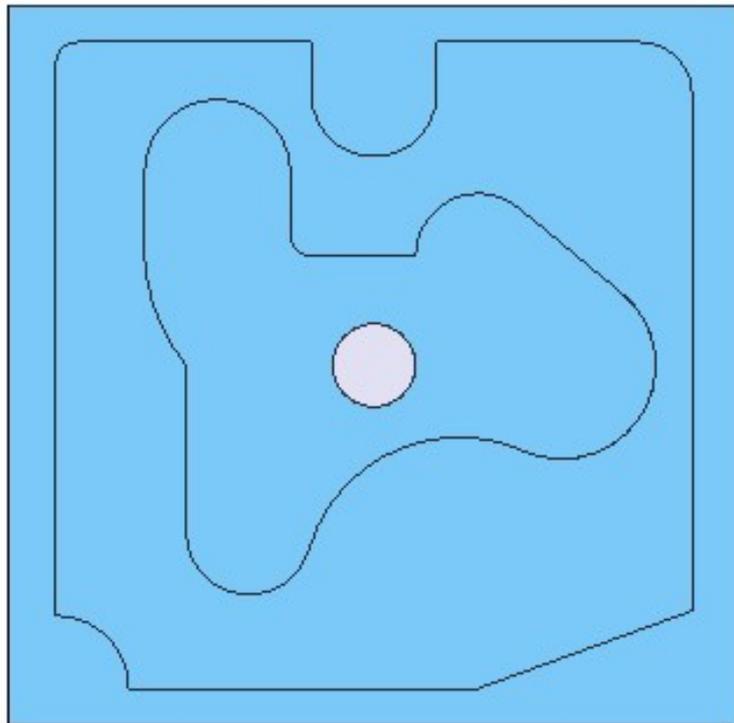


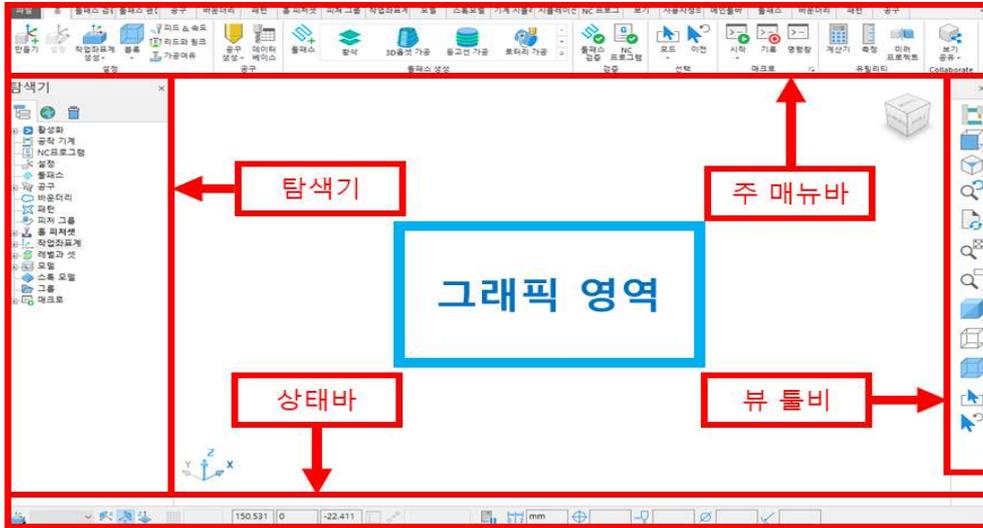
파워밀을 이용한 컴퓨터응용밀링기능사  
실기도면 CAD/CAM 작업 따라하기



한국델캠(주)

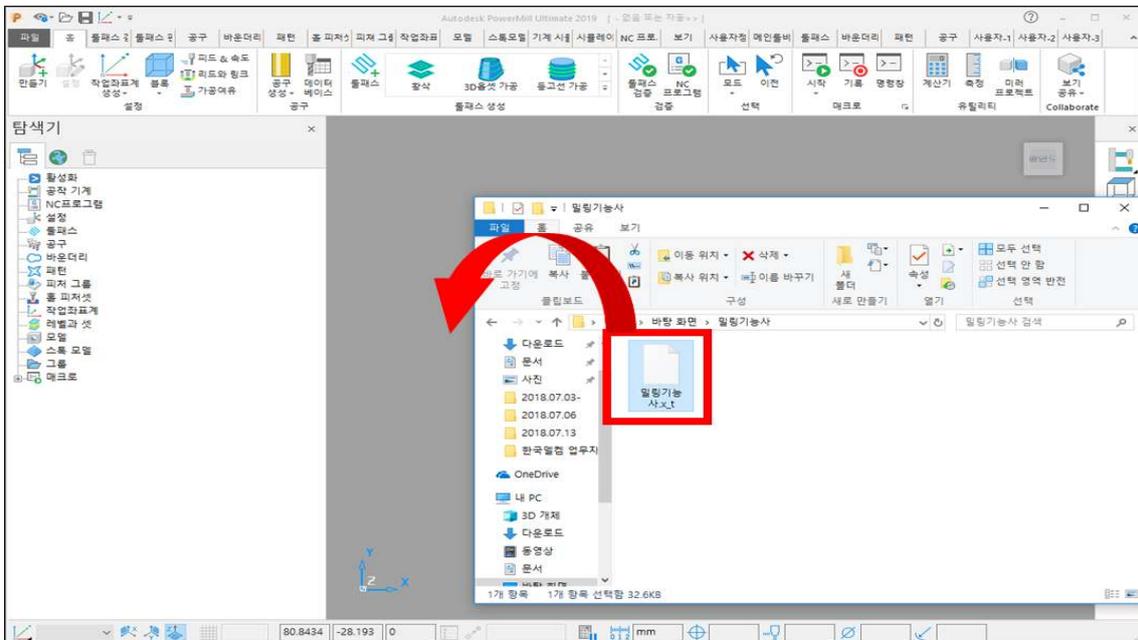
# 컴퓨터응용 밀링 기능사 실기 도면 CAM 작업

\* 지금부터 밀링기능사의 모델을 가지고 Autodesk PowerMILL을 이용하여 작업하도록 한다.  
(PowerMILL은 2018버전부터 UI형태가 아래와 같이 변경되었음을 유의하자.)



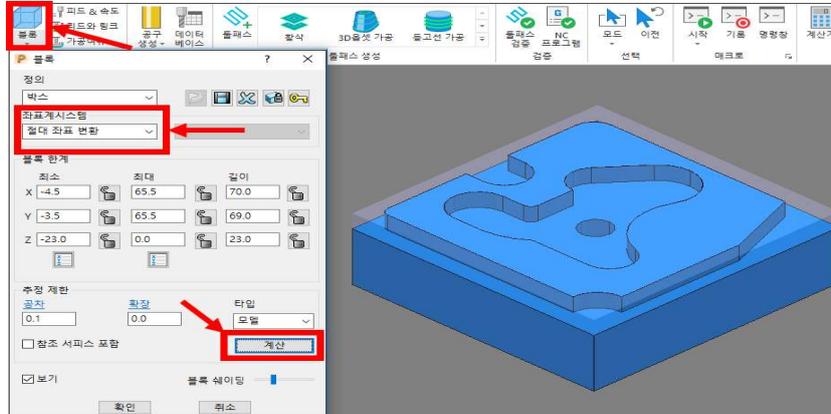
## 1. 모델 불러오기

모델 불러오기 방식은 아래 그림과 같이 해당 모델을 그래픽영역으로 끌어온다.



## 2. 블록 설정하기

- ① 블록 아이콘(  )을 누르면 블록 설정 창이 나온다.
- ② 좌표계 시스템을 '절대 좌표 변환' 또는 '절대 좌표 이동'으로 설정한다.
- ③ 계산을 눌러서 기본 블록을 설정한다.



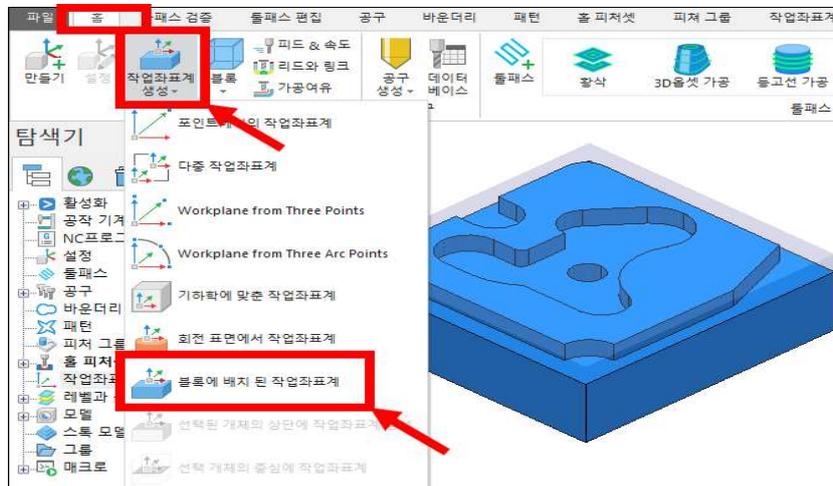
### 참고 1

블록(가공소재)에서 계산 이전에 반드시 '절대 좌표 변환'으로 바꿔준다. 기존에 있던 '활성 작업좌표계'로 설정되어 있으면 블록 이후에 생성한 작업좌표계를 활성화 하면 블록이 이동되는 현상이 나타난다.

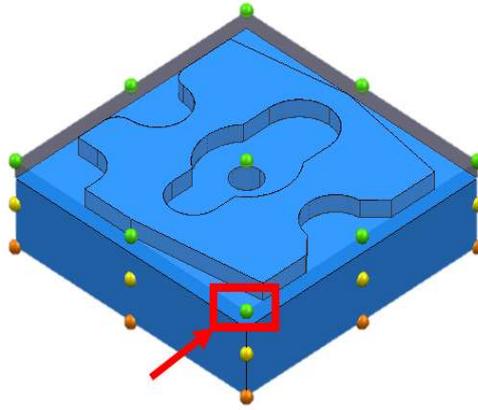
## 3. 작업 좌표계 만들기

### 1)블록을 이용한 작업좌표계 설정

- ① 홈'으로 들어가 '작업좌표계 생성'의 세부목록을 열어 '블록에 배치 된 작업 좌표계를 클릭한다.



② 작업좌표계가 있어야 할 점을 클릭하여 작업좌표계를 만든다.



③ 업좌표계(Post)가 만들어졌으면 작업좌표계를 활성화 시킨다.



## 참고

작업 좌표계: 작업좌표계 부분은 가공데이터 추출 시 툴패스에서의 공구 이동경로의 X, Y, Z 값의 기준척도가 된다. 따라서 반드시 생성하는 것이 중요하다.

또한 툴패스 작업 시 탐색기 영역에 활성화 되어있는 목록을 그대로 설정하여 들어오기 때문에 반드시 주의하여야 한다.

① 피드 & 속도

- 적절한 회전속도는 공구 수명, 가공 면의 정도, 가공 능률에 중대한 영향을 주며 엔드밀이 충분한 성능을 발휘할 수 있게 한다. 급격한 마모로 인한 수명 단축은, 가공 능률 저하, 가공면 조도 불량 시 절삭 조건을 적절하게 설정하여 적용해야 한다.
- 절삭조건에는 크게 3가지 조건을 알아야 한다.

1)

$$N = \frac{1000V}{\pi D}$$

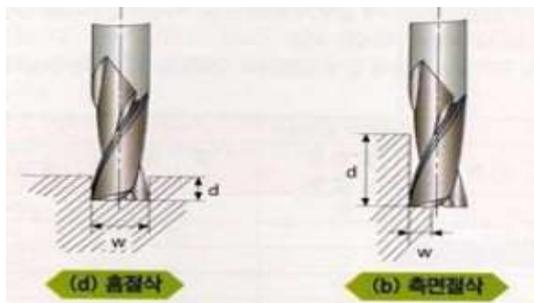
- ㉠ N: 회전수
- ㉡ V: 절삭 속도 (mm/min)
- ㉢ D: 엔드밀의 직경 (mm)

2)

$$f = f_t \cdot z \cdot n$$

- ㉠  $f$ : 이송속도 (mm/min)
- ㉡  $f_t$ : 잇날 한개당 이송량(mm/tooth)
- ㉢  $z$ : 날수 (tooth)
- ㉣  $n$ : 회전수

3) ( )



㉠  $d = 0.15L$  (홀 절삭)

㉡  $d = 0.15D^2$  (측벽절삭)

#### 4. 공구 만들기

다음 공구표를 보고 4가지 공구를 생성한다.

| 공구이름(공구 종류)     | 지름       | 공구번호 | 가공조건 (플런지 속도 100) |              |
|-----------------|----------|------|-------------------|--------------|
|                 |          |      | 회전수[rpm]          | 절삭피드[mm/min] |
| 페이스 커터<br>(엔드밀) | 100      | 1    | 1000              | 100          |
| 센터드릴(드릴)        | 3        | 2    | 900               | 90           |
| 드릴(드릴)          | 8        | 3    | 900               | 90           |
| 엔드밀(엔드밀)        | 10(9.98) | 4    | 황삭: 900           | 90           |
|                 |          |      | 정삭: 1200          | 120          |

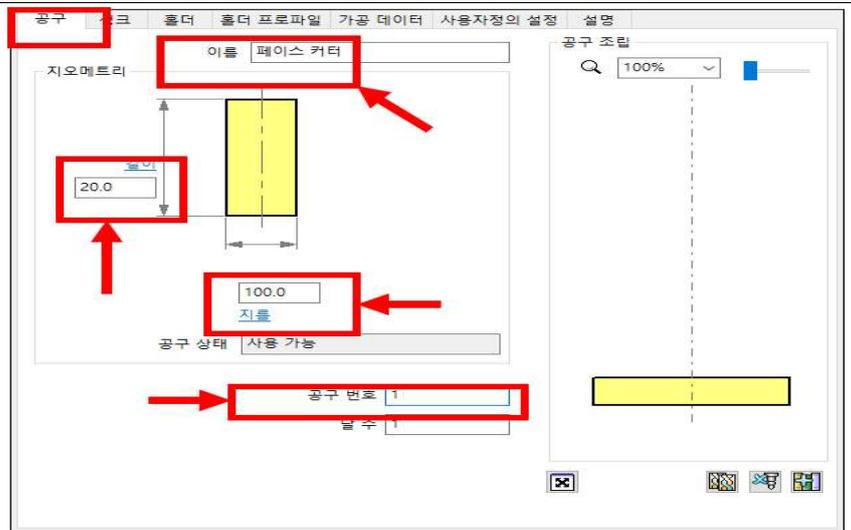
① 아래 그림과 같이 공구목록에서 엔드밀을 선택한다.



#### 페이스 커터 (F100)

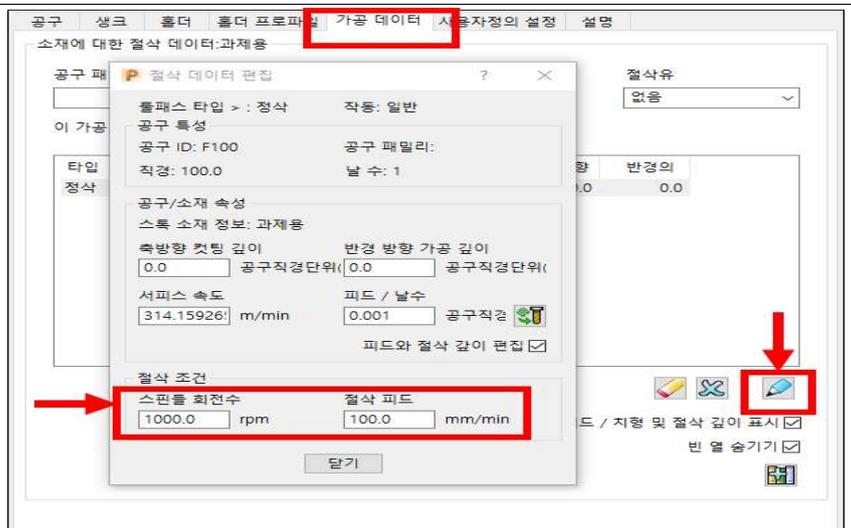
##### 1. 공구정보 입력

- ㉠ '공구' 클릭
- ㉢ 이름: 페이스커터
- ㉣ 길이: 20
- ㉤ 지름: 100
- ㉥ 공구번호: 1



##### 2. 가공데이터 입력

- ㉠ '가공데이터' 클릭
- ㉢ '연필'아이콘' 클릭
- ㉣ 스피들 회전수(공구회전수): 1000
- ㉤ 절삭 피드: 100



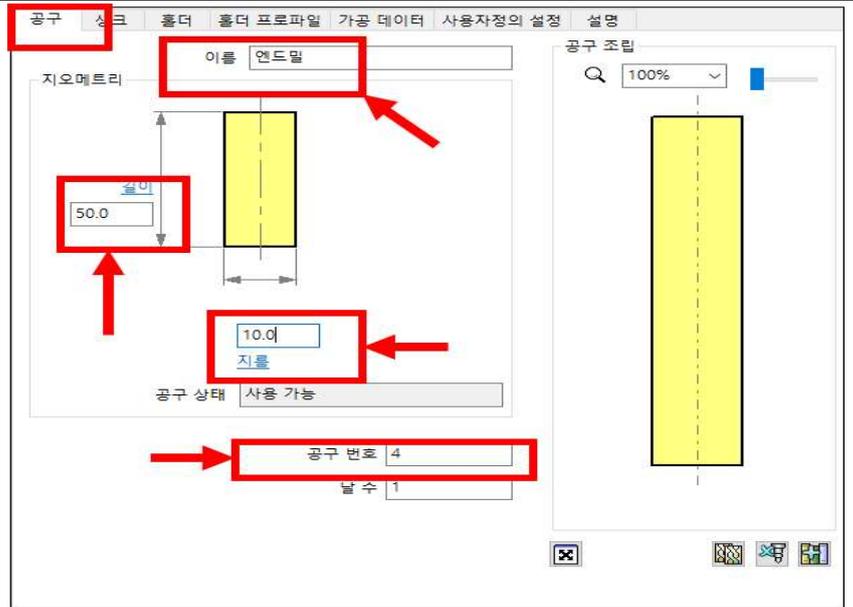
② 다시한번 '엔드밀' 아이콘을 클릭한다.



### 엔드밀(F10)

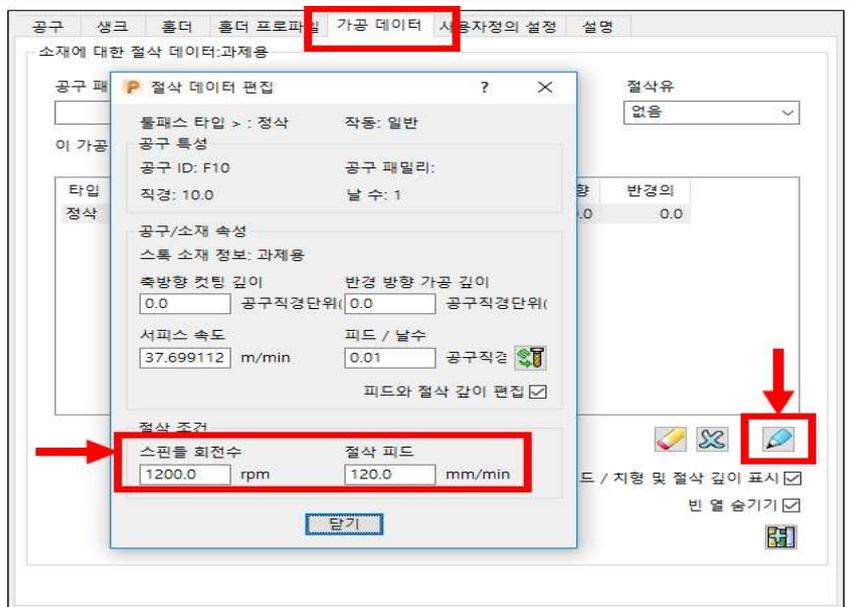
#### 1. 공구정보 입력

- ㉠ '공구' 클릭
- ㉢ 이름: 엔드밀
- ㉣ 길이: 50
- ㉤ 지름: 10
- ㉥ 공구번호: 4



#### 2. 가공데이터 입력

- ㉠ '가공데이터' 클릭
- ㉢ '연필'아이콘' 클릭
- ㉣ 스피들 회전수(공구회전수): 1200
- ㉤ 절삭 피드: 120



③ 홀가공에 필요한 드릴공구를 선택한다.



### 센터드릴(드릴)

#### 1. 공구정보 입력

㉠ '공구' 클릭

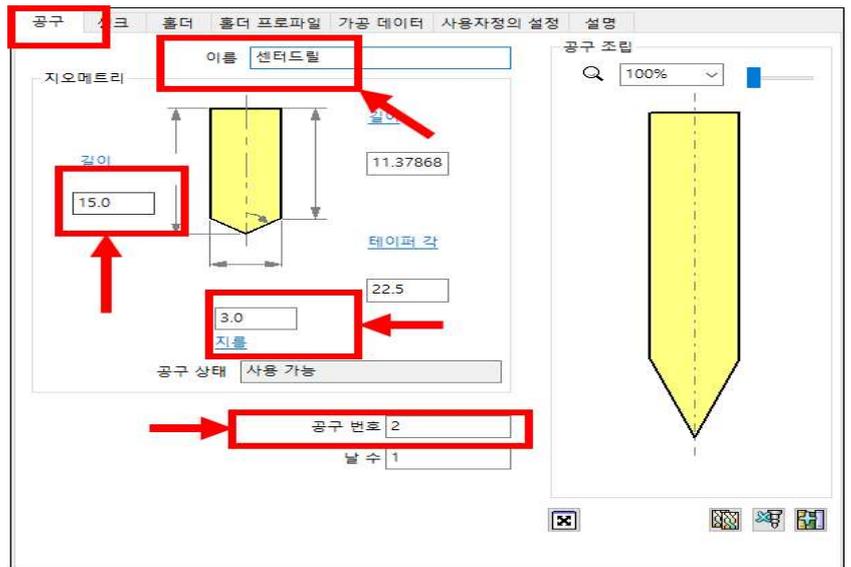
㉢ 이름: 센터드릴

㉣ 길이: 40

㉤ 지름: 8

㉥ 공구번호: 2

※ 테이퍼각 : 22.5



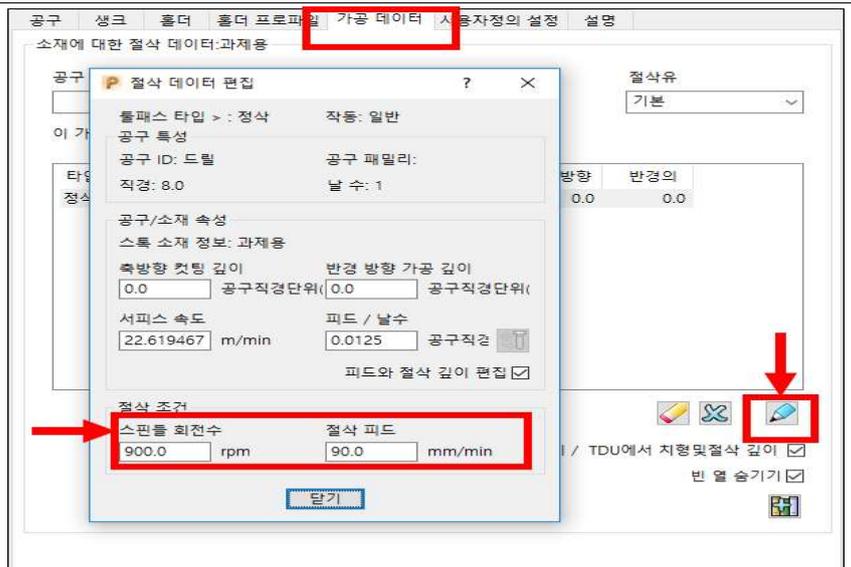
#### 2. 가공데이터 입력

㉠ '가공데이터' 클릭

㉢ '연필'아이콘' 클릭

㉣ 스피들 회전수(공구회전수): 900

㉤ 절삭 피드: 90



④ 다시 한번 '드릴' 아이콘을 클릭한다.



## 드릴(드릴)

### 1. 공구정보 입력

㉠ '공구' 클릭

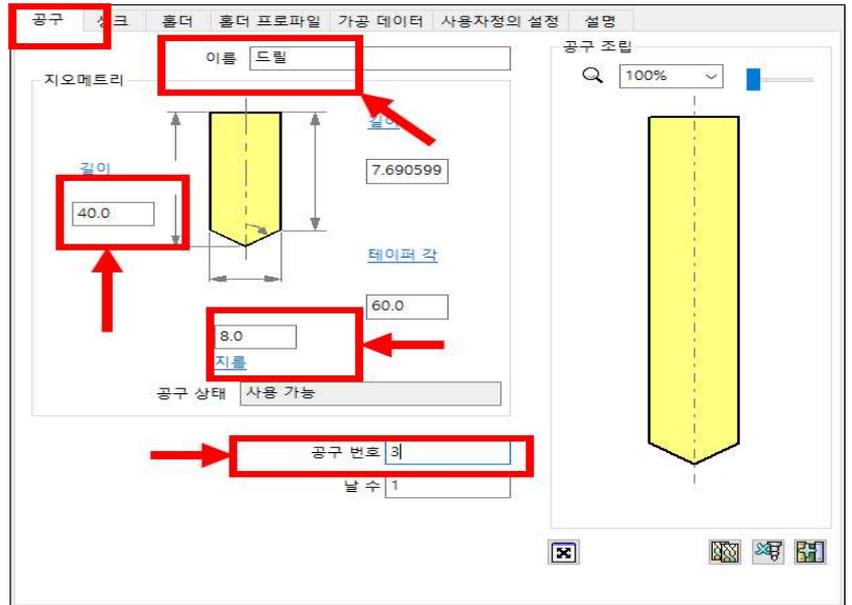
㉢ 이름: 센터드릴

㉣ 길이: 20

㉤ 지름: 100

㉥ 공구번호: 3

※ 테이퍼각: 60



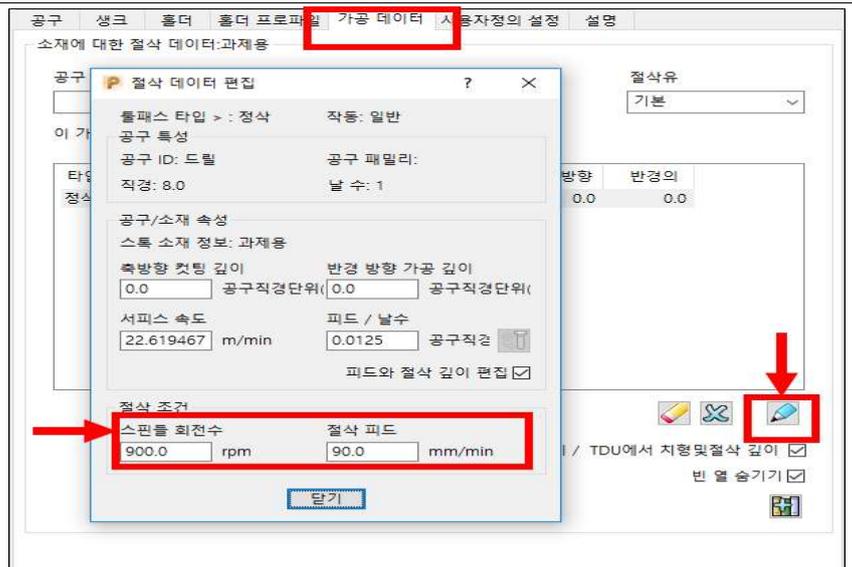
### 2. 가공데이터 입력

㉠ '가공데이터' 클릭

㉢ '연필'아이콘' 클릭

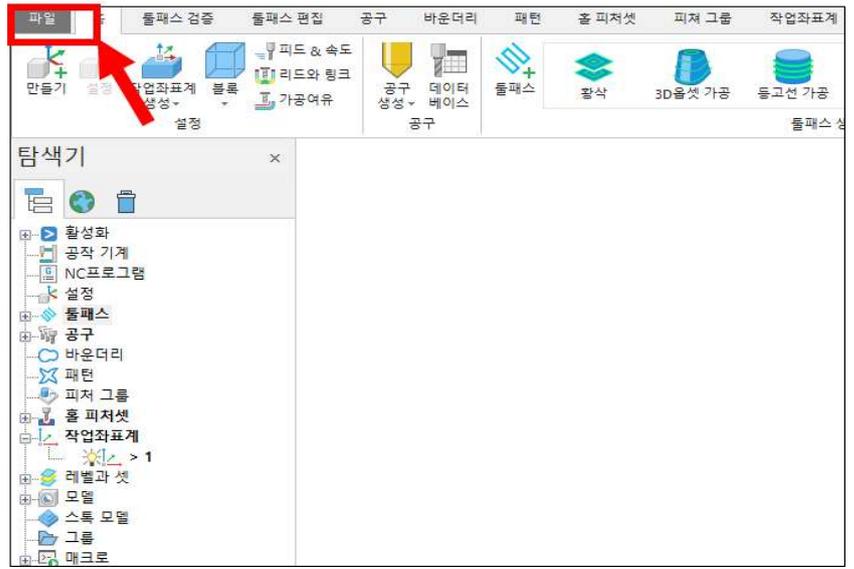
㉣ 스피들 회전수(공구회전수): 900

㉤ 절삭 피드: 20



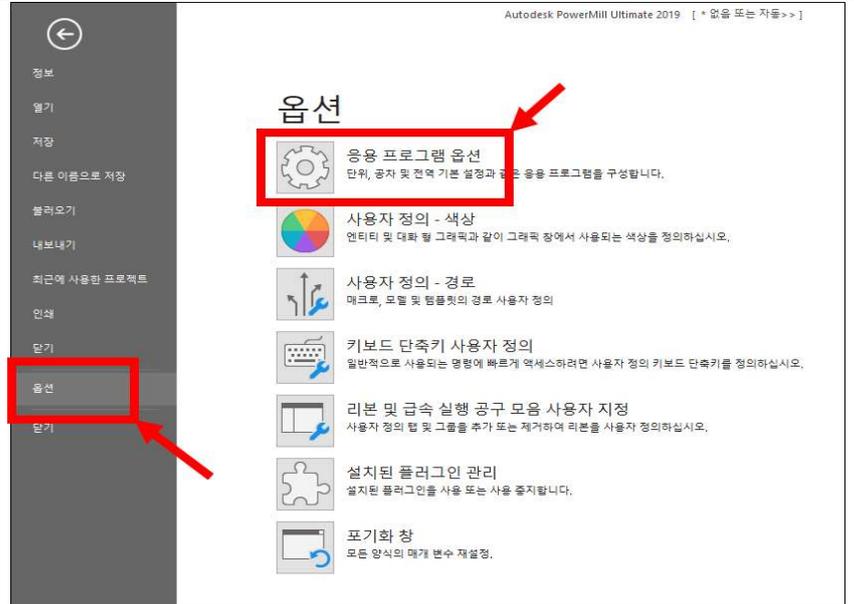
※ 공구를 생성 후 입력한 가공데이터를 툴패스 작업에서 바로 불러오도록 옵션값을 설정한다.

① 주 메뉴 바에 '파일'을 클릭한다.



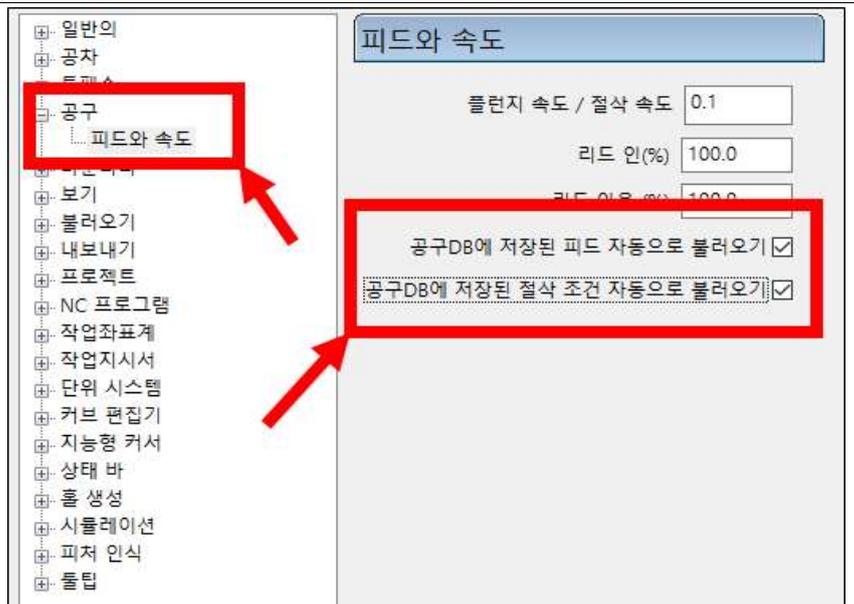
② '옵션' 클릭

③ '응용 프로그램 옵션' 클릭



④ '공구'세부목록에 '피드와 속도' 클릭

⑤ 두 가지 체크 설정창에 모두 설정 후 '확인'버튼을 클릭한다.



## 5. 안전높이계산 (필수사항!)

실제 가공에서 공구의 시작위치는 매우 중요하다. 안전높이를 주지 않을 경우 급속이송으로 특정 부분으로 공구가 이동하다가 가공소재와 충돌 우려가 있다. 이를 피하기 위해 각각의 공구를 생성 후 반드시 급송이송 높이에서 안전높이30, 시작높이10으로 변경한다.

① 그림과 같이 홈 부분에서 '리드와 링크'를 클릭한다.



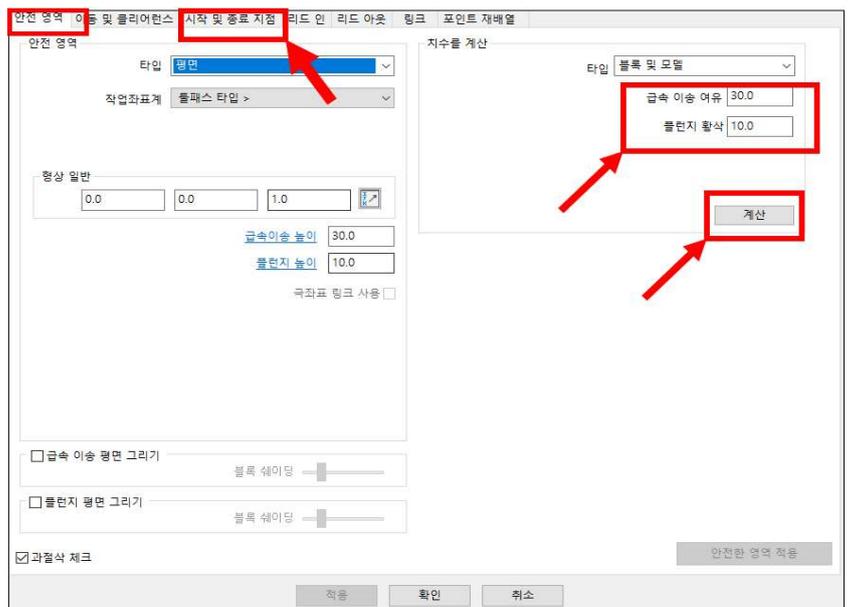
② 아래와 같이 값을 설정 후 계산뒤 적용 및 확인버튼을 누른다.

1. 공구정보 입력

㉠ 급속 이송 여유: 30

㉡ 플런지 황삭: 30

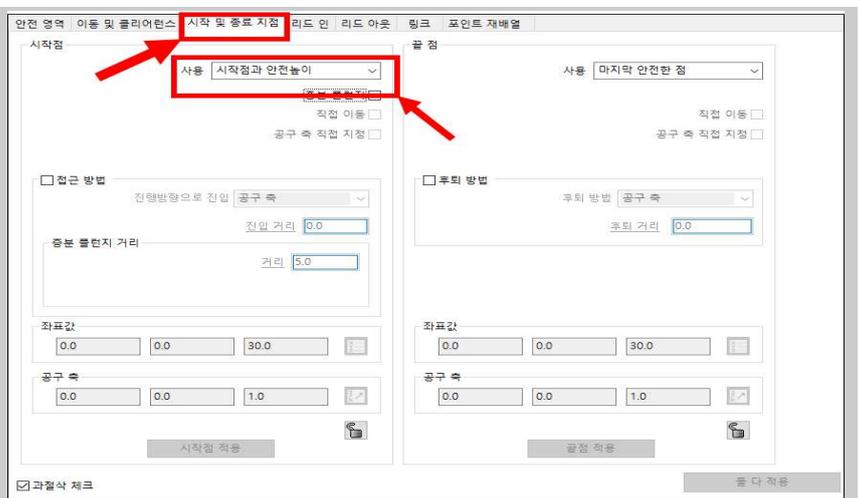
㉢ '시작 및 종료 지점'으로 이동



2. 시작 및 종료 지점

㉠ '시작 및 종료 지점'으로 이동

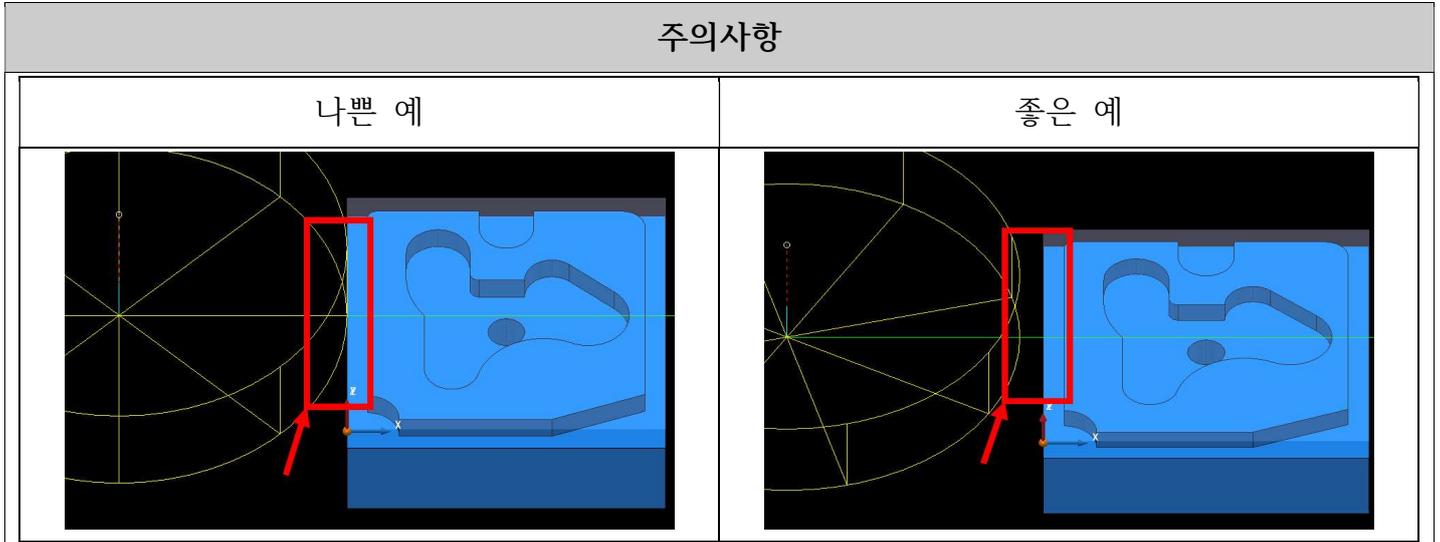
※ '시작점과 안전높이'로 변경 하게 되면 공구가 작업좌표계에서 안전높이만큼 올라간 상태로 툴패스작업이 진행된다.



※ 기본 설정이 끝났으면 공구별 가공 툴패스를 생성한다.

※ 먼저 실제 공작물의 크기가 PowerMILL 상에 있는 '블록(가공소재)'과 두께를 맞추기 위해 페이스 스커터를 이용하여 작업한다. (만약 두께가 정확히 맞춰 있다면 특별히 작업할 필요는 없다.)

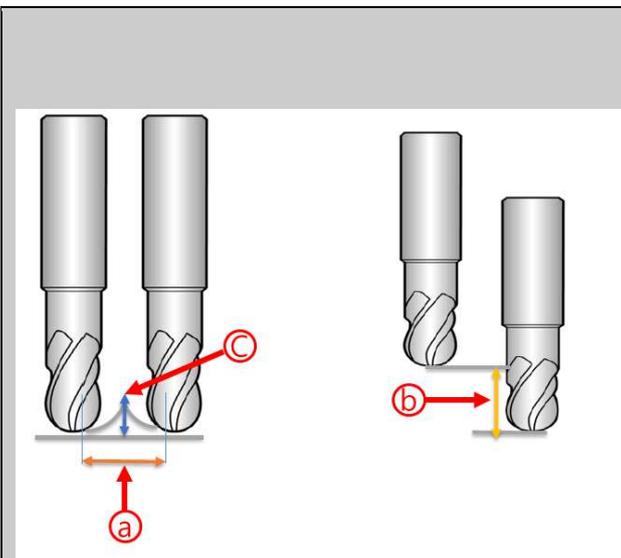
## 6. 페이스 밀링 툴패스 생성



✓ 위 그림은 페이스 밀링에서 가공 시뮬레이션 중 수직으로 내려왔을 때 나타나는 모습이다. 그림을 보게 되면 XY연장을 주지 않았을 때 가공소재의 측면에 맞아 떨어지면서 내려가는 현상을 볼 수 있는데 좀 더 안전하게 주기 위해 'XY연장'에 설정 값을 주어 연장토록 다.

## 참고

※ 툴패스 작업시 각 툴패스마다 설정창에 보면 크게 스텝오버, 스텝다운, 커슁, 공차, 상향, 하향 절삭등의 내용을 볼 수 있다. 각각 알아보도록 한다.



✓ 스텝오버 / 스텝다운 / 커슁

ⓐ 스텝오버 : X,Y 피치를 의미하며 가공경로와 가공경로 상의 거리를 의미

ⓑ 스텝다운 : 가공경로와 가공 경로 사이의 Z 절입량 즉 절삭 깊이를 의미

ⓒ 커슁 (  ) : 스텝오버나 스텝다운 사이 남아있는 소재를 말함, 주로 볼엔드밀(볼공구) 사용시 발생

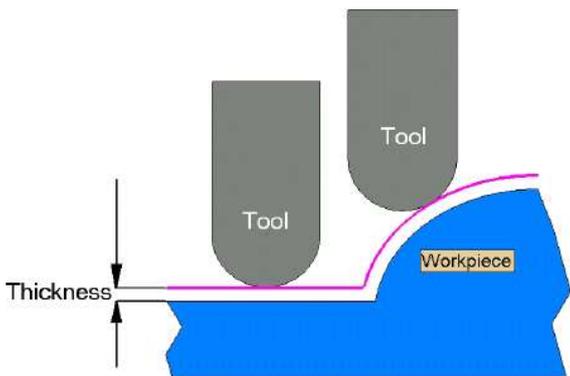
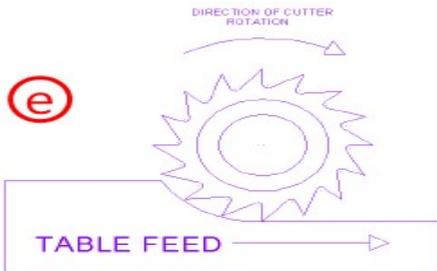
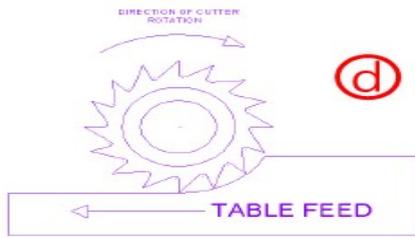
✓ 하향절삭 / 상향절삭

㉔ 하향

- 공구의 회전 방향과 테이블의 이송방향 이 같은 것을 의미, 일반적인 가공법
- 광택은 없으나, 저속의 이송에서는 회전 저항이 생기지 않아 매끄럽고 면이 고르다.

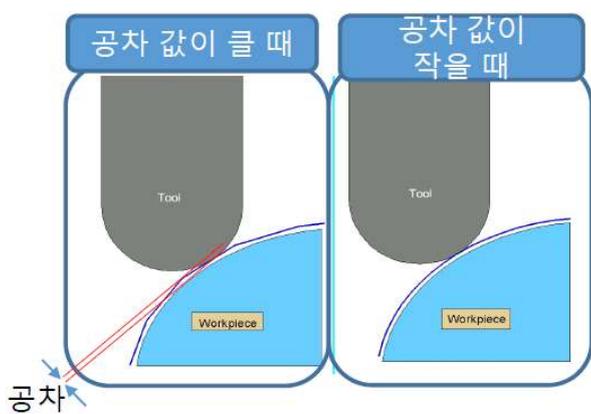
㉕ 상향

- 공구 회전 방향과 테이블의 이송 방향 이 반대인 것을 의미
- 광택면은 좋게 보이나, 상향의 힘에 의한 저항이 생겨 전체적으로 하향절삭보다 피니쉬 면이 좋지 않다.



✓ 가공여유

- 해당 톨패스에서 모델에 대해 얼마큼 남기고 가공할 것인지를 지정하는 것.

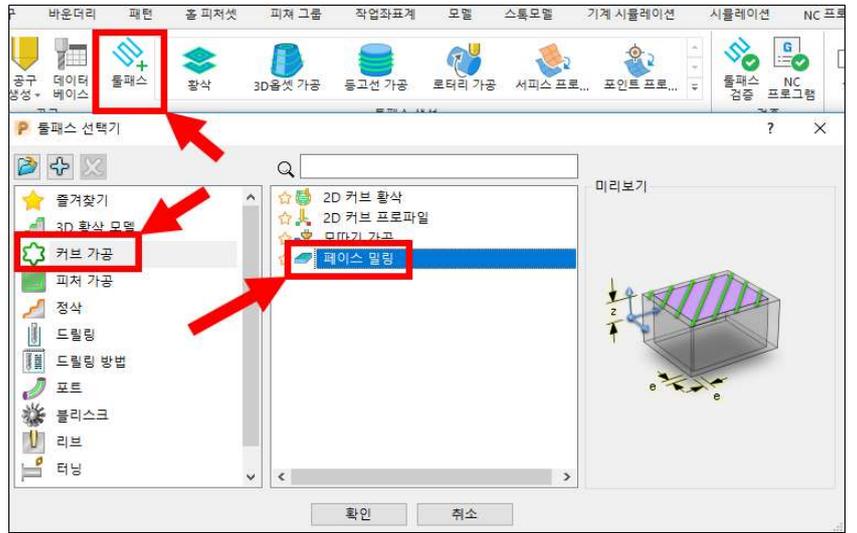


✓ 가공공차

- 모델가공시의 정밀도, 가공시 합격기준의 치수의 허용 최대값과 최소값의 차를 의미함.
- 작아질수록 정밀도는 높아지나 가공시간 및 계산시간은 오래 걸린다. 가공법에 따라 적절한 수치를 입력할 필요가 있다.

# 1. 툴패스 불러오기

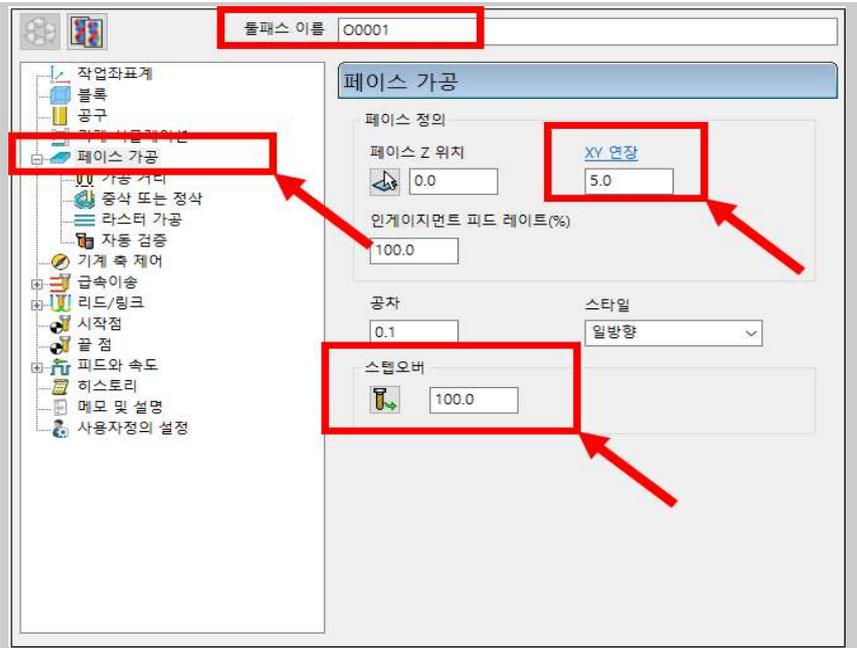
- ① '툴패스' 아이콘 클릭
- ② '커브 가공' 클릭
- ③ '페이스 밀링' 클릭



# 2. 설정값 입력

- ① 툴패스 이름: O0001
- ② XY 연장: 1.0
- ③ 스텝오버: 100

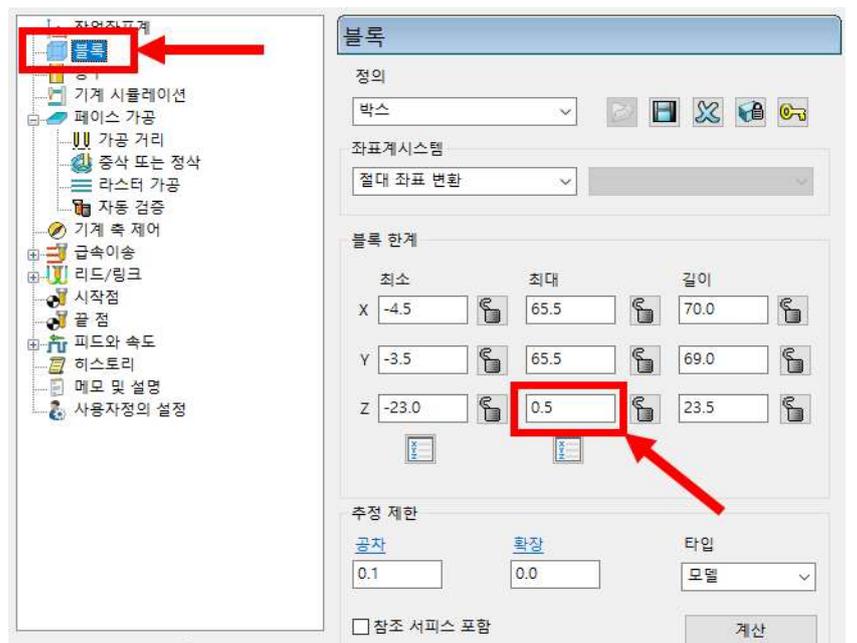
(XY연장의미 -> 10p 주의사항 참고)



# 3. 블록값 설정

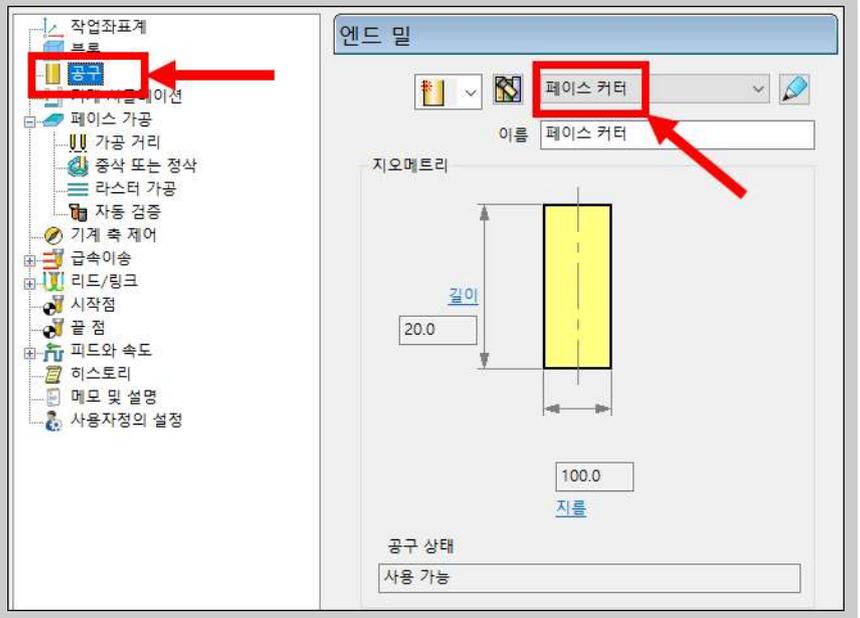
- ① 'Z 최대 높이' 0.5로 수정

※ 가공소재와 모델과의 간격이 충분하지 않으면 특별한 툴패스 작업이 나지 않는다. 현재 모델에서는 가공소재와 모델의 상단부분이 일치하기 때문에 최대값을 약 0.5정도로 주어 툴패스 작업을 진행토록 한다.



#### 4. 공구 불러오기

① '페이스 커터' 설정

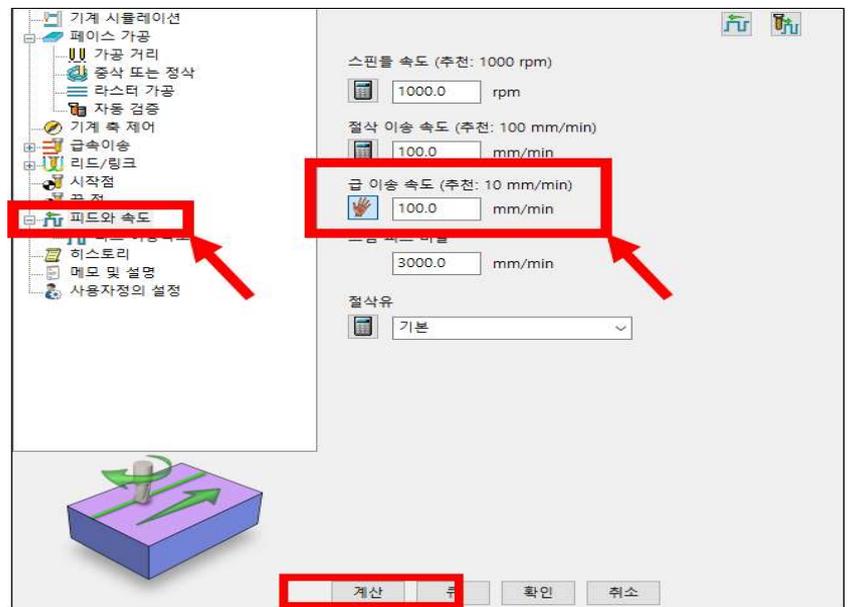


#### 5. 피드와 속도

① 기존에 입력한 스피indle 속도와 절삭이송속도 확인 (1000rpm, 100mm/min)

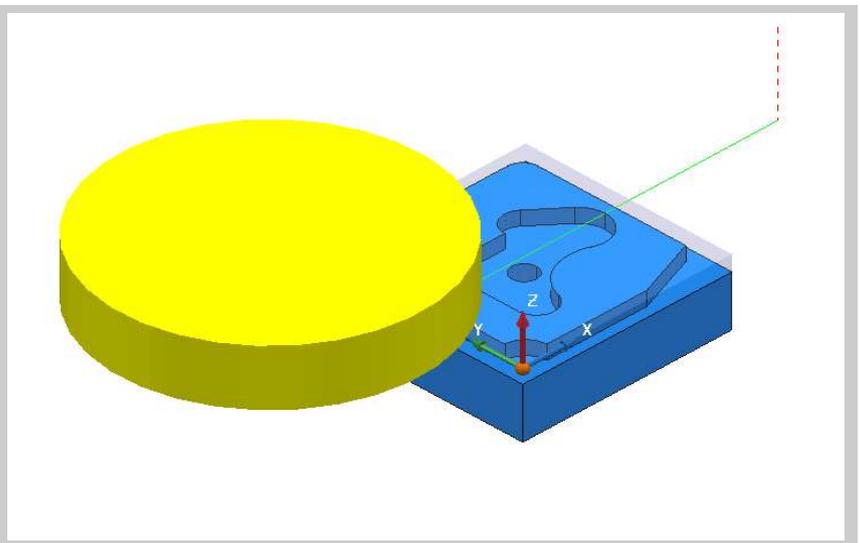
② 급 이송 속도 (플런지): 100

③ '계산' 버튼을 클릭한다.

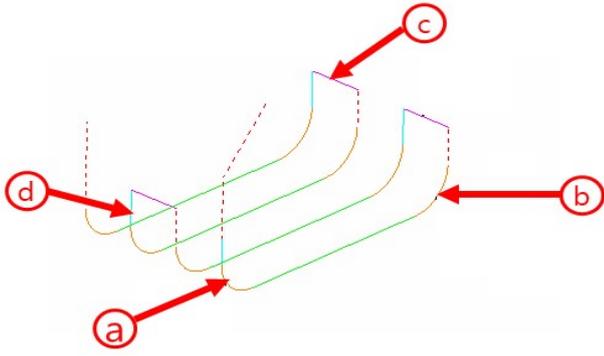


※ 플런지는 공구가 소재에 진입하는 구간을 의미한다.

#### 6. 페이스 밀링 완성 모습



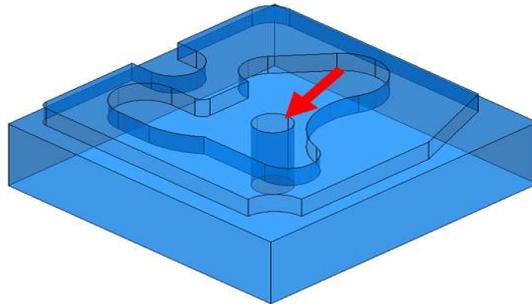
## 참고



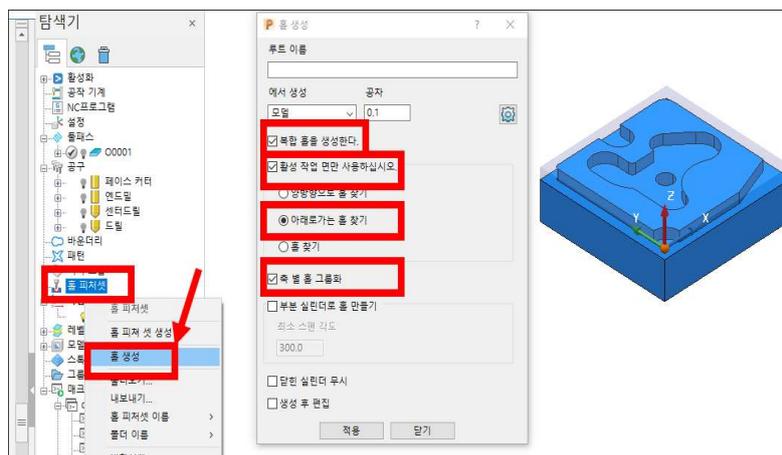
- ㉠ 리드인(주황색) : 가공 경로로의 진입
- ㉡ 리드 아웃(주황색) : 가공 경로에서 출입
- ㉢ 링크(빨간색) : 가공 경로 사이의 연결부  
(스킴 구간은 분홍색으로 나타남)
- ㉣ 플런지(하늘색) : 공구의 절삭 이송시 소재로의 진입직전 속도를 감속하는 구간.

### 7. 드릴가공 피쳐셋 만들기 (드릴 가공을 위한 홀 인식)

※ 해당 밀링기능사의 모델을 보면 깊은 홀 형상이 나타나 있는 것을 확인할 수 있다. 이 부분은 드릴공정으로 하는 방법이 적절하다 그러나 해당 작업을 하기 위해서는 반드시 홀 피쳐를 만들어야 한다.



- ① 모델 전체를 선택한다.
- ② 왼쪽 탐색기에서 '홀 피쳐셋'에서 오른쪽 마우스 우클릭
- ③ '복합 홀', '활성작업 면만 사용', '아래로가는 홀 찾기', '축 별 홀 그룹화' 전부 클릭
- ④ '적용'버튼 1번만 클릭!! (피쳐가 같은 위치에 중복으로 겹쳐져서 생성될 수 있다.)



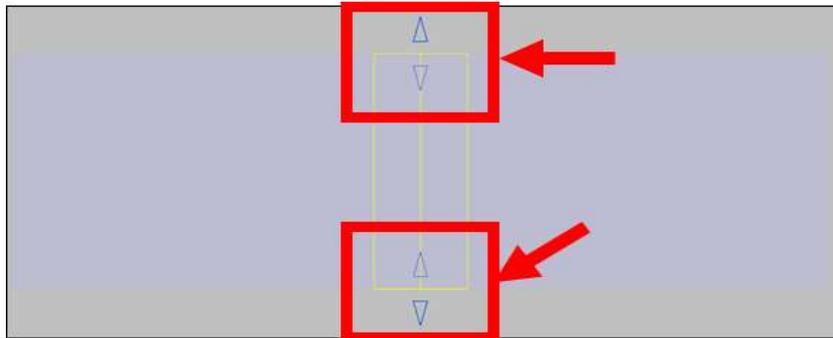
## 7.1. '홀 피처' 편집하기

※ 센터드릴 작업은 홀 피처의 상단까지 인식한다. 따라서 기존 피처에서는 소재로부터 간격이 있기 때문에 불필요하게 플런지가 길게 형성된다.

- ① 피처의 편집작업을 편하게 하기 위해 모델 쉐이딩, 와이어 프레임을 안보이게 하고, 새로 만든 피처셋만 보이게 한다.

(모델 쉐이딩 : F3 / 와이어프레임 :F4)

- ② 그래픽 영역에 있는 홀 피처를 더블클릭하면 그림과 같이 위아래로 화살표 표시가 나타난다. 해당 화살표를 마우스로 클릭하고 잡아당겨 개체스냅을 이용하여 가공소재의 최상단까지 연장하도록 한다.

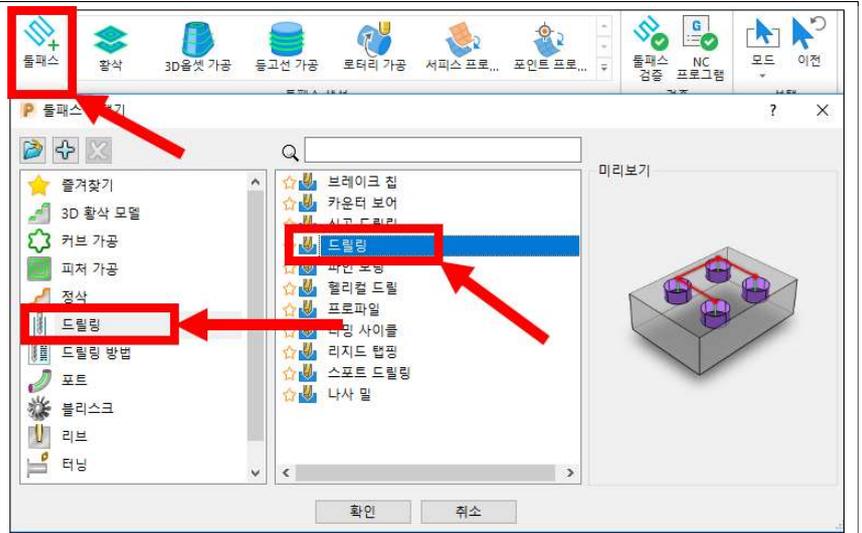


※ 해당 작업이 완료되었으면 지금부터 드릴링작업을 실시토록 한다.

드릴링 작업에 앞서 공구의 센터링(중심잡기)작업을 위해 중심구멍을 내는 방식을 주로 사용한다. 따라서 먼저 드릴링 작업 이전에 센터드릴작업을 진행한다.

## 1. 드릴링 툴패스 불러오기

툴패스전략을 보면 센터 드릴  
만에 특별한 툴패스 목록이  
존재하지 않고 드릴링 내부에  
센터드릴 목록을 적용 시킬  
수 있다.



## 2. 설정 값 입력

① 툴패스 이름: O0002

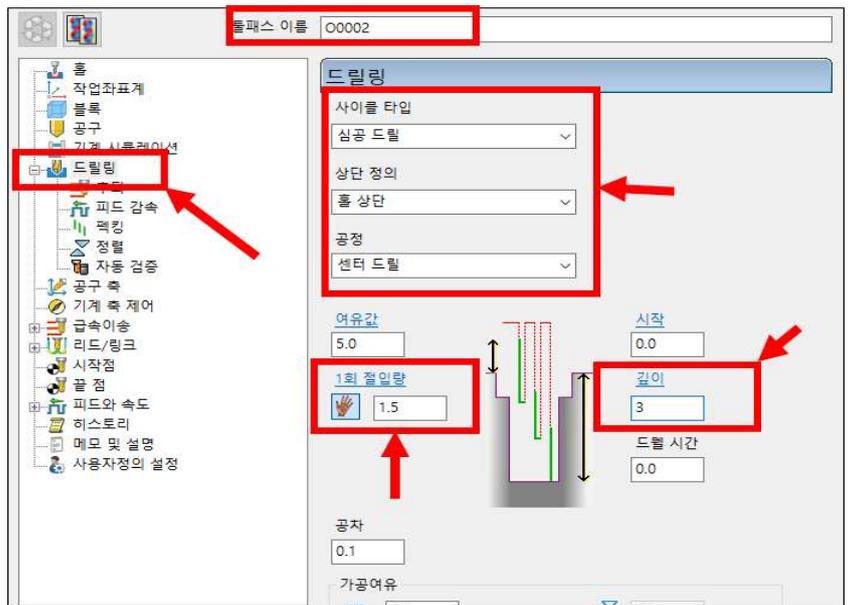
② 사이클타입 : 심공 드릴링

③ 상단정의: 블록

④ 공정: 센터드릴

⑤ 1회 절입량: 1.5

⑥ 깊이: 3



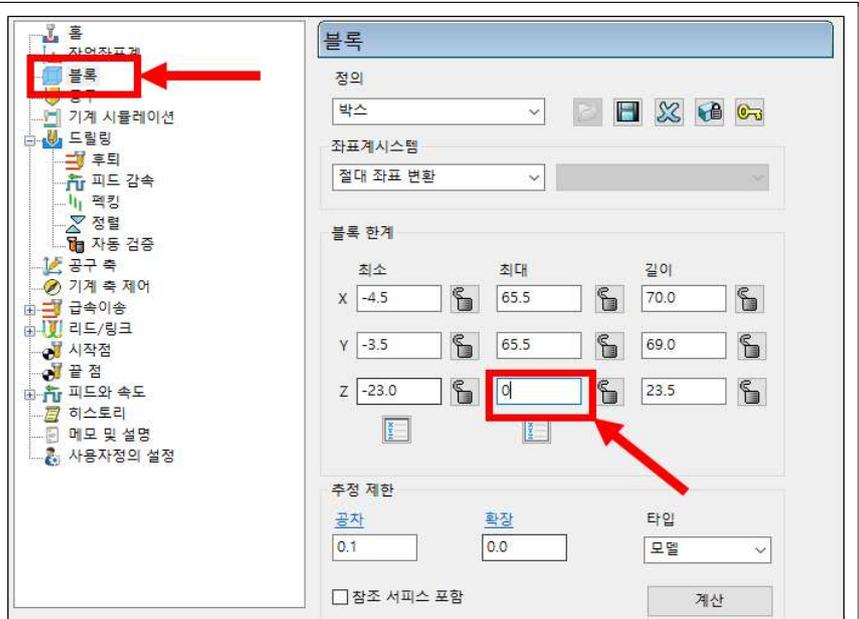
※ 깊이 3을 입력 후 1회 절입량을  
1.5로 주면 한번 1.5mm로 가공이  
이루어지고 다시 안전높이로 올라  
간 다음 다시 1.5mm의 깊이로 가  
공한다.

드웰 시간은 휴지시간이라고 표현하며 공구가 위  
로 이동시 입력한 시간만큼 이동하지 않고 멈춰  
있게 된다.

### 3. 블록 값 설정

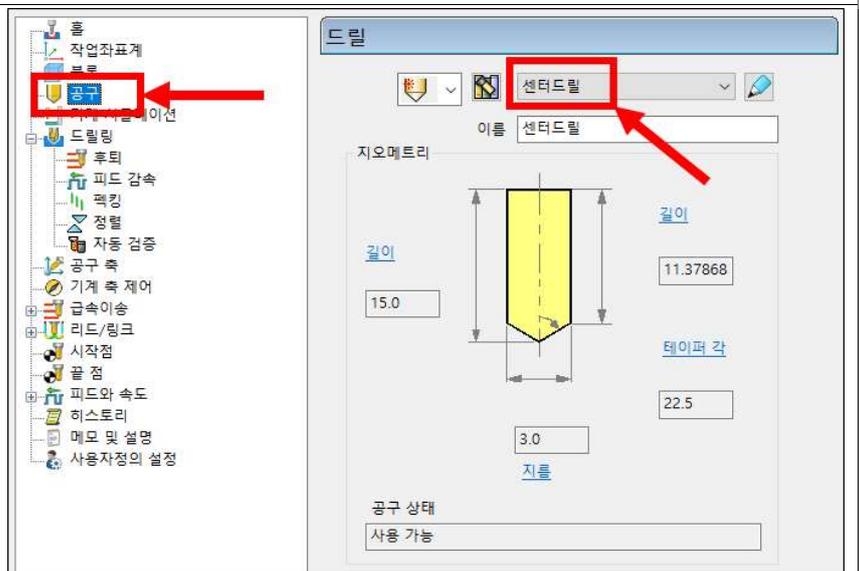
① 'Z 최대 높이'를 0으로 수정

※ 이전 페이스밀링에서 설정한 블록 값에 Z최대값을 0.5로 수정하였다. 해당 툴패스 부터는 모델 상단에 특별한 공정작업을 하지 않으므로 '0'으로 다시 수정한다.



### 4. 공구 불러오기

① '센터드릴' 설정



### 5. 피드와 속도 설정

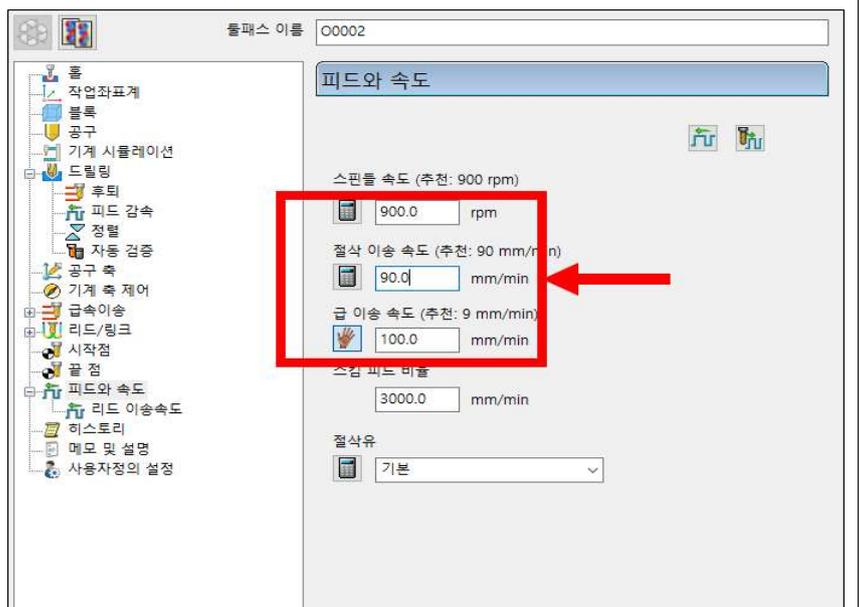
① 스피들 회전수: 900 rpm

② 절삭피드: 90mm/min

③ 플런지 피드: 100mm/min

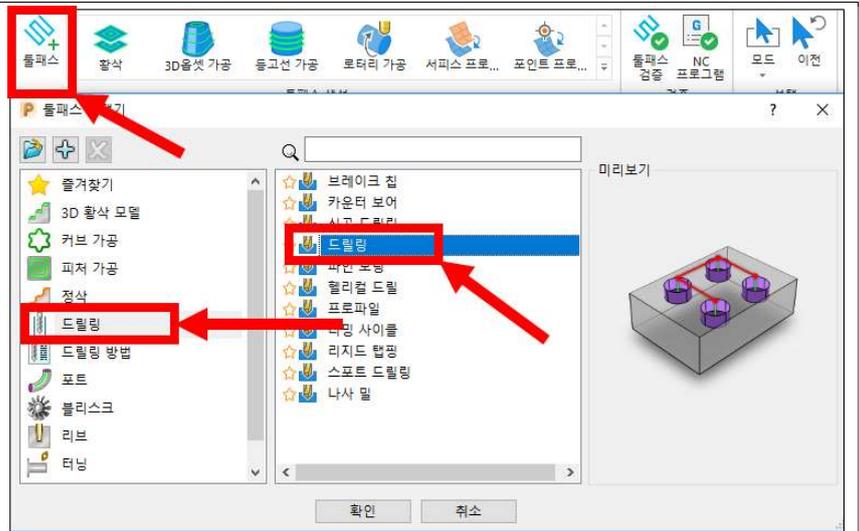
④ 스킴피드는 그대로 둔다.

작업이 완료되었으면 '계산' 버튼을 클릭한다.



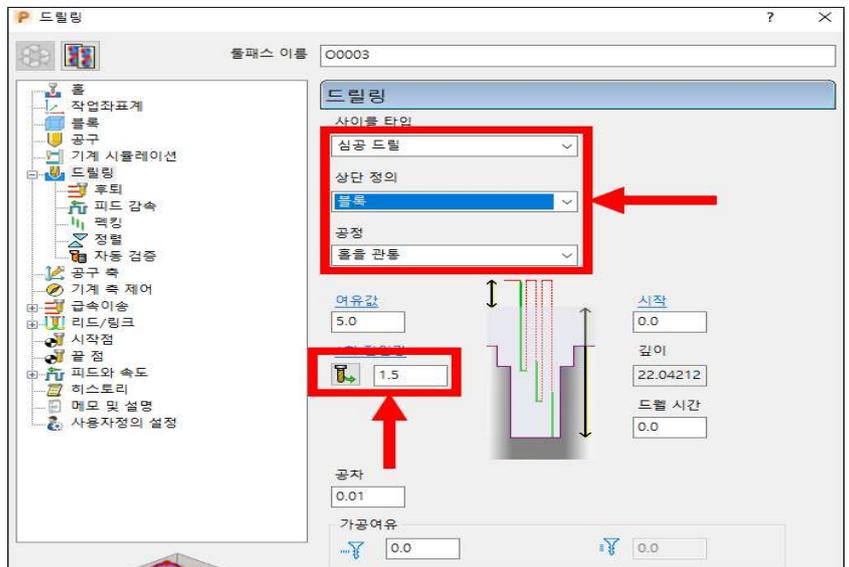
## 8. 드릴링 툴패스 (홀을 관통)

### 1. 드릴링 툴패스 불러오기



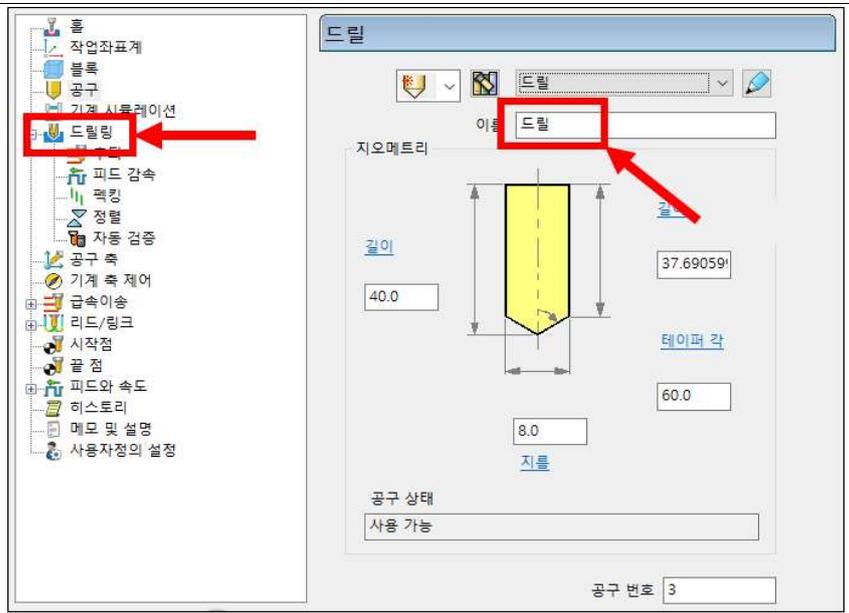
### 2. 설정 값 입력

- ① 툴패스 이름: 00003
- ② 사이클타입 : 심공 드릴링
- ③ 상단정의: 블록
- ④ 공정: 홀을 관통
- ⑤ 1회 절입량: 1.5
- ⑥ 깊이: 자동으로 설정



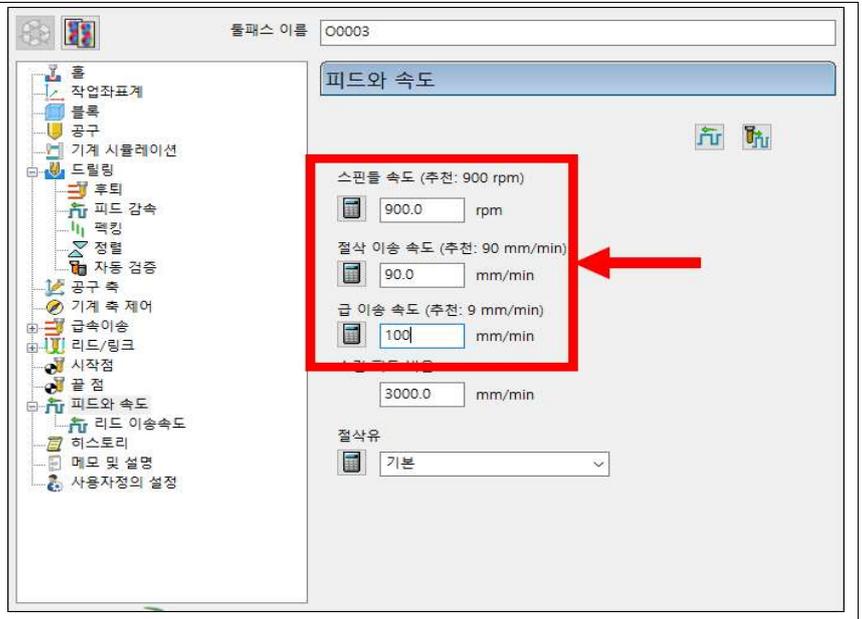
### 3. 공구 불러오기

- ① '드릴' 설정



#### 4. 피드와 속도 설정

- ① 스핀들 회전수: 900 rpm
- ② 절삭피드: 90mm/min
- ③ 풀는지 피드: 100mm/min
- ④ 스킴피드는 그대로 둔다.



※ 다음 작업부터는 황삭작업에 대하여 따라 해 보도록 한다. 먼저 따라하기에 앞서 주의사항과 참고 목록을 확인하고 넘어가도록 한다.

#### < 주의사항 >

- ✓ 평엔드밀과 팁공구를 사용하여 황삭가공이 진행 되는데 소재 위로 수직으로 내려올 경우 접촉하는 부분에 비틀림 현상이 크게 발생하여 과절삭 혹은 공구의 파손이될 수 있기 때문에 밖에서 안으로 진입할 수 있도록 설정 값을 주면 되지만 포켓의 경우 바깥에서 진입을 할 수 없다. 따라서 램프 또는 드릴링 한 부분으로 강제 진입을 주는 두 가지 방식을 사용한다.

#### < 참고 >

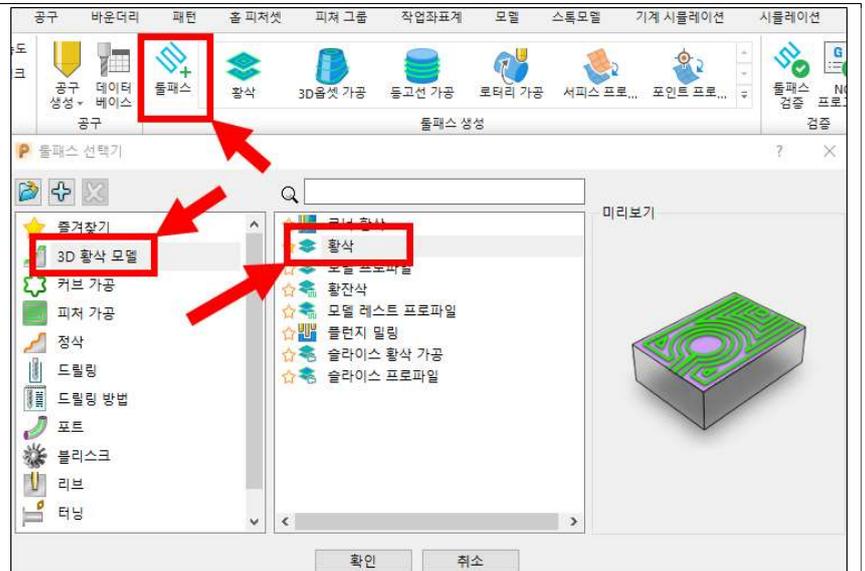
일반 툴패스 작업은 황삭 -> 황잔삭-> 중삭-> 정삭-> 코너잔삭 순으로 진행이 된다.

- ㉠ 황삭: 가공초기 단계로서 소재의 필요없는 부분을 효과적으로 제거
- ㉡ 황잔삭: 좀더 작은 공구로 이전 공구가 걸어내지 못했던 부분만 다시 걸어내는 황삭가공법
- ㉢ 중삭: 황삭으로 거칠어진 면을 정리, 정치수에 가깝도록 마무리하는 가공
- ㉣ 정삭: 파가공물의 최종 표면 가공
- ㉤ 코너잔삭: 모델 내부에서 큰 공구가 들어가기 어려운 코너 구간을 가공

## 9. 황삭가공 툴패스 만들기

지금부터 F10 (지름10mm 평엔드밀)을 이용하여 안쪽 포켓 형상과 바깥쪽 보스형태 부분을 황삭 가공을 통해 나타낼 것이다.

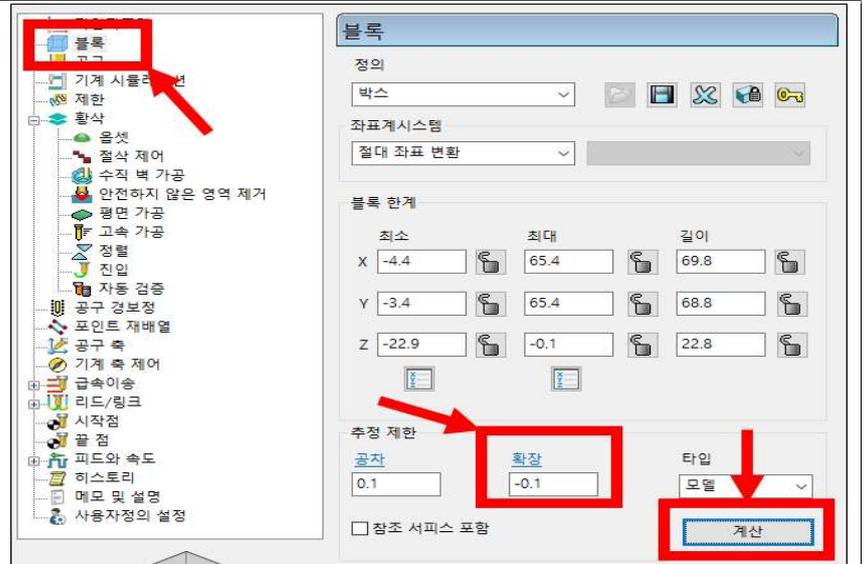
### 1. 황삭가공 툴패스 생성



### 2. 블록 재설정

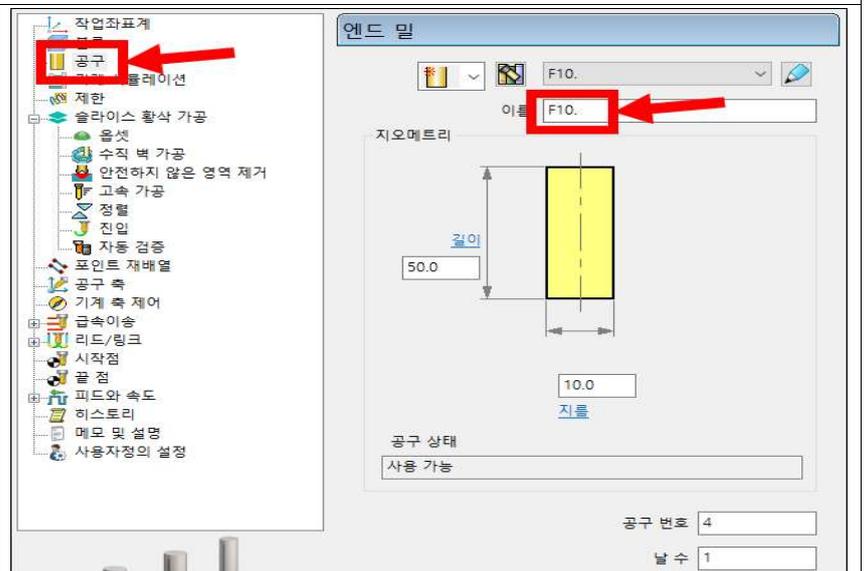
- ① 블록 부분에 '확장'에 '-0.1'을 입력 후 '계산'버튼 클릭한다.

※ 가공소재의 윗면과 측면에 툴패스 생성을 방지하기 위해 '-0.1'을 입력한다.



### 3. 공구 불러오기

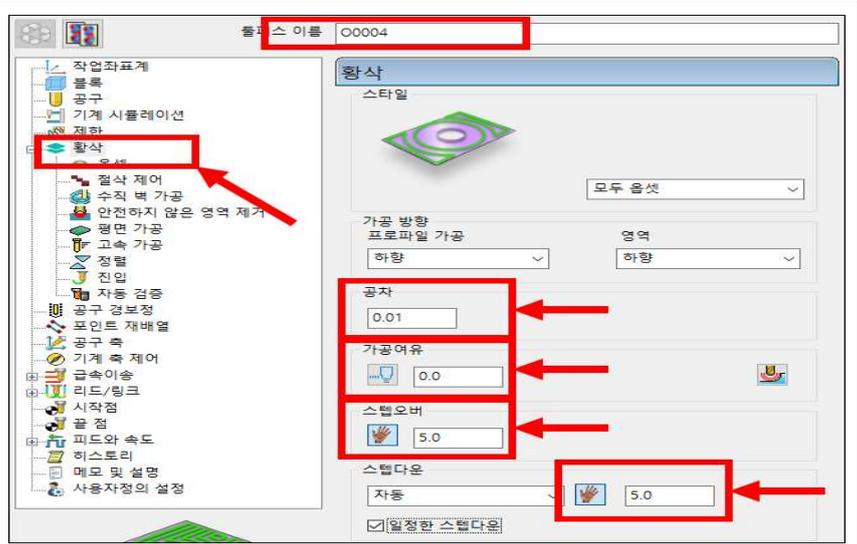
- ② '엔드밀' 설정



## 2. 설정 값 입력

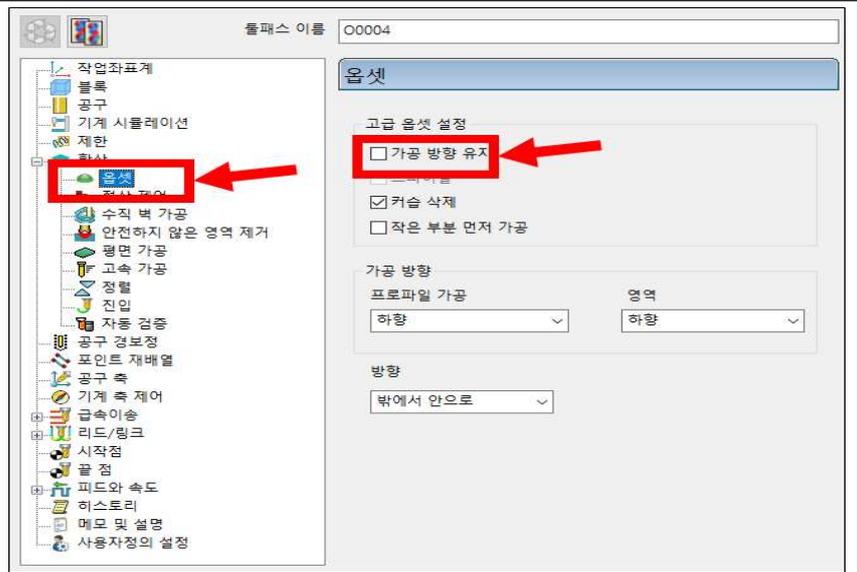
- ③ 공차: 0.01 입력
- ④ 가공여유: 0
- ⑤ 스텝 오버: 5
- ⑥ 스텝 다운: 5

※스테다운 5를 입력 하므로써 한번에 툴패스가 진행되게 된다.

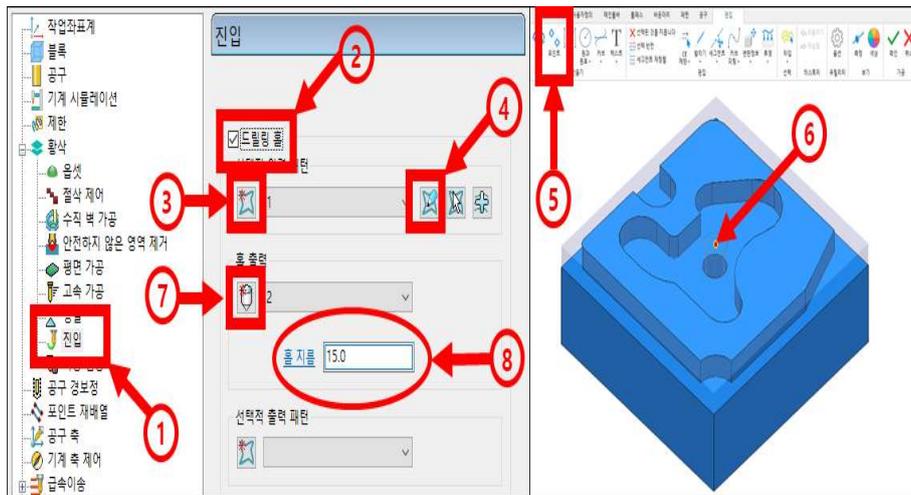


- ⑦ 옵션에서 '가공 방향 유지'를 해제한다.

※ 가공방향 유지를 체크해제 하게 되면 공구의 경로가 최소 이동 거리로 설정되어 최단경로로 툴패스가 형성된다.

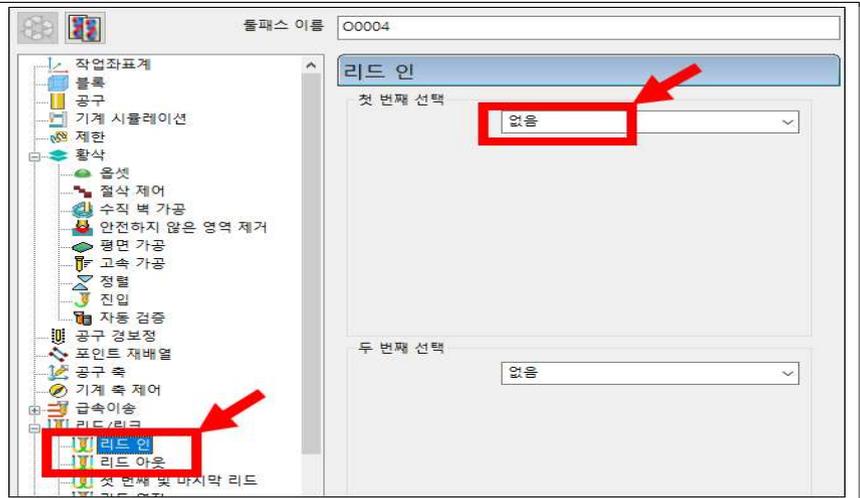


- ⑧ 아래 그림과 같이 진입 부분에서 차례대로 입력하여 공구가 드릴 부분의 정 중앙부분에 진입하도록 한다.



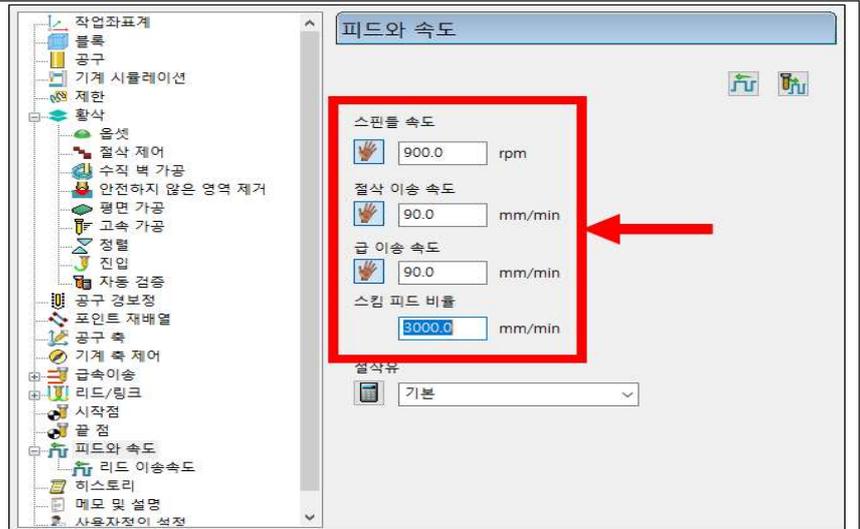
✓ 홀 지름(8번)에는 가상의 홀피처를 만드는 작업이다. 따라서 해당 구간의 지름값이 사용할 공구보다 작으면 공구가 진입을 하지 않고 경고창이 나타나게 된다.

⑨ 리드인, 리드아웃은  
그림과 같이 없음으로 설정한다.



⑩ 피드와 속도 설정에서

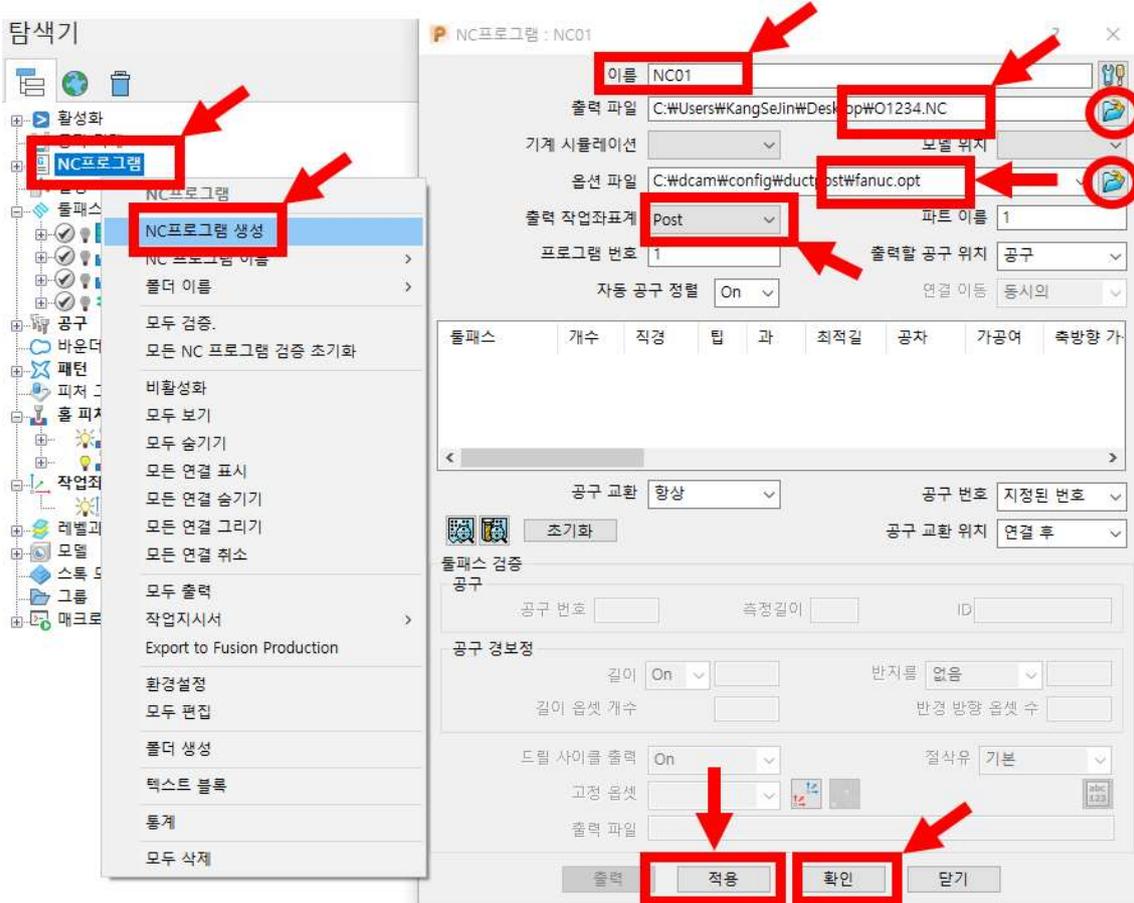
- ✓ 황삭 스피들 회전수: 900 rpm
- ✓ 절삭피드: 90 mm/min
- ✓ 플런지 피드: 90~100mm/min



## 10. NC 데이터 만들기(Post Process)

만들어진 툴패스를 CNC 공작기계에 적용할 수 있도록 NC 데이터로 변환해야 한다. 툴패스를 NC 데이터로 변환하는 과정을 후처리(Post Process)라 한다.

① 왼쪽 탐색기창에서 NC프로그램 오른쪽 마우스 클릭 → NC 프로그램 생성



이름: NC01

출력 파일: O1234.NC (예시)

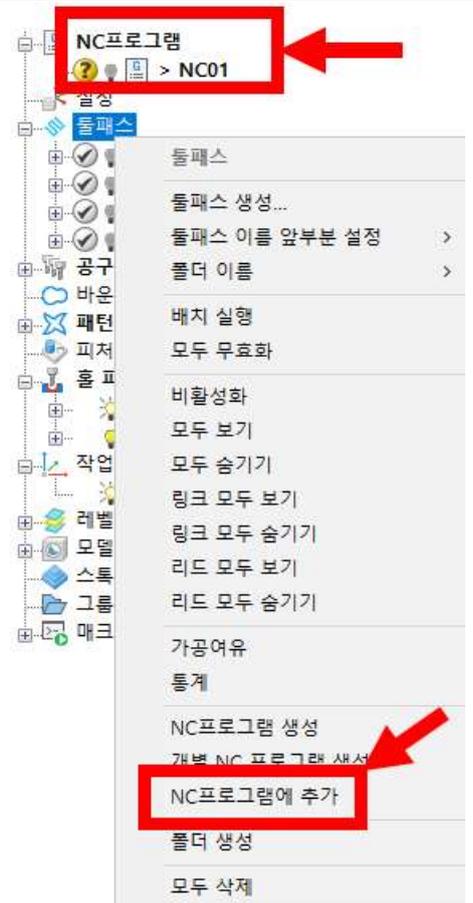
옵션파일: Fanuc (예시)

출력작업좌표계: 블록설정 전에 만들었던 작업좌표계 이름 ( 별도의 수정이 없으면 '1'표시된다.)

※출력 파일과 옵션파일은 각각 저장위치와 'OPT' 혹은 'pmoptz'의 확장자의 파일을 불러와야 한다. 따라서 위에 그림에 동그라미로 표시된 폴더아이콘을 선택하여 출력 파일에서는 저장위치를 선택하고 옵션파일에서는 Post('opt' & 'pmoptz')를 불러오도록 한다.

② 만들어진 툴패스를 NC프로그램에 등록한다.  
 '툴패스'를 마우스 우클릭하여 세부목록중에 'NC프로그램  
 램에 추가'를 클릭하여 모든 툴패스 목록을 집어넣는다.

※ NC프로그램에 등록되지 않으면 오른쪽 그림처럼 활  
 성화 표시가 되어 있는지 다시한번 확인 하도록 한다.



③ 출력버튼을 눌러 NC CODE를 출력한다.



④ 보조프로그램 안에 있는 WordPad 프로그램으로 변환된 NC데이터를 불러온다.

```
O0001
G40G49G80
G91 G28 X-80.Y-80.Z-80
G90 G92 X35. Y35. Z200
G91G30Z0
M06 T1
G90G0 X35. Y34.5 S1000 M3
G43 H1 Z20
G0 X120. Y34.5
Z10
G1 Z0 F100
X70. F300
X35.698
X35.289
X35.288
X0
X-50
G0 Z20
G0G49Z300
M9
G91G30Z0
M06 T2
G90G0 X35. M3
M8
G43 H2 Z20
X35. Y35
G83 Q1.5 Z-1.5 R5. F100
G80
G0G49Z300
M9
```

NC프로그램 가장 윗부분의  
 O0001 프로그램 이름을  
 주어진 프로그램 이름으로  
 변경한다.

예) O0001 → O0203

⑤ USB 메모리나 SD메로리 카드를 이용하여 CNC공작기계에 생성된 NC파일을 입력하고 가공한다.