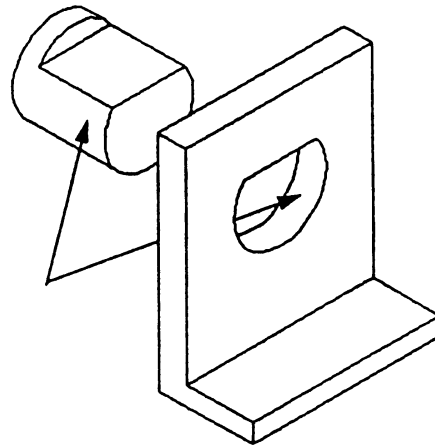


그림 9. **INSERT** 명령

조립체 구속조건들 - Mate, Mate Offset, Align, Align Offset, Orient, Insert - 중 최소한 두개가 사용되어야 하며, 조립체에 따라 컴포넌트의 위치를 완전정의 하기 위해 2개 이상의 구속조건을 사용해야 할 경우도 있다.

각각의 구속조건이 사용될때마다 **COMPONENT PLACEMENT** 창에서 구속조건 유형 목록, 컴포넌트와 조립체의 지시관계식, 오프셋 값이 자동으로 갱신된다. 주어진 구속조건에 의한 배치방법이 가능한지를 나타내는 상태 메시지(status message) 또한 표시된다.

### 3. 조립체 변경

#### 조립체 수정하기

일단 컴포넌트들이 조립된 후에도, 파트의 치수뿐만 아니라 조립체의 치수를 수정할 경우가 생길 수도 있다. 또한 조립체내의 컴포넌트들의 특징형상을 추가, 수정 또는 삭제할 경우가 생길 수도 있다.

MODIFY 메뉴에서 **Mod Dim** 을 선택하여 모든 치수들을 수정할 수 있다. 단지 조립체의 치수만을 수정하려면 MODIFY 메뉴에서 **Mod Assem** 명령을 선택한다. 단지 단품(single part)의 치수만을 수정하려면, **Mod Part** 를 선택한 다음 수정할 파트를 선택한다. 일단 선택되어지면, 새로운 특징형상을 추가하거나 이미 존재하는 특징형상을 삭제(delete), 축약(suppress), 생성순서의 재배열(reorder), 피쳐간의 상하관계 재정의(reroute), 패턴형상의 재복사(pattern)등을 할 수 있다.

컴포넌트의 배치 구속조건을 변경하려면, COMPONENT 메뉴의 **Redefine** 명령을 이용한다. **Select** 또는 **By Table** 로 컴포넌트를 선택하고 난후, 컴포넌트의 배치를 재정의할 수 있다. **Add Constrnt**, **Del Constrnt** 또는 **Redo Constrnt** 를 선택하여 **Mate** 조건을 **Mate Offset** 조건으로 변경하는 것처럼 조립체 하나 또는 전체의 구속조건을 변경할 수 있다. 다른 컴포넌트들과 관계를 갖고있는 컴포넌트가 조립체에서 지워지면, **Show Ref**, **Reroute**, **Scheme**, **Delete**, **Delete All**, **Suspend**, **Suspend All**, **Freeze**, **Info**, **Quit** 의 옵션을 가진 CHILD 메뉴가 나타난다.

#### 조립체 정보

조립 과정의 어느경우에서도, INFO 메뉴에서 조립체에 관한 지정된 정보를 얻을 수 있다. 이들 옵션은 다음과 같다:

- 파트와 조립체에 대한 질량 성질(mass property)을 계산할 수 있다.
- 컴포넌트들간의 틈새(clearance) 및 침새(interference)의 계산
- 거리, 각도 및 면적계산
- 컴포넌트들의 조립 정보
- 재료의 목록

## 4. 조립체 설계 실습

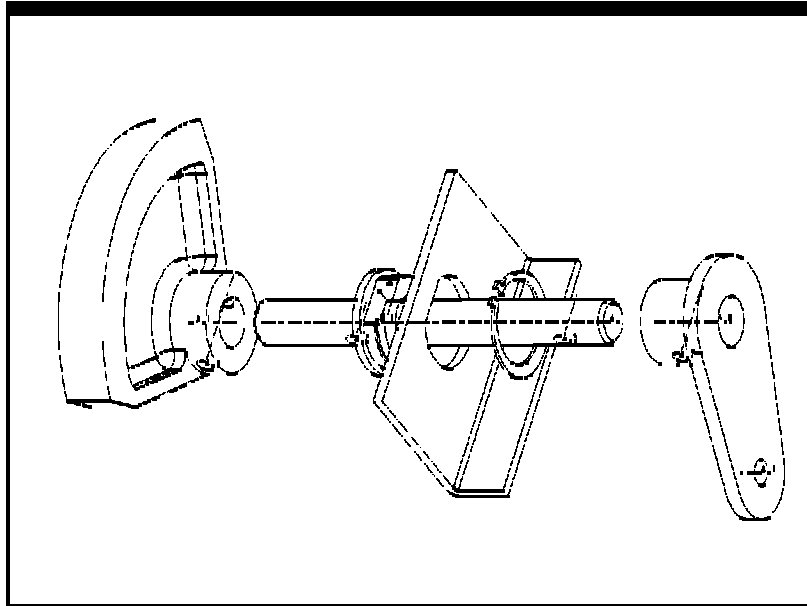


그림 10. 분해된 조립체

**STEP 1)**

브래킷(bracket), 부시(bushing) 및 스냅링(snap ring)으로부터 부조립체를 조립한다. 이 조립체는 최상위 조립체(top level assembly)의 부조립체가 된다. 일단 이들 파트들을 조립하고나면, INFO 메뉴의 **Global Interference** 명령을 이용하여 침새(interference)를 확인한다. GLOBAL SETUP 메뉴에서 **Info, Measure, Clear/Intf, Global Intf, Done/Return** 을 선택하면 된다. 메시지 창에 체적단위의 침새가 나타난다.

<b>Info</b>	<b>MAIN</b>
<b>Measure</b>	<b>INFO</b>
<b>Clear/Intf</b>	<b>MEASURE</b>
<b>Global Intf</b>	<b>Clear/Intf</b>
<b>Done/Return</b>	<b>GLOBAL SETUP</b>

**STEP 2)**

최상위 조립체(Top level assembly)를 조립한다. 이것의 컴포넌트들은 기어, 축, 크랭크, 기준 부조립체(base sub-assembly) 이다.

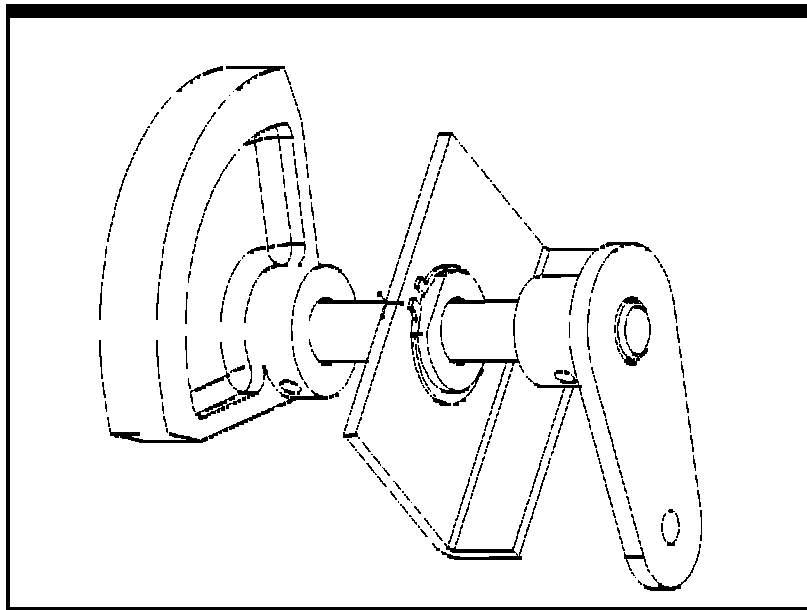


그림 11. 분해되지 않은 조립체

**STEP 3)**

**View, Cosmetic, Explode** 를 선택하여 분해도(exploded view)를 만들고 원하는 분해도 설정값(exploded value)으로 수정한다.

<b>View</b>	<b>MAIN</b>
<b>Cosmetic</b>	<b>MAIN VIEW</b>
<b>Explode</b>	<b>COSM VIEW</b>
<b>Explode State</b>	<b>ASSEMBLY</b>
<b>Redefine</b>	<b>EXPLD STATE</b>
<b>Done</b>	<b>SEL STATE</b>
<b>Position</b>	<b>MOD EXPLODE</b>
<b>Entity/Edge,Translate</b>	<b>MTNPREF</b>
<b>Pick</b>	<b>GET SELECT</b>
<b>&lt; Pick &amp; Move 원하는 파트 &gt;</b>	



**STEP 4)**

**Info, BOM** 을 선택하여 재료목록(bill of material)을 생성한다.

<b>Info</b>	<b>MAIN</b>
<b>BOM</b>	<b>INFO</b>
< q > ↵	

**STEP 5)**

L-bracket 의 높이를 25 에서 45 로 **Modify** 시킨다음 **Regenerate, Automatic** 을 실행한다. 이 변경사항은 L-bracket 이 사용된 모든 곳에 반영되며 이것은 완전 연관성(Full associativity)을 보여준다.

<b>Modify</b>	<b>ASSEMBLY</b>
<b>Mod Part</b>	<b>ASSEM MODE</b>
< Pick L-Bracket >	
<b>Value</b>	<b>MODIFY</b>
<b>Pick</b>	<b>GET SELECT</b>
< Pick L-Bracket >	
< Pick 25.00 >	
< 45 > ↵	
<b>Regenerate</b>	<b>MODIFY PART</b>
<b>Done</b>	

## 부조립체 만들기

완성된 BASE 부조립체는 그림 12을 참고한다.

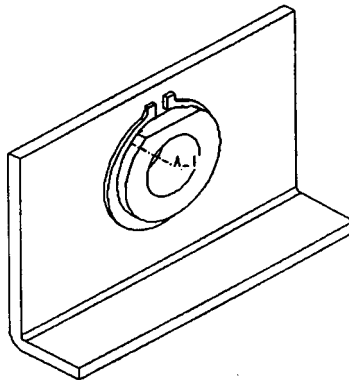


그림 12. 완성된 **BASE** 부조립체

우선, 조립할 두 파트를 불러낸다:

**STEP 1)**

MODE 메뉴에서 **Assembly** 를 선택하고 [BASE]라는 조립체를 만든다.

<b>Assembly</b>	<b>MODE</b>
<b>Create</b>	<b>ENTERASSY</b>
<b>&lt; BASE &gt;</b>	

**STEP 2)**

**Component, Assemble** 을 차례로 선택하고 파트 이름으로 [BRACKET] 을 입력한다. 이 파트는 메인 창에 나타난다.

<b>Component</b>	<b>ASSEMBLY</b>
<b>Assemble</b>	<b>COMPONENT</b>
<b>&lt; BRACKET &gt;</b>	

주의: 이름을 묻는 메시지가 나타났을 때, 현재 디렉토리내의 파트 및 조립체의 메뉴 목록을 얻으려면 **< ? >** 를 입력한다.

**STEP 3)**

**Assemble** 을 다시 선택하고 파트 이름으로 [BUSHING] 을 입력한다. 이 파트는 **COMPONENT PLACEMENT** 창과 함께 오른쪽 구석 상단의 **COMPONENT** 창에 나타난다.

<b>Assemble</b>	<b>COMPONENT</b>
<b>&lt; BUSHING &gt;</b>	

각각의 파트에 대한 조립체 구속조건 피킹(picking)은 그림 13을 참고한다.

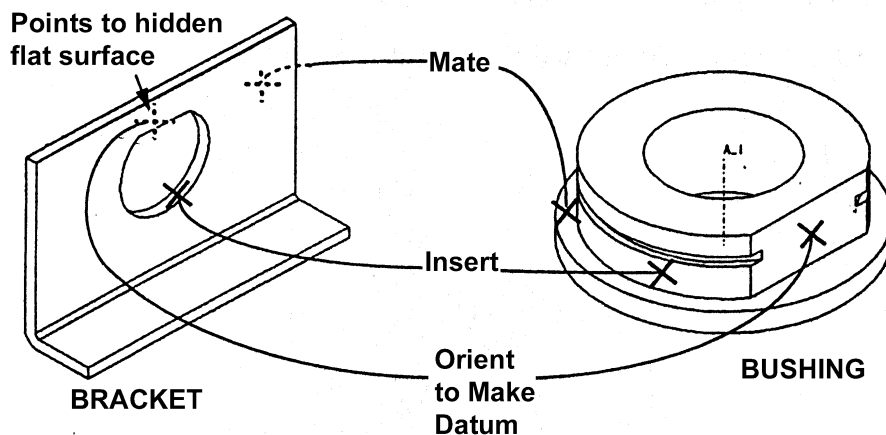


그림 13. BRACKET 과 BUSHING 파트사이의 조립 구속조건

파트들에 구속조건을 적용하여 조립한다.

#### STEP 4)

PLACE 메뉴에서 **Insert** 를 선택한다. **BUSHING** 파트의 바깥쪽 원통면을 피킹하고 나서 **BRACKET** 파트상의 홈(slot)의 안쪽 회전면을 피킹한다. 메인 창의 뒤에서 팝업하는 Component 창을 주목한다. Component Placement 창을 팝업시키려면 창의 경계를 왼쪽 마우스버튼으로 클릭한다. 창이 자동으로 갱신되었음을 알 수 있다. 이것은 첫번째 배치 구속조건이 INSERT 이고, 컴포넌트 관계식 및 조립 관계식에 대한 곡면을 선택했음을 가리킨다. 오프셋 값은 0.000 이다. 또한 상태 메시지에 완전 구속되지 않았다고 나타나있음에 주목한다. 왼쪽 마우스 버튼을 클릭하여 Component 창을 팝업시킨다.

<b>Insert</b>	<b>PLACE</b>
<b>Pick</b>	<b>GET SELECT</b>
<Pick <b>BUSHING</b> 의 바깥쪽 원통면>	
<Pick <b>BRACKET</b> 의 안쪽 회전면 >	

#### STEP 5)

**Mate** 를 선택하고 **BUSHING** 의 편평한 플랜지 면과 **BRACKET** 의 뒷면을 조립한다. Component Placement 창을 팝업시켜 갱신되었음을 확인한다. “componet is fully constraiend and can be placed” 이란 상태메시지가 나타난다. COMP PLAC 메뉴의 **Show Placemnt** 기능이 더 이상 회색으로 표시되지 않음을 주목한다. COMP PLAC 메뉴에서 **Show Placemnt** 를 선택하여 **BUSHING** 의 방향(orientation)을 표시한다. 정확한 **BUSHING** 의 방향을 정하려면 또하나의 배치 구속조건을 추가해야 한다.

<b>Mate</b>	<b>PLACE</b>
<b>Pick</b>	<b>GET SELECT</b>
<Pick <b>BUSHING</b> 의 플랜지 평면 >	
<b>Query Sel</b>	<b>GET SELECT</b>
<Pick <b>BRACKET</b> 의 뒷면 >	
<b>Accept</b>	<b>CONFIRM</b>
<b>Show Placemnt</b>	<b>COMP PLAC</b>

#### STEP 6)

**BUSHING** 을 D-모양의 홈(slot)에 정확하게 맞추기위해, COMP PLAC 메뉴에서 **Add Constrnt** 를 선택하고, PLACE 메뉴에서 **Orient** 를 선택하여 **BUSHING** 의 편평한 부분을 클릭한다. 조립되었을때 면이 위쪽을 향하게 해야 하므로, D-홈의 위쪽을

선택하면 안된다(위쪽면의 수직(normal)방향이 아래쪽을 향하므로). 나중의 설계 변경에 대비하여 D-홈의 면과 평행하지 않은 브래킷(bracket)의 제일 윗면을 선택할 수 있다. 기존 평면을 가지고 곡면의 수직방향(normal)과 면하는(face) 방향을 조정할 수 있다. Make Datum 을 선택하고 D-홈의 위쪽을 통과하는(Through) 기준면을 만든다. Query Sel 을 이용하여 올바른 평면을 선택하고 Accept 를 선택한다. 통과하는(Through) 평면은 유일한 구속조건이므로 기준면은 완전 구속된다.

DATUM PLANE 메뉴에서 Done 을 선택하고 프롬프트를 주의해서 읽어본다. 부시(bushing)의 편평한 면이 위쪽을 향하기를 원했으므로, 노란색을 뜻하는 된 화살표가 아래쪽을 향하고 있으므로 Red 를 선택한다.

<b>Add Contrnt</b>	<b>COMP PLAC</b>
<b>Orient</b>	<b>PLACE</b>
<i>&lt; Pick BUSHING 의 편평한 부분 &gt;</i>	
<b>Make Datum</b>	<b>SEL/MAKE DAT</b>
<b>Through</b>	<b>DATUM PLANE</b>
<b>Query Sel</b>	<b>GET SELECT</b>
<i>&lt; Pick D-홈의 편평한 부분 &gt;</i>	
<b>Accept</b>	<b>CONFIRM</b>
<b>Done</b>	<b>DATUM PLANE</b>
<b>Red</b>	<b>DTM ORIENT</b>

*이제 조립체 구속조건을 마친다:*

### STEP 7)

COMP PLAC 메뉴에서 Show Placement 선택하여 bushing 파트가 배치될 형태를 본다. 배치가 제대로 되었다면 Done 을 선택하고 Repaint 를 선택한다.

<b>Show Placemnt</b>	<b>COMP PLAC</b>
<b>Done</b>	<b>COMP PLAC</b>
<b>View</b>	<b>MAIN</b>
<b>Repaint</b>	<b>MAIN VIEW</b>

*다음 컴포넌트를 조립한다:*

### STEP 8)

Assemble 을 선택하고 파트 이름으로 [RING]을 입력한다. 각각의 컴포넌트에 대한 조립체 구속조건 피킹(picking)은 그림 14을 참고한다.

<b>Assemble</b>	<b>COMPONENT</b>
-----------------	------------------

&lt; RING &gt;

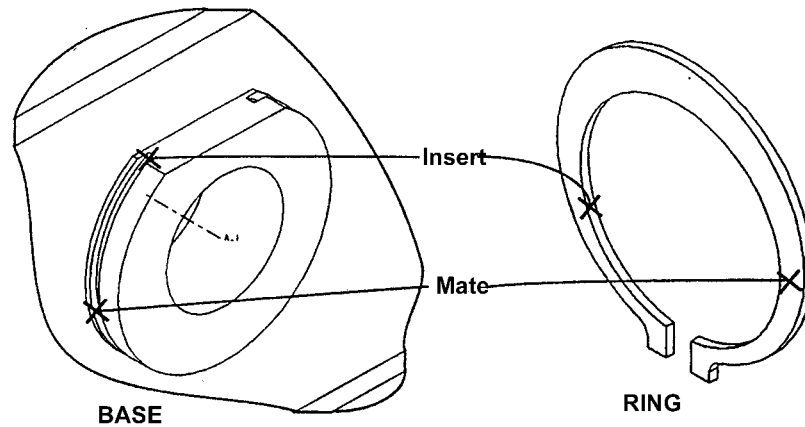


그림 14. BASE 와 RING 의 조립을 위한 구속조건

**STEP 9)**

**Insert** 를 선택하고 그림과 같이 두 회전면을 피킹한다.

**Insert** **PLACE**

<Pick RING 의 회전면>

<Pick BASE 의 회전면>

**STEP 10)**

**Mate** 를 선택하고 위와 같이 두 평면을 피킹한다. (홈의 앞쪽)

**Mate** **PLACE**

<Pick RING 의 바깥면 >

<Pick BASE 의 홈이 파인 부분중 앞면 >

**STEP 11)**

**Orient** 를 이용하여 RING 의 탭의 위치를 정한다.

**Orient** **PLACE**

<Pick RING 의 탭면>

<Pick BUSHING 의 편평한면>

**STEP 12)**

COMP PLAC 메뉴의 Show Placemnt 명령을 이용하여 조립이 제대로 되었는지 확인한다. 제대로 되지 않았으면 COMP PLAC 메뉴의 **Del Constrnt** 및 **RedoConstrnt** 를

이용하여 문제점을 고친다

**Show Placemnt**

**COMP PLAC.**

### STEP 13)

**Done** 을 선택하여 컴포넌트를 조립한다. 부조립체를 저장하고 메인 창을 깨끗이 지운다.(Quit Window)

<b>Done</b>	
<b>Dbms</b>	<b>MAIN</b>
<b>Save</b>	<b>DBMS</b>
<b>&lt; BASE.asm &gt;</b>	
<b>Quit Window</b>	<b>MAIN</b>

다음으로, 기존 부조립체 및 나머지 세 파트로 이루어진 새로운 조립체를 만든다.  
(완전한 조립체의 분해도 및 조립도에 대해서는 그림 10, 그림 11을 참고한다)

### STEP 14)

**Mode,Assembly,Create** 를 차례로 선택하여 [MACHINE]이라는 조립체를 만든다.

<b>Mode</b>	<b>MAIN</b>
<b>Assembly</b>	<b>MODE</b>
<b>Create</b>	<b>ENTERASSY</b>
<b>&lt; MACHINE &gt;</b>	

### STEP 15)

**Component** 를 선택하고 [BASE] 란 부조립체를 조립한다. 그 다음 [SHAFT] 파트를 조립한다. 각각의 컴포넌트에 대한 조립체 구속조건 피킹은 그림 15을 참고한다.

<b>Component</b>	<b>ASSEMBLY</b>
<b>Assemble</b>	<b>COMPONENT</b>
<b>&lt; BASE &gt;</b>	
<b>Assemble</b>	<b>COMPONENT</b>
<b>&lt; SHAFT &gt;</b>	

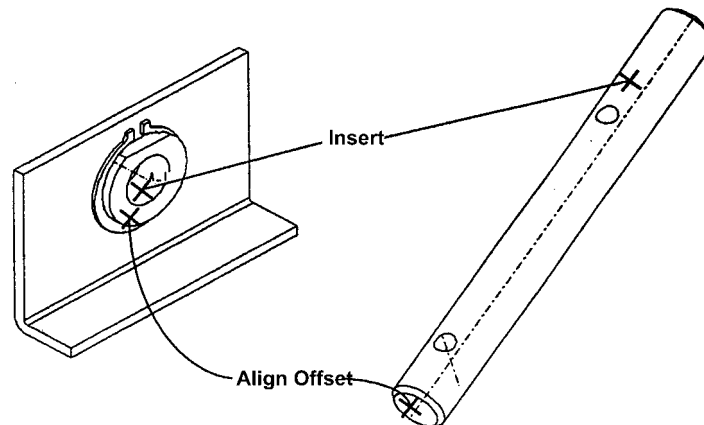


그림 15. BASE 와 SHAFT 사이의 조립 구속조건

**STEP 16)**

SHAFT 를 BUSHING 의 구멍에 **Insert** 한다.

**Insert PLACE**

< *Pick* SHAFT 의 회전면 >

< *Pick* BASE 의 안쪽회전면 >

**STEP 17)**

SHAFT 에서 구멍에 더 가까운 쪽의 끝과 **BUSHING** 파트의 앞면과 [60]만큼 **Align Offset** 시킨다.

**Align Offset PLACE**

< *Pick* SHAFT 에서 구멍과 더 가까운쪽의 끝면 >

< *Pick* BUSHING 의 앞면 >

< 60 > ↵

**Done COMP PLAC**

*CRANK* 파트를 조립체에 추가한다. 각각의 컴포넌트에 대한 조립체 구속조건 피킹은 그림 16를 참고한다.

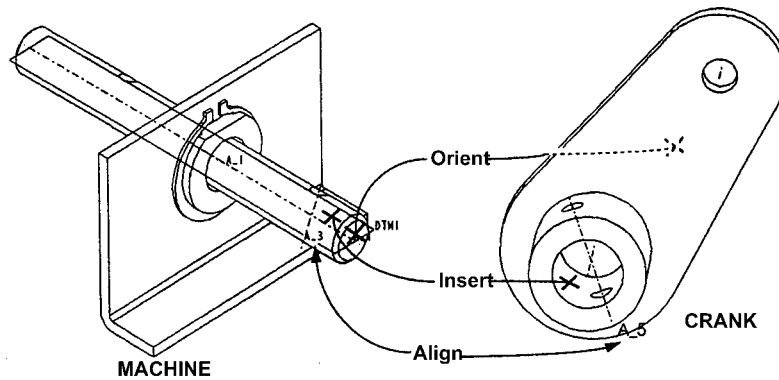


그림 16. MACHINE 과 CRANK 의 조립

**STEP 18)**

CRANK 파트를 Assemble 한다.

**Assemble** **COMPONENT**  
 < CRANK > ↵

**STEP 19)**

CRANK 를 SHAFT 에 Insert 시킨다.

**Insert** **PLACE**  
 < Pick CRANK 의 안쪽 회전면 >  
 < Pick MACHINE SHAFT 의 바깥쪽 회전면 >

**STEP 20)**

축을 피킹하는 방법으로 CRANK 의 작은 구멍을 SHAFT 의 작은 구멍에 Align 시킨다.

**Align** **PLACE**  
 < Pick CRANK 의 축 >  
 < Pick MACHINE SHAFT 의 축 >

**STEP 21)**

CRANK 의 뒤쪽면과 SHAFT 의 끝을 Orient 시킨다.

**Orient** **PLACE**  
 < Pick CRANK 의 뒷면 >  
 < Pick MACHINE SHAFT 의 앞쪽 끝면 >



**Done****COMP PLAC***조립을 마친다:***STEP 22)**

**CRANK** 파트에 사용된 조건들과 같은 구속조건을 이용하여 **GEAR** 파트를 조립체에 조립하고 최종 조립체를 저장한다.

**Assemble****COMPONENT**< **GEAR** > ↵**Insert****PLACE**< *Pick* **GEAR** 의 안쪽 회전면 >< *Pick* **MACHINE SHAFT** 의 바깥쪽 회전면 >**Align****PLACE**< *Pick* **GEAR** 의 축 >< *Pick* **MACHINE SHAFT** 의 축 >**Orient****PLACE**< *Pick* **GEAR** 의 앞면 >< *Pick* **MACHINE SHAFT** 의 앞쪽 끝면 >**Done**