

천마 연소관 브라켓 가공공정 개선

김창식, 최열경, 양재일
삼성항공산업주식회사

요 약

천마 연소관 및 Bracket는 고강도 특수강의 일종인 Maraging steel C-250 Grade로서 유동성형공정(flow forming process:F/F) 및 용접공정을 거쳐 시효경화후의 경도(HRC 48-52)가 높아 절삭가공 및 Tapping에 어려움이 있다고 판단되어 브라켓 밀링가공(Tapping포함)을 시효경화공정 이전에 완성하는 것으로 공정 FLOW를 설정하였으나, 시효경화시 유동성형공정 잔류응력 및 재질특성에 의한 수축, 변형등으로 도면상 요구된 품질(형상및위치공차) 만족이 미흡하였을 뿐만아니라 오히려 전체공정수만 증가 하였음.

따라서, 연소관 및 Bracket 완성이공을 시효경화후에 실시하는 것으로 공정개선하고자 시험작업한 결과, 선삭, 밀링작업등 다른 기계가공 공정의 문제점은 대부분 해결할 수 있었으나, Tapping공정만은 해결 할수 없어서 진정한 공정개선을 기할수 없었음.

그러나, 제품의 품질 및 생산성을 고려 시효경화후 Tapping 공정실시 필요성이 강력히 대두되어 Maraging steel 재질특성에 적합한 공구 및 작업조건을 검토, 설정 시험작업 함으로써 공정개선을 이룰수 있었음.

1. 서 론

1-1. MARAGING STEEL의 특성

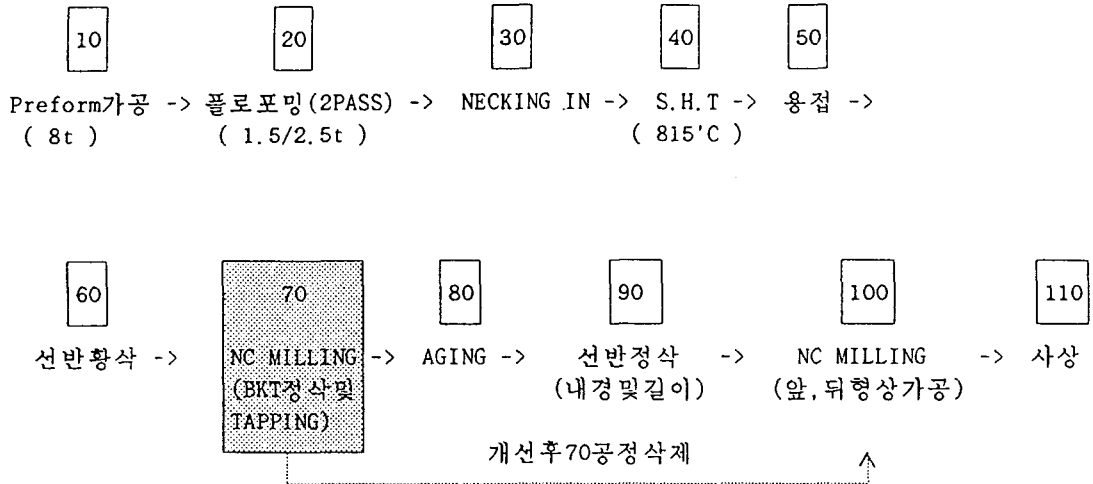
Maraging steel은 내충격성이 우수한 특수 목적용 고장력의 일종으로서 carbony를 통해 경화되지 않고 합금원소인 Ni, Mo, Co, Ti등의 금속간 화합물의 석출에 의해 경화된다.

* 열처리의 특성

- 경화능이 우수하여 S.H.T(Martensite변태)시 급냉할 필요가 없으며 열처리 변형이 적다.
- 열처리온도가 낮고(S.H.T : 815°C, AGING : 482°C)특별한 분위기가 필요치 않으며 탈탄,침탄이 거의 되지 않는다.
- 열처리시 균일 수축이 생기며 수축량을 예상할수가 있어 공정관리가 용이하다.
- 열처리 경도 HRC 48-52

1-2 천마 연소관 가공공정 및 문제점

1) 천마연소관 개선전 가공공정



2) 품질 및 가공상의 문제점

BRACKET부 TAP의 규격은 10-32UNF(20개소) 나사로 그림4와 같이 관통되어 있고, 나사산이 2-3산(면취후)으로 이루어져 있으며 TAPPING후 열처리시 변형발생으로 TAP HOLE간의 위치(거리)가 일정치않으며, 열처리 변형을 감안한 치수로 가공을 하였으나 열처리시마다 변형량이 일정치않아 항상 불량률의 여지가 내포하고 있었음.

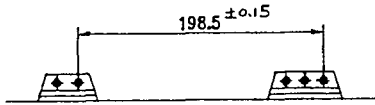


그림 1 (도면치수)

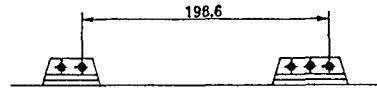


그림 2 (열처리후 감안한 가공치수)

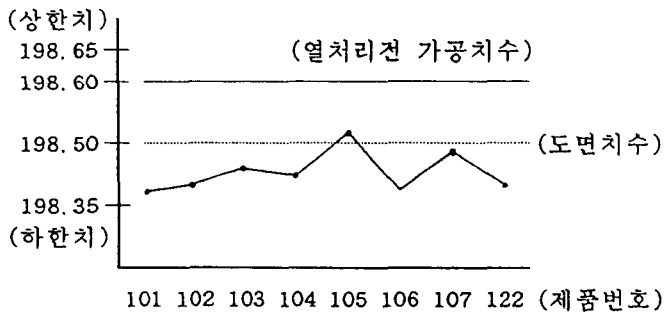


그림 3 열처리후의 HOLE간의 거리치수 분포 ('92-1차 생산제품)

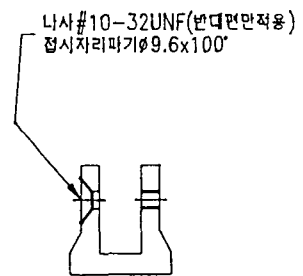


그림 4

2. 본 론

2-1 개선방안(시작업)

1차적으로 연소관에 용접부착되지 않는 브라켓자체만으로 TEST후, 그 TEST결과에 따라 브라켓을 연소관에 부착하여 TEST하는것을 원칙으로 하고, TAP의 선정과 절삭 조건 사용공구를 우선 선정 시작업 하였음.

1] TAPPING TEST를 하기 위한 TOOL 선정

- 1) CENTER DRILL ----- DIA 3.5
- 2) DRILL ----- DIA 4.2
- 3) COUNT SINK ----- DIA 16 X 90도 (ENDMILL)
- 4) TAP ----- 종류별(회사) 5개 (10-32UNF, M5)

2] TAP의 종류(회사별)

NO	MAKER	TAP의 재질	TAP의 규격	비 고
1	OSG	CPM TAP	M5 X 0.8	구 매(일본)
2	YAMAHA 1	HSS	M5 X 0.8	구 매(일본)
3	YAMAHA 2	HSS-CO	10-32UNF	구 매(일본)
4	ILIX 1	HSS-CO	10-32UNF	구 매(독일)
5	ILIX 2	TIN-COATING	10-32UNF	구 매(독일)

참고) 1,2번의 M5 TAP은 10-32UNF TAP이 없어 근사SIZE인 M5를선정 하였음.

3] 가공조건 및 순서

작업순서	사용 공구	공구재질	회전수	FEED	비 고
1	센터작업(DIA 3.5센터드릴)	MV-10(SKH)	900	70	
2	드릴작업(DIA 4.2 드릴)	MV-10(SKH)	800	100	
3	면취작업(16.0x90도 C'SK)	CPM(H. S. S)	1200	100	
4	TAPPING 작업	* 아래표 참조			

* TAP의 종류 및 가공조건

NO	MAKER	재 질	규 격	회전수	FEED	비고
1	OSG	CPM	M5 X 0.8	150	120 mm/min	
2	YAMAHA 1	HSS	"	"	120 mm/min	
3	YAMAHA 2	HSS-CO	10-32UNF	"	119 mm/min	
4	ILIX 1	HSS-CO	"	"	119 mm/min	
5	ILIX 2	TIN-코팅	"	"	119 mm/min	

* 절삭속도는 ILIX사외의 추천
(절삭속도 = TAP의피치 X 회전수)

3. 작업결과

1] 1차 TEST

- 1) TEST 일자 : '93.01.11 - '93.01.12(10시간)
- 2) 시편제작 종류 : BRACKET 1종
- 3) 시편제작 수량 : 10EA
- 4) 사용 설비 : FZ-40
- 5) 시험방법 및 조건
 - > 각각 개별로 드릴링후 양측으로 면취사상(수작업)하여 MACHINE(FZ-40)에서 시험.
 - > 시험결과에서 천마 연소관의 TAP HOLE의 갯수가 20EA이므로 최소 20EA이상 TAPPING 이 가능해야하는 조건으로 시험 하였음.

6) 시험 결과

NO	1	2	3	4	5
MAKER	OSG	YAMAHA 1	YAMAHA 2	ILIX 1	ILIX 2
가공갯수	5	2	10	26	110
비 고	TAP파손	TAP파손	TAP파손	TAP파손	계속사용

--> 상기의 표에서 보여지는 것과 같이 성능이 우수한것으로 나타난 ILIX사의 TAP으로 2차 시험준비를 하게 되었음.

2] 2차 TEST

- 1) TEST 일자 : '93.01.20 - '93.01.21(8시간)
- 2) 시편제작 종류 : 연소관 1EA (BRACKET 8EA 연소관에 부착)
- 3) 시편제작 수량 : 연소관 1EA
- 4) 사용설비 : FZ-40
- 5) 시험방법 및 조건
 - 1차 TEST의 결과가 우수한 ILIX사의 두종류의 TAP으로 브라켓을 연소관에 부착하여 1차와 동일한 절삭조건으로 TEST하였음.

6) 시험 결과

NO	MAKER	재 질	회전수	규 격	가공갯수	비고
1	ILIX 1	HSS-CO	150	10-32UNF	5	TAP파손
2	ILIX 2	TIN-코팅	150	"	7	TAP파손

--> 위의 표에 나타난것과 같이 1차와 2차의 TEST결과가 너무상이하게 발생하여 그 원인분석을 하게 되었음.

3] 1,2차 TEST결과 원인분석

1) 1차 TEST방법

-> 1차 TEST는 드릴링후 양측으로 드릴링하여 면취사상후 TAP가공하므로 CHIP의 배출이 좋고 완전한 기초HOLE 가공이 되어있어 TAPPING(절삭력)력이 최소화 되었음.

2) 2차 TEST방법

-> 1차와 동일 하게 양측으로 드릴링후 면취 미실시(BRACKET이 연소관에 부착관계) 하여 작업하므로 그림5와 같은 현상으로 뒷면에 BUUR가 남아 있어 TAP에 무리한 힘이 가해져 파손된 것으로 판단.

-> 연소관의 길이가 길어(1535mm) 험이 발생 (BRACKET가공부 0.05)

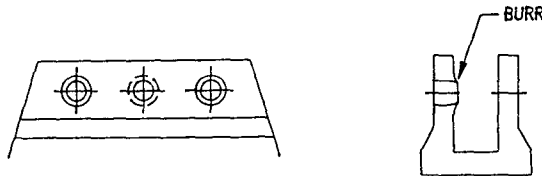


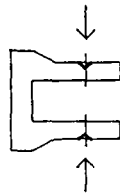
그림 5

3) 결 론

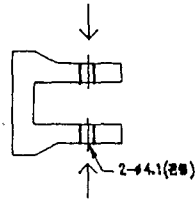
-> 2차 실패의 직접적인 원인이 BURR 제거에 있음을 확인하고, 3차 TEST를 준비.

4] 3차 TEST

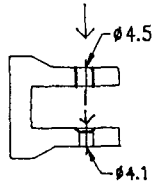
- 1) TEST 일자 : '93.02.01 - '93.02.03(17시간)
- 2) 시편제작 종류 : 연소관 1EA (BRACKET 8EA 연소관에 부착)
- 3) 시편제작 수량 : 연소관 1EA
- 4) 사용설비 : FZ-40
- 5) 시험방법 및 조건
 - > 2차에서 나타난 BURR문제를 해결하면서 실제 BRACKET의 형상대로 가공함.
 - (한측:TAP HOLE, 반대편:DIA 4.5 HOLE및 카운터싱크)하여 TEST실시.
- 6) 가공순서 및 방법
 - 순서1) center drill로 양측면에 center 작업



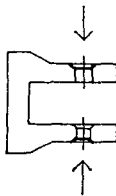
순서2) DIA 4.1드릴로 TAP HOLE부 기초HOLE가공(양측면)



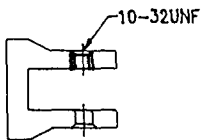
순서3) DIA 4.5 HOLE부 가공 및 TAP HOLE부 면취) : 1,2차 TEST대비 추가공정



순서4) DIA 16.0 X 90도 C'SK로 면취



순서5) TAPPING



5) 3차TEST결과

NO	MAKER	재 질	회전수	규 격	가공갯수	비고
1	ILIX 1	HSS-CO	150	10-32UNF	21	TAP파손
2	ILIX 2	TIN-코팅	"	"	82이상	재사용가능

- > 두개의 TAP모두 사용 할수있는 결과를 얻었으나 ILIX 1 TAP은 연소관 1EA 가공후 TAP을 교환해야 하고, ILIX 2 TAP은 연소관 4EA이상 가공 할수 있는 좋은 결과를 얻었음.
- > 1,2,3차 결과 TAPPING전에는 필히 BURR를 제거해야하는 평범한 결과를 아울러 얻었음.

3. 결론 및 향후과제

본 시험으로 Maraging steel의 절삭특성을 좀더 깊이 이해하게 되었을 뿐만 아니라 연소관 Bracket의 Tap작업을 시효경화후에 실시가능한것으로 판단하게 되었고, 이를 토대로 공정개선함으로써 천마 연소관의 품질 및 생산성향상에 기여 할수 있었음.

향후 박판, 후판 및 비관통 HOLE의 Tapping등 Maraging steel에 대한 절삭조건 뿐만 아니라 다른종류의 고경도 재질에 대한 절삭조건에 대해서도 검토,개선하여 가공능력을 확대함으로써 방산사업 경쟁력제고에 이바지 하고자함.