

# CNC 자동선반 복합기 완전 세팅 가이드

## 어벗먼트 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 ( $\phi 2.0$ )
- 재질: HSS-CO
- 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: TiAIN
- 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
- 재질: HSS-E + TiN 코팅
- 용도: 나사 가공 (필요시)

## 2. 공구 장착 및 세팅

### 🔧 터닝 툴 세팅 (메인 스판들)

#### 공구 장착 순서

### 1 공구 헀더를 터렛에 장착

- 체결 토크: 150 N·m
- 헀더 청결 상태 확인
- 쿨런트 헀 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 훌딩 및 좌표계 설정

#### C 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)

#### D 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

### ▣ 스피드 및 이송 조건

#### 티타늄 가공시 권장 조건

##### 황삭 (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 툴 밀링:

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

## 水管 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: 라이브툴 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: 라이브툴 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 시작적 확인
- 이송속도 50% 감속으로 첫 가공
- 각 공구별 터치 확인
- 좌표계 정확성 검증

### 🛡 긴급 상황 대처

#### 공구 파손시

- 즉시 비상정지 (Emergency Stop)
- 스핀들 정지 확인
- 워크피스 상태 점검
- 파손된 공구 제거
- 새 공구로 교체 후 터치 세팅
- 해당 지점부터 프로그램 재시작

#### 워크피스 이탈시

- 비상정지 후 안전 확인
- 척 내부 파편 제거
- 척 조우 손상 여부 점검
- 필요시 척 조우 재가공
- 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 $\mu\text{m}$
- CMM 또는 화상측정기 (정밀 측정용)

#### 검사 기준

치수 공차:  $\pm 0.01\text{mm}$

표면조도: Ra  $0.8\mu\text{m}$  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 툴과 터닝 툴 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 어벗먼트 가공이 가능합니다!