

# 제 33회 국제기능경기대회 밀링/CNC분야 과제 해설

## 양한석(성동기공)

이번 대회는 예년에 시행되었던 밀링작업과 금년 처음 시행된 머시닝 센터 작업이 각각 50%씩 출제되어 경기 진행을 하여야 하는 관계로 복잡하게 진행되었다. 출전 선수는 18명이었고 준비된 기계는 밀링머신이 11대, 머시닝 센터는 6대가 설치되어 있었다.

과제 제한시간은 전체 22시간에 밀링가공시간이 13시간, 머시닝센터 작업시간은 9시간으로 결정되었다. 결국 진행을 위하여 4개 조별 편성을 해야 했고 진인호군은 B조에 편성됐다. 첫날 밀링작업 8시간, 둘째날 머시닝센터 작업9시간, 셋째날 다시 밀링작업 5시간 해서 완성해야 하는 것으로 배정받아 작업을 했다.

선수들은 경기에 들어가기 이틀전, 기계 추첨을 받고 기계 성능 검사, 기계조작 연습을 했고 머시닝 센터는 1시간 30분씩 교대로 연습할 수 있는 시간이 주어졌다. 진인호군은 한 달 전부터 메뉴얼을 번역하여 공부했고, 프로그램 조작기를 구입해 충분히 프로그램 작성 연습을 하였기에 큰 무리없이 조작확인을 할 수 있었다. 또 보름전에 현지 조작 교육을 받았으므로 잘 처리 할 수 있었던 것으로 생각이 된다.

경기 전날은 개회식 예행연습 및 개회식을 참석하는 바쁜 시간을 보냈다. 경기가 진행된 첫날 오전 9시에 모여 진행상 유의점을 설명듣고 도면을 받아 검토를 한 후 추첨된 순서에 의해 작업준비를 한 후 작업에 몰입하였다.

다음은 제 33회 국제기능경기대회에 출제된 도면과 채점표 및 작업공정을 설명한 것이다.

### 1. List of Materials

No.	Designation	parts	Material	Dimension	Remarks
1	Base	1	SM45C	43×73×133	
2	Slider	1	"	18×53×98	
3	Left jaw	1	"	31×38×63	
4	Right jaw	1	"	31×38×63	
5	Cover	1	"	13×38×73	
6	Lever	1	"	43×45×143	
7	Auxiliary pin	2	"	φ14×25	Supplied

### 2. List of Tools

No	Tool	Specification	Unit	Q'ty	Remarks
1	Face cutter	φ100	ea	1	
2	End mill	φ6~φ25	"	1	each size
3	T-slot cutter	φ25×t8	"	1	
4	Angle cutter	φ20×t12	"	1	
5	Reamer	φ8, φ20	"	1	each size
6	Parallel		set	1	
7	Measuringpin	φ6m6	"	1	
8	Outside Micrometer	0~25 25~50 50~75 75~100	ea	1	
9	Inside Micrometer	5~25 25~50	"	1	

10	Depth Micrometer	0~25 25~50	"	1
11	Vernier calipers	0~150	"	1
12	gage Block	pcs 103	set	1
13	Dial test indicator	10(0.01)	ea	1
14	Sine Bar	100	"	1
15	Surface plate	450×300×100	"	1

### 3. Marking Criteria

No	Item	Points
1	Primary dimensions	49
2	Secondary dimensions	11
3	Assembling and fitting function	18
4	Finishing Function	22
	<b>Total</b>	<b>100</b>

#### (1) Primary dimensions(49개소×1=49점)

· part 1

10<sup>+0.03</sup><sub>-0.01</sub>, 70<sup>0</sup><sub>-0.04</sub>, 8<sup>-0.01</sup><sub>-0.03</sub>, 12<sup>-0.01</sup><sub>-0.03</sub>, 5<sup>-0.01</sup><sub>-0.03</sub>, 10<sup>+0.03</sup><sub>+0.01</sub>

φ30M7, 50<sup>+0.03</sup> ±0.03 B 110.02 A

· part 2

45±0.02, 14<sup>+0.02</sup>, 10<sup>+0.04</sup><sub>-0.02</sub>, 35±0.05, 40f7, 15<sup>-0.01</sup><sub>-0.03</sub>

6<sup>+0.05</sup>, 10f7, ±0.03 A

· part3

10<sup>-0.03</sup><sub>-0.01</sub>, 8<sup>+0.05</sup><sub>-0.02</sub>, 25<sup>+0.04</sup><sub>-0.03</sub>, 13<sup>-0.01</sup><sub>-0.03</sub>, 12.85<sup>+0.02</sup>, 28.19<sup>-0.01</sup><sub>-0.03</sub>

35<sup>+0.02</sup><sub>-0.01</sub>, 60<sup>0</sup><sub>-0.04</sub>, 8<sup>+0.03</sup>

· part4

10<sup>-0.03</sup><sub>-0.01</sub>, 8<sup>+0.05</sup><sub>-0.02</sub>, 25<sup>+0.04</sup><sub>-0.01</sub>, 13<sup>-0.01</sup><sub>-0.03</sub>, 28.19<sup>+0.02</sup><sub>-0.03</sub>, 12.85<sup>+0.02</sup>

35<sup>+0.02</sup><sub>-0.01</sub>, 8<sup>+0.03</sup>, 60<sup>0</sup><sub>-0.04</sub>

· part5

35<sup>0</sup><sub>-0.04</sub>, 20H7, 10<sup>+0.01</sup><sub>-0.03</sub>

· part6

7<sup>-0.01</sup><sub>-0.04</sub>, 14<sup>+0.02</sup><sub>-0.04</sub>, 10f7, 30f7, 40f7, 20<sup>-0.025</sup><sub>-0.06</sub>, 10<sup>0</sup><sub>-0.02</sub>

#### (2) secondary dimensions(11개소×1=11점)

· part1

130±0.05, 70±0.05, 40±0.05

· part2

49.8±0.05, 95±0.05

· part3

28±0.05, 4±0.05

· part4

28±0.05, 4±0.05

· part5

70±0.05

· part6

140±0.05

(3) Assembling and fitting function(3개소×6점=18점)

· sliding distance 5.35±0.01, 10±0.05, 20<sup>-0.02</sup>-0.06

(4) Finishing function

· Part No	*	1	2	3	4	5	6
· Nopressed mark by chip		1	1	1	1	1	1
· No collided mark		1	1	1	1	1	1
· Good chamfering		1	1	1	1	1	1
· Good revolution mark		1	1	0.5	0.5	0.5	0.5

작업 공정

· 먼저 기계를 배정받으면 선수는 기계설치 상태 및 정도 검사를 직접하게 된다.

1) 기계를 점검할 때는 다음 순서에 따른다.

- 주축의 수직도 검사
- 주축의 흔들림 및 동심도 검사
- 테이블 및 바이스의 평행도와 진직도, 흔들림 등의 검사

· 그 외의 이상 유무 확인

2) 바이스는 핸들이 정면으로 오도록 설치함

3) 재료의 치수가 모자라지는 않는지 확인하고 직육면체로서의 직각도를 확인 후 이상이 있으면 재료 교환을 요구한다.

4) 도면을 분석하되 다음 사항에 특히 주안점을 둔다.

- 요구 사항을 확인한다.
- 조립도를 검사한다.
- 필요 부분에 대한 가공치수를 계산한다.
- 공작물의 고정부위와 방법 그리고 측정방법을 구상한다.

5) 재료 가공을 한다.

· 정삭 여유는 0.3~0.4mm를 남겨 놓는다.

예) 부품1은 13.03×70.3×40.3로 가공

6) 각 부품마다 금긋기를 함

- 하이트 게이지의 0점 조정을 확인함
- 금긋기를 한후 비니어 캘리퍼스로 확인함
- 도면과 대조하면서 매직으로 그린다.

7) 각 부품 마다 엔드밀로 가공할 부분을 황삭을 함

- 정삭 여유는 각 면당 0.2~0.3mm를 남겨 놓는다.
- 부품 마다 T홈 및 60° 앵글 황삭을 함

8) 부품 5번의 φ20 드릴링 작업을 함

- φ20드릴링 작업시 금긋기가 맞는지의 여부를 확인함

· 드릴링 작업을 하고서 φ20M7 리이어 및 보오링 가공을 함

· 바이스에 물려 있는 상태에서 윗면을 가공함

9) 부품2번의 φ8M7과 타원홈의 가공을 한 공정에서 한번에 끝냄

· φ8 드릴링 작업을 한후 거리이동을 하여서 타원형을 황삭함

· φ8M7을 다듬 한후 거리이동을 하여서 타원형 가공의 위치를 보오링으로 맞추어서 끝냄

· 엔드밀로 타원형 측면을 가공함

· 바이스에 물려 있는 상태에서 윗면을 가공함

10) 부품 3,4번의 타원형 가공을 함

· φ6드릴로 황삭을 함

· 엔드밀로 타원형 황삭을 한후에 보오링으로 위치를 맞춤

· 사인바 및 구멍의 평행도를 맞추어서 15° 를 맞춤

· 엔드밀로 측면을 가공하여 완성

· 바이스에 물려 있는 상태에서 윗면을 가공함

11) 각 부품의 외곽 정삭 가공

· 구멍이 있는 부품은 구멍을 중심으로 외곽을 가공함

· 평행도와 직각도를 확인하여서 치수를 맞춤

· 표면 거칠기를 확인

12) 부품2의 엔드밀 가공을 함

· 바이스에 49.8부분을 물림. 제품의 윗면과 측면의 평행도를 검사

· 엔드밀 가공시 공차 치수를 맞추기 위하여 테이블에 다이얼 게이지를 부착함

· 모따기는 일정하게 함

· 기계 모따기와 수동 모따기는 필요에 따라 선택함

13) 부품3,4 60° 앵글 부위 가공 및 엔드밀 가공

· 35mm를 바이스에 고정하여서 바이스를 90° 회전하여 평행도를 확인한 후 60° 앵글을 가공

· 바닥을 가공시 깊이는 +0.03으로 가공

· 측면가공시 측정은 지급된 편을 사용

· 엔드밀 가공도 35mm부분을 물려서 가공

· 바닥을 가공하면서 13mm부분의 공차를 맞춤

14) 부품 1 엔드밀, T앵글 가공

· 70mm를 바이스에 물려서 T가공을 먼저 함

· T가공시 5° 의 공차를 +0.02로 가공을 함

· 엔드밀로 40H7 가공시 40+0.02로 가공을 함

· 바이스를 90° 회전을 하여서 평행도를 확인

· 엔드밀로 70공차를 -0.01로 가공을 하고 60° 앵글의 C가공을 함

· 바닥을 가공하면서 12부분의 치수를 가공한후 측면을 가공함

60° 앵글의 16.42를 +0.02로 가공함

· 제품의 조립여부를 검사함

15) 각 부품을 하나 하나 검사하여 완성한다.

· 미완성 부분과 모따기가 빠진 곳이 있는지 검사한다.

· 각 부품의 공차 치수와 일반 치수를 다시 측정해 본다.

16) 각 부품을 조립도와 함께 기능도를 검사한다.

· 제품에 칩등이 없도록 깨끗이 닦아 내고 거스러미 제거가 빠진 곳은 없는지 확인한다.

· 세척제로 씻어낸다.

17) 조립한다.

· 제품의 각 부분을 깨끗이 닦아낸다.

· 전체 부품을 조립한다.

· 방청유를 가볍게 분사시켜 준다.

CNC작업공정

· 먼저 기계를 배정 받으면 선수는 기계 설치 상태 및 정도를 검사를 직접하게 된다.

1) 기계를 점검할 때는 다음 순서에 따른다.

- 주축의 수직도 검사
- 주축의 흔들림 및 동심도 검사
- 기계 백래쉬를 검사

- 그 외의 이상 유무 확인
- 2) 바이스는 핸들이 정면으로 오도록 설치
- 3) 재료의 치수가 모자라지는 않는지를 확인하고 직육면체로서의 직각도를 검사 이상이 있으면 물론 교환을 요구함
- 4) 도면을 하나 하나 분석하되 다음 사항에 특히 주안점을 둔다.
  - 조립도를 검사한다.
  - 필요 부분에 대한 가공치수 계산
  - 공작물의 고정, 가공 방법등을 구상
  - 요구사항을 확인
- 5) 재료 가공
  - 외곽은 도면의 정밀 치수로 맞춤
  - 각 부품 마다 금긋기를 함
- 6) P/G 작성시 다음 사항에 특히 주안점을 둔다.
  - 공구의 사용 리스트를 작성
  - 공구 리스트를 기준으로 P/G작성
  - P/G입력을 한 후에는 P/G검사
- 7) 공구를 장착함
  - 공구 리스트를 보고서 필요한 공구및 TOOL을 준비
  - 공구를 TOOL에 장착
  - TOOL을 기계에 장착하면서 길이 보정을 함
  - 공구 리스트에 공구경 보정, 길이 보정을 작성
- 8) 가공전의 검사
  - 공구의 경보정, 길이보정 확인
  - 좌표가 설정이 맞는지 여부 확인
  - 제품에서 50mm를 띄워서 공구 이동을 확인
- 9) 부품6 P/G작성및 가공
  - $\phi 20$  라핑 엔드밀로  $\phi 10, \phi 30$ 을 황삭을 함
  - $\phi 12$  라핑 엔드밀로  $\phi 40, 20\text{mm}$ 을 황삭을 함
  - 황삭시 공구의 보정은 G41로 함
  - 정삭량은 측면 0.1mm 깊이 0.1mm로 가공함
  - $\phi 20, \phi 12$  엔드밀로 G42보정으로 정삭 가공 완료
  - $\phi 10, \phi 30$ 은 보오링 작업
- 10) 부품1 P/G작성및 가공
  - $\phi 16$  드릴로  $\phi 30$ 을 기초드릴링 함
  - $\phi 20$  라핑 엔드밀로 형상가공및  $\phi 30$ 을 황삭함
  - $\phi 20$  엔드밀로 형상가공을 완료함
  - $\phi 30\text{H7}$ 은 보오링 작업으로 완성함
- 11) 부품3,4 P/G작성및 가공
  - $\phi 20$  라핑엔드밀로  $\phi 20$ 을 황삭함
  - $\phi 20$  엔드밀로  $\phi 20$ 을 다듬시  $\phi 20 \sim 0.02$ 로 가공
- 12) 각 부품 마다 하나 하나 검사를 함
  - 미완성 부분과 모따기가 빠진 곳이 있는지 검사
  - 각 부품의 공차 치수와 일반치수를 다시 측정해 본다.
- 13) 각 부품을 조립도와 함께 기능도를 검사
  - 제품에 칩등이 없도록 깨끗이 닦아 내고 거스더미 제거가 빠진 곳은 없는지 확인한다.
  - 세척제로 씻어낸다.
- 14) 조립한다.
  - 제품 각 부분을 깨끗이 닦아낸다.
  - 전체 부품을 조립한다.
  - 방청유를 가볍게 분사시켜 준다.



