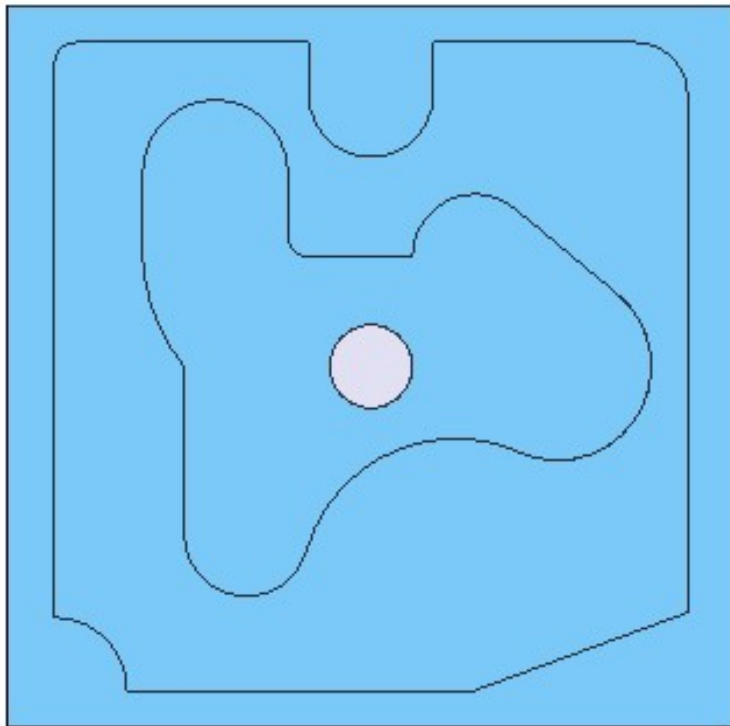


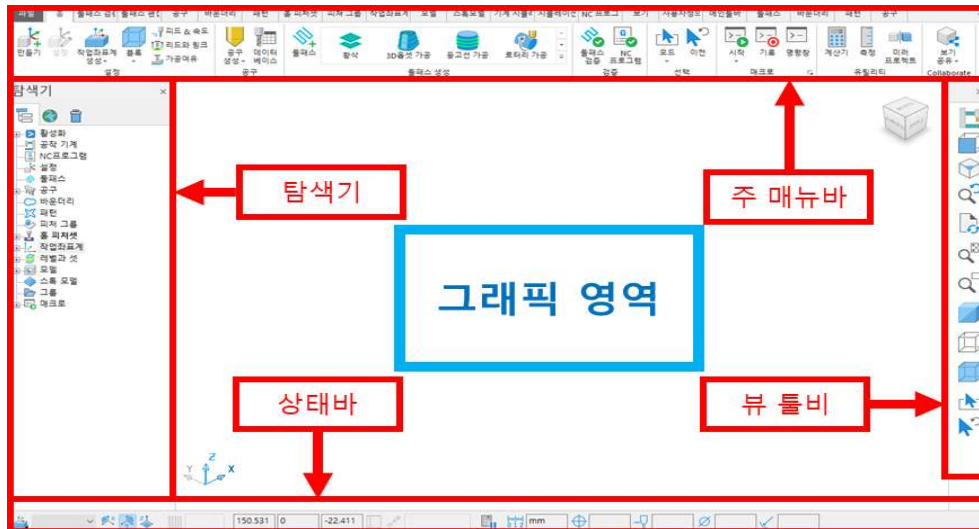
파워밀을 이용한 컴퓨터응용밀링기능사
실기도면 CAD/CAM 작업 따라하기



한국델캠(주)

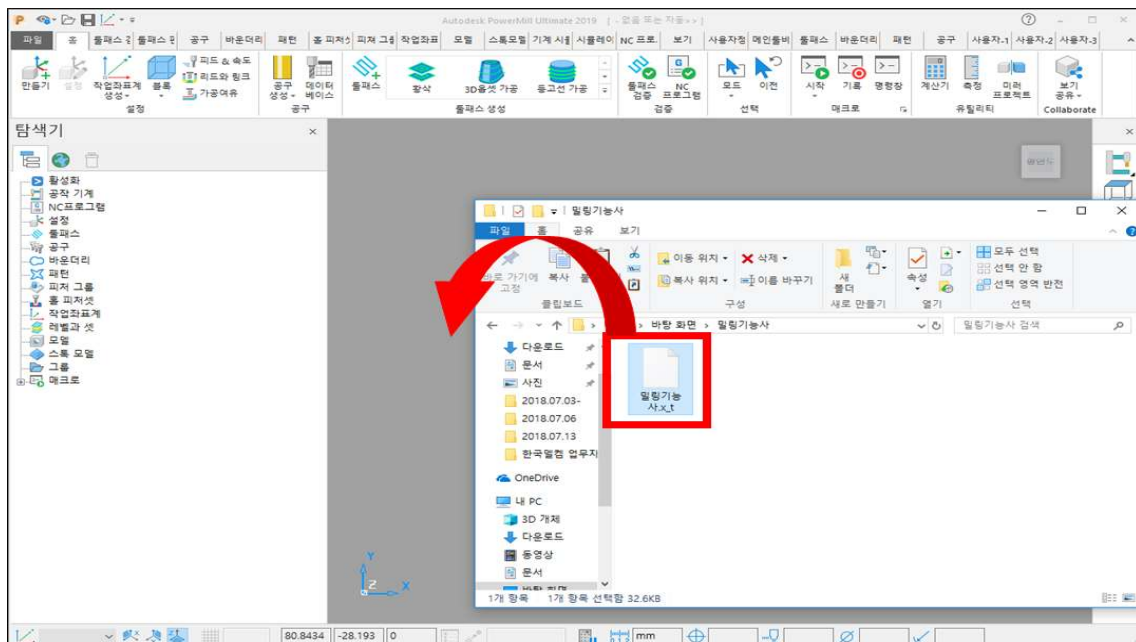
컴퓨터응용 밀링 기능사 실기 도면 CAM 작업

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




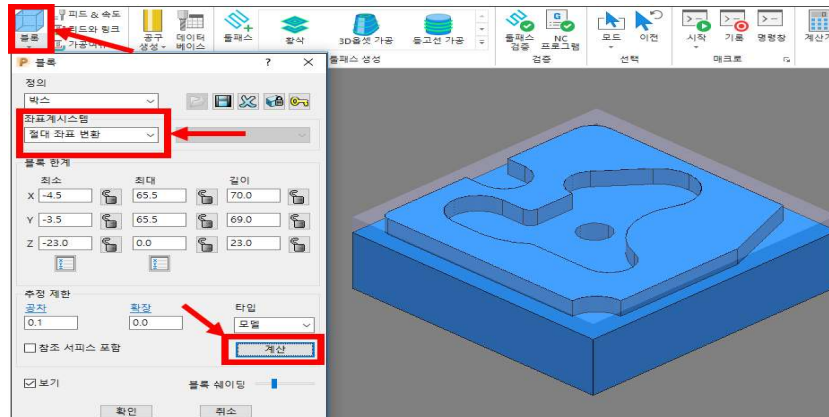
1. 모델 불러오기

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.



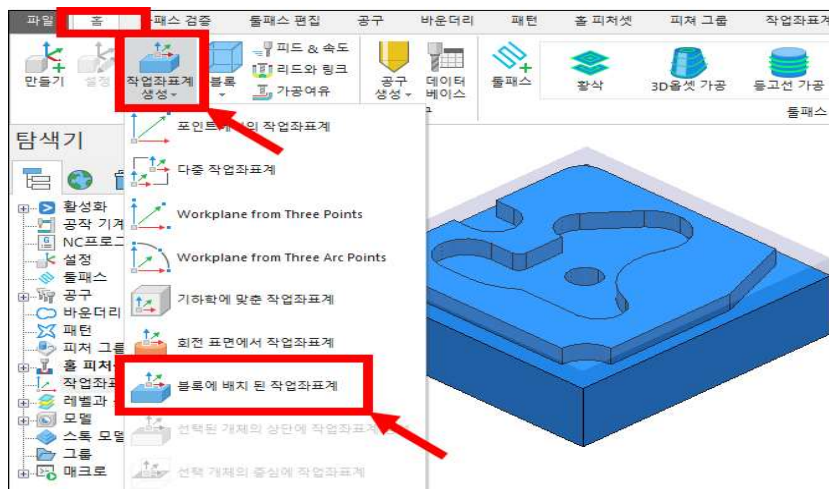
참고 1

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.

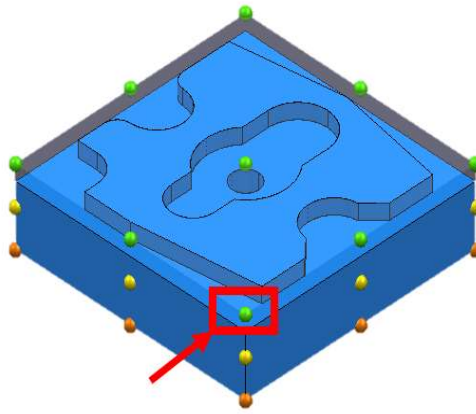
3. 작업 좌표계 만들기

1)블록을 이용한 작업좌표계 설정

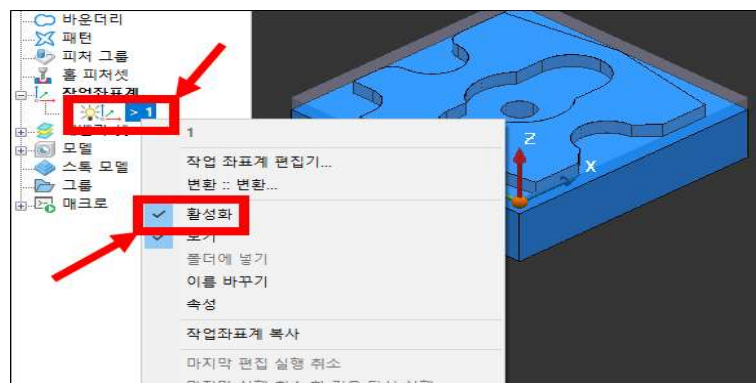
- ① 홈'으로 들어가 '작업좌표계 생성'의 세부목록을 열어 '블록에 배치 된 작업 좌표계를 클릭한다.



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)

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

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

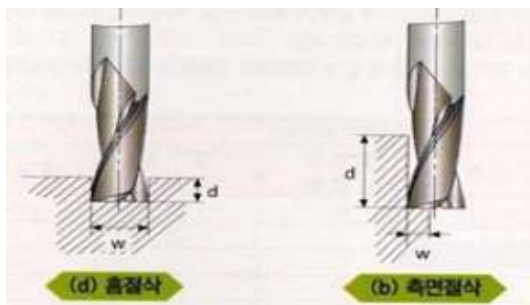
2)

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

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

3)

()



㉠ $d = 0.15L$ (흙 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 (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

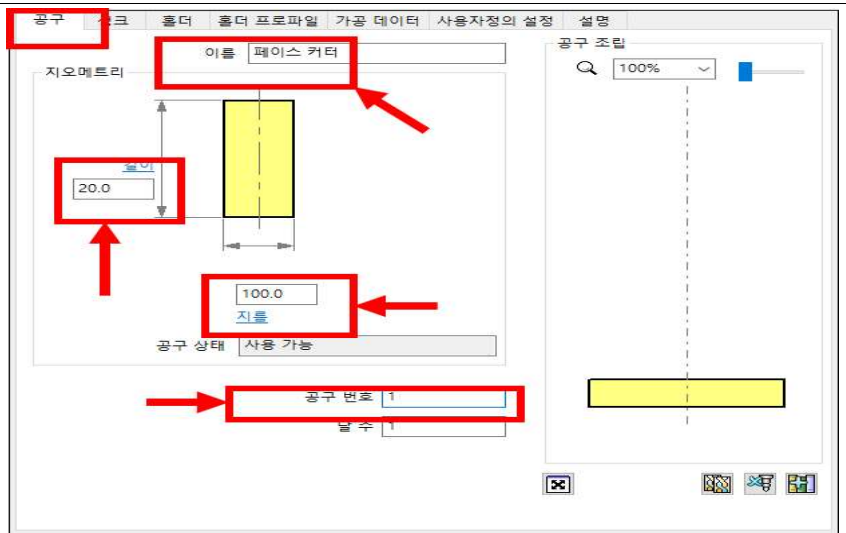
① 아래 그림과 같이 공구목록에서 엔드밀을 선택한다.



페이스 커터 (F100)

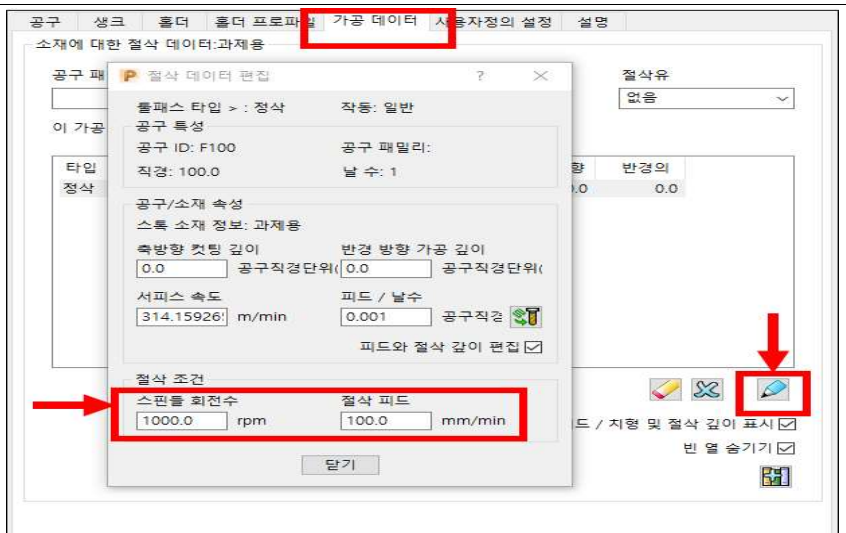
1. 공구정보 입력

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



2. 가공데이터 입력

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



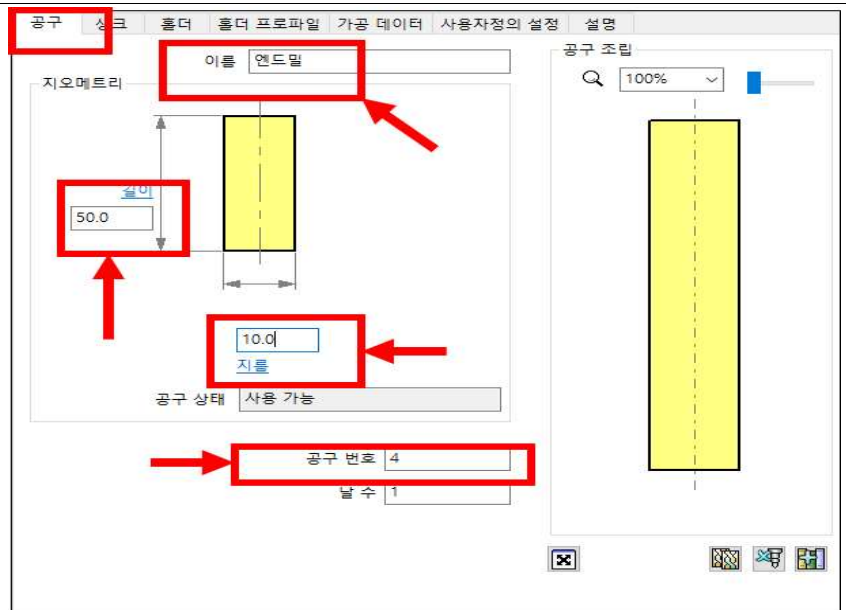
② 다시한번 '엔드밀' 아이콘을 클릭한다.



엔드밀(F10)

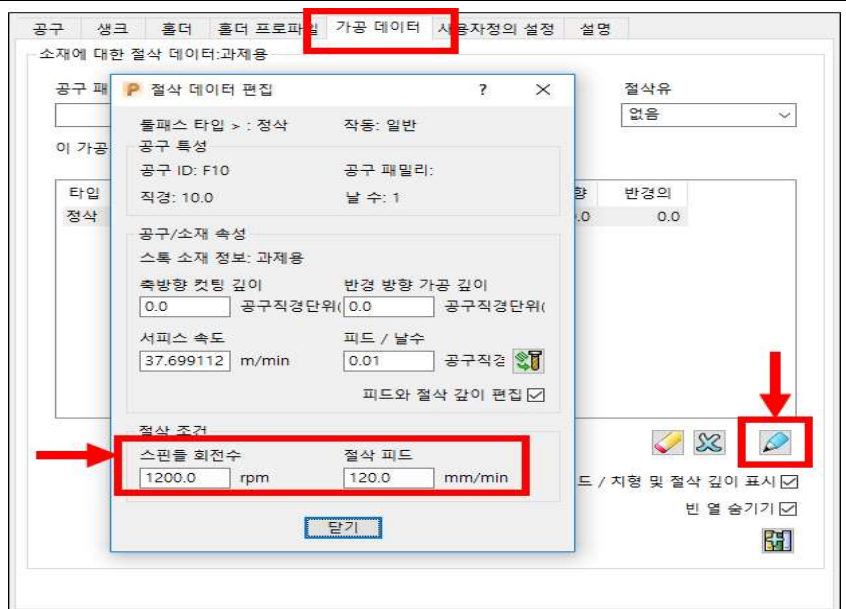
1. 공구정보 입력

- ㉠ '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

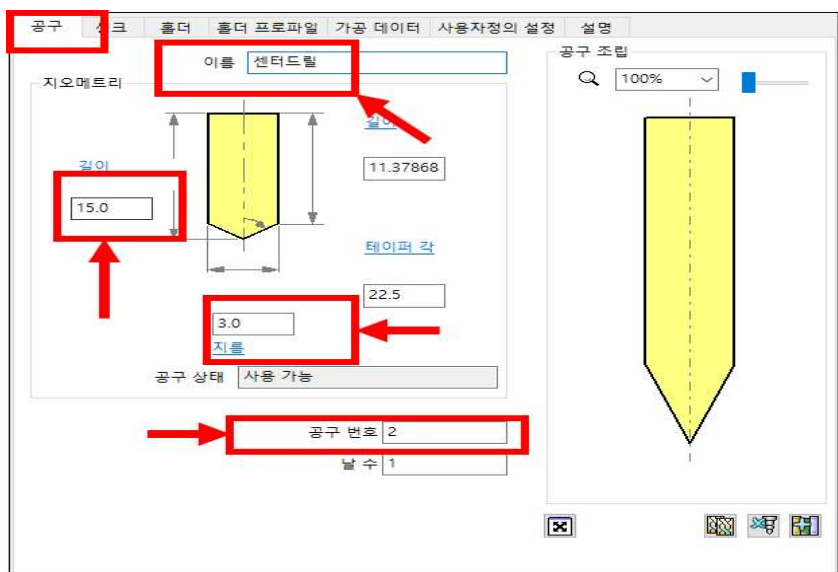
㉢ 이름: 센터드릴

㉣ 길이: 40

㉤ 지름: 8

㉥ 공구번호: 2

※ 테이퍼각 : 22.5



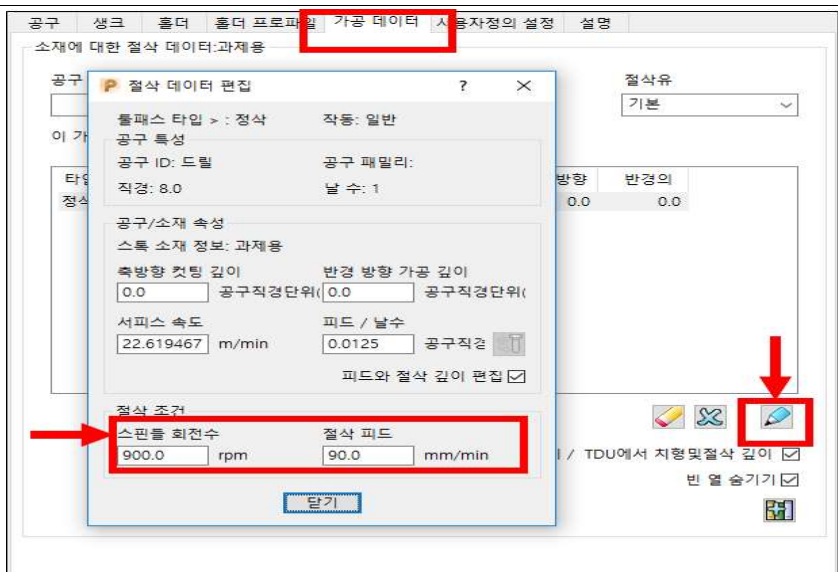
2. 가공데이터 입력

㉠ '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

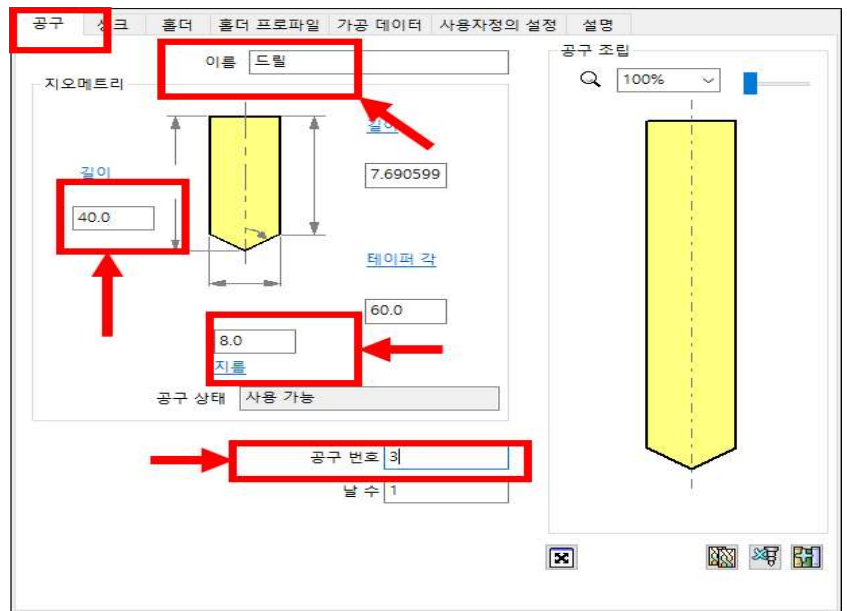
㉡ 이름: 센터드릴

㉢ 길이: 20

㉣ 지름: 100

㉤ 공구번호: 3

※ 테이퍼각: 60



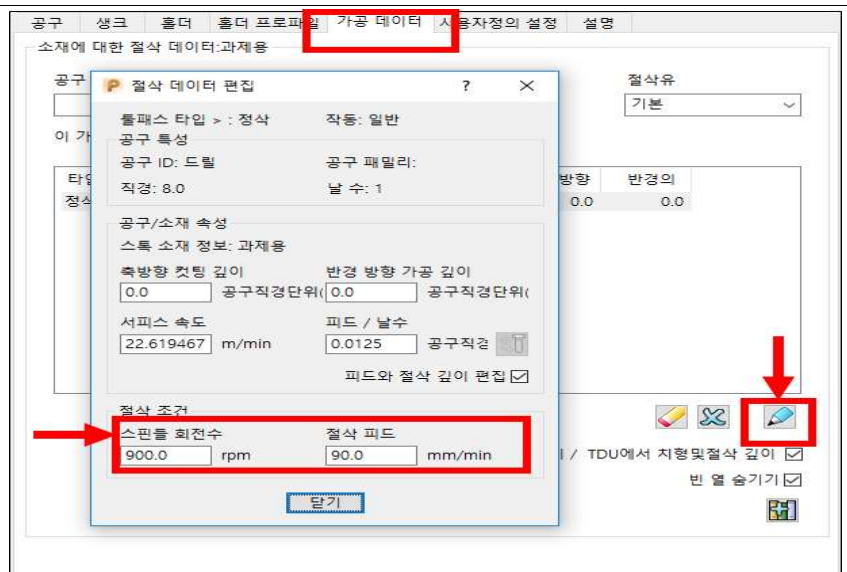
2. 가공데이터 입력

㉠ ‘가공데이터’ 클릭

㉡ ‘연필’아이콘‘ 클릭

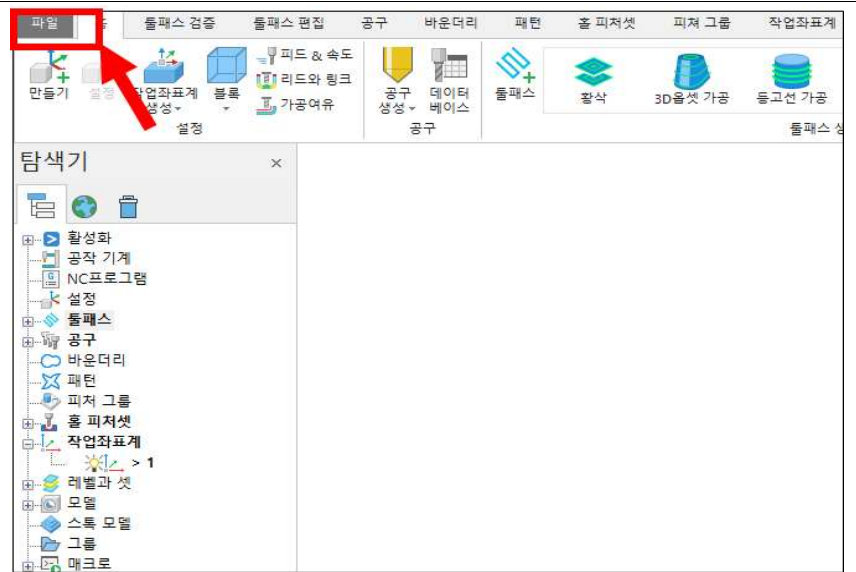
㉢ 스피들 회전수(공구회전수): 900

㉣ 절삭 피드: 90



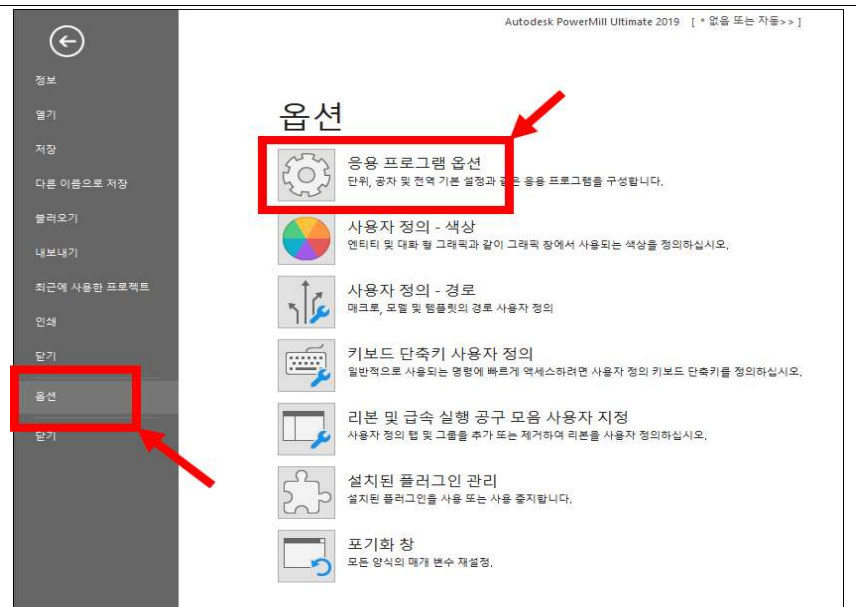
※ 공구를 생성 후 입력한 가공데이터를 툴패스 작업에서 바로 불러오도록 옵션값을 설정한다.

① 주 메뉴 바에 '파일'을 클릭한다.



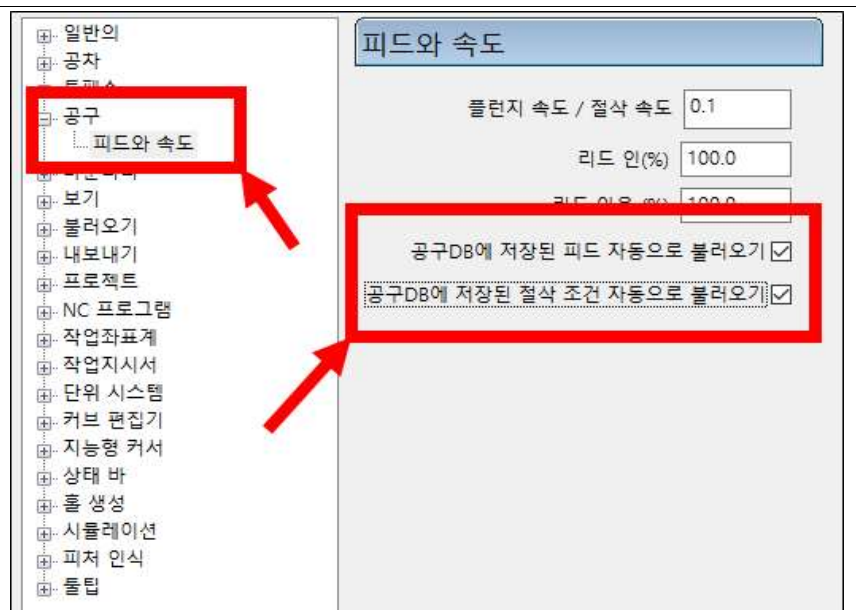
② '옵션' 클릭

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 계산된 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

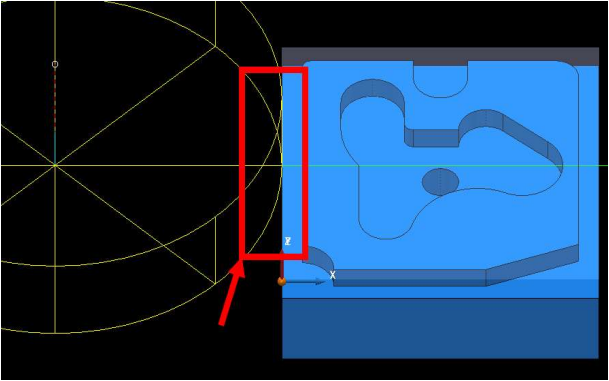
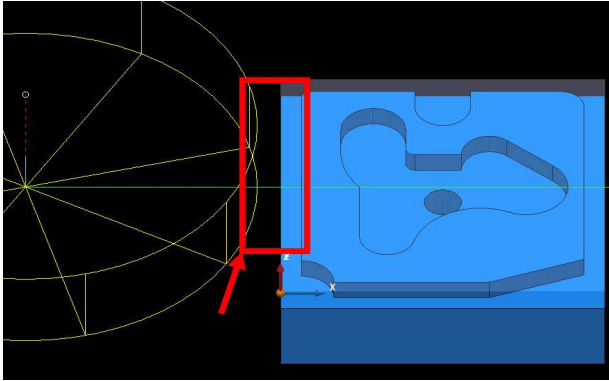
㉠ ‘시작 및 종료 지점’으로 이동

※ ‘시작점과 안전높이’로 변경 하게 되면 공구가 작업좌표계에서 안전높이만큼 올라간 상태로 톨패스작업이 진행된다.

※ 기본 설정이 끝났으면 공구별 가공 톨패스를 생성한다.

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

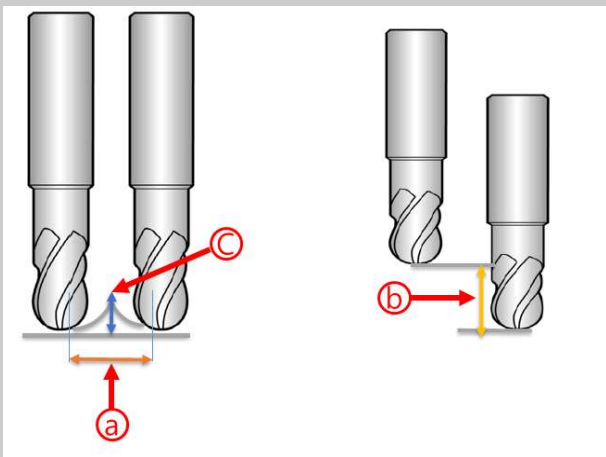
6. 페이스 밀링 톨패스 생성

주의사항	
나쁜 예	좋은 예
	

✓ 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


※ 톨패스 작업시 각 톨패스마다 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

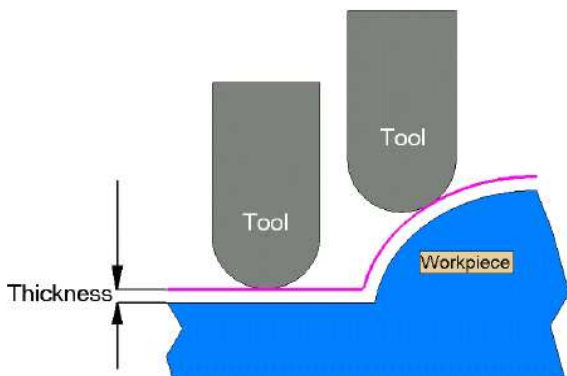
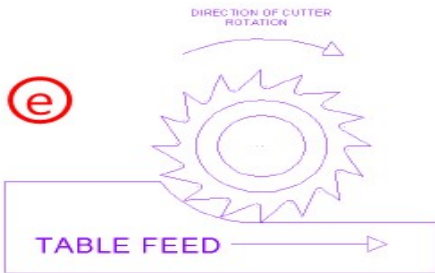
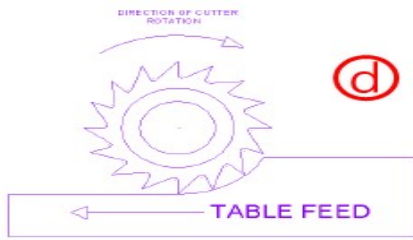
✓ 하향절삭 / 상향절삭

㉠ 하향

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

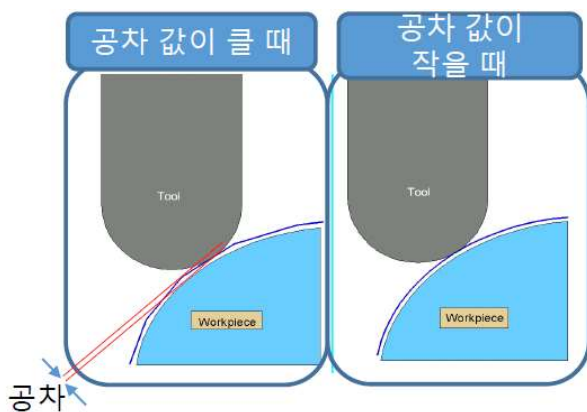
㉡ 상향

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



✓ 가공여유

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



✓ 가공공차

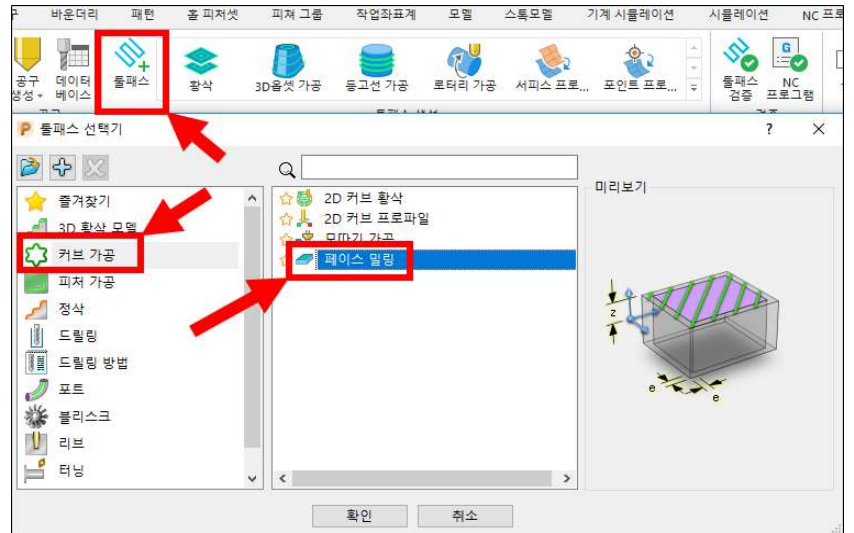
- 모델가공시의 정밀도, 가공시 합격기준의 치수의 허용 최대값과 최소값의 차를 의미함.
- 작아질수록 정밀도는 높아지나 가공시간 및 계산시간은 오래 걸린다. 가공법에 따라 적절한 수치를 입력할 필요가 있다.

1. 툴패스 불러오기

① '툴패스' 아이콘 클릭

② '커브 가공' 클릭

③ '페이스 밀링' 클릭



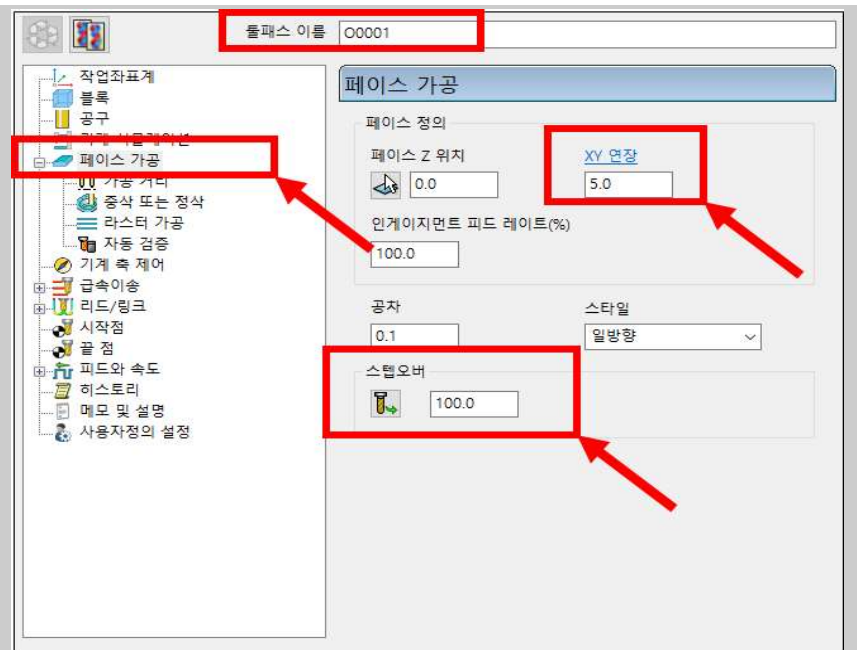
2. 설정값 입력

① 툴패스 이름: 00001

② XY 연장: 1.0

③ 스텝오버: 100

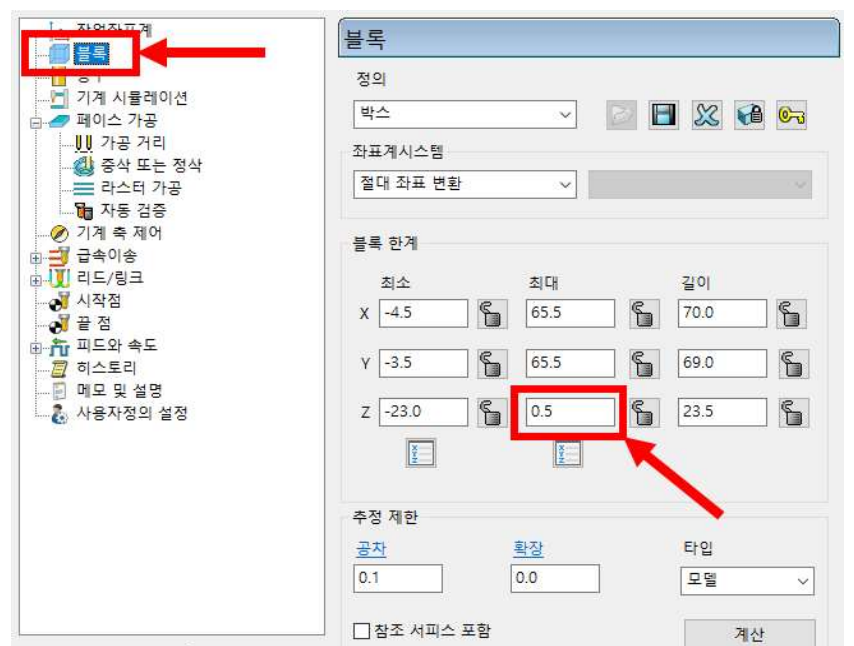
(XY연장의미 -> 10p 주의사항 참고)



3. 블록값 설정

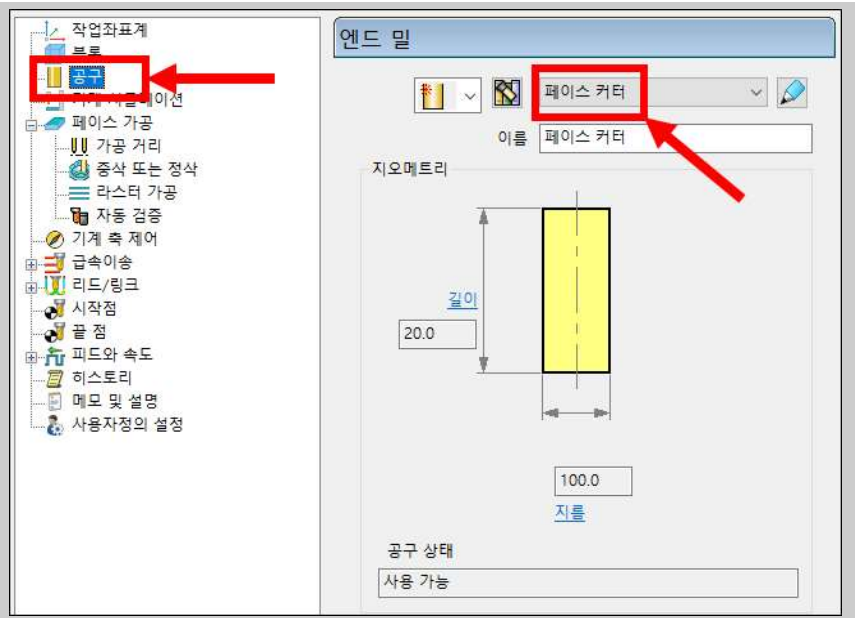
① 'Z 최대 높이' 0.5로 수정

※ 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

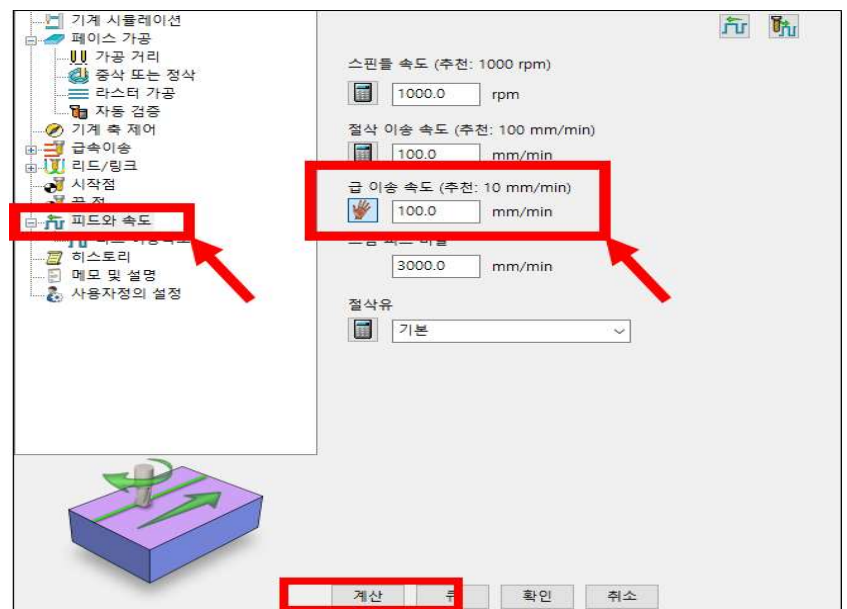


5. 피드와 속도

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

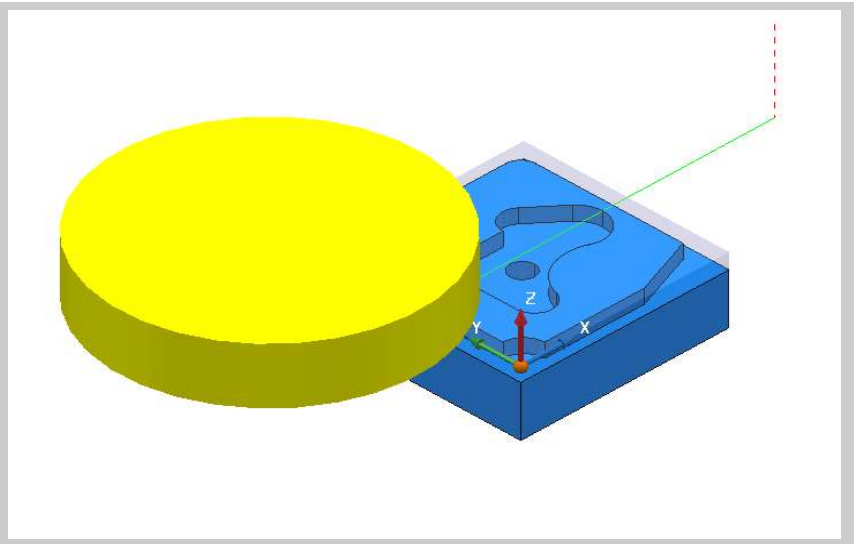
② 급 이송 속도 (플런지): 100

③ '계산' 버튼을 클릭한다.

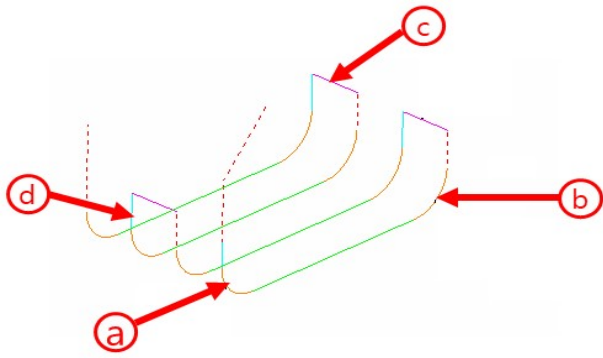


※ 플런지는 공구가 소재에 진입하는
하는 구간을 의미한다.

6. 페이스 밀링 완성 모습



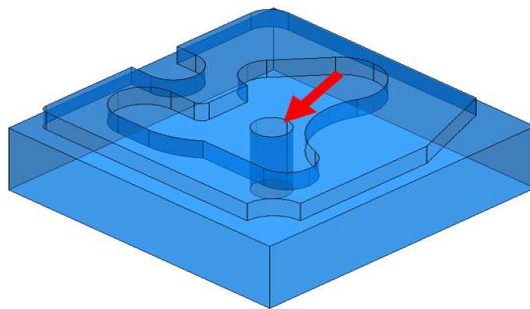
참고



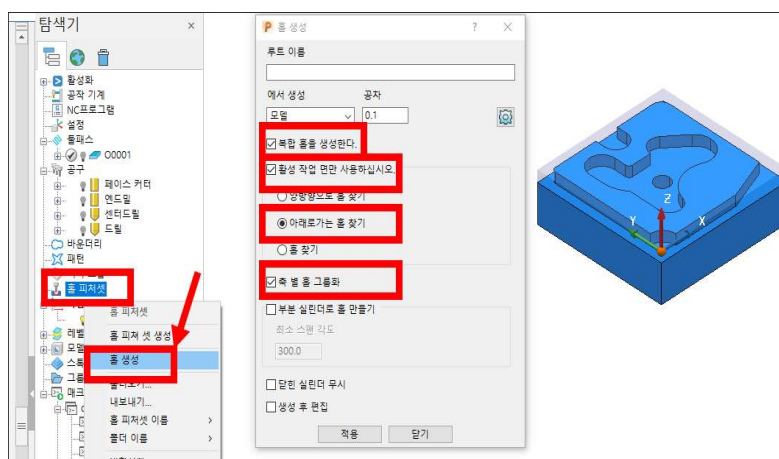
- ㉠ 리드인(주황색) : 가공 경로로의 진입
- ㉡ 리드 아웃(주황색) : 가공 경로에서 출입
- ㉢ 링크(빨간색) : 가공 경로 사이의 연결부
(스킴 구간은 분홍색으로 나타남)
- ㉣ 플런지(하늘색) : 공구의 절삭 이송시 소재로의 진입직전 속도를 감속하는 구간.

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 피처를 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!! (피처가 같은 위치에 중복으로 겹쳐져서 생성될 수 있다.)



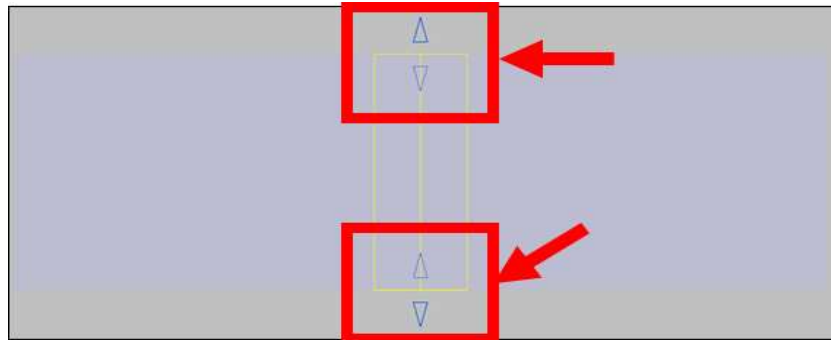
7.1. ‘홀 피처’ 편집하기

※ 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.

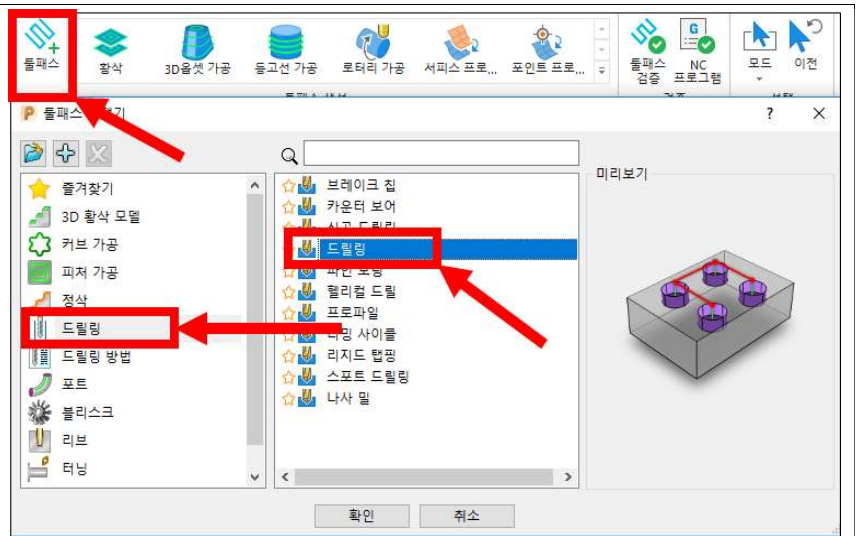


※ 해당 작업이 완료되었으면 지금부터 드릴링작업을 실시토록 한다.

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

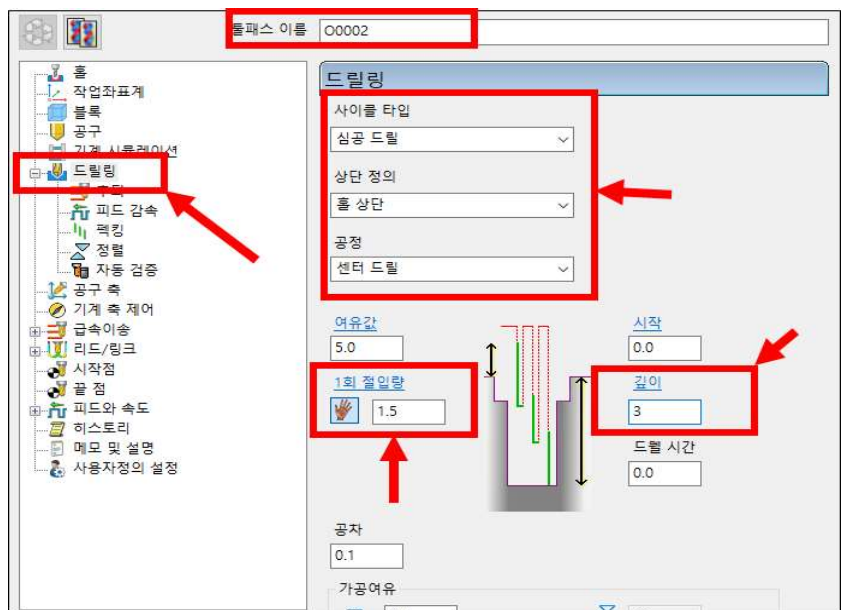
② 사이클타입 : 심공 드릴링

③ 상단정의: 블록

④ 공정: 센터드릴

⑤ 1회 절입량: 1.5

⑥ 깊이: 3



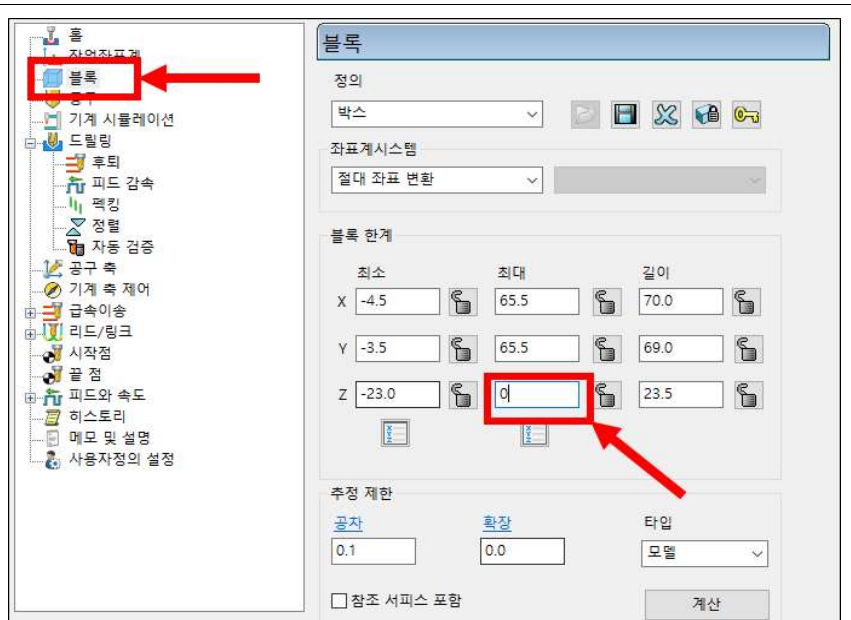
드웰 시간은 휴지시간이라고 표현하며 공구가 위로 이동시 입력한 시간만큼 이동하지 않고 멈춰 있게 된다.

※ 깊이 3을 입력 후 1회 절입량을 1.5로 주면 한번 1.5mm로 가공이 이루어지고 다시 안전높이로 올라간 다음 다시 1.5mm의 깊이로 가공한다.

3. 블록 값 설정

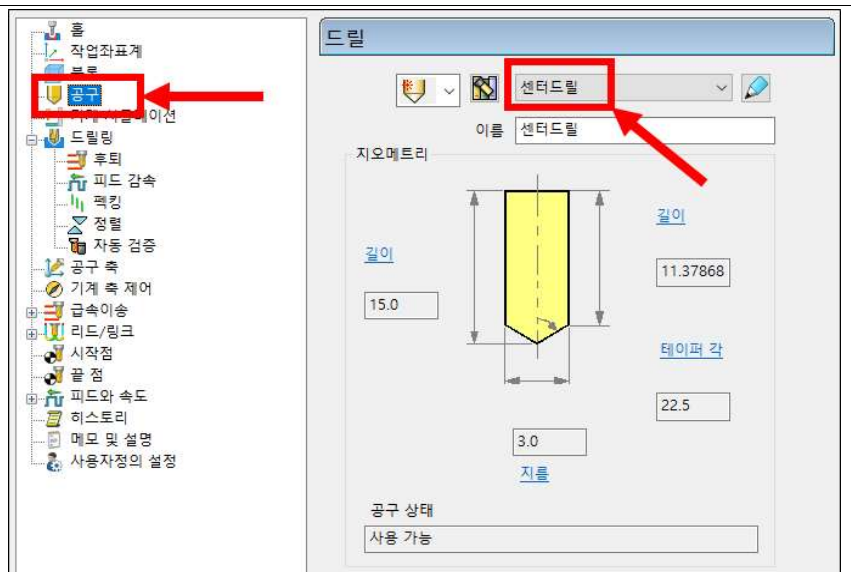
- ① 'Z 최대 높이'를 0으로 수정

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



4. 공구 불러오기

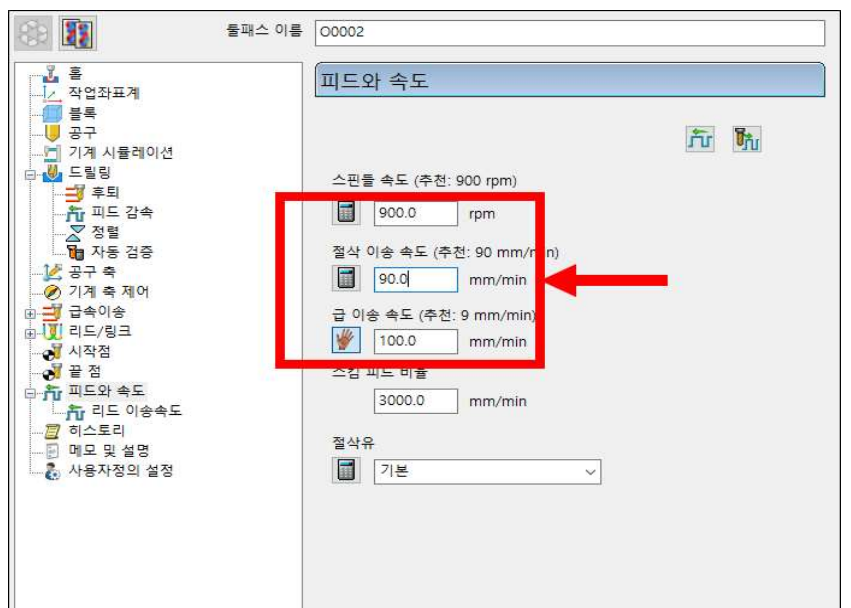
- ① '센터드릴' 설정



5. 피드와 속도 설정

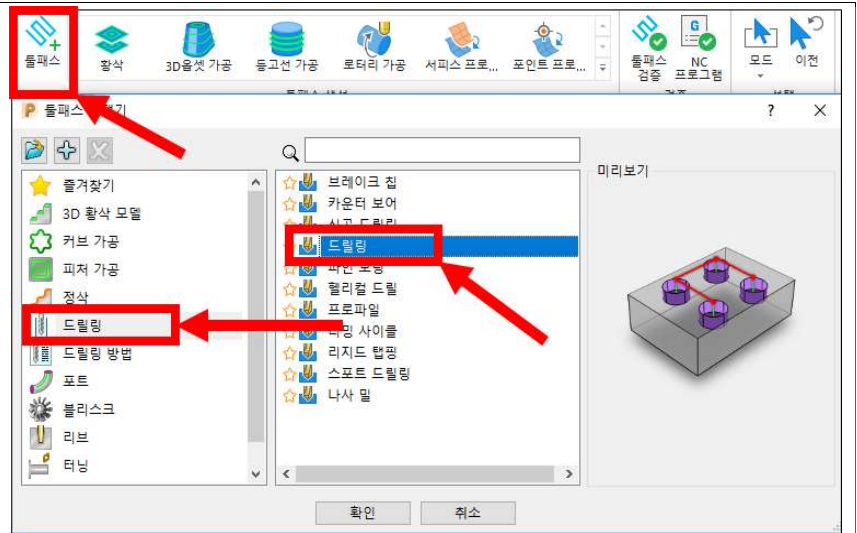
- ① 스피들 회전수: 900 rpm
- ② 절삭피드: 90mm/min
- ③ 플런지 피드: 100mm/min
- ④ 스킴피드는 그대로 둔다.

작업이 완료되었으면 '계산' 버튼을 클릭한다.



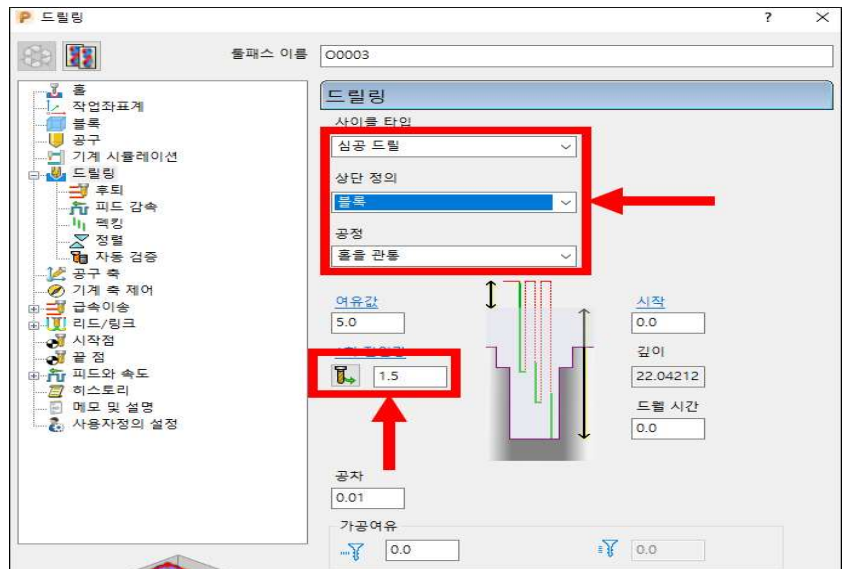
8. 드릴링 툴패스 (홀을 관통)

1. 드릴링 툴패스 불러오기



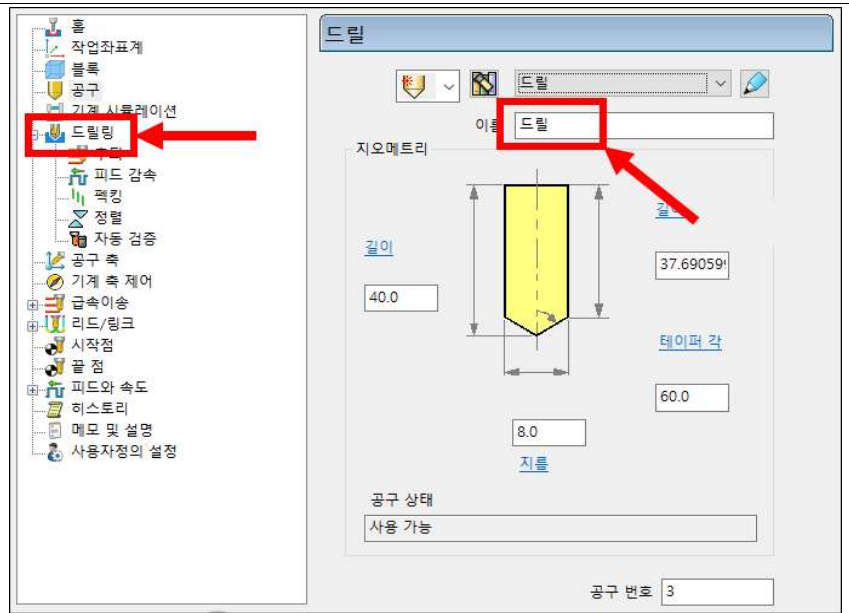
2. 설정 값 입력

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



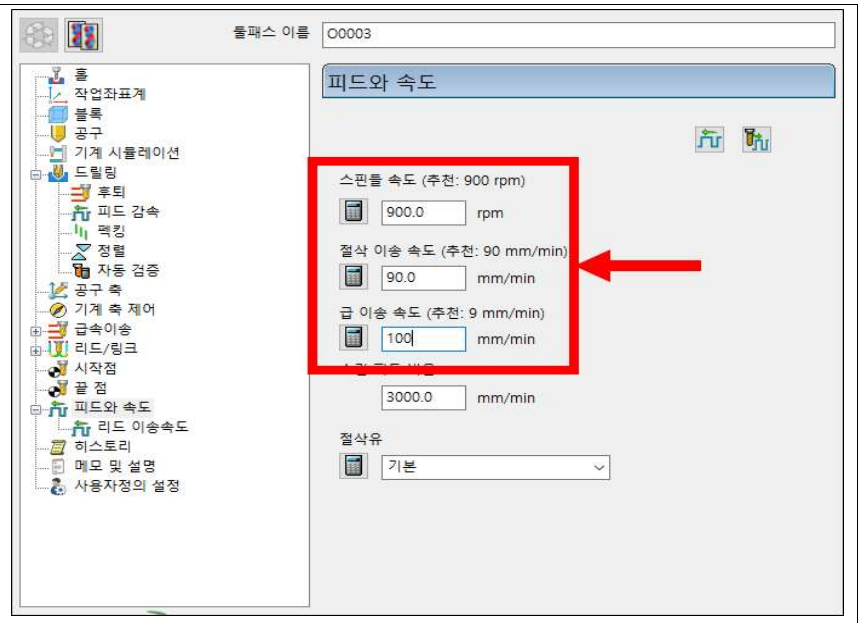
3. 공구 불러오기

- 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 >

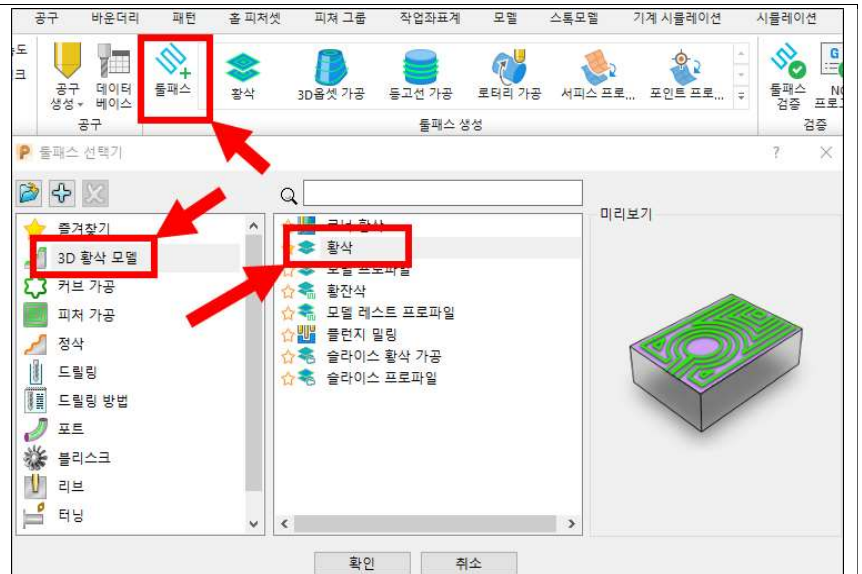
일반 톨패스 작업은 황삭 -> 황잔삭-> 중삭-> 정삭-> 코너잔삭 순으로 진행이 된다.

- ㉠ 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.

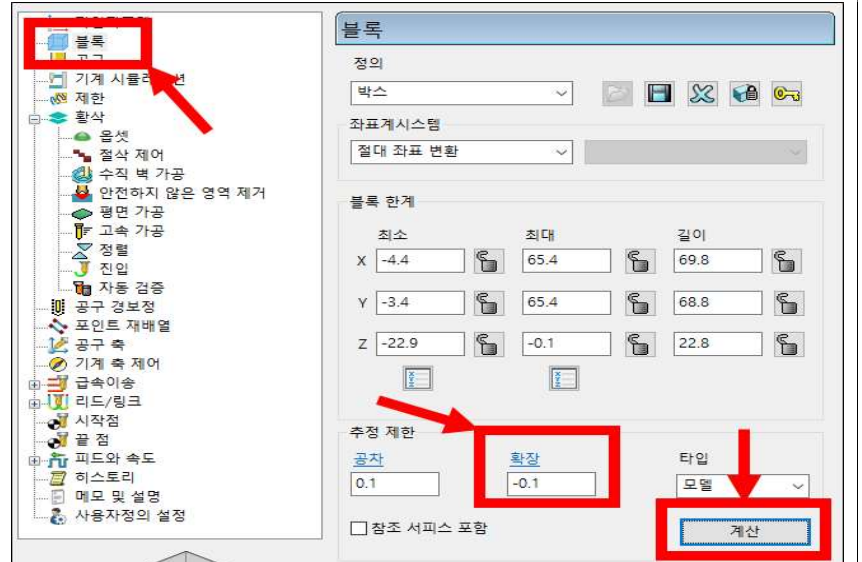
1. 황삭가공 툴패스 생성



2. 블록 재설정

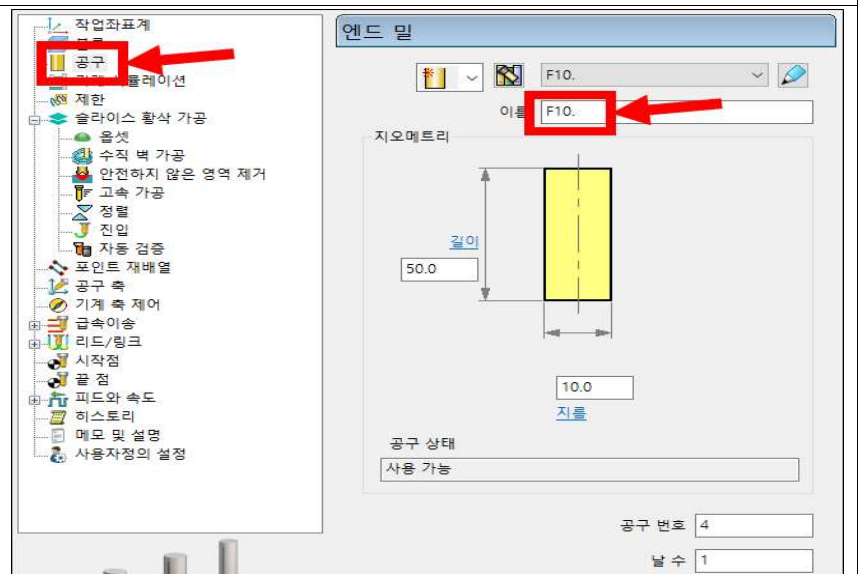
- ① 블록 부분에 '확장'에 '-0.1'을 입력 후 '계산'버튼 클릭한다.

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



3. 공구 불러오기

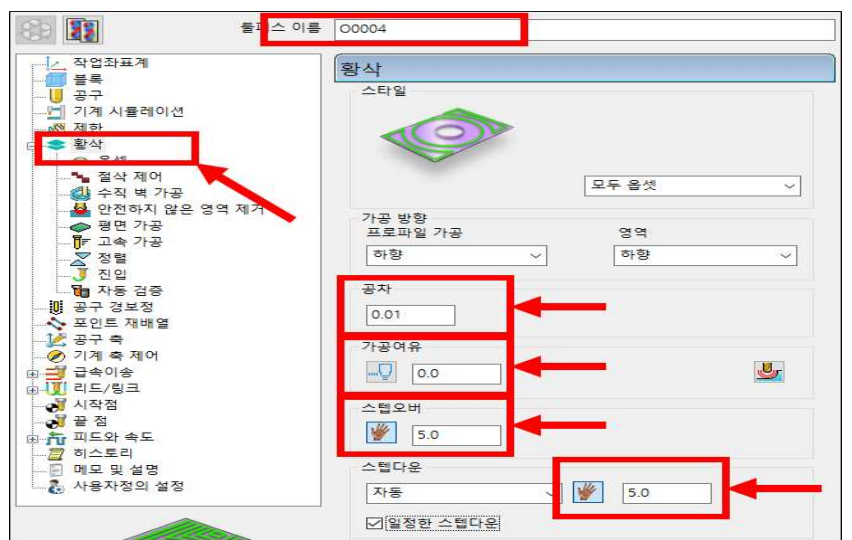
- ② '엔드밀' 설정



2. 설정 값 입력

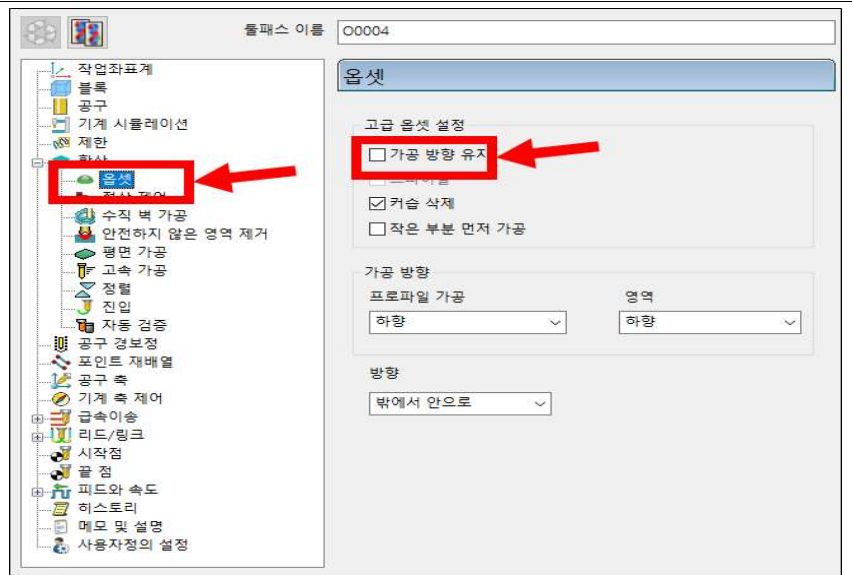
- ③ 공차: 0.01 입력
- ④ 가공여유: 0
- ⑤ 스텝 오버: 5
- ⑥ 스텝 다운: 5

※스테다운 5를 입력 하므로써 한번에 툴패스가 진행되게 된다.

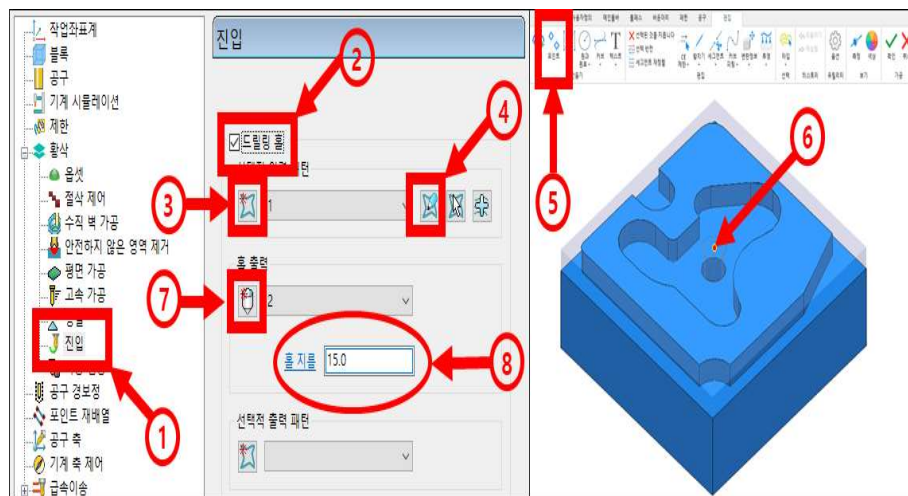


- ⑦ 옵션에서 '가공 방향 유지'를 해제한다.

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

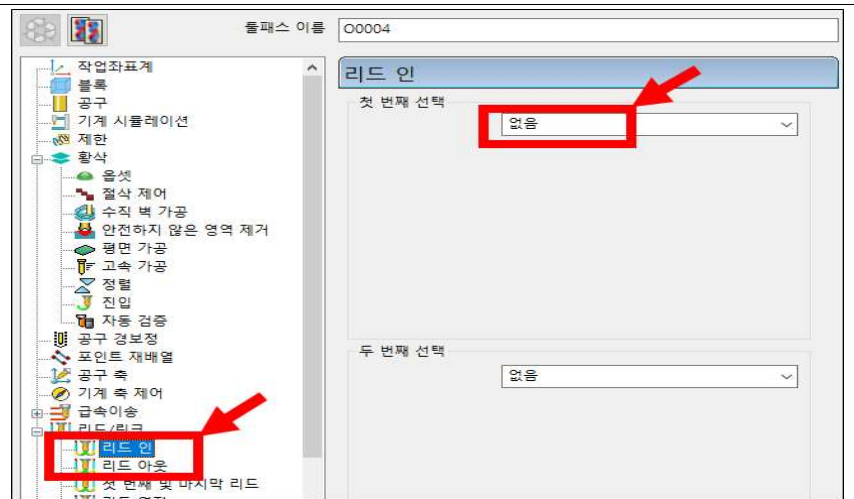


- ⑧ 아래 그림과 같이 진입 부분에서 차례대로 입력하여 공구가 드릴 부분의 정 중앙부분에 진입하도록 한다.



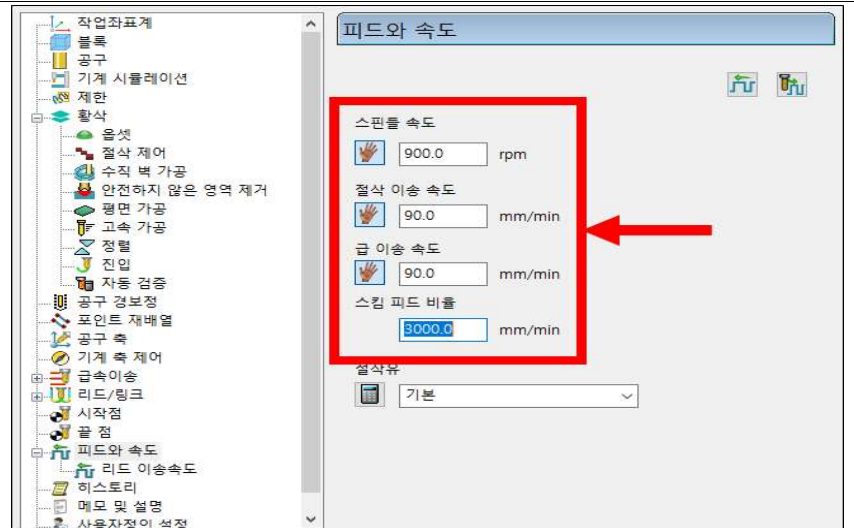
- ✓ 홀 지름(8번)에는 가상의 홀피처를 만드는 작업이다. 따라서 해당 구간의 지름값이 사용할 공구보다 작으면 공구가 진입을 하지 않고 경고창이 나타나게 된다.

⑨ 리드인, 리드아웃은
그림과 같이 없음으로 설정한다.



⑩ 피드와 속도 설정에서

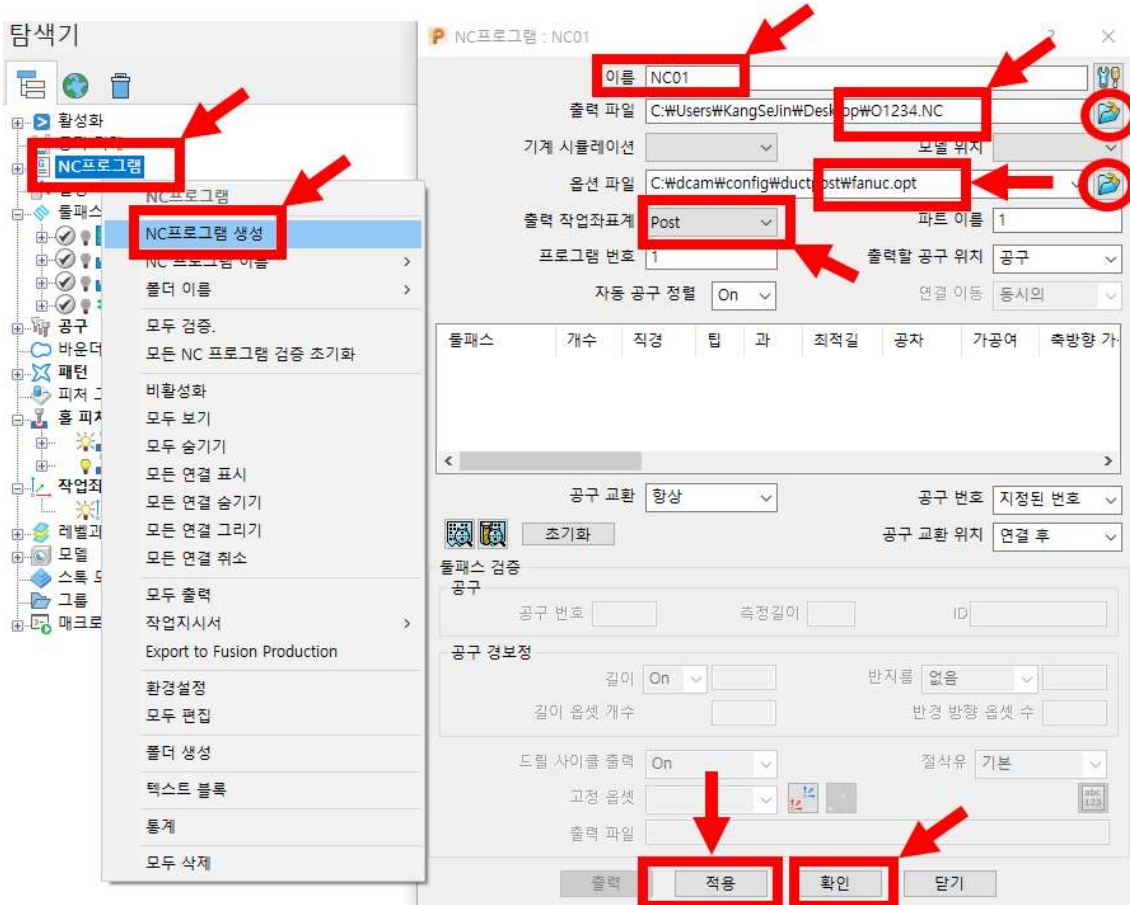
- ✓ 황삭 스피들 회전수: 900 rpm
- ✓ 절삭피드: 90 mm/min
- ✓ 플런지 피드: 90~100mm/min



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)

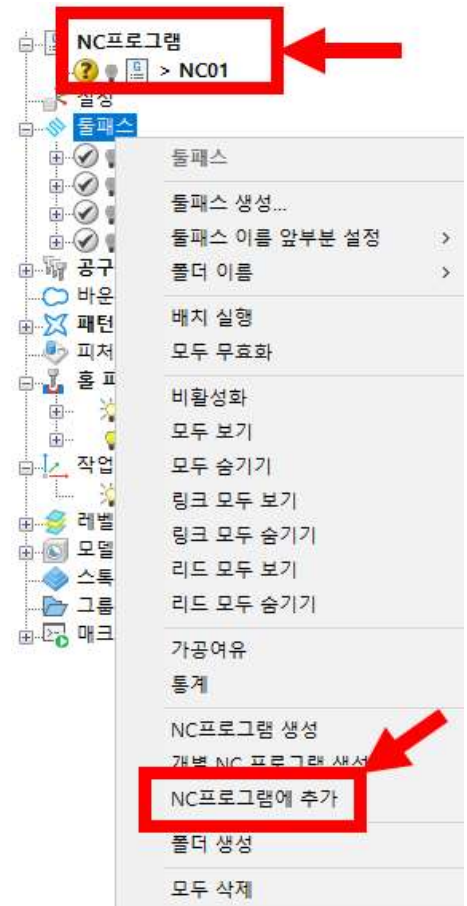
옵션파일: Fanuc (예시)

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.