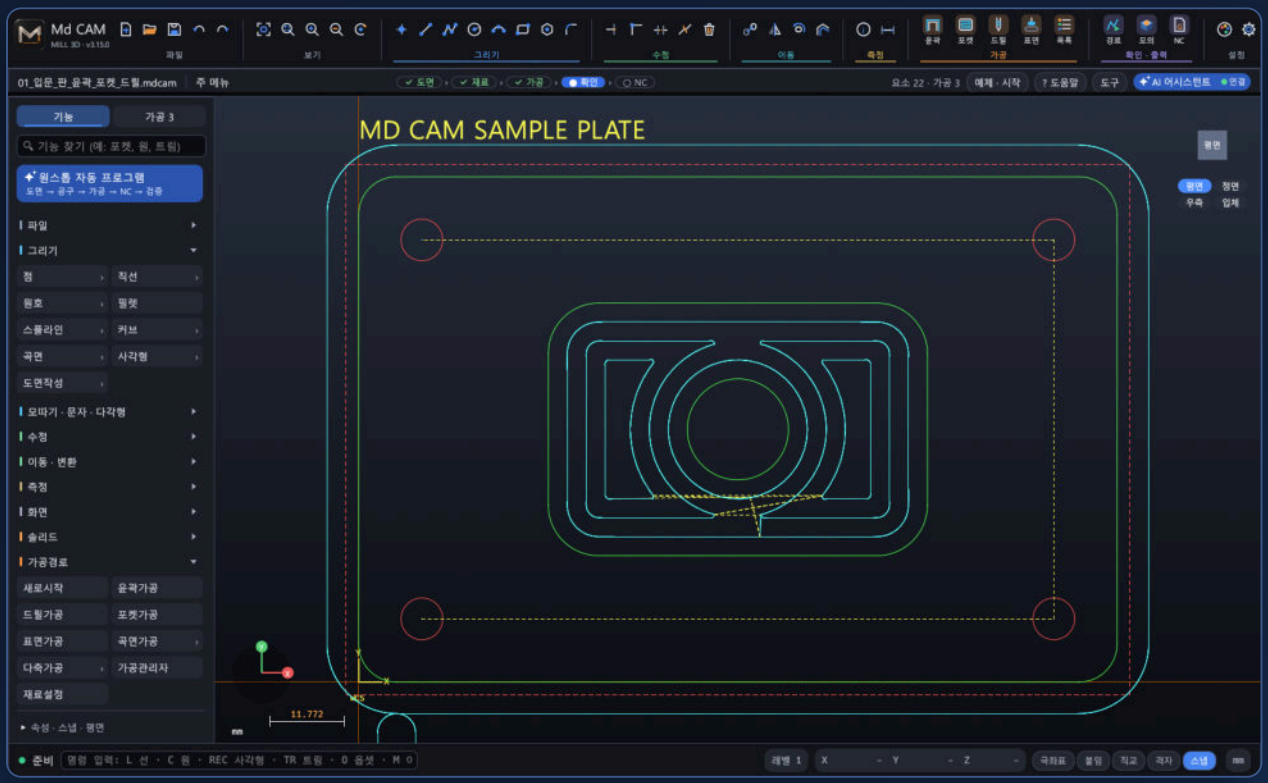
Md CAM

사용자 매뉴얼

2D 도면 · 곡면/솔리드 · 밀링 가공경로 · 장비 포스트 · NC 검증 · 3D 모의가공



버전 3.15.0 Windows x64 2026.11.15

목차

1. 소개 4

1.1 Md CAM 이란 5

1.2 시스템 요구사항과 파일 6

2. 설치와 시작 7

2.1 설치 8

2.1 설치 (계속) - 사용 조건 · 설치 위치 9

2.1 설치 (계속) - 구성 요소 · 완료 10

2.2 시작 화면과 예제 11

2.3 최근 파일 미리보기 12

3. 화면 구성 13

3.1 주 화면 14

3.2 메뉴 방식 - 모던 · 클래식 15

3.3 기본 조작 16

3.4 도움말 · 다른 이름으로 저장 · 창이 도면을 가리지 않게 17

3.5 단계 안내줄 · 문제 목록 · 작업 기록 18

3.6 화면 배치 - 가공 탭 · 파라미터 패널 · 모의가공 모드 19

3.7 도구 · 처음 사용자 투어 20

4. 도면 열기와 불러오기 21

4.1 DWG / DXF 불러오기 미리보기 22

4.2 그 밖의 파일 형식 23

5. 그리기와 편집 24

5.1 명령줄과 좌표 입력 (AutoCAD 식) 25

5.2 스냅과 제도 도움 26

5.3 선택과 선택 카드 27

5.4 이동 옵션 (평행이동 · 회전 · 배율) 28

6. 재료설정 29

6.1 재료설정 창 30

6.2 대각모서리 · 가상 모서리 · 재료 점선 끌기 31

6.3 임의 점을 원점으로 · 입체 보기에서 재료 높이 32

6.4 재료 테두리에서 숫자로 여유 정하기 33

7. 가공경로 34

7.1 가공 순서와 가공관리자 35

목차 (계속)

9. 확인과 출력 48

9.1 경로확인 (백플롯) 49

9.2 3D 모의가공 50

9.3 NC 출력과 장비 포스트 51

9.4 장비 포스트 마법사 - PST 없이 표준 포스트 52

9.5 포스트 마이그레이션 A - 샘플로 복제 53

9.5 포스트 생성 마법사 B - 단계별 생성과 안전 검사 54

9.5 포스트 마이그레이션 - 샘플 여러 개 · 줄마다 고침 55

9.5 선반 기초 · 하이덴하인 대화형 · 여러 바이스 56

9.6 NC 역검증 57

10. AI 어시스턴트와 자동화 58

10.1 원스톱 자동 프로그램 59

10.1 원스톱 자동 프로그램 (계속) 60

10.1 원스톱 - 재료설정 영역 · 3각법 투상도 61

10.7 견적 · 공구 재고 · 원스톱 추가 판단 62

10.8 AI 대화 - 추천과 실행 계획 63

10.9 연결 설정 - Claude Code · Codex 64

10.10 MCP - 터미널 AI 에서 Md CAM 부르기 65

10.2 탭 · 카운터보어 · 도면 문자 자동 판단 66

10.3 설정 저장과 결과 비교 67

10.4 2면 가공 - 뒤집기 셋업 자동 68

10.5 공구 수명 관리 69

10.6 웹앱 - 브라우저에서 Md CAM 전체 기능 70

10.11 AI 를 잘 쓰는 법 - 요청 예시와 작업 범위 71

11. 설정과 테마 72

11.1 프로그램 설정 73

11.1 프로그램 설정 (계속) 74

11.2 테마와 작업창 색 75

12. 따라하기 76

12.1 가공 따라하기 ① 도면 불러오기 77

12.1 가공 따라하기 ② 도면 정리 78

12.1 가공 따라하기 ③ 재료와 원점 79

12.1 가공 따라하기 ④ 구멍 · 포켓 · 외곽 가공정의 80

CHAPTER

01

소개

Md CAM 이 무엇이고 무엇을 할 수 있는지, 필요한 환경을 알아봅니다.

1.1 Md CAM 이란

1.2 시스템 요구사항과 파일

1.1 Md CAM 이란

Md CAM 은 2D 도면 작성부터 곡면·솔리드 모델링, 밀링 가공경로 생성, 장비 포스트 출력, NC 역검증, 3D 모의가공까지 한 프로그램 안에서 처리하는 Windows x64 용 CAM 소프트웨어입니다. 왼쪽의 클래식 사이드 메뉴(글자 단축키)와 현대식 도구막대·대화상자를 함께 제공하여, 기존 사용자는 익숙한 순서 그대로, 새 사용자는 그림을 보며 작업할 수 있습니다.

분야	주요 기능
도면	점·선·원호·스플라인·사각형·다각형·타원·문자·치수·해칭, 트림·확장·필렛·모따기·옵셋, 이동·회전·대칭·배율·패턴
불러오기	DWG(2000~2018, 외부 프로그램 없이), DXF, IGES, STEP, Parasolid(.x_t), VDA, SAT, STL, OBJ, SVG, EPS, HPGL, NC
곡면·솔리드	로프트·룰드·회전·스윕·쿤스·드래프트 곡면, 돌출·회전 솔리드, 불리안·필렛·모따기·쉘
2D 가공	윤곽, 포켓(섬), 드릴(싸이클), 표면, 원호(써클밀·나사밀·헬리컬), 슬롯, 조각, 트림, 다이나믹 밀, 필 밀, 모따기
3D 가공	Z레벨 황삭, 평행·방사·등고선·흐름선·스캘럽·펜슬·스파이럴·하이브리드·평탄면 정삭, 옵티러프, 잔삭, 투영
다축	4축 원통 감기, 5축 곡면 수직(G43.4 TCP)
공구	공구 라이브러리, Mastercam .tooldb 공구·홀더 읽기, 공구 그림, 절삭조건 계산
출력·검증	장비 포스트(PST 읽기), NC 출력, NC 역검증, 경로확인, 3D 모의가공(충돌·홀더 간섭), DNC 전송
자동화 · AI	원스톱 자동 프로그램 (도면 → NC → 검증), AI 어시스턴트 (Claude Code · Codex 구독 연결), MCP 서버

> **참고** 이 매뉴얼의 그림은 모두 Md CAM 이 직접 그린 실제 화면입니다 (화면 크기 1600 x 980, 다크 테마).

1.2 시스템 요구사항과 파일

항목	내용
운영체제	Windows 10 / 11 (64비트)
화면	1280 x 800 이상 (1600 x 900 이상 권장)
그래픽	OpenGL 2.0 이상을 지원하는 그래픽 장치
디스크	설치 약 30 MB (예제 · 표준 공구 · 매뉴얼 PDF 포함), 설치 파일 약 20 MB
추가 프로그램	필요 없음 - DWG 도 직접 읽고, 표준 공구·홀더 라이브러리 내장 (Mastercam 없어도 됨)
AI (선택)	Claude Code (Claude Pro/Max) 또는 Codex (ChatGPT Plus/Pro) - 10장
웹앱	설치 없이 브라우저에서 (WebGL2 지원 Chrome · Edge · Firefox · Safari) - 10.6

파일 / 폴더	설명
Md CAM.exe	프로그램
Samples₩	예제 도면과 NC (시작 화면에서 바로 열기)
Mill₩MD₩	내 도면(.mdcam) 기본 저장 폴더
Mill₩Posts₩	장비 포스트(.pst)
Mill₩Tools₩	공구 라이브러리
Mill₩NC₩	NC 프로그램 기본 저장 폴더
mdcam_settings.json	프로그램 설정 (테마, 스냅, 최근 파일 등)

확장자	내용
.mdcam	Md CAM 도면 (도형 + 곡면/솔리드 + 공구 + 가공정의 + 재료). 두 번 클릭하면 열림
.dwg / .dxf	CAD 도면 - 불러오기 미리보기로 열림
.nc / .tap	NC 프로그램 - NC 편집 창과 역검증
.pst	장비 포스트 - 원호·번호·시작/끝 코드 설정을 읽음

CHAPTER

02

설치와 시작

설치 파일 또는 압축본으로 설치하고, 시작 화면과 예제로 첫 작업을 해 봅니다.

2.1 설치
2.1 설치 (계속) - 사용 조건 · 설치 위치
2.1 설치 (계속) - 구성 요소 · 완료
2.2 시작 화면과 예제
2.3 최근 파일 미리보기

2.1 설치

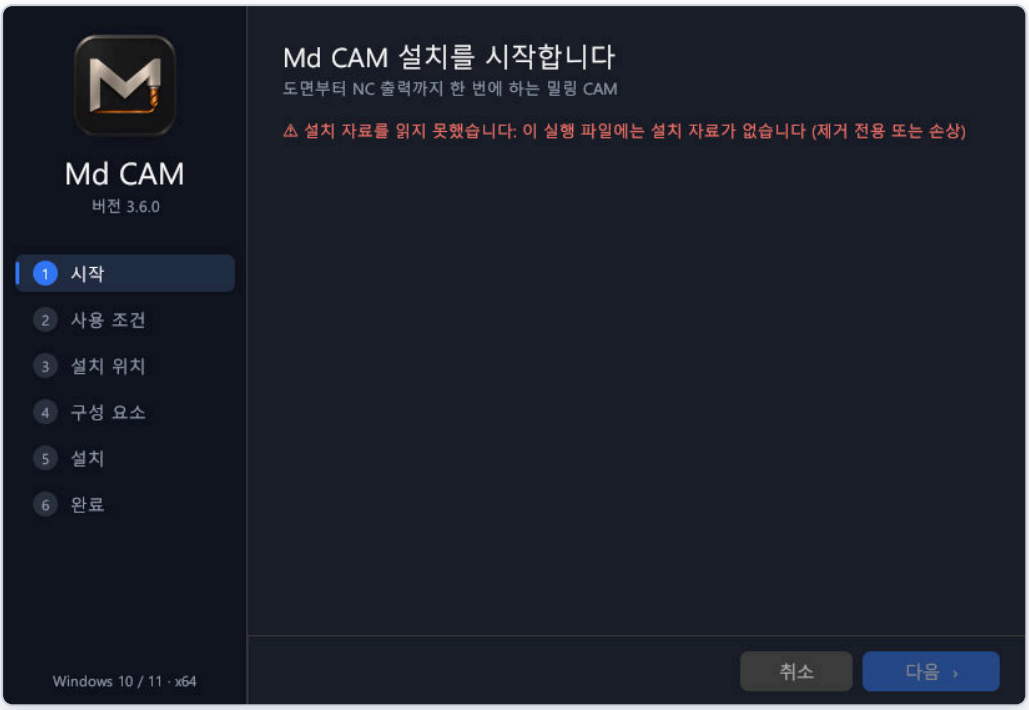


그림 설치 마법사 - 시작

1. MdCAM_Setup_x64_v<버전>.exe 를 실행합니다. 시작 → 사용 조건 → 설치 위치 → 구성 요소 → 설치 → 완료 순서로 [다음] 을 누릅니다.
2. 설치 위치: '이 사용자만'(권장, 관리자 권한 필요 없음) 또는 '모든 사용자'(Program Files). 이미 설치된 폴더면 '업그레이드' 로 바뀌고 내 도면·설정은 그대로입니다.
3. 구성 요소: 프로그램 · 예제 · 표준 공구/홀더 · 포스트 · 매뉴얼은 항상 설치, 바로가기 · 파일 연결 · 앱 등록 · 설치 후 실행은 선택.

설치하지 않고 쓰려면 MdCAM_x64_v<버전>_portable.zip 을 원하는 폴더에 풀고 Md CAM.exe 를 실행합니다.

설치 파일 명령줄 (관리용)	동작
--silent --dir <폴더>	화면 없이 설치
--no-shortcuts / --no-register / --no-assoc	바로가기 · 등록 · 파일 연결 빼기
--silent --uninstall --dir <폴더>	화면 없이 제거 (내 도면 Mill₩MD 는 남김)

프로그램 명령줄	동작
Md CAM.exe 도면.mdcam	도면을 열고 시작
Md CAM.exe 도면.mdcam --simulate	열자마자 모의가공
Md CAM.exe 도면.mdcam --drill=8.5	드릴 구멍 선택을 시작하고 Ø8.5 구멍을 모두 선택

팁 제거: Md CAM 설정 › 시작·기타 › [Md CAM 제거], Windows 설정 › 앱, 또는 설치 폴더의 uninstall.exe. 내 도면 폴더(Mill₩MD)는 남길 수 있습니다.

2.1 설치 (계속) - 사용 조건 · 설치 위치

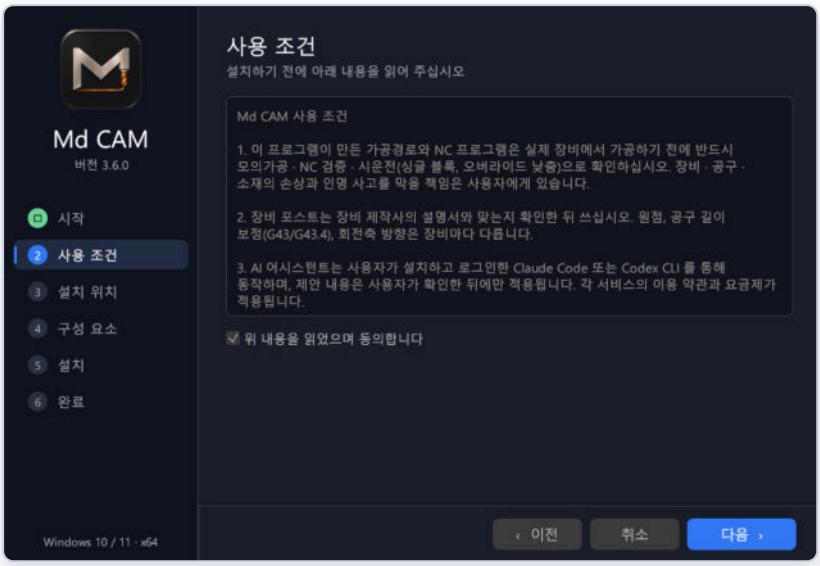


그림 2단계 사용 조건 - 끝까지 읽고 '동의합니다' 를 체크해야 [다음] 이 켜짐

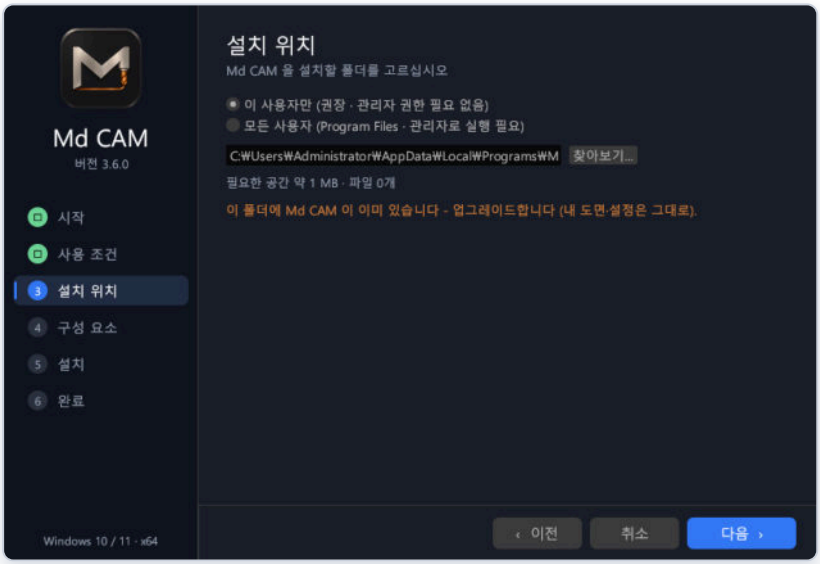


그림 3단계 설치 위치 - 이 사용자만 / 모든 사용자, 폴더 바꾸기, 필요한 공간

단계	할 일
1 시작	설치할 버전과 이미 설치된 버전을 보여 줌. 같은 폴더에 있으면 자동으로 '업그레이드'
2 사용 조건	프로그램 사용 조건과 오픈소스 고지. 동의해야 다음으로
3 설치 위치	권장: '이 사용자만' (%LOCALAPPDATA%₩Programs₩Md CAM, 관리자 권한 없음)

2.1 설치 (계속) - 구성 요소 · 완료

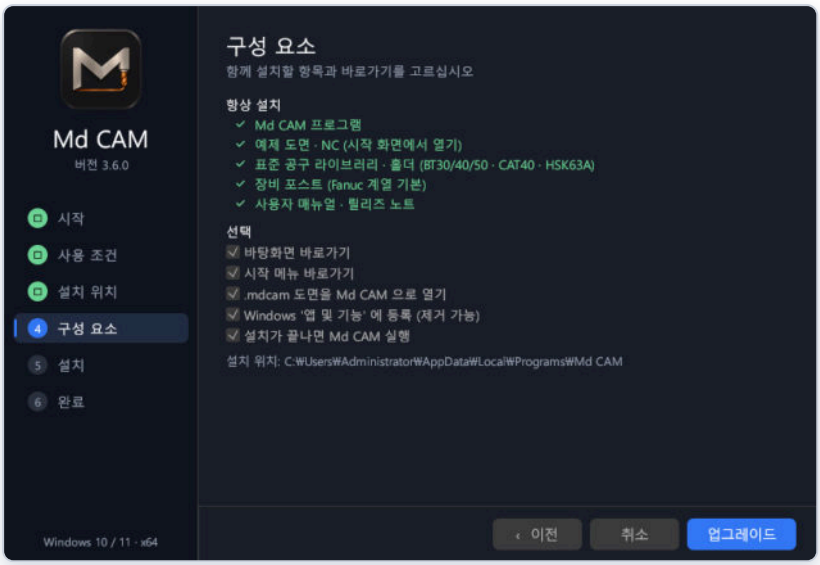


그림 4단계 구성 요소 - 항상 설치되는 것과 선택

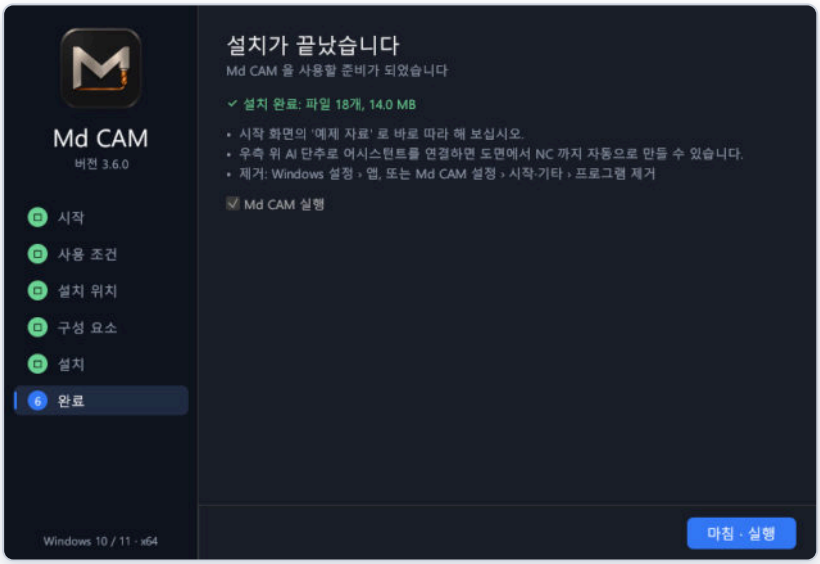


그림 6단계 완료 - [마침] 을 누르면 바로 실행

단계	할 일
4 구성 요소	바탕화면/시작 메뉴 바로가기, .mdcam 파일 연결 (두 번 클릭으로 열기), 앱 목록 등록 (제거용)
5 설치	진행 막대. 표준 공구 157개 · 홀더 15개 · 포스트 · 예제 · 매뉴얼 PDF 를 함께 풀어 놓음
6 완료	'Md CAM 실행' 을 켠 채 [마침]. 업그레이드였다면 내 도면 · 설정은 그대로

참고 Mastercam 이 없는 PC 에서도 그대로 동작합니다. 공구·홀더는 내장 'Md CAM 표준 라이브러리' 를 쓰고, Mastercam 이 있으면 그 .tooldb 도 읽을 수 있습니다 (8장).

2.2 시작 화면과 예제



그림 시작 화면

프로그램을 켜면 시작 화면이 나옵니다. 예제를 [열기] 로 바로 열고, 아래 '최근 파일' 에서 지난번 도면을 다시 열 수 있습니다. DWG · DXF · mdcam · NC 파일은 창에 끌어다 놓아도 열립니다. '시작할 때 보이기' 를 끄면 다음부터 나오지 않으며, 위쪽의 [예제 · 시작] 단추로 언제든 다시 열 수 있습니다.

예제	내용
01 입문: 판 가공	윤곽 + 섬이 있는 포켓 + 드릴 (처음 따라하기에 좋음)
02 솔리드 + 곡면 정삭	돌출 솔리드, 구멍, 필렛, 돔 + Z레벨 황삭 + 평행 정삭
10 고속가공	다이나믹 밀 · 필 밀 · 모따기
11 구멍 선택 연습	지름 5종 21개 구멍
12 옵티러프 · 잔삭 · 5축	큰 절입 황삭 → 잔삭 → 5축 곡면 수직

2.3 최근 파일 미리보기



그림 시작 화면 - 최근 파일을 작은 도면 그림 · 요소 · 가공 수 · 예상 시간과 함께

최근 파일은 작은 도면 그림과 함께 보입니다. mdcam 은 요소 · 가공정의 수 · 저장할 때의 예상 가공시간, DXF 는 요소 수, 그리고 언제 고쳤는지를 보여 줍니다. 카드를 누르면 열립니다.

- 카드 이름 옆 [고정] 을 누르면 그 파일이 늘 맨 앞에 남습니다 (고정됨 → 다시 누르면 해제).
- '최근 파일' 옆 검색 칸에 이름이나 폴더 일부를 치면 고정한 파일과 최근 파일에서 찾아 보여 줍니다 (최대 8개).

CHAPTER

03

화면 구성

각 영역의 이름과 역할, 마우스와 키보드 기본 조작을 익힙니다.

3.1 주 화면
3.2 메뉴 방식 - 모던 · 클래식
3.3 기본 조작
3.4 도움말 · 다른 이름으로 저장 · 창이 도면을 가리지 않게
3.5 단계 안내줄 · 문제 목록 · 작업 기록
3.6 화면 배치 - 가공 탭 · 파라미터 패널 · 모의가공 모드
3.7 도구 · 처음 사용자 투어

3.1 주 화면

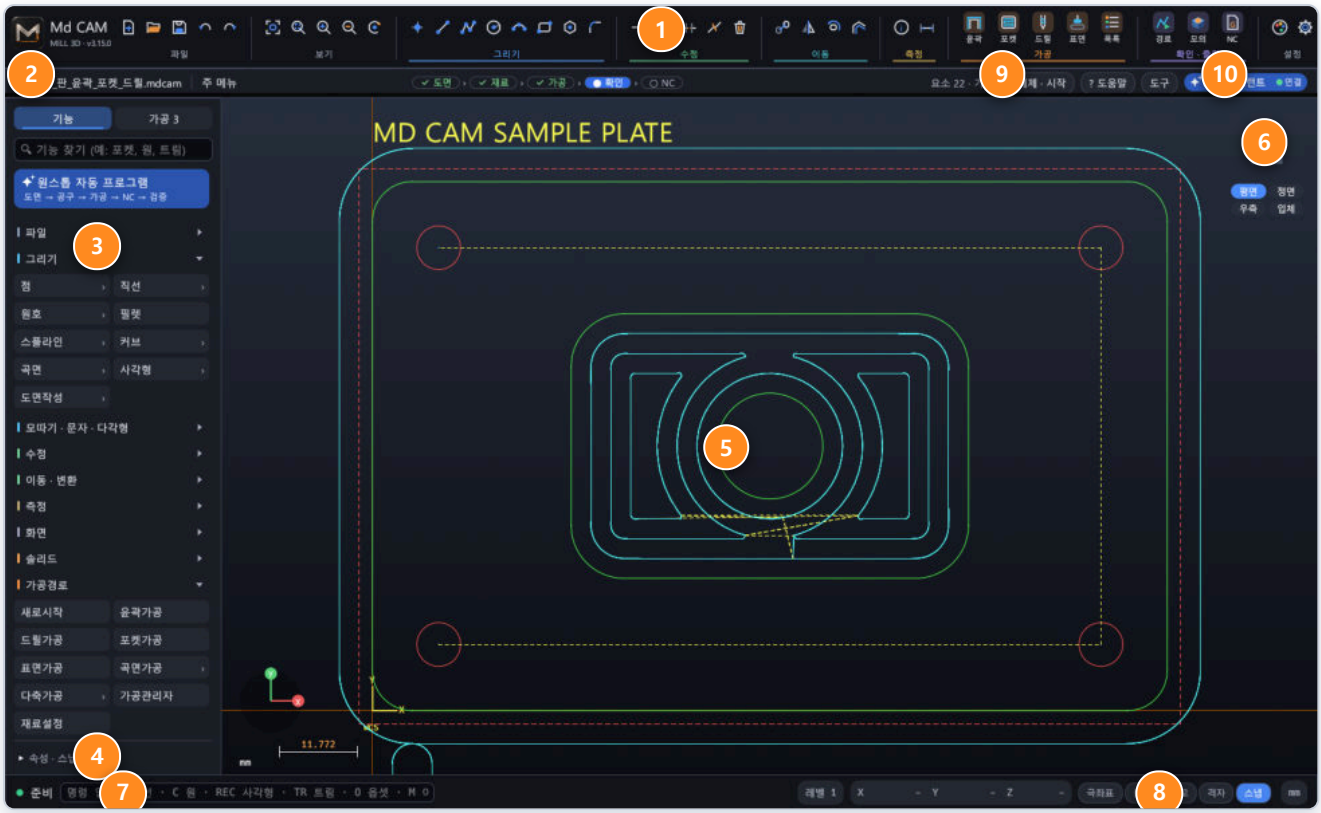


그림 주 화면 - 번호는 아래 표 참고

No	영역	역할
1	도구막대	파일 · 보기 · 그리기 · 수정 · 이동 · 측정 · 가공 · 확인·출력 · 설정 묶음. 아이콘에 마우스를 올리면 이름과 단축키
2	경로 표시줄	지금 메뉴 위치 (주 메뉴 › 그리기 › 원호). 앞 단계를 누르면 그 메뉴로 돌아감
3	왼쪽 메뉴 (모던)	위 [기능 | 가공] 탭. 기능 = 기능 찾기 · 원스톱 자동 · 분류별 기능 카드, 가공 = 가공 목록 (3.6). 클래식 텍스트 메뉴로 바꿀 수 있음 (3.2)
4	속성 · 스냅 · 평면	누르면 펼쳐짐: Z 깊이 · 색상 · 레벨 · 요소속성 · 그룹 · 마스크 · 자동/원점 스냅 · 작업평면 · 그래픽뷰
5	작업창	도형 · 가공경로 · 재료가 그려지는 곳. 끌어서 선택/이동, 휠로 확대
6	보기 단추	평면 / 입체 빠른 전환 (보기 큐브)
7	상태줄 · 명령줄	안내 문구, 값/좌표 입력 칸, 대기 중에는 AutoCAD 식 명령 칸
8	제도 토글	극좌표(F10) · 붙임(F9) · 직교(F8) · 격자(F7) · 스냅(F3), 커서 좌표, 단위
9	정보	요소·가공 수, [예제 · 시작], 파일 이름 (● = 저장 안 함)
10	AI 어시스턴트	대화 · 원스톱 자동 · 연결 설정 · MCP (10장). 점 색 = 연결 상태

3.2 메뉴 방식 - 모던 · 클래식

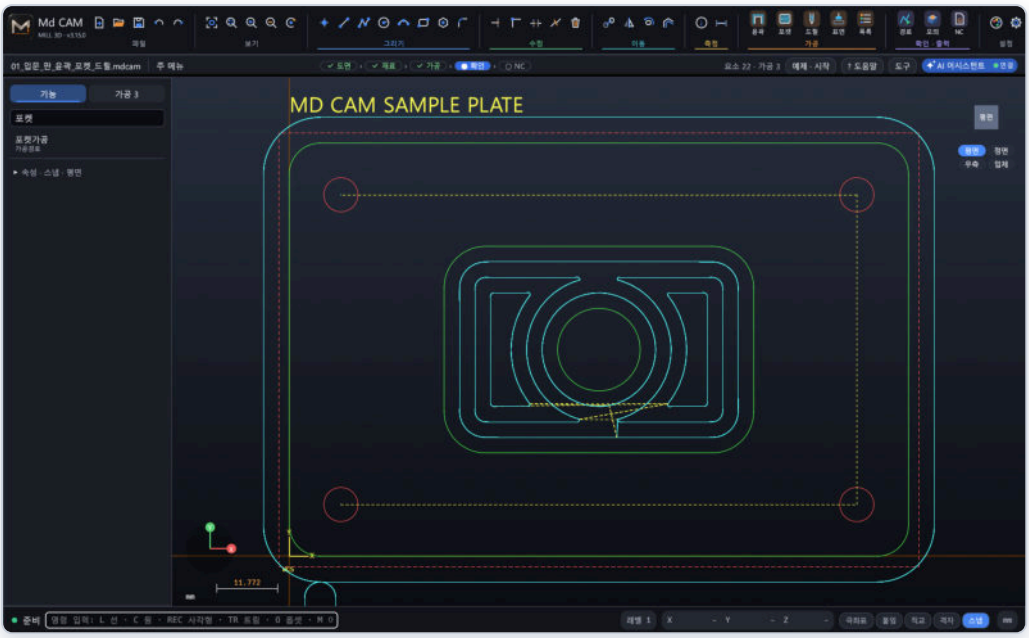


그림 모던 메뉴 - '포켓' 으로 기능 찾기

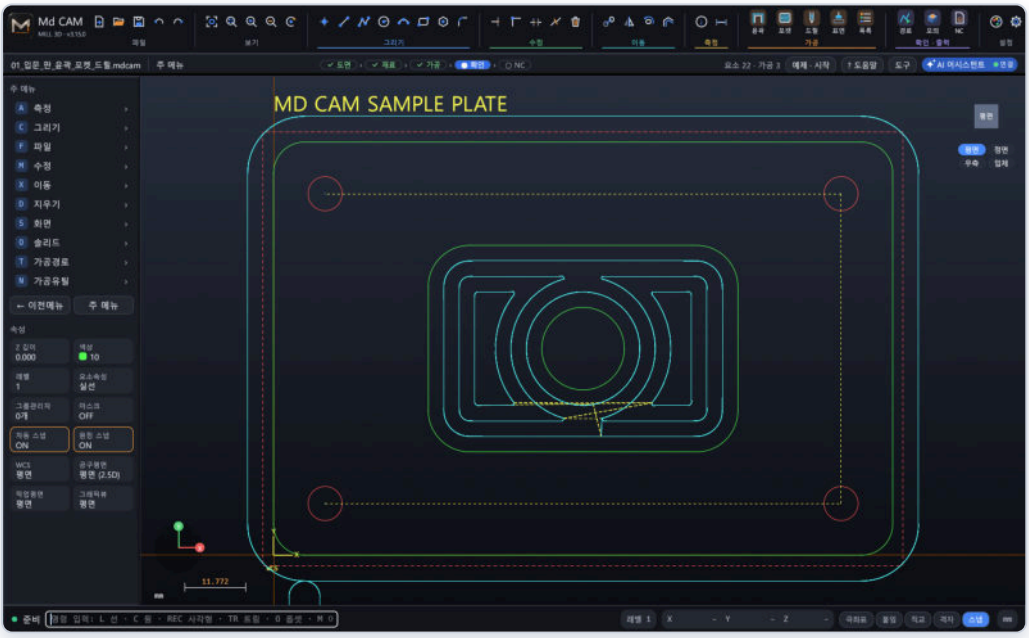


그림 클래식 메뉴 - 글자 단축키 텍스트 메뉴

- 모던 (기본): 맨 위 '기능 찾기' 에 이름 일부를 치면 모든 메뉴에서 찾아 '그리기 › 원호 › 3점' 처럼 위치와 함께 보여 줌
- 분류(그리기 · 수정 · 이동 · 가공경로 · 고속·곡면 …)를 누르면 펼쳐지고, › 표시는 하위 메뉴
- 클래식: 설정 › 화면·테마 › 메뉴 방식 에서 선택. 기존 사이드 메뉴와 같은 배열과 글자 단축키
- 두 방식 모두 명령을 고른 뒤에는 그 명령의 선택지(예: 구멍 선택 › 같은크기 · D:완료) 가 같은 자리에 나옴

3.3 기본 조작

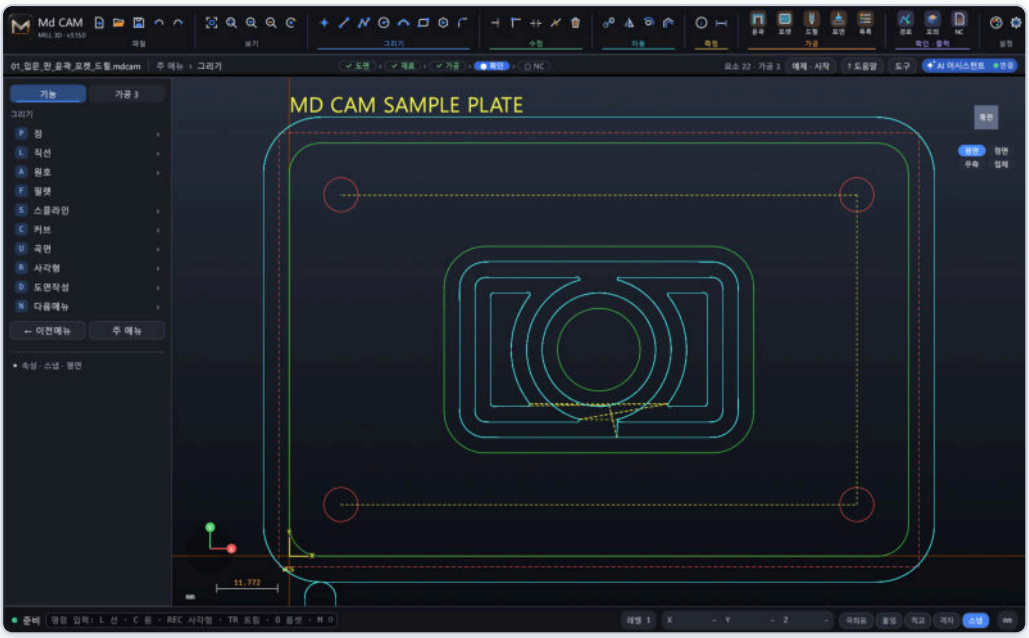


그림 그리기 메뉴 - 글자 키로 바로 실행

`마우스 휠`	커서 위치 기준 확대/축소
`Shift + 가운데 끌기`	화면 이동
`왼쪽 끌기 (빈 곳)`	윈도우 선택
`Backspace`	이전 메뉴
`F1 / F2`	윈도우 확대 / 축소
`Ctrl + Z`	실행 취소
`Ctrl + S / O / N`	저장 / 불러오기 / 새 파일
`Ctrl + H`	도움말 (기능 찾기 · 사용법)
`Ctrl + A`	모두 선택
`화살표`	선택 요소 미세 이동 (Shift = 10배)

`가운데 버튼 끌기`	회전 (입체 보기)
`오른쪽 클릭`	화면 메뉴 (확대, 자동배율, 보기 방향)
`Esc`	명령 취소 / 선택 해제
`Home`	자동배율 (전체 보기)
`PageUp / PageDown`	확대 / 축소
`Ctrl + Y`	다시 실행 (Ctrl + Shift + Z)
`Ctrl + Shift + S`	다른 이름으로 저장
`Ctrl + C / X / V / D`	복사 / 잘라내기 / 붙여넣기 / 복제
`Delete`	선택한 요소 지우기

팁 글자 키는 화면 어디에서나 먹습니다. 예: C → L → E 를 차례로 누르면 '그리기 › 직선 › 두점선'.

3.4 도움말 · 다른 이름으로 저장 · 창이 도면을 가리지 않게

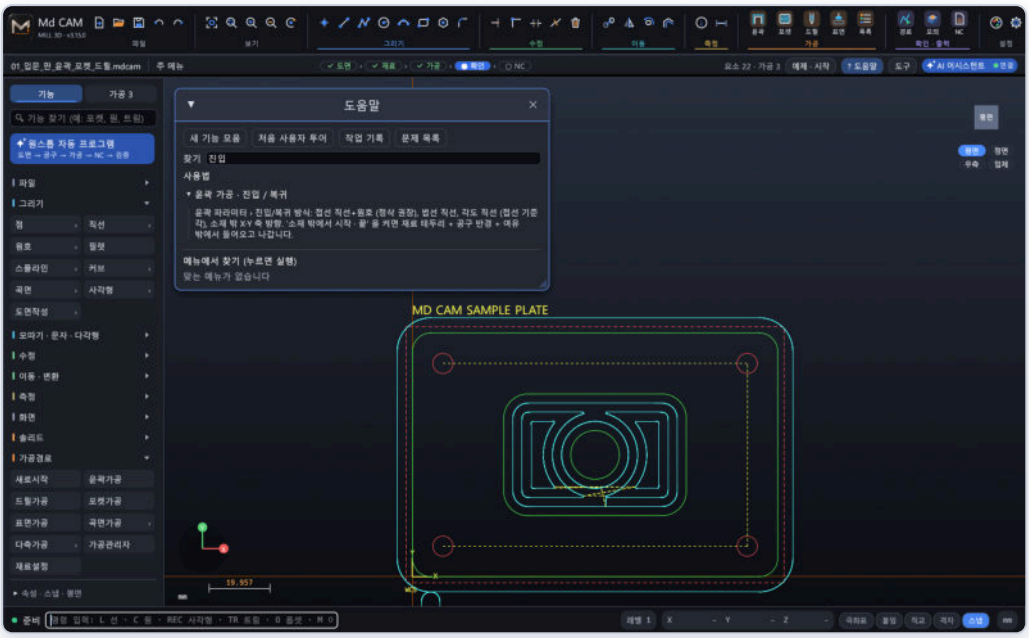


그림 도움말 (Ctrl+H, 오른쪽 위 [? 도움말]) - '진입' 으로 찾은 사용법과 메뉴

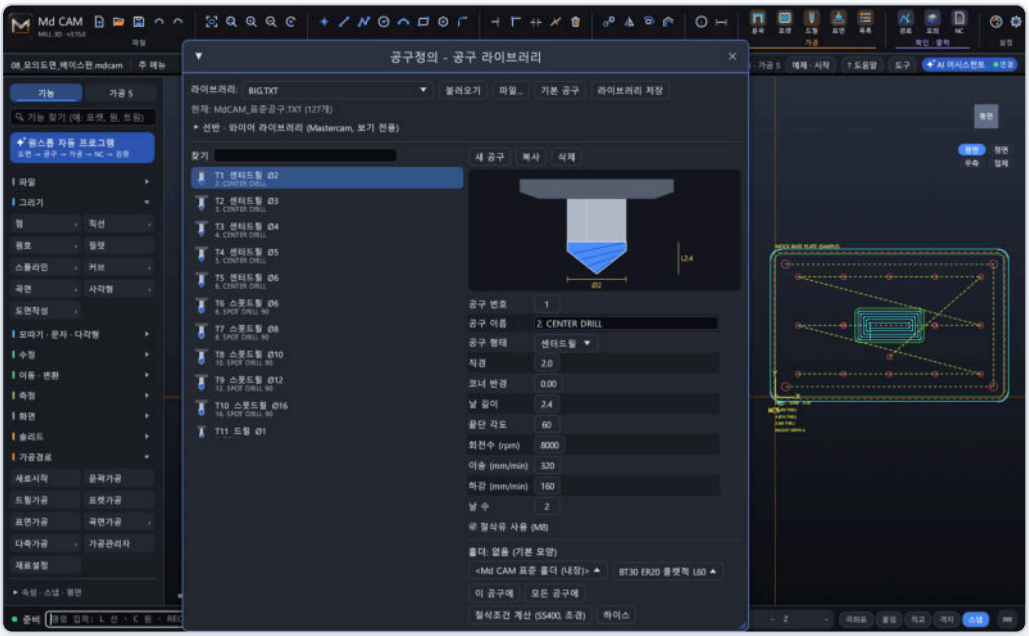


그림 창(공구 라이브러리)을 열면 도면이 창이 없는 곳에 맞춰짐

- 도움말: 찾을 말을 치면 사용법(주제)과 메뉴를 함께 찾습니다. 메뉴를 누르면 바로 실행됩니다. 명령줄 HELP 또는 ? 도 같습니다.
- 다른 이름으로 저장: 파일 › 파일2 › D:다른이름저장, Ctrl + Shift + S, 명령 SAVEAS. 고친 도면을 새 이름으로 남깁니다.
- 창이 열리면 (공구 라이브러리 · 재료설정 · 경로확인 · AI ...) 도면을 창이 없는 가장 넓은 곳에 자동으로 맞추고, 창을 모두 닫으면 원래대로 돌아갑니다. Home(자동배율)도 창을 피해 맞춥니다.
- 마우스가 도면(창 밖) 위에 있으면 창이 반투명해져 뒤의 도면이 보이고, 창 위로 가면 다시 또렷해집니다.
- 설정 › 작업창: '창이 열리면 도면을 창이 없는 곳에 맞추기' 끄기, '창 투명도' (30 ~ 100%).

3.5 단계 안내줄 · 문제 목록 · 작업 기록

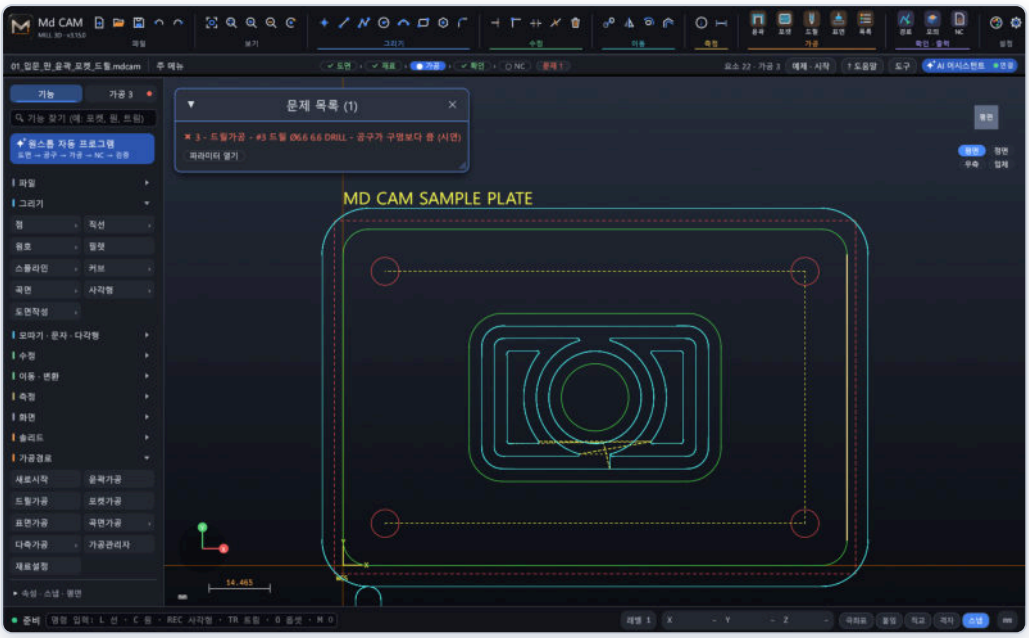


그림 위 띠의 단계 안내 (✓ 끝남 · ● 다음 할 일) 와 문제 목록 (고치는 단추)

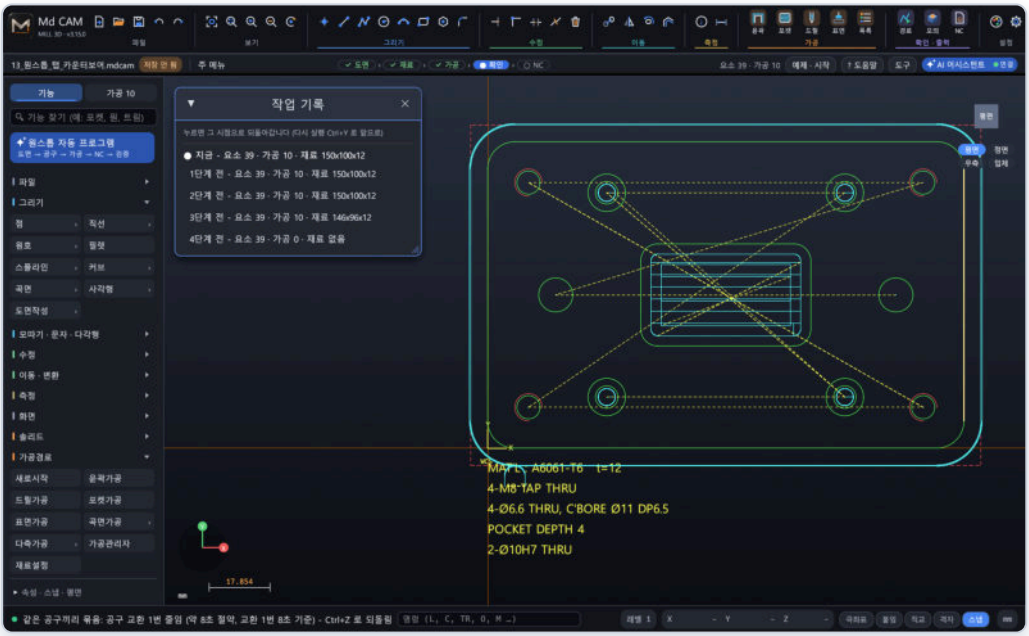


그림 작업 기록 - 누르면 그 시점으로

- 단계 안내줄: 도면 › 재료 › 가공 › 확인 › NC. 끝난 단계는 ✓, 다음 할 일은 파란 ● 로 강조되고, 누르면 그 단계(불러오기 · 재료설정 · 가공 탭 · 모의가공 · NC)를 엽니다. 위 띠 가운데에 있고, 화면이 좁으면 작업창 위에 뜹니다. 설정 › 작업창 에서 끌 수 있습니다.
- [문제 n] 또는 명령 PROBLEMS: 경로 오류 · 빈 경로 · 같은 T 번호 다른 공구 · 재료 없음 · 열린 체인 · NC 검증 오류를 한곳에. 누르면 가공 목록에서 그 가공정의가 선택되고, 문제마다 고치는 단추(재료설정 열기 · 파라미터 열기 · 다시 만들기 · 공구번호 다시 매기기 · 도면 정리)가 붙습니다.
- 작업 기록 (명령 HISTORY): 되돌리기 단계마다 요소 · 가공 수 · 재료 크기. 누르면 그 시점으로 한 번에 되돌아가고, Ctrl+Y (또는 ▶ 줄) 로 다시 앞으로.

3.6 화면 배치 - 가공 탭 · 파라미터 패널 · 모의가공 모드

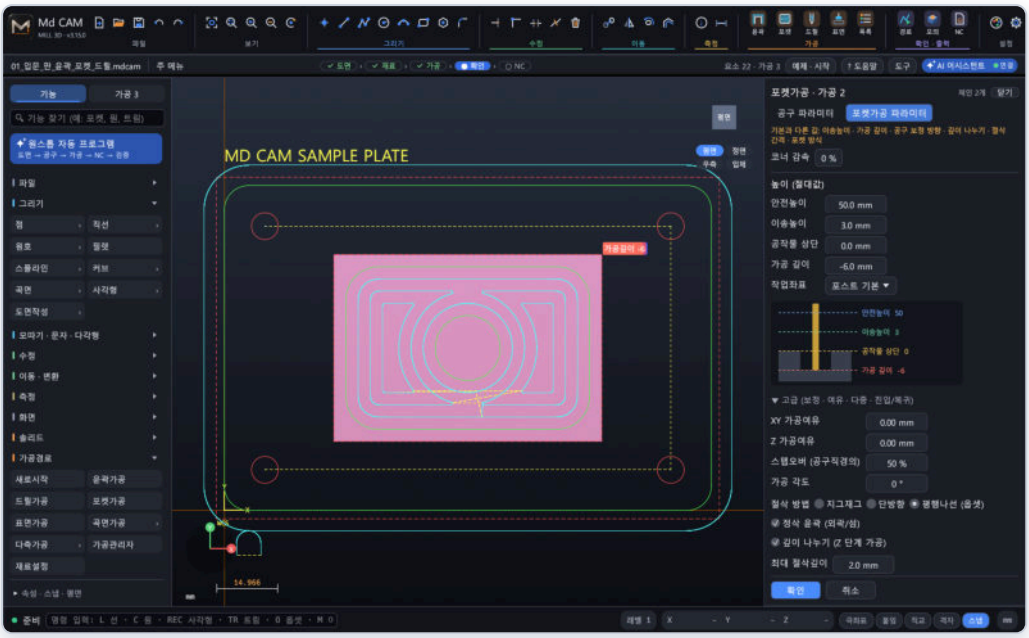


그림 오른쪽 파라미터 패널 - 값을 고치면 도면의 경로가 바로 바뀜

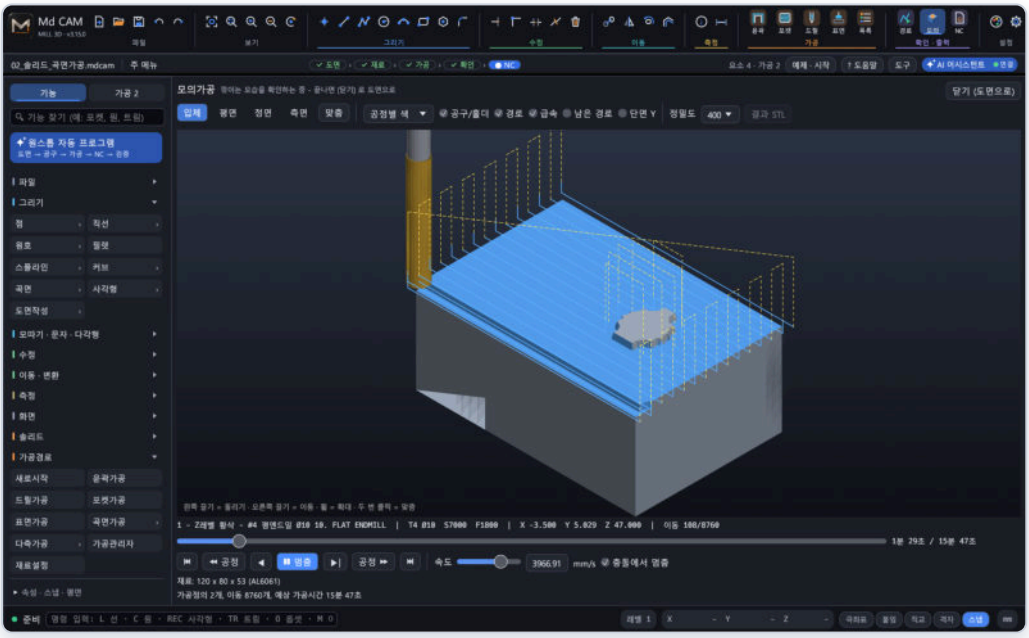


그림 모의가공 모드 - 작업창 전체, 아래에 시간 막대와 재생 단추

- 가공 목록(가공관리자): 왼쪽 패널 위의 [가공] 탭. 명령을 고르는 동안에는 자동으로 [기능] 쪽이 보이고, 끝나면 돌아옵니다.
- 파라미터: 오른쪽 패널. 값 칸에 단위가 붙고, 높이 단면 그림이 안전높이 · 이송높이 · 공작물 상단 · 가공 깊이의 위아래 순서를 보여 줍니다. 패널 왼쪽 가장자리를 끌어 폭을 바꿉니다.
- 모의가공: 작업창 전체에 열립니다. 위 = 보기 방향 · 색 · 표시, 아래 = 지금 공정 · 시간 막대 · 재생 단추. [닫기 (도면으로)] 로 돌아갑니다.
- 위 띠: 맨 앞에 파일 이름('저장 안 됨' 이 보이면 누르면 저장), 가운데 단계 안내, 오른쪽에 예제 · 도움말 · 도구 · AI 어시스턴트.
- 아래 상태줄: 명령 입력 칸, 레벨, 마우스 좌표, 스냅 단추. 작업창 오른쪽 위: 보기 단추 평면 · 정면 · 우측 · 입체. 떠 있는 창 방식으로 되돌리기는 7.1.

3.7 도구 · 처음 사용자 투어

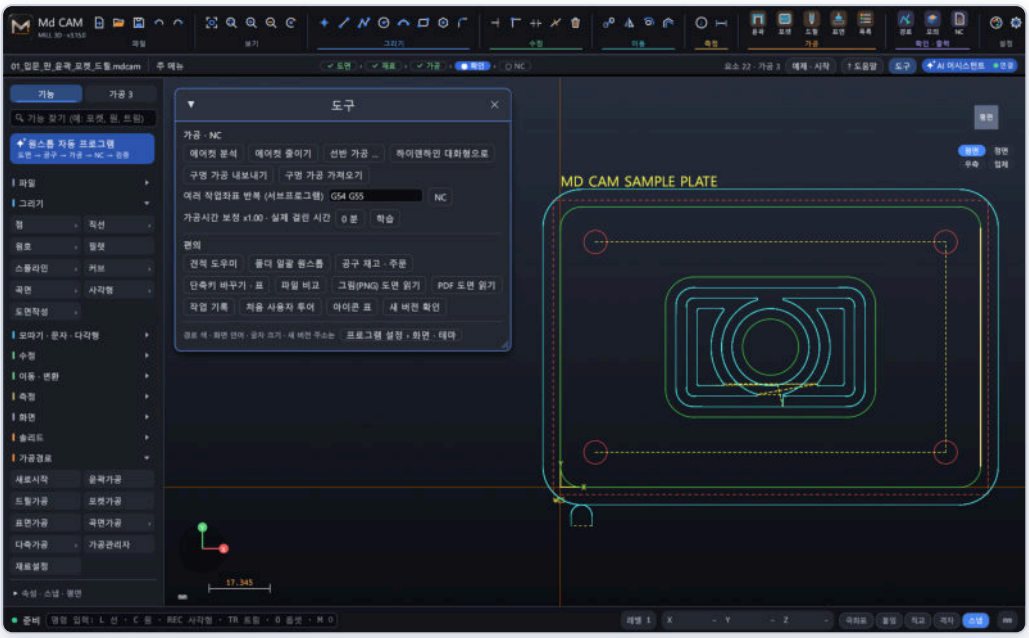


그림 오른쪽 위 [도구] (명령 TOOLS)

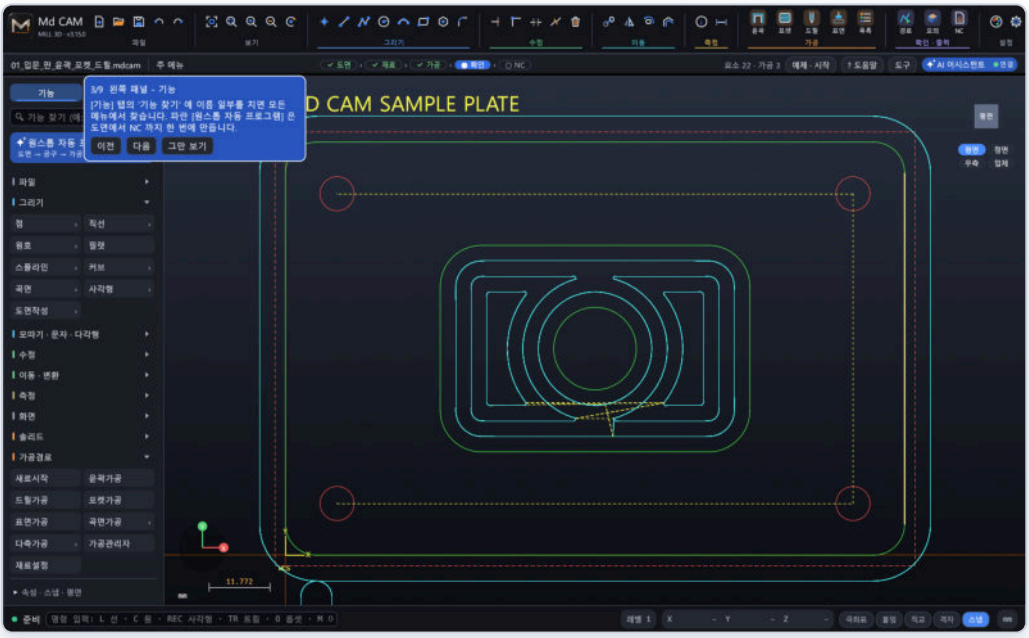


그림 처음 사용자 투어 - 말풍선으로 화면 안내 (도움말에서 다시)

- 가공 · NC: 에어컷 분석, 선반 가공 (G71 · 홈 · 나사 창), 하이덴하인 대화형으로, 구멍 가공 내보내기/가져오기 (.mdops), 여러 작업좌표 반복 (서브프로그램), 가공시간 보정 학습.
- 편의: 견적 도우미, 폴더 일괄 원스톱 (NC + 보고서 CSV), 공구 재고 · 주문, 단축키 바꾸기 · 표, 파일 비교, 그림(PNG) 도면 읽기, 작업 기록, 투어, 새 버전 확인.
- 경로 색 (기본 · 공구별 · 색각 배려), 화면 언어 (한국어 · English 주요 화면), 화면 크기에 맞춰 글자 크기, 새 버전 확인 주소는 설정 › 화면 · 테마 에 있습니다.
- 저장할 때마다 이전 파일을 Mill₩MD₩_백업 에 10개까지 남깁니다.
- PDF 도면 읽기 (CAD 에서 PDF 로 저장한 벡터 선, 도면 배율대로) · 에어컷 줄이기 (모의가공으로 각 가공 자리의 남은 재료 높이를 보고 공작물 상단을 낮춤).

CHAPTER

04

도면 열기와 불러오기

DWG · DXF 를 미리 보고 필요한 레이어만 골라 불러옵니다.

4.1 DWG / DXF 불러오기 미리보기

4.2 그 밖의 파일 형식

4.1 DWG / DXF 불러오기 미리보기



그림 도면 불러오기 창

파일 › 불러오기(Ctrl+O), 파일을 창에 끌어다 놓기, 또는 시작 화면의 최근 파일로 DWG/DXF 를 열면 이 창이 먼저 나옵니다.

항목	설명
미리보기	도면 전체 그림, 크기, 보이는 선 수. 아래에 원래 위치(왼쪽 아래 좌표)
요소 종류	점 · 선 · 원호/원 · 곡선(스플라인·타원) · 치수/글자를 켜고 끔 (치수/글자가 많으면 처음엔 꺼짐)
레이어	레이어별 개수와 색. [모두] [없음] 으로 한 번에
단위	파일 그대로 / inch → mm (x25.4) / mm → inch
위치	그대로 / 왼쪽 아래를 원점으로 / 가운데를 원점으로
방식	새 도면으로 열기 / 현재 도면에 합치기

참고 DWG 는 2000 ~ 2018 형식을 프로그램 안에서 바로 읽습니다 (다운로드·설치 필요 없음). 읽지 못한 항목이 있으면 몇 개인지 상태줄에 알려 줍니다. 해치(HATCH)는 경계선을 읽어 가공 체인으로 쓸 수 있습니다.

4.2 그 밖의 파일 형식

메뉴	형식	내용
파일 › 불러오기	.mdcam .dxf .dwg	도면 열기 (DXF/DWG 는 미리보기)
파일 › 합치기	.mdcam .dxf .dwg	현재 도면에 더하기
파일 › 파일변환	IGES, STEP, VDA-FS, SAT, Parasolid(.x_t), STL, OBJ, SVG, EPS, HPGL, XYZ 점	읽기 / 쓰기 (곡면은 와이어프레임 또는 망)
파일변환 › ProE	Creo/ProE, 이진 Parasolid 등	설정한 외부 변환기로 STEP 을 만들어 읽음
가공유틸 › NC 읽기	.nc .tap .nci	G 코드를 경로로 읽어 그리기 / 모의가공
파일 › 저장	.mdcam	도면 + 곡면/솔리드 + 공구 + 가공정의 + 재료
파일 › DXF 쓰기	.dxf	선택 또는 전체 도형

팁 끌어다 놓기: 탐색기에서 파일을 작업창으로 끌면 파란 테두리와 '놓으면 불러옵니다' 가 보입니다. NC 파일은 NC 편집 창과 역검증으로 열립니다.

CHAPTER

05

그리기와 편집

메뉴 · 명령줄 · 좌표 입력 · 스냅으로 정확하게 그리고, 선택한 요소를 옮기고 고칩니다.

5.1 명령줄과 좌표 입력 (AutoCAD 식)
5.2 스냅과 제도 도움
5.3 선택과 선택 카드
5.4 이동 옵션 (평행이동 · 회전 · 배율)

5.1 명령줄과 좌표 입력 (AutoCAD 식)

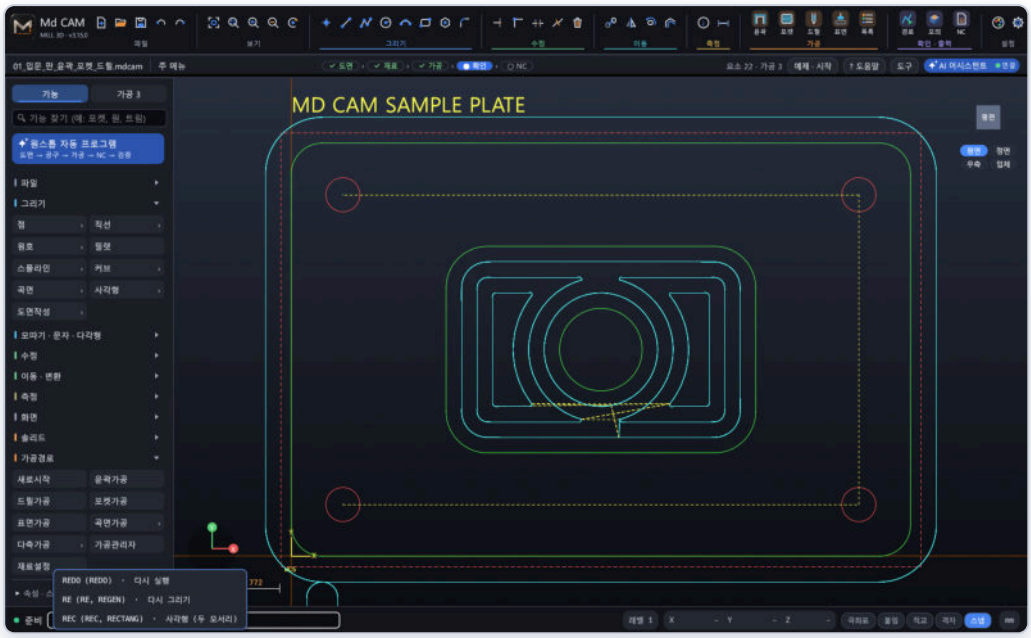


그림 명령줄 자동 완성

대기 상태에서 상태줄의 '명령' 칸에 명령 이름을 치고 Enter 또는 Space. 글자를 치면 맞는 명령이 위에 나옵니다. 빈칸에서 Enter / Space 는 마지막 명령 반복입니다. 설정 › 스냅·선택 › '글자 키 입력' 을 '명령줄' 로 하면 글자를 치는 즉시 명령 칸으로 갑니다.

명령	기능	명령	기능
L / PL	선 (연속)	TR / EX	트림 / 확장
C / CD / C2P / C3P	원	O	옵셋
A	원호 (3점)	F / CHA	필렛 / 모따기
REC / POL / EL	사각형 / 다각형 / 타원	M / CO / RO / MI / SC	이동 / 복사 / 회전 / 대칭 / 배율
SPL / PO	스플라인 / 점	AR / S / E	패턴 / 스트레치 / 지우기
DLI / DVE / DAL / DAN / DRA	치수	DT / LE / H	문자 / 지시선 / 해칭
DI / ID / AA / LI	거리 / 좌표 / 면적 / 정보	U / Z / RE	되돌리기 / 맞춤 / 다시 그리기

좌표 입력	뜻
10,20 · 10 20 5 · X10Y20Z-5	절대 좌표 (작업평면 기준, 수식 가능: 10/2+3)
@10,5	앞에서 찍은 점 기준 상대 좌표
@50<30	앞 점에서 거리 50, 각도 30° (X축 기준 반시계)
50<30	원점 기준 극좌표

5.2 스냅과 제도 도움

키 / 단추	기능
F3 스냅	끝점 · 중간점 · 중심점 · 사분점 · 점 · 교차점 자동 감지 (노란 표시와 이름)
원점 스냅 칩	원점(0,0), 공작물 윗면 중심과 네 모서리에 붙음 (십자+원 표시)
F7 격자 / F9 붙임	격자 표시 / 격자 점에 붙이기 (간격: 화면 › 격자)
F8 직교	앞 점에서 가로·세로로만
F10 극좌표	앞 점에서 정한 각도(5 ~ 90°, 기본 15°) 근처면 그 각도에 붙음
동적 입력	점을 찍을 때 앞 점에서의 길이 L 과 각도 ∠ 를 커서 옆에 표시

직교·극좌표는 스냅 점이 없을 때 작동하고, 붙으면 초록 점선과 '직교' / '극좌표' 이름이 보입니다. 선택한 요소 위에 커서를 올리면 끝점·중심이 스냅되어, 그 점을 잡고 끌어 원점이나 다른 점에 정확히 맞출 수 있습니다.

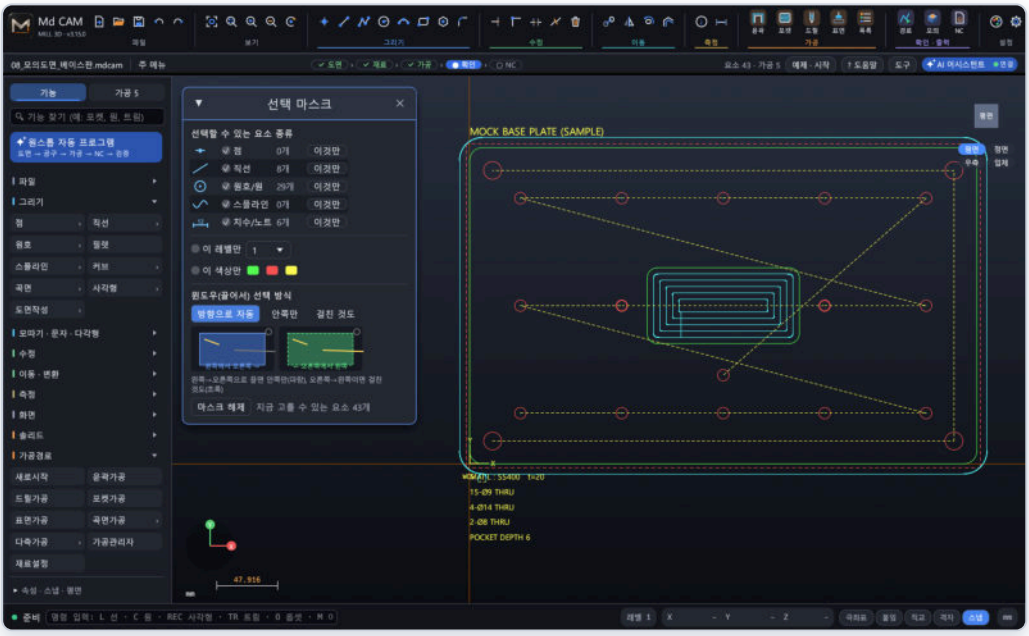


그림 선택 마스크 - 종류·레벨·색상, 윈도우 선택 방식

팁 윈도우 선택: 왼쪽 → 오른쪽으로 끌면 '안쪽만'(파랑 실선), 오른쪽 → 왼쪽은 '걸친 것도'(초록 점선). 선택 마스크 창에서 항상 한 방식으로 고정할 수도 있습니다.

5.3 선택과 선택 카드

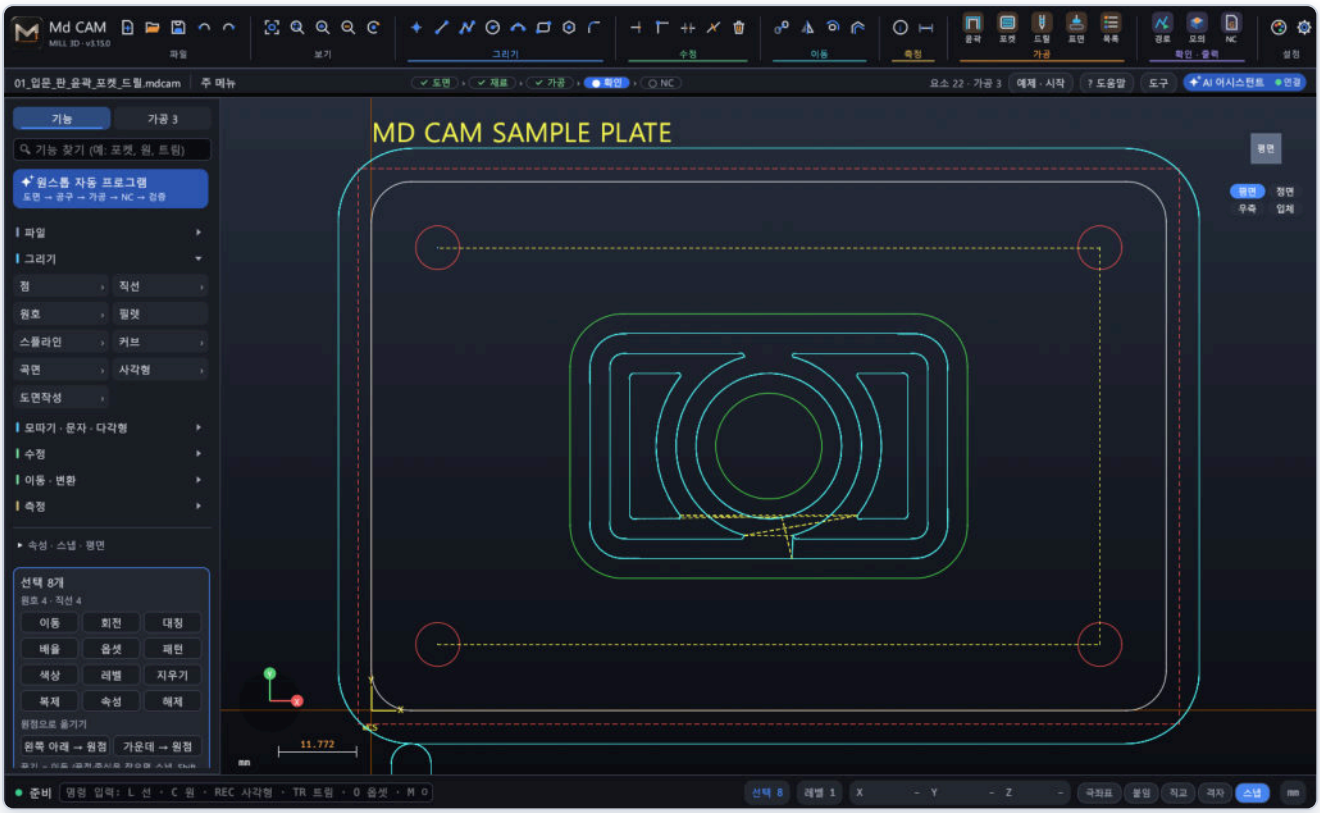


그림 요소를 고르면 왼쪽 아래에 선택 카드

- 클릭 = 선택, Shift + 클릭 = 더하기/빼기, 빈 곳 끌기 = 윈도우, Ctrl + A = 모두
- 선택한 요소를 끌면 이동, Ctrl + 끌기 = 복사, Shift = 가로/세로 고정. 끄는 동안 dX dY 와 스냅 이름 표시
- 파란 네모(그립)를 끌면 끝점·반지름·노드 모양 수정
- 선택 카드: 이동 · 회전 · 대칭 · 배율 · 옵셋 · 패턴 · 색상 · 레벨 · 지우기 · 복제 · 속성 · 해제
- '원점으로 옮기기': 선택 범위의 왼쪽 아래 / 가운데를 원점(0,0)으로 한 번에 (Ctrl+Z 로 되돌림)
- 선택 › S:같은크기원: 고른 원과 지름이 같은 원을 모두 더함

5.4 이동 옵션 (평행이동 · 회전 · 배율)

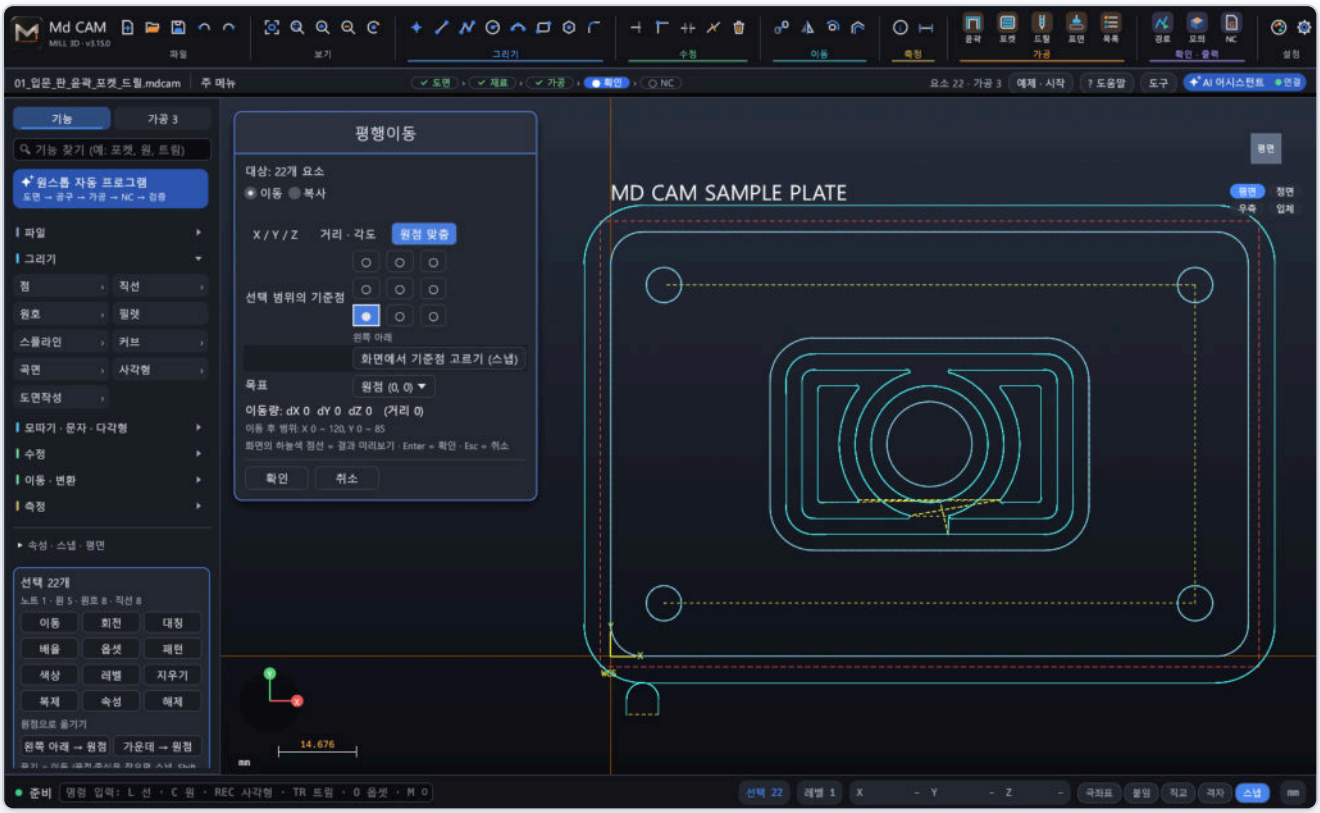


그림 평행이동 - 원점 맞춤 방식, 하늘색 점선 = 결과 미리보기

방식	설명
X / Y / Z	이동량 직접 입력, '두 점으로 지정'(스냅), 미세 조정 단추 ← → ↓ ↑ 와 간격
거리 · 각도	거리와 각도 (0/90/180/270/45° 단추)
원점 맞춤	선택 범위의 기준점 9곳 중 하나를 원점 / 공작물 윗면 중심 / 공작물 왼쪽 아래 / 입력 좌표로. '화면에서 기준점 고르기' 로 끝점·중심점을 찍어도 됨

- 이동 / 복사와 복사 개수. 창을 연 채로 결과가 하늘색 점선, 이동 방향이 노란 화살표로 보임 · Enter = 확인
- 마지막 평행이동의 방식과 값을 기억해 다음에 그대로 시작
- 회전 · 배율: 중심 처음 값 = 선택 범위 중심, [원점] [선택 범위 중심] [왼쪽 아래] 단추, 회전 90/-90/180/45° 단추

CHAPTER

06

재료설정

재료(공작물) 크기와 원점을 그림을 보며 정합니다.

6.1 재료설정 창
6.2 대각모서리 · 가상 모서리 · 재료 점선 끌기
6.3 임의 점을 원점으로 · 입체 보기에서 재료 높이
6.4 재료 테두리에서 숫자로 여유 정하기

6.1 재료설정 창

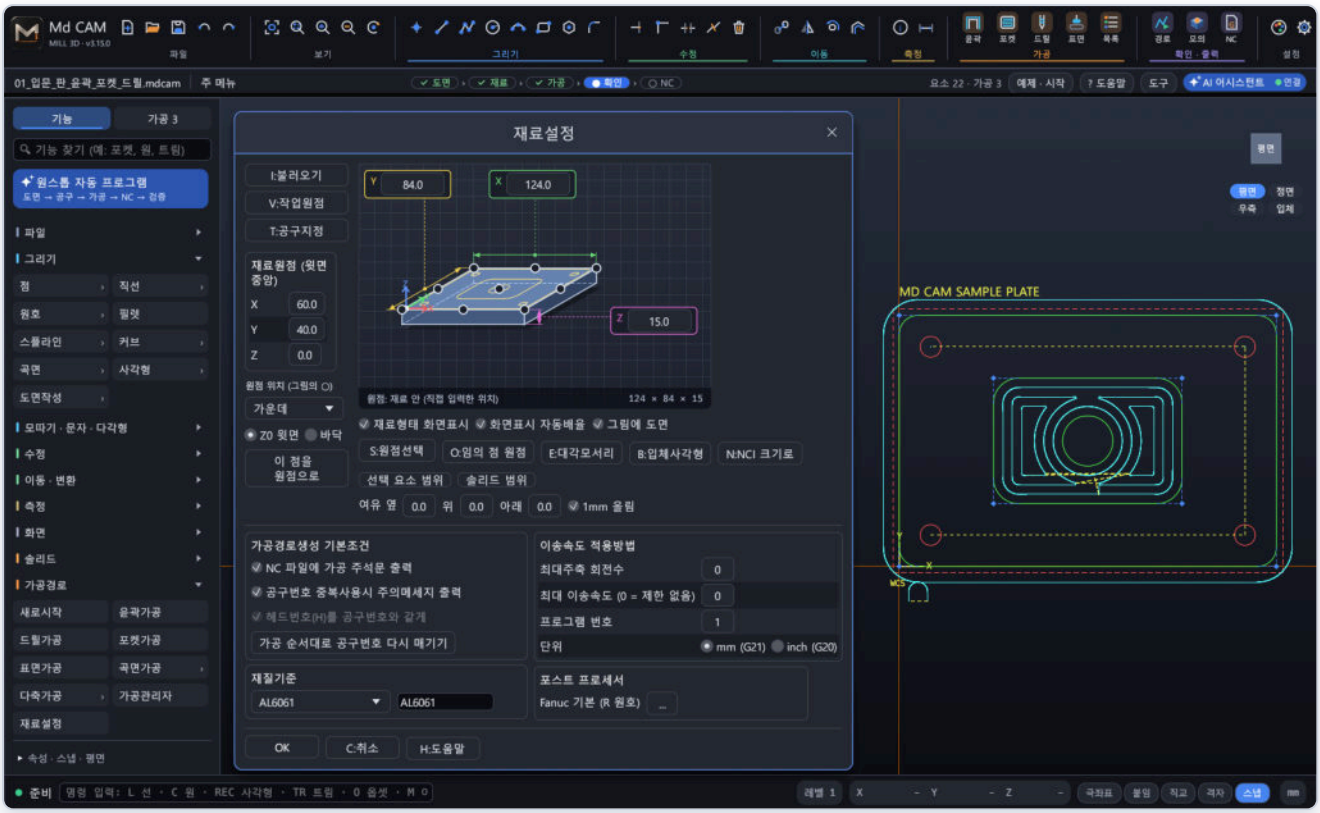


그림 재료설정 - 가공경로 › J:재료설정

부분	사용법
그림의 Y · X · Z 칸	숫자를 끌거나 두 번 눌러 크기 입력 (원점 위치는 그대로 유지)
그림의 ○ 9곳	누르면 그 점이 원점(0,0). 초록 ○ = 지금 원점. Z0 = 윗면 / 바닥
재료원점	윗면 중앙의 X / Y / Z 를 직접 입력
I:불러오기 · V:작업원점 · T:공구지정	다른 도면의 재료 가져오기 · 윗면 가운데를 원점으로 · 공구 라이브러리
S:원점선택 · E:대각모서리	화면에서 원점 위치 / 대각 두 모서리를 찍기 (스냅)
B:입체사각형 · N:NCI 크기로	도형+솔리드 전체 범위 / 가공경로 범위 + 공구 반경
선택 요소 범위 · 솔리드 범위	고른 요소 / 솔리드만의 범위
여유 옆 · 위 · 아래, 1mm 올림	범위로 만들 때 더하는 여유
가공경로생성 기본조건	NC 주석문, 공구번호 중복 경고, 가공 순서대로 공구번호 다시 매기기
이송속도 적용방법	최대주축 회전수, 최대 이송속도, 프로그램 번호, 단위
OK · C:취소 · H:도움말	C:취소 는 창을 열 때의 재료로 되돌림

6.2 대각모서리 · 가상 모서리 · 재료 점선 끌기

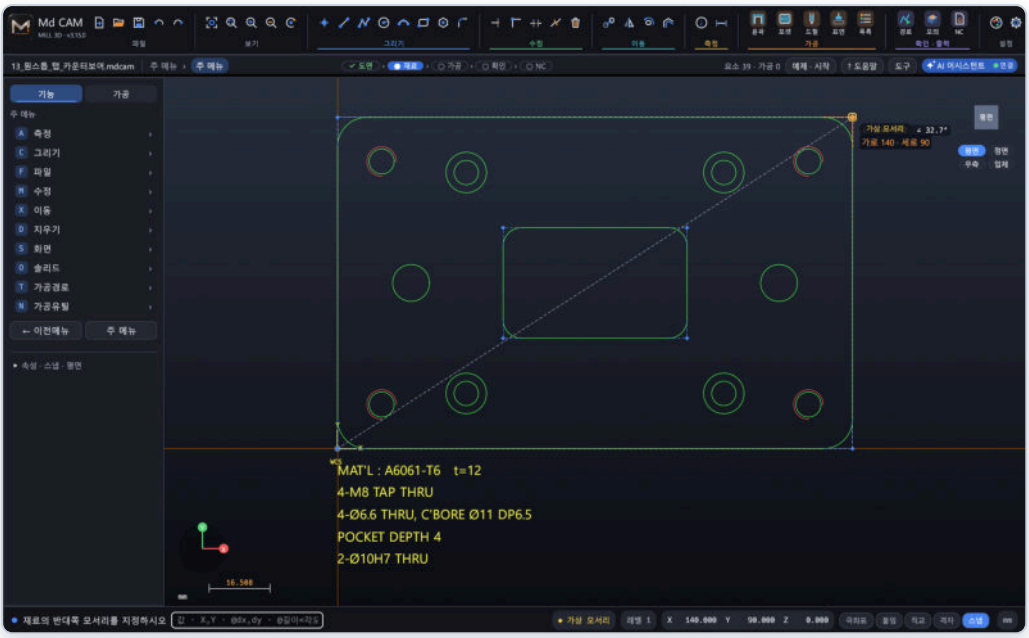


그림 E:대각모서리 - 필렛 모서리의 가상 모서리(◆, 두 변의 점선 연장 교점)에 스냅, 가로 · 세로 표시

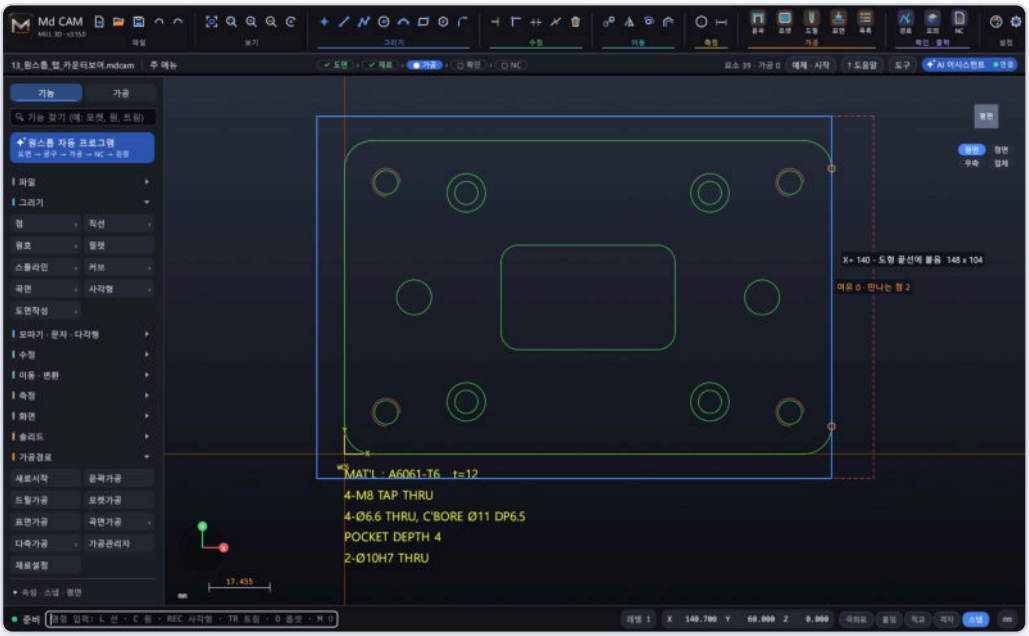


그림 재료 점선 끌기 - 오른쪽 테두리를 끌어 도형 끝선(X 140)에 붙임, 여유 0 · 만나는 점 2

- 가상 모서리: 필렛(R) · 챔퍼(C) 로 모서리가 없어진 곳은 두 변을 연장한 교점을 ◆ 와 점선으로 보여 주고 스냅합니다 (재료설정 창 · 대각모서리 · 원점선택 중에는 모두 보이고, 다른 명령에서도 가까이 가면 스냅).
- 임의 점: 스냅이 없는 곳을 누르면 그 자리 그대로 찍힙니다 - 도형이나 재료 밖의 어떤 점도 대각 모서리 · 원점으로 쓸 수 있습니다.
- 재료 점선 끌기: 작업창의 재료 테두리(점선) 위에 마우스를 올리면 굵게 바뀌고, 누른 채 끌면 그 변이 움직입니다 (모서리를 잡으면 두 변 함께).
- 끄는 동안 도형 끝선(가장 바깥) · 가상 모서리 가까이 가면 붙고, 여유(도형까지 거리) · 도형과 만나는 점 · 재료 크기를 보여 줍니다.

6.3 임의 점을 원점으로 · 입체 보기에서 재료 높이

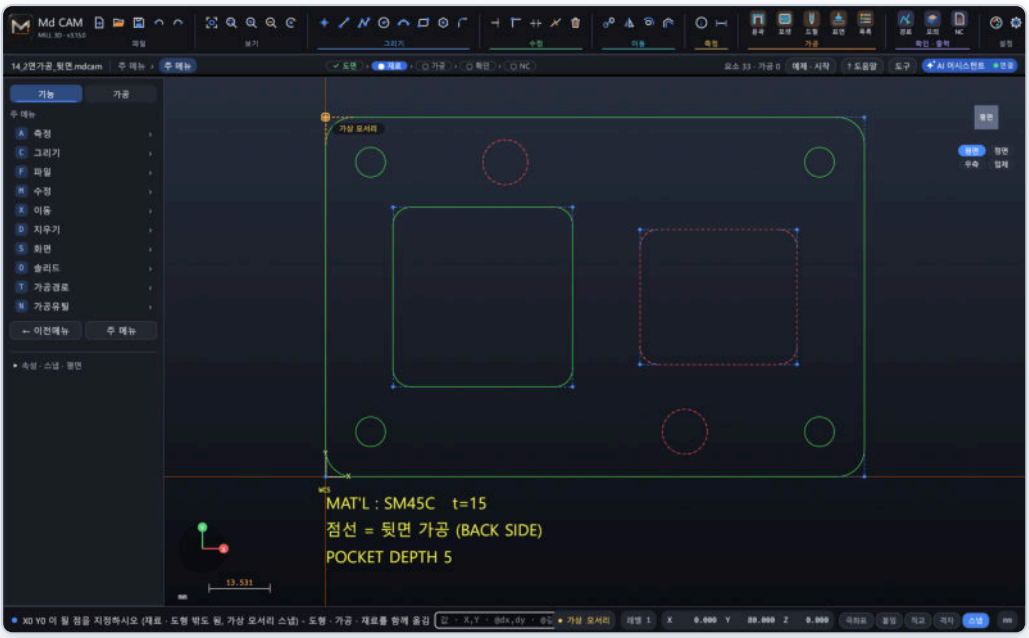


그림 O:임의 점 원점 - 도형 밖의 가상 모서리(왼쪽 위)를 X0 Y0 으로

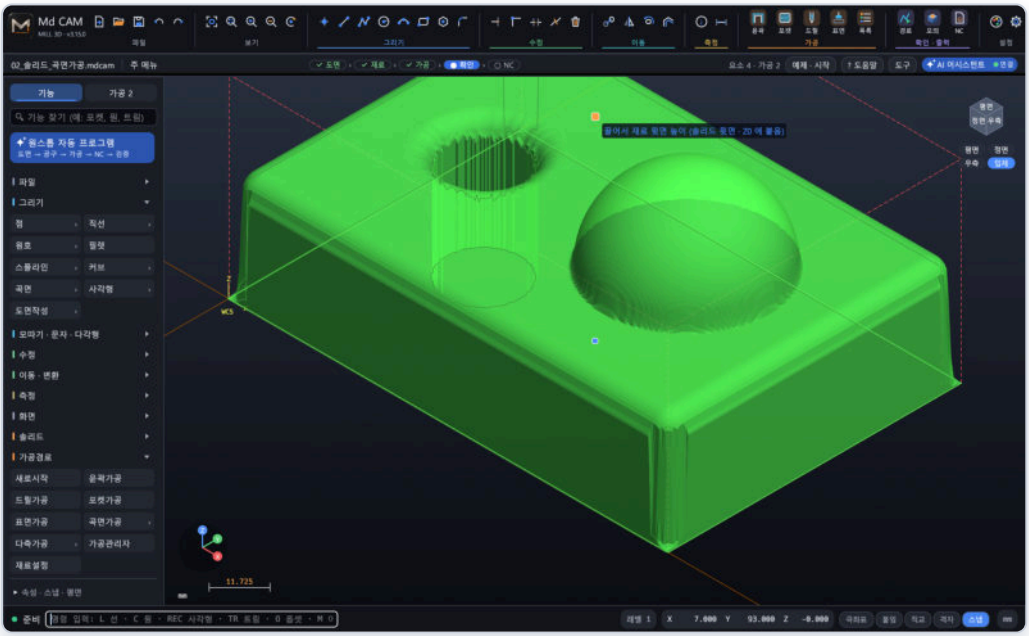


그림 입체 보기 - 재료 윗면 · 바닥 가운데의 손잡이를 끌어 높이 · 두께 조정

- 재료설정 창의 [O:임의 점 원점] 을 누르고 화면에서 점을 찍으면, 그 점이 X0 Y0 이 되도록 도형 · 곡면/솔리드 · 가공정의(구멍 위치) · 재료를 함께 옮깁니다. 재료 · 도형 밖의 지그 기준점도 됩니다 (Z 는 그대로).
- 입체 보기에서 재료가 보이면 윗면 · 바닥 가운데에 작은 손잡이가 나옵니다. 끌면 윗면 높이 · 두께가 바뀌고 Z0 · 솔리드 윗면/바닥 · 도형 높이에 붙습니다.
- 작업창 오른쪽 클릭 › '가상 모서리 보이기' 또는 설정 › 스냅 에서 켜면 가상 모서리가 늘 보여 치수 · 측정 · 원점 찍기에 바로 씁니다.
- 재료 · 원점 바꾸기는 모두 Ctrl + Z 로 되돌리고 Ctrl + Y 로 다시 실행합니다.

6.4 재료 테두리에서 숫자로 여유 정하기

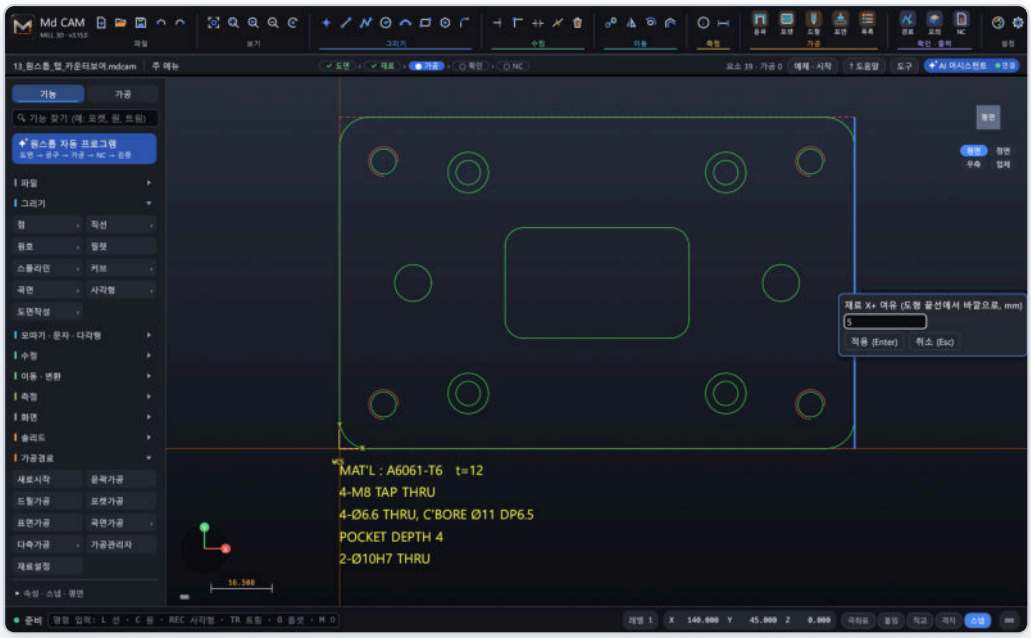


그림 재료 오른쪽 테두리(X+) 위에서 5 를 치면 뜨는 입력칸 - Enter = 도형 끝선에서 5 mm 바깥

- 재료 점선 테두리 위에 마우스를 올리거나 끄는 중에 숫자를 치면 그 변의 '여유' 입력칸이 뜹니다.
- Enter = 그 변을 도형 끝선(가장 바깥)에서 입력한 거리만큼 바깥에 둡니다. 모서리를 잡았으면 두 변이 함께, Esc = 취소.
- 끌기로 대충 맞추고 숫자로 정확히 - Ctrl + Z 로 되돌립니다.

CHAPTER

07

가공경로

체인과 위치를 고르고, 공구와 파라미터를 정해 가공정의를 만듭니다.

7.1 가공 순서와 가공관리자
7.1 가공관리자 - 끌어서 순서 바꾸기
7.1 가공관리자 - 같은 공구 묶기 · 작업좌표 · 작업지시서 PDF
7.1 고정 패널 · 작업좌표별 NC · 기본과 다른 값
7.1 공구별 경로 색 · 빠르게 고치기 · 자주 쓰는 값
7.2 공구 · 가공 파라미터
7.2 윤곽 진입 · 복귀 - 소재 밖에서 시작
7.3 드릴과 구멍 선택
7.4 고속가공 (2D)
7.5 곡면 가공 (3D)
7.6 옵티러프 · 잔삭 · 다축

7.1 가공 순서와 가공관리자

1. 재료설정 (6장) 으로 공작물 크기·원점을 정합니다.
2. 가공경로 메뉴에서 가공 종류를 고르고 체인(윤곽) 또는 위치(구멍)를 선택한 뒤 D:완료.
3. 공구 탭에서 공구를 고르고, 가공 파라미터 탭에서 높이·깊이·여유를 정해 [확인].
4. 왼쪽 [가공] 탭(가공 목록)에서 경로확인 · 모의가공 · NC 로 확인하고 출력합니다.

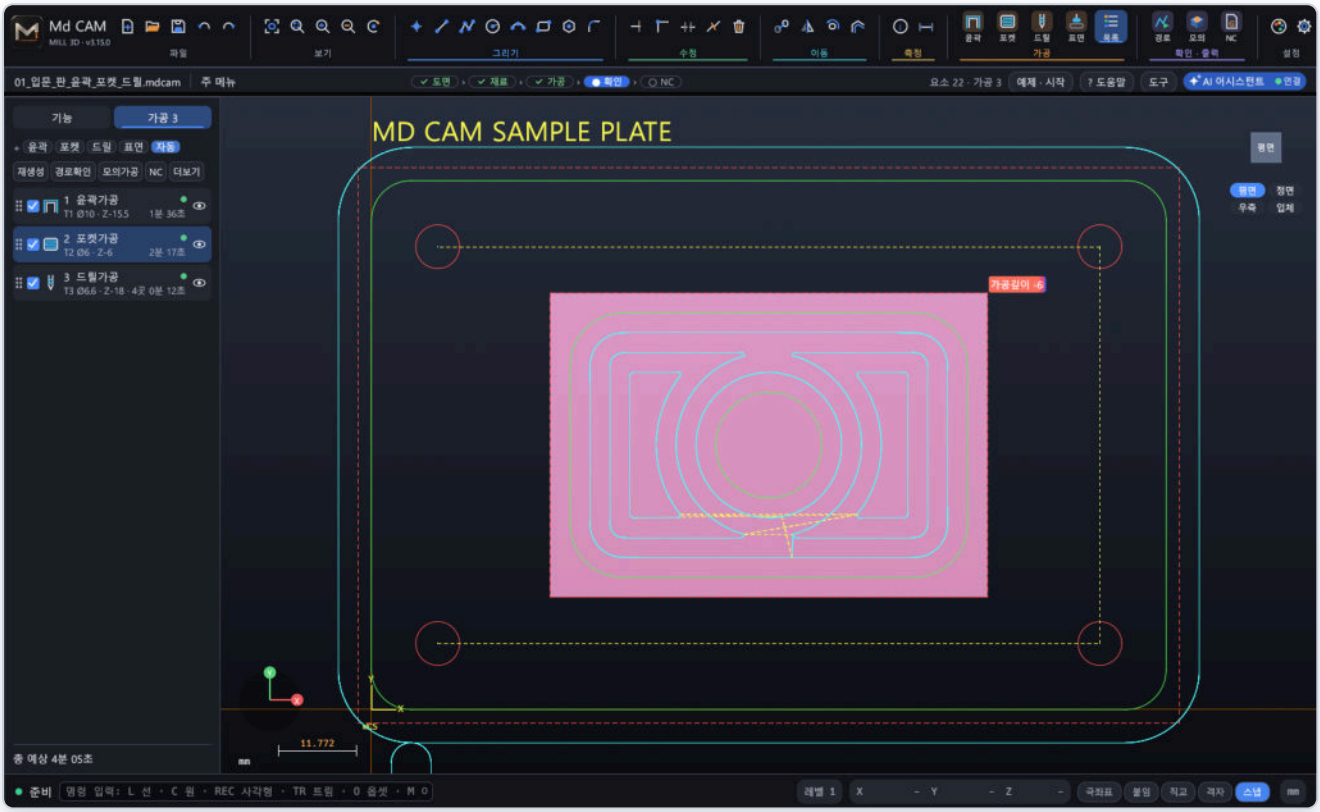


그림 가공 목록 (왼쪽 [가공] 탭) - 체크 · 상태 점 · 눈, 두 번 누르면 파라미터

팁 도형을 고치면 연결된 가공경로가 자동으로 다시 만들어집니다 (연관성). 가공 목록의 체크를 끈 가공정의는 NC 에 나가지 않고, 눈을 끄면 화면에서 경로만 숨깁니다. 오른쪽 클릭 = 파라미터 · 체인 다시 선택 · 이것만 NC · 위/아래 · 복사 · 삭제.

7.1 가공관리자 - 끌어서 순서 바꾸기

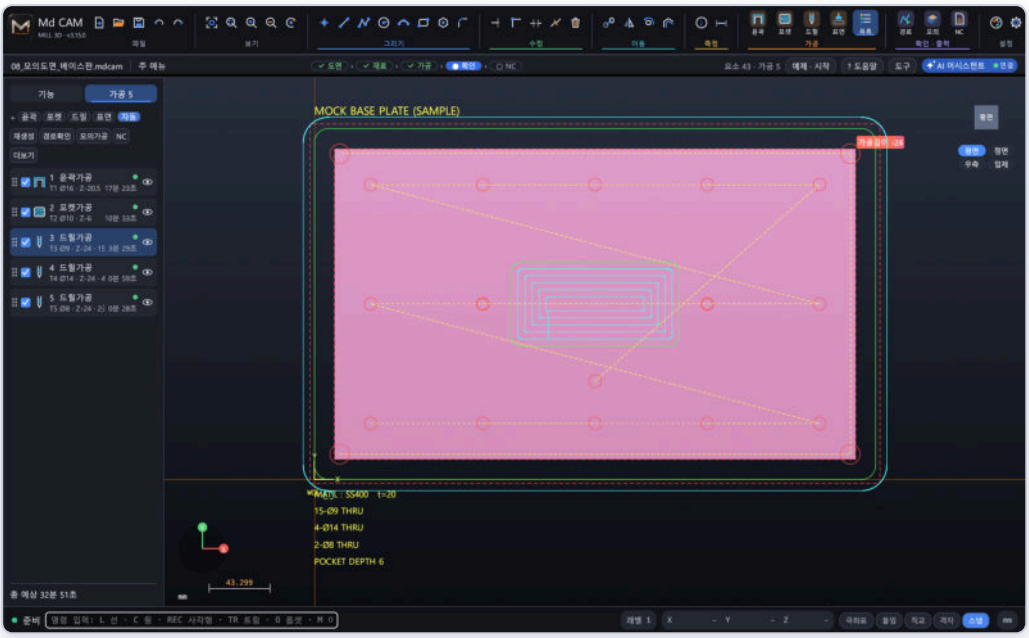


그림 가공 목록 - 줄을 끌어 다른 줄 위에 놓으면 그 앞으로

- 줄을 끌어 다른 가공정의 위에 놓으면 그 앞으로 옮겨집니다 (파란 선 = 놓일 자리). 오른쪽 클릭 › ▲ 위로 · ▼ 아래로 도 같습니다.
- [더보기] 의 '순서를 바꾸면 공구번호 다시 매기기' 가 켜져 있으면 가공 순서대로 T 번호를 다시 매기고, NC 창이 열려 있으면 NC 도 바로 다시 만듭니다.
- 순서 바꾸기는 Ctrl + Z 로 되돌립니다.

7.1 가공관리자 - 같은 공구 묶기 · 작업좌표 · 작업지시서 PDF

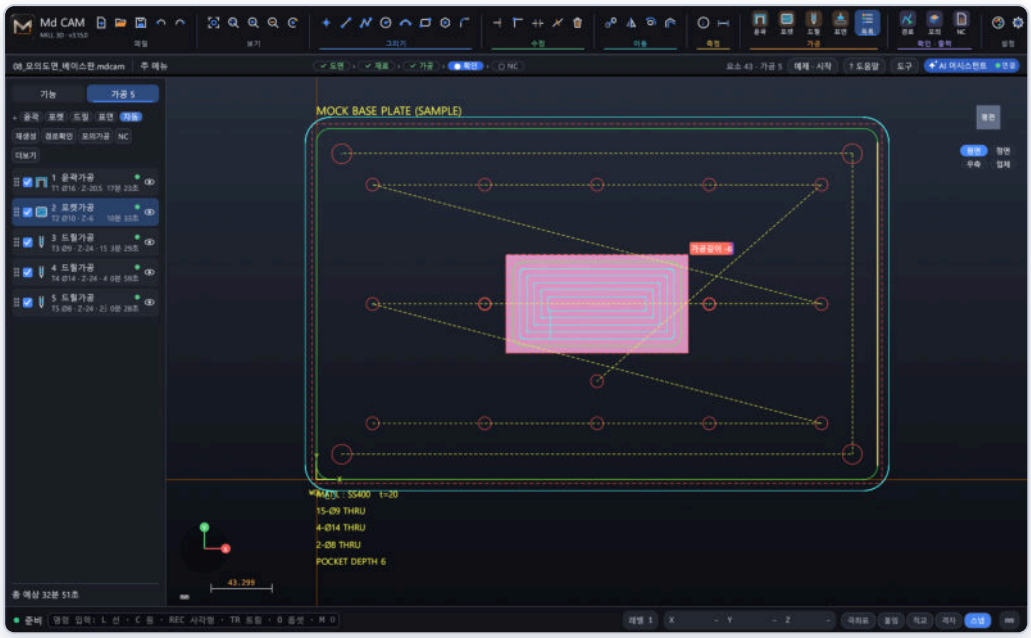


그림 가공 목록 - [더보기] 에 같은 공구 묶기 · 작업좌표별 NC · 작업지시서 PDF

기능	사용법
같은 공구 묶기	같은 공구(같은 작업좌표)를 쓰는 가공을 처음 나온 순서대로 모아 공구 교환을 줄입니다. 줄어든 교환 수와 절약 시간을 알려 주고, Ctrl+Z 로 되돌림 (명령 GT)
작업좌표 G54 ~ G59	가공 파라미터 › 높이 아래 '작업좌표'. 포스트 기본 또는 가공마다 G54 ~ G59 (바이스 · 지그가 여럿일 때). 같은 공구로 좌표만 바뀌면 G0G90G55 처럼 좌표만 바꿔 이어감
작업지시서 PDF	재료 · 원점 · 작업좌표, 도면 그림 (가공 순서 번호), 가공 순서 · 공구 준비 표, 2면 셋업, 점검표를 Mill₩NC 에 PDF 로 (Edge 로 변환, 명령 SHEET). 가공유틸 › S:작업지시서 창의 [PDF 로] 도 같음

7.1 고정 패널 · 작업좌표별 NC · 기본과 다른 값

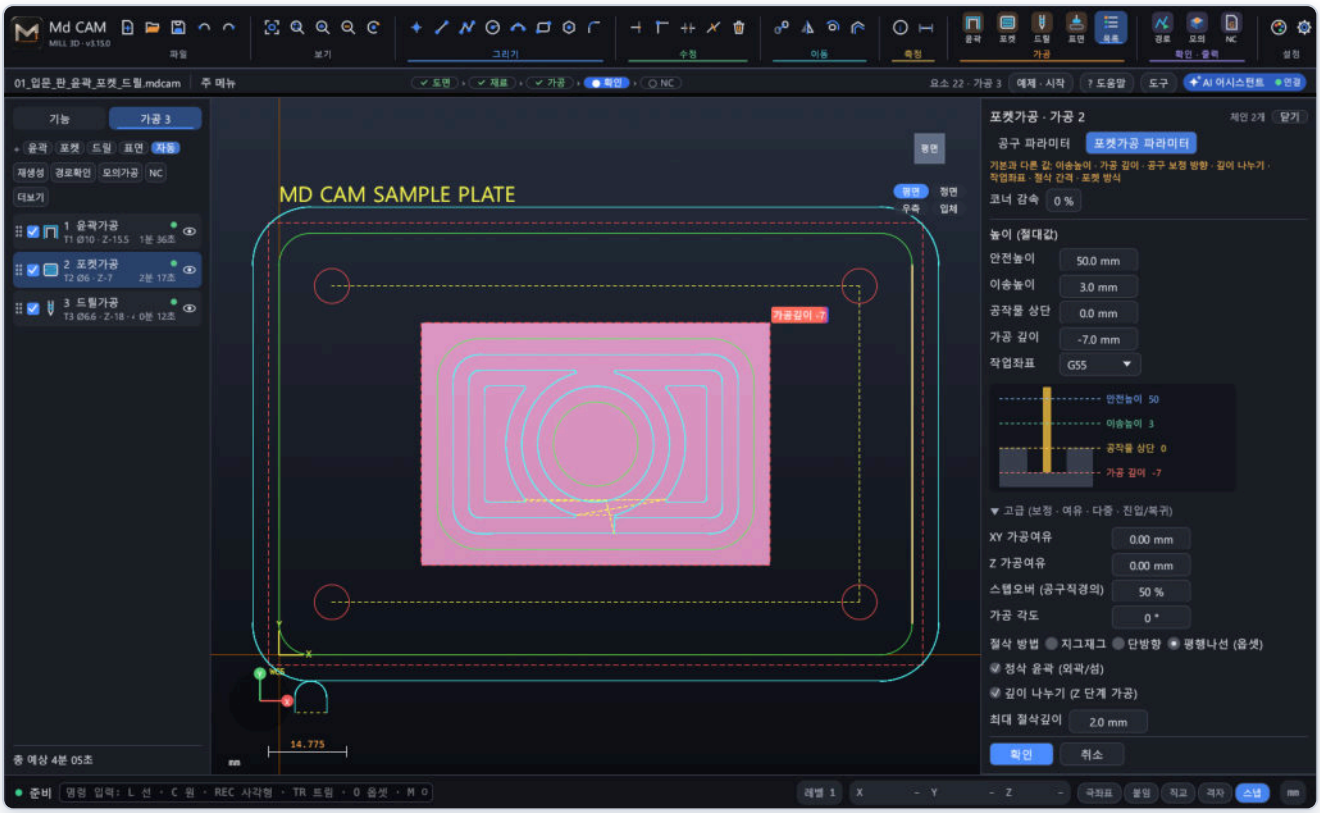


그림 왼쪽 가공 목록 · 오른쪽 파라미터 패널, 위에 '기본과 다른 값', 작업좌표 G55

- 가공 목록은 왼쪽, 파라미터는 오른쪽 패널에 고정되어 도면을 가리지 않습니다. 파라미터 값을 고치면 도면의 경로가 바로 바뀌고 (미리보기), [확인] 을 눌러야 저장됩니다. 예전처럼 떠 있는 창으로 쓰려면 설정 › 화면 · 테마 › 화면 배치.
- 파라미터 창 위의 주황 글씨 '기본과 다른 값' 은 이 가공에서 기본값을 바꾼 항목입니다.
- 가공마다 작업좌표를 다르게 정하면 가공 목록 [더보기] › [작업좌표별 NC] 가 켜지고, G54 · G55 … 마다 NC 를 따로 Mill₩NC 에 씁니다 (프로그램 번호 +1씩). 작업지시서에는 작업좌표별 셋업 표가 들어갑니다.

7.1 공구별 경로 색 · 빠르게 고치기 · 자주 쓰는 값

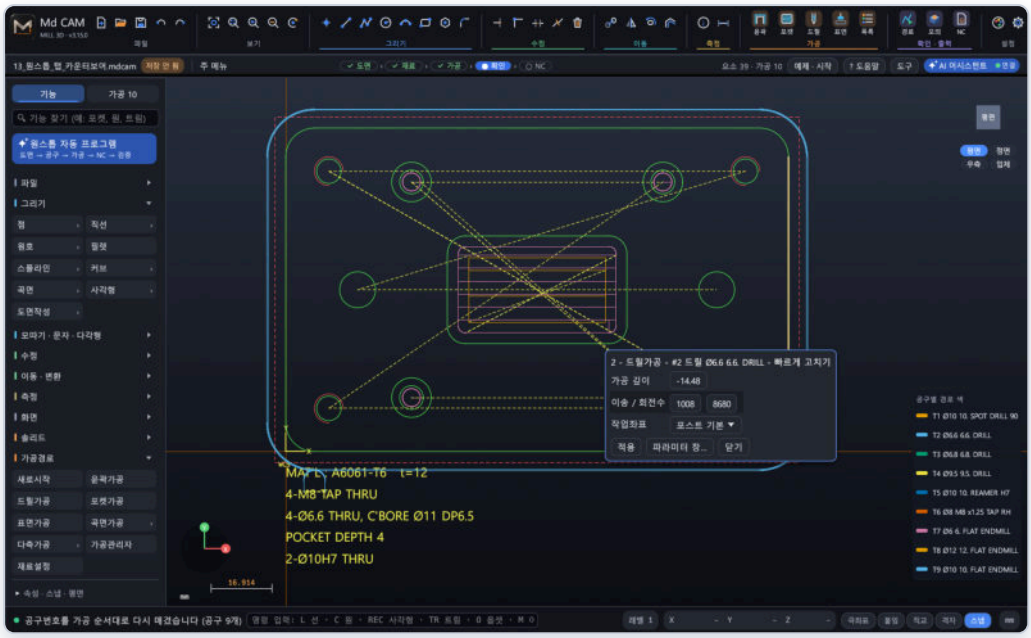


그림 공구별 경로 색(색각 배려) · 범례, 오른쪽 클릭 › 가까운 가공경로 빠르게 고치기

- 작업창 오른쪽 클릭 › '가까운 가공경로 빠르게 고치기': 그 가공의 깊이 · 이송 · 회전수 · 작업좌표를 그 자리에서 고치고 [적용] (Ctrl+Z 로 되돌림).
- 파라미터 창: '자주 쓰는 값' 단추 (확인 때마다 세어 둔 값, 3번 이상), 코너 감속 % (날카로운 코너 앞 이송을 줄여 부하를 고르게), 오른쪽 '고급' 접기.
- AI 대화의 실행 계획은 단계마다 [▶ 이것만] 으로 하나씩 실행할 수 있습니다.

7.2 공구 · 가공 파라미터

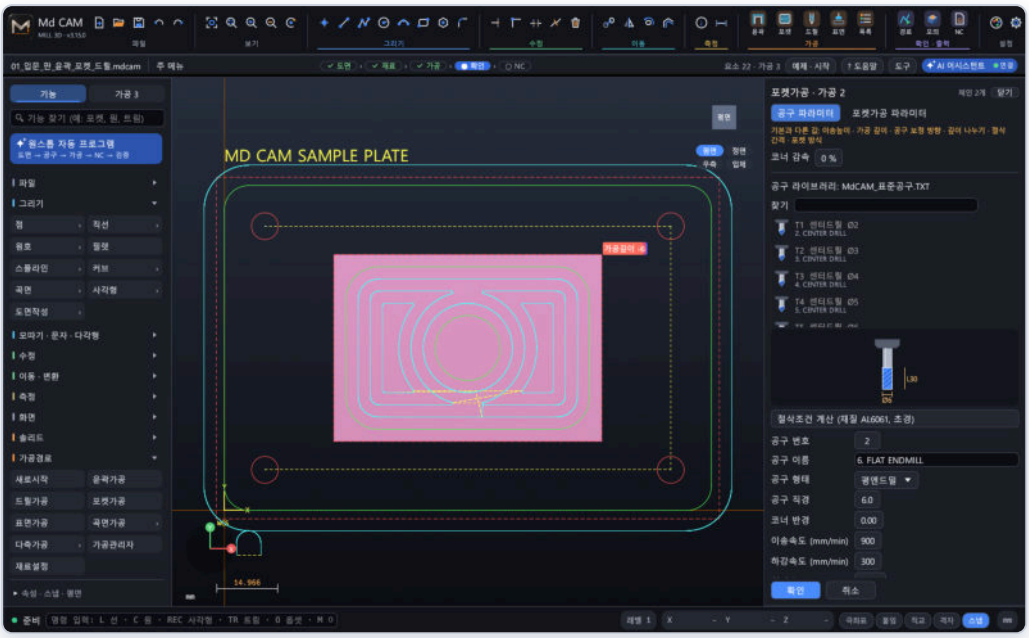


그림 공구 탭 - 공구 목록, 공구 그림, 회전수·이송

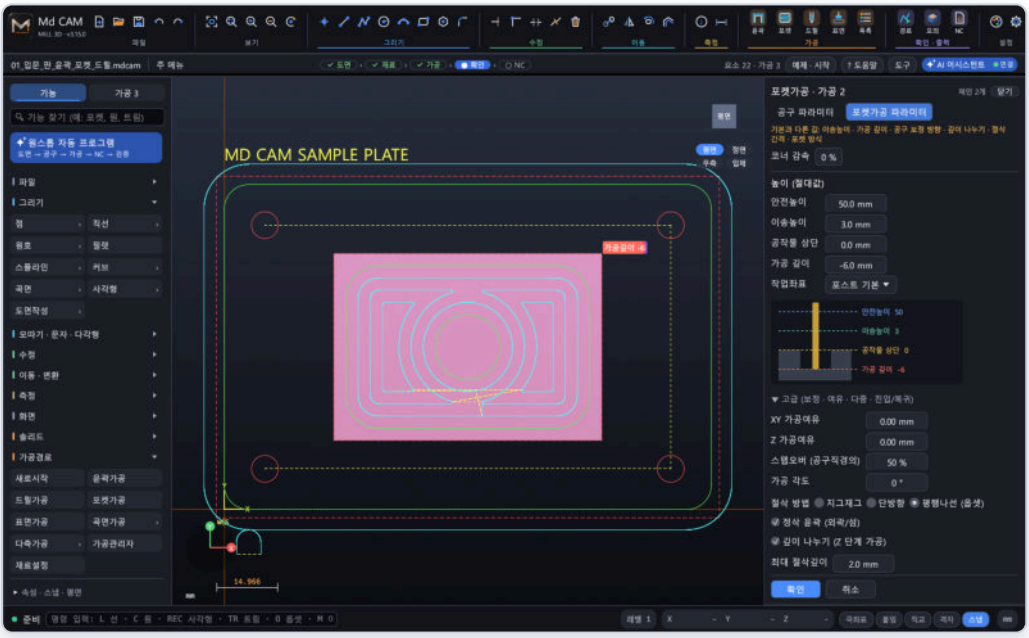


그림 가공 파라미터 탭 (포켓) - 작업창에 높이 평면 표시

높이	뜻
안전높이 / 이송높이	공구가 급속으로 다니는 높이 / 다음 위치로 이동하는 높이 (절대값)
공작물 상단 / 가공 깊이	재료 윗면 / 가공 바닥 (음수 = 아래)
XY · Z 가공여유	벽 / 바닥에 남기는 두께 (정삭 여유)
깊이 나누기	최대 절삭깊이마다 층으로 나눠 가공

7.2 윤곽 진입 · 복귀 - 소재 밖에서 시작

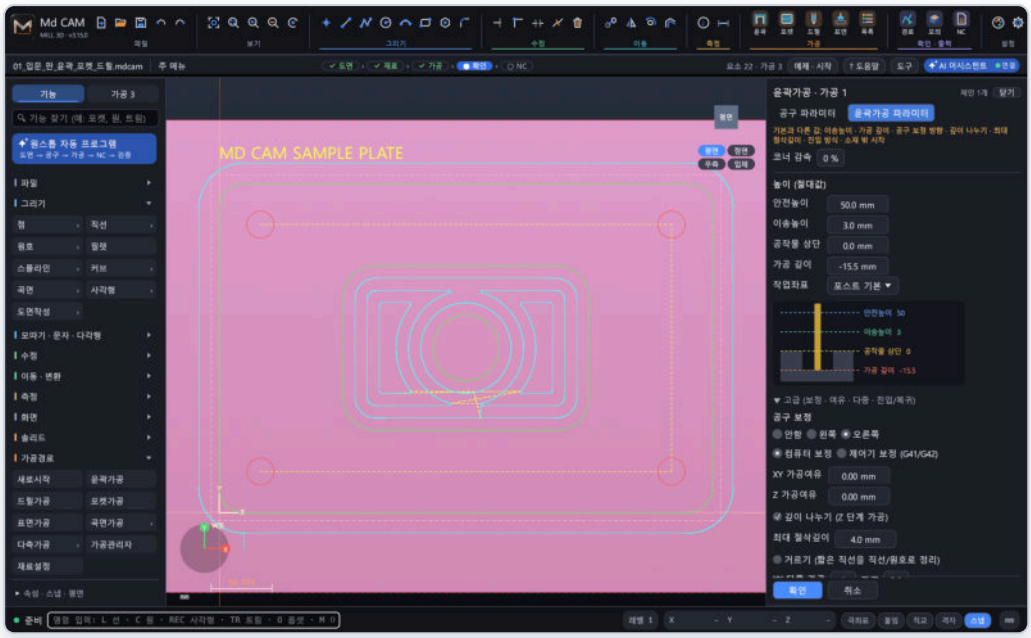


그림 윤곽가공 파라미터 › 진입 / 복귀 - '소재 밖 X·Y 축 방향' + 소재 밖에서 시작 · 끝

방식	모양
접선 직선 + 원호	직선으로 다가와 원호(반지름)로 접선 진입 - 정삭 권장. 원호는 경로에 접하고 재료 쪽이 아닌 바깥에서 들어옴
법선 직선	경로에 수직으로 곧게 (90°)
각도 직선	경로 접선과 이루는 각도로 비스듬히 (90 = 법선)
소재 밖 X · Y 축 방향	바깥쪽에 가장 가까운 X 또는 Y 축 방향으로 곧게 - 재료 밖에서 시작

'소재 밖에서 시작 · 끝' 을 켜면 진입 시작점 · 복귀 끝점이 재료 테두리 + 공구 반경 + 여유 밖이 되도록 직선을 늘립니다 (재료설정이 보일 때). 진입 직선 길이는 그때 최소 길이가 됩니다.

7.3 드릴과 구멍 선택



그림 구멍 선택 - 같은 크기 자동, 지름별 표

방식 / 메뉴	사용법
M:수동	하나씩 클릭, 같은 구멍을 다시 누르면 빠짐. Ctrl + 클릭 = 같은 지름 모두
S:같은크기	원 하나를 누르면 같은 지름 원이 모두 선택
C:원호마스크	원 하나로 지름을 정하면 클릭·윈도우·모든 구멍이 그 지름만 (Ctrl + 클릭 = 마스크 바꾸기)
W:윈도우 · A:모든구멍 · L:지난선택	사각형으로 / 도면 전체 / 지난번 선택 다시
구멍 창	지름별 개수와 선택 수, [+ 모두] [− 빼기], 허용차, 정렬(지그재그), 역방향
지름별로 공정 나누기	센터드릴 + 지름마다 맞는 드릴 공정을 자동으로 만듦

팁 커서를 원 위에 올리면 같은 크기 구멍이 모두 표시되고 'Ø10 × 8개' 처럼 개수가 나옵니다.

7.4 고속가공 (2D)

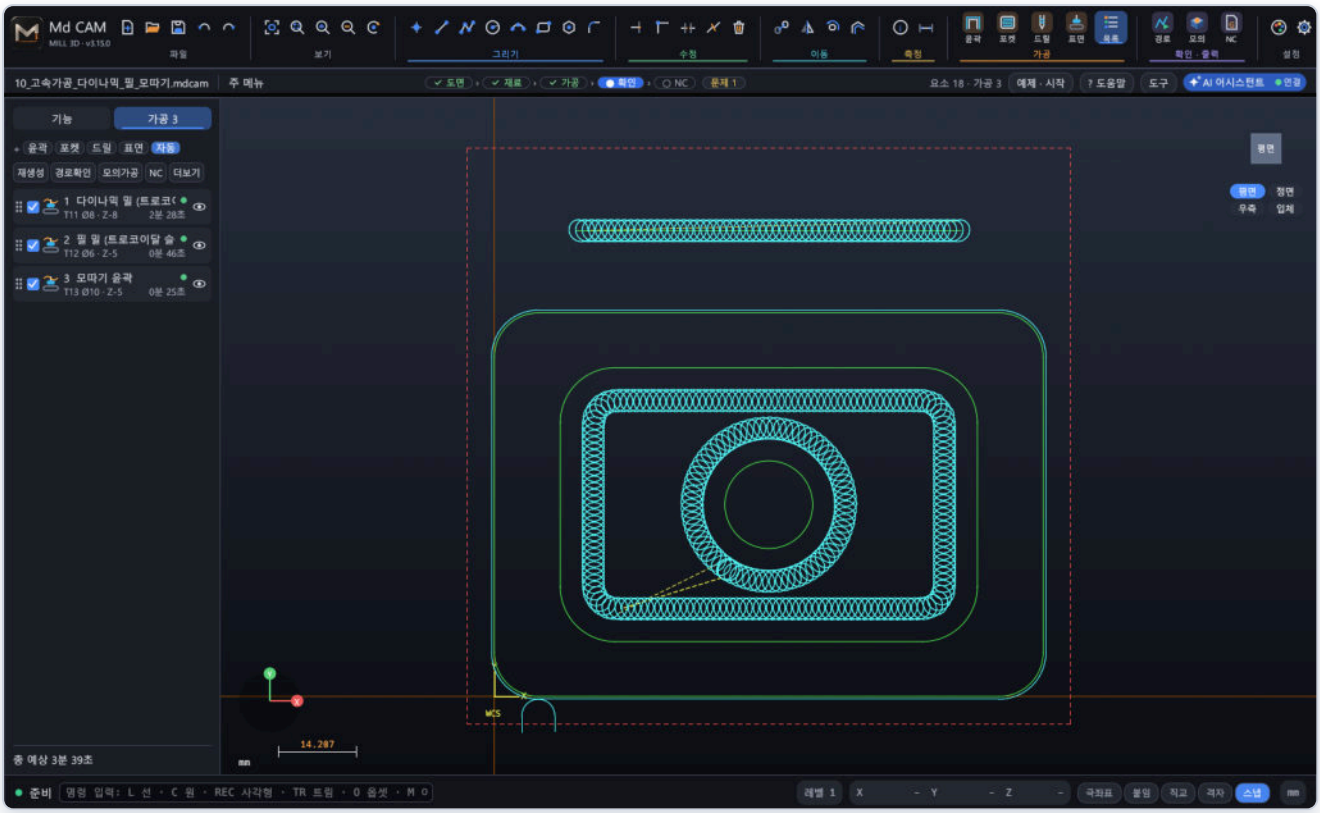


그림 다이나믹 밀 · 필 밀 · 모따기 (예제 10)

가공경로	메뉴	설명
다이나믹 밀	곡면가공 › Y	트로코이드 고리로 일정한 부하의 포켓 황삭, 섬 피하기, 나선 진입
필 밀	곡면가공 › K	슬롯·열린 체인을 트로코이드로
모따기	곡면가공 › C	챔퍼밀 각도·끝 오프셋으로 폭만큼 모따기 (보정 방향 = 모따기할 쪽)
2D 잔삭	곡면가공 2 › M	앞 공정이 남긴 구석만 작은 공구로 (공구·깊이 자동 제안)

7.5 곡면 가공 (3D)

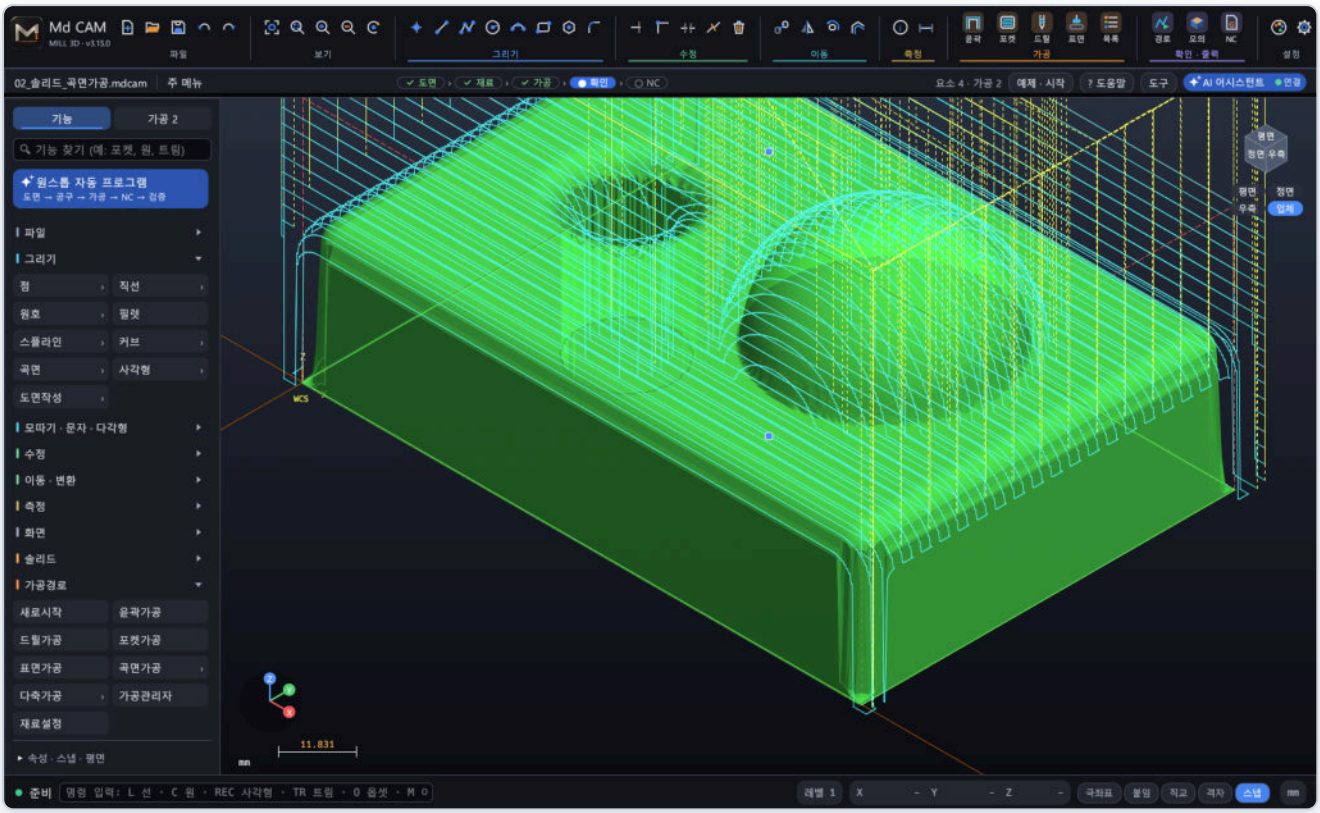


그림 솔리드 + Z레벨 황삭 + 평행 정삭 (예제 02, 입체 보기)

가공경로	특징
R:황삭 · O:옵티러프	높이마다 지그재그 / 큰 절입 고리 + 스텝업 (에어컷 적음)
P:평행 · D:방사 · W:등고선 · F:흐름선	기본 정삭 패턴
S:스캘럽 · E:펜슬 · L:스파이럴	일정 잔량 고리 / 오목한 코너 / 나선
H:하이브리드 · A:평탄면	급경사는 등고선, 완경사는 평행 / 수평 면만
T:잔삭 · J:투영	앞 공정이 남긴 곳만 / 2D 체인을 곡면에 투영

참고 곡면 가공은 공구 모양(플랫·볼·불노즈)을 반영한 공구 끝 높이맵으로 경로를 만들어 과삭이 생기지 않습니다.

7.6 옵티러프 · 잔삭 · 다축

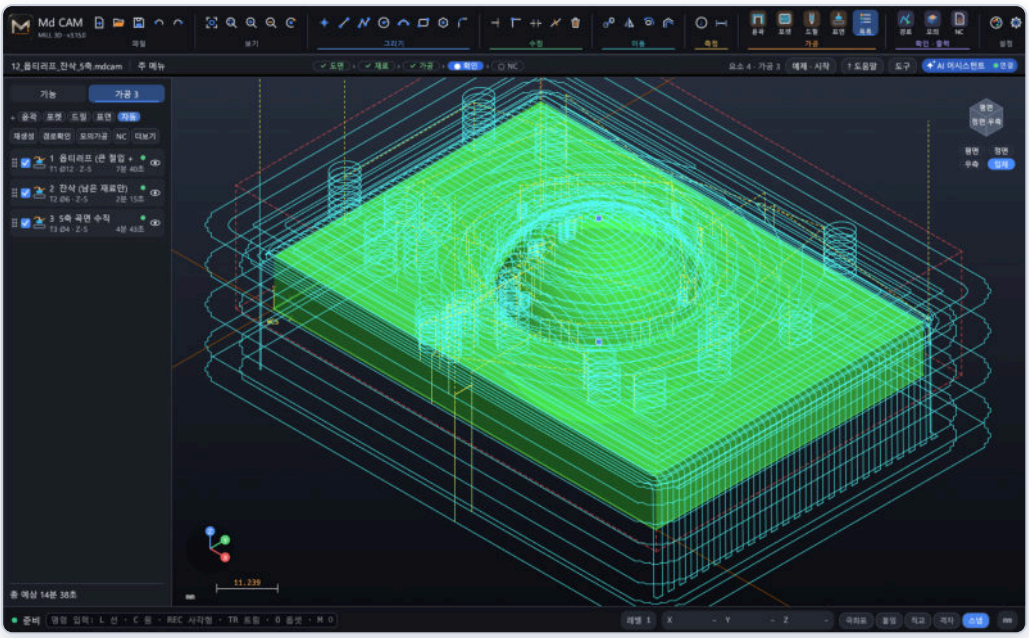


그림 옵티러프 → 잔삭 → 5축 곡면 수직 (예제 12)

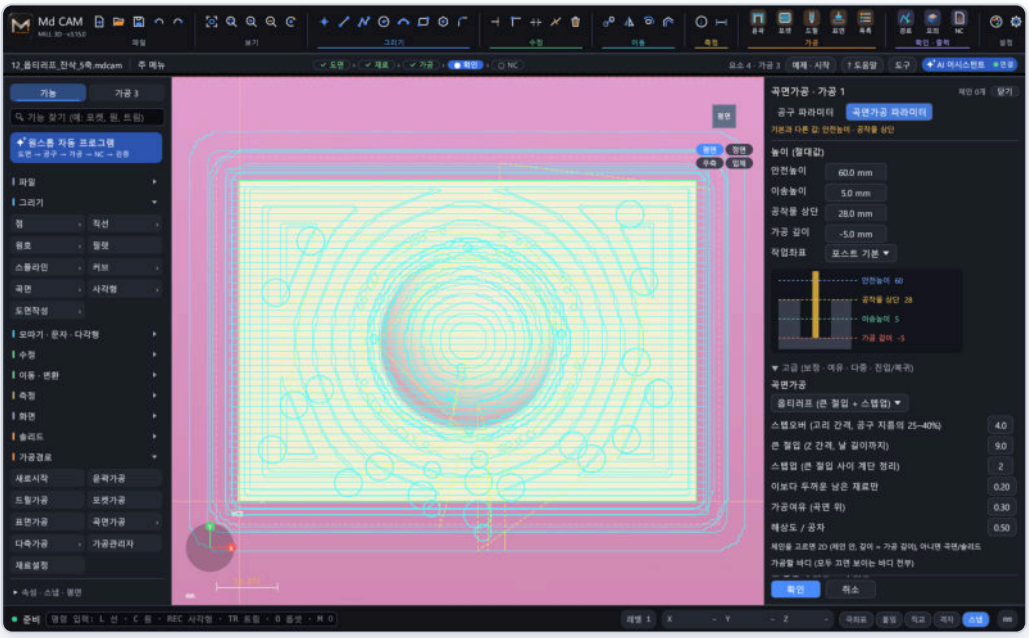


그림 곡면 가공 파라미터 (옵티러프)

- 옵티러프: 큰 절입(날 길이까지)으로 고리 황삭 후 그 사이를 스텝업으로 계단만 정리. 재료 상태를 따라가 에어컷을 줄임
- 잔삭: 앞 공정들을 모의가공해서 남은 재료(구석·계단)만 작은 공구로
- 4축 원통 감기: 펼친 도형(X = 축, Y = 원주 길이)을 원통에 감아 X/A/Z 로 출력
- 5축 곡면 수직: 볼 공구 평행 경로에 곡면 법선 공구축 (최대 기울기 제한), G43.4(TCP) X Y Z A C 출력

CHAPTER

08

공구와 홀더

공구 라이브러리를 관리하고 Mastercam 라이브러리의 공구·홀더를 가져옵니다.

8.1 공구 라이브러리

8.1 공구 라이브러리

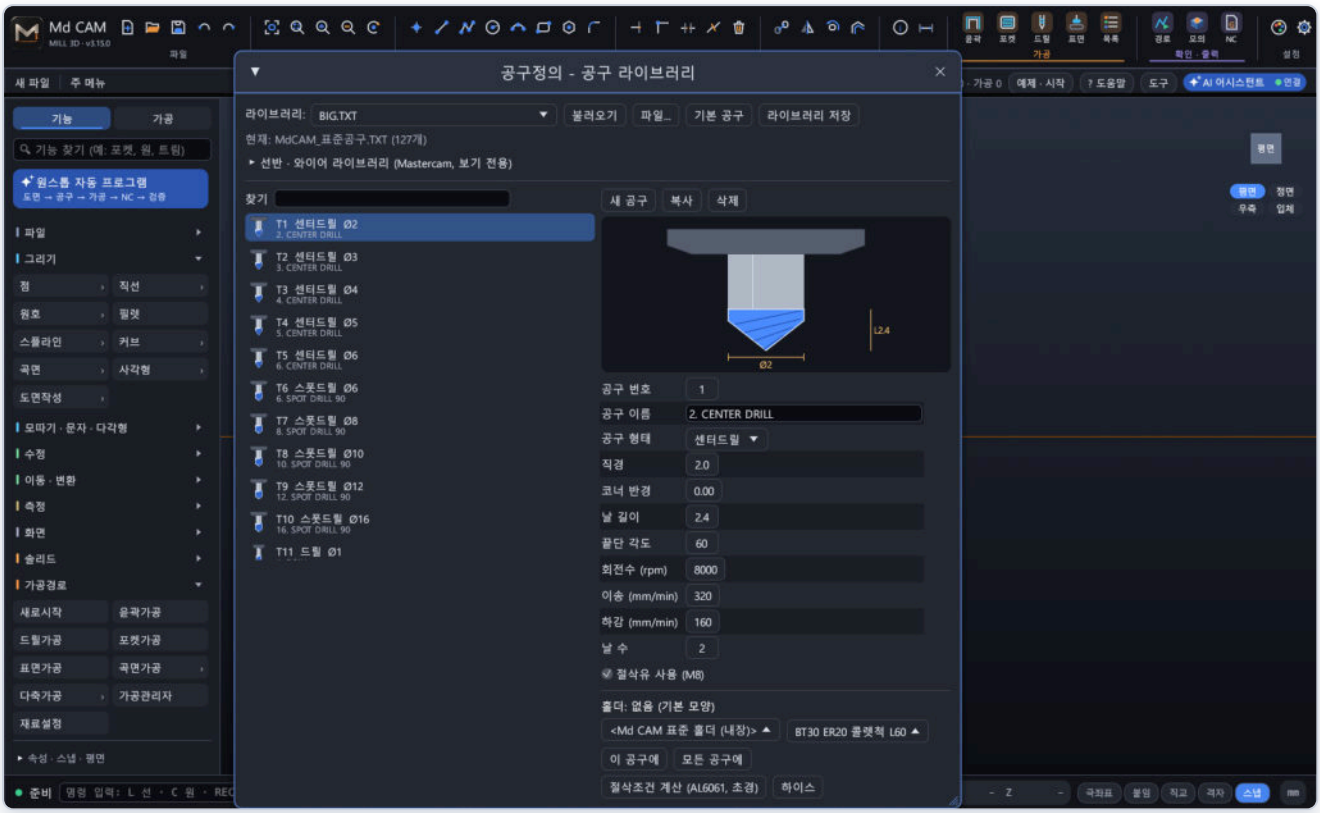


그림 공구 라이브러리 - 공구 그림, 치수, 홀더

- 공구 종류: 센터·스폿·드릴, 탭, 리머, 보링, 카운터보어/싱크, 평·볼·불노즈 엔드밀, 챔퍼, 페이스, 슬롯, 테이퍼, 롤리팝, 조각 V공구, 블록 드릴, 나사밀
- 새 공구 · 복사 · 삭제, 공구 그림에서 지름·날 길이·코너 R·각도 확인
- 절삭조건 계산: 재질(재료설정의 재질)과 초경/하이스에 맞는 회전수·이송
- 내장 표준 공구 157종 (센터·스폿, 드릴 Ø1~20, 탭 M3~M20, 리머, 평·볼·불노즈, 챔퍼, 조각, 페이스, 슬롯, 나사밀, 보링) - Mastercam 이 없어도 바로 사용
- 내장 표준 홀더 15종 (BT30/40/50 · CAT40 · HSK63A 의 콜렛척·측면고정·열박음·드릴척·탭척·페이스밀 아버)
- Mastercam 이 설치되어 있으면 .tooldb (밀링 · 라우터 · 카탈로그) 와 홀더 라이브러리도 자동으로 목록에 추가
- .mcam / .mcam-operations 에서 공구 가져오기 (이름에서 종류·지름을 읽으므로 확인 필요)
- 선반 · 와이어 라이브러리는 보기 전용
- 라이브러리 저장: TXT 공구 라이브러리로

참고 홀더를 지정하면 3D 모의가공에 실제 홀더 모양이 그려지고 홀더 충돌을 검사합니다.

CHAPTER

09

확인과 출력

경로를 확인하고, 모의가공으로 검증한 뒤 장비에 맞는 NC 를 출력합니다.

9.1 경로확인 (백플롯)
9.2 3D 모의가공
9.3 NC 출력과 장비 포스트
9.4 장비 포스트 마법사 - PST 없이 표준 포스트
9.5 포스트 마이그레이션 A - 샘플로 복제
9.5 포스트 생성 마법사 B - 단계별 생성과 안전 검사
9.5 포스트 마이그레이션 - 샘플 여러 개 · 줄마다 고침
9.5 선반 기초 · 하이덴하인 대화형 · 여러 바이스
9.6 NC 역검증

9.1 경로확인 (백플롯)

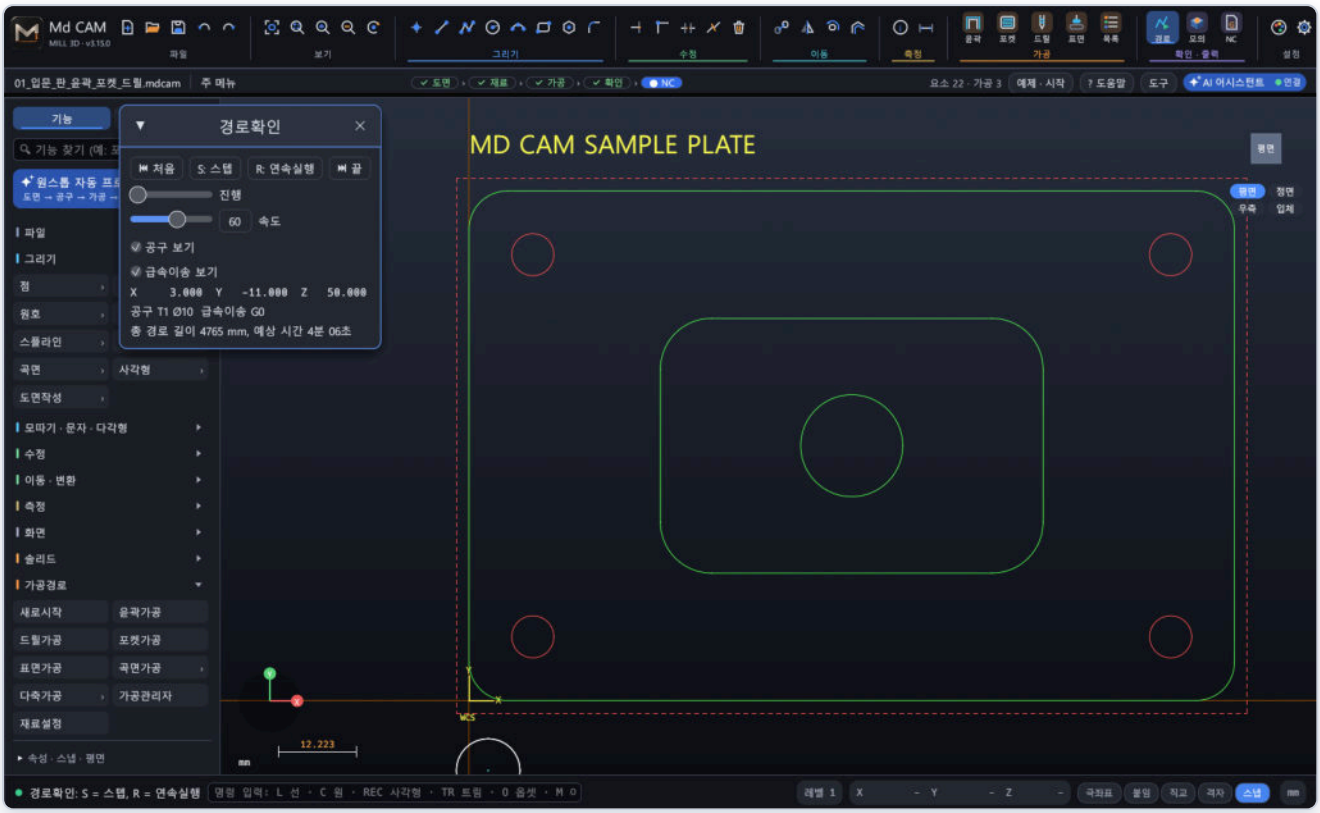


그림 경로확인 - 공구가 경로를 따라 움직임

- 재생 / 멈춤 / 한 동작 / 끝까지, 속도 조절, 지금 좌표와 이송
- 급속(노란 점선)과 절삭 이송 구분, 공정별 색
- 가공관리자에서 고른 가공정의만 볼 수도 있음

9.2 3D 모의가공

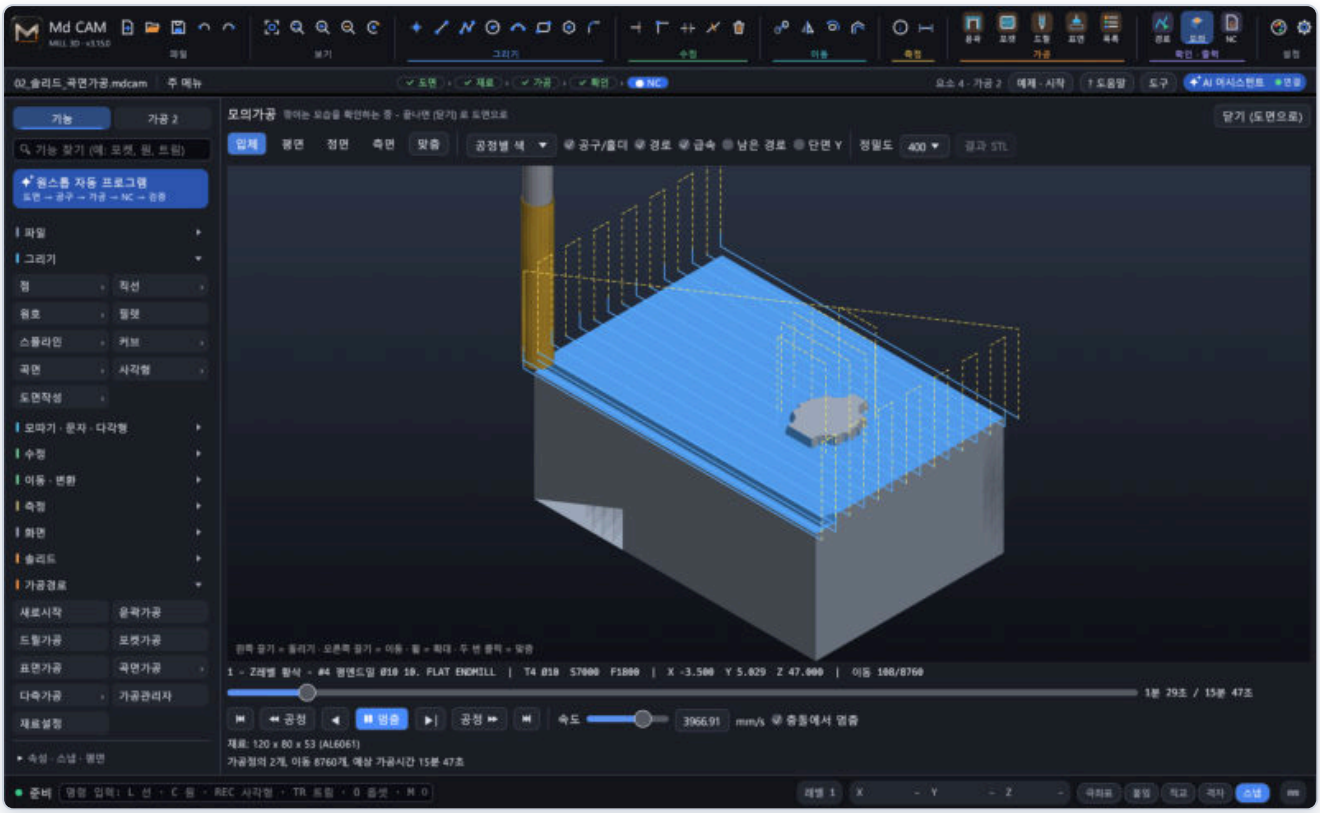


그림 3D 시뮬레이터 - 재료를 깎아 나가며 공구·홀더 표시

기능	설명
보기	왼쪽 끌기 = 돌리기, 오른쪽 = 이동, 휠 = 확대, 두 번 클릭 = 맞춤, 입체/평면/정면/측면
재생	시간 막대로 아무 위치나, 한 동작 · 공정 단위 앞/뒤, 끝까지, 속도
충돌	급속 충돌 · 생크/홀더 간섭이면 멈추고 위치 표시, 목록을 누르면 그 순간으로
색	공정별 / 높이 / 부품 비교 (남은 재료 파랑, 과삭 빨강, 맞음 초록)
단면 Y · 정밀도 · 결과 STL	재료를 잘라 안쪽 보기 / 격자 해상도 / 깎인 모양 저장
정보	지금 공정 · 공구 · 회전수 · 이송 · 좌표 · 이동 번호, 지난 시간 / 예상 가공시간

9.3 NC 출력과 장비 포스트

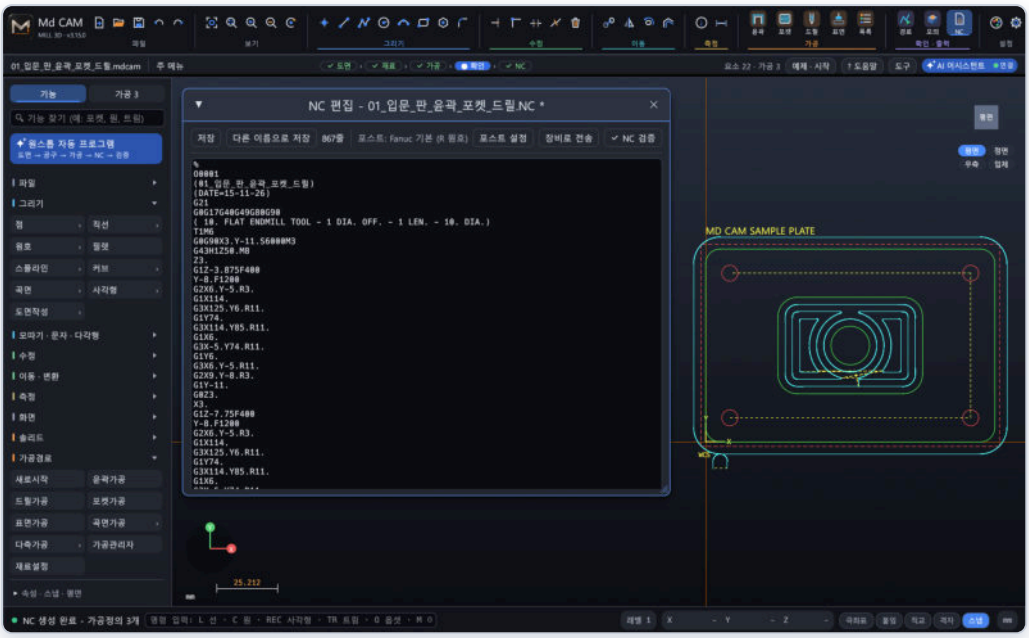


그림 NC 출력 창

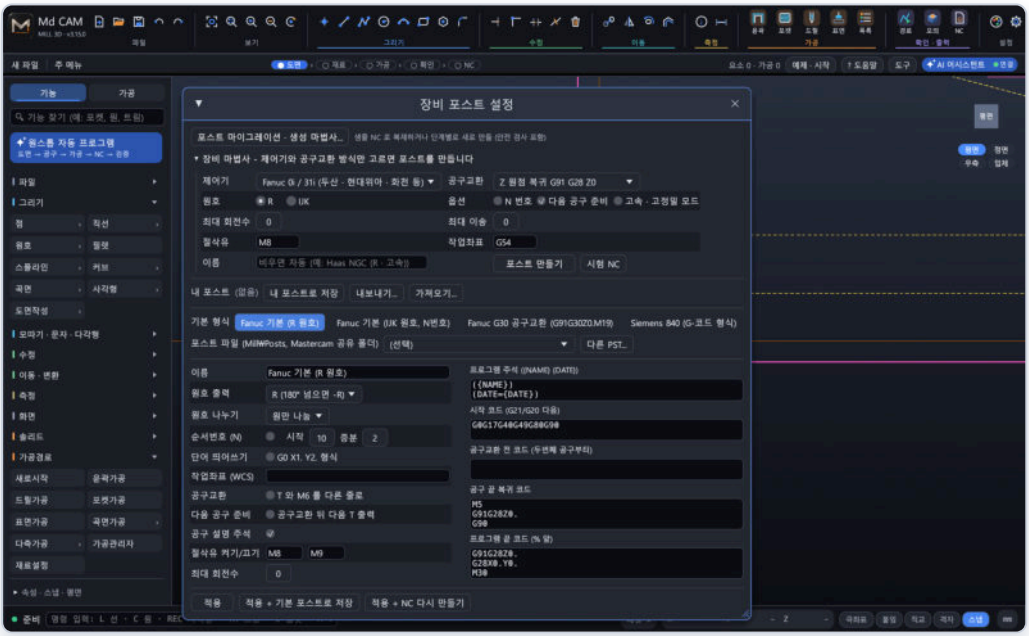


그림 장비 포스트 설정

- 가공관리자 › NC 생성 (도구막대 G 아이콘). NC 창에서 편집 · 저장 · [✓ NC 검증] · DNC 전송
- 장비 포스트: 가공유틸 › C:장비포스트 에서 PST 를 고르면 원호(R / IJK), 순서번호, 시작·공구교환·복귀·끝 코드, 절삭유, 최대 회전수·이송을 읽어 그대로 출력
- 포스트 설정 창에서 직접 고치고 이름을 붙여 저장 가능

9.4 장비 포스트 마법사 - PST 없이 표준 포스트



그림 장비 마법사 - Haas NGC, 고속 모드, 최대 회전수 12000

제어기	만들어지는 것
Fanuc 0i / 31i (두산 · 현대위아 · 화천 등)	G0G17G40G49G80G90, G91G28Z0 / G30 복귀, 고속 G05.1Q1 ~ Q0
Mitsubishi M70 / M80	Fanuc 형식 + 고속 · 고정밀 G05P10000 ~ G05P0
Haas NGC	띄어쓰기, 복귀 G53G0Z0. · 끝 G53G0X0.Y0., 고속 G187P1 ~ G187
Brother (CNC-C00)	Fanuc 호환 형식, 고속 G05.1Q1
Siemens 828D / 840D (ISO 모드)	시작 G291 (ISO 언어), 끝 G290
Fanuc 구형 (11M · 18M)	N 번호, 사분원 나누기

- 포스트 설정 창 맨 위 '장비 마법사' 에서 제어기 · 공구교환 · 원호 · 옵션을 고르고 [포스트 만들기] → [적용].
- [내 포스트로 저장] 으로 이름 붙여 두면 다음부터 '내 포스트' 줄에서 한 번에 고릅니다 (오른쪽 클릭 = 삭제).
- [내보내기...] · [가져오기...] 는 .mdpost 파일로 다른 PC 와 포스트를 나눕니다.
- [시험 NC] 는 그 포스트로 작은 시험 판(외곽 · 포켓 · 드릴 · 탭)을 만들어 NC 검증을 하고, 공중 시험 운전 안내가 붙은 NC 를 보여 줍니다.

> **팁** 처음 쓰는 장비는 반드시 짧은 프로그램으로 공중(Z 높게) 시험 운전 후 쓰십시오. 공구교환 · 복귀 코드는 장비마다 다를 수 있습니다.

9.5 포스트 마이그레이션 A - 샘플로 복제

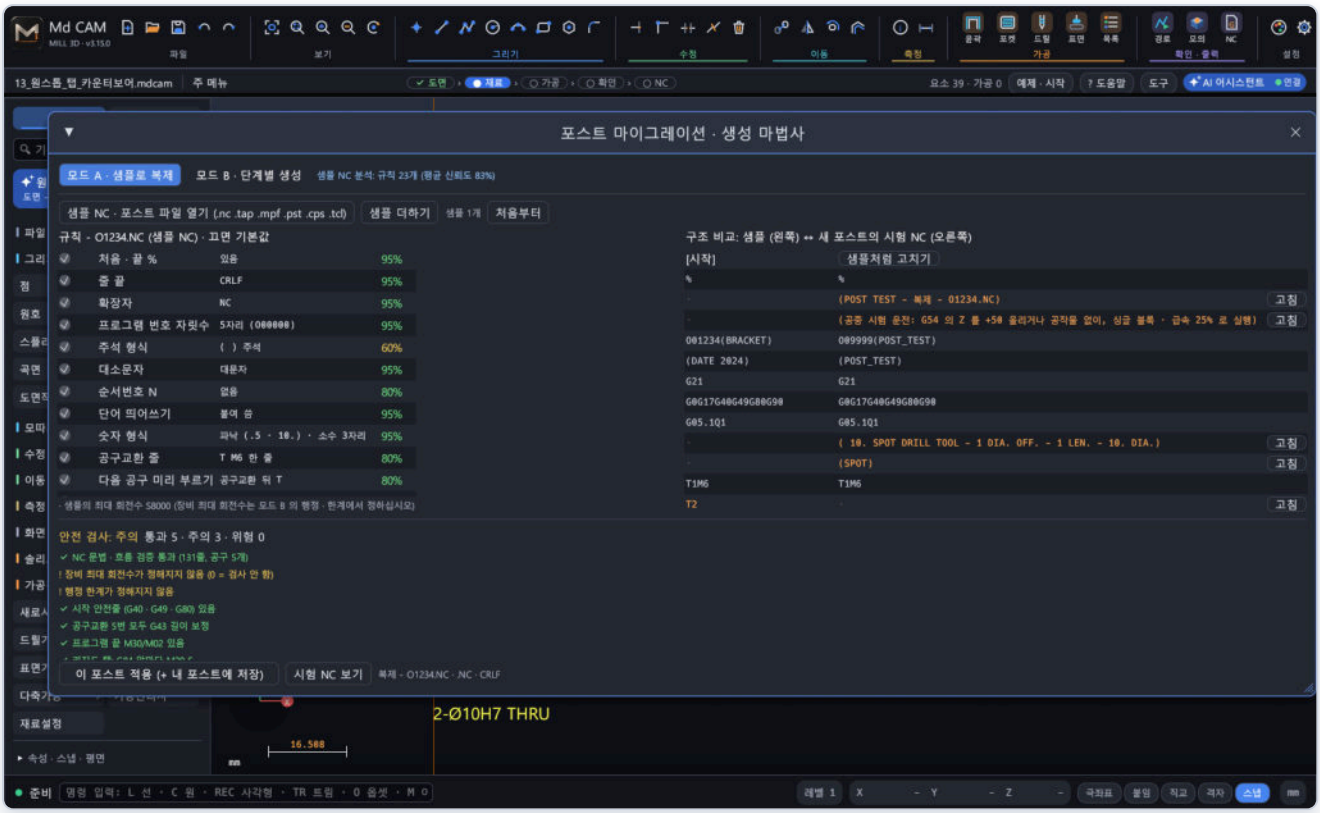


그림 모드 A - 샘플 NC 의 규칙 · 신뢰도(왼쪽)와 구조 비교(오른쪽), 아래 안전 검사

- 가공유틸 › C:장비포스트 › [포스트 마이그레이션 · 생성 마법사] (명령 POSTWIZ). 장비에서 실제로 돌던 NC 를 열거나 붙여 넣습니다 (.pst · .cps · .tcl 도 읽음).
- 읽는 규칙: % · O 번호 자릿수 · 안전줄 · 주석 ( ) / ; · 대소문자 · N 번호 · 띄어쓰기 · 소수 형식 · T M6 한 줄 / 미리 부르기 · 원점 복귀 G91G28 · G30 · G53 · G43 H 순서 · 작업좌표 · 절삭유 · 원호 IJK 증분/절대 · R · 탭 G84 / 리지드 M29 S · 펙 G83 / G73 · 모달 생략 · 고속 코드.
- 규칙마다 신뢰도(%, 근거가 많을수록 높음). 체크를 끄면 그 규칙은 기본값으로.
- 오른쪽은 같은 시험 부품을 새 포스트로 만든 NC 와 샘플을 시작 · 공구교환 · 끝 구조로 나란히 비교합니다 (주황 = 다름). [샘플처럼 고치기] 로 그 구간 코드를 샘플대로.

9.5 포스트 생성 마법사 B - 단계별 생성과 안전 검사



그림 모드 B - 3 옵션: 미니 G 코드 카드, 아래 안전 검사 (통과 · 주의 · 위험)

단계	고르는 것
1 제어기 · 축	FANUC 0i / 18i / 31i · Siemens 840D (ISO) · Heidenhain TNC (ISO) · Mitsubishi M70/M80, 3 · 4 · 5축 (G43.4 TCP / G43.5)
2 행정 · 한계	X Y Z 행정 (작업좌표 기준 어림), 최대 회전수 · 이송
3 옵션	공구교환 · 미리 부르기, 원점 복귀, 원호 R/IJK, 고속 G05.1Q1 · G08P1 · G05P10000, 리지드 탭, N 번호, ; 주석, 절삭유 - 고를 때마다 G 코드 카드
4 파일 규격	ASCII / UTF-8, CRLF / LF, .NC .TAP .MPF .H, 8.3 이름, O 번호 자릿수
5 안전 검사	시험 부품으로 NC 를 만들어 문법 · 회전수 · 이송 · 행정 · 안전줄 · G43 · M30 · 리지드 탭 · 인코딩 검사. '위험' 이 있으면 적용 안 됨

팁 [이 포스트 적용] 은 내 포스트에도 저장합니다. 하이덴하인은 ISO(DIN) G 코드로 냅니다 - 대화형(Klartext)이 아니므로 장비가 ISO 프로그램으로 읽는지 확인하십시오.

9.5 포스트 마이그레이션 - 샘플 여러 개 · 줄마다 고침

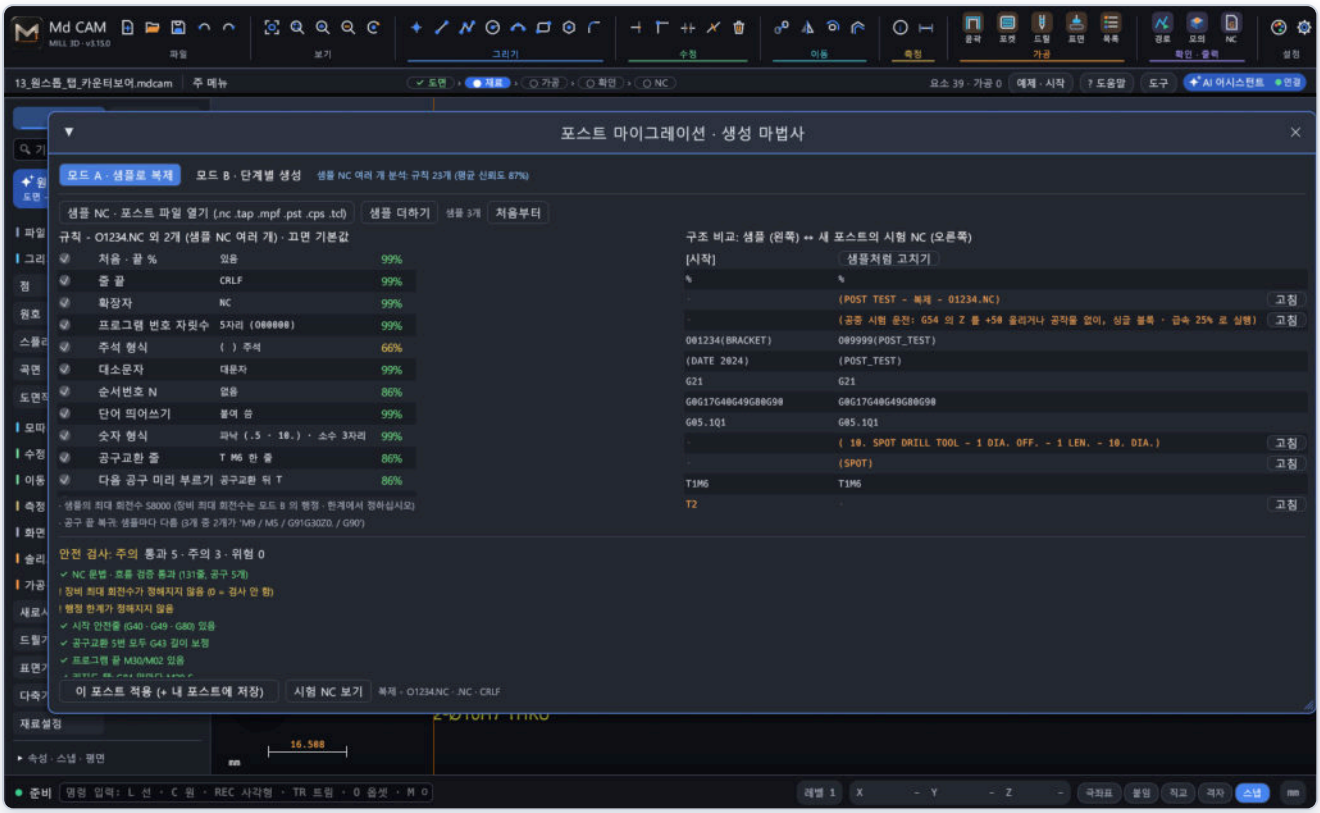


그림 샘플 3개 분석 - 규칙 신뢰도 · '샘플마다 다름' 안내, 구조 비교 줄마다 [고침]

- [샘플 더하기] 로 같은 장비의 다른 NC 를 더하면 함께 분석합니다. 모든 샘플이 같은 규칙은 신뢰도가 오르고, 다르면 많은 쪽으로 정한 뒤 아래에 '샘플마다 다름' 으로 알려 줍니다.
- 구조 비교에서 다른 줄의 [고침]: 샘플에만 있는 줄은 그 구간(시작 · 복귀 · 끝) 코드에 넣고, 새 NC 에만 있는 줄은 뺍니다. 공구 · 위치 줄은 왼쪽 규칙으로 정해진다고 안내합니다.

9.5 선반 기초 · 하이덴하인 대화형 · 여러 바이스

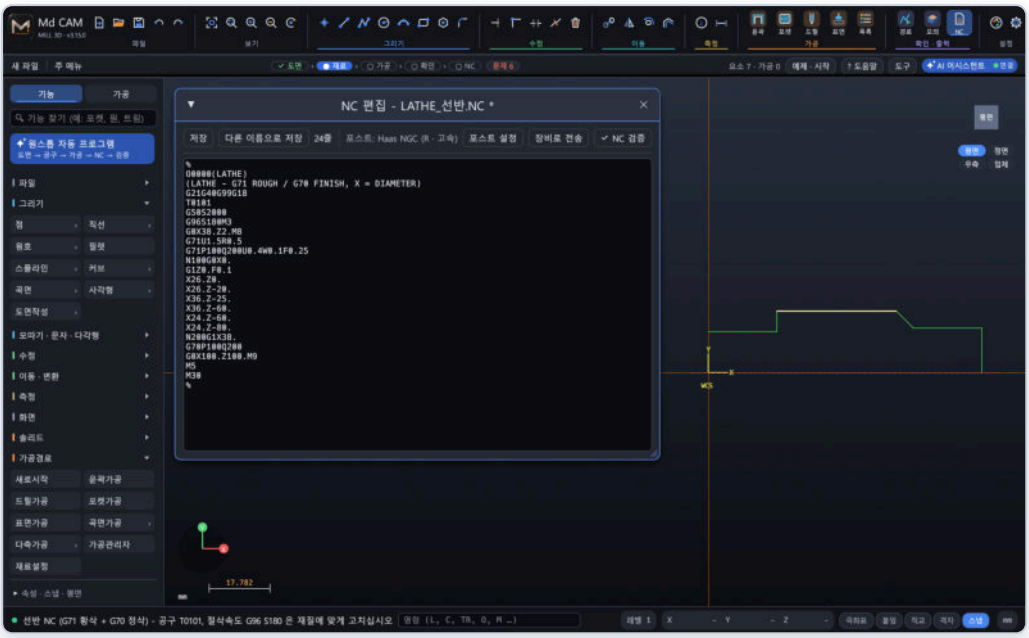


그림 선반 G71 - 중심선 위 반 윤곽 → G71 황삭 + G70 정삭 (X = 지름)

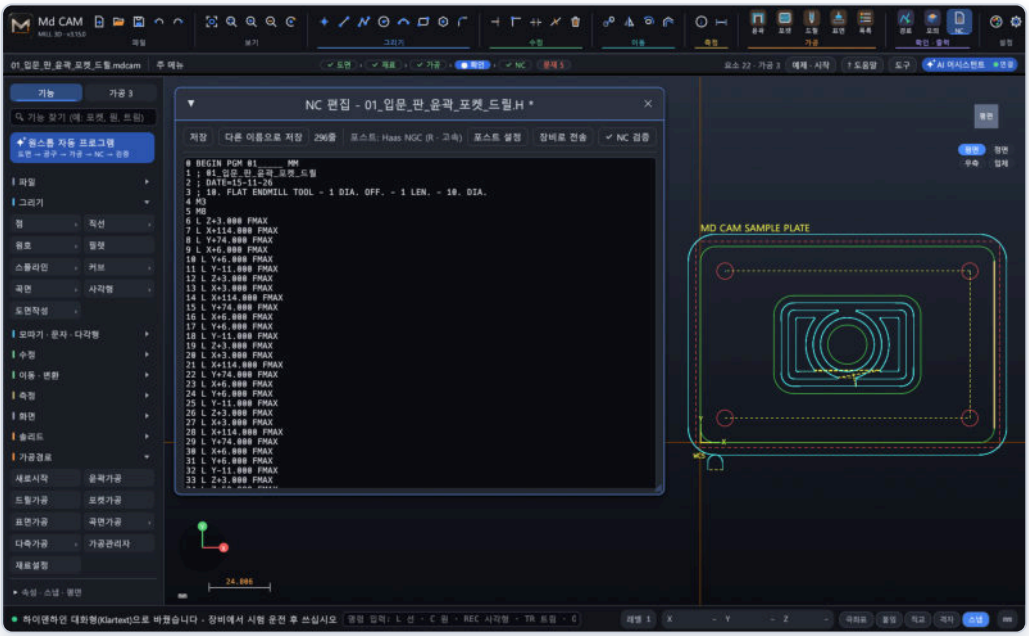


그림 하이덴하인 대화형(Klartext) - BEGIN PGM · TOOL CALL · L · CC/C · CYCL DEF

- 선반 (명령 LATHE): 도면 X = 선반 Z, 도면 Y = 반지름. 오른쪽 끝이 Z0. 되돌아가는 곳(홈)은 G71 1형으로 다 깎이지 않는다고 알려 줍니다.
- 하이덴하인: 포스트 생성 마법사에서 'Heidenhain TNC' + '대화형 Klartext (.H)', 또는 도구 › '하이덴하인 대화형으로' (열린 NC 를 바꿈). 장비 그래픽 시험으로 확인하십시오.
- 여러 작업좌표 반복: [도구] 창에 'G54 G55 G56' 처럼 적고 [NC] - 가공은 서브프로그램 하나(M99), 메인은 좌표마다 G0G90G5x + M98.
- 지멘스: 생성 마법사의 고속 옵션 CYCLE832 (공차 0.01). 5축은 A 축 한계를 안전 검사에서 봅니다.
- 선반 홈 · 나사: 도구 › [선반 가공 ...] 창에 홈 (Z · 바닥Ø · 폭) · 나사 (Ø · 피치 · 길이) 를 넣으면 G75 홈 · G76 나사 블록이 함께 나옵니다.

9.6 NC 역검증

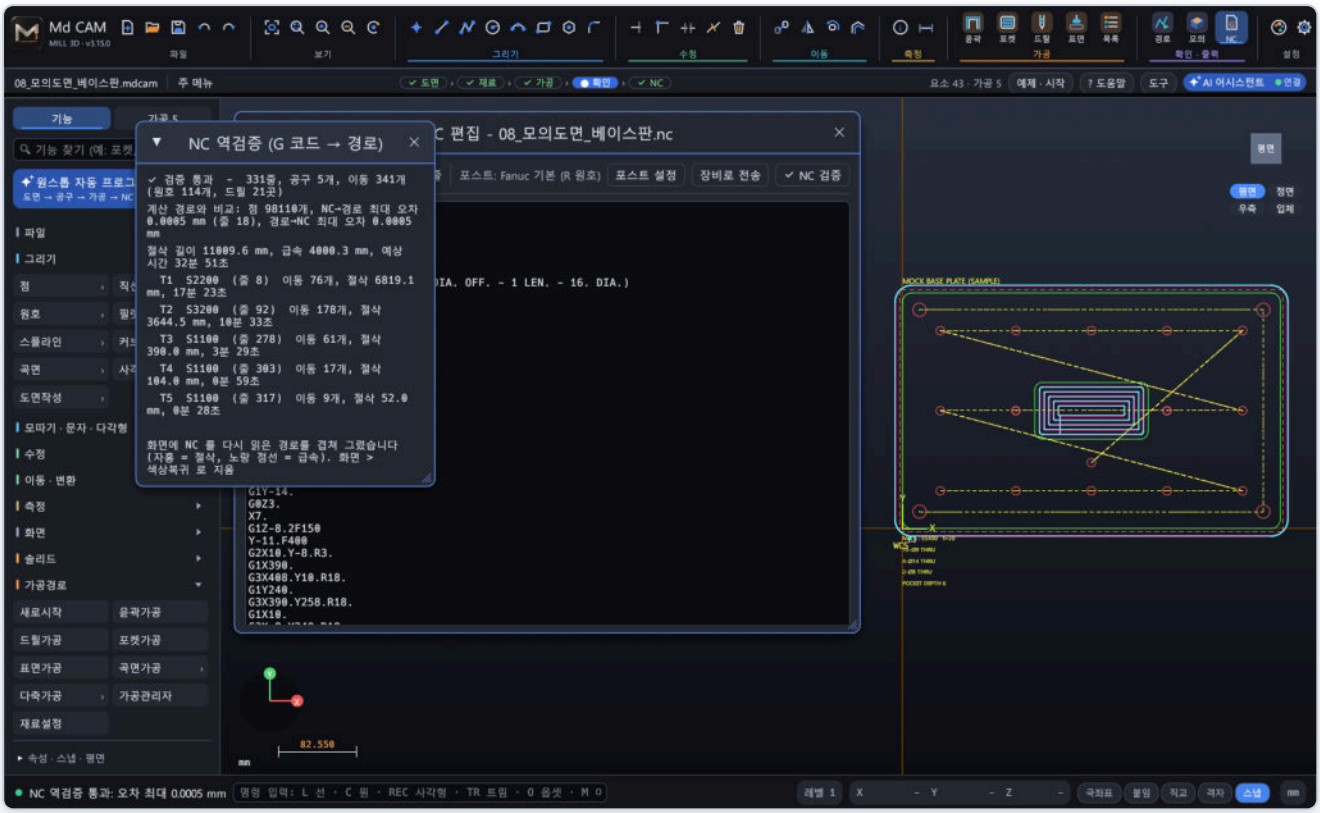


그림 NC 역검증 - 출력한 NC 를 다시 읽어 경로와 비교

NC 창의 [✓ NC 검증] 은 G 코드를 장비 제어기처럼 다시 읽어 문법·안전(모달, 원호, 드릴 싸이클, 공구교환, G43, 주축/절삭유, 재료 속 급속 이동)을 검사하고, 계산한 가공경로와 점마다 비교해 최대 오차를 알려 줍니다. 다시 읽은 경로는 작업창에 겹쳐 그려집니다.

> **팁** 다른 프로그램에서 만든 NC 도 끌어다 놓거나 가공유틸 › NC 읽기로 열어 같은 방법으로 검사할 수 있습니다.

CHAPTER

10

AI 어시스턴트와 자동화

도면에서 NC 까지 원스톱으로 만들고, Claude Code · Codex 로 검토·추천을 받습니다.

10.1 원스톱 자동 프로그램
10.1 원스톱 자동 프로그램 (계속)
10.1 원스톱 - 재료설정 영역 · 3각법 투상도
10.7 견적 · 공구 재고 · 원스톱 추가 판단
10.8 AI 대화 - 추천과 실행 계획
10.9 연결 설정 - Claude Code · Codex
10.10 MCP - 터미널 AI 에서 Md CAM 부르기
10.2 탭 · 카운터보어 · 도면 문자 자동 판단
10.3 설정 저장과 결과 비교
10.4 2면 가공 - 뒤집기 셋업 자동
10.5 공구 수명 관리
10.6 웹앱 - 브라우저에서 Md CAM 전체 기능
10.11 AI 를 잘 쓰는 법 - 요청 예시와 작업 범위

10.1 원스톱 자동 프로그램

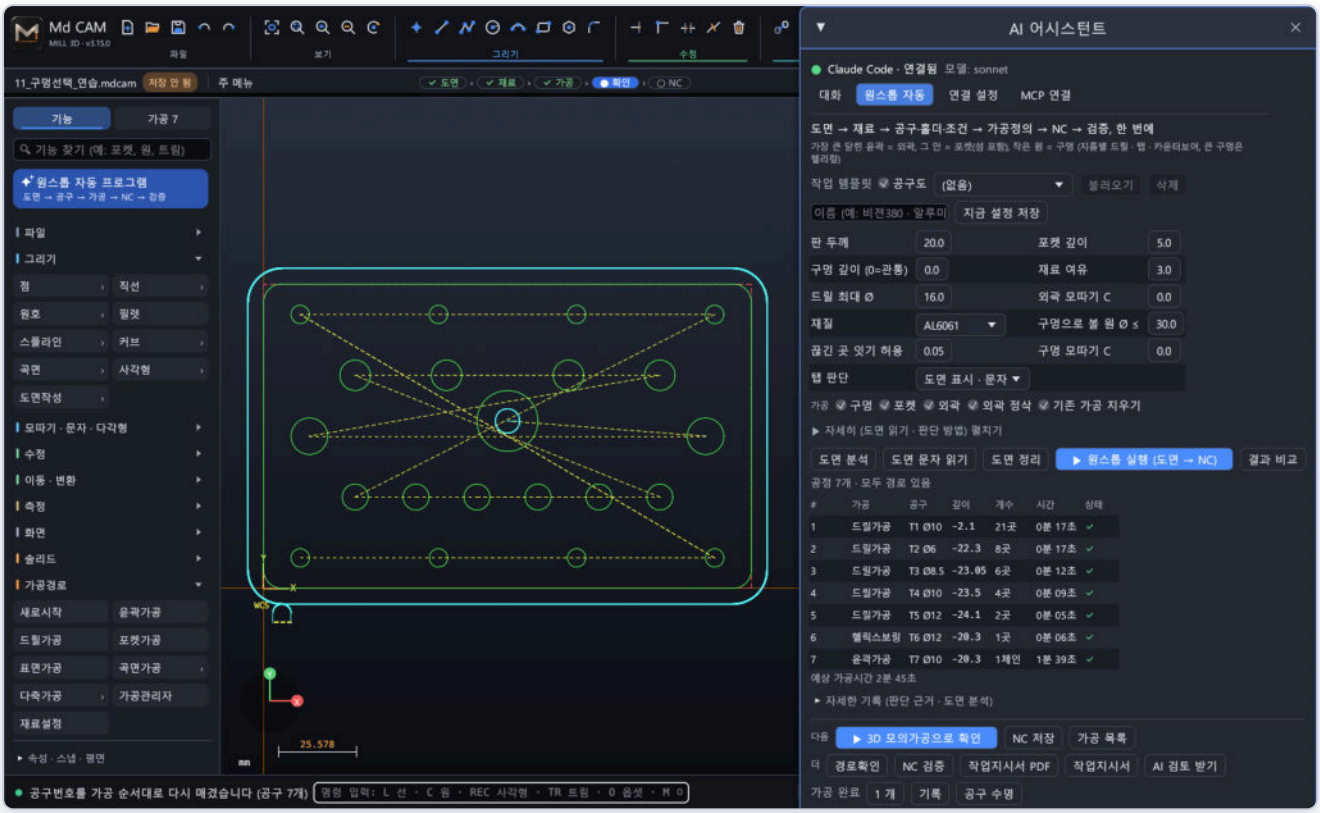


그림 원스톱 자동 - 도면 분석부터 NC 검증까지 한 번에

1. 도면을 엽니다 (DXF · DWG · mdcam). 외곽은 닫힌 윤곽이어야 합니다 (끊긴 선은 수정 › 연결).
2. 왼쪽 메뉴의 [원스톱 자동 프로그램] 또는 AI 어시스턴트 › 원스톱 자동 탭에서 판 두께 · 포켓 깊이 · 재질을 넣습니다.
3. [▶ 원스톱 실행] - 재료 → 공구·홀더·절삭조건 → 스폿/드릴/헬리컬/포켓/외곽 → NC → NC 검증 → 모의가공 까지 끝나고 보고서가 나옵니다.
4. [NC 저장] (Mill₩NC), [3D 모의가공] 으로 확인. 마음에 안 들면 Ctrl+Z 한 번에 전체 취소.

10.1 원스톱 자동 프로그램 (계속)

판단	규칙
외곽	가장 큰 닫힌 윤곽 → 바깥 윤곽가공, 판 두께 + 0.3 관통, 층 = 공구 지름 (강재는 절반), 정삭 0.3
포켓	외곽 안의 닫힌 윤곽 (그 안은 섬) → 폭에 맞는 가장 큰 평엔드밀, 안 되면 더 작은 공구로 다시
구멍	지름 30 이하 원 → 스폿(전체) + 지름별 드릴 (같은 지름 → 0.3 이내 작은 지름), 깊이 3D 넘으면 펙
큰 구멍	드릴 최대 지름을 넘는 원 → 헬리컬 보링 (구멍 60% 이하 평엔드밀)
공구	현재 라이브러리 → 없으면 내장 표준 공구, 재질별 회전수·이송 계산, 표준 홀더 지정
순서	스폿 → 드릴(작은 지름부터) → 헬리컬 → 포켓 → 외곽(부품이 떨어지므로 마지막) → 공구번호 순서대로
검사	NC 역검증, 모의가공 (급속 충돌 · 홀더 · 생크 간섭), 예상 가공시간

참고 열린 체인(조각선 등) 과 3D 곡면은 자동 대상이 아닙니다 - 보고서의 '주의' 를 보고 직접 추가하십시오.

10.1 원스톱 - 재료설정 영역 · 3각법 투상도

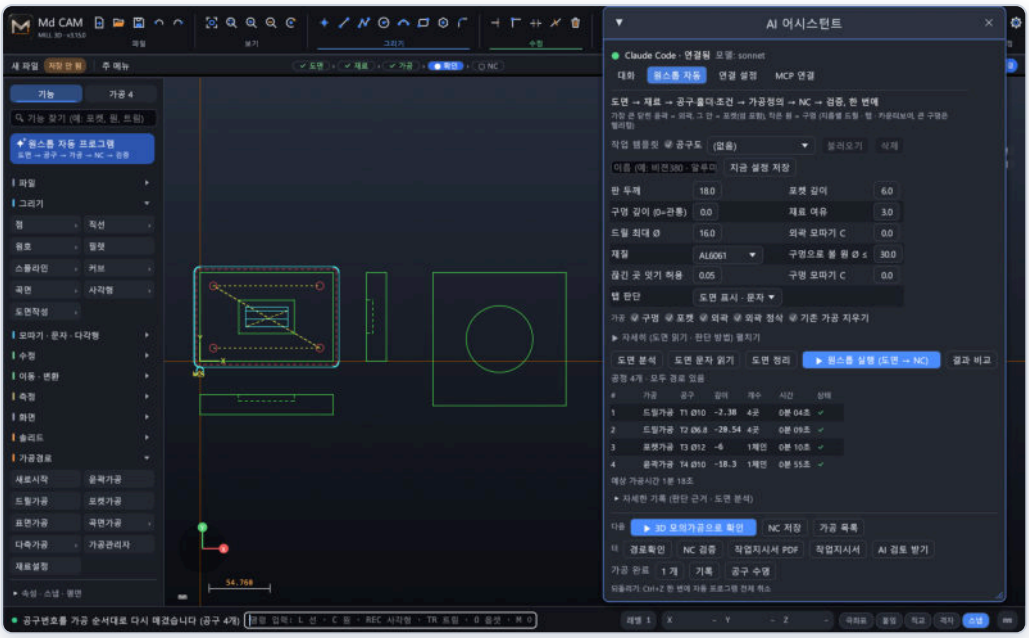


그림 평면도만 재료설정 영역 → 정면 · 측면도에서 두께 18 · 포켓 깊이 6, 옆 부품은 제외

- '재료설정 영역 안의 형상만 가공' (기본 켜짐): 재료가 보이면 그 안의 형상만 대상으로, 밖의 다른 도면 · 투상도 · 표제란은 잠시 숨기고 끝나면 다시 보입니다. 재료가 없으면 요소가 가장 많은 도면을 대상으로.
- '3각법 정면 · 측면도에서 두께 · 단 깊이 읽기' (기본 켜짐): 평면도 위 · 아래 같은 폭 = 정면도, 옆 같은 높이 = 측면도. 그 높이(폭) = 두께, 가로선(숨은선 포함) = 단 · 포켓 깊이.
- 포켓마다 깊이: 정면도에서 그 포켓 폭만큼 걸친 가로선의 깊이. 막힌 구멍: 구멍 지름 간격의 숨은 세로선 두 개의 바닥.
- 우선순위: 도면 문자(t=12 · DEPTH) > 투상도 > 재료설정 높이. 재료설정 크기는 그대로 둡니다. 결과의 [작업지시서 PDF] · [2면 작업지시서 PDF] 로 바로 출력.
- 보고서 첫 줄 '도면 범위' 에 대상 · 제외 요소 수 · 찾은 투상도 · 두께 · 깊이가 나옵니다.

10.7 견적 · 공구 재고 · 원스톱 추가 판단



그림 견적 도우미 · 공구 재고 · 주문

- 견적 도우미: 재료(크기 · 비중) · 가공시간(보정 계수 반영) · 공구 마모 · 셋업을 개당 단가로. 단가 · 이익률은 공장 값으로.
- 공구 재고: 수량 · 위치 · 단가 · 사진. [주문 목록 CSV] = 가공에 쓰는데 재고 0 이거나 라이브러리에 없는 공구.
- 원스톱 추가 판단: 슬롯 · 키홈 인식, 코너 R 이 공구보다 작으면 작은 공구로 잔삭, 나사 밀링 (옵션), 코너 감속 60%, 투상도 측면 구멍 안내 · 모따기 C.
- 폴더 일괄 원스톱: 폴더의 DXF · DWG · mdcam 을 모두 → Mill₩NC 에 NC 와 일괄원스톱_보고서.csv.

10.8 AI 대화 - 추천과 실행 계획

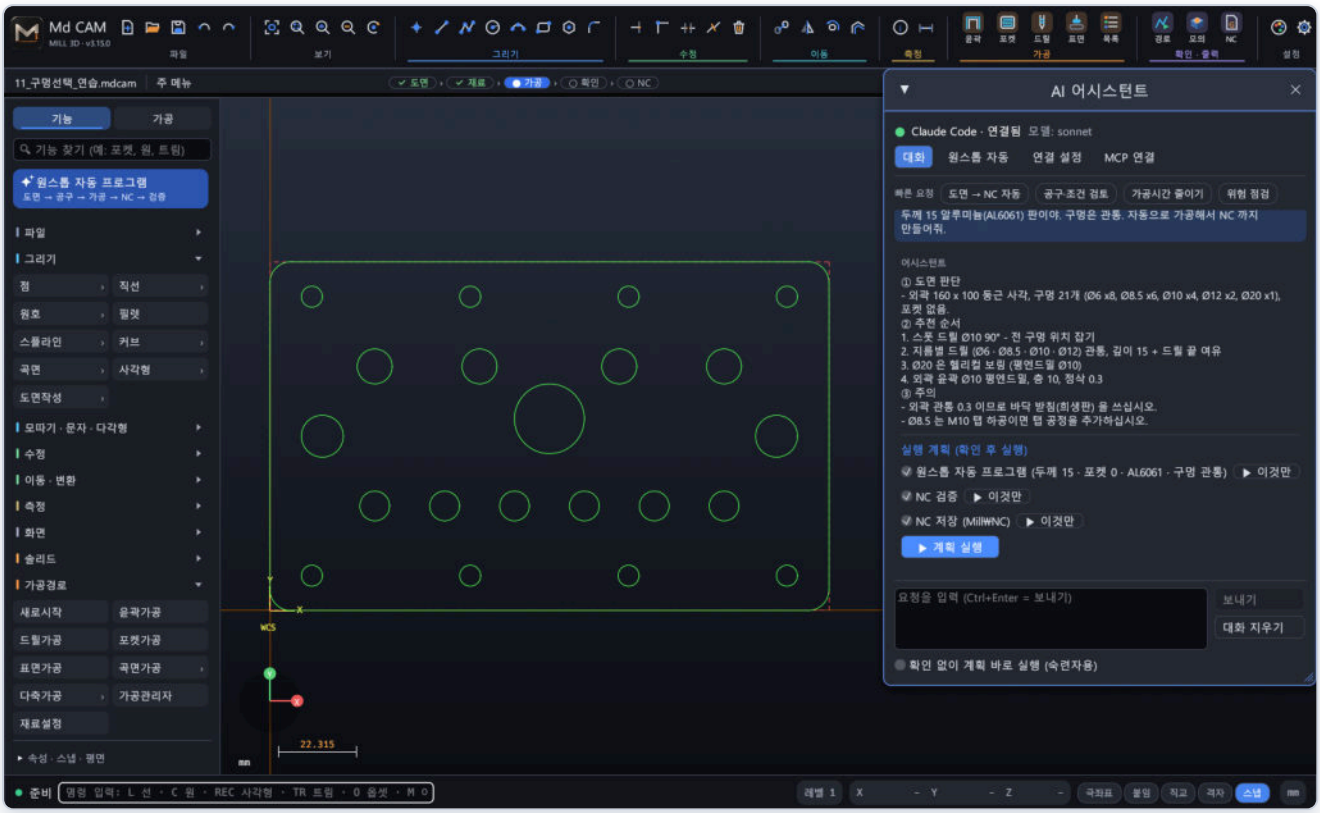


그림 AI 어시스턴트 - 도면 판단, 추천, 실행 계획

- 우측 위 [AI 어시스턴트] 를 누르면 창이 열립니다. 빠른 요청: 도면 → NC 자동 · 공구·조건 검토 · 가공시간 줄이기 · 위험 점검
- AI 는 현재 도면 분석, 재료, 공구 라이브러리, 가공정의, 포스트를 보고 실무 관점에서 판단·추천합니다 (한국어).
- 연결된 AI 는 대화를 시작할 때 Md CAM 의 기능 · 사용법과 전체 메뉴 위치를 함께 받아, 메뉴 경로를 그대로 안내하고 없는 기능은 없다고 답합니다.
- 실행할 일은 '실행 계획' 으로 나오고 체크한 것만 [▶ 계획 실행] 때 Md CAM 이 실행합니다 (AI 는 파일을 직접 고치지 않음).
- '확인 없이 계획 바로 실행' 을 켜면 한 번의 요청으로 NC 까지 끝납니다 (숙련자용).

10.9 연결 설정 - Claude Code · Codex

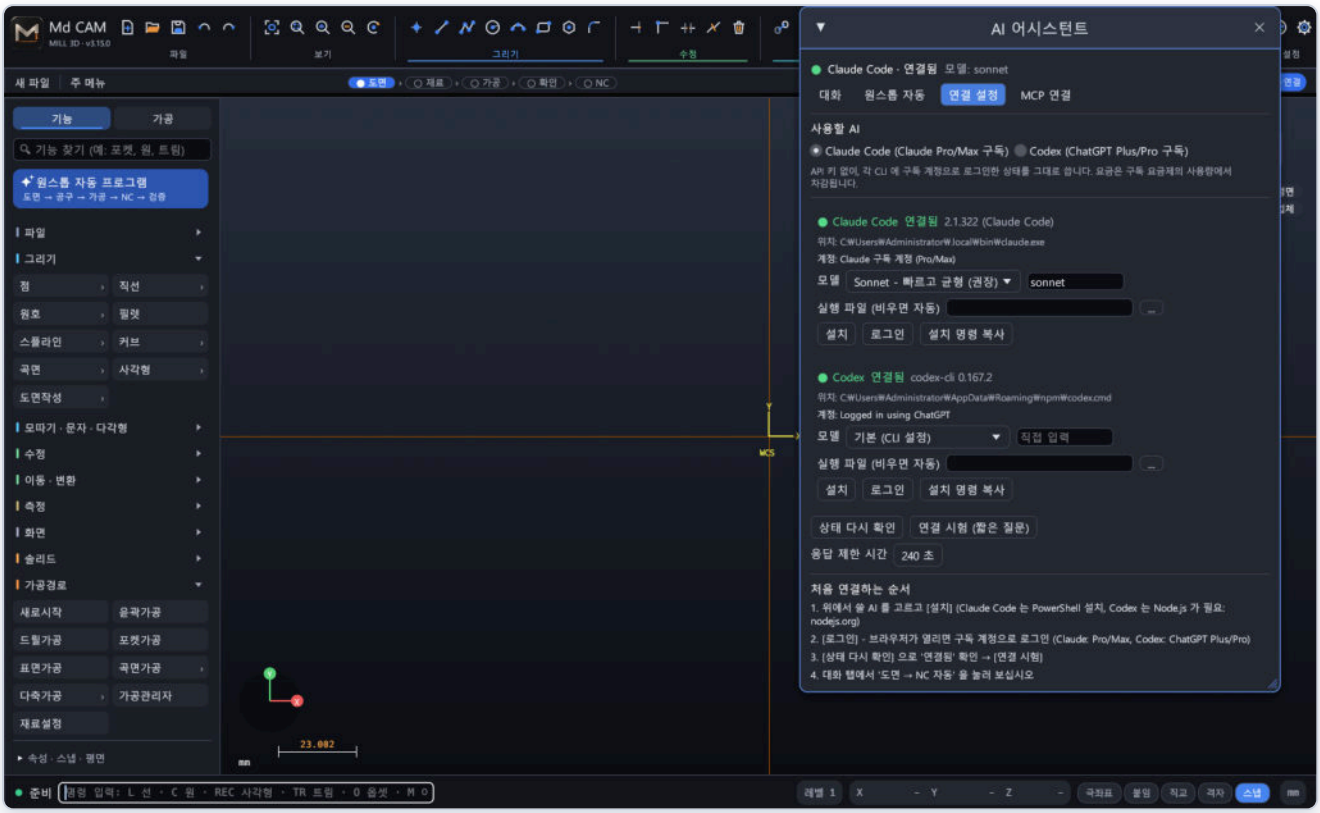


그림 연결 설정 - 설치 · 로그인 · 상태 · 모델

	Claude Code	Codex
요금제	Claude Pro / Max 구독	ChatGPT Plus / Pro 구독
설치	[설치] (PowerShell: irm https://claude.ai/install.ps1 | iex)	[설치] (npm install -g @openai/codex, Node.js 필요)
로그인	[로그인] → claude auth login (브라우저)	[로그인] → codex login (브라우저)
모델	Sonnet (권장) · Opus · Haiku · 직접 입력	GPT-5 Codex (권장) · GPT-5 · mini · 직접 입력

팁 [상태 다시 확인] 으로 '연결됨' 을 확인하고 [연결 시험] 으로 실제 응답을 봅니다. API 키는 필요 없습니다.

10.10 MCP - 터미널 AI 에서 Md CAM 부르기

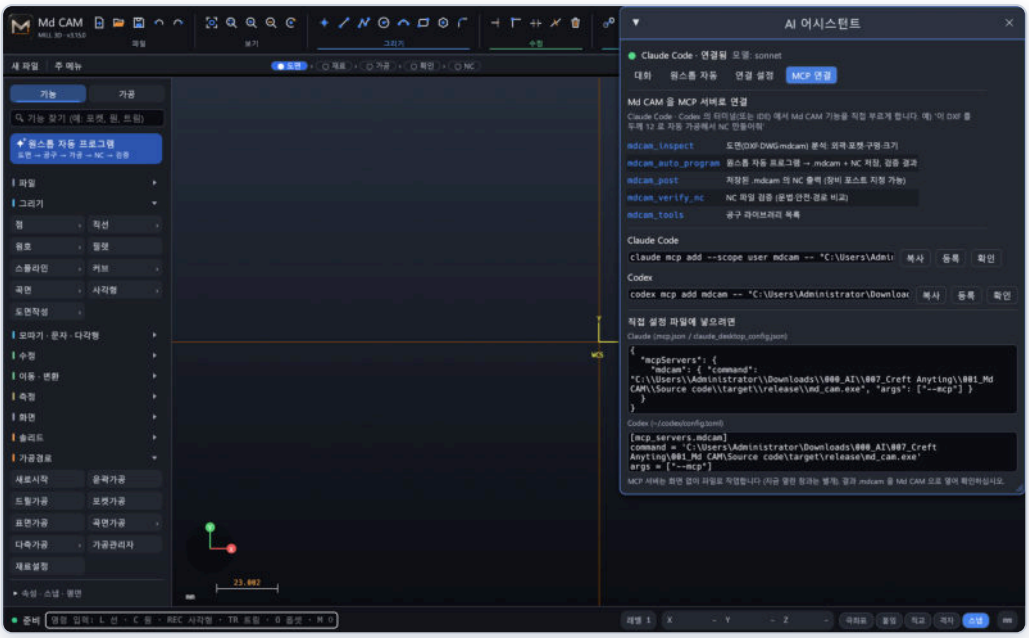


그림 MCP 연결 안내

Md CAM 은 MCP 서버(Md CAM.exe --mcp) 로도 동작합니다. 등록하면 Claude Code · Codex 터미널에서 '이 DXF 를 두께 12 로 자동 가공해서 NC 만들어줘' 처럼 말해 파일로 작업할 수 있습니다.

도구	하는 일
mdcam_inspect	도면 분석 (외곽 · 포켓 · 구멍 · 크기)
mdcam_auto_program	원스톱 자동 → *_auto.mdcam + *_auto.NC 저장, 검증 보고서
mdcam_post / mdcam_verify_nc	NC 출력 (포스트 지정) / NC 검증
mdcam_tools	공구 라이브러리 목록

등록: MCP 탭의 [등록] 단추, 또는 claude mcp add --scope user mdcam -- "<설치 폴더>₩Md CAM.exe" --mcp / codex mcp add mdcam -- "<설치 폴더>₩Md CAM.exe" --mcp

10.2 탭 · 카운터보어 · 도면 문자 자동 판단

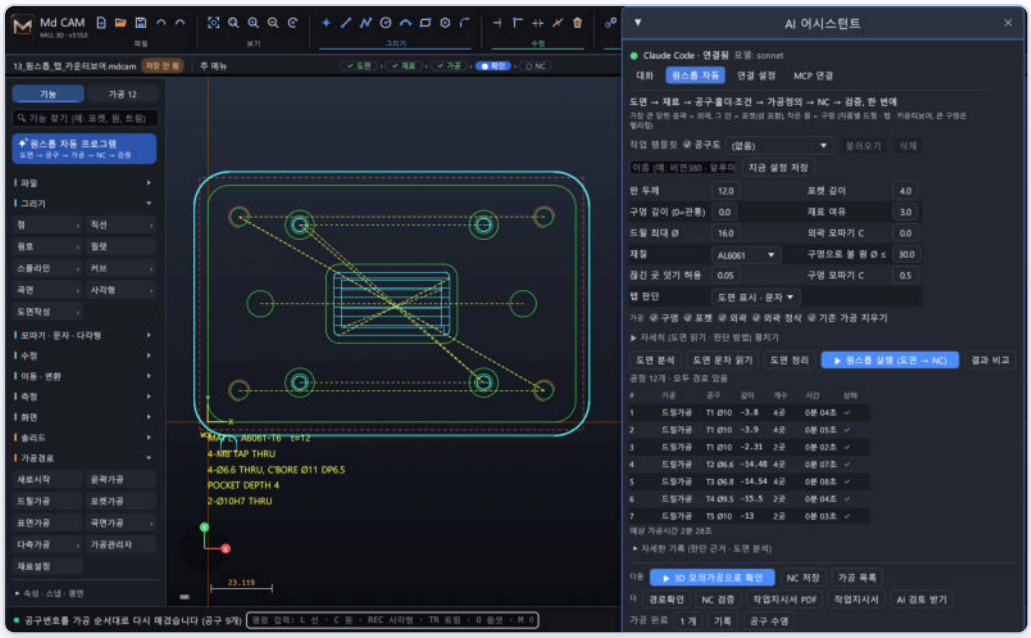


그림 예제 13 - 나사 표시 · 카운터보어 · 도면 문자를 읽어 한 번에

도면에 있는 것	원스톱이 하는 일
구멍 + 같은 중심의 3/4 원호 (나사 표시)	탭: 하공 드릴(M8 → Ø6.8) + 탭 G84, 피치 · 이송 자동
'4-M8 TAP DP12' 같은 문자	그 하공 지름의 구멍을 탭으로, 깊이 12 (THRU 면 관통)
같은 중심의 원 두 개 (Ø6.6 + Ø11)	카운터보어: 작은 원 드릴 + 큰 원 헬리컬 자리파기 (M6 표준 깊이 6.5)
't=12' · '15T' · 'THK 12' · '두께 12'	판 두께
'A6061' · 'SM45C' · 'SUS304' …	재질 (절삭조건이 바뀜)
'POCKET DEPTH 4' · 'DP4' · '깊이 4'	포켓 깊이
'2-Ø10H7' (H6 ~ H9, G7, F7)	리머 하공 드릴(Ø9.75 → 가까운 Ø9.5) + 리머 G85, 리머가 없으면 헬리컬 + 정삭 안내

팁 탭 판단은 '도면 표시 · 문자'(기본)가 안전합니다. '탭 하공 지름 모두' 는 Ø6.8 · Ø8.5 같은 구멍을 모두 탭으로 보므로 볼트 구멍과 겹칠 때 주의하십시오. 구멍 모따기 C 를 넣으면 스폿 드릴로 모따기까지 합니다.

10.3 설정 저장과 결과 비교

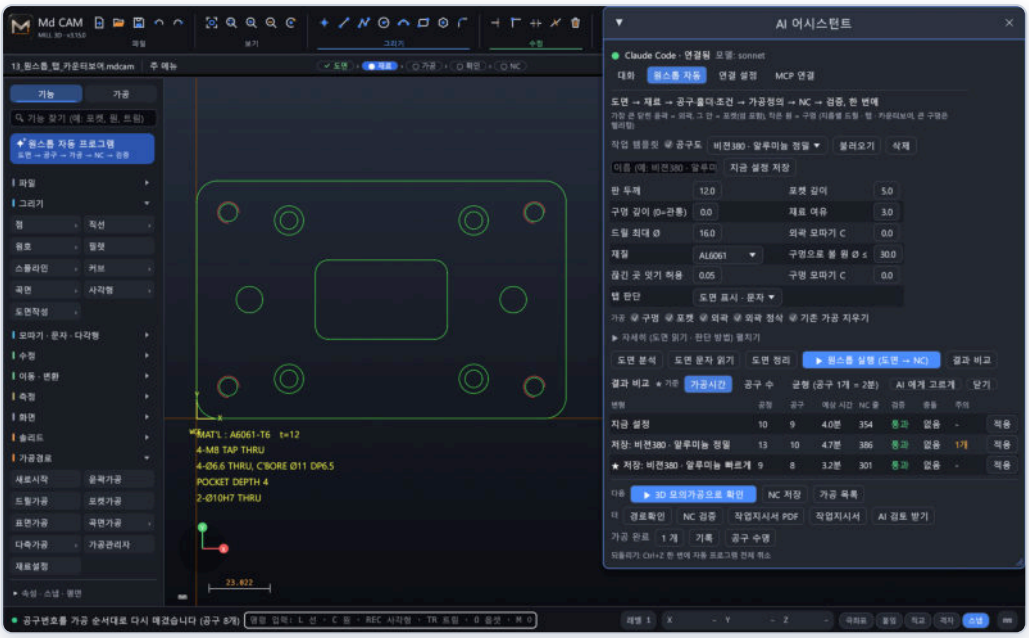


그림 저장한 설정과 결과 비교 - ★ 는 검증 통과 중 가장 빠른 것

- 장비 · 재질마다 쓰는 옵션을 [지금 설정 저장] 으로 이름 붙여 저장합니다 (장비 포스트도 함께). 다음부터 [불러오기] 한 번.
- [결과 비교] 는 지금 설정과 저장한 설정(없으면 '빠르게' · '정밀')으로 각각 만들어 공정 · 공구 수 · 예상 시간 · NC 줄 · 검증 · 충돌을 표로 보여 줍니다.
- 비교하는 동안 도면은 바뀌지 않습니다. 마음에 드는 줄의 [적용] 을 누르면 그 설정으로 원스톱이 실행됩니다.
- ★ 기준: 가공시간 / 공구 수 / 균형(공구 1개 = 2분). [AI 에게 고르게] 는 표를 AI 에게 보내 실무 기준으로 고르고 계획까지 만들게 합니다.
- '가진 공구 우선' 을 켜면 라이브러리에 있는 공구를 먼저 쓰고, 없는 공구는 보고서의 주문 목록과 [주문 목록 저장](CSV) 으로 나옵니다.

10.4 2면 가공 - 뒤집기 셋업 자동

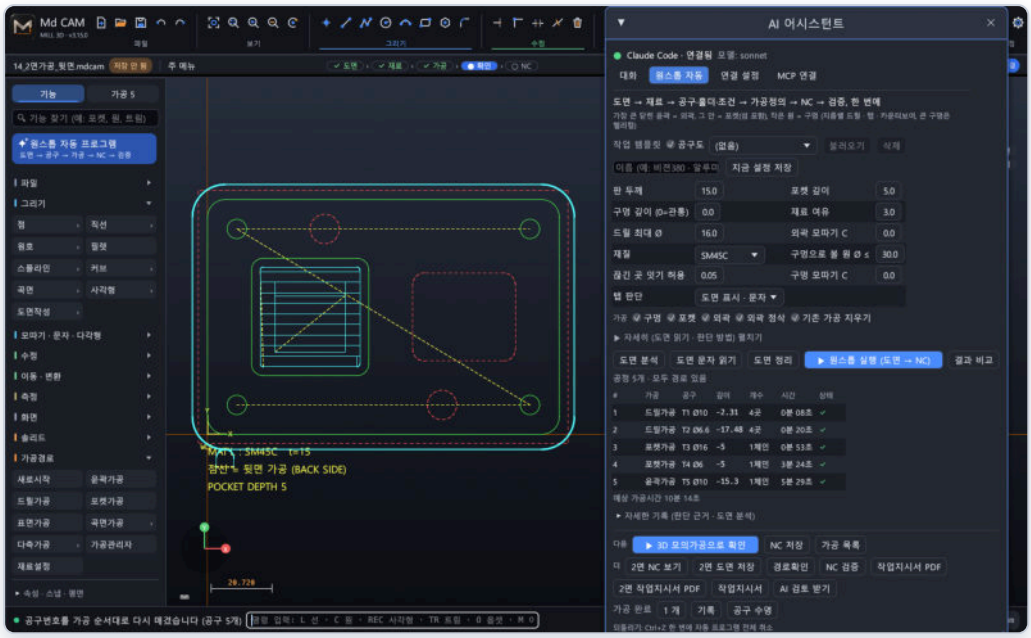


그림 예제 14 - 점선(뒷면) 형상은 2면 셋업 NC 로 따로

- 숨은선(점선)으로 그린 형상, 또는 레이어 이름이 BACK · BOTTOM · 뒷면 · 이면 · 2면 인 형상을 뒷면으로 봅니다.
- 1면 NC 에서는 뒷면 형상을 빼고, 가로 중심선 기준으로 앞뒤를 뒤집은 2면 도면을 만들어 원스톱으로 2면 NC 를 따로 만듭니다 (외곽 가공 없음, 원점 · 재료는 1면과 같음).
- 결과의 [2면 NC 보기] · [2면 도면 저장](Mill₩MD₩<이름>_2면.mdcam) 으로 확인 · 저장합니다.
- 2면 보고서에는 바이스 물림 방향 · 높이와 원점 잡는 법(엣지 파인더로 양 끝 중간, 두께를 재어 Z0 보정)이 함께 나옵니다.
- DXF 의 선 종류 HIDDEN · DASH(숨은선)도 뒷면으로 읽습니다 (CENTER · DASHDOT 은 중심선).

> **참고** 1면 외곽을 끝까지 깎으면 부품이 떨어집니다. 바이스로 다시 물리거나, 1면 외곽을 조금 남기고 2면 후 마무리하십시오.

10.5 공구 수명 관리

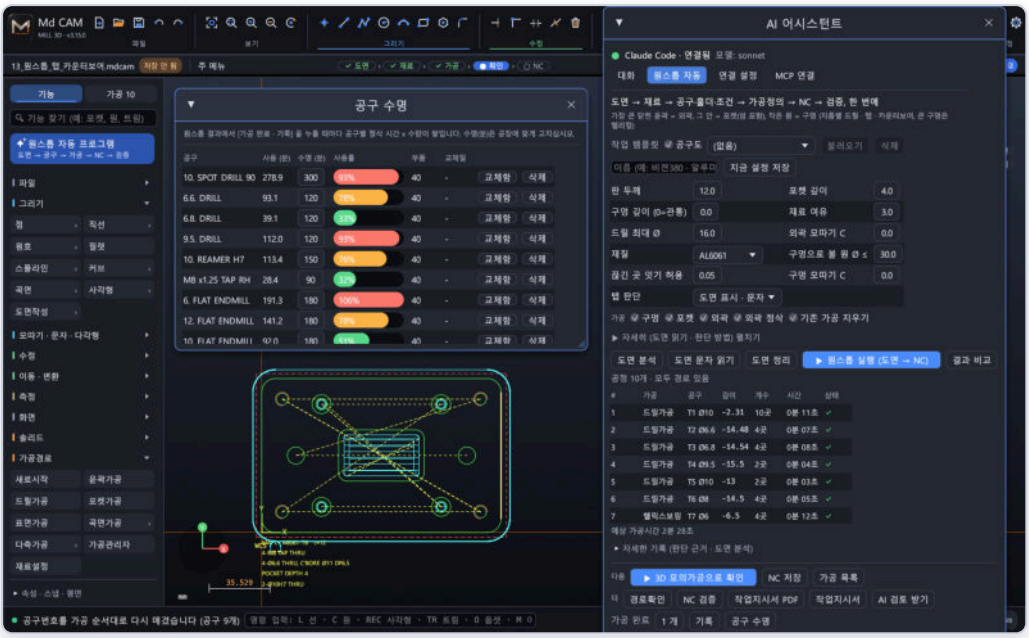


그림 공구 수명 - 사용률(초록 · 주황 · 빨강)과 교체

- 원스톱 결과 아래 '가공 완료 [수량] [기록]' 을 누르면 공구별 절삭 시간 x 수량이 쌓입니다 (2면 NC 포함).
- [공구 수명] 창: 사용 시간 · 수명(분, 고칠 수 있음) · 사용률 · 부품 수 · 교체일. 90% 를 넘으면 빨강이고, 다음 원스톱 보고서에도 '교체 권장' 이 나옵니다.
- 공구를 바꾸면 [교체함] - 사용 시간이 0 이 되고 교체일이 기록됩니다.
- 수명 100% 를 넘은 공구는 다음 원스톱에서 예비 공구 번호(T+50) 로 자동으로 바꿉니다 - 매거진에 같은 공구를 예비로 꽂아 두십시오.

> **팁** 기본 수명은 어림값입니다 (드릴 120분, 탭 90분, 엔드밀 180분 ...). 공장의 재질 · 공구에 맞게 수명 칸을 고치십시오.

10.6 웹앱 - 브라우저에서 Md CAM 전체 기능

참고 (그림 없음: 46_webapp.png)

- 웹 사이트의 '웹앱'(studio/) 을 열면 설치 없이 데스크톱과 같은 Md CAM 이 브라우저에서 실행됩니다 (WebGL2, Chrome · Edge · Firefox · Safari 최신판).
- 그리기 · 수정 · 가공경로 · 원스톱 · 결과 비교 · 2면 가공 · 공구 수명 · 포스트 마법사 · 경로확인 · 3D 모의가공 · NC 출력 · NC 검증이 모두 됩니다.
- 파일 열기 = 브라우저 파일 창 또는 끌어다 놓기 (DWG · DXF · mdcam · NC · PST · mdpost), 저장 = 내려받기 폴더로 내려받기. 설정은 이 브라우저에 남습니다.
- 시작 화면의 예제도 그대로 열립니다. 주소 끝에 ?open=<예제 이름>&auto 를 붙이면 그 예제를 열고 원스톱까지 바로 실행합니다.

웹에서 안 되는 것	대신
AI 대화 (Claude Code · Codex CLI)	Windows 프로그램 (브라우저는 PC 프로그램을 실행할 수 없음)
DNC 전송 (직렬 포트)	NC 를 내려받아 USB · 공유 폴더로
Mastercam 공구 DB (.tooldb)	내장 표준 공구 157개 · 표준 홀더

참고 간단히 보기만 하려면 '웹 체험판'(app/) 이 더 가볍습니다: 도면을 넣으면 원스톱 결과와 NC 만 보여 줍니다.

10.11 AI 를 잘 쓰는 법 - 요청 예시와 작업 범위

이렇게 요청하면 잘 됩니다

하고 싶은 일	요청 예 (대화 탭)
도면 → NC 한 번에	두께 15 알루미늄(AL6061) 판이야. 구멍은 관통. 자동으로 가공해서 NC 까지 만들어줘.
재질 바꿔 다시	재질을 SM45C 로 바꾸고 절삭조건 다시 계산해서 NC 다시 뽑아줘.
공구 검토	지금 공구와 절삭조건이 이 재질에 맞는지 검토하고 바꿀 것만 알려줘.
시간 줄이기	가공시간을 줄일 방법을 순서대로 추천해줘 (공구 수, 층 깊이, 이송).
위험 점검	충돌·간섭·급속 위험이 있는지 보고 고칠 곳을 알려줘.
탭 · 모따기	Ø8.5 구멍은 M10 탭 하공이야. 탭 공정을 넣으려면 어떻게 해?

AI 가 하는 일과 하지 않는 일

AI 가 하는 일	하지 않는 일 (사람이 확인)
도면 판단 (외곽 · 포켓 · 구멍 · 크기)과 가공 순서 추천	도면 파일을 직접 고치거나 지우기
실행 계획 제시 → 체크한 것만 Md CAM 이 실행	장비로 NC 를 보내기 (DNC 전송은 사람이)
재질 · 공구 · 절삭조건 검토, 시간 단축 · 위험 지적	공작물 고정 · 공구 길이 측정 같은 현장 일
NC 검증 · 모의가공 결과 해석	3D 곡면 가공의 세부 조건 결정 (추천만)

참고 AI 로 보내는 것은 도면 '요약'(외곽 · 구멍 · 포켓 크기), 재료, 공구 목록, 가공정의, 포스트 이름뿐이며 도면 파일 자체는 보내지 않습니다. 연결은 사용자의 Claude / ChatGPT 구독 로그인으로 하므로 별도 API 키나 요금이 없습니다.

팁 AI 가 없어도 원스톱 자동(10.1)은 그대로 동작합니다. AI 는 판단·추천을 더해 주는 도우미입니다.

CHAPTER

11

설정과 테마

화면 색, 스냅, 파일·장비, 시작 옵션을 바꾸고 저장합니다.

11.1 프로그램 설정
11.1 프로그램 설정 (계속)
11.2 테마와 작업창 색

11.1 프로그램 설정



그림 프로그램 설정 - 화면·테마 (도구막대 톱니 아이콘)

탭	내용
화면 · 테마	테마 미리보기, 화면 크기 90 ~ 150%
작업창	배경색 (견본 · 직접 색 · 그라데이션), 가공경로 · 끝점 · 격자 표시
스냅 · 선택	자동 감지, 교차점, 원점·공작물, 격자, 직교, 극좌표 각도, 윈도우 방식, 글자 키 입력(메뉴/명령줄)
파일 · 장비	도면 폴더, 장비 포스트, 공구 라이브러리, DWG 변환기, 단위
AI 어시스턴트	연결 상태, 어시스턴트 · 연결 설정 · MCP 안내 열기
시작 · 기타	시작하기 창, 노트 문자 높이, 모두 기본값으로, Md CAM 제거
릴리즈 정보	버전과 바뀐 내용

11.1 프로그램 설정 (계속)

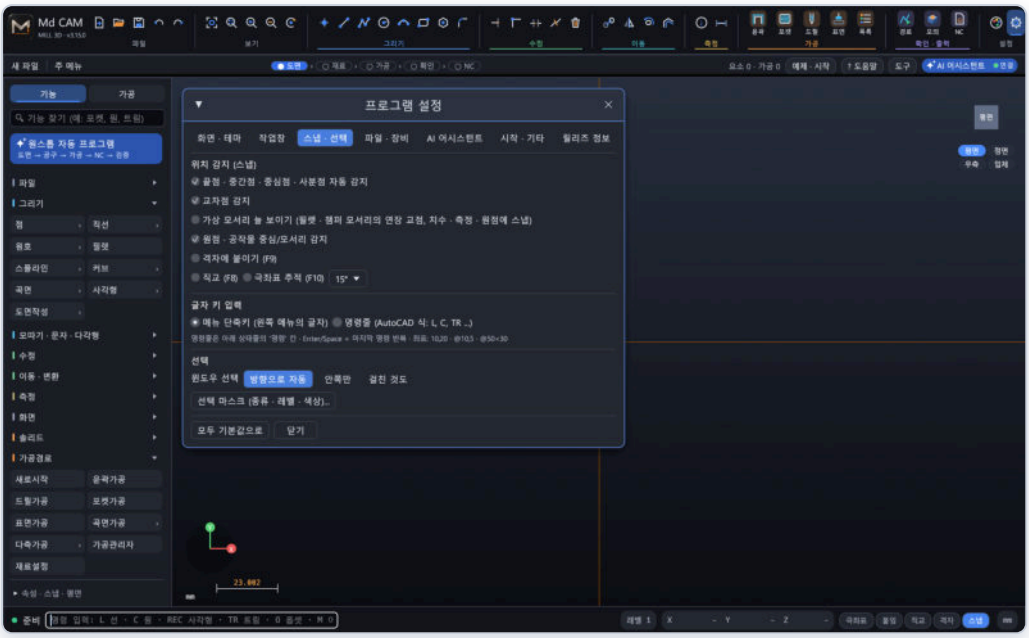


그림 프로그램 설정 - 스냅.선택

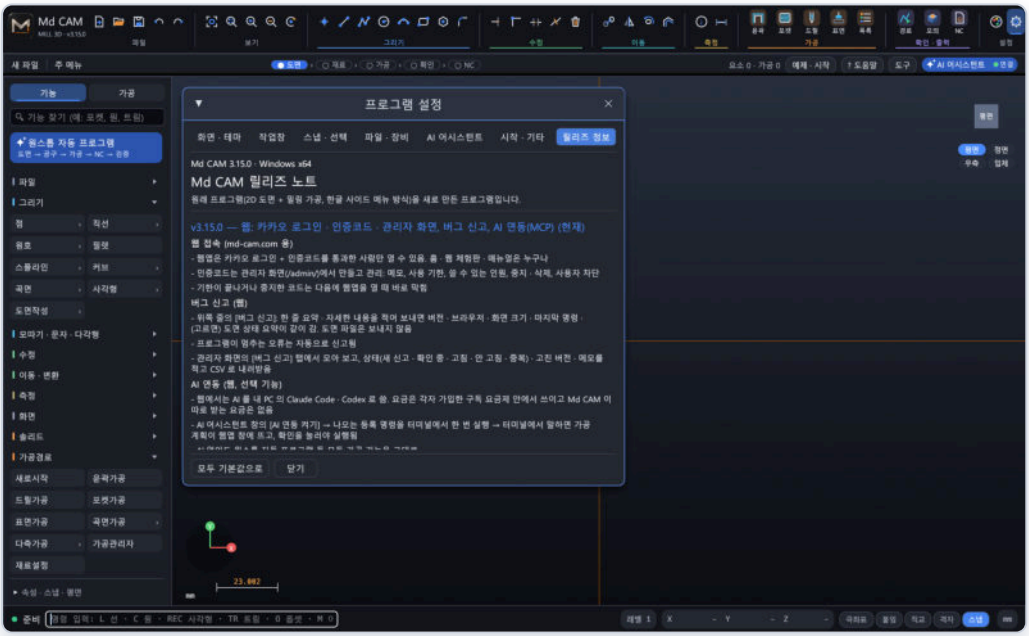


그림 설정 › 릴리즈 정보

11.2 테마와 작업창 색

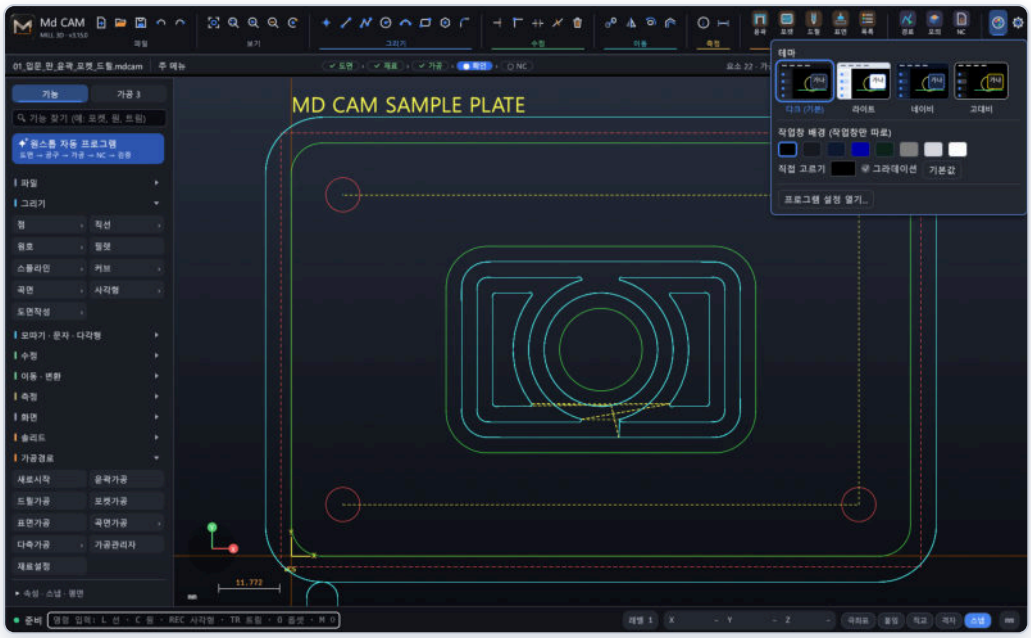


그림 도구막대 팔레트 아이콘 - 테마와 작업창 배경

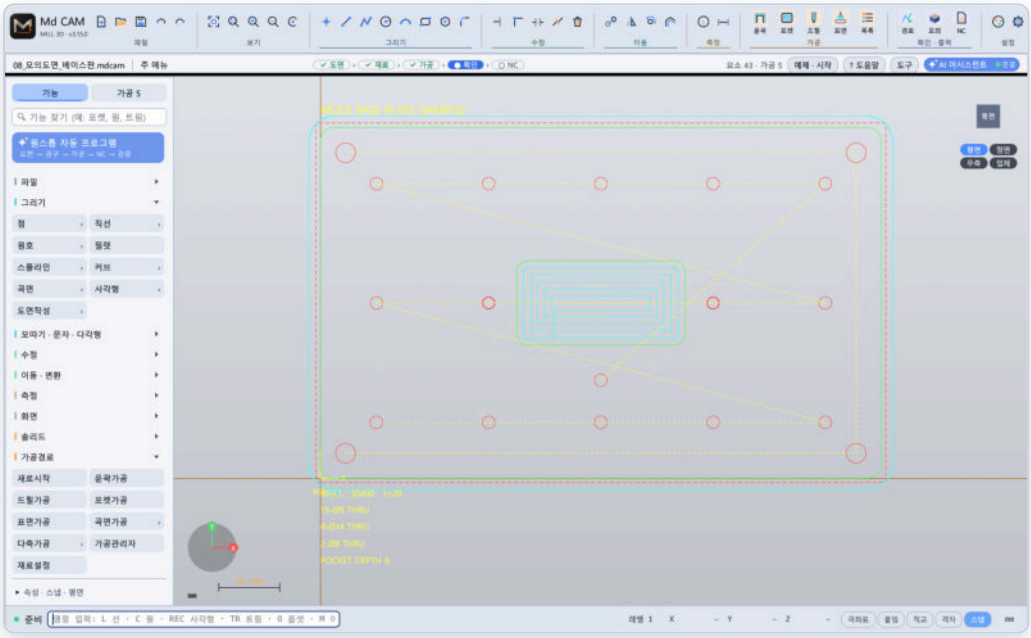


그림 라이트 테마 + 밝은 작업창

테마(다크 · 라이트 · 네이비 · 고대비)는 메뉴 · 창 · 도구막대 색을 함께 바꾸고, 작업창 배경은 따로 고를 수 있습니다. 밝은 배경이면 도형과 격자 색이 자동으로 어두워집니다. 설정은 다음 실행에도 그대로 남습니다.

CHAPTER

12

따라하기

도면 불러오기부터 NC 까지 (직접 · AI 원스톱), 그리고 도형을 직접 그려 보는 형상설계를 차례대로 따라 합니다.

12.1 가공 따라하기 ① 도면 불러오기
12.1 가공 따라하기 ② 도면 정리
12.1 가공 따라하기 ③ 재료와 원점
12.1 가공 따라하기 ④ 구멍 · 포켓 · 외곽 가공정의
12.1 가공 따라하기 ⑤ 확인과 NC
12.2 AI 원스톱 따라하기 ① 연결 확인
12.2 AI 원스톱 따라하기 ② 말로 요청하기
12.2 AI 원스톱 따라하기 ③ 결과 확인과 저장
12.3 형상설계 따라하기 ① 외곽 사각형
12.3 형상설계 따라하기 ② 구멍 · 필렛 · 포켓
12.4 예제 판 가공 따라하기

12.1 가공 따라하기 ① 도면 불러오기

예제 05_도면_DXF_예제.dxf (120 x 80 판, 모서리 R, 구멍 5개, 가운데 포켓) 를 불러와 NC 까지 만드는 과정입니다. 다른 DWG/DXF 도면도 같은 순서로 하면 됩니다.



그림 불러오기 미리보기 - 레이어 · 종류 · 단위 · 원점

1. 도구막대 [불러오기] (Ctrl + O) → 파일 종류 'DWG/DXF' → 05_도면_DXF_예제.dxf 선택. 창에 끌어다 놓아도 됩니다.
2. 미리보기 창에서 가공에 필요 없는 레이어(치수 · 중심선 · 문자)를 끕니다. 종류에서 '치수 · 문자' 를 빼도 됩니다.
3. 단위가 inch 로 그려진 도면이면 'inch → mm'. 원점은 '그대로' 또는 '왼쪽 아래를 원점으로'.
4. [불러오기] - 상태줄에 '불러오기 (DXF) … 22개 요소' 처럼 결과가 나옵니다.

팁 DWG 는 2000 ~ 2018 버전을 외부 프로그램 없이 읽습니다. 일부가 안 보이면 상태줄의 '건너뛴 항목' 을 확인하십시오.

12.1 가공 따라하기 ② 도면 정리

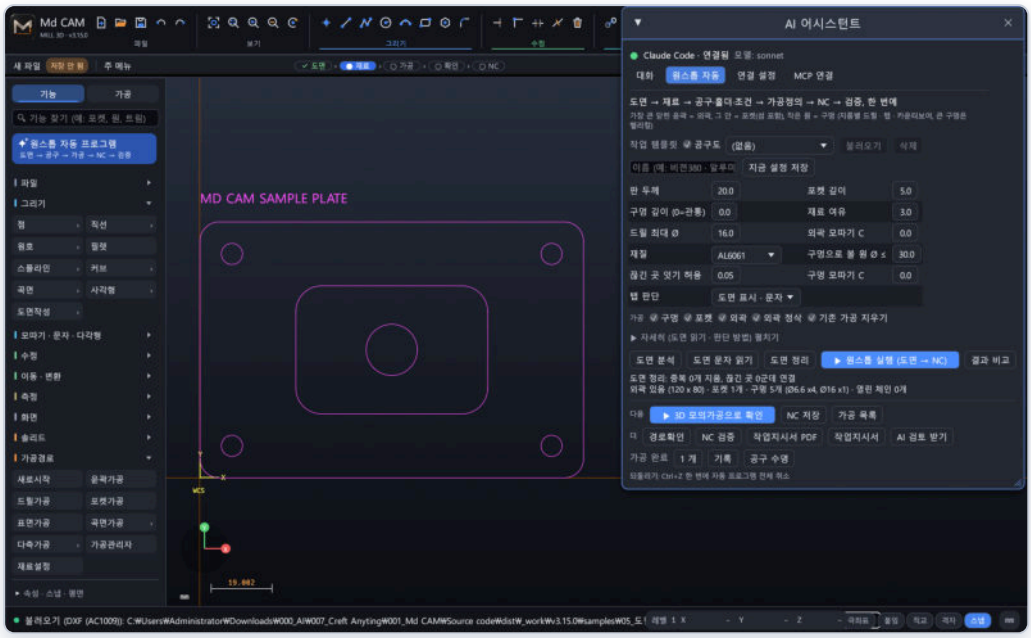


그림 도면 정리 - 겹친 요소 지우기 · 끊긴 곳 잇기, 결과와 도면 분석

다른 CAD 에서 온 도면은 같은 선이 두 번 겹쳐 있거나 끝점이 아주 조금 벌어져 있는 경우가 많습니다. 그대로 두면 체인이 이어지지 않아 윤곽 · 포켓 가공이 만들어지지 않으므로 먼저 정리합니다.

1. 우측 위 [AI 어시스턴트] → [원스톱 자동] 탭 (AI 연결이 없어도 이 탭은 동작합니다).
2. '끊긴 곳 잇기 허용' 에 이을 거리(기본 0.05 mm)를 넣고 [도면 정리].
3. 결과 '중복 n개 지움, 끊긴 곳 n군데 연결' 과 도면 분석 '외곽 있음 (120 x 80) · 포켓 1개 · 구멍 5개' 를 확인합니다.
4. 외곽이 '없음' 이면 허용 거리를 0.1 ~ 0.2 로 늘려 다시 하거나, 수정 › 연결 / 트림으로 직접 고칩니다.

> **참고** 정리는 직선 · 스플라인의 끝점만 옮기고 원호는 모양을 지키기 위해 움직이지 않습니다. 마음에 안 들면 Ctrl + Z.

12.1 가공 따라하기 ③ 재료와 원점

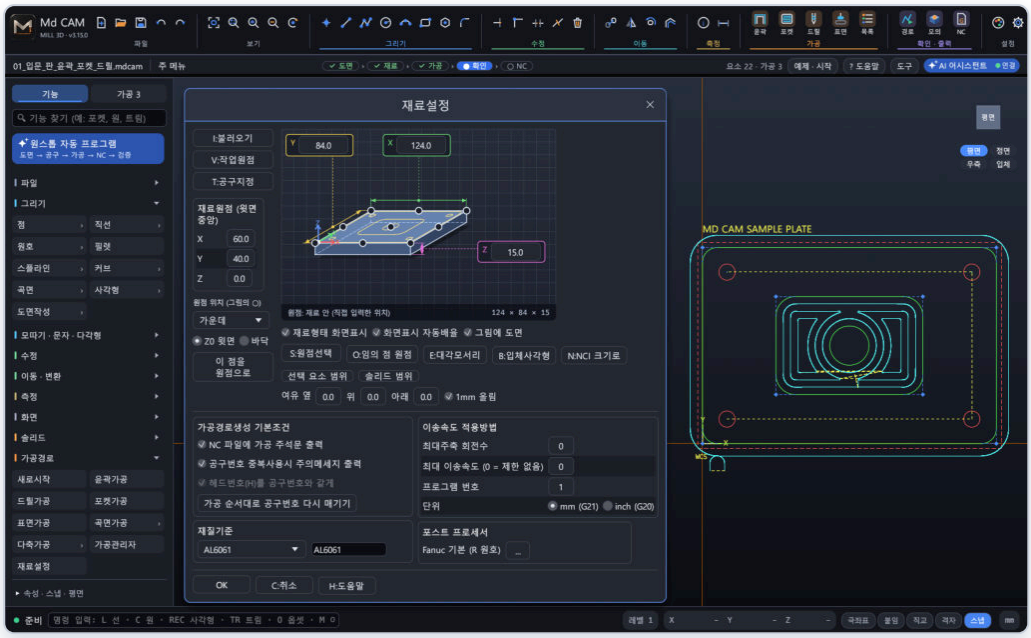


그림 재료설정 - 그림에서 치수 입력과 원점 선택

1. 가공경로 › J:재료설정 (도구막대 [재료설정]).
2. [B:입체사각형] 으로 도면 크기를 읽고, 여유 옆 2 · 위 1 (정삭 여유) 을 넣습니다. 높이 = 판 두께 + 위 여유.
3. 그림의 ○ 중에서 원점을 고릅니다 (보통 왼쪽 아래 위 또는 가운데 위). 작업 원점 = 장비 G54.
4. 재질(AL6061, SM45C, SUS304 ...)을 고르면 공구마다 회전수 · 이송이 다시 계산됩니다. [확인].

12.1 가공 따라하기 ④ 구멍 · 포켓 · 외곽 가공정의



그림 구멍 선택 - 같은 크기 자동, 지름별 표

1. 가공경로 › D:드릴가공 → S:같은크기 → Ø6.6 원 하나를 누르면 같은 지름 4개가 모두 선택 → D:완료. 공구 Ø6.6 드릴, 싸이클 G83 펙, 깊이 = 두께 + 드릴 끝.
2. Ø16 구멍은 드릴이 없으면 원호 › 헬리컬 보링(Ø10 평엔드밀)으로 만듭니다.
3. 가공경로 › P:포켓가공 → 포켓 외곽 체인 → D:완료 → 공구 Ø8 평엔드밀, 깊이 -5, 평행나선, 정삭 0.2.
4. 가공경로 › C:윤곽가공 → 바깥 외곽 체인 → D:완료 → Ø10 평엔드밀, 보정 컴퓨터 오른쪽(바깥), 깊이 -(두께 + 0.3), 깊이 나누기.
5. 가공관리자에서 순서를 스폿 → 드릴 → 포켓 → 외곽 (부품이 떨어지는 외곽은 마지막) 으로 맞춥니다.

12.1 가공 따라하기 ⑤ 확인과 NC

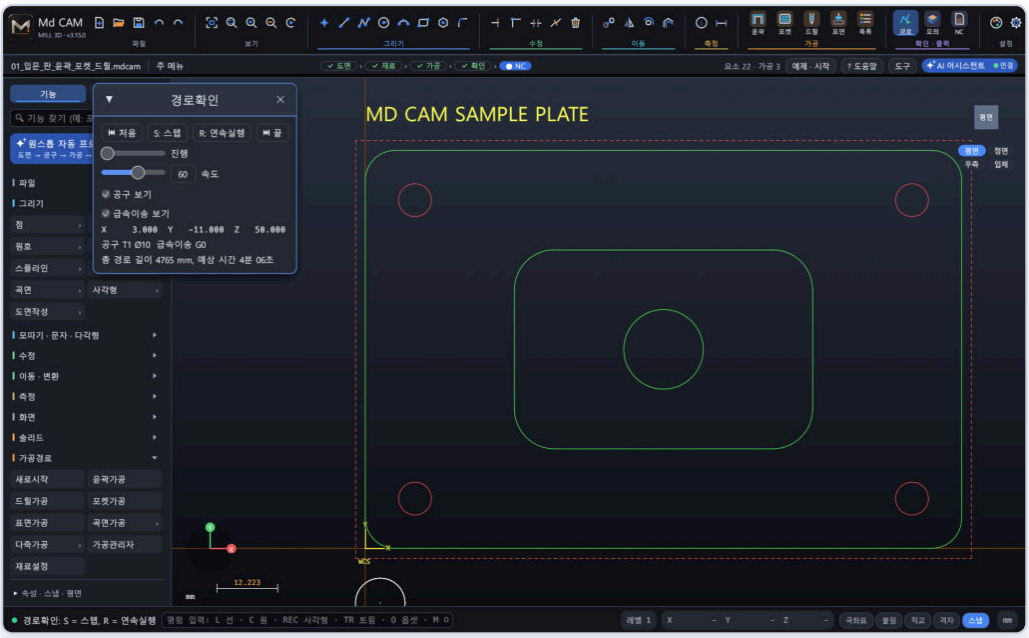


그림 경로확인 - 공구가 움직이는 길

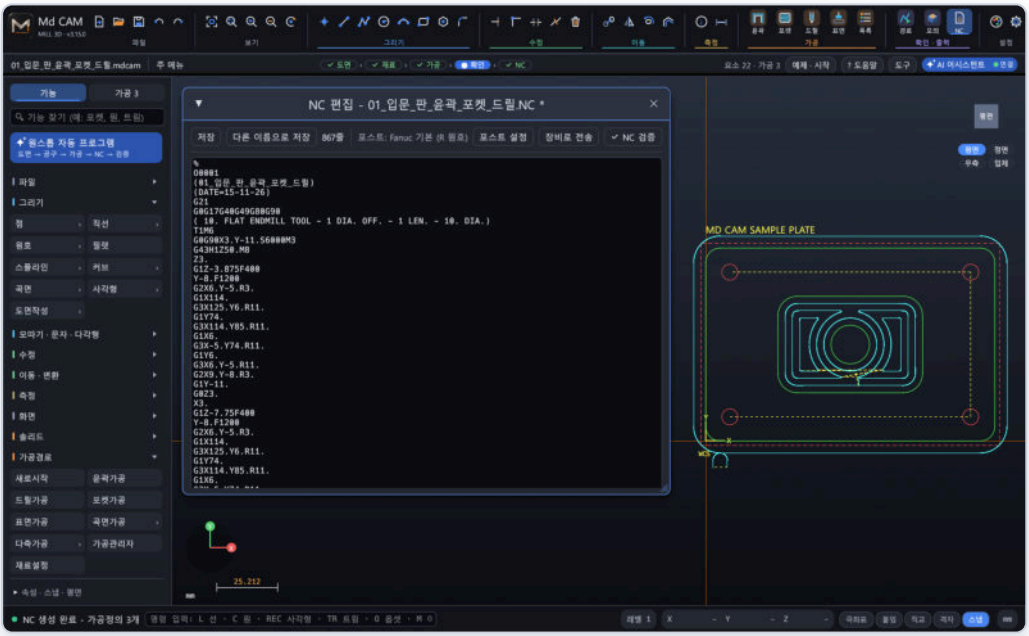


그림 NC 출력 - [✓ NC 검증] 후 저장

1. 가공관리자 › [경로확인] 으로 공구 길을 보고, [3D 모의가공] 으로 충돌 · 홀더 간섭이 없는지 확인 (9.1 · 9.2).
2. 가공유틸 › C:장비포스트 에서 내 장비의 PST 를 고르고 [NC 생성].
3. NC 창의 [✓ NC 검증] 이 '통과' 인지 확인 → [저장] (Mill₩NC). 장비로는 DNC 전송 또는 USB.

12.2 AI 원스톱 따라하기 ① 연결 확인

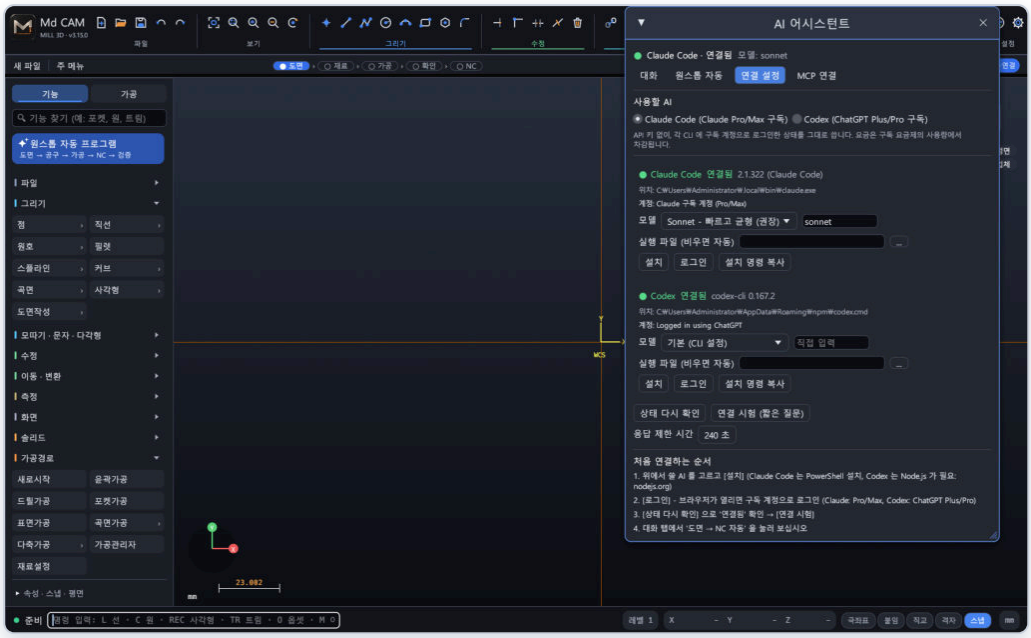


그림 연결 설정 - 초록 점 '연결됨' 이면 준비 끝

1. 처음 한 번만: [AI 어시스턴트] → [연결 설정] → Claude Code 또는 Codex 고르기.
2. '설치 안 됨' 이면 [설치], '로그인 필요' 면 [로그인] (브라우저에서 구독 계정으로 로그인).
3. [상태 다시 확인] → '연결됨', [연결 시험] → 'OK' 가 나오면 됩니다. 모델은 처음엔 권장값 그대로.

> **팁** 연결 상태는 우측 위 단추의 점 색으로 늘 보입니다: 초록 = 연결됨, 주황 = 로그인 필요, 빨강 = 설치 안 됨, 회색 = 확인 중.

12.2 AI 원스톱 따라하기 ② 말로 요청하기

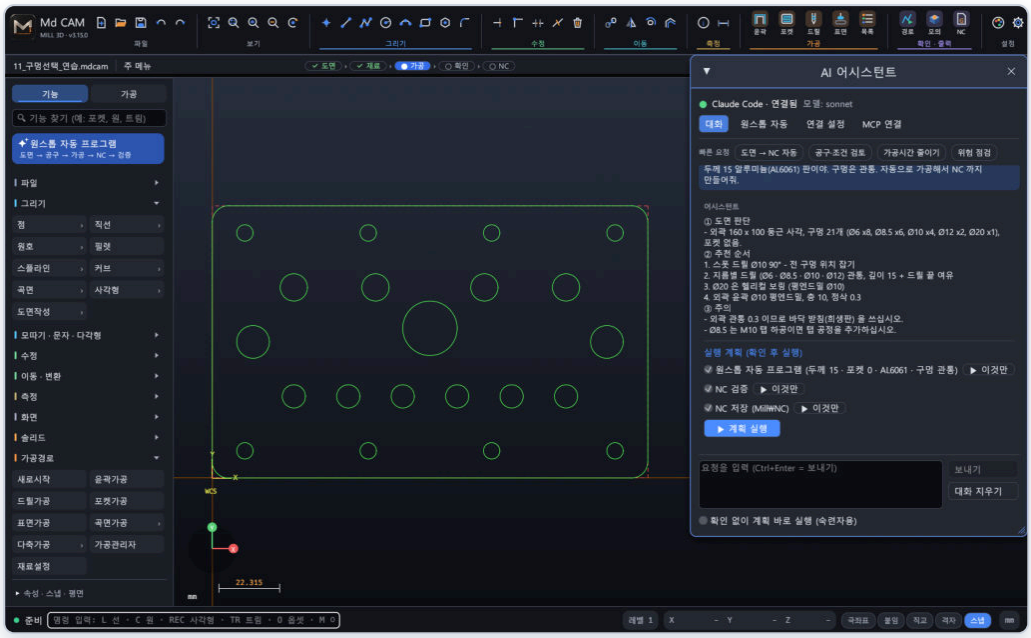


그림 대화 - 도면 판단 · 추천 순서 · 주의, 그리고 실행 계획

1. 도면을 엽니다 (예제 11_구멍선택_연습 또는 내 DXF).
2. [대화] 탭에 '두께 15 알루미늄 판이야. 구멍은 관통. 자동으로 가공해서 NC 까지 만들어줘.' 라고 씁니다 (Enter).
3. AI 가 ① 도면 판단 ② 추천 순서 ③ 주의 를 답하고, 아래에 '실행 계획' (원스톱 자동 · NC 검증 · NC 저장) 체크 목록을 냅니다.
4. 필요 없는 단계는 체크를 끄고 [▶ 계획 실행].

12.2 AI 원스톱 따라하기 ③ 결과 확인과 저장

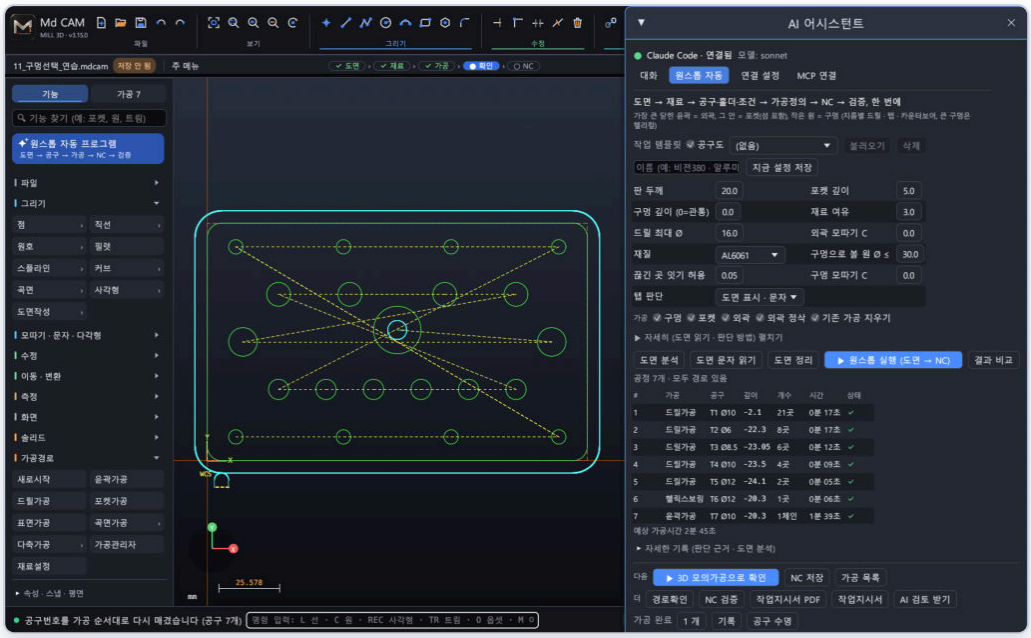


그림 원스톱 결과 - 공정 · 공구 · NC 줄 수 · 검증 · 충돌 · 예상 시간

1. 보고서에서 만든 공정(스폿 · 드릴 · 헬리컬 · 포켓 · 외곽)과 공구, NC 검증 '통과', 충돌 0, 예상 가공시간을 확인합니다.
2. [3D 모의가공] 으로 눈으로 확인 → [NC 저장]. '주의' 줄(받침판, 탭 하공 등)은 반드시 읽으십시오.
3. 고치고 싶으면 대화로 '외곽 정삭 빼줘', '재질 SM45C 로' 처럼 다시 요청하거나 가공관리자에서 직접 바꿉니다.
4. 처음으로 돌리려면 Ctrl + Z 한 번 (자동 프로그램 전체가 한 번에 취소).

12.3 형상설계 따라하기 ① 외곽 사각형



그림 120 x 80 사각형을 그린 뒤 원(C) 명령 - 상태줄에 '원의 중심점 위치를 입력하시오'

명령줄(AutoCAD 식)과 좌표 입력으로 120 x 80 판, 모서리 R10, 구멍 Ø10 4개, 가운데 60 x 30 포켓(R5)을 그립니다. 명령은 화면 아래 명령 칸에 치고 Enter, 좌표는 'X,Y' 로 넣습니다.

No	입력	설명
1	NEW	새 파일 (저장 안 한 도면이 있으면 물어봄)
2	REC	사각형 (두 모서리)
3	0,0	왼쪽 모서리
4	120,80	오른쪽 모서리 → 120 x 80 사각형 완성
5	Z	화면 맞춤

12.3 형상설계 따라하기 ② 구멍 · 필렛 · 포켓

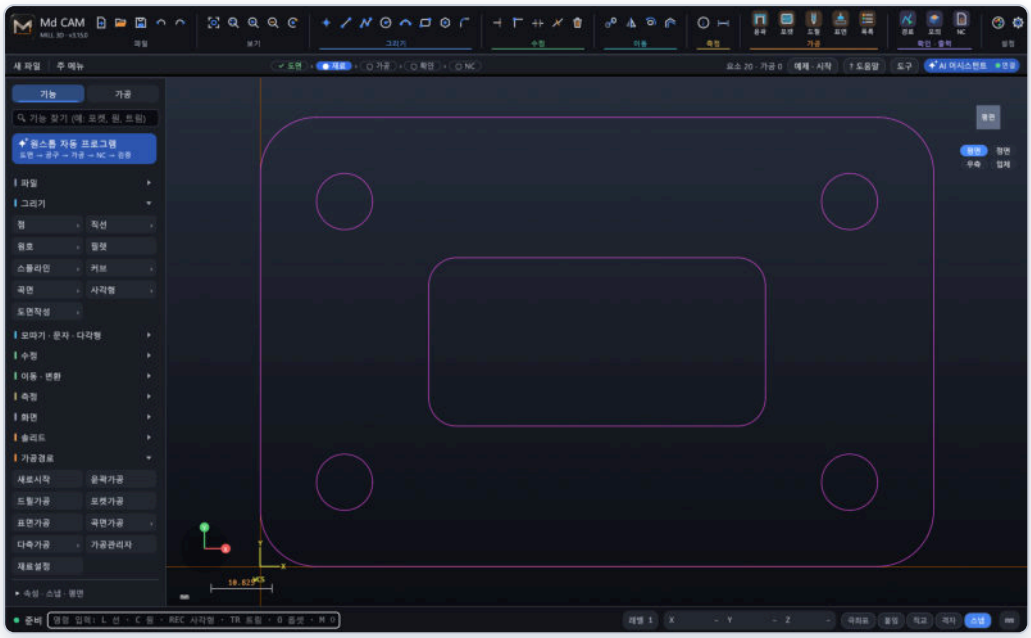


그림 완성된 도형 - 모서리 R10, 구멍 Ø10 x 4, 포켓 60 x 30 R5

No	입력	설명
6	C → 15,15 → 5	원 (중심 15,15, 반지름 5) = Ø10 구멍
7	C → 105,15 → 5 / 105,65 → 5 / 15,65 → 5	같은 방법으로 나머지 3개 (Enter 로 직전 명령 반복)
8	F (반지름 10)	필렛: 메뉴의 반지름을 10 으로 하고 모서리마다 두 선을 차례로 클릭 (4번)
9	REC → 30,25 → 90,55	가운데 포켓 60 x 30
10	F (반지름 5)	포켓 네 모서리 필렛
11	Ctrl + S	저장 (Mill₩MD₩연습판.mdcam)

팁 그린 뒤에는 12.1 의 ③ 재료 → ④ 가공정의 → ⑤ NC, 또는 [원스톱 자동 프로그램] 에 두께만 넣으면 됩니다.

12.4 예제 판 가공 따라하기

1. 시작 화면에서 '입문: 판 가공' 의 [열기] (또는 05_도면_DXF_예제.dxf 를 불러와 처음부터).
2. 가공경로 › J:재료설정: [B:입체사각형], 여유 옆 2 · 위 1, 그림의 가운데 ○ 로 원점, OK.
3. 가공경로 › C:윤곽가공: 바깥 윤곽 체인 클릭 → D:완료 → 공구 Ø10 평엔드밀 → 보정 왼쪽, 깊이 -10, 깊이 나누기 → 확인.
4. 가공경로 › P:포켓가공: 포켓 외곽과 가운데 원(섬) 체인 → D:완료 → 공구 Ø8 → 깊이 -6, 평행나선 → 확인.
5. 가공경로 › D:드릴가공: S:같은크기 로 Ø10 원 하나 클릭 (네 구멍 모두) → '지름별로 공정 나누기' → 완료 (D).
6. 가공관리자 › 경로확인, 모의가공으로 충돌이 없는지 확인.
7. 가공유틸 › C:장비포스트 에서 장비 PST 선택 → NC 생성 → [✓ NC 검증] → 저장.

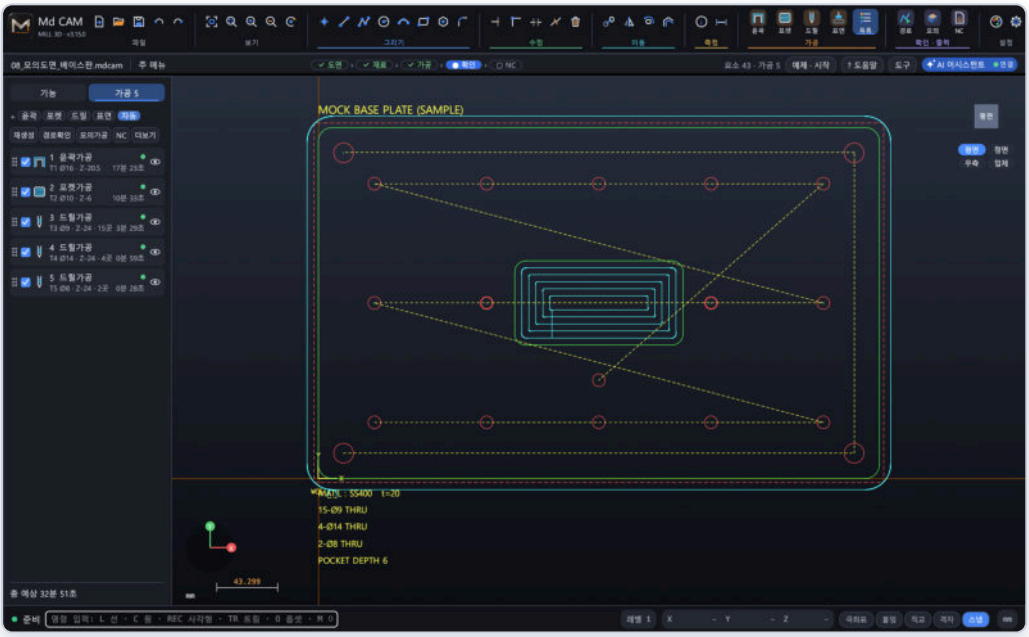


그림 모의 도면 예제 (08) - 400 x 250 베이스 판 5공정

> **팁** 빠른 길: 도면을 연 뒤 [원스톱 자동 프로그램] 에 두께만 넣으면 3 ~ 7 단계가 한 번에 됩니다 (10.1). 잘못하면 Ctrl + Z.

CHAPTER

13

부록

자주 묻는 질문, 문제 해결, 오픈소스.

13.1 자주 묻는 질문 · 문제 해결

13.1 자주 묻는 질문 · 문제 해결

증상	해결
DWG 가 일부만 보임	상태줄의 '건너뛴 항목' 수를 확인. 불러오기 창에서 레이어·종류가 꺼져 있지 않은지 확인
DXF 크기가 25.4 배 차이	불러오기 창의 단위를 inch → mm 로
체인이 이어지지 않음	끝점이 떨어져 있음 - 수정 › 연결, 또는 트림으로 정리 (체인 허용 0.001 mm)
포켓 경로가 안 생김	공구가 너무 큼 / 체인이 열려 있음 - 가공관리자의 오류 문구 확인
모의가공에서 충돌	목록을 눌러 위치 확인. 안전·이송 높이, 진입 방식, 공구 날 길이·홀더 돌출 확인
NC 검증 실패	오류 줄을 확인 (G43 없음, F 없음, 재료 속 급속 등). 포스트 설정 확인
글자가 작거나 큼	설정 › 화면·테마 › 화면 크기
설정을 처음으로	설정 › 모두 기본값으로 (또는 mdcam_settings.json 지우기)
프로그램이 갑자기 꺼짐	다시 켜면 '작업 복구' 창 - 90초마다 자동 저장한 작업(Mill₩MD₩_자동저장.mdcam)을 [복구]
창을 닫으면 저장 안 됨?	저장하지 않은 변경이 있으면 '저장 후 종료 · 저장 안 하고 종료 · 취소' 를 묻습니다
AI 가 '설치 안 됨' / '로그인 필요'	AI 어시스턴트 › 연결 설정 › [설치] / [로그인] → [상태 다시 확인]
AI 응답이 늦거나 멈춤	연결 설정의 응답 제한 시간 늘리기, 모델을 Sonnet / mini 로, [취소] 후 다시
원스톱 '닫힌 윤곽이 없습니다'	[도면 정리] 의 끊긴 곳 잇기 허용을 0.1 ~ 0.2 로 늘려 다시, 또는 수정 › 연결
원스톱 구멍이 헬리컬로 나옴	그 지름의 드릴이 라이브러리에 없거나 드릴 최대 Ø 보다 큼 - 공구 추가 또는 드릴 최대 Ø 늘리기
Mastercam 공구를 쓰고 싶음	설정 › 파일·장비 › 공구 라이브러리에서 .tooldb 선택 (없으면 내장 표준 공구 사용)

오픈소스

라이브러리	용도	라이선스
acadrust	DWG 읽기 (고치지 않고 사용, 소스: crates.io/crates/acadrust)	MPL-2.0
egui / eframe	화면	MIT / Apache-2.0
rusqlite (SQLite)	Mastercam 공구 라이브러리 읽기	MIT (SQLite: Public Domain)
rfd, serde, miniz_oxide, png	파일 창, 저장, 압축, 아이콘	MIT / Apache-2.0