

CNC 자동선반 복합기 완전 세팅 가이드

어벤티어 가공용 (쓰가미 B0-125 / 한화 XD-10)

1. 공구 세팅 (Tool Setup)

권장 공구 리스트

터닝 공구 (Turning Tools)

T01 - 황삭용 터닝 툴

- 홀더: PCLNR 2525M-12
- 인서트: CNMG 120408-PM 4325 (샌드빅)
- 용도: 외경 황삭, DOC 1.5mm까지
- 절삭속도: 150-200 m/min

T02 - 정삭용 터닝 툴

- 홀더: PCLNR 2020K-09
- 인서트: CNMG 090304-PF 4315 (샌드빅)
- 용도: 외경 정삭, 표면조도 Ra 0.8
- 절삭속도: 200-250 m/min

T03 - 내경 보링 바

- 홀더: S16Q-SCLCR09
- 인서트: CCMT 09T304-PF
- 용도: 내부 6각홈 가공
- 최소 구멍 직경: 10mm

T04 - 홈 파기 툴

- 홀더: QGDR 2020K-3
- 인서트: QCG 315 2020-3P
- 용도: 언더컷, 홈 가공
- 홈 폭: 3mm

라이브 툴 (Live Tools)

T11 - 드릴 센터링

- 공구: 센터 드릴 #2 ($\phi 2.0$)
- HSS-CO 재질
- 용도: 드릴링 전 센터링

T12 - 드릴링

- 공구: HSS-CO 드릴 $\phi 2.0\text{mm}$
- 브랜드: OSG 또는 야마와
- 용도: 나사 하공 (M2.5용)

T13 - 엔드밀 1.0mm

- 공구: 솔리드 카바이드 엔드밀 $\phi 1.0$
- 코팅: TiAlN
- 용도: 정밀 홈 가공, 키웨이

T14 - 엔드밀 0.5mm

- 공구: 솔리드 카바이드 엔드밀 $\phi 0.5$
- 코팅: DLC
- 용도: 마이크로 피처 가공

T15 - 나사 가공용 탭

- 공구: M2.5 x 0.45 탭
- HSS-E 재질 + TiN 코팅
- 용도: 나사 가공 (필요시)

2. 공구 장착 및 세팅

터닝 툴 세팅 (메인 스프인들)

공구 장착 순서

1 공구 홀더를 터렛에 장착

- 체결 토크: 150 N·m
- 홀더 청결 상태 확인
- 쿨런트 홀 연결

2 인서트 장착

- 인서트 면 청결 확인
- 체결 토크: 25 N·m (인서트용)
- 파손 여부 육안 검사

3 공구 위치 설정

- X축 터치 세팅
- Z축 터치 세팅
- 공구 마모 보정값 입력

공구 마모 보정 테이블

쓰가미 B0-125:

G10 L10 P01 X0.000 Z0.000 (T01 초기값)

G10 L11 P01 X0.000 Z0.000 (T01 마모보정)

한화 XD-10:

G10 L1 P1 X0.000 Z0.000 (T01 형상보정)

G10 L2 P1 X0.000 Z0.000 (T01 마모보정)

라이브 툴 세팅 (라이브 툴링)

공구 장착 (HSK-A63 척 사용)

1 HSK 척에 공구 장착

- 런아웃 0.005mm 이하 확인
- ER 콜릿 청결 상태 점검
- 돌출 길이 최소화 (강성 확보)

2 공구 길이 측정

- 터치 프로브로 자동 측정
- 또는 게이지 블록으로 수동 측정
- Z축 보정값 입력

3 라이브 툴 방향 확인

- C축 0도 위치에서 공구 방향 점검
- 키웨이 방향성 고려


3. 워크 홀딩 및 좌표계 설정

워크피스 고정

척 세팅

- 메인 척: 3-jaw 자동 척
- 척 조우: 연강재 (부드러운 재질)
 - 파지력: 700-1000 kgf
 - 워크피스 돌출: 25mm (L/D비 5:1 이하)
- 서브 척: 2-jaw 척 (필요시)
- 완제품 파지용
 - 변형 방지를 위한 저압 고정

척 조우 가공 (소프트 조우)

-  중요: 척 조우는 반드시 가공할 워크와 같은 직경으로 가공
- G50 S2000 (최대 RPM 제한)
- G96 S120 M3 (정속도 제어)
- G0 X[척조우직경+2] Z1.0
- G1 X[워크직경] F0.1 (조우 내경 가공)
- G0 X50 Z10 (안전 위치)

좌표계 설정

G54 워크 좌표계 (표준)

- 쓰가미 B0-125:
- G54 X0 Z0 (워크피스 앞면, 중심축 기준)
- 한화 XD-10:
- G10 L2 P1 X0 Z0 (G54 좌표계 설정)
- 기준점:
- Z0: 워크피스 앞면 (완제품 기준면)
 - X0: 워크피스 중심축

추가 좌표계 (필요시)

- G55: 가공 중간 기준점
- G56: 검사용 기준점
- G57: 서브 작업 기준점

4. 가공 조건 설정

⚙️ 스피들 및 이송 조건

티타늄 가공시 권장 조건

항삭 (T01):

- 회전수: 1200-1500 RPM
- 절삭속도: 120-150 m/min
- 이송: 0.15 mm/rev
- 절삭깊이: 1.0mm

정삭 (T02):

- 회전수: 2000-2500 RPM
- 절삭속도: 180-220 m/min
- 이송: 0.08 mm/rev
- 절삭깊이: 0.2mm

라이브 톨 밀링:

- 스피들: 6000-8000 RPM (1mm 엔드밀)
- 이송속도: 200-400 mm/min
- 축방향 깊이: 0.1mm
- 반경방향 깊이: 0.3mm

💧 쿨런트 시스템

쿨런트 설정

내부 쿨런트 (Through Coolant):

- 압력: 30-50 bar
- 농도: 8-10% (수용성)
- 온도: 18-22°C

외부 쿨런트:

- 노즐 위치 조정 (절삭점 직접 분사)
- 칩 배출 방향 고려
- 미스트 쿨런트 추가 (라이브툴용)

5. 기계별 특수 설정

🔧 쓰가미 B0-125 전용 설정

매개변수 확인

Parameter #1001: 메모리 타입 (1)
Parameter #3401: C축 최고속도 (1000)
Parameter #3402: C축 가속시간 (300)
Parameter #5001: 라이브틀 최고속도 (8000)

매크로 변수:

#100 = 워크피스 직경
#101 = 가공 길이
#102 = 가공 여유량

G코드 헤더 템플릿

O0001 (ABUTMENT MACHINING)
N10 G40 G80 G97 (취소 명령)
N20 G54 (워크 좌표)
N30 M8 (쿨런트 ON)
N40 G50 S3000 (최고속도 제한)
N50 T0101 (공구 호출)

⚡ 한화 XD-10 전용 설정

매개변수 확인

Parameter #1020: C축 사용 (1)
Parameter #1240: 라이브틀 사용 (1)
Parameter #2010: 급속이송속도
Parameter #2020: 절삭이송속도

사용자 매크로:

O9001 (공구 교환 매크로)
O9002 (측정 매크로)
O9003 (척 압력 제어)

G코드 헤더 템플릿

%
O0001 (ABUTMENT PROGRAM)
N10 G21 G40 G49 G80 G97 (초기화)
N20 G54 (좌표계)
N30 M7 (미스트 쿨런트)
N40 T01 (공구 선택)
N50 G96 S150 M3 (정속도 제어)

6. 안전 및 점검사항

⚠️ 가공 전 필수 점검

기계 점검

- ✓ 척 파지력 확인 (토크 렌치로 측정)
- ✓ 공구 돌출량 최소화
- ✓ 간섭 시뮬레이션 실행
- ✓ 비상정지 버튼 작동 확인
- ✓ 쿨런트 레벨 및 농도 확인
- ✓ 에어 압력 확인 (6-8 bar)
- ✓ 유압 압력 확인 (정격 압력)

프로그램 점검

- ✓ 드라이런 실행 (Z축 +10mm에서)
- ✓ 공구 경로 시각적 확인
- ✓ 이송속도 50% 감속으로 첫 가공
- ✓ 각 공구별 터치 확인
- ✓ 좌표계 정확성 검증

🛡️ 긴급 상황 대처

공구 파손시

1. 즉시 비상정지 (Emergency Stop)
2. 스핀들 정지 확인
3. 워크피스 상태 점검
4. 파손된 공구 제거
5. 새 공구로 교체 후 터치 세팅
6. 해당 지점부터 프로그램 재시작

워크피스 이탈시

1. 비상정지 후 안전 확인
2. 척 내부 파편 제거
3. 척 조우 손상 여부 점검
4. 필요시 척 조우 재가공
5. 새 워크피스로 교체 후 재시작

7. 품질 관리

측정 장비 준비

필수 측정 도구

- 마이크로미터: 0-25mm (0.001mm 눈금)
- 캘리퍼스: 150mm (디지털, 0.01mm)
- 하이트 게이지: 측정 범위 200mm
- 실린더 게이지: 내경 측정용
- 표면조도측정기: Ra 0.05-10 μ m
- CMM 또는 화상측정기 (정밀 측정용)

검사 기준

- 치수 공차: ± 0.01 mm
- 표면조도: Ra 0.8 μ m 이하
- 진원도: 0.005mm 이하
- 동심도: 0.01mm 이하
- 나사 정밀도: 6H (중간 정밀도)

8. 생산성 최적화 팁

효율성 개선

사이클 타임 단축

- 공구 교환 시간 최소화 (터렛 배치 최적화)
- 불필요한 이송 동작 제거
- 드웰 타임 최소화
- 라이브 톨과 터닝 톨 동시 사용
- 적응제어 활용 (일정 절삭력 유지)

공구 수명 연장

- 적정 절삭조건 준수
- 쿨런트 적절한 분사 각도
- 공구 예비 마모 관리
- 정기적인 공구 점검
- 가공 소재별 전용 공구 사용

이상으로 CNC 자동선반 복합기에서의 완전한 세팅 가이드입니다.

각 항목을 체크리스트로 활용하시면 안전하고 효율적인 어벳먼트 가공이 가능합니다!