

기술자료

| | |
|--------------------------------|------|
| "ISO13399"에 준거한 속성 기호 일람 | Q002 |
| 선삭가공의 트러블 대책 | Q006 |
| 선삭가공의 칩 처리 | Q008 |
| 선삭가공의 절삭조건에 의한 영향 | Q009 |
| 선삭가공의 공구 각부의 작용 | Q011 |
| 선삭가공의 계산식 | Q015 |
| 나사 가공 트러블 대책 | Q016 |
| 나사 아래구멍 경 | Q017 |
| 밀링가공의 트러블 대책 | Q018 |
| 밀링가공의 공구 각부의 작용 | Q019 |
| 밀링가공의 계산식 | Q022 |
| 엔드밀 가공의 트러블 대책 | Q024 |
| 엔드밀의 각부 명칭 · 날 수 | Q025 |
| 엔드밀의 종류와 형상 | Q026 |
| 피크피드 피치 선정표 | Q027 |
| 드릴가공 트러블 대책 | Q028 |
| 드릴의 마모상태 · 절인 손상 | Q029 |
| 드릴 각부의 명칭 및 형상과 절삭특성 | Q030 |
| 드릴가공의 계산식 | Q033 |
| 금속재료기호 대조표 | Q034 |
| 금형용강의 일람표 | Q038 |
| 표면조도 | Q040 |
| 경도대조표 | Q041 |
| 구멍 공차치수 허용차(구멍) | Q042 |
| 축 공차치수 허용차(축) | Q044 |
| 육각구멍 볼트구멍치수 | Q046 |
| 테이퍼 규격 | Q047 |
| 국제단위계 SI | Q048 |
| 공구의 마모와 손상 | Q049 |
| 절삭공구재료 | Q050 |
| 재종계열 | Q051 |
| 공구재종 대응표 | Q052 |
| 팁 브레이커 대응표 | Q058 |



“ISO13399”에 준거한 속성 기호 일람

알파벳순

출처: ISO13399 규격

URL : <https://www.iso.org/search/x/query/13399>

| ISO13399 속성 기호 | 부위 · 내용 | 영어명 |
|----------------|---------------------------|--|
| ADJLX | 최대 조정 한계 | adjustment limit maximum |
| ADJRG | 조정 범위 | adjustment range |
| ALF | 지름 방향 여유각 | clearance angle radial |
| ALP | 축 방향 여유각 | clearance angle axial |
| AN | 주절인 여유각 | clearance angle major |
| ANN | 부절인 여유각 | clearance angle minor |
| APMX | 최대절입 | depth of cut maximum |
| AS | 와이퍼 날 여유각 | clearance angle wiper edge |
| ASP | 조정나사길이 | adjusting screw protrusion |
| AZ | 최대 플랜지 절입 (내인 유효 절인 높이) | plunge depth maximum |
| B | 샹크폭 | shank width |
| BBD | 밸런스 설계 | balanced by design |
| BCH | 코너 면취폭 | corner chamfer length |
| BD | 본체 지름 | body diameter |
| BDX | 최대 본체 지름 | body diameter maximum |
| BHCC | 볼트 구멍 피치 지름 수 | bolt hole circle count |
| BHTA | 본체 테이퍼 반각 | body half taper angle |
| BMC | 본체 머테리얼 코드 | body material code |
| BS | 와이퍼 날 폭 | wiper edge length |
| BSR | 와이퍼 날 R | wiper edge radius |
| CASC | 카트리지 사이즈 코드 | cartridge size code |
| CB | 칩 브레이커 면 수 | chip breaker face count |
| CBDP | 설비구멍깊이 | connection bore depth |
| CBMD | 칩 브레이커 이름 | chip breaker manufacturers designation |
| CBP | 칩 브레이커 속성 | chip breaker property |
| CCMS | 기계측 접속 코드 | connection code machine side |
| CCWS | 워크측 접속 코드 | connection code workpiece side |
| CCP | 챔퍼 코너 속성 | chamfer corner property |
| CDI | 드릴 인서트 절삭 지름 | insert cutting diameter |
| CDX | 최대홀깊이 | cutting depth maximum |
| CEATC | 절입각 타입 코드 | tool cutting edge angle type code |
| CECC | 절인 호닝 코드 | cutting edge condition code |
| CEDC | 절인 수 | cutting edge count |
| CF | 스팟 챔퍼 | spot chamfer |
| CHW | 코너 챔퍼 폭 | corner chamfer width |
| CICT | 날 수 | cutting item count |
| CNC | 코너 수 | corner count |
| CND | 쿨런트 입구 지름 | coolant entry diameter |
| CNSC | 쿨런트 입구 스타일 코드 | coolant entry style code |
| CNT | 쿨런트 입구 나사 사이즈 | coolant entry thread size |
| CP | 쿨런트 압력 | coolant pressure |
| CRE | 스팟 R | spot radius |
| CRKS | 설비나사사이즈 | connection retention knob thread size |
| CSP | 쿨런트 공급 속성 | coolant supply property |
| CTP | 코팅 속성 | coating property |
| CTX | X 방향 CTX 치수 | cutting point translation X-direction |
| CTY | Y 방향 CTY 치수 | cutting point translation Y-direction |
| CUTDIA | 최대절단경 | work piece parting diameter maximum |
| CUB | 베이스 접속 유닛 | connection unit basis |
| CW | 절삭 폭 | cutting width |
| CWX | 최대 절삭 폭 | cutting width maximum |
| CXD | 쿨런트 출구 지름 | coolant exit diameter |

| ISO13399 속성 기호 | 부위 · 내용 | 영어명 |
|-------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| CXSC | 쿨런트 출구 스타일 코드 | coolant exit style code |
| CZC | 접속 사이즈 | connection size code |
| D1 | 인서트 장착 구멍 지름 | fixing hole diameter |
| DAH | 접속 구멍 지름 (볼트 구멍 지름) | diameter access hole |
| DAXN | 단면홈 최소가공경 | axial groove outside diameter minimum |
| DAXX | 단면홈 최대가공경 | axial groove outside diameter maximum |
| DBC | 볼트 구멍 피치 지름 | diameter bolt circle |
| DC | 절삭 지름 | cutting diameter |
| DCB | 설비구멍경 | connection bore diameter |
| DCBN | 최소 설치 구멍 지름 | connection bore diameter minimum |
| DCBX | 최대 설치 구멍 지름 | connection bore diameter maximum |
| DCC | 디자인 컨피규레이션 스타일 코드 | design configuration style code |
| DCCB | 설비볼트착좌경 | counterbore diameter connection bore |
| DCIN | 절삭 내경 | cutting diameter internal |
| DCINN | 최소 절삭 내경 | cutting diameter internal minimum |
| DCINX | 최대 절삭 내경 | cutting diameter internal maximum |
| DCN | 최소 절삭 지름 | cutting diameter minimum |
| DCON | 접속 지름 | connection diameter |
| DCONMS | 기계측 접속 지름 | connection diameter machine side |
| DCONWS | 워크측 접속 지름 | connection diameter workpiece side |
| DCSC | 절삭 지름 사이즈 코드 | cutting diameter size code |
| DCSFMS | 접촉면의 지름, 플랜지 지름 | contact surface diameter machine side |
| DCX | 최대 절삭 지름 | cutting diameter maximum |
| DF | 플랜지 지름 | flange diameter |
| DHUB | 허브 지름 | hub diameter |
| DMIN | 최소 가공 지름 | minimum bore diameter |
| DMM | 샹크경 | shank diameter |
| DN | 넥 지름 | neck diameter |
| DRVA | 드라이브 각 | drive angle |
| EPSR | 인선각 (정각) | insert included angle |
| FHA | 플루트 헬릭스각 | flute helix angle |
| FHCSA | 설비구멍테이퍼각도 | fixing hole countersunk angle |
| FHCSD | 설치 구멍 상부 지름 | fixing hole countersunk diameter |
| FLGT | 플랜지 두께 | flange thickness |
| FMT | 형상 타입 | form type |
| FXHLP | 설치 구멍 속성 | fixing hole property |
| GAMF | 경방향경사각 | rake angle radial |
| GAMN | 직각 경사각 | rake angle normal |
| GAMO | 수직 경사각 | rake angle orthogonal |
| GAMP | 축방향경사각 | rake angle axial |
| GAN | 브레이커 경사각 | insert rake angle |
| H | 샹크높이 | shank height |
| HA | 이론 나사 높이 | thread height theoretical |
| HAND | 승수 | hand |
| HBH | 헤드 버텀 오프셋 높이 | head bottom offset height |
| HBKL | 헤드 백 오프셋 길이 | head back offset length |
| HBKW | 헤드 백 오프셋 폭 | head back offset width |
| HBL | 헤드 아랫면 오프셋 길이 | head bottom offset length |
| HC | 실제 나사 높이 | thread height actual |
| HF | 인선높이 | functional height |
| HHUB | 허브 높이 | hub height |
| HTB | 본체높이 | body height |
| IC | 내접원 | inscribed circle diameter |
| IFS | 인서트 마운트 스타일 코드 | insert mounting style code |
| IIC | 인서트 인터페이스 코드 | insert interface code |
| INSL | 인서트 길이 | insert length |
| KAPR | 절입각 | tool cutting edge angle |
| KCH | 코너 챔퍼 각 | corner chamfer angle |

“ISO13399”에 준거한 속성 기호 일람

| ISO13399 속성 기호 | 부위 · 내용 | 영어명 |
|----------------|-----------------------------|---|
| KRINS | 주절입 각 | cutting edge angle major |
| KWL | 키홈길이 | keyway length |
| KWW | 키홈폭 | keyway width |
| KYP | 키 홈 속성 | keyway property |
| L | 절인 길이 | cutting edge length |
| LAMS | 절인 경사각 | inclination angle |
| LB | 본체길이 | body length |
| LBB | 브레이커 폭 | chip breaker width |
| LBX | 최대 본체 길이 | body length maximum |
| LCCB | 설비볼트자리 두께 | counterbore depth connection bore |
| LCF | 플루트길이 | length chip flute |
| LDRED | 목밀길이 | reduced body diameter length |
| LE | 유효 절인 길이 | cutting edge effective length |
| LF | 기능 길이 | functional length |
| LFA | LFA 길이 | a dimension on lf |
| LH | 헤드길이 | head length |
| LPR | 공구 돌출 길이 | protruding length |
| LS | 샹크길이 | shank length |
| LSC | 클램프 길이 | clamping length |
| LSCN | 최소 클램프 길이 | clamping length minimum |
| LSCX | 최대클램프길이 | clamping length maximum |
| LTA | LTA 길이 (MCS 에서 CRP 까지의 길이) | LTA length (length from MCS to CRP) |
| LU | 사용가능 길이 | usable length |
| LUX | 최대 사용 길이 | usable length maximum |
| M | 내접원에서부터의 인선위치 | m-dimension |
| M2 | M2 치수 | distance between the nominal inscribed circle and the corner of an insert that has the secondary included angle |
| MHA | 설치 구멍 각도 | mounting hole angle |
| MHD | 설치 구멍 거리 | mounting hole distance |
| MHH | 설치 구멍 높이 | mounting hole height |
| MIID | 마스터 인서트 기호 | master insert identification |
| MTP | 클램프 타입 코드 | clamping type code |
| NCE | 엔드 날 수 | cutting end count |
| NOF | 플루트 수 | flute count |
| NOI | 인서트 인덱스 수 | insert index count |
| NT | 나사 절삭 인서트 산 수 | tooth count |
| OAH | 전체높이 | overall height |
| OAL | 전장 | overall length |
| OAW | 전체폭 | overall width |
| PDPT | 인서트 날형 깊이 | profile depth insert |
| PDX | ex 방향 나사산위치 | profile distance ex |
| PDY | ey 방향 나사산위치 | profile distance ey |
| PFS | 프로파일 스타일 코드 | profile style code |
| PL | 선단과 솔더부 치수차 | point length |
| PNA | 나사산 각 | profile included angle |
| PSIR | 옆 절인각, 코너 각, 리드 각 | tool lead angle |
| PSIRL | 왼쪽 앞 절인각 | cutting edge angle major left hand |
| PSIRR | 오른쪽 앞 절인각 | cutting edge angle major right hand |
| RAL | 좌측횡여유각 | relief angle left hand |
| RAR | 우측횡여유각 | relief angle right hand |
| RCP | 라운드 코너 속성 | rounded corner property |
| RE | 코너 R, 볼 엔드밀 반경 | corner radius |
| REL | 왼쪽 코너 R | corner radius left hand |
| RER | 오른쪽 코너 R | corner radius right hand |
| RMPX | 최대 램핑 각 | ramping angle maximum |
| RPMX | 최고 허용 회전 속도 | rotational speed maximum |
| S | 인서트 두께 | insert thickness |
| S1 | 인서트 총 두께 | insert thickness total |

| ISO13399 속성 기호 | 부위 · 내용 | 영어명 |
|-------------------|--------------------------|--|
| SC | 인서트 형상 코드 | insert shape code |
| SDL | 스텝 길이 | step diameter length |
| SIG | 포인트 각 | point angle |
| SSC | 인서트 시트 사이즈 코드 | insert seat size code |
| SX | 샹크 단면 형상 코드 | shank cross section shape code |
| TC | 인서트 공차 클래스 | tolerance class insert |
| TCE | 칩 절인 코드 | tipped cutting edge code |
| TCTR | 나사 공차 클래스 | thread tolerance class |
| TD | 나사 지름 | thread diameter |
| THFT | 나사형상 타입 | thread form type |
| THL | 나사부 길이 | threading length |
| THLGTH | 나사 길이 | thread length |
| THSC | 공구 홀더 형상 코드 | tool holder shape code |
| THUB | 허브 두께 | hub thickness |
| TP | 나사 피치 | thread pitch |
| TPI | 나사 산 수 / 인치 | threads per inch |
| TPIN | 최소 나사산 수 / 인치 | threads per inch minimum |
| TPIX | 최대 나사산 수 / 인치 | threads per inch maximum |
| TPN | 최소 나사 피치 | thread pitch minimum |
| TPT | 나사 프로파일 타입 | thread profile type |
| TPX | 최대 나사 피치 | thread pitch maximum |
| TQ | 체결 토크 | torque |
| TSYC | 공구 스타일 코드 | tool style code |
| TTP | 나사 타입 | thread type |
| ULDR | 사용 가능 길이 / 절삭 지름비 | usable length diameter ratio |
| UST | 유닛 시스템 | unit system |
| W1 | 인서트 폭 | insert width |
| WEP | 와이퍼 날 속성 | wiper edge property |
| WF | 기능 폭 | functional width |
| WF2 | 절삭 기준점과 선삭 공구 전좌면 사이의 거리 | distance between the cutting reference point and the front seating surface of a turning tool |
| WFS | 제 2 기능 폭 | functional width secondary |
| WT | 질량 | weight of item |
| ZEFF | 정면 유효 절인 수 | face effective cutting edge count |
| ZEFP | 외주 유효 절인 수 | peripheral effective cutting edge count |
| ZNC | 절인 센터 수 | cutting edge center count |
| ZNF | 정면 장착 인서트 수 | face mounted insert count |
| ZNP | 외주 장착 인서트 수 | peripheral mounted insert count |

"ISO13399"에 준거한 기준계 기호 일람

| ISO13399 기준계 기호 | 내용 | 영어명 |
|--------------------|---------|----------------------------------|
| CIP | CIP 좌표계 | Coordinate system In Process |
| CRP | CRP 포인트 | Cutting Reference Point |
| CSW | CSW 좌표계 | Coordinate System Workpiece side |
| MCS | MCS 좌표계 | Mounting Coordinate System |
| PCS | PCS 좌표계 | Primary Coordinate System |

선삭가공의 트러블 대책

| 트러블 내용 | | 대 책 요 인 | 공구재종의 선정 | | | | 절삭조건 | | | | 공구형상 | | | | | 기계·장착 | | | | | | |
|------------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|------|----|----|--------------|---------------|-------------|-----|------------|------|---------|---------------|-----------------|----------------------|------------------------|-------------------------------|----------|
| | | | 보다 단단한 재종이 비호환하다 | 인성이 있는 재종이 비호환하다 | 내열강종이 좋은 재종이 비호환하다 | 내열강종이 좋은 재종이 비호환하다 | 절삭속도 | 이송 | 절입 | 절삭유제 | | 칩브레이크 평가 | 경사각 | 인선코너 반경 | 형질인각 | 절인강도·화면 | 팁 경도 향상 | 출력 강성의 향상 | 위크·유구의 장착강성 향상 | 출더의 오버행 작게 한다 | 동력·기계 의 반응을 작게 한다 | |
| | | | | | | | | | | 비수용성으로 한다 | 건식·습식의 재검토 | | | | | | | | | | | 크게 작게 |
| 수명 악화 | 인서트의 마모가 빠르다 | 공구재종의 부적정 | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 절인형상의 부적정 | | | | | | | | | ● | ● | ● | ● | ● | | | | | | | |
| | | 절삭속도의 부적정 | | | | | ● | ● | | ● | | | | | | | | | | | | |
| | 절인의 결손·칩핑 | 공구재종의 부적정 | | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 절삭조건의 부적정 | | | | | | ● | ● | | | | | | | | | | | | | |
| | | 절인강도의 부족 | | | | | | | | | ● | | ● | | ● | | | | | | | |
| | | 열 크랙이 발생하고 있다 | | | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | | | | | | | | | | | |
| 구성인선이 발생하고 있다 | | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | | | | | | | | | | | |
| 강성부족 | | | | | | | | | | | | | | | | ● | ● | ● | ● | | | |
| 치수 정도의 악화 | 가공중 치수의 불안정 | 인서트 정도가 나쁘다 | | | | | | | | | | | | | | ● | | | | | | |
| | | 절삭저항이 커서, 인선이 마모되어 있다 | | | | | | | | | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | | |
| 정삭면 조도의 악화 | 정삭면이 나쁘다 | 절삭중에 가공정도가 오버하여, 그 때마다 조정이 필요하다 | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 공구재종의 부적정 | | | | | ● | ● | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 절삭조건의 부적정 | | | | | ● | ● | | | | | | | | | | | | | | |
| 발 열 | 절삭열이 커서, 가공정도 악화· 공구수명 저하 | 용착이 발생하고 있다 | | | | | ● | | ● | ● | | | | | | | | | | | | |
| | | 절인형상의 부적정 | | | | | | | | | ● | | ● | | | | | | | | | |
| | | 떨림 발생 | | | | | ● | ● | ● | | | | | | | ● | ● | ● | ● | | | |
| 발 열 | 절삭열이 커서, 가공정도 악화· 공구수명 저하 | 절삭조건의 부적정 | | | | | ● | ● | ● | | | | | | | | | | | | | |
| | | 절인형상의 부적정 | | | | | | | | | ● | ● | | ● | | | | | | | | |

| 트러블 내용 | | 대 책 | 공구재종의 선정 | | | | 절삭 조건 | | | | 공구형상 | | | | | 기계·장착 | | | | | | |
|------------------|-----------------------|--------------------|-------------------|----------------------|-----------------------------|-------------------------|-------|----|----|------------------|-------------------|-------------|-----|------------|----------|------------|---------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|----------|
| | | | 보다 단단한 재종이 비한다 | 인성이 있는 재종이 비한다 | 내열성 조건이 좋은 재종이 비한다 | 내충격성 이 좋은 재종이 비한다 | 절삭속도 | 이송 | 절입 | 절삭유제 | | 칩브레이커 평가 | 경사각 | 인선코너 반경 | 회절 인각 | 절인 도·후면 | 팁 경도 향상 | 출더 강성의 향상 | 위크·유 구의 장착 강성 향상 | 출더의 오버행 을 작게 한다 | 동력·기 계의 반응 을 작게 한다 | |
| | | | | | | | | | | 비수용성 이 비한다 | 건식·습 식의 재검토 | | | | | | | | | | | 크게 작게 |
| 버 칩 표 본 | 버가 발생하고 있다(강·알루미늄) | 경계마모가 발생하고 있다 | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 절삭조건의 부적정 | | | | | ● | ↗ | | ● | 습식 | | | | | | | | | | | |
| | | 절인형상의 부적정 | | | | | | | | | | ● | ↗ | ● | ↘ | ● | ↘ | | | | | |
| | 가공물 마무리단계 결손(주철) | 절삭조건의 부적정 | | | | | | ↘ | ↘ | | | | | | | | | | | | | |
| | | 절인형상의 부적정 | | | | | | | | | | ● | ↗ | ● | ↗ | ● | ↘ | | | | | |
| | | 진동이 발생하고 있다 | | | | | | | | | | | | | | | ● | ● | ● | ● | | |
| 요철발생(연강) | 공구재종의 부적정 | | | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 절삭조건의 부적정 | | | | | ↗ | ● | | ● | 습식 | | | | | | | | | | | | |
| | 절인형상의 부적정 | | | | | | | | | | ● | ↗ | | ● | ↘ | | | | | | | |
| | 진동이 발생하고 있다 | | | | | | | | | | | | | | | ● | ● | ● | ● | | | |
| 칩 처리 | 통칩이 나온다 | 절삭조건의 부적정 | | | | | ● | ↗ | ↗ | | ● | 습식 | | | | | | | | | | |
| | | 브레이커의 칩유효범위가 크다 | | | | | | | | | | ● | | | | | | | | | | |
| | | 절인형상의 부적정 | | | | | | | | | | | ● | ↘ | ● | ↘ | | | | | | |
| | 칩이 작고, 비산한다 | 절삭조건의 부적정 | | | | | | ↘ | ↘ | | ● | 건 | | | | | | | | | | |
| | | 브레이커의 칩유효범위가 작다 | | | | | | | | | | | ● | | | | | | | | | |
| | | 절인형상의 부적정 | | | | | | | | | | | | ● | ↗ | ● | ↗ | | | | | |

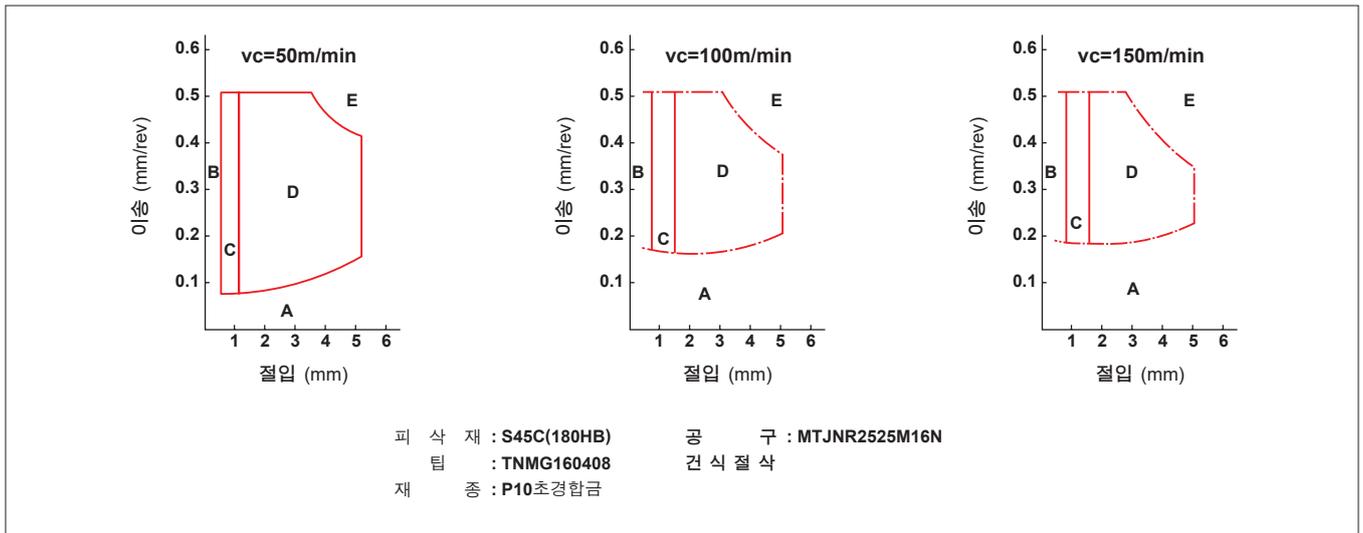
선삭가공의 칩 처리

■강선삭가공에 있어서 칩형태

| 구분 | A형 | B형 | C형 | D형 | E형 |
|-----------------|--|---|------------------|----------|--|
| 절입소 d<7mm | | | | | |
| 절입대 d=7-15mm | | | | | |
| 칩 길이 l | 칩 되지 않는다 | l ≥ 50mm | l ≤ 50mm 1-5번 | 1번 말림 전후 | 1번 말림 이하 반 말림 |
| 비 고 | <ul style="list-style-type: none"> ● 불규칙연속형상 ● 공구, 피삭재 등에 얽혀든다 | <ul style="list-style-type: none"> ● 규칙적 연속형상 ● 롱 칩 | 양호 | 양호 | <ul style="list-style-type: none"> ● 칩비산 ● 떨림발생 ● 정삭면 불량 ● 공구부하능력 한계 |

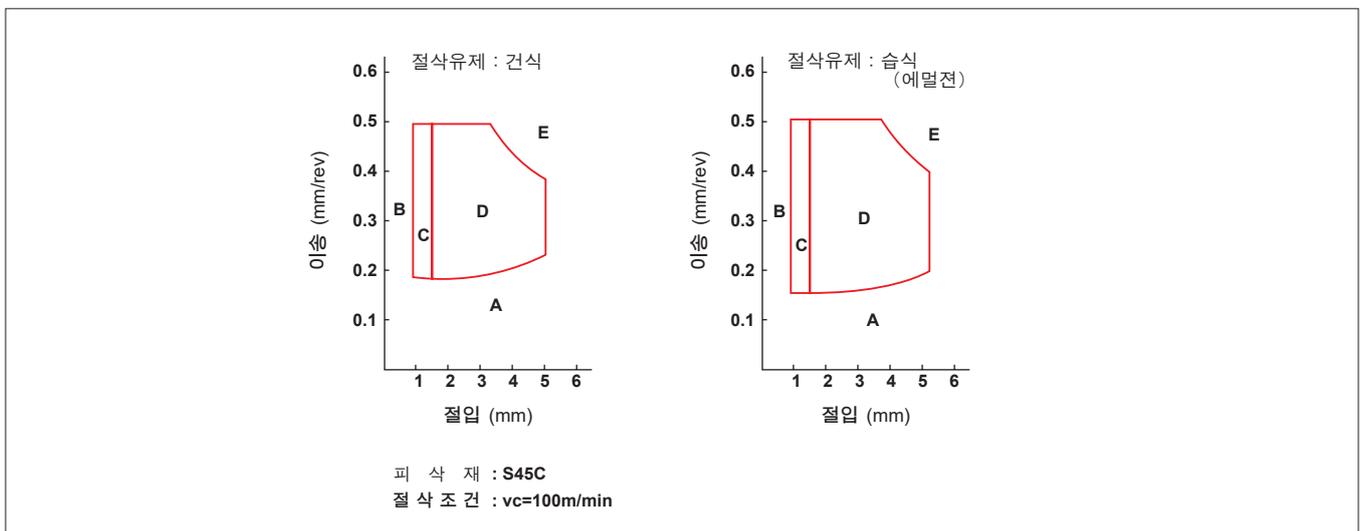
● 절삭속도와 칩브레이커 유효범위

일반적으로 절삭속도가 증가하면 칩브레이커의 칩처리유효범위는 좁아지는 경향이 있습니다.



● 절삭유제의 유무와 칩 브레이커 유효범위

절삭속도가 같아도 절삭유제의 사용/미사용으로 칩브레이커의 칩유효범위는 달라집니다.



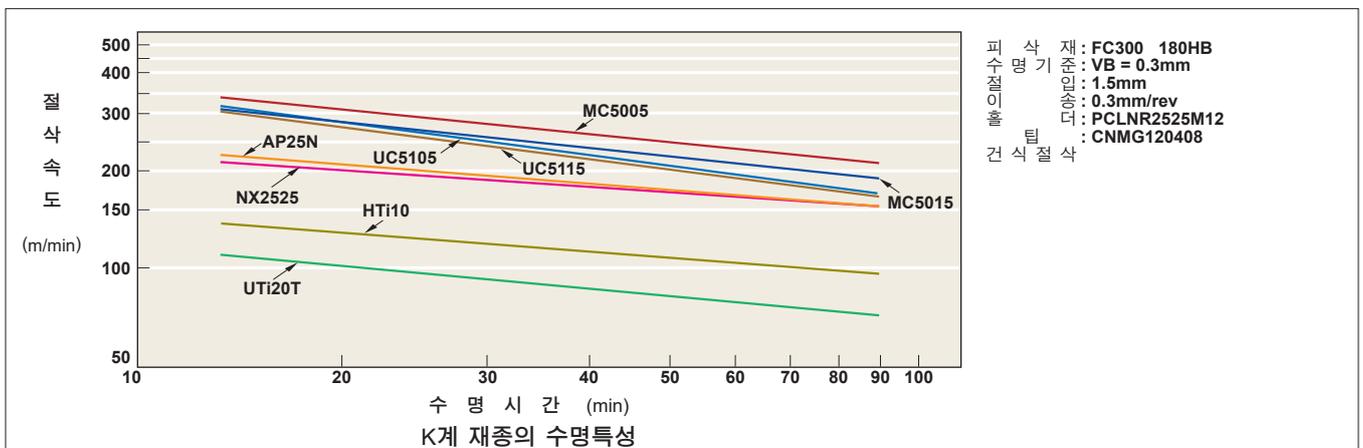
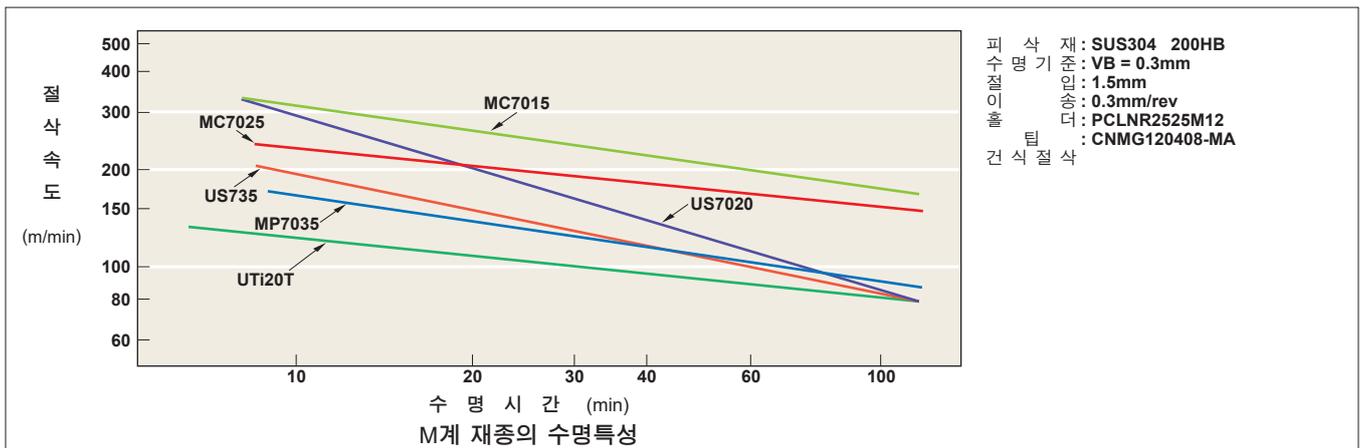
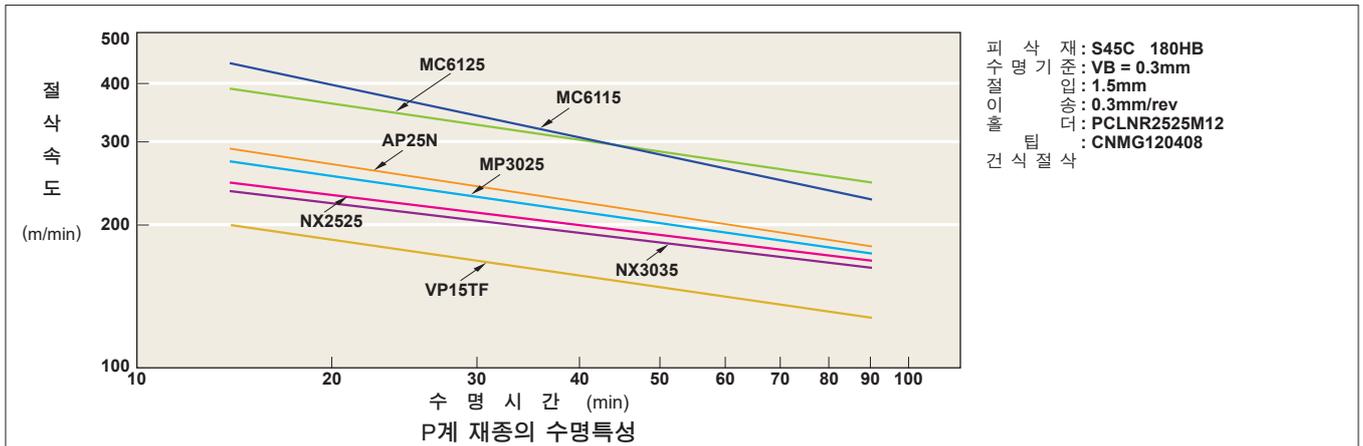
선삭가공의 절삭조건에 의한 영향

■ 절삭조건에 의한 영향

절삭가공에서 가장 바람직한 것은 가공시간이 짧고, 공구수명이 길며, 그리고 가공정도가 좋은 것입니다. 여기에서 피가공물의 재질, 경도, 형상, 상태와 공작기계의 성능을 잘 고려해서, 공구를 결정하여 능률적인 절삭조건을 선정이 필요하게 됩니다.

■ 절삭속도

절삭속도는 공구수명에 크게 영향을 미칩니다. 절삭속도가 빠르면 절삭온도가 상승하고, 공구수명은 극단적으로 짧아 집니다. 피삭재의 종류나 경도에 의해서 절삭속도는 달라집니다만 그에 대응하는 적절한 공구재종의 선택이 필요하게 됩니다.



● 절삭속도에 의한 영향

1. 절삭속도를 20% 올리면 공구수명은 2분의1, 절삭속도를 50% 올리면 공구수명은 5분의1로 저하된다.
2. 절삭속도가 낮은(20~40m/min) 저속에서도 떨림진동이 발생하기 쉽고, 공구수명은 짧아진다.

선삭가공의 절삭조건에 의한 영향

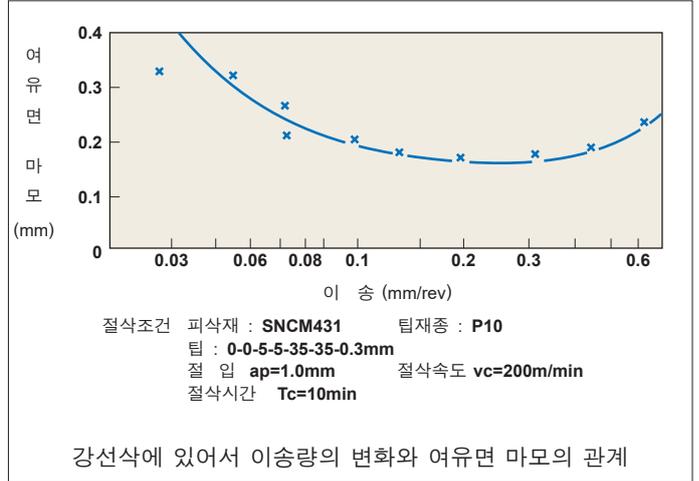
■이송

이송이란 보통 바이트의 경우, 피삭재가 1회전했을 때에 바이트의 진행량을 말하고, 컷터의 경우, 컷터가 1회전했을 때의 기계 테이블의 진행량을 날수로 나눈 것, 즉 1날당의 이송량을 나타냅니다.

이송은 정삭면 조도와 큰 관계가 있고, 요구되는 정삭면조도에 의해 결정되는 경우가 대부분입니다.

●이송에 의한 영향

1. 이송을 작게 하면 여유면 마모가 커지고 공구수명이 극단적으로 짧게 된다.
2. 이송을 크게 하면 절삭온도의 상승에 의해 여유면 마모가 커지지만 공구수명에 대한 영향은 절삭속도에 비교하면 적다.
3. 이송을 크게하면 가공능률은 향상된다.

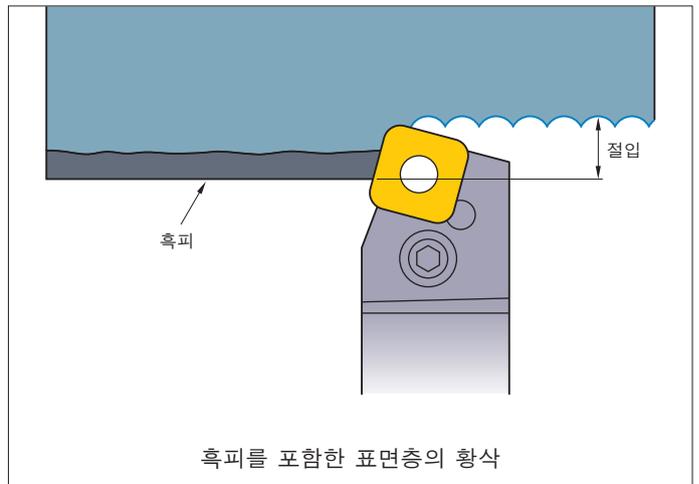
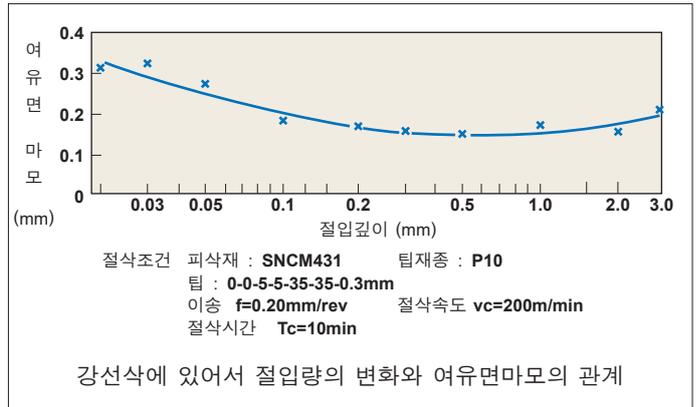


■절입

절입은 피삭재의 절입량, 그 형상, 공작기계의 동력, 강성, 공구의 강성등에 의해 결정됩니다.

●절입에 의한 영향

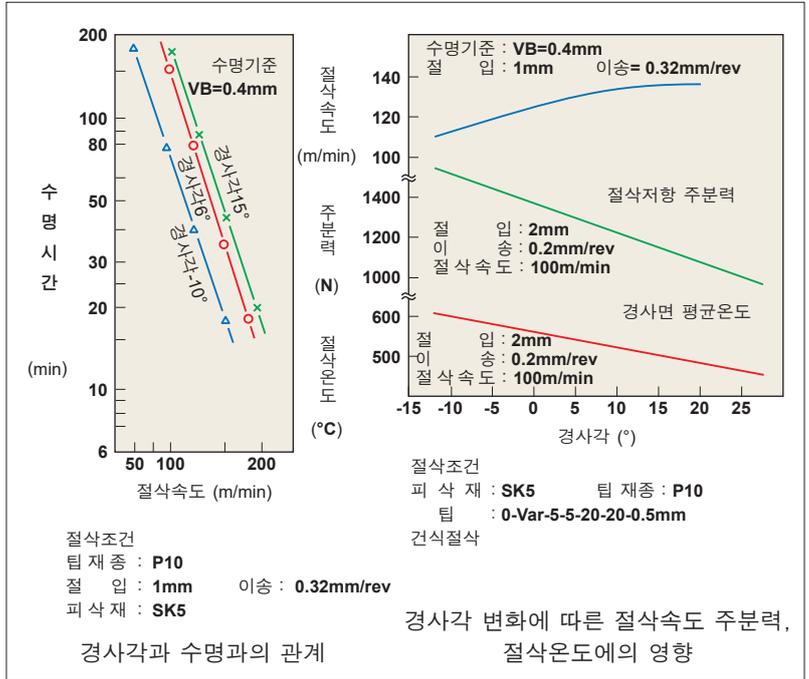
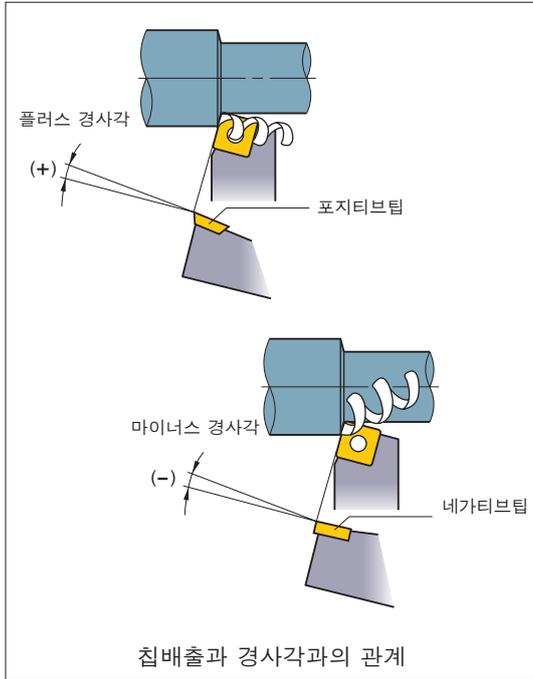
1. 절입량이 변화해도 공구수명은 크게 변함이 없다.
2. 절입이 작은 경우 또는 미세절입일 경우에는 절삭되지 않고 문지르는 현상, 피삭재의 가공경화층을 절삭하게 되어 공구수명이 짧아지는 원인이 됩니다.
3. 주물표면이나 흑피절삭을 할 때 기계동력이 허용하는 한 절입량을 크게 하지 않으면 인선선단이 피삭재 표면의 단단하고 불순물이 포함된 곳을 절삭하게 되어 인선에 칩핑이나 이상마모를 발생시키는 원인이 됩니다.



선삭가공의 공구 각부의 작용

■ 경사각

경사각은 절삭저항, 칩배출, 절삭열, 공구수명에 큰 영향을 미치는 인선각도입니다.



● 경사각에서의 영향

1. 경사각이 양(+)으로 커지면, 절삭성이 좋아진다.
2. 경사각이 양(+)의 방향으로 1°커지면 절삭동력이 1% 감소한다.
3. 경사각이 양(+)으로 커지면, 인선강도가 저하되고, 음(-)의 방향으로 지나치게 커지게 되면 절삭저항이 증대된다.

경사각을 음(-)의 방향으로 크게 할 경우

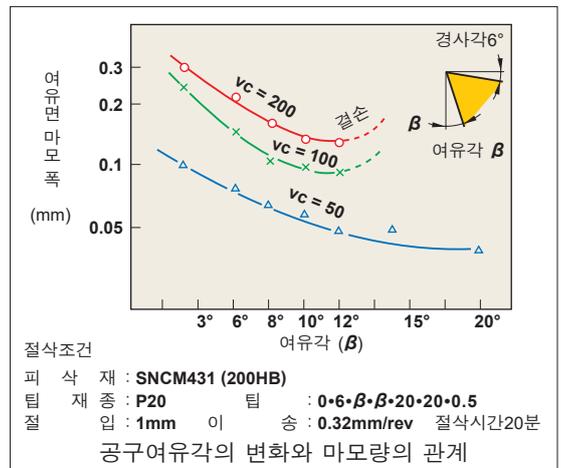
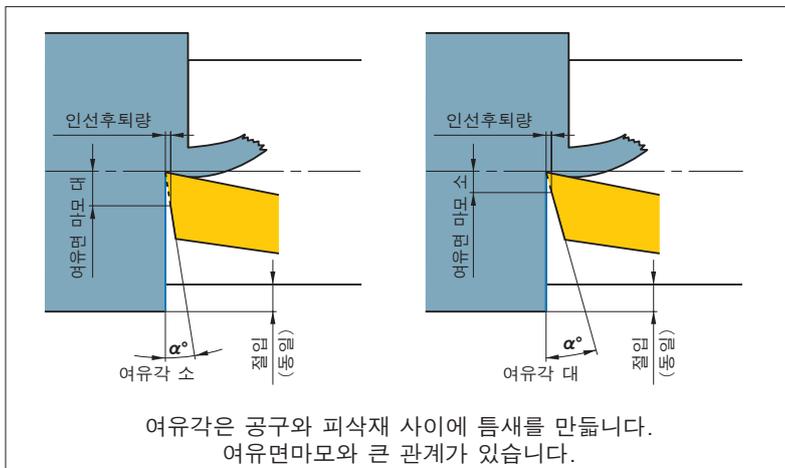
- 단단한 피삭재일 때
- 흑피, 단속절삭처럼 인선강도를 필요로 할 때

경사각을 양(+)의 방향으로 크게 할 경우

- 부드러운 피삭재일 때
- 절삭하기 쉬운 재료일 때
- 피삭재, 기계에 강성이 없을 때

■ 여유각

여유각은 공구의 여유면과 피삭재의 마찰을 피해서 인선을 피삭재에 자유롭게 이송하는 기능을 갖고 있습니다.



● 여유각에 있어서의 영향

1. 여유각을 크게하면 여유면 마모가 감소한다.
2. 여유각을 크게 하면 인선강도가 저하된다.

여유각을 작게하는 경우

- 단단한 피삭재일 때
- 인선강도를 필요로 할 때

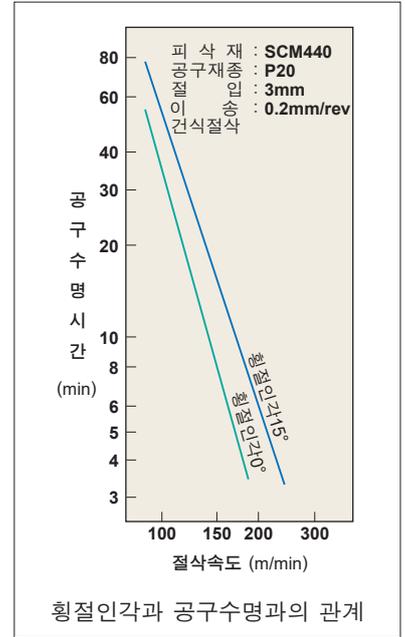
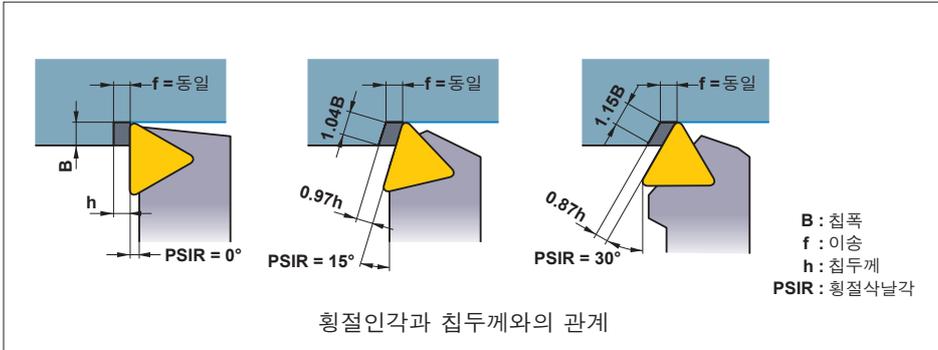
여유각을 크게하는 경우

- 부드러운 피삭재일 때
- 가공경화하기 쉬운 피삭재일 때

선삭가공의 공구 각부의 작용

■ 횡절인각

횡절인각은 충격적 하중의 완화, 이송분력과 배분력의 크기, 칩두께에 영향을 준다.

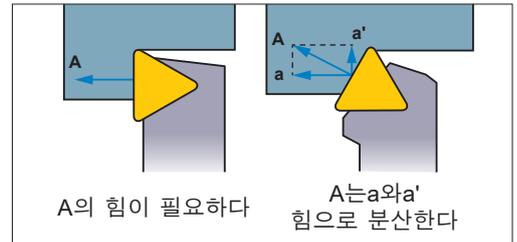


● 횡절인각에 따른 영향

- 같은 이송량이라도 횡절인각을 크게 하면, 칩의 접촉길이가 길어지고, 칩의 두께가 얇아지므로 절삭력이 긴 절인에 분산되어 공구수명이 길어집니다. (그래프 참조)
- 횡절인각을 크게 하면, a' 의 힘이 커지기 때문에, 가늘고 긴 피삭재에서는 구부러지는 현상이 나올 수 있습니다.
- 횡절인각이 커지면, 칩처리성은 나빠집니다.
- 횡절인각이 커지면, 칩절삭 두께는 얇아지고, 칩폭은 넓어지기 때문에 쉽게 파단되지 않습니다.

| 횡절인각을 작게하는 경우 |
|------------------|
| ○ 절입이 작은 정삭절삭일 때 |
| ○ 가늘고 긴 피삭재일 때 |
| ○ 기계의 강성이 낮을 때 |

| 횡절인각을 크게하는 경우 |
|----------------------|
| ○ 단단해서 발열량이 큰 피삭재일 때 |
| ○ 황삭에서 경이 큰 피삭재일 때 |
| ○ 기계에 강성이 있을 때 |

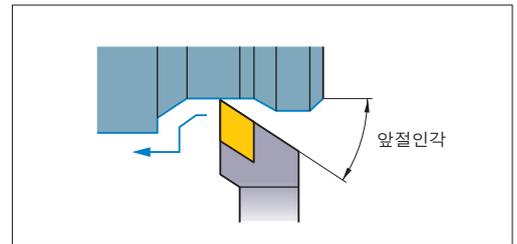


■ 앞절인각

절삭가공한 면과 공구 (의 앞 절인) 가 간섭하는 것을 방지하기 위한 각도로, 보통 5°~15입니다.

● 앞절인각에 의한 영향

- 앞절인각을 작게 하면 인선강도는 커지지만, 인선에 열이 발생하기 쉽다.
- 앞절인각을 작게 하면 절삭저항의 배분력이 증가하고, 절삭시의 떨림에 의한 진동이 발생한다.
- 앞절인각은 황삭에서는 작게하고, 정삭에서는 크게 한다.

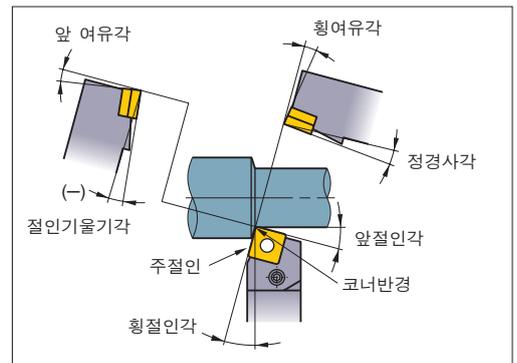


■ 절인기울기각

경사면의 경사를 나타내는 각도이며, 중절삭에서는 절삭개시점의 인선에 미치는 충격이 상당히 크기 때문에 이 충격이 인선선단에 미치지 않도록 하기 위하여 날 경사각을 설치하여 결손을 방지하도록 한다. 이 경우 선삭에서 3°~5°, 평삭에서는 10°~15°를 추천합니다.

● 절인기울기각에 의한 영향

- 인 기울기각을 마이너스로 하면 칩은 피삭재로, 플러스로하면 거꾸로 배출된다.
- 절인 기울기각을 마이너스로 하면 인선강도는 커지지만 절삭저항의 배분력이 증가하고, 떨림이 발생하기 쉽게 된다.

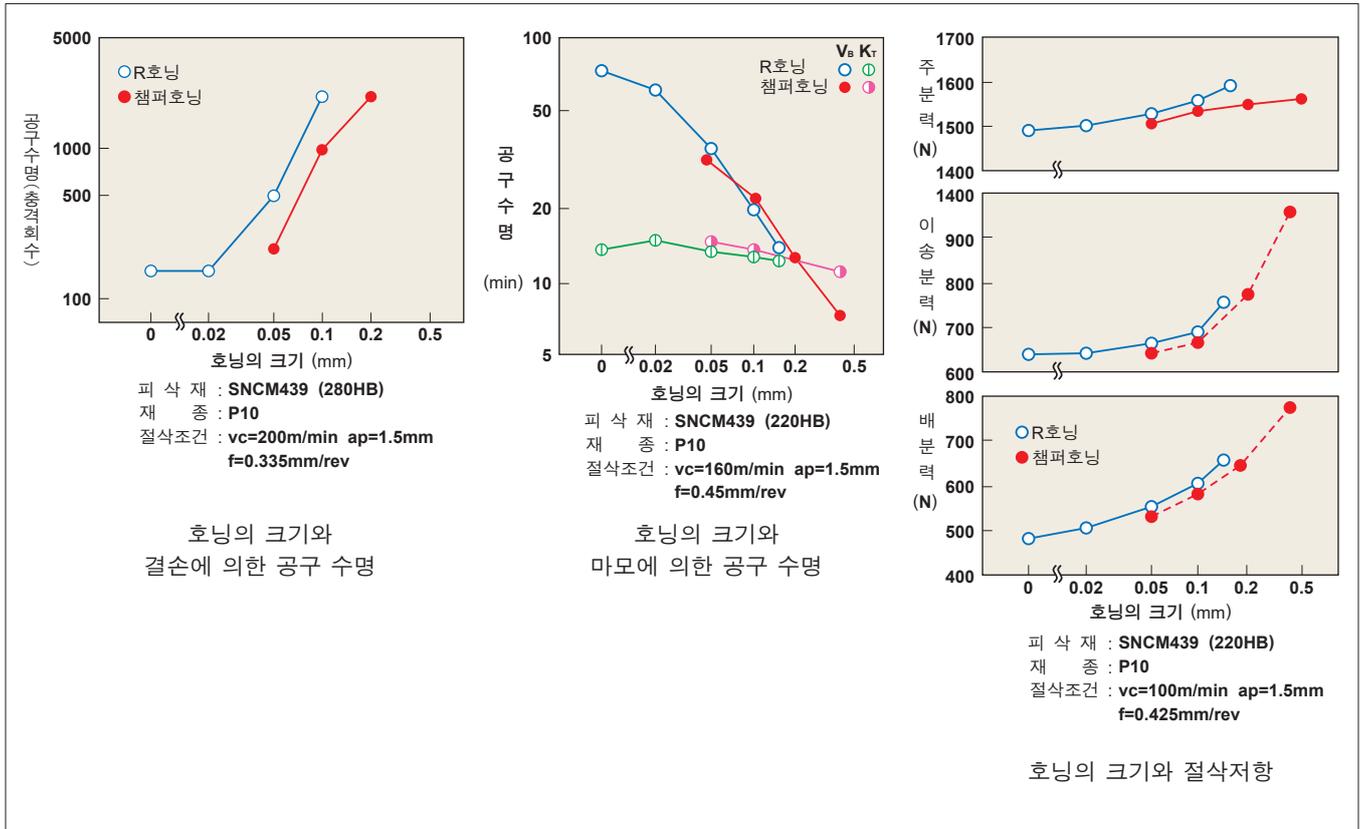
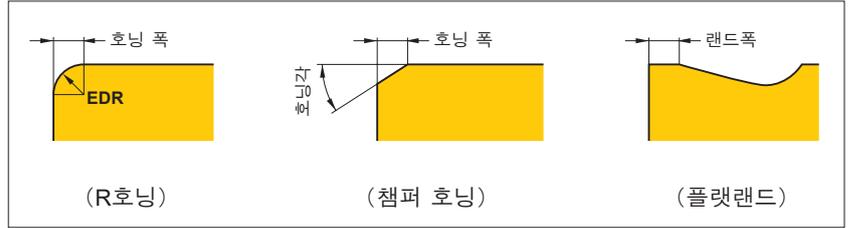


■ 호닝과 랜드

호닝, 랜드 모두 날의 강도를 유지하기 위한 인선처리입니다.

호닝에는, 날의 엿지를 둥글게 한 R호닝과 작은 면취를 한 챔퍼호닝이 있습니다. 랜드는 경사면위 또는 여유면위를 따라 설계된 폭이 좁은 띠형 면입니다.

호닝폭은 이송의 1/2정도가 최적입니다.



● 호닝량에 따른 영향

1. 호닝을 크게 하면 인선강도가 높아지고, 결손률이 감소하여, 공구수명이 향상된다.
2. 호닝을 크게 하면 여유면 마모가 생기기 쉬워 공구수명이 저하된다. 경사면 마모량은 호닝의 대소에 따른 영향을 받지않는다.
3. 호닝을 크게 하면 절삭저항이 커져, 떨림진동이 발생하기 쉬워진다.

| 호닝을 작게하는 경우 |
|------------------------|
| ○ 정삭절삭등의 미소절입, 미소이송일 때 |
| ○ 부드러운 피삭재일 때 |
| ○ 피삭재 기계에 강성이 없을 때 |

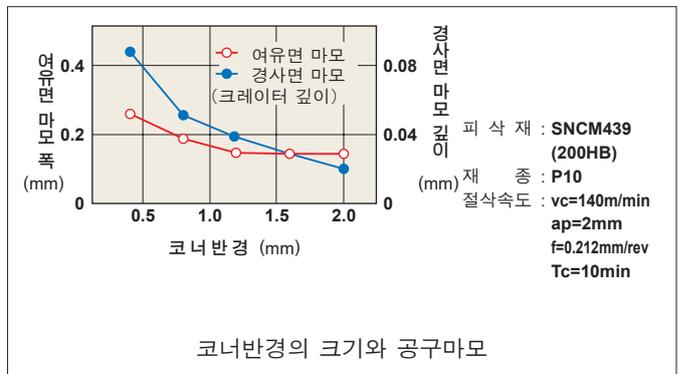
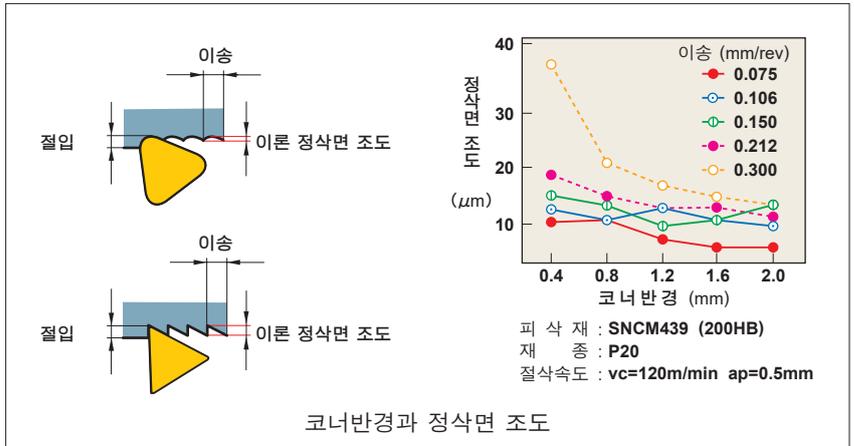
| 호닝을 크게 하는 경우 |
|----------------------------|
| ○ 단단한 피삭재일 때 |
| ○ 흑피, 단속절삭처럼 인선강도를 필요로 할 때 |
| ○ 기계에 강성이 있을 때 |

주1) 초경합금,다이아코팅, 서멧의 팁에는 미리 R호닝(표준)이 되어 있습니다.

선삭가공의 공구 각부의 작용

■ 코너반경

코너반경은 인선의 강도와 사상면 조도에 큰 영향을 미칩니다. 일반적으로는 이송의 2~3배가 적당합니다.



● 코너반경에 따른 영향

1. 코너반경을 크게 하면 정삭면 조도는 향상됩니다.
2. 코너반경을 크게 하면, 인선강도가 증가합니다.
3. 코너반경이 너무 크면 저항이 증가하고, 떨림등의 원인이 됩니다.
4. 코너반경을 크게 하면 여유면, 경사면 마모가 감소합니다.
5. 코너반경을 너무 크게 하면 칩처리성은 악화됩니다.

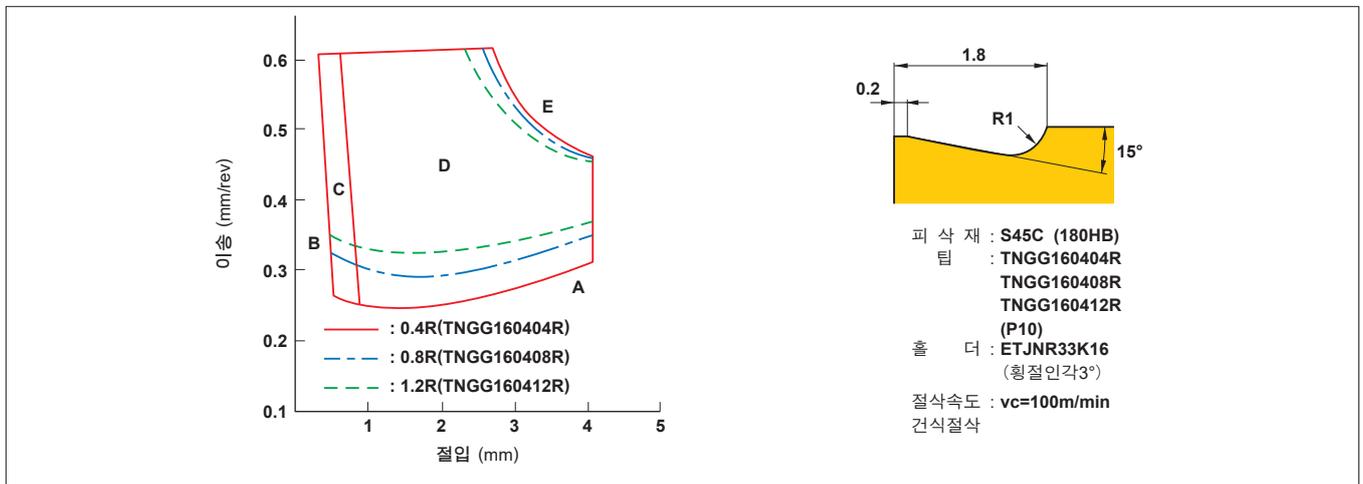
코너반경을 작게 하는 경우

- 절입이 작은 정삭절삭일 때
- 가늘고 긴 피삭재일 때
- 기계의 강성이 낮을 때

코너반경을 크게 하는 경우

- 후피, 단속절삭처럼 인선강도를 필요로 할 때
- 황삭에서 경이 큰 피삭재일 때
- 기계에 강성이 있을 때

● 코너반경과 칩처리 범위



※ 위 그래프의 A, B, C, D, E는 Q008 '강 선삭 가공에서의 절삭분 형태' 를 참조하십시오.

선삭가공의 계산식

■ 소요동력 (Pc)

$$Pc = \frac{ap \cdot f \cdot vc \cdot Kc}{60 \times 10^3 \times \eta} \text{ (kW)}$$

Pc (kW) : 소요동력
f (mm/rev) : 1회전당 이송
Kc (MPa) : 비절삭저항

ap (mm) : 절입
vc (m/min) : 절삭속도
η : (기계효율계수)

(예제) 연강을 절입3mm, 절삭속도 120m/min, 이송을 0.2mm/rev (답) 하기표에서 연강의 비절삭저항 Kc=3100MPa를
의 절삭조건에서 절삭할 때, 소요동력을 구하면(단 공식에 대입하여,
기계효율계수를 80%로 한다)

$$Pc = \frac{3 \times 0.2 \times 120 \times 3100}{60 \times 10^3 \times 0.8} = 4.65 \text{ (kW)}$$

● Kc 값

| 피삭재 재질 | 인장강도(MPa) 및 강도 | 각 이송에 대한 대비 절삭저항 Kc (MPa) | | | | |
|-----------|-------------------|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | 0.1 (mm/rev) | 0.2 (mm/rev) | 0.3 (mm/rev) | 0.4 (mm/rev) | 0.6 (mm/rev) |
| 연강 | 520 | 3610 | 3100 | 2720 | 2500 | 2280 |
| 중강 | 620 | 3080 | 2700 | 2570 | 2450 | 2300 |
| 경강 | 720 | 4050 | 3600 | 3250 | 2950 | 2640 |
| 공구강 | 670 | 3040 | 2800 | 2630 | 2500 | 2400 |
| 공구강 | 770 | 3150 | 2850 | 2620 | 2450 | 2340 |
| 크롬망간강 | 770 | 3830 | 3250 | 2900 | 2650 | 2400 |
| 크롬망간강 | 630 | 4510 | 3900 | 3240 | 2900 | 2630 |
| 크롬몰리브덴강 | 730 | 4500 | 3900 | 3400 | 3150 | 2850 |
| 크롬몰리브덴강 | 600 | 3610 | 3200 | 2880 | 2700 | 2500 |
| 니켈크롬몰리브덴강 | 900 | 3070 | 2650 | 2350 | 2200 | 1980 |
| 니켈크롬몰리브덴강 | 352HB | 3310 | 2900 | 2580 | 2400 | 2200 |
| 경질주철 | 46HRC | 3190 | 2800 | 2600 | 2450 | 2270 |
| 미하나이트주철 | 360 | 2300 | 1930 | 1730 | 1600 | 1450 |
| 회주철 | 200HB | 2110 | 1800 | 1600 | 1400 | 1330 |

■ 절삭속도 (vc)

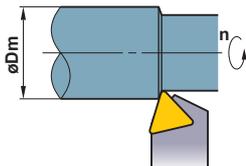
$$vc = \frac{\pi \cdot Dm \cdot n}{1000} \text{ (m/min)}$$

vc (m/min) : 절삭속도
Dm (mm) : 피삭재 직경
π (3.14) : 원주율
n (min⁻¹) : 주축회전속도

*1000으로 나누는 것은, mm를m로 고치기 위함.
(예제) 주축회전속도700min⁻¹, 피삭재의 외경φ50로 절삭하고 있다,
이때의 절삭속도를 구하면

(답) 공식에π=3.14, Dm=50, n=700을 대입하면,
$$vc = \frac{\pi \cdot Dm \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \times 50 \times 700}{1000} = 110 \text{ m/min}$$

절삭속도는 약 110m/min가 됩니다.



■ 이송 (f)

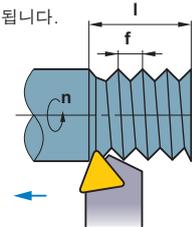
$$f = \frac{l}{n} \text{ (mm/rev)}$$

f (mm/rev) : 1회전당 이송
l (mm/min) : 매 1분간의 절삭길이
n (min⁻¹) : 주축회전속도

(예제) 주축의 회전속도500min⁻¹, 1분간의 절삭길이가
120mm/min이다, 이때의 1회전당의 이송량을 구하면

(답) 공식에 n=500, l=120을 대입하면,
$$f = \frac{l}{n} = \frac{120}{500} = 0.24 \text{ mm/rev}$$

1회전당 이송량은 0.24mm/rev가 됩니다.



■ 절삭시간 (Tc)

$$Tc = \frac{lm}{l} \text{ (min)}$$

Tc (min) : 절삭시간
lm (mm) : 공작물의 길이
l (mm/min) : 1분간의 절삭길이

(예제) 길이100mm인 피삭재를 회전속도1000min⁻¹, 이송0.2mm/rev에서
절삭했을 때, 몇 분 걸립니까?

(답) 우선, 이송과 회전속도로, 1분간의 절삭길이를 구합니다.

$$l = f \cdot n = 0.2 \times 1000 = 200 \text{ mm/min}$$

구한값을 공식에 대입하면

$$Tc = \frac{lm}{l} = \frac{100}{200} = 0.5 \text{ min}$$

0.5×60=30 (sec) 30초 걸립니다.

■ 이론 정삭면 조도 (h)

$$h = \frac{f^2}{8RE} \times 1000 (\mu\text{m})$$

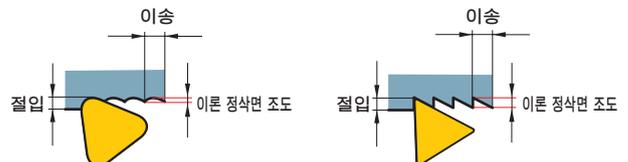
h (μm) : 정삭면 조도
f (mm/rev) : 1회전당 이송
RE(mm) : 팁 노즈 반경

(예제) 팁의 인선노즈반경0.8mm, 이송 0.2mm/rev일 때의 이론 정삭면 조도를 구하면

(답) 공식에 f=0.2mm/rev RE=0.8을 대입하면,

$$h = \frac{0.2^2}{8 \times 0.8} \times 1000 = 6.25 \mu\text{m}$$

이론 정삭면 조도는 약 6μm가 됩니다.



나사 가공 트러블 대책

| 문제점 | 현상 | 원인 | 대책 |
|----------------|--|---|---|
| 나사정도가 나쁘다 | 나사산의 각도가 제대로 들어가지 않는다 | 공구의 장착이 바르지 않다 | 인서트의 심높이를 0에 맞춘다 홀더의 기울기 (횡방향) 를 확인한다 |
| | 나사산이 낮다 | 절입량의 설정이 바르지 않다 인서트의 내마모성 또는 내소성 변형성이 부족하다 | 절입량을 수정한다 하기 「여유면 마모가 빠르다」 및 「소성변형이 크다」 란을 참조하여 주십시오 |
| 정삭면이 나쁘다 | 표면에 흔적이 남는다 | 칩이 말려들거나 접촉이 발생하고 있다 | 프랭크 인피드로 하고, 칩의 유출방향을 컨트롤 한다 M급 3차원 브레이커 인서트로 변경한다 |
| | | 인서트 절인측면이 간섭한다 | 리드각을 확인하고 적절한 시트를 선정한다 |
| | 표면에 뜯김현상이 발생한다 | 구성인선 (옹착) 이 발생한다 | 절삭속도를 올린다 절삭유의 압력과 농도를 올린다 |
| | | 절삭저항이 너무 높다 | 매 패스 (회) 의 절입량을 줄인다 |
| | 표면에 떨림이 발생한다 | 절삭속도가 너무 높다 | 절삭속도를 내린다 |
| | | 워크 또는 공구의 클램프가 충분치 않다 | 워크와 공구의 클램프상태를 재확인한다 (척압력, 클램프대) |
| 공구의 장착이 바르지 않다 | | 인서트의 심높이를 0에 맞춘다 | |
| 공구수명이 짧다 | 여유면 마모가 빠르다 | 절삭속도가 너무 빠르다 | 절삭속도를 내린다 |
| | | 패스 회수가 많고, 마찰마모가 발달하고 있다 | 패스회수를 줄여서 절인이 마찰되는 회수를 줄인다 |
| | | 정삭패스에서의 절입량이 적다 | 0.05mm 이상을 기준으로 하여, 0컷트는 하지 않는다 |
| | 좌우 절인의 마모가 균일하지 않다 | 워크의 리드각과 공구의 리드각이 맞지 않는다 | 워크의 리드각을 확인하고, 적절한 시트를 선정한다 |
| | 칩핑, 결손이 발생한다 | 절삭속도가 너무 낮다 | 절삭속도를 올린다 |
| | | | 절삭저항이 너무 높다 |
| | | 불안정한 클램프 상태로 절삭하고 있다 | 워크의 장착정도를 확인한다 |
| | | | 공구의 돌출장을 작게 한다 |
| | | | 워크와 공구의 클램프 상태를 재확인한다 (척압력, 클램프대) |
| | | 칩이 물려든다 | 쿨런트의 압력을 올려 칩을 날린다 |
| | 툴패스를 변경하고, 칩을 원활하게 처리한다 (1패스 마다의 왕복거리를 늘리고, 확실하게 절삭유를 뿌린다) | | |
| | 내경절삭은 백가공으로 변경하여, 칩이 막히지 않도록 한다 | | |
| 소성변형이 크다 | 워크에 면취가 되어 있지 않아 처음 절삭할 때의 저항이 높다 | 입구와 빠져나오는 측면에 면취 가공을 한다 | |
| | | 절삭속도가 낮고, 발열이 높다 | 절삭속도를 내린다 |
| | 절삭유의 공급이 부족하다 | 절삭유가 제대로 공급되고 있는지 재확인한다 절삭유의 압력과 농도를 올린다 | |
| | 절삭저항이 너무 높다 | 패스회수를 늘려, 1패스 마다의 절삭저항을 줄인다 | |

나사 아래구멍 경

●미터규격나사

| 규격 | 드릴경 | |
|-----------|------|------|
| | HSS | 초경 |
| M1 ×0.25 | 0.75 | 0.75 |
| M1.1×0.25 | 0.85 | 0.85 |
| M1.2×0.25 | 0.95 | 0.95 |
| M1.4×0.3 | 1.10 | 1.10 |
| M1.6×0.35 | 1.25 | 1.30 |
| M1.7×0.35 | 1.35 | 1.40 |
| M1.8×0.35 | 1.45 | 1.50 |
| M2 ×0.4 | 1.60 | 1.65 |
| M2.2×0.45 | 1.75 | 1.80 |
| M2.3×0.4 | 1.90 | 1.95 |
| M2.5×0.45 | 2.10 | 2.15 |
| M2.6×0.45 | 2.15 | 2.20 |
| M3 ×0.5 | 2.50 | 2.55 |
| M3.5×0.6 | 2.90 | 2.95 |
| M4 ×0.7 | 3.3 | 3.4 |
| M4.5×0.75 | 3.8 | 3.9 |
| M5 ×0.8 | 4.2 | 4.3 |
| M6 ×1.0 | 5.0 | 5.1 |
| M7 ×1.0 | 6.0 | 6.1 |
| M8 ×1.25 | 6.8 | 6.9 |
| M9 ×1.25 | 7.8 | 7.9 |
| M10 ×1.5 | 8.5 | 8.6 |
| M11 ×1.5 | 9.5 | 9.7 |
| M12 ×1.75 | 10.3 | 10.5 |
| M14 ×2.0 | 12.0 | 12.2 |
| M16 ×2.0 | 14.0 | 14.2 |
| M18 ×2.5 | 15.5 | 15.7 |
| M20 ×2.5 | 17.5 | 17.7 |
| M22 ×2.5 | 19.5 | 19.7 |
| M24 ×3.0 | 21.0 | — |
| M27 ×3.0 | 24.0 | — |
| M30 ×3.5 | 26.5 | — |
| M33 ×3.5 | 29.5 | — |
| M36 ×4.0 | 32.0 | — |
| M39 ×4.0 | 35.0 | — |
| M42 ×4.5 | 37.5 | — |
| M45 ×4.5 | 40.5 | — |
| M48 ×5.0 | 43.0 | — |

●미터규격나사

| 규격 | 드릴경 | | 규격 | 드릴경 | | 규격 | 드릴경 | |
|-----------|------|------|----------|------|------|----------|------|----|
| | HSS | 초경 | | HSS | 초경 | | HSS | 초경 |
| M1 ×0.2 | 0.80 | 0.80 | M20 ×2.0 | 18.0 | 18.3 | M42 ×3.0 | 39.0 | — |
| M1.1×0.2 | 0.90 | 0.90 | M20 ×1.5 | 18.5 | 18.7 | M42 ×2.0 | 40.0 | — |
| M1.2×0.2 | 1.00 | 1.00 | M20 ×1.0 | 19.0 | 19.1 | M42 ×1.5 | 40.5 | — |
| M1.4×0.2 | 1.20 | 1.20 | M22 ×2.0 | 20.0 | — | M45 ×4.0 | 41.0 | — |
| M1.6×0.2 | 1.40 | 1.40 | M22 ×1.5 | 20.5 | — | M45 ×3.0 | 42.0 | — |
| M1.8×0.2 | 1.60 | 1.60 | M22 ×1.0 | 21.0 | — | M45 ×2.0 | 43.0 | — |
| M2 ×0.25 | 1.75 | 1.75 | M24 ×2.0 | 22.0 | — | M45 ×1.5 | 43.5 | — |
| M2.2×0.25 | 1.95 | 2.00 | M24 ×1.5 | 22.5 | — | M48 ×4.0 | 44.0 | — |
| M2.5×0.35 | 2.20 | 2.20 | M24 ×1.0 | 23.0 | — | M48 ×3.0 | 45.0 | — |
| M3 ×0.35 | 2.70 | 2.70 | M25 ×2.0 | 23.0 | — | M48 ×2.0 | 46.0 | — |
| M3.5×0.35 | 3.20 | 3.20 | M25 ×1.5 | 23.5 | — | M48 ×1.5 | 46.5 | — |
| M4 ×0.5 | 3.50 | 3.55 | M25 ×1.0 | 24.0 | — | M50 ×3.0 | 47.0 | — |
| M4.5×0.5 | 4.00 | 4.05 | M26 ×1.5 | 24.5 | — | M50 ×2.0 | 48.0 | — |
| M5 ×0.5 | 4.50 | 4.55 | M27 ×2.0 | 25.0 | — | M50 ×1.5 | 48.5 | — |
| M5.5×0.5 | 5.00 | 5.05 | M27 ×1.5 | 25.5 | — | | | |
| M6 ×0.75 | 5.30 | 5.35 | M27 ×1.0 | 26.0 | — | | | |
| M7 ×0.75 | 6.30 | 6.35 | M28 ×2.0 | 26.0 | — | | | |
| M8 ×1.0 | 7.00 | 7.10 | M28 ×1.5 | 26.5 | — | | | |
| M8 ×0.75 | 7.30 | 7.35 | M28 ×1.0 | 27.0 | — | | | |
| M9 ×1.0 | 8.00 | 8.10 | M30 ×3.0 | 27.0 | — | | | |
| M9 ×0.75 | 8.30 | 8.35 | M30 ×2.0 | 28.0 | — | | | |
| M10 ×1.25 | 8.80 | 8.90 | M30 ×1.5 | 28.5 | — | | | |
| M10 ×1.0 | 9.00 | 9.10 | M30 ×1.0 | 29.0 | — | | | |
| M10 ×0.75 | 9.30 | 9.35 | M32 ×2.0 | 30.0 | — | | | |
| M11 ×1.0 | 10.0 | 10.1 | M32 ×1.5 | 30.5 | — | | | |
| M11 ×0.75 | 10.3 | 10.3 | M33 ×3.0 | 30.0 | — | | | |
| M12 ×1.5 | 10.5 | 10.7 | M33 ×2.0 | 31.0 | — | | | |
| M12 ×1.25 | 10.8 | 10.9 | M33 ×1.5 | 31.5 | — | | | |
| M12 ×1.0 | 11.0 | 11.1 | M35 ×1.5 | 33.5 | — | | | |
| M14 ×1.5 | 12.5 | 12.7 | M36 ×3.0 | 33.0 | — | | | |
| M14 ×1.0 | 13.0 | 13.1 | M36 ×2.0 | 34.0 | — | | | |
| M15 ×1.5 | 13.5 | 13.7 | M36 ×1.5 | 34.5 | — | | | |
| M15 ×1.0 | 14.0 | 14.1 | M38 ×1.5 | 36.5 | — | | | |
| M16 ×1.5 | 14.5 | 14.7 | M39 ×3.0 | 36.0 | — | | | |
| M16 ×1.0 | 15.0 | 15.1 | M39 ×2.0 | 37.0 | — | | | |
| M17 ×1.5 | 15.5 | 15.7 | M39 ×1.5 | 37.5 | — | | | |
| M17 ×1.0 | 16.0 | 16.1 | M40 ×3.0 | 37.0 | — | | | |
| M18 ×2.0 | 16.0 | 16.3 | M40 ×2.0 | 38.0 | — | | | |
| M18 ×1.5 | 16.5 | 16.7 | M40 ×1.5 | 38.5 | — | | | |
| M18 ×1.0 | 17.0 | 17.1 | M42 ×4.0 | 38.0 | — | | | |

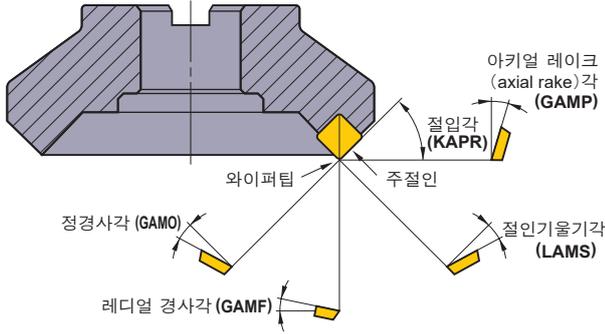
주1) 이 표의 드릴경을 사용하여 가공하는 경우는, 가공조건에 따라 드릴 구멍의 치수 정도가 변하기 때문에, 가공구멍을 측정하고, 기본홀로서 부적당한 경우는 드릴경을 변경할 필요가 있습니다.

밀링가공의 트러블 대책

| 대 책 여 인 | | 공구재종의 선정 | | 절삭 조건 | | | | | 공구형상 | | | | | 기계·장착 | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|------|----|----|------|--------------|---------------|-----|-----|---------|-----|------|---------|-------------|----------|----------|----------------|------------|-----------------|----------|--------|--|
| | | 보다 단단한 재종이든 안한다 | 인성이 있는 재종이든 안한다 | 내열충격성이 좋은 재종이든 안한다 | 내열팽창률이 좋은 재종이든 안한다 | 절삭속도 | 이송 | 절단 | 맞물림각 | 절삭유제 | | 경사각 | 코너각 | 절단강도·후각 | 커터경 | 커터날수 | 칩포켓을 크게 | 와이퍼 인서트의 사용 | 떨림성도의 향상 | 공구강도의 향상 | 윤기·윤유의 최적장점 향상 | 동물지방을 작게한다 | 동력·기계의 반동을 작게한다 | | | |
| | | | | | | | | | | 비수용성으로 한다 | 건식·습식의 재결토 | | | | | | | | | | | | | 크게 작게 | 다 소 | |
| 수명 악화 | 인서트의 마모가 빠르다 | ● | | | | | | | | ● 습식 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 절인의 결손·칩핑 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | ● | | | | | | | ● 건 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 정삭면 조각의 악화 | 정삭면이 나쁘다 | ● | | | | | | | | ● 습식 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 평면도· 평행도가 나쁘다 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 버· 칩 면 악화 | 버 발생 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 칩핑발생 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 칩 처리 | 칩이 양키고, 막힘 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

밀링가공의 공구 각부의 작용

■ 밀링커터 절인의 제각도의 기능



밀링커터의 모든 각도

| 명칭 | 기호 | 기능 | 효과 |
|----------|------|---------------|---|
| 아키살레이크 각 | GAMP | 칩배출의 방향을 결정한다 | 정일 때 : 절삭성이 좋다 |
| 래디얼레이크각 | GAMF | 절삭력을 결정한다 | 마이너스 일때 : 칩배출성이 좋다 |
| 절입각 | KAPR | 칩두께를 결정한다 | 작을 때 : 칩 두께가 아지고, 절삭시의 충격이 작다. 배분력이 높아진다. |
| 정경사각 | GAMO | 실제의 절삭력을 결정한다 | 정(대)일 때 : 절삭성이 좋아서 잘 응착하지 않는다. 부(대)일 때 : 절삭성이 나쁘지만 절인강도가 높다 |
| 절인기울기각 | LAMS | 칩배출의 방향을 결정한다 | 정(대)일 때 : 배출성이 좋고, 절인강도는 낮다 |

■ 기본날형

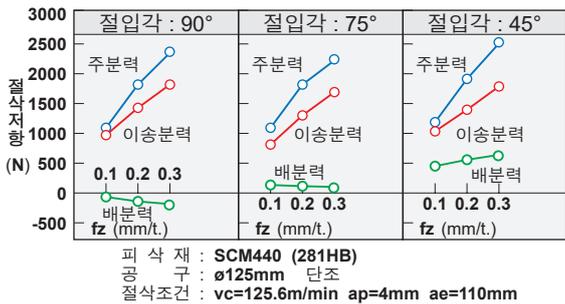
● 경사각과 +, - 의 값

• 인선이 선행하는 날형상을 포지티브 경사각이라고 한다.
 • 인선이 뒤에 오는 날형상을 네가티브 경사각이라고 한다.

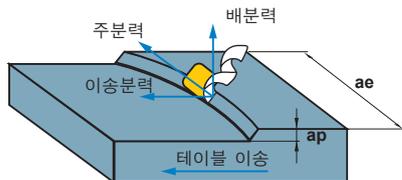
● 기본날형

| 기본날형의 조합 | (+) 아키살레이크각 양 | (-) 아키살레이크각 음 | (+) 아키살레이크각 양 |
|----------------|---------------|---------------|---------------|
| | 래디얼레이크각 양 (+) | 래디얼레이크 음 (-) | 래디얼레이크 음 (-) |
| 아키살레이크 각(GAMP) | 포지(+) | 네가(-) | 포지(+) |
| 래디얼레이크 각(GAMF) | 포지(+) | 네가(-) | 네가(-) |
| 팁 사양 | 포지티브(단면 사용) | 네가티브(양면 사용) | 포지티브(단면 사용) |
| 피삭재 | 강 용 | - | ● |
| | 주철 용 | - | ● |
| | 경합금용 | ● | - |
| | 탄삭재용 | ● | - |

■ 절입각(KAPR) 과 절삭특성



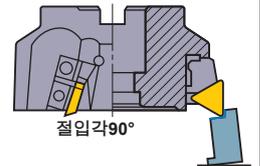
날형상별 절삭저항의 비교



밀링가공 절삭저항 3분력

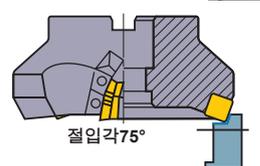
절입각 90°

배분력은 마이너스 방향으로 작용합니다. 피삭재의 클램프 강성이 낮은 경우 피삭재가 들어 올리는 현상이 발생합니다.



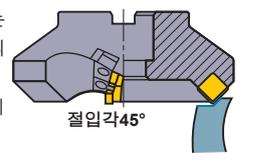
절입각 75°

얇은 판재 구조물 등 강성이 없는 피삭재를 평절삭 가공을 하는 경우에는, 절입각 75°의 밀링 커터를 추천합니다.



절입각 45°

배분력은 가장 커진다. 박육구조물에서는 피삭재에 힘이 발생해서 가공정도의 저하를 초래합니다.



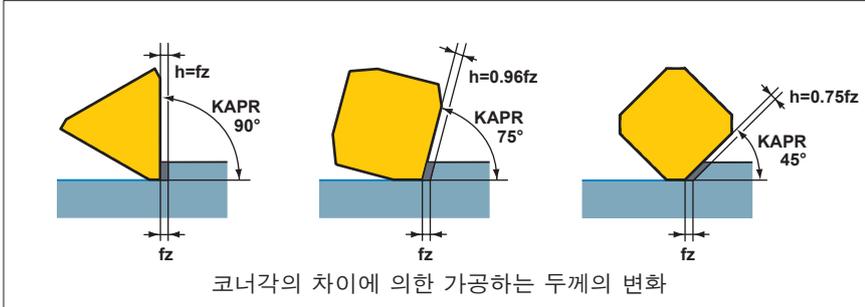
- ※ 주 분력 : 밀링커터의 회전방향에 대해 회전과는 역으로 생기는 힘
- ※ 배 분력 : 밀링커터를 축방향으로 밀어 올리는 힘
- ※ 이송분력 : 테이블이송에 의해서 생기는 이송 방향의 힘

밀링가공의 공구 각부의 작용

■ 절입각과 공구 수명

● 절입각과 칩 두께

절입량과 1날당 이송량 fz 가 일정할 경우, 하기 그림과 같이 KAPR이 작을수록 잘라내는 두께 h 는 얇게 되어 (45°에서는 90°의 70% 정도), 단위 절삭날 길이당 절삭 저항이 감소하여 공구 수명이 길어지게 됩니다. 한편, 절삭 두께 h 가 너무 크면, 이송분력의 증가에 의해 떨림 진동이 발생하여 공구 수명 저하에 원인이 됩니다.



● 절입각과 경사면 마모

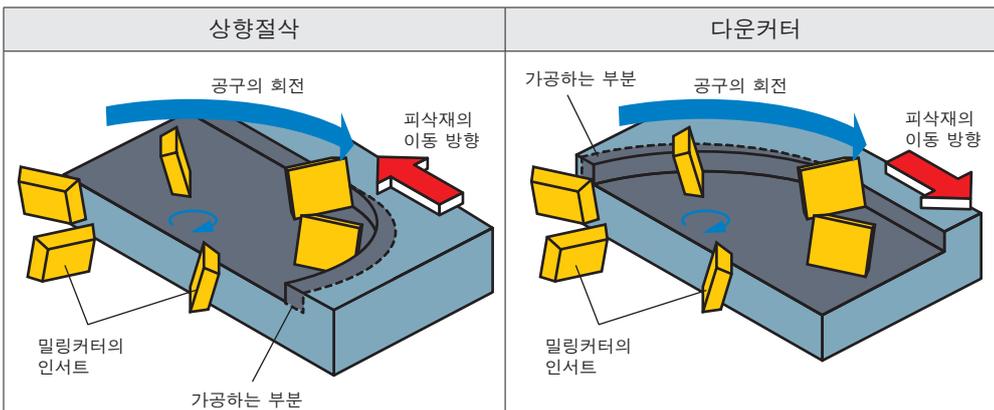
하기 표는 절입각의 차이에 의한 인선의 마모 형태입니다. 절입각 90°와 45°에서는 90°쪽이 경사면 마모가 크게 되어 있습니다.

| | 절입각90° | 절입각75° | 절입각45° |
|-------------------------|--------|--------|--------|
| vc=100m/min Tc=69min | | | |
| vc=125m/min Tc=55min | | | |
| vc=160m/min Tc=31min | | | |

피삭재 : SNM439 287HB
 공구 : DC=125mm
 팁 : M20초경합금
 절삭조건 : ap=3.0mm
 ae=110mm
 fz=0.2mm/t.
 건식절삭

■ 업커터와 다운커터

업커터와 다운커터 어느쪽의 가공방식을 선택하는가는, 공작기계와 밀링커터의 조건에 의해서 정합니다. 공구수명이라는 점에서는 일반적으로 다운커터가 유리합니다.



■ 정삭면

● 절인 돌출조절 정도

팁을 커터 본체에 셋팅했을때의 날의 돌출조절정도는, 정삭면 정도는 물론 공구 수명에도 영향을 미칩니다.

```

    graph LR
      A[높낮이] -- ① --> B[정삭면 정도 악화]
      A -- ② --> C[정삭면 정도 양호]
      B --> D[진동에 의한 칩핑]
      B --> E[마모의 급성장]
      C --> F[수명안정]
      D --> G[수명저하]
      E --> G
  
```

정면프라이스의 절인 돌출조절의 측정 및 높낮이정도

● 정삭면 조도의 향상

보통 부절인폭은 1.4mm가 표준(당사치)이므로, 커터의 정면과 완전히 평행하게 셋팅되어 있으면 이론적으로는 약간의 절인 돌출이 있어도 정삭면 정도는 유지될 것입니다.

| 실제의 문제점 | 대책 |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> · 절인의 높낮이 · 부절인의 기울기 · 커터본체의 정도 · 부품정도 · 용착, 진동, 떨림 | <p>와이퍼팁</p> <p>※ 보통팁으로 가공한 면을 재 절삭해서 평활하게 정삭한다</p> <ul style="list-style-type: none"> · 와이퍼팁은 모든 절삭날 중 1곳 또는 2곳에 셋팅합니다. · 와이퍼팁은 보통 날에서부터, 정면방향으로 0.03~0.1mm 정도 돌출하여 셋팅합니다. <p>※ 1. 사용커터 및 인서트의 조합으로 값이 달라집니다.</p> |

부절인의 돌출 및 정삭면

● 와이퍼팁의 셋팅 방법

(a) 1코너형
보통팁으로 바꾼다

(b) 2코너형
보통팁으로 바꾼다

(c) 2코너형
와이퍼팁용 서포터를 장착한다

- 와이퍼팁의 부절인 길이는 1회전당의 이송보다 길어야 한다.
- ※ 필요이상으로 길면 떨림을 유발합니다.
- 커터의 경이 크고 1회전당의 이송이, 와이퍼팁의 부절인길이 보다 큰 경우는, 2개 또는 3개 셋트합니다.
- 2곳 이상 장착시는 와이퍼팁끼리의 돌출정도에 주의하여 주십시오.
- 와이퍼팁의 공구재종은 하이그레이드(내마모성 중시)의 것을 사용하여 주십시오.

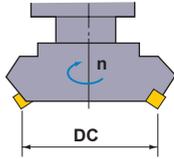
밀링가공의 계산식

■ 절삭속도 (vc)

$$vc = \frac{\pi \cdot DC \cdot n}{1000} \text{ (m/min)}$$

vc (m/min) : 절삭속도
 π (3.14) : 원주율
 DC (mm) : 커터경
 n (min⁻¹) : 주축회전속도

*1000으로 나누는 것은, mm를m로 고치기 위함



(예제) 주축회전속도 350min⁻¹, 커터의 외경φ125로 절삭하고 있다, 이때의 절삭속도를 구하면,

(답) 공식에π=3.14, DC=125, n=350을 대입하면,

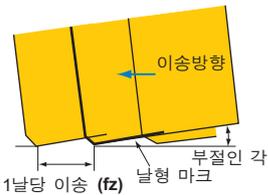
$$vc = \frac{\pi \cdot DC \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \times 125 \times 350}{1000} = 137.4 \text{ m/min}$$

을 대입하면, 절삭속도는137.4m/min가 됩니다.

■ 1날당 이송 (fz)

$$fz = \frac{vf}{z \cdot n} \text{ (mm/t.)}$$

fz (mm/t.) : 1날당 이송량
 vf (mm/min) : 매1분간의 테이블 이송속도
 n (min⁻¹) : 주축회전속도 (1회전당 이송 fz=z·fz)
 z : 날수



(예제) 주축의 회전속도500min⁻¹, 커터날수는 10날이고 테이블이송이 500mm/min일때 1날당의 이송량을 구하면,

(답) 공식에 대입하면,

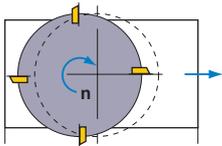
$$fz = \frac{vf}{z \cdot n} = \frac{500}{10 \times 500} = 0.1 \text{ mm/t.}$$

1날당 이송량은 0.1mm/t.가 됩니다.

■ 테이블 이송 (vf)

$$vf = fz \cdot z \cdot n \text{ (mm/min)}$$

vf (mm/min) : 매1분간의 테이블 이송속도
 fz (mm/t.) : 1날당 이송량
 n (min⁻¹) : 주축회전속도
 z : 날수



(예제) 1날당의 이송량 0.1mm/t.이고 커터의 날수가10날, 주축의 회전속도가 500min⁻¹일 때의 테이블이송을 구하면,

(답) 공식에 대입하면,

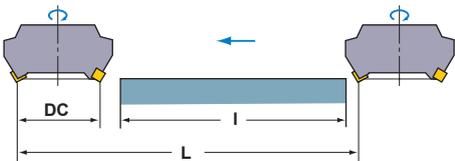
$$vf = fz \cdot z \cdot n = 0.1 \times 10 \times 500 = 500 \text{ mm/min}$$

테이블이송은 500mm/min가 됩니다.

■ 가공시간 (Tc)

$$Tc = \frac{L}{vf} \text{ (min)}$$

Tc (min) : 가공시간
 vf (mm/min) : 매1분간의 테이블 이송속도
 L (mm) : 테이블 총이송 길이(피삭재길이(L) + 플러스직경(DC))



(예제) 주철(FC200)블럭, 폭100mm, 길이300mm의 평면을 정삭하고 싶다. 밀링커터의 직경φ200, 날수16날, 절삭속도125m/min, 1날당 이송0.25mm에서 절삭시간을 구하면 (주축회전속도200min⁻¹)

(답) 매1분간의 테이블이송을 구하고,

$$vf = 0.25 \times 16 \times 200 = 800 \text{ mm/min}$$

$$\text{테이블 총이송 길이를 구하여, } L = 300 + 200 = 500 \text{ mm}$$

공식에 대입하면,

$$Tc = \frac{500}{800} = 0.625 \text{ (min)}$$

0.625x60=37.5(sec)약37.5초 걸립니다.

■ 소요동력 (Pc)

$$P_c = \frac{ap \cdot ae \cdot vf \cdot Kc}{60 \times 10^6 \times \eta}$$

Pc (kW) : 소요동력
 ae (mm) : 절삭폭
 Kc (MPa) : 비절삭저항
 ap (mm) : 절입
 vf (mm/min) : 매1분간의 테이블 이송속도
 η : (기계효율계수)

(예제) 공구강을 절입2mm, 절삭폭80mm, 테이블이송280mm/min로 절삭하고 싶다, 필요한 동력을 구하면, 단, 절삭속도는 80m/min, 커터경φ250, 날수12날, 기계효율계수는80%로 한다.

(답) 우선, 밀링의 1한날당의 이송부터 구하기 위하여 주축회전속도를 구합니다.

$$n = \frac{1000vc}{\pi DC} = \frac{1000 \times 80}{3.14 \times 250} = 101.91 \text{ min}^{-1}$$

1날당 이송 $fz = \frac{vf}{z \times n} = \frac{280}{12 \times 101.9} = 0.228 \text{ mm/t.}$

공식에 대입하면,

$$P_c = \frac{2 \times 80 \times 280 \times 1800}{60 \times 10^6 \times 0.8} = 1.68 \text{ kW}$$

● Kc값

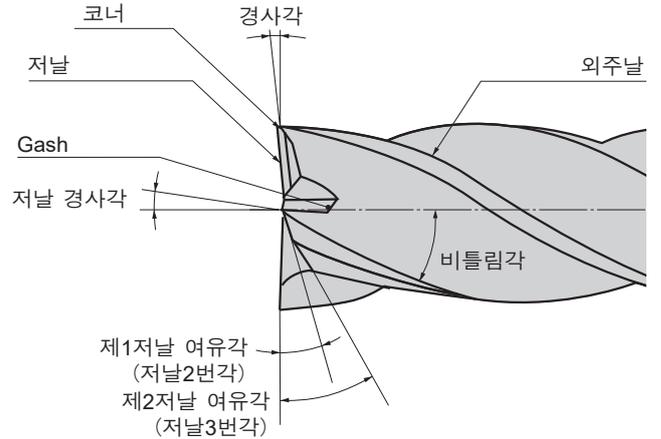
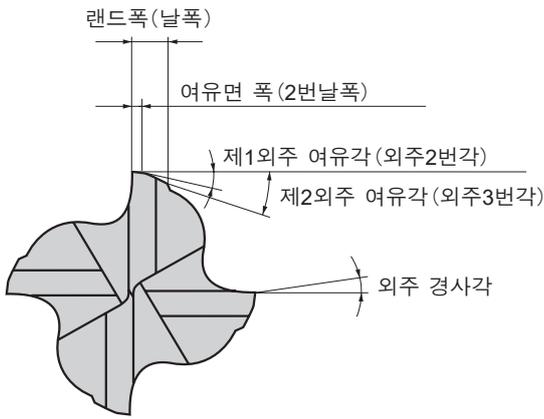
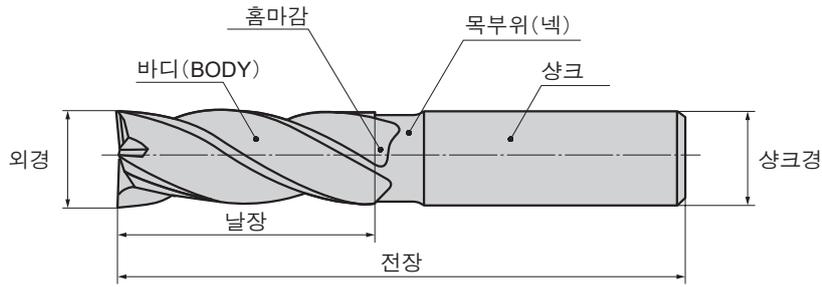
| 피삭재 재질 | 인장강도(MPa) 및 경도 | 1날당 이송에 따른 비절삭저항 Kc (MPa) | | | | |
|-------------------|----------------|---------------------------|----------|----------|----------|----------|
| | | 0.1mm/t. | 0.2mm/t. | 0.3mm/t. | 0.4mm/t. | 0.6mm/t. |
| 연강 | 520 | 2200 | 1950 | 1820 | 1700 | 1580 |
| 중강 | 620 | 1980 | 1800 | 1730 | 1600 | 1570 |
| 경강 | 720 | 2520 | 2200 | 2040 | 1850 | 1740 |
| 공구강 | 670 | 1980 | 1800 | 1730 | 1700 | 1600 |
| 공구강 | 770 | 2030 | 1800 | 1750 | 1700 | 1580 |
| 크롬망간강 | 770 | 2300 | 2000 | 1880 | 1750 | 1660 |
| 크롬망간강 | 630 | 2750 | 2300 | 2060 | 1800 | 1780 |
| 크롬몰리브덴강 | 730 | 2540 | 2250 | 2140 | 2000 | 1800 |
| 크롬몰리브덴강 | 600 | 2180 | 2000 | 1860 | 1800 | 1670 |
| 니켈크롬몰리브덴강 | 940 | 2000 | 1800 | 1680 | 1600 | 1500 |
| 니켈크롬몰리브덴강 | 352HB | 2100 | 1900 | 1760 | 1700 | 1530 |
| 오스테나이트계 스텐레스강 | 155HB | 2030 | 1970 | 1900 | 1770 | 1710 |
| 주강 | 520 | 2800 | 2500 | 2320 | 2200 | 2040 |
| 경(硬) 질주철 | 46HRC | 3000 | 2700 | 2500 | 2400 | 2200 |
| 미하나이트주철 | 360 | 2180 | 2000 | 1750 | 1600 | 1470 |
| 회주철 | 200HB | 1750 | 1400 | 1240 | 1050 | 970 |
| 황동 | 500 | 1150 | 950 | 800 | 700 | 630 |
| 경합금 (Al-Mg) | 160 | 580 | 480 | 400 | 350 | 320 |
| 경합금 (Al-Si) | 200 | 700 | 600 | 490 | 450 | 390 |
| 경합금 (Al-Zn-Mg-Cu) | 570 | 880 | 840 | 840 | 810 | 720 |

엔드밀 가공의 트러블 대책

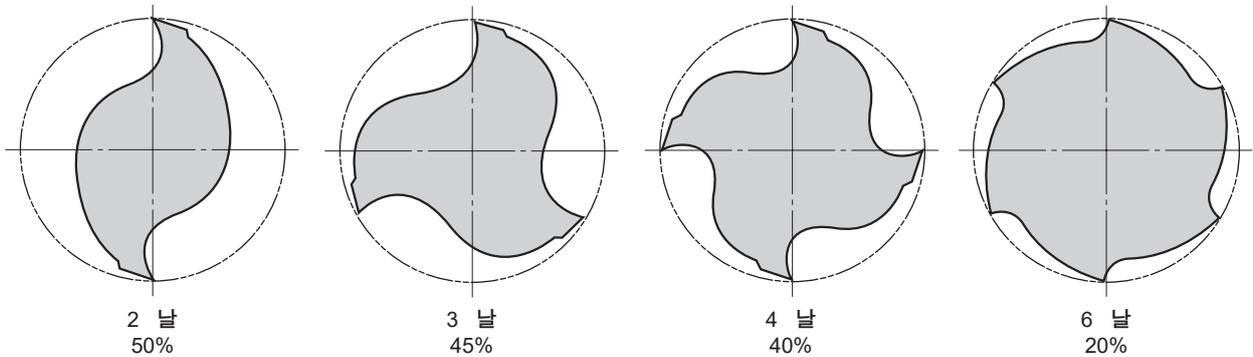
| 트러블 내용 | | 대책 요인 | 공구재종의 선정 코팅제유무 여부 | 절삭조건 | | | | | | | 공구형상 | | | | | 기계장착 | | | | | | | | |
|--------------------------|-----------------|-------------------------------|----------------------|------|----|----|---------|------|-------------|------------|-----------|------------|------|----|-----|------|----------|---------|------------|-----------|-----------------|-----------|------------|------------|
| | | | | 절삭속도 | 이송 | 절입 | 피드피치(P) | 절삭방향 | 에어를로어를 사용한다 | 절삭유제 | | | 비틀림각 | 날수 | 경사각 | 공구경 | 공구강성의 향상 | 칩포켓을 크게 | 공구출구에 활개한다 | 공구체결경도 방향 | 스핀들 콜릿 홀들링경도 향상 | 콜릿의 점진 교환 | 척 보지령을 높인다 | 워크체결경도의 향상 |
| | | | | | | | | | | 분사량을 많이 한다 | 비수용성으로 한다 | 건식·습식의 재건투 | | | | | | | | | | | | |
| 수면악화 | 외주날의 마모가 현저하다 | 논코팅품을 사용하고 있다 | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 날수가 적다 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 절삭조건의 부적정 업커터로 가공하고 있다 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 칩핑이 많다 | 절삭조건의 부적정 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 인선강도가 약하다 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 척의 체결이 불충분 체결강성이 낮다 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 가공중에 절손이 많다 | 절삭조건의 부적정 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 엔드밀의 강성이 낮다 필요 이상으로 돌출이 길다 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 칩이 막혀 있다 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 정삭면 조도의 악화 | 가공중에 떨림이 발생한다 | 절삭조건의 부적정 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 엔드밀의 강성이 낮다 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 체결강성이 낮다 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 벽면의 정삭면 조도가 나쁘다 | 절인의 마모가 크다 | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 절삭조건의 부적정 칩이 물려든다 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 저면의 요철부 각도가 없다 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 벽면의 휨 | 저면의 정삭면 조도가 나쁘다 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 피크 피드가 크다 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 절인의 마모가 크다 | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 정삭처수 정도가 나쁘다 | 절삭조건의 부적정 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 체결강성이 낮다 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 버·가공물 마무리 단계 결손이 발생하고 있다 | 절삭조건의 부적정 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 비틀림각이 크다 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 버 발생이 빠르다 | 경계마모가 발생하고 있다 | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 절삭조건의 부적정 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 칩 처리 | 가공량이 너무 크다 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 칩 포켓의 부족 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

엔드밀의 각부 명칭 · 날 수

■ 엔드밀의 각부 명칭



■ 칩 포켓 단면적 비교

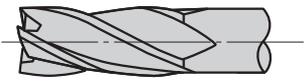
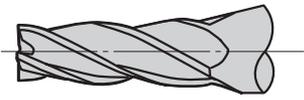
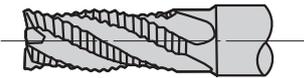
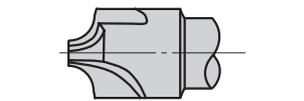


■ 날 수에 따른 엔드밀의 특징과 용도

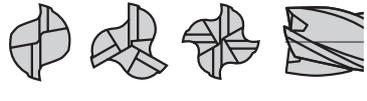
| | | 2 날 | 3 날 | 4 날 | 6 날 |
|----|----|-----------------------------------|-----------------------|--------------------|----------------------------|
| 특징 | 이점 | 칩배출성 양호 세로이송 가공 용이 절삭저항이 작다 | 칩배출성 양호 세로이송 가공 용이 | 강성이 높다 | 강성이 높다 절인의 내구성이 우수하다 |
| | 결점 | 강성이 낮다 | 외경 측정이 어렵다 | 칩배출성이 나쁘다 | 칩배출성이 나쁘다 |
| 용도 | | 흙, 측면가공 드릴가공등 사용용도가 넓다 | 흙, 측면가공 중삭가공, 정삭가공 | 얇은 흙, 측면가공 정삭가공 | 고경도재 가공 얇은 흙, 측면가공 |

엔드밀의 종류와 형상

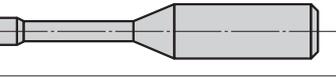
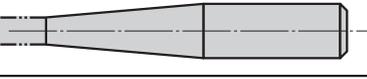
■ 외주날의 종류와 형상 예

| 종 류 | 형 상 | 특 징 |
|-------|---|---|
| 보통날 |  | 가장 범용적이고, 홈가공, 측면가공, 솔더가공등에 사용되고, 또한 황삭, 중정삭, 정삭의 어느 경우에도 사용된다. 종류가 가장 많다. |
| 테이퍼 날 |  | 금형의 테이퍼부분의 가공이나 인로부의 가공 사용된다. 보통날로 가공한 뒤 테이퍼가공에 사용한다. |
| 라핑날 |  | 날이 파도형으로 되어 있어서 칩이 작게 분단되고, 절삭저항이 작아서 황삭에 적합하다. 정삭면은 거칠기 때문에 정삭에는 맞지 않는다. 경사면 연삭이 필요하다. |
| 형상형 날 |  | 예로서 코너R가공용 커터를 나타내고 있지만, 가공부의 형상에 맞는 날형으로 한 것을 말한다. 특수품의 경우가 많다. |

■ 저날의 종류와 형상 예

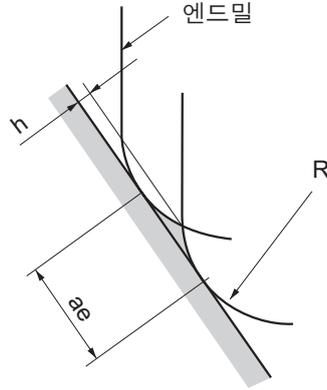
| 종 류 | 형 상 | 특 징 |
|---------------|---|--|
| 센타 구멍형 스퀘어엔드날 |  | 범용적이고, 홈가공, 측면가공, 솔더가공 등에 사용된다. 세로 절입은 할 수 없지만 연삭이 양쪽 센터를 지지하므로 재연삭 정도가 좋다. |
| 센타 컷 스퀘어엔드날 |  | 범용적이고, 홈가공, 측면가공, 솔더가공 등에 사용된다. 세로절입이 가능하지만 날수가 적을 수록 세로 절입성은 좋다. 한쪽 고정에서의 재연삭. |
| 볼엔드 날 |  | 곡면가공에는 없어서는 안되는 것이다. 선단부는 칩포켓이 작으므로 칩의 배출이 나쁘다. |
| 라디어스엔드날 |  | 코너 잔삭부의 R가공이나 피크피드 가공에 사용된다. 피크피드 가공의 경우, R은 작아도 경이 큰 엔드밀을 사용할 수 있어서 고능률 가공이 가능하다. |

■ 샹크부 및 목부위의 종류와 형상 예

| 종 류 | 형 상 | 특 징 |
|---------------|---|---|
| 표준 (스트레이트 샹크) |  | 가장 범용적으로 폭넓게 사용되고 있다. |
| 통샹크 |  | 깊은 절삭용으로 샹크가 길기때문에 사용목적에 맞는 돌출 길이로 해서 사용할 수 있습니다. |
| 통넥 |  | 가는 파이의 엔드밀로, 깊은 가공용으로서 사용되고 있지만, 보링용에도 적합합니다. |
| 테이퍼넥 |  | 금형의 구배로 된 넥부분의, 깊은 가공용에 위력을 발휘한다. |

피크피드 피치 선정표

■ 볼엔드밀, 래디어스엔드밀에 의한 피크피드가공(카운터링)



$$h = R \cdot \left[1 - \cos \left\{ \sin^{-1} \left(\frac{ae}{2R} \right) \right\} \right]$$

R : 볼 반경(RE), 코너R반경(RE)

ae: 피크피드(Pf)

h : 이론 가공면 조도

■ 엔드밀의 볼 반경 (코너R반경)과 피크피드에 의한 이론가공면조도(h)

단위 : mm

| R \ ae | 피크피드 | | | | | | | | | |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1.0 |
| 0.5 | 0.003 | 0.010 | 0.023 | 0.042 | 0.067 | 0.100 | — | — | — | — |
| 1 | 0.001 | 0.005 | 0.011 | 0.020 | 0.032 | 0.046 | 0.063 | 0.083 | 0.107 | — |
| 1.5 | 0.001 | 0.003 | 0.008 | 0.013 | 0.021 | 0.030 | 0.041 | 0.054 | 0.069 | 0.086 |
| 2 | 0.001 | 0.003 | 0.006 | 0.010 | 0.016 | 0.023 | 0.031 | 0.040 | 0.051 | 0.064 |
| 2.5 | 0.001 | 0.002 | 0.005 | 0.008 | 0.013 | 0.018 | 0.025 | 0.032 | 0.041 | 0.051 |
| 3 | | 0.002 | 0.004 | 0.007 | 0.010 | 0.015 | 0.020 | 0.027 | 0.034 | 0.042 |
| 4 | | 0.001 | 0.003 | 0.005 | 0.008 | 0.011 | 0.015 | 0.020 | 0.025 | 0.031 |
| 5 | | 0.001 | 0.002 | 0.004 | 0.006 | 0.009 | 0.012 | 0.016 | 0.020 | 0.025 |
| 6 | | 0.001 | 0.002 | 0.003 | 0.005 | 0.008 | 0.010 | 0.013 | 0.017 | 0.021 |
| 8 | | | 0.001 | 0.003 | 0.004 | 0.006 | 0.008 | 0.010 | 0.013 | 0.016 |
| 10 | | | 0.001 | 0.002 | 0.003 | 0.005 | 0.006 | 0.008 | 0.010 | 0.013 |
| 12.5 | | | 0.001 | 0.002 | 0.003 | 0.004 | 0.005 | 0.006 | 0.008 | 0.010 |

| R \ ae | 피크피드 | | | | | | | | | |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.7 | 1.8 | 1.9 | 2.0 |
| 0.5 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1.5 | 0.104 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2 | 0.077 | 0.092 | 0.109 | — | — | — | — | — | — | — |
| 2.5 | 0.061 | 0.073 | 0.086 | 0.100 | — | — | — | — | — | — |
| 3 | 0.051 | 0.061 | 0.071 | 0.083 | 0.095 | 0.109 | — | — | — | — |
| 4 | 0.038 | 0.045 | 0.053 | 0.062 | 0.071 | 0.081 | 0.091 | 0.103 | — | — |
| 5 | 0.030 | 0.036 | 0.042 | 0.049 | 0.057 | 0.064 | 0.073 | 0.082 | 0.091 | 0.101 |
| 6 | 0.025 | 0.030 | 0.035 | 0.041 | 0.047 | 0.054 | 0.061 | 0.068 | 0.076 | 0.084 |
| 8 | 0.019 | 0.023 | 0.026 | 0.031 | 0.035 | 0.040 | 0.045 | 0.051 | 0.057 | 0.063 |
| 10 | 0.015 | 0.018 | 0.021 | 0.025 | 0.028 | 0.032 | 0.036 | 0.041 | 0.045 | 0.050 |
| 12.5 | 0.012 | 0.014 | 0.017 | 0.020 | 0.023 | 0.026 | 0.029 | 0.032 | 0.036 | 0.040 |

기술자료

Q

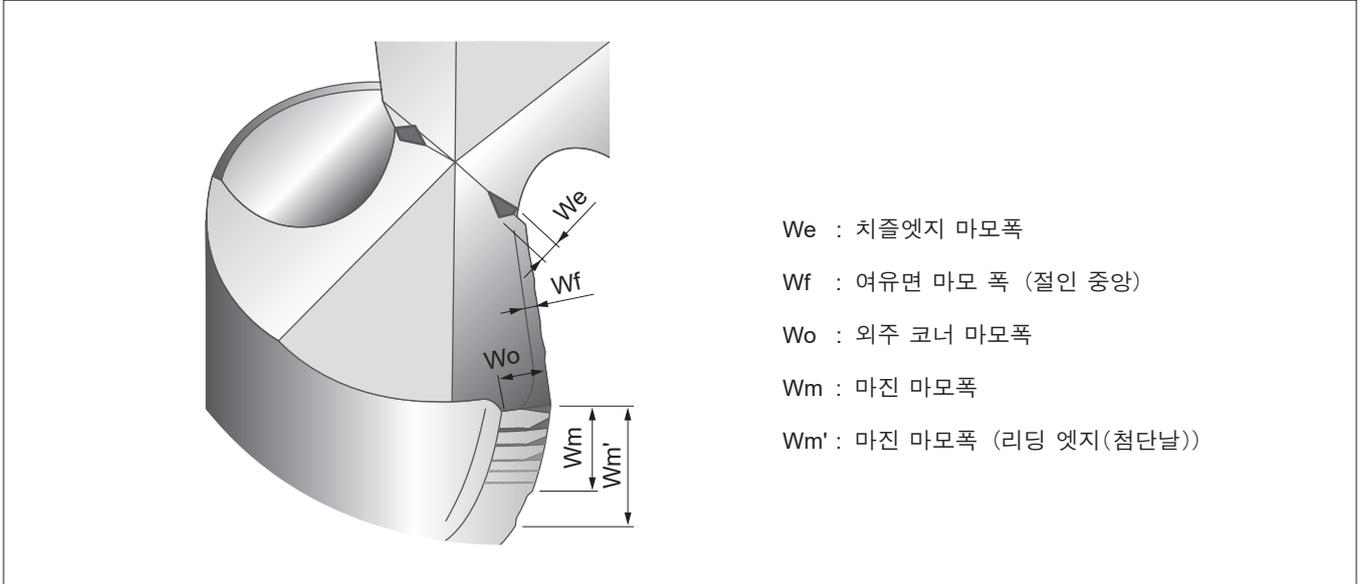
드릴가공 트러블 대책

| 대 책 요 인 트러블 내용 | | 절삭 조건 | | | | | | | 공구 형상 | | | | | 기계·장착 | | | | | | | | |
|------------------------------------|-----------------------------|---|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------------|------------|----------|----------|-----|-----|------|------------|-----------------|----------------|----------------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-----------------|
| | | 절삭속도 | 이송 | 절삭깊이 수위에 내린다 | 관통깊이 수위에 내린다 | 스텝피드 가량이 변한다 | 밀구멍 점진적의 향상 깊이의 증대 | 절삭유제 | | | 치출폭 | 후연폭 | 두꺼운심 | 흡입기를 짧게 한다 | 양절연의 높이차를 작게 한다 | 내부밀착유압드릴을 사용한다 | X형선공(thinning)이므로 한다 | 공구 체결경도의 향상 | 공구출출장을 짧게 한다 | 가공물 점진적 평활하게 | 워크 체결강성의 향상 | 기계의 반동 억제 강성 향상 |
| | | | | | | | | 회전력을 절게 한다 | 가공면에 기름다 | 가공면에 기름다 | | | | | | | | | | | | |
| 수평 의 확 | 드릴이 절손한다 | 드릴강성의 부족 절삭조건 부적정 파지구의 흔들림이 크다 첫 가공면이 경사져 있다 | ● ↘ | | | | | | | | ● ↗ | ● | | | | | | | ● | | | ● |
| | 외주날· 마진부의 마모 대 | 절삭조건 부적정 가공점에서 절삭열의 상승 떨림정도가 나쁘다 | ● ↘ | | | | ● | ● | | | | | | | ● | | | | | | | |
| | 외주날의 칩핑 | 절삭조건 부적정 파지구의 흔들림이 크다 떨림, 진동이 발생한다 | ● ↘ | | | ● | | | | | | | | | | | | | ● | | | ● |
| | 치출부의 칩핑 | 치출의 폭이 넓다 가공시작점의 가공성이 나쁘다 떨림, 진동이 발생한다 | | | ● | | | | | ● ↘ | | | | | | | | | | | | ● |
| 구멍 경도의 확 | 구멍 경이 확대된다 | 드릴강성의 부족 드릴 형상이 부적정 | | | | | | | | | ● ↗ | ● | | ● | | | | | | | | |
| | 구멍경이 축소 된다 | 가공점에서 절삭열의 상승 절삭조건 부적정 드릴 형상이 부적정 | ● ↘ | | | | | ● | ● | | | | | ● | | | | | | | | |
| | 진척도가 나쁘다 | 드릴강성의 부족 파지구의 흔들림이 크다 가이드성의 부족 | | | | | ● | | | | ● ↗ | ● | | | | | | | ● | | | ● |
| | 구멍 위치정도· 진원도·면조도가 나쁘다 | 드릴강성의 부족 가공시작점의 가공성이 나쁘다 절삭조건 부적정 파지구의 흔들림이 크다 | | | ● | | | | | | ● ↗ | ● | | | | ● | | | | | | ● |
| 버 | 천공가공 버가 크다 | 드릴 형상이 부적정 절삭조건 부적정 | | | ● | | | | | ● ↘ | | | | | | | | | | | | |
| | 칩 처리 | 칩이 길다 | 절삭조건 부적정 칩배출성의 부족 | ● ↗ | | | ● | | | | | ● ↘ | | | ● | | | | | | | |
| 칩이 막힌다 | | 절삭조건 부적정 칩배출성의 부족 | ● ↘ | ● ↘ | | | ● | | | | | ● ↘ | | | ● | | | | | | | |

드릴의 마모상태 · 절인 손상

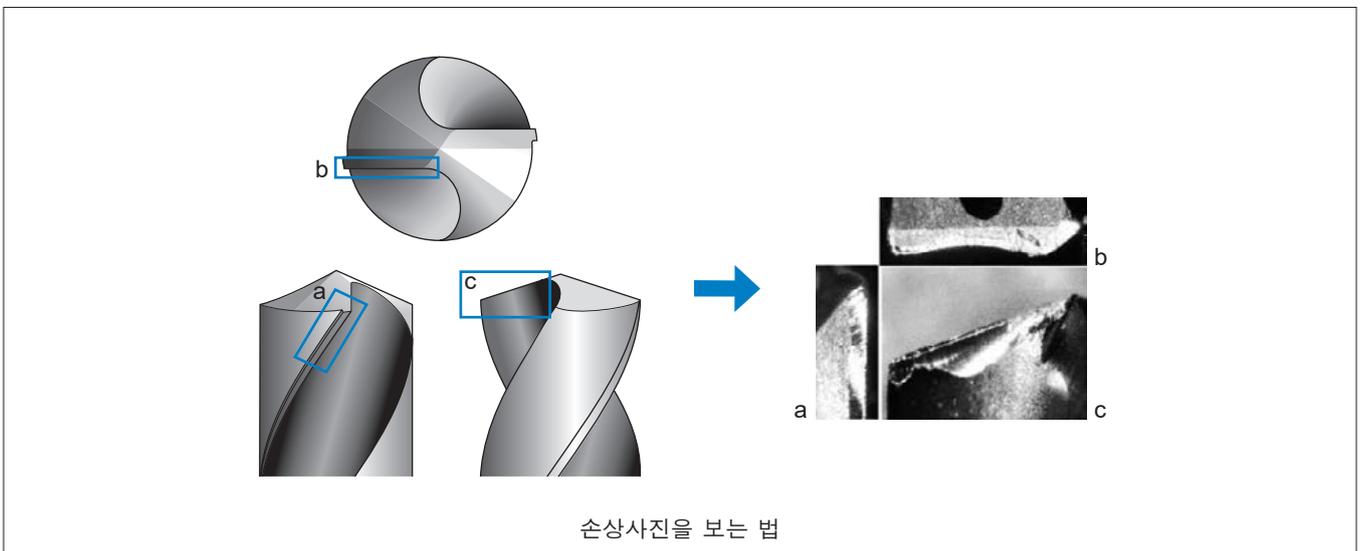
■드릴의 마모상태

드릴인선의 마모에는 아래 그림 같은 것이 있습니다. 마모의 발생이나 양은, 피삭재나 절삭조건에 따라 달라지지만 보통 외주마모가 가장 커서, 이것이 드릴수명을 대부분 차지하고 있습니다. 재연삭은 선단의 여유면 마모를 연마하기 때문에 결손이 큰 손상이 있으면 재연삭량도 커질 필요가 있습니다.



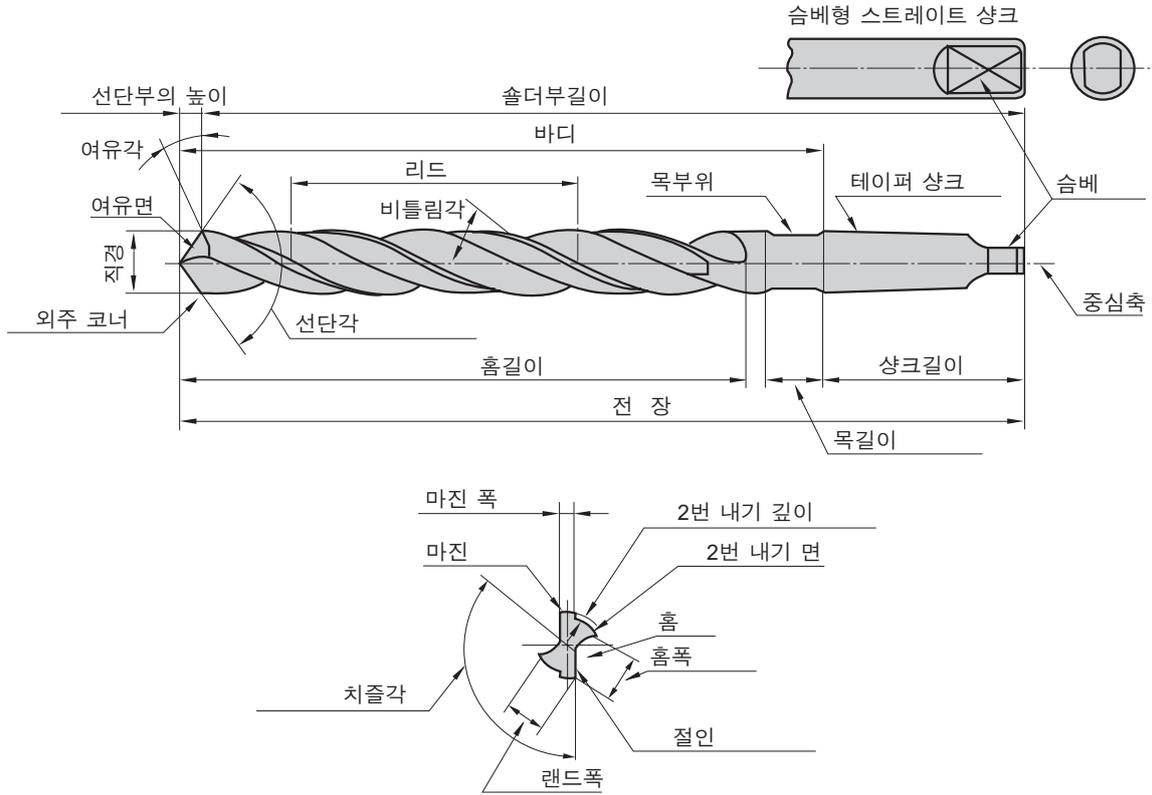
■절인의 손상

드릴 가공을 하면 드릴의 인선에 칩핑이나 결손, 이상마모가 발생하는 수가 있습니다. 이와 같은 경우, 확대하여 관찰해서 요인을 규명하고 대책을 취하는 것이 중요합니다.



드릴 각부의 명칭 및 형상과 절삭특성

■드릴 각부의 명칭



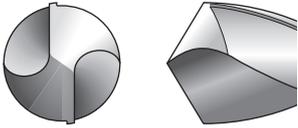
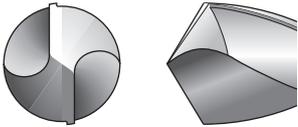
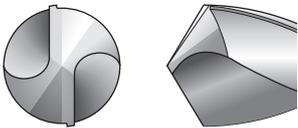
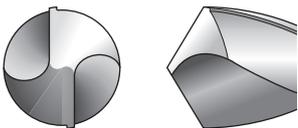
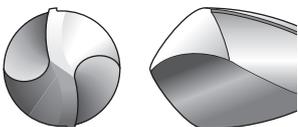
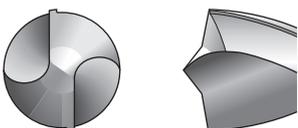
■형상제원과 절삭특성

| | |
|----------|--|
| 비틀림각 | <p>드릴 축방향에 대한 흠 경사각으로 바이트의 경사각에 해당된다. 드릴의 경사각은, 날의 위치에 따라 다르고 외주부가 더 크고 중심을 향할수록 작아진다. 치즐엣지 부분에서는 음(-)의 경사각으로 되고 피삭재를 누르게 된다.</p> <p style="text-align: center;">고경도재 <←·· 경사각 ··> 대 연질재(알루미늄 등)</p> |
| 날장 | <p>가공구멍의 깊이, 부쉬장, 재연삭값 등에 의해 결정되지만, 드릴의 수명에의 영향이 크기 때문에 가능한 한 짧게 설정할 필요가 있다.</p> |
| 선단각 | <p>일반적으로는118°이지만, 용도에 따라 설정한다.</p> <p style="text-align: center;">연질재이면서 피삭성이 좋은 재료 <←·· 선단각 ··> 대 단단한 피삭재와 고능률 가공용</p> |
| 두꺼운 심 | <p>드릴의 강성과 칩배출성을 생각하는데 있어서 중요한 요소이다. 용도에 맞춰서 설정한다.</p> <p style="text-align: center;"> 절삭저항 소 } <←·· 두꺼운 심 ··> 대 { 절삭저항 대 강성 소 } <←·· 두꺼운 심 ··> 대 { 강성 대 칩배출성 양호 } <←·· 두꺼운 심 ··> 대 { 칩배출성 저하 피삭성이 좋은 재료 } <←·· 두꺼운 심 ··> 대 { 고경도재, 교차구멍 가공용 등 </p> |
| 마진 | <p>선단부는 드릴의 직경을 결정하고, 가공시에는 드릴의 안내(가이드) 역할을 한다. 마진폭은 가공구멍과의 마찰을 고려해서 결정한다.</p> <p style="text-align: center;">가이드성이 뒤떨어진 다 <←·· 마진 폭 ··> 대 가이드성 양호</p> |
| 직경 백 테이퍼 | <p>가공한 구멍내면과의 마찰을 적게 하기 위하여, 선단에서 상크쪽으로 테이퍼를 부착한다. 일반적으로 흠길이 100mm 에 대한 직경의 감소량으로 나타내고, 0.04~0.1mm정도 이다. 고능률가공용 드릴이나 가공구멍의 조임이 발생하는 피삭재의 경우는 크게 설정한다.</p> |

■선단날 형상의 변경과 효과

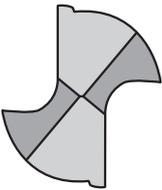
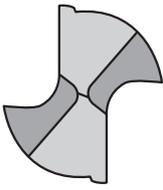
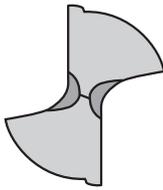
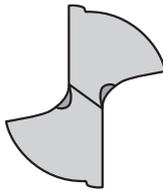
드릴의 선단날 형상은 최적의 선단각을 유지하고, 아래표와 같이 피삭재, 요구되는 구멍의 정도, 재연삭의 용이성에 따라서 변경할 수가 있습니다.

●대표적인 선단 절인 형상

| 연삭 호칭 | 형 상 | 특징 · 효과 | 용 도 |
|----------|---|--|------------------------------|
| 원추 |  | · 여유면을 원추면으로 연삭하기 때문에 바깥원보다도 중심부에 다가갈 수록 여유각이 커진다 | · 일반용 |
| 평면 |  | · 2면 여유면을 평면으로 연삭 · 연삭이 용이 | · 주로 소경드릴용 |
| 스리 레이크 |  | · 치즐부가 없으므로 구심성이 좋고, 구멍 확대대도 적다 · 특수연삭반이 필요 · 3면 평면연삭 | · 구멍정도, 위치결정, 정도가 좋은 구멍가공용 |
| 스파이럴 포인트 |  | · 드릴 중심부근의 여유각을 크게 하기 위해 원추연삭을 더욱 변칙비틀림으로 하고 있다 · 치즐 엿지가 S형이어서 구심성과 가공정도가 좋다 | · 고정도의 구멍가공용 |
| 래디얼 립 |  | · 절인을 R로 연삭함으로써, 더욱 부하의 분산을 도모하고 있다 · 가공정도나 정삭면 조도가 좋다 · 뿔린구멍에서는 저면의 버가 적다 · 전용 연삭반이 필요 | · 주철, 경합금용 · 주철판용 · 철강 |
| 촛불 |  | · 단면이 촛불형상같은 모양을 하고 있어서 구심성이 좋고, 통과할 때의 충격이 적다 | · 박판의 구멍가공용 |

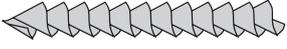
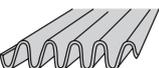
■씨닝

드릴날의 경사각은 드릴 중심부에 가까울수록 작고, 치즐엿지 부분에서는 음(-)의 경사각이 됩니다. 절삭시의 드릴중심부는, 피삭재를 짓누르게 되어 절삭저항의 50~70%를 발생시킵니다. 드릴의 절삭저항의 감소와 치즐엿지부에서 생성된 칩의 조기배출 및 정삭성 향상을 위해, 씨닝이 대단한 효과가 있습니다.

| 형 상 |  |  |  |  |
|-------|---|---|--|---|
| | X형 | XR형 | S형 | N형 |
| 특 징 | 스러스트 하중이 대폭 감소되고 정삭성이 향상된다. 비교적 심 두께가 큰 경우에 유효. | X형과 비교해 약간 정삭성이 떨어지지만 날강도가 높고, 피삭재의 적용범위가 넓다. 긴수명. | 연삭이 용이하고, 일반적으로 많이 사용된다. | 비교적 심 두께가 큰 경우에 유효. |
| 주된 용도 | 일반가공, 깊은구멍가공. | 일반가공 스텐레스 강 가공 | 강, 주철, 비철금속의 일반가공 | 깊은구멍가공 |

드릴 각부의 명칭 및 형상과 절삭특성

■ 드릴 가공에서의 칩

| 칩의 종류 | 형상 | 특징과 배출성 |
|-------|---|--|
| 원추나선형 |  | 절입에서 선형으로 유출된 칩이 홈에 의해 구부러져서 생성된다. 연성재의 이송이 낮은 경우에 발생한다. 여러 번 꺾이 된 뒤 부러지는 경우에 칩배출성은 좋다. |
| 장피치형 |  | 생성된 칩이 꺾이 되지 않고 그대로 배출된 것으로 배출후 드릴에 엉키기 쉽다. |
| 부채형 |  | 드릴 홈과 가공구멍벽의 구속에 의해 파손된 칩으로, 이송이 빠를 경우등에 발생한다. 칩처리가 양호하다. |
| 전이절단형 |  | 원추나선형으로 생성된 칩이 가공구멍벽의 구속을 받아 장피치형으로 이행되기 직전에 재료의 연성(延性)부족등으로 파단된 칩. 칩배출성, 칩처리 모두 비교적 양호하다. |
| 지그재그형 |  | 생성된 칩이 홈형상이나 재료 특성상의 기복에 따라, 그대로 접혀지면서 생긴 것. 홈에 막히기 쉽다. |
| 바늘모양 |  | 연한 재료나 작은 반경으로 절한 경우, 진동에 의해 파단된 경우의 칩. 비교적 배출성은 좋지만 홈 안에 가득 막히는 일이 있다. |

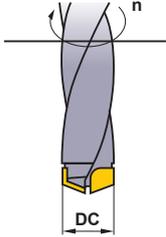
드릴가공의 계산식

■ 절삭속도 (vc)

$$vc = \frac{\pi \cdot DC \cdot n}{1000} \text{ (m/min)}$$

vc (m/min): 절삭속도
 π (3.14) : 원주율
 DC (mm) : 드릴경
 n (min⁻¹) : 주축회전속도

*1000으로 나누는 것은, mm를m로 고치기 위함



(예제) 주축회전속도1350min⁻¹, 드릴경 ϕ 12로 드릴가공을 한다. 이때의 절삭속도를 구하면,

(답) 공식에 $\pi=3.14, DC=12, n=1350$ 을 대입하면,

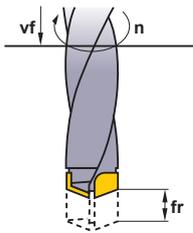
$$vc = \frac{\pi \cdot DC \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \times 12 \times 1350}{1000} = 50.9 \text{ m/min}$$

절삭속도는50.9m/min가 됩니다.

■ 주축이송 (vf)

$$vf = fr \cdot n \text{ (mm/min)}$$

vf (mm/min): 주축(Z축)이송 속도
 fr (mm/rev) : 1회전당의 이송량
 n (min⁻¹) : 주축회전속도



(예제) 1회전당의 이송0.2mm/rev로 회전속도가1350min⁻¹일때의 주축이송속도를 구하면,

(답) 공식에 대입하면,

$$vf = fr \times n = 0.2 \times 1350 = 270 \text{ mm/min}$$

주축 이송은 270mm/min가 됩니다.

■ 드릴가공 시간(Tc)

$$Tc = \frac{ld \cdot i}{n \cdot fr}$$

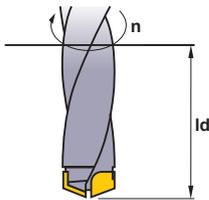
Tc (min) : 가공시간
 n (min⁻¹) : 주축회전속도
 ld (mm) : 드릴가공 길이
 fr (mm/rev): 1회전당 이송
 i: 구멍 수

(예제) SCM440인 강에 ϕ 15, 깊이30mm인 드릴가공을 한다. 절삭속도50m/min, 이송0.15mm/rev로 한다.이때의 절삭시간을 구하면,

(답) 주축회전속도 $n = \frac{50 \times 1000}{15 \times 3.14} = 1061.57 \text{ min}^{-1}$

$$Tc = \frac{30 \times 1}{1061.57 \times 0.15} = 0.188$$

= 0.188×60≈11.3 sec 초로 드릴가공이 가능하다.



금속재료기호 대조표

■ 탄소강

| 일본 | 독일 | | 영국 | | 프랑스 | 이탈리아 | 스페인 | 스웨덴 | 아메리카 | 중국 |
|----------------------|--------|----------|-----------|-----|-----------|------------|-------------------|------|----------|-------|
| JIS | W-nr. | DIN | BS | EN | AFNOR | UNI | UNE | SS | AISI/SAE | GB |
| STKM 12A STKM 12C | 1.0038 | RSt.37-2 | 4360 40 C | - | E 24-2 Ne | - | - | 1311 | A570.36 | 15 |
| - | 1.0401 | C15 | 080M15 | - | CC12 | C15, C16 | F.111 | 1350 | 1015 | 15 |
| - | 1.0402 | C22 | 050A20 | 2C | CC20 | C20, C21 | F.112 | 1450 | 1020 | 20 |
| SUM22 | 1.0715 | 9SMn28 | 230M07 | 1A | S250 | CF9SMn28 | F.2111 11SMn28 | 1912 | 1213 | Y15 |
| SUM22L | 1.0718 | 9SMnPb28 | - | - | S250Pb | CF9SMnPb28 | 11SMnPb28 | 1914 | 12L13 | - |
| - | 1.0722 | 10SPb20 | - | - | 10PbF2 | CF10Pb20 | 10SPb20 | - | - | - |
| - | 1.0736 | 9SMn36 | 240M07 | 1B | S300 | CF9SMn36 | 12SMn35 | - | 1215 | Y13 |
| - | 1.0737 | 9SMnPb36 | - | - | S300Pb | CF9SMnPb36 | 12SMnP35 | 1926 | 12L14 | - |
| S15C | 1.1141 | Ck15 | 080M15 | 32C | XC12 | C16 | C15K | 1370 | 1015 | 15 |
| S25C | 1.1158 | Ck25 | - | - | - | - | - | - | 1025 | 25 |
| - | 1.8900 | StE380 | 4360 55 E | - | - | FeE390KG | - | 2145 | A572-60 | - |
| - | 1.0501 | C35 | 060A35 | - | CC35 | C35 | F.113 | 1550 | 1035 | 35 |
| - | 1.0503 | C45 | 080M46 | - | CC45 | C45 | F.114 | 1650 | 1045 | 45 |
| - | 1.0726 | 35S20 | 212M36 | 8M | 35MF4 | - | F210G | 1957 | 1140 | - |
| - | 1.1157 | 40Mn4 | 150M36 | 15 | 35M5 | - | - | - | 1039 | 40Mn |
| SMn438(H) | 1.1167 | 36Mn5 | - | - | 40M5 | - | 36Mn5 | 2120 | 1335 | 35Mn2 |
| SCMn1 | 1.1170 | 28Mn6 | 150M28 | 14A | 20M5 | C28Mn | - | - | 1330 | 30Mn |
| S35C | 1.1183 | Cf35 | 060A35 | - | XC38TS | C36 | - | 1572 | 1035 | 35Mn |
| S45C | 1.1191 | Ck45 | 080M46 | - | XC42 | C45 | C45K | 1672 | 1045 | Ck45 |
| S50C | 1.1213 | C50 | 060A52 | - | XC48TS | C53 | - | 1674 | 1050 | 50 |
| - | 1.0535 | C55 | 070M55 | 9 | - | C55 | - | 1655 | 1055 | 55 |
| - | 1.0601 | C60 | 080A62 | 43D | CC55 | C60 | - | - | 1060 | 60 |
| S55C | 1.1203 | Ck55 | 070M55 | - | XC55 | C50 | C55K | - | 1055 | 55 |
| S58C | 1.1221 | Ck60 | 080A62 | 43D | XC60 | C60 | - | 1678 | 1060 | 60Mn |
| - | 1.1274 | Ck101 | 060A96 | - | XC100 | - | F.5117 | 1870 | 1095 | - |
| SK3 | 1.1545 | C105W1 | BW1A | - | Y105 | C36KU | F.5118 | 1880 | W1 | - |
| SUP4 | 1.1545 | C105W1 | BW2 | - | Y120 | C120KU | F.515 | 2900 | W210 | - |

■ 합금강

| 일본 | 독일 | | 영국 | | 프랑스 | 이탈리아 | 스페인 | 스웨덴 | 아메리카 | 중국 |
|--------------------------|--------|------------|--------------|------|--------|--------------------|------------|------|---------------|---------|
| JIS | W-nr. | DIN | BS | EN | AFNOR | UNI | UNE | SS | AISI/SAE | GB |
| SM400A, SM400B SM400C | 1.0144 | St.44.2 | 4360 43 C | - | E28-3 | - | - | 1412 | A573-81 | - |
| SM490A, SM490B SM490C | 1.0570 | St52-3 | 4360 50 B | - | E36-3 | Fe52BFN Fe52CFN | - | 2132 | - | - |
| - | 1.0841 | St52-3 | 150M19 | - | 20MC5 | Fe52 | F.431 | 2172 | 5120 | - |
| - | 1.0904 | 55Si7 | 250A53 | 45 | 55S7 | 55Si8 | 56Si7 | 2085 | 9255 | 55Si2Mn |
| - | 1.0961 | 60SiCr7 | - | - | 60SC7 | 60SiCr8 | 60SiCr8 | - | 9262 | - |
| SUJ2 | 1.3505 | 100Cr6 | 534A99 | 31 | 100C6 | 100Cr6 | F.131 | 2258 | ASTM 52100 | GCr15 |
| - | 1.5415 | 15Mo3 | 1501-240 | - | 15D3 | 16Mo3KW | 16Mo3 | 2912 | ASTM A204Gr.A | - |
| - | 1.5423 | 16Mo5 | 1503-245-420 | - | - | 16Mo5 | 16Mo5 | - | 4520 | - |
| - | 1.5622 | 14Ni6 | - | - | 16N6 | 14Ni6 | 15Ni6 | - | ASTM A350LF5 | - |
| - | 1.5662 | X8Ni9 | 1501-509-510 | - | - | X10Ni9 | XBNI09 | - | ASTM A353 | - |
| SNC236 | 1.5710 | 36NiCr6 | 640A35 | 111A | 35NC6 | - | - | - | 3135 | - |
| SNC415(H) | 1.5732 | 14NiCr10 | - | - | 14NC11 | 16NiCr11 | 15NiCr11 | - | 3415 | - |
| SNC815(H) | 1.5752 | 14NiCr14 | 655M13 | 36A | 12NC15 | - | - | - | 3415, 3310 | - |
| SNCM220(H) | 1.6523 | 21NiCrMo2 | 805M20 | 362 | 20NCD2 | 20NiCrMo2 | 20NiCrMo2 | 2506 | 8620 | - |
| SNCM240 | 1.6546 | 40NiCrMo22 | 311-Type 7 | - | - | 40NiCrMo2(KB) | 40NiCrMo2 | - | 8740 | - |
| - | 1.6587 | 17CrNiMo6 | 820A16 | - | 18NCD6 | - | 14NiCrMo13 | - | - | - |
| SCr415(H) | 1.7015 | 15Cr3 | 523M15 | - | 12C3 | - | - | - | 5015 | 15Cr |

| 일본 | 독일 | | 영국 | | 프랑스 | 이탈리아 | 스페인 | 스웨덴 | 아메리카 | 중국 | |
|---------------------|--------|--------------------------|----------------------|-----|--------------------|------------------------------|-------------|-------|-----------------|-----------------------|--------|
| | JIS | W-nr. | DIN | BS | EN | AFNOR | UNI | UNE | SS | AISI/SAE | GB |
| SCr440 | 1.7045 | 42Cr4 | - | - | - | - | - | 42Cr4 | 2245 | 5140 | 40Cr |
| SUP9(A) | 1.7176 | 55Cr3 | 527A60 | 48 | 55C3 | - | - | - | - | 5155 | 20CrMn |
| SCM415(H) | 1.7262 | 15CrMo5 | - | - | 12CD4 | - | 12CrMo4 | 2216 | - | - | - |
| - | 1.7335 | 13CrMo4 4 | 1501-620Gr27 | - | 15CD3.5 15CD4.5 | 14CrMo45 | 14CrMo45 | - | - | ASTM A182 F11, F12 | - |
| - | 1.7380 | 10CrMo910 | 1501-622 Gr31, 45 | - | 12CD9 12CD10 | 12CrMo9 12CrMo10 | TU.H | 2218 | - | ASTM A182 F.22 | - |
| - | 1.7715 | 14MoV63 | 1503-660-440 | - | - | - | 13MoCrV6 | - | - | - | - |
| - | 1.8523 | 39CrMoV13 9 | 897M39 | 40C | - | 36CrMoV12 | - | - | - | - | - |
| - | 1.6511 | 36CrNiMo4 | 816M40 | 110 | 40NCD3 | 38NiCrMo4(KB) | 35NiCrMo4 | - | 9840 | - | - |
| - | 1.6582 | 34CrNiMo6 | 817M40 | 24 | 35NCD6 | 35NiCrMo6(KB) | - | 2541 | 4340 | 40CrNiMoA | - |
| SCr430(H) | 1.7033 | 34Cr4 | 530A32 | 18B | 32C4 | 34Cr4(KB) | 35Cr4 | - | 5132 | 35Cr | - |
| SCr440(H) | 1.7035 | 41Cr4 | 530M40 | 18 | 42C4 | 41Cr4 | 42Cr4 | - | 5140 | 40Cr | - |
| - | 1.7131 | 16MnCr5 | (527M20) | - | 16MC5 | 16MnCr5 | 16MnCr5 | 2511 | 5115 | 18CrMn | - |
| SCM420 SCM430 | 1.7218 | 25CrMo4 | 1717CDS110 708M20 | - | 25CD4 | 25CrMo4(KB) | 55Cr3 | 2225 | 4130 | 30CrMn | - |
| SCM432 SCCRM3 | 1.7220 | 34CrMo4 | 708A37 | 19B | 35CD4 | 35CrMo4 | 34CrMo4 | 2234 | 4137 4135 | 35CrMo | - |
| SCM 440 | 1.7223 | 41CrMo4 | 708M40 | 19A | 42CD4TS | 41CrMo4 | 42CrMo4 | 2244 | 4140 4142 | 40CrMoA | - |
| SCM440(H) | 1.7225 | 42CrMo4 | 708M40 | 19A | 42CD4 | 42CrMo4 | 42CrMo4 | 2244 | 4140 | 42CrMo 42CrMnMo | - |
| - | 1.7361 | 32CrMo12 | 722M24 | 40B | 30CD12 | 32CrMo12 | F.124.A | 2240 | - | - | - |
| SUP10 | 1.8159 | 50CrV4 | 735A50 | 47 | 50CV4 | 50CrV4 | 51CrV4 | 2230 | 6150 | 50CrVA | - |
| - | 1.8509 | 41CrAlMo7 | 905M39 | 41B | 40CAD6 40CAD2 | 41CrAlMo7 | 41CrAlMo7 | 2940 | - | - | - |
| - | 1.2067 | 100Cr6 | BL3 | - | Y100C6 | - | 100Cr6 | - | L3 | CrV, 9SiCr | - |
| SKS31 SKS2, SKS3 | 1.2419 | 105WCr6 | - | - | 105WC13 | 100WCr6 107WCr5KU | 105WCr5 | 2140 | - | CrWMo | - |
| SKT4 | 1.2713 | 55NiCrMoV6 | BH224/5 | - | 55NCDV7 | - | F.520.S | - | L6 | 5CrNiMo | - |
| - | 1.5662 | X8Ni9 | 1501-509 | - | - | X10Ni9 | XBNi09 | - | ASTM A353 | - | - |
| - | 1.5680 | 12Ni19 | - | - | Z18N5 | - | - | - | 2515 | - | - |
| - | 1.6657 | 14NiCrMo134 | 832M13 | 36C | - | 15NiCrMo13 | 14NiCrMo131 | - | - | - | - |
| SKD1 | 1.2080 | X210Cr12 | BD3 | - | Z200C12 | X210Cr13KU X250Cr12KU | X210Cr12 | - | D3 ASTM D3 | Cr12 | - |
| SKD11 | 1.2601 | X153CrMoV12 | BD2 | - | - | X160CrMoV12 | - | - | D2 | Cr12MoV | - |
| SKD12 | 1.2363 | X100CrMoV5 | BA2 | - | Z100CDV5 | X100CrMoV5 | F.5227 | 2260 | A2 | Cr5Mo1V | - |
| SKD61 | 1.2344 | X40CrMoV51 X40CrMoV51 | BH13 | - | Z40CDV5 | X35CrMoV05KU X40CrMoV51KU | X40CrMoV5 | 2242 | H13 ASTM H13 | 4Cr5MoSiV1 | - |
| SKD2 | 1.2436 | X210CrW12 | - | - | - | X215CrW121KU | X210CrW12 | 2312 | - | - | - |
| - | 1.2542 | 45WCrV7 | BS1 | - | - | 45WCrV8KU | 45WCrSi8 | 2710 | S1 | - | - |
| SKD5 | 1.2581 | X30WCrV93 | BH21 | - | Z30WCV9 | X28W09KU | X30WCrV9 | - | H21 | 30WCrV9 | - |
| - | 1.2601 | X165CrMoV12 | - | - | - | X165CrMoW12KU | X160CrMoV12 | 2310 | - | - | - |
| SKS43 | 1.2833 | 100V1 | BW2 | - | Y1105V | - | - | - | W210 | V | - |
| SKH3 | 1.3255 | S 18-1-2-5 | BT4 | - | Z80WKCV | X78WCo1805KU | HS18-1-1-5 | - | T4 | W18Cr4VCo5 | - |
| SKH2 | 1.3355 | S 18-0-1 | BT1 | - | Z80WCV | X75W18KU | HS18-0-1 | - | T1 | - | - |
| SCMnH/1 | 1.3401 | G-X120Mn12 | Z120M12 | - | Z120M12 | XG120Mn12 | X120MN12 | - | - | - | - |
| SUH1 | 1.4718 | X45CrSi93 | 401S45 | 52 | Z45CS9 | X45CrSi8 | F.322 | - | HW3 | X45CrSi93 | - |
| SUH3 | 1.3343 | S6-5-2 | 4959BA2 | - | Z40CSD10 | 15NiCrMo13 | - | 2715 | D3 | - | - |
| SKH9, SKH51 | 1.3343 | S6/5/2 | BM2 | - | Z85WDCV | HS6-5-2-2 | F.5603 | 2722 | M2 | - | - |
| - | 1.3348 | S 2-9-2 | - | - | - | HS2-9-2 | HS2-9-2 | 2782 | M7 | - | - |
| SKH55 | 1.3243 | S6/5/2/5 | BM35 | - | 6-5-2-5 | HS6-5-2-5 | F.5613 | 2723 | M35 | - | - |

금속재료기호 대조표

■ 스테인레스 강(페라이트계, 마르틴 사이트계)

| 일본 | 독일 | | 영국 | | 프랑스 | 이탈리아 | 스페인 | 스웨덴 | 아메리카 | 중국 |
|----------|--------|---------------|--------|-----|------------------|---------------|--------|------|----------|----------------|
| JIS | W-nr. | DIN | BS | EN | AFNOR | UNI | UNE | SS | AISI/SAE | GB |
| SUS403 | 1.4000 | X7Cr13 | 403S17 | - | Z6C13 | X6Cr13 | F.3110 | 2301 | 403 | 0Cr13 1Cr12 |
| - | 1.4001 | X7Cr14 | - | - | - | - | F.8401 | - | - | - |
| SUS416 | 1.4005 | X12CrS13 | 416S21 | - | Z11CF13 | X12CrS13 | F.3411 | 2380 | 416 | - |
| SUS410 | 1.4006 | X10Cr13 | 410S21 | 56A | Z10C14 | X12Cr13 | F.3401 | 2302 | 410 | 1Cr13 |
| SUS430 | 1.4016 | X8Cr17 | 430S15 | 60 | Z8C17 | X8Cr17 | F.3113 | 2320 | 430 | 1Cr17 |
| SCS2 | 1.4027 | G-X20Cr14 | 420C29 | 56B | Z20C13M | - | - | - | - | - |
| SUS420J2 | 1.4034 | X46Cr13 | 420S45 | 56D | Z40CM Z38C13M | X40Cr14 | F.3405 | 2304 | - | 4Cr13 |
| - | 1.4003 | - | 405S17 | - | Z8CA12 | X6CrAl13 | - | - | 405 | - |
| - | 1.4021 | - | 420S37 | - | Z8CA12 | X20Cr13 | - | 2303 | 420 | - |
| SUS431 | 1.4057 | X22CrNi17 | 431S29 | 57 | Z15CNi6.02 | X16CrNi16 | F.3427 | 2321 | 431 | 1Cr17Ni2 |
| SUS430F | 1.4104 | X12CrMoS17 | - | - | Z10CF17 | X10CrS17 | F.3117 | 2383 | 430F | Y1Cr17 |
| SUS434 | 1.4113 | X6CrMo17 | 434S17 | - | Z8CD17.01 | X8CrMo17 | - | 2325 | 434 | 1Cr17Mo |
| SCS5 | 1.4313 | X5CrNi134 | 425C11 | - | Z4CND13.4M | (G)X6CrNi304 | - | 2385 | CA6-NM | - |
| SUS405 | 1.4724 | X10CrA113 | 403S17 | - | Z10C13 | X10CrA112 | F.311 | - | 405 | 0Cr13Al |
| SUS430 | 1.4742 | X10CrA118 | 430S15 | 60 | Z10CAS18 | X8Cr17 | F.3113 | - | 430 | Cr17 |
| SUH4 | 1.4747 | X80CrNiSi20 | 443S65 | 59 | Z80CSN20.02 | X80CrSiNi20 | F.320B | - | HNV6 | - |
| SUH446 | 1.4762 | X10CrA124 | - | - | Z10CAS24 | X16Cr26 | - | 2322 | 446 | 2Cr25N |
| SUH35 | 1.4871 | X53CrMnNiN219 | 349S54 | - | Z52CMN21.09 | X53CrMnNiN219 | - | - | EV8 | 5Cr2Mn9Ni4N |
| - | 1.4521 | X1CrMoTi182 | - | - | - | - | - | 2326 | S44400 | - |
| - | 1.4922 | X20CrMoV12-1 | - | - | - | X20CrMoNi1201 | - | 2317 | - | - |
| - | 1.4542 | - | - | - | Z7CNU17-04 | - | - | - | 630 | - |

■ 스테인레스 강(오스테나이트 계)

| 일본 | 독일 | | 영국 | | 프랑스 | 이탈리아 | 스페인 | 스웨덴 | 아메리카 | 중국 |
|----------|--------|------------------|--------|-----|---------------|----------------|----------------------------|------------|----------------|---------------|
| JIS | W-nr. | DIN | BS | EN | AFNOR | UNI | UNE | SS | AISI/SAE | GB |
| SUS304L | 1.4306 | X2CrNi1911 | 304S11 | - | Z2CN18.10 | X2CrNi18.11 | - | 2352 | 304L | 0Cr19Ni10 |
| SUS304 | 1.4350 | X5CrNi189 | 304S11 | 58E | Z6CN18.09 | X5CrNi1810 | F.3551 F.3541 F.3504 | 2332 | 304 | 0Cr18Ni9 |
| SUS303 | 1.4305 | X12CrNiS188 | 303S21 | 58M | Z10CNF18.09 | X10CrNiS18.09 | F.3508 | 2346 | 303 | 1Cr18Ni9MoZr |
| SUS304L | - | - | 304C12 | - | Z3CN19.10 | - | - | 2333 | - | - |
| SCS19 | 1.4306 | X2CrNi189 | 304S12 | - | Z2CrNi1810 | X2CrNi18.11 | F.3503 | 2352 | 304L | - |
| SUS301 | 1.4310 | X12CrNi177 | - | - | Z12CN17.07 | X12CrNi1707 | F.3517 | 2331 | 301 | Cr17Ni7 |
| SUS304LN | 1.4311 | X2CrNiN1810 | 304S62 | - | Z2CN18.10 | - | - | 2371 | 304LN | - |
| SUS316 | 1.4401 | X5CrNiMo1810 | 316S16 | 58J | Z6CND17.11 | X5CrNiMo1712 | F.3543 | 2347 | 316 | 0Cr17Ni11Mo2 |
| SCS13 | 1.4308 | G-X6CrNi189 | 304C15 | - | Z6CN18.10M | - | - | - | - | - |
| SCS14 | 1.4408 | G-X6CrNiMo1810 | 316C16 | - | - | - | F.8414 | - | - | - |
| SCS22 | 1.4581 | G-X5CrNiMoNb1810 | 318C17 | - | Z4CNDNb1812M | XG8CrNiMo1811 | - | - | - | - |
| SUS316LN | 1.4429 | X2CrNiMoN1813 | - | - | Z2CND17.13 | - | - | 2375 | 316LN | 0Cr17Ni13Mo |
| - | 1.4404 | - | 316S13 | - | Z2CND17.12 | X2CrNiMo1712 | - | 2348 | 316L | - |
| SCS16 | 1.4435 | X2CrNiMo1812 | 316S13 | - | Z2CND17.12 | X2CrNiMo1712 | - | 2353 | 316L | 0Cr27Ni12Mo3 |
| SUS316L | - | - | 316S13 | - | Z6CND18-12-03 | X8CrNiMo1713 | - | 2343, 2347 | 316 | - |
| - | 1.4436 | - | 316S13 | - | Z6CND18-12-03 | X8CrNiMo1713 | - | 2343, 2347 | 316 | - |
| SUS317L | 1.4438 | X2CrNiMo1816 | 317S12 | - | Z2CND19.15 | X2CrNiMo1816 | - | 2367 | 317L | 00Cr19Ni13Mo |
| - | 1.4539 | X1NiCrMo | - | - | Z6CNT18.10 | - | - | 2562 | UNS V 0890A | - |
| SUS321 | 1.4541 | X10CrNiTi189 | 321S12 | 58B | Z6CNT18.10 | X6CrNiTi1811 | F.3553 F.3523 | 2337 | 321 | 1Cr18Ni9Ti |
| SUS347 | 1.4550 | X10CrNiNb189 | 347S17 | 58F | Z6CNNb18.10 | X6CrNiNb1811 | F.3552 F.3524 | 2338 | 347 | 1Cr18Ni11Nb |
| - | 1.4571 | X10CrNiMoTi1810 | 320S17 | 58J | Z6CNDT17.12 | X6CrNiMoTi1712 | F.3535 | 2350 | 316Ti | Cr18Ni12Mo2T |
| - | 1.4583 | X10CrNiMoNb1812 | - | - | Z6CNDNb1713B | X6CrNiMoNb1713 | - | - | 318 | Cr17Ni12Mo3Mb |

| 일본 | 독일 | | 영국 | | 프랑스 | 이탈리아 | 스페인 | 스웨덴 | 아메리카 | 중국 |
|--------|------------------|---------------|---------|----------|------------------------------------|---------------|--------|--------------|------------------|------------|
| JIS | W-nr. | DIN | BS | EN | AFNOR | UNI | UNE | SS | AISI/SAE | GB |
| SUH309 | 1.4828 | X15CrNiSi2012 | 309S24 | - | Z15CNS20.12 | X6CrNi2520 | - | - | 309 | 1Cr23Ni13 |
| SUH310 | 1.4845 | X12CrNi2521 | 310S24 | - | Z12CN2520 | X6CrNi2520 | F.331 | 2361 | 310S | OCr25Ni20 |
| SCS17 | 1.4406 | X10CrNi18.08 | - | 58C | Z1NCDU25.20 | - | F.8414 | 2370 | 308 | - |
| - | 1.4418 | X4CrNiMo165 | - | - | Z6CND16-04-01 | - | - | - | - | - |
| - | 1.4568 1.4504 | - | 316S111 | - | Z8CNA17-07 | X2CrNiMo1712 | - | - | 17-7PH | - |
| - | 1.4563 | - | - | - | Z1NCDU31-27-03 Z1CNDU20-18-06AZ | - | - | 2584 2378 | NO8028 S31254 | - |
| SUS321 | 1.4878 | X12CrNiTi189 | 321S32 | 58B, 58C | Z6CNT18.12B | X6CrNiTi18 11 | F.3523 | - | 321 | 1Cr18Ni9Ti |

■ 내열동

| 일본 | 독일 | | 영국 | | 프랑스 | 이탈리아 | 스페인 | 스웨덴 | 아메리카 | 중국 |
|--------|--------|-----------------|--------|----|-------------|--------------|-----|-----|-----------|----|
| JIS | W-nr. | DIN | BS | EN | AFNOR | UNI | UNE | SS | AISI/SAE | GB |
| SUH330 | 1.4864 | X12NiCrSi3616 | - | - | Z12NCS35.16 | - | - | - | 330 | - |
| SCH15 | 1.4865 | G-X40NiCrSi3818 | 330C11 | - | - | XG50NiCr3919 | - | - | HT, HT 50 | - |

■ 회주철

| 일본 | 독일 | | 영국 | | 프랑스 | 이탈리아 | 스페인 | 스웨덴 | 아메리카 | 중국 |
|-------|--------|-------------|-------------|----|----------|------|------|------|-------------|-------|
| JIS | W-nr. | DIN | BS | EN | AFNOR | UNI | UNE | SS | AISI/SAE | GB |
| - | - | - | - | - | - | - | - | 0100 | - | - |
| FC100 | - | GG 10 | - | - | Ft 10 D | - | - | 0110 | No 20 B | - |
| FC150 | 0.6015 | GG 15 | Grade 150 | - | Ft 15 D | G15 | FG15 | 0115 | No 25 B | HT150 |
| FC200 | 0.6020 | GG 20 | Grade 220 | - | Ft 20 D | G20 | - | 0120 | No 30 B | HT200 |
| FC250 | 0.6025 | GG 25 | Grade 260 | - | Ft 25 D | G25 | FG25 | 0125 | No 35 B | HT250 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | No 40 B | - |
| FC300 | 0.6030 | GG 30 | Grade 300 | - | Ft 30 D | G30 | FG30 | 0130 | No 45 B | HT300 |
| FC350 | 0.6035 | GG 35 | Grade 350 | - | Ft 35 D | G35 | FG35 | 0135 | No 50 B | HT350 |
| - | 0.6040 | GG 40 | Grade 400 | - | Ft 40 D | - | - | 0140 | No 55 B | HT400 |
| - | 0.6660 | GGL NiCr202 | L-NiCuCr202 | - | L-NC 202 | - | - | 0523 | A436 Type 2 | - |

■ 닥타일 주철

| 일본 | 독일 | | 영국 | | 프랑스 | 이탈리아 | 스페인 | 스웨덴 | 아메리카 | 중국 |
|--------|--------|-------------|------------|----|------------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|
| JIS | W-nr. | DIN | BS | EN | AFNOR | UNI | UNE | SS | AISI/SAE | GB |
| FCD400 | 0.7040 | GGG 40 | SNG 420/12 | - | FCS 400-12 | GS 370-17 | FGE 38-17 | 07 17-02 | 60-40-18 | QT400-18 |
| - | - | GGG 40.3 | SNG 370/17 | - | FGS 370-17 | - | - | 07 17-12 | - | - |
| - | 0.7033 | GGG 35.3 | - | - | - | - | - | 07 17-15 | - | - |
| FCD500 | 0.7050 | GGG 50 | SNG 500/7 | - | FGS 500-7 | GS 500 | FGE 50-7 | 07 27-02 | 80-55-06 | QT500-7 |
| - | 0.7660 | GGG NiCr202 | Grade S6 | - | S-NC202 | - | - | 07 76 | A43D2 | - |
| - | - | GGG NiMn137 | L-NiMn 137 | - | L-MN 137 | - | - | 07 72 | - | - |
| FCD600 | - | GGG 60 | SNG 600/3 | - | FGS 600-3 | - | - | 07 32-03 | - | QT600-3 |
| FCD700 | 0.7070 | GGG 70 | SNG 700/2 | - | FGS 700-2 | GS 700-2 | FGS 70-2 | 07 37-01 | 100-70-03 | QT700-18 |

■ 가단주철

| 일본 | 독일 | | 영국 | | 프랑스 | 이탈리아 | 스페인 | 스웨덴 | 아메리카 | 중국 |
|---------|--------|-----------|----------|----|----------|--------|-----|-------|------------|----|
| JIS | W-nr. | DIN | BS | EN | AFNOR | UNI | UNE | SS | AISI/SAE | GB |
| FCMB310 | - | - | 8 290/6 | - | MN 32-8 | - | - | 08 14 | - | - |
| FCMW330 | - | GTS-35 | B 340/12 | - | MN 35-10 | - | - | 08 15 | 32510 | - |
| FCMW370 | 0.8145 | GTS-45 | P 440/7 | - | Mn 450 | GMN45 | - | 08 52 | 40010 | - |
| FCMP490 | 0.8155 | GTS-55 | P 510/4 | - | MP 50-5 | GMN55 | - | 08 54 | 50005 | - |
| FCMP540 | - | GTS-65 | P 570/3 | - | MP 60-3 | - | - | 08 58 | 70003 | - |
| FCMP590 | 0.8165 | GTS-65-02 | P 570/3 | - | Mn 650-3 | GMN 65 | - | 08 56 | A220-70003 | - |
| FCMP690 | - | GTS-70-02 | P 690/2 | - | Mn 700-2 | GMN 70 | - | 08 62 | A220-80002 | - |

금형용강의 일람표

| 분 류 | JIS (기타) | 愛知製鋼 | Uddeholm(주) | 코오베제강 | 스미토모금속 | 大同특수강 | 日本高周波 | 히다찌 금속 | 미쯔비시 제강 |
|----------------|-----------------------|------------------------------|------------------|----------------------------|----------------------|---------------|----------------------|--|-------------------------------|
| 기계구조용 탄소강 | S50C S55C | AUK1 | | KTSM2A KTSM21 KTSM22 | SD10 SD17 SD21 | PDS1 PXZ | KPM1 | | MT50C |
| | SCM440 SCM445 | AUK11 | | KTSM3A KTSM31 | SD61 | PDS3 | | | |
| 탄소공구강 | SK3 | SK3 | HOLDAX | | | YK3 | K3 | YC3 | |
| 합금공구강 (냉간용) | SKS3 | SKS3 | | | | GOA | KS3 | SGT | |
| | SKS31 | | | | | GO31 | K31 | | |
| | SKS93 | SK301 | | | | YK30 | K3M | YCS3 | |
| | SKD1 | | | | | | KD1 | CRD | |
| | SKD11 | SKD11 | | KAD181 | | DC11 | KD11 | SLD | |
| | SKD11 | AUD11 | | | | DC3 | KD11V | SLD2 | |
| | SKD11 | | | | | | KDQ | | |
| | SKD12 | | RIGOR | | | DC12 | KD12 | SCD | |
| | | SX4 SX44 SX105V TCD | | | | | | FH5 | |
| | | | | | | | DC53 PD613 | KD21 | SLD8 |
| | | | | | | | GO4 | | ACD37 |
| | | | | | | | GO5 | | HMD5 |
| | | | | | | | GO40F | | HPM2T YSM HPM31 HMD1 |
| | | | | | | | | KDM5 KD11S | HMD5 ACD6 ACD8 ACD9 |
| | 합금공구강 (냉간 기타) | (P20) | | IMPAX | KTSM3M | | PX5 | KPM30 | HPM2 |
| (P20) | | | | KTSM40EF | | NAK55 | KAP | HPM7 | |
| (P21) | | | | KTSM40E | | NAK80 GLD2 | KAP2 | HPM1 HPM50 CENA1 | |
| 합금공구강 (열간용) | SKD4 | | | | | DH4 | KD4 | YDC | |
| | SKD5 | | | | | DH5 | KD5 | HDC | |
| | SKD6 | | | | | DH6 | KD6 | | |
| | SKD61 | SKD61 | Over M Suprem | | | DHA1 | KDA | DAC | |
| | SKD61 | | | | | | MFA | | |
| | SKD62 | SKD62 | | | | DH62 | KDB | DBC | |
| | SKT4 | | | | | GFA | KTV | DM | |
| | SKD7 | | | | | DH72 | KDH1 | YEM | |
| | (H10) | | | | | DH73 | | | |
| | SKD8 | | | | | DH41 | KDF | MDC | |
| | | | QRO80M | | | | | | YHD40 |
| | | | | | | | DH71 DH42 DH21 | | |
| | | | | | | | KDW KDHM AE31 | | |
| | | | | | | | | | YEM4 YHD50 YHD26 |
| | SKT4 6F4 SKT4 | SKT4A MPH | | | | | | | |
| | | | | | | DH31 | KDA1 KDA5 | DAC3 DAC10 DAC40 DAC45 DAC55 | |
| | | | | | | GF78 DH76 | | | |
| | | | | | | DH2F | TD3 KDas | FDAC YHD3 MDC-K YEM-K | |

| 분 류 | JIS (기타) | 愛知製鋼 | Uddeholm(주) | 코오베제강 | 스미토모금속 | 大同특수강 | 日本高周波 | 히다찌 금속 | 미쯔비시 제강 |
|-----------|----------|------|-------------|------------|--------|---------|----------|--------|---------|
| 고속도 공구강 | SKH51 | | | | | MH51 | H51 | YXM1 | |
| | SKH55 | | | | | MH55 | HM35 | YXM4 | |
| | SKH57 | | | | | MH57 | MV10 | XVC5 | |
| | | | | | | MH8 | NK4 | YXM60 | |
| | | | | | | MH24 | | | |
| | | | | | | MH7V1 | | | |
| | | | | | | MH64 | | | |
| | | | | | | VH54 | HV2 | XVC11 | |
| | | | | | | | HM3 | YXM7 | |
| | | | | | | MH85 | KDMV | YXR3 | |
| | | | | | MH88 | HM9TL | YXR4 | | |
| | | | | | | | YXR7 | | |
| | | | | | | | YXR35 | | |
| 분말고속도 공구강 | | | ASP23 | KHA32 | | DEX20 | | HAP10 | |
| | | | ASP30 | KHA30 | | DEX40 | | HAP40 | |
| | | | | KHA3VN | | DEX60 | | HAP50 | |
| | | | | KHA30N | | DEX70 | | HAP63 | |
| | | | | KHA33N | | DEX80 | | HAP72 | |
| | | | | KHA50 | | | | | |
| | | | | KHA77 | | | | | |
| | | | ASP60 | KHA60 | | | | | |
| 스테인레스 강 | SUS403 | | | | | GLD1 | | | |
| | SUS420 | | STAVAX | | | S-STAR | KSP1 | HPM38 | |
| | SUS440C | | ELMAX(분말) | KAS440(분말) | | SUS440C | KSP3 | | |
| | SUS420 | | | | | | | SUS420 | |
| | SUS630 | | | | | NAK101 | U630 | PSL | |
| | (414) | | | | | | | | |
| 마르에징강 | | | | | | MAS1C | KMS18-20 | YAG | DMG300 |
| 초내열합금 | | | | | | | | HRNC | |

표면조도

표면조도

(JIS B 0601-1994년 해설에 의거한다)

| 종류 | 기호 | 구하는 법 | 구하는 법의 예 (그림) |
|-----------------|--------------|---|--|
| 산술평균 조도 | Ra | <p>조도곡선에서 그 평균선의 방향으로 기준길이만을 빼내고, 이 빼낸 부분의 평균선 방향으로 x축을, 세로배율의 방향으로 Y축을 잡아서, 조도곡선을 $y=f(x)$로 나타냈을 때에, 다음 식에 의해서 구해지는 값을 마이크로 미터(μm)로 나타낸 것을 말한다.</p> $Ra = \frac{1}{l} \int_0^l f(x) dx$ | |
| 최대 높이 | Rz | <p>조도곡선에서 그 평균선의 방향으로 기준길이만을 빼내고, 이 빼낸 부분의 정상선과 곡저선과의 간격을 거칠기 곡선의 종배율의 방향으로 측정하고, 이 값을 마이크로 미터(μm)로 나타낸 것을 말한다.</p> <p>비고 Rz를 구하는 경우에는 흠이라고 보여지는 듯한 유별나게 높은 정상 및 곡저가 없는 부분에서 기준길이 만을 빼낸다.</p> $Rz = Rp + Rv$ | |
| 10점 평균 조도 | RzJIS | <p>조도 곡선에서 그 평균선의 방향으로 기준길이 만을 빼내고, 이 빼낸 부분의 평균선에서 세로배율의 방향으로 측정된 가장 높은 정점에서 5번째까지의 정점 표고 (Yp) 절대치의 평균치와, 가장 낮은 곡저에서 5번째까지의 곡저 표고 (Yv) 절대치의 평균치와의 합계를 구해서, 이 값을 마이크로 미터(μm)로 나타낸 것을 말한다.</p> $Rz_{JIS} = \frac{(Yp1+Yp2+Yp3+Yp4+Yp5) + (Yv1+Yv2+Yv3+Yv4+Yv5)}{5}$ | <p>$Yp1, Yp2, Yp3, Yp4, Yp5$: 기준길이 l에 대한 파고의 부분중에서 가장 높은 정점에서 다섯번째까지 큰 정점의 표고</p> <p>$Yv1, Yv2, Yv3, Yv4, Yv5$: 기준길이 l에 대한 파고의 부분중에서 가장 낮은 저점에서 다섯번째까지 낮은 저점의 표고</p> |

■ 산술평균조도(Ra)와 종래의 표기 관계(참고 데이터)

| 산술평균 조도 Ra | | 최대 높이 Rz | 10점 평균 조도 RzJIS | Rz · RzJIS 의 기준길이 l (mm) | 종래의 정삭기호 |
|----------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------|---------------------------------------|-------------|
| 표준수열 | 컷오프값 λc (mm) | 표준수열 | | | |
| 0.012 a | 0.08 | 0.05 s | 0.05 z | 0.08 | ▽▽▽▽ |
| 0.025 a | | 0.1 s | 0.1 z | | |
| 0.05 a | 0.25 | 0.2 s | 0.2 z | 0.25 | |
| 0.1 a | | 0.4 s | 0.4 z | | |
| 0.2 a | | 0.8 s | 0.8 z | | |
| 0.4 a | 0.8 | 1.6 s | 1.6 z | 0.8 | ▽▽▽ |
| 0.8 a | | 3.2 s | 3.2 z | | |
| 1.6 a | 2.5 | 6.3 s | 6.3 z | 2.5 | ▽▽ |
| 3.2 a | | 12.5 s | 12.5 z | | |
| 6.3 a | | 25 s | 25 z | | |
| 12.5 a | 8 | 50 s | 50 z | 8 | ▽ |
| 25 a | | 100 s | 100 z | | |
| 50 a | | 200 s | 200 z | | |
| 100 a | — | 400 s | 400 z | — | — |

※3종류의 상호관계는, 편의상의 관계를 나타낸것으로 엄밀성은 없습니다.

※Ra : Rz, RzJIS의 평가길이는 컷오프값, 기준길이를 각각 5배 한 값입니다.

경도대조표

강의 브리넬경도에 대한 근사적 환산치

| 브리넬경도(HB) 10mm구(球)·하중3000kgf | | 빅커스경도 (HV) | 로켈경도 | | | | 쇼아경도 (HS) | 인장강도 (근사치) MPa | 브리넬경도(HB) 10mm구(球)·하중3000kgf | | 빅커스경도 (HV) | 로켈경도 | | | | 쇼아경도 (HS) | 인장강도 (근사치) MPa |
|---------------------------------|--------------|---------------|--|--|---|---|--------------|----------------------|---------------------------------|--------------|---------------|--|--|---|---|--------------|----------------------|
| 표준구 | 템스켄카바이드 구(球) | | A크기 하중60kgf 다이아몬드 원추압자 (HRA) | B크기 하중100kgf 경1.6mm (1/16in) 구 (HRB) | C크기 하중150kgf 다이아몬드 원추압자 (HRC) | D크기 하중100kgf 다이아몬드 원추압자 (HRD) | | | 표준구 | 템스켄카바이드 구(球) | | A크기 하중60kgf 다이아몬드 원추압자 (HRA) | B크기 하중100kgf 경1.6mm (1/16in) 구 (HRB) | C크기 하중150kgf 다이아몬드 원추압자 (HRC) | D크기 하중100kgf 다이아몬드 원추압자 (HRD) | | |
| - | - | 940 | 85.6 | - | 68.0 | 76.9 | 97 | - | 429 | 429 | 455 | 73.4 | - | 45.7 | 59.7 | 61 | 1510 |
| - | - | 920 | 85.3 | - | 67.5 | 76.5 | 96 | - | 415 | 415 | 440 | 72.8 | - | 44.5 | 58.8 | 59 | 1460 |
| - | - | 900 | 85.0 | - | 67.0 | 76.1 | 95 | - | 401 | 401 | 425 | 72.0 | - | 43.1 | 57.8 | 58 | 1390 |
| - | (767) | 880 | 84.7 | - | 66.4 | 75.7 | 93 | - | 388 | 388 | 410 | 71.4 | - | 41.8 | 56.8 | 56 | 1330 |
| - | (757) | 860 | 84.4 | - | 65.9 | 75.3 | 92 | - | 375 | 375 | 396 | 70.6 | - | 40.4 | 55.7 | 54 | 1270 |
| - | (745) | 840 | 84.1 | - | 65.3 | 74.8 | 91 | - | 363 | 363 | 383 | 70.0 | - | 39.1 | 54.6 | 52 | 1220 |
| - | (733) | 820 | 83.8 | - | 64.7 | 74.3 | 90 | - | 352 | 352 | 372 | 69.3 | (110.0) | 37.9 | 53.8 | 51 | 1180 |
| - | (722) | 800 | 83.4 | - | 64.0 | 73.8 | 88 | - | 341 | 341 | 360 | 68.7 | (109.0) | 36.6 | 52.8 | 50 | 1130 |
| - | (712) | - | - | - | - | - | - | - | 331 | 331 | 350 | 68.1 | (108.5) | 35.5 | 51.9 | 48 | 1095 |
| - | (710) | 780 | 83.0 | - | 63.3 | 73.3 | 87 | - | 321 | 321 | 339 | 67.5 | (108.0) | 34.3 | 51.0 | 47 | 1060 |
| - | (698) | 760 | 82.6 | - | 62.5 | 72.6 | 86 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | (684) | 740 | 82.2 | - | 61.8 | 72.1 | - | - | 311 | 311 | 328 | 66.9 | (107.5) | 33.1 | 50.0 | 46 | 1025 |
| - | (682) | 737 | 82.2 | - | 61.7 | 72.0 | 84 | - | 302 | 302 | 319 | 66.3 | (107.0) | 32.1 | 49.3 | 45 | 1005 |
| - | (670) | 720 | 81.8 | - | 61.0 | 71.5 | 83 | - | 293 | 293 | 309 | 65.7 | (106.0) | 30.9 | 48.3 | 43 | 970 |
| - | (656) | 700 | 81.3 | - | 60.1 | 70.8 | - | - | 285 | 285 | 301 | 65.3 | (105.5) | 29.9 | 47.6 | - | 950 |
| - | (653) | 697 | 81.2 | - | 60.0 | 70.7 | 81 | - | 277 | 277 | 292 | 64.6 | (104.5) | 28.8 | 46.7 | 41 | 925 |
| - | (647) | 690 | 81.1 | - | 59.7 | 70.5 | - | - | 269 | 269 | 284 | 64.1 | (104.0) | 27.6 | 45.9 | 40 | 895 |
| - | (638) | 680 | 80.8 | - | 59.2 | 70.1 | 80 | - | 262 | 262 | 276 | 63.6 | (103.0) | 26.6 | 45.0 | 39 | 875 |
| - | 630 | 670 | 80.6 | - | 58.8 | 69.8 | - | - | 255 | 255 | 269 | 63.0 | (102.0) | 25.4 | 44.2 | 38 | 850 |
| - | 627 | 667 | 80.5 | - | 58.7 | 69.7 | 79 | - | 248 | 248 | 261 | 62.5 | (101.0) | 24.2 | 43.2 | 37 | 825 |
| - | - | 677 | 80.7 | - | 59.1 | 70.0 | - | - | 241 | 241 | 253 | 61.8 | 100 | 22.8 | 42.0 | 36 | 800 |
| - | 601 | 640 | 79.8 | - | 57.3 | 68.7 | 77 | - | 235 | 235 | 247 | 61.4 | 99.0 | 21.7 | 41.4 | 35 | 785 |
| - | - | 640 | 79.8 | - | 57.3 | 68.7 | - | - | 229 | 229 | 241 | 60.8 | 98.2 | 20.5 | 40.5 | 34 | 765 |
| - | 578 | 615 | 79.1 | - | 56.0 | 67.7 | 75 | - | 223 | 223 | 234 | - | 97.3 | (18.8) | - | - | - |
| - | - | 607 | 78.8 | - | 55.6 | 67.4 | - | - | 217 | 217 | 228 | - | 96.4 | (17.5) | - | 33 | 725 |
| - | 555 | 591 | 78.4 | - | 54.7 | 66.7 | 73 | 2055 | 212 | 212 | 222 | - | 95.5 | (16.0) | - | - | 705 |
| - | - | 607 | 78.8 | - | 55.6 | 67.4 | - | - | 207 | 207 | 218 | - | 94.6 | (15.2) | - | 32 | 690 |
| - | 534 | 569 | 77.8 | - | 53.5 | 65.8 | 71 | 1985 | 201 | 201 | 212 | - | 93.8 | (13.8) | - | 31 | 675 |
| - | - | 579 | 78.0 | - | 54.0 | 66.1 | - | 2015 | 197 | 197 | 207 | - | 92.8 | (12.7) | - | 30 | 655 |
| - | 514 | 547 | 76.9 | - | 52.1 | 64.7 | 70 | 1890 | 192 | 192 | 202 | - | 91.9 | (11.5) | - | 29 | 640 |
| (495) | - | 533 | 77.1 | - | 52.5 | 65.0 | - | 1915 | 187 | 187 | 196 | - | 90.7 | (10.0) | - | - | 620 |
| - | 514 | 547 | 76.9 | - | 52.1 | 64.7 | 70 | 1890 | 187 | 187 | 196 | - | 90.7 | (10.0) | - | - | 620 |
| - | - | 539 | 76.7 | - | 51.6 | 64.3 | - | 1855 | 183 | 183 | 192 | - | 90.0 | (9.0) | - | 28 | 615 |
| - | - | 530 | 76.4 | - | 51.1 | 63.9 | - | 1825 | 179 | 179 | 188 | - | 89.0 | (8.0) | - | 27 | 600 |
| - | 495 | 528 | 76.3 | - | 51.0 | 63.8 | 68 | 1820 | 174 | 174 | 182 | - | 87.8 | (6.4) | - | - | 585 |
| (477) | - | 516 | 75.9 | - | 50.3 | 63.2 | - | 1780 | 170 | 170 | 178 | - | 86.8 | (5.4) | - | 26 | 570 |
| - | - | 508 | 75.6 | - | 49.6 | 62.7 | - | 1740 | 167 | 167 | 175 | - | 86.0 | (4.4) | - | - | 560 |
| - | 477 | 508 | 75.6 | - | 49.6 | 62.7 | 66 | 1740 | 163 | 163 | 171 | - | 85.0 | (3.3) | - | 25 | 545 |
| (461) | - | 495 | 75.1 | - | 48.8 | 61.9 | - | 1680 | 156 | 156 | 163 | - | 82.9 | (0.9) | - | - | 525 |
| - | - | 491 | 74.9 | - | 48.5 | 61.7 | - | 1670 | 149 | 149 | 156 | - | 80.8 | - | - | 23 | 505 |
| - | 461 | 491 | 74.9 | - | 48.5 | 61.7 | 65 | 1670 | 143 | 143 | 150 | - | 78.7 | - | - | 22 | 490 |
| 444 | - | 474 | 74.3 | - | 47.2 | 61.0 | - | 1595 | 143 | 143 | 143 | - | 76.4 | - | - | 21 | 460 |
| - | - | 472 | 74.2 | - | 47.1 | 60.8 | - | 1585 | 137 | 137 | 143 | - | 76.4 | - | - | - | 460 |
| - | 444 | 472 | 74.2 | - | 47.1 | 60.8 | 63 | 1585 | 131 | 131 | 137 | - | 74.0 | - | - | - | 450 |
| - | - | 474 | 74.3 | - | 47.2 | 61.0 | - | 1595 | 126 | 126 | 132 | - | 72.0 | - | - | 20 | 435 |
| - | - | 472 | 74.2 | - | 47.1 | 60.8 | - | 1585 | 121 | 121 | 127 | - | 69.8 | - | - | 19 | 415 |
| - | - | 472 | 74.2 | - | 47.1 | 60.8 | - | 1585 | 116 | 116 | 122 | - | 67.6 | - | - | 18 | 400 |
| - | - | 472 | 74.2 | - | 47.1 | 60.8 | 63 | 1585 | 111 | 111 | 117 | - | 65.7 | - | - | 15 | 385 |

주1) 이 표는, AMS Metals Hand book 제8편 제1권 표에 대응하는 것으로, 편의상 포함했지만, 인장강도 근사값에 대응하는 미터단위값 추가 및 추천범위를 초과하는 브리넬(brinell)경도를 추가하는 수정을 하고 있다.

주2) 1MPa=1N/mm²

주3) 표중 괄호()내의 수치는 그다지 사용되지 않는 범위의 것으로 참고로 나타낸 것이다. 이 표는 JIS 핸드북 철강(특)에서 발췌.

구멍 공차치수 허용차(구멍)

| 기준치수의 구분(mm) | | 구멍의 공차범위 클래스 | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-----|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|
| > | ≤ | B10 | C9 | C10 | D8 | D9 | D10 | E7 | E8 | E9 | F6 | F7 | F8 | G6 | G7 | H6 | H7 |
| - | 3 | +180 | +85 | +100 | +34 | +45 | +60 | +24 | +28 | +39 | +12 | +16 | +20 | +8 | +12 | +6 | +10 |
| | | +140 | +60 | +60 | +20 | +20 | +20 | +14 | +14 | +14 | +6 | +6 | +6 | +2 | +2 | 0 | 0 |
| 3 | 6 | +188 | +100 | +118 | +48 | +60 | +78 | +32 | +38 | +50 | +18 | +22 | +28 | +12 | +16 | +8 | +12 |
| | | +140 | +70 | +70 | +30 | +30 | +30 | +20 | +20 | +20 | +10 | +10 | +10 | +4 | +4 | 0 | 0 |
| 6 | 10 | +208 | +116 | +138 | +62 | +76 | +98 | +40 | +47 | +61 | +22 | +28 | +35 | +14 | +20 | +9 | +15 |
| | | +150 | +80 | +80 | +40 | +40 | +40 | +25 | +25 | +25 | +13 | +13 | +13 | +5 | +5 | 0 | 0 |
| 10 | 14 | +220 | +138 | +165 | +77 | +93 | +120 | +50 | +59 | +75 | +27 | +34 | +43 | +17 | +24 | +11 | +18 |
| | | +150 | +95 | +95 | +50 | +50 | +50 | +32 | +32 | +32 | +16 | +16 | +16 | +6 | +6 | 0 | 0 |
| 14 | 18 | +244 | +162 | +194 | +98 | +117 | +149 | +61 | +73 | +92 | +33 | +41 | +53 | +20 | +28 | +13 | +21 |
| | | +160 | +110 | +110 | +65 | +65 | +65 | +40 | +40 | +40 | +20 | +20 | +20 | +7 | +7 | 0 | 0 |
| 18 | 24 | +270 | +182 | +220 | +119 | +142 | +180 | +75 | +89 | +112 | +41 | +50 | +64 | +25 | +34 | +16 | +25 |
| | | +170 | +120 | +120 | +80 | +80 | +80 | +50 | +50 | +50 | +25 | +25 | +25 | +9 | +9 | 0 | 0 |
| 30 | 40 | +280 | +192 | +230 | +146 | +174 | +220 | +90 | +106 | +134 | +49 | +60 | +76 | +29 | +40 | +19 | +30 |
| | | +180 | +130 | +130 | +100 | +100 | +100 | +60 | +60 | +60 | +30 | +30 | +30 | +10 | +10 | 0 | 0 |
| 40 | 50 | +320 | +224 | +270 | +242 | +285 | +355 | +146 | +172 | +215 | +79 | +96 | +122 | +44 | +61 | +29 | +46 |
| | | +200 | +150 | +150 | +170 | +170 | +170 | +100 | +100 | +100 | +50 | +50 | +50 | +15 | +15 | 0 | 0 |
| 50 | 65 | +380 | +267 | +320 | +208 | +245 | +305 | +125 | +148 | +185 | +68 | +83 | +106 | +39 | +54 | +25 | +40 |
| | | +240 | +180 | +180 | +145 | +145 | +145 | +85 | +85 | +85 | +43 | +43 | +43 | +14 | +14 | 0 | 0 |
| 65 | 80 | +420 | +300 | +360 | +271 | +320 | +400 | +162 | +191 | +240 | +88 | +108 | +137 | +49 | +69 | +32 | +52 |
| | | +260 | +200 | +200 | +190 | +190 | +190 | +110 | +110 | +110 | +56 | +56 | +56 | +17 | +17 | 0 | 0 |
| 80 | 100 | +440 | +310 | +370 | +299 | +350 | +440 | +182 | +214 | +265 | +98 | +119 | +151 | +54 | +75 | +36 | +57 |
| | | +280 | +210 | +210 | +270 | +270 | +270 | +210 | +210 | +210 | +125 | +125 | +125 | +62 | +62 | 0 | 0 |
| 100 | 120 | +470 | +330 | +390 | +210 | +210 | +210 | +125 | +125 | +125 | +62 | +62 | +62 | +18 | +18 | 0 | 0 |
| | | +310 | +230 | +230 | +271 | +320 | +400 | +162 | +191 | +240 | +88 | +108 | +137 | +49 | +69 | +32 | +52 |
| 120 | 140 | +525 | +355 | +425 | +271 | +320 | +400 | +162 | +191 | +240 | +88 | +108 | +137 | +49 | +69 | +32 | +52 |
| | | +340 | +240 | +240 | +190 | +190 | +190 | +110 | +110 | +110 | +56 | +56 | +56 | +17 | +17 | 0 | 0 |
| 140 | 160 | +565 | +375 | +445 | +271 | +320 | +400 | +162 | +191 | +240 | +88 | +108 | +137 | +49 | +69 | +32 | +52 |
| | | +380 | +260 | +260 | +190 | +190 | +190 | +110 | +110 | +110 | +56 | +56 | +56 | +17 | +17 | 0 | 0 |
| 160 | 180 | +605 | +395 | +465 | +271 | +320 | +400 | +162 | +191 | +240 | +88 | +108 | +137 | +49 | +69 | +32 | +52 |
| | | +420 | +280 | +280 | +190 | +190 | +190 | +110 | +110 | +110 | +56 | +56 | +56 | +17 | +17 | 0 | 0 |
| 180 | 200 | +690 | +430 | +510 | +271 | +320 | +400 | +162 | +191 | +240 | +88 | +108 | +137 | +49 | +69 | +32 | +52 |
| | | +480 | +300 | +300 | +190 | +190 | +190 | +110 | +110 | +110 | +56 | +56 | +56 | +17 | +17 | 0 | 0 |
| 200 | 225 | +750 | +460 | +540 | +271 | +320 | +400 | +162 | +191 | +240 | +88 | +108 | +137 | +49 | +69 | +32 | +52 |
| | | +540 | +330 | +330 | +190 | +190 | +190 | +110 | +110 | +110 | +56 | +56 | +56 | +17 | +17 | 0 | 0 |
| 225 | 250 | +830 | +500 | +590 | +271 | +320 | +400 | +162 | +191 | +240 | +88 | +108 | +137 | +49 | +69 | +32 | +52 |
| | | +600 | +360 | +360 | +190 | +190 | +190 | +110 | +110 | +110 | +56 | +56 | +56 | +17 | +17 | 0 | 0 |
| 250 | 280 | +910 | +540 | +630 | +271 | +320 | +400 | +162 | +191 | +240 | +88 | +108 | +137 | +49 | +69 | +32 | +52 |
| | | +680 | +400 | +400 | +190 | +190 | +190 | +110 | +110 | +110 | +56 | +56 | +56 | +17 | +17 | 0 | 0 |
| 280 | 315 | +1010 | +595 | +690 | +271 | +320 | +400 | +162 | +191 | +240 | +88 | +108 | +137 | +49 | +69 | +32 | +52 |
| | | +760 | +440 | +440 | +190 | +190 | +190 | +110 | +110 | +110 | +56 | +56 | +56 | +17 | +17 | 0 | 0 |
| 315 | 355 | +1090 | +635 | +730 | +271 | +320 | +400 | +162 | +191 | +240 | +88 | +108 | +137 | +49 | +69 | +32 | +52 |
| | | +840 | +480 | +480 | +190 | +190 | +190 | +110 | +110 | +110 | +56 | +56 | +56 | +17 | +17 | 0 | 0 |
| 355 | 400 | +1100 | +640 | +740 | +271 | +320 | +400 | +162 | +191 | +240 | +88 | +108 | +137 | +49 | +69 | +32 | +52 |
| | | +680 | +400 | +400 | +190 | +190 | +190 | +110 | +110 | +110 | +56 | +56 | +56 | +17 | +17 | 0 | 0 |
| 400 | 450 | +1100 | +640 | +740 | +271 | +320 | +400 | +162 | +191 | +240 | +88 | +108 | +137 | +49 | +69 | +32 | +52 |
| | | +760 | +440 | +440 | +190 | +190 | +190 | +110 | +110 | +110 | +56 | +56 | +56 | +17 | +17 | 0 | 0 |
| 450 | 500 | +1090 | +635 | +730 | +271 | +320 | +400 | +162 | +191 | +240 | +88 | +108 | +137 | +49 | +69 | +32 | +52 |
| | | +840 | +480 | +480 | +190 | +190 | +190 | +110 | +110 | +110 | +56 | +56 | +56 | +17 | +17 | 0 | 0 |

비고) 표안의 각 단에서 위쪽의 수치는 위의 치수허용차, 아래쪽의 수치는 아래치수 허용차를 나타냅니다.

단위 : μm

구멍의 공차범위 클래스

| H8 | H9 | H10 | JS6 | JS7 | K6 | K7 | M6 | M7 | N6 | N7 | P6 | P7 | R7 | S7 | T7 | U7 | X7 |
|----------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|-------------|---|--|--|------------------------------|--------------------------|
| +14 0 | +25 0 | +40 0 | ± 3 | ± 5 | 0 -6 | 0 -10 | -2 -8 | -2 -12 | -4 -10 | -4 -14 | -6 -12 | -6 -16 | -10 -20 | -14 -24 | - | -18 -28 | -20 -30 |
| +18 0 | +30 0 | +48 0 | ± 4 | ± 6 | +2 -6 | +3 -9 | -1 -9 | 0 -12 | -5 -13 | -4 -16 | -9 -17 | -8 -20 | -11 -23 | -15 -27 | - | -19 -31 | -24 -36 |
| +22 0 | +36 0 | +58 0 | ± 4.5 | ± 7 | +2 -7 | +5 -10 | -3 -12 | 0 -15 | -7 -16 | -4 -19 | -12 -21 | -9 -24 | -13 -28 | -17 -32 | - | -22 -37 | -28 -43 |
| +27 0 | +43 0 | +70 0 | ± 5.5 | ± 9 | +2 -9 | +6 -12 | -4 -15 | 0 -18 | -9 -20 | -5 -23 | -15 -26 | -11 -29 | -16 -34 | -21 -39 | - | -26 -44 | -33 -51 -38 -56 |
| +33 0 | +52 0 | +84 0 | ± 6.5 | ± 10 | +2 -11 | +6 -15 | -4 -17 | 0 -21 | -11 -24 | -7 -28 | -18 -31 | -14 -35 | -20 -41 | -27 -48 | - | -33 -54 -61 | -46 -67 -56 -77 |
| +39 0 | +62 0 | +100 0 | ± 8 | ± 12 | +3 -13 | +7 -18 | -4 -20 | 0 -25 | -12 -28 | -8 -33 | -21 -37 | -17 -42 | -25 -50 | -34 -59 | -39 -64 -45 -70 | -51 -76 -61 -86 | - |
| +46 0 | +74 0 | +120 0 | ± 9.5 | ± 15 | +4 -15 | +9 -21 | -5 -24 | 0 -30 | -14 -33 | -9 -39 | -26 -45 | -21 -51 | -30 -60 -32 -62 | -42 -72 -48 -78 | -55 -85 -64 -94 | -76 -106 -91 -121 | - |
| +54 0 | +87 0 | +140 0 | ± 11 | ± 17 | +4 -18 | +10 -25 | -6 -28 | 0 -35 | -16 -38 | -10 -45 | -30 -52 | -24 -59 | -38 -73 -41 -76 | -58 -93 -66 -101 | -78 -113 -91 -126 | -111 -146 -131 -166 | - |
| +63 0 | +100 0 | +160 0 | ± 12.5 | ± 20 | +4 -21 | +12 -28 | -8 -33 | 0 -40 | -20 -45 | -12 -52 | -36 -61 | -28 -68 | -48 -88 -50 -90 -53 -93 | -77 -117 -85 -125 -93 -133 | -107 -147 -119 -159 -131 -171 | - | - |
| +72 0 | +115 0 | +185 0 | ± 14.5 | ± 23 | +5 -24 | +13 -33 | -8 -37 | 0 -46 | -22 -51 | -14 -60 | -41 -70 | -33 -79 | -60 -106 -63 -109 -67 -113 | -105 -151 -113 -159 -123 -169 | - | - | - |
| +81 0 | +130 0 | +210 0 | ± 16 | ± 26 | +5 -27 | +16 -36 | -9 -41 | 0 -52 | -25 -57 | -14 -66 | -47 -79 | -36 -88 | -74 -126 -78 -130 | - | - | - | - |
| +89 0 | +140 0 | +230 0 | ± 18 | ± 28 | +7 -29 | +17 -40 | -10 -46 | 0 -57 | -26 -62 | -16 -73 | -51 -87 | -41 -98 | -87 -144 -93 -150 | - | - | - | - |
| +97 0 | +155 0 | +250 0 | ± 20 | ± 31 | +8 -32 | +18 -45 | -10 -50 | 0 -63 | -27 -67 | -17 -80 | -55 -95 | -45 -108 | -103 -166 -109 -172 | - | - | - | - |

기술자료

Q

축 공차치수 허용차(축)

| 기준치수의 구분(mm) | | 축의 공차 범위 클래스 | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-----|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|---------|---------|----------|
| > | ≤ | b9 | c9 | d8 | d9 | e7 | e8 | e9 | f6 | f7 | f8 | g5 | g6 | h5 | h6 | h7 |
| — | 3 | -140 -165 | -60 -85 | -20 -34 | -20 -45 | -14 -24 | -14 -28 | -14 -39 | -6 -12 | -6 -16 | -6 -20 | -2 -6 | -2 -8 | 0 -4 | 0 -6 | 0 -10 |
| 3 | 6 | -140 -170 | -70 -100 | -30 -48 | -30 -60 | -20 -32 | -20 -38 | -20 -50 | -10 -18 | -10 -22 | -10 -28 | -4 -9 | -4 -12 | 0 -5 | 0 -8 | 0 -12 |
| 6 | 10 | -150 -186 | -80 -116 | -40 -62 | -40 -76 | -25 -40 | -25 -47 | -25 -61 | -13 -22 | -13 -28 | -13 -35 | -5 -11 | -5 -14 | 0 -6 | 0 -9 | 0 -15 |
| 10 | 14 | -150 | -95 | -50 | -50 | -32 | -32 | -32 | -16 | -16 | -16 | -6 | -6 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 18 | -193 | -138 | -77 | -93 | -50 | -59 | -75 | -27 | -34 | -43 | -14 | -17 | -8 | -11 | -18 |
| 18 | 24 | -160 | -110 | -65 | -65 | -40 | -40 | -40 | -20 | -20 | -20 | -7 | -7 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | 30 | -212 | -162 | -98 | -117 | -61 | -73 | -92 | -33 | -41 | -53 | -16 | -20 | -9 | -13 | -21 |
| 30 | 40 | -170 -232 | -120 -182 | -80 | -80 | -50 | -50 | -50 | -25 | -25 | -25 | -9 | -9 | 0 | 0 | 0 |
| 40 | 50 | -180 -242 | -130 -192 | -119 | -142 | -75 | -89 | -112 | -41 | -50 | -64 | -20 | -25 | -11 | -16 | -25 |
| 50 | 65 | -190 -264 | -140 -214 | -100 | -100 | -60 | -60 | -60 | -30 | -30 | -30 | -10 | -10 | 0 | 0 | 0 |
| 65 | 80 | -200 -274 | -150 -224 | -146 | -174 | -90 | -106 | -134 | -49 | -60 | -76 | -23 | -29 | -13 | -19 | -30 |
| 80 | 100 | -220 -307 | -170 -257 | -120 | -120 | -72 | -72 | -72 | -36 | -36 | -36 | -12 | -12 | 0 | 0 | 0 |
| 100 | 120 | -240 -327 | -180 -267 | -174 | -207 | -107 | -126 | -159 | -58 | -71 | -90 | -27 | -34 | -15 | -22 | -35 |
| 120 | 140 | -260 -360 | -200 -300 | | | | | | | | | | | | | |
| 140 | 160 | -280 -380 | -210 -310 | -145 -208 | -145 -245 | -85 | -85 | -85 | -43 | -43 | -43 | -14 | -14 | 0 | 0 | 0 |
| 160 | 180 | -310 -410 | -230 -330 | | | | | | | | | | | | | |
| 180 | 200 | -340 -455 | -240 -355 | | | | | | | | | | | | | |
| 200 | 225 | -380 -495 | -260 -375 | -170 -242 | -170 -285 | -100 | -100 | -100 | -50 | -50 | -50 | -15 | -15 | 0 | 0 | 0 |
| 225 | 250 | -420 -535 | -280 -395 | | | | | | | | | | | | | |
| 250 | 280 | -480 -610 | -300 -430 | -190 | -190 | -110 | -110 | -110 | -56 | -56 | -56 | -17 | -17 | 0 | 0 | 0 |
| 280 | 315 | -540 -670 | -330 -460 | -271 | -320 | -162 | -191 | -240 | -88 | -108 | -137 | -40 | -49 | -23 | -32 | -52 |
| 315 | 355 | -600 -740 | -360 -500 | -210 | -210 | -125 | -125 | -125 | -62 | -62 | -62 | -18 | -18 | 0 | 0 | 0 |
| 355 | 400 | -680 -820 | -400 -540 | -299 | -350 | -182 | -214 | -265 | -98 | -119 | -151 | -43 | -54 | -25 | -36 | -57 |
| 400 | 450 | -760 -915 | -440 -595 | -230 | -230 | -135 | -135 | -135 | -68 | -68 | -68 | -20 | -20 | 0 | 0 | 0 |
| 450 | 500 | -840 -995 | -480 -635 | -327 | -385 | -198 | -232 | -290 | -108 | -131 | -165 | -47 | -60 | -27 | -40 | -63 |

비고) 표안의 각 단에서 위쪽의 수치는 위의 치수허용차, 아래쪽의 수치는 아래치수 허용차를 나타냅니다.

단위 : μm

| 축의 공차 범위 클래스 | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-----------|------------|------------|----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|---|--|--|------------------------------|--------------------------|
| h8 | h9 | js5 | js6 | js7 | k5 | k6 | m5 | m6 | n6 | p6 | r6 | s6 | t6 | u6 | x6 |
| 0 -14 | 0 -25 | ± 2 | ± 3 | ± 5 | +4 0 | +6 0 | +6 +2 | +8 +2 | +10 +4 | +12 +6 | +16 +10 | +20 +14 | — | +24 +18 | +26 +20 |
| 0 -18 | 0 -30 | ± 2.5 | ± 4 | ± 6 | +6 +1 | +9 +1 | +9 +4 | +12 +4 | +16 +8 | +20 +12 | +23 +15 | +27 +19 | — | +31 +23 | +36 +28 |
| 0 -22 | 0 -36 | ± 3 | ± 4.5 | ± 7 | +7 +1 | +10 +1 | +12 +6 | +15 +6 | +19 +10 | +24 +15 | +28 +19 | +32 +23 | — | +37 +28 | +43 +34 |
| 0 -27 | 0 -43 | ± 4 | ± 5.5 | ± 9 | +9 +1 | +12 +1 | +15 +7 | +18 +7 | +23 +12 | +29 +18 | +34 +23 | +39 +28 | — | +44 +33 | +51 +40 +56 +45 |
| 0 -33 | 0 -52 | ± 4.5 | ± 6.5 | ± 10 | +11 +2 | +15 +2 | +17 +8 | +21 +8 | +28 +15 | +35 +22 | +41 +28 | +48 +35 | — +54 +41 | +54 +41 +61 +48 | +67 +54 +77 +64 |
| 0 -39 | 0 -62 | ± 5.5 | ± 8 | ± 12 | +13 +2 | +18 +2 | +20 +9 | +25 +9 | +33 +17 | +42 +26 | +50 +34 | +59 +43 | +64 +48 +70 +54 | +76 +60 +86 +70 | — |
| 0 -46 | 0 -74 | ± 6.5 | ± 9.5 | ± 15 | +15 +2 | +21 +2 | +24 +11 | +30 +11 | +39 +20 | +51 +32 | +60 +41 +62 +43 | +72 +53 +78 +59 | +85 +66 +94 +75 | +106 +87 +121 +102 | — |
| 0 -54 | 0 -87 | ± 7.5 | ± 11 | ± 17 | +18 +3 | +25 +3 | +28 +13 | +35 +13 | +45 +23 | +59 +37 | +73 +51 +76 +54 | +93 +71 +101 +79 | +113 +91 +126 +104 | +146 +124 +166 +144 | — |
| 0 -63 | 0 -100 | ± 9 | ± 12.5 | ± 20 | +21 +3 | +28 +3 | +33 +15 | +40 +15 | +52 +27 | +68 +43 | +88 +63 +90 +65 +93 +68 | +117 +92 +125 +100 +133 +108 | +147 +122 +159 +134 +171 +146 | — | — |
| 0 -72 | 0 -115 | ± 10 | ± 14.5 | ± 23 | +24 +4 | +33 +4 | +37 +17 | +46 +17 | +60 +31 | +79 +50 | +106 +77 +109 +80 +113 +84 | +151 +122 +159 +130 +169 +140 | — | — | — |
| 0 -81 | 0 -130 | ± 11.5 | ± 16 | ± 26 | +27 +4 | +36 +4 | +43 +20 | +52 +20 | +66 +34 | +88 +56 | +126 +94 +130 +98 | — | — | — | — |
| 0 -89 | 0 -140 | ± 12.5 | ± 18 | ± 28 | +29 +4 | +40 +4 | +46 +21 | +57 +21 | +73 +37 | +98 +62 | +144 +108 +150 +114 | — | — | — | — |
| 0 -97 | 0 -155 | ± 13.5 | ± 20 | ± 31 | +32 +5 | +45 +5 | +50 +23 | +63 +23 | +80 +40 | +108 +68 | +166 +126 +172 +132 | — | — | — | — |

기술자료

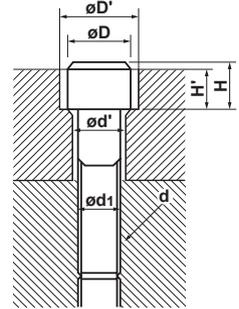
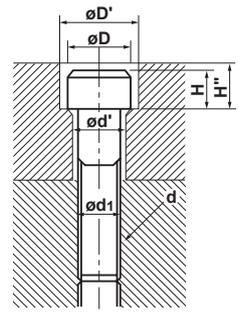
Q

육각구멍 볼트구멍치수

육각구멍 볼트에 대한 좌삭 및 볼트구멍의 치수

단위 : mm

| 나사 호칭 (d) | M3 | M4 | M5 | M6 | M8 | M10 | M12 | M14 | M16 | M18 | M20 | M22 | M24 | M27 | M30 |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| d1 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 27 | 30 |
| d' | 3.4 | 4.5 | 5.5 | 6.6 | 9 | 11 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 30 | 33 |
| D | 5.5 | 7 | 8.5 | 10 | 13 | 16 | 18 | 21 | 24 | 27 | 30 | 33 | 36 | 40 | 45 |
| D' | 6.5 | 8 | 9.5 | 11 | 14 | 17.5 | 20 | 23 | 26 | 29 | 32 | 35 | 39 | 43 | 48 |
| H | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 27 | 30 |
| H' | 2.7 | 3.6 | 4.6 | 5.5 | 7.4 | 9.2 | 11 | 12.8 | 14.5 | 16.5 | 18.5 | 20.5 | 22.5 | 25 | 28 |
| H'' | 3.3 | 4.4 | 5.4 | 6.5 | 8.6 | 10.8 | 13 | 15.2 | 17.5 | 19.5 | 21.5 | 23.5 | 25.5 | 29 | 32 |



테이퍼 규격

그림 1
볼트그립테이퍼

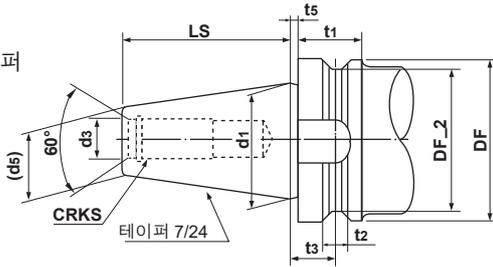
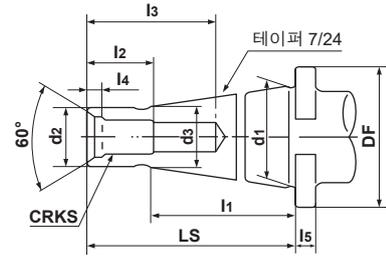


그림 2
네셔널테이퍼



●표1 볼트그립테이퍼 (그림1)

| 규격 | DF | DF_2 | t1 | t2 | t3 | t5 | d1 | d3 | LS | CRKS | d5 |
|------|-----|------|----|----|------|----|--------|----|-------|----------|-------|
| BT35 | 53 | 43 | 20 | 10 | 13.0 | 2 | 38.1 | 13 | 56.5 | M12×1.75 | 21.62 |
| BT40 | 63 | 53 | 25 | 10 | 16.6 | 2 | 44.45 | 17 | 65.4 | M16×2 | 25.3 |
| BT45 | 85 | 73 | 30 | 12 | 21.2 | 3 | 57.15 | 21 | 82.8 | M20×2.5 | 33.1 |
| BT50 | 100 | 85 | 35 | 15 | 23.2 | 3 | 69.85 | 25 | 101.8 | M24×3 | 40.1 |
| BT60 | 155 | 135 | 45 | 20 | 28.2 | 3 | 107.95 | 31 | 161.8 | M30×3.5 | 60.7 |

●표2 네셔널테이퍼 (그림2)

| 규격 | d1 | d2 | LS | l1 | CRKS | | l2 | l3 | d3 | l4 | DF | l5 |
|------|--------|------|-----|-----|------|---------|----|-----|------|----|-----|----|
| | | | | | 미터나사 | 위트나사 | | | | | | |
| NT30 | 31.75 | 17.4 | 70 | 50 | M12 | W 1/2 | 24 | 50 | 16.5 | 6 | 50 | 8 |
| NT40 | 44.45 | 25.3 | 95 | 67 | M16 | W 5/8 | 30 | 70 | 24 | 7 | 63 | 10 |
| NT50 | 69.85 | 39.6 | 130 | 105 | M24 | W 1 | 45 | 90 | 38 | 11 | 100 | 13 |
| NT60 | 107.95 | 60.2 | 210 | 165 | M30 | W 1 1/4 | 56 | 110 | 58 | 12 | 170 | 15 |

그림 3
모르스테이퍼
(슴베형 상크)

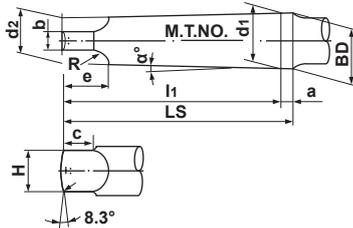
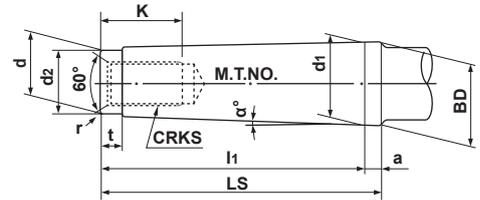


그림 4
모르스테이퍼
(나사형 상크)



●표3 슴베형 상크 (그림3)

| 모르스 테이퍼 번호 | α° | d1 | a | BD | d2 | H | l1 | LS | b | c | e | R | r |
|------------|----------------|--------|-----|--------|--------|------|-------|------|------|-----|------|----|-----|
| 0 | 1°29'27" | 9.045 | 3 | 9.201 | 6.104 | 6 | 56.5 | 59.5 | 3.9 | 6.5 | 10.5 | 4 | 1 |
| 1 | 1°25'43" | 12.065 | 3.5 | 12.240 | 8.972 | 8.7 | 62.0 | 65.5 | 5.2 | 8.5 | 13.5 | 5 | 1.2 |
| 2 | 1°25'50" | 17.780 | 5 | 18.030 | 14.034 | 13.5 | 75.0 | 80.0 | 6.3 | 10 | 16 | 6 | 1.6 |
| 3 | 1°26'16" | 23.825 | 5 | 24.076 | 19.107 | 18.5 | 94.0 | 99 | 7.9 | 13 | 20 | 7 | 2 |
| 4 | 1°29'15" | 31.267 | 6.5 | 31.605 | 25.164 | 24.5 | 117.5 | 124 | 11.9 | 16 | 24 | 8 | 2.5 |
| 5 | 1°30'26" | 44.399 | 6.5 | 44.741 | 36.531 | 35.7 | 149.5 | 156 | 15.9 | 19 | 29 | 10 | 3 |
| 6 | 1°29'36" | 63.348 | 8 | 63.765 | 52.399 | 51.0 | 210.0 | 218 | 19 | 27 | 40 | 13 | 4 |
| 7 | 1°29'22" | 83.058 | 10 | 83.578 | 68.185 | 66.8 | 286.0 | 296 | 28.6 | 35 | 54 | 19 | 5 |

●표4 나사형 상크 (그림4)

| 모르스 테이퍼 번호 | α° | d1 | a | BD | d | d2 | l1 | LS | t | r | CRKS | K |
|------------|----------------|--------|-----|--------|--------|------|-------|-----|------|-----|------|----|
| 0 | 1°29'27" | 9.045 | 3 | 9.201 | 6.442 | 6 | 50 | 53 | 4 | 0.2 | — | — |
| 1 | 1°25'43" | 12.065 | 3.5 | 12.240 | 9.396 | 9 | 53.5 | 57 | 5 | 0.2 | M6 | 16 |
| 2 | 1°25'50" | 17.780 | 5 | 18.030 | 14.583 | 14 | 64 | 69 | 5 | 0.2 | M10 | 24 |
| 3 | 1°26'16" | 23.825 | 5 | 24.076 | 19.759 | 19 | 81 | 86 | 7 | 0.6 | M12 | 28 |
| 4 | 1°29'15" | 31.267 | 6.5 | 31.605 | 25.943 | 25 | 102.5 | 109 | 9 | 1.0 | M16 | 32 |
| 5 | 1°30'26" | 44.399 | 6.5 | 44.741 | 37.584 | 35.7 | 129.5 | 136 | 9 | 2.5 | M20 | 40 |
| 6 | 1°29'36" | 63.348 | 8 | 63.765 | 53.859 | 51 | 182 | 190 | 12 | 4.0 | M24 | 50 |
| 7 | 1°29'22" | 83.058 | 10 | 83.578 | 70.052 | 65 | 250 | 260 | 18.5 | 5.0 | M33 | 80 |

국제단위계 SI

■ SI단위로의 전환에서 문제되는 단위 환산률 표(굵게 쓰여진 단위는 SI에 의한 단위이다)

● 압력

| Pa | kPa | MPa | bar | kgf/cm ² | atm | mmH ₂ O | mmHg또는토르(Torr) |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 1×10 ⁻³ | 1×10 ⁻⁶ | 1×10 ⁻⁵ | 1.01972×10 ⁻⁵ | 9.86923×10 ⁻⁶ | 1.01972×10 ⁻¹ | 7.50062×10 ⁻³ |
| 1×10 ³ | 1 | 1×10 ⁻³ | 1×10 ⁻² | 1.01972×10 ⁻² | 9.86923×10 ⁻³ | 1.01972×10 ² | 7.50062 |
| 1×10 ⁶ | 1×10 ³ | 1 | 1×10 | 1.01972×10 | 9.86923 | 1.01972×10 ⁵ | 7.50062×10 ³ |
| 1×10 ⁵ | 1×10 ² | 1×10 ⁻¹ | 1 | 1.01972 | 9.86923×10 ⁻¹ | 1.01972×10 ⁴ | 7.50062×10 ² |
| 9.80665×10 ⁴ | 9.80665×10 | 9.80665×10 ⁻² | 9.80665×10 ⁻¹ | 1 | 9.67841×10 ⁻¹ | 1×10 ⁴ | 7.35559×10 ² |
| 1.01325×10 ⁵ | 1.01325×10 ² | 1.01325×10 ⁻¹ | 1.01325 | 1.03323 | 1 | 1.03323×10 ⁴ | 7.60000×10 ² |
| 9.80665 | 9.80665×10 ⁻³ | 9.80665×10 ⁻⁶ | 9.80665×10 ⁻⁵ | 1×10 ⁻⁴ | 9.67841×10 ⁻⁵ | 1 | 7.35559×10 ⁻² |
| 1.33322×10 ² | 1.33322×10 ⁻¹ | 1.33322×10 ⁻⁴ | 1.33322×10 ⁻³ | 1.35951×10 ⁻³ | 1.31579×10 ⁻³ | 1.35951×10 | 1 |

주1) 1Pa=1N/m²

● 힘

| N | dyn | kgf |
|--------------------|-------------------------|--------------------------|
| 1 | 1×10 ⁵ | 1.01972×10 ⁻¹ |
| 1×10 ⁻⁵ | 1 | 1.01972×10 ⁻⁶ |
| 9.80665 | 9.80665×10 ⁵ | 1 |

● 응력

| Pa | MPa또는토르N/mm ² | kgf/mm ² | kgf/cm ² |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 1×10 ⁻⁶ | 1.01972×10 ⁻⁷ | 1.01972×10 ⁻⁵ |
| 1×10 ⁶ | 1 | 1.01972×10 ⁻¹ | 1.01972×10 |
| 9.80665×10 ⁶ | 9.80665 | 1 | 1×10 ² |
| 9.80665×10 ⁴ | 9.80665×10 ⁻² | 1×10 ⁻² | 1 |

주1) 1Pa=1N/m²

● 일·에너지·열량

| J | kW·h | kgf·m | kcal |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2.77778×10 ⁻⁷ | 1.01972×10 ⁻¹ | 2.38889×10 ⁻⁴ |
| 3.600 ×10 ⁶ | 1 | 3.67098×10 ⁵ | 8.6000 ×10 ² |
| 9.80665 | 2.72407×10 ⁻⁶ | 1 | 2.34270×10 ⁻³ |
| 4.18605×10 ³ | 1.16279×10 ⁻³ | 4.26858×10 ² | 1 |

주1) 1J=1W·s, 1J=1N·m
1cal=4.18605J
(계량법에 의한다)

● 일률(공률·동력)열류

| W | kgf·m/s | PS | kcal/h |
|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 1.01972×10 ⁻¹ | 1.35962×10 ⁻³ | 8.6000 ×10 ⁻¹ |
| 9.80665 | 1 | 1.33333×10 ⁻² | 8.43371 |
| 7.355 ×10 ² | 7.5 ×10 | 1 | 6.32529×10 ² |
| 1.16279 | 1.18572×10 ⁻¹ | 1.58095×10 ⁻³ | 1 |

주1) 1W=1J/s, PS:볼마력
1PS=0.7355kW
(계량법 시공법에 의한다)
1cal=4.18605J
(계량법에 의한다)

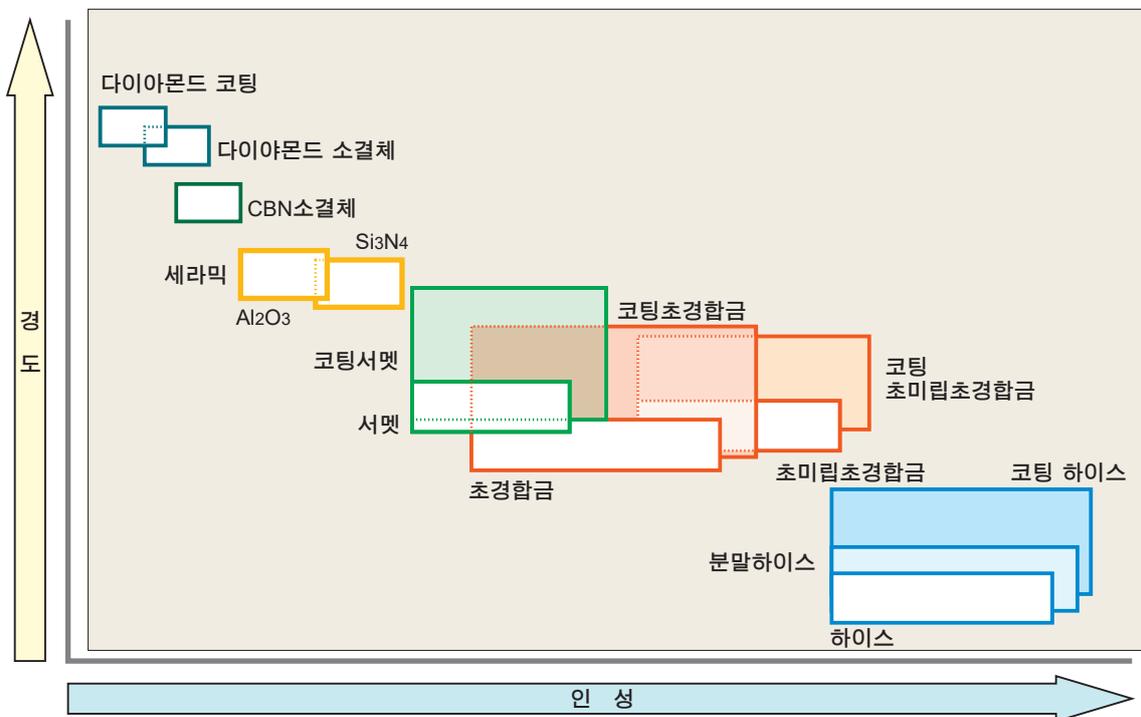
공구의 마모와 손상

공구 손상과 대책

| 공구손상형태 | 원인 | 대책 |
|--|---|---|
| 여유면 마모 (크랭크 마모) | <ul style="list-style-type: none"> · 공구재종이 너무 무르다 · 절삭속도가 너무 빠르다 · 여유각이 너무 작다 · 이송량이 극단으로 너무 낮다 | <ul style="list-style-type: none"> · 내마모성이 높은 공구재종으로 한다 · 절삭속도를 내린다 · 여유각을 크게 한다 · 이송을 올린다 |
| 경사면 마모 (크레이터 마모) | <ul style="list-style-type: none"> · 공구재종이 너무 무르다 · 절삭속도가 너무 빠르다 · 이송량이 너무 높다 | <ul style="list-style-type: none"> · 내마모성이 높은 공구재종으로 한다 · 절삭속도를 내린다 · 이송을 내린다 |
| 칩핑 | <ul style="list-style-type: none"> · 공구재종이 너무 단단하다 · 이송량이 크다 · 절인강도의 부족 | <ul style="list-style-type: none"> · 인성이 높은 공구재종으로 한다 · 이송량을 내린다 · 호닝량을 크게 한다 (R호닝이라면 챔퍼호닝으로 한다) · 샹크사이즈가 큰것으로 한다 |
| 결손 | <ul style="list-style-type: none"> · 공구재종이 너무 단단하다 · 이송량이 크다 · 절인강도의 부족 | <ul style="list-style-type: none"> · 인성이 높은 공구재종으로 한다 · 이송량을 내린다 · 호닝량을 크게 한다 (R호닝이라면 챔퍼호닝으로 한다) · 샹크사이즈가 큰것으로 한다 |
| 소성변형 (절인의 처짐) | <ul style="list-style-type: none"> · 공구재종이 너무 무르다 · 절삭속도가 너무 빠르다 · 절입 · 이송이 너무 높다 · 절인의 온도가 높다 | <ul style="list-style-type: none"> · 내마모성이 높은 공구재종으로 한다 · 절삭속도를 내린다 · 절입 · 이송을 작게한다 · 열전도율이 큰 공구재종으로 한다 |
| 열균열 (서멀크랙) | <ul style="list-style-type: none"> · 절삭열에 의한 팽창과 수축 · 공구재종이 너무 단단하다 ※ 특히 밀링커터 가공 | <ul style="list-style-type: none"> · 건식절삭으로 한다 (습식절삭의 경우, 절삭유제는 전체에 충분히 뿌려준다) · 인성이 높은 공구재종으로 한다 |
| 경계마모 | <ul style="list-style-type: none"> · 흑피부, 탈화부 및 가공경화층 등 표면이 단단하다 · 톱모양의 칩에 의한 마찰 (미세진동으로 발생한다) | <ul style="list-style-type: none"> · 내마모성이 높은 공구재종으로 한다 · 경사각을 크게 하여 절삭성을 좋게 한다 |
| 구성인선 (용착) | <ul style="list-style-type: none"> · 절삭속도가 낮다 · 절삭력이 나쁘다 · 재종선정의 부적합 | <ul style="list-style-type: none"> · 절삭속도를 올린다 (S45C에서는 80m/min이상) · 경사각을 크게 한다 · 친화성이 낮은 공구재종으로 한다 (코팅재종, 서멧재종으로 한다) |
| 플레이킹 | <ul style="list-style-type: none"> · 절인의 용착 · 응착 · 칩배출이 나쁘다 | <ul style="list-style-type: none"> · 경사각을 크게 하여 절삭성을 좋게 한다 · 칩포켓이 큰 것으로 한다 |
| 여유면 마모 (크랭크 마모) 결손 ※ 본 손상은 초고압소결체입니다 | <ul style="list-style-type: none"> · 전형적인 인선강도 부족에 의한 결손 | <ul style="list-style-type: none"> · 호닝량을 크게 한다 · 내결손성이 높은 재종으로 변경한다 |
| 경사면 마모 (크레이터 마모) 결손 ※ 본 손상은 초고압소결체입니다 | <ul style="list-style-type: none"> · 공구재종이 너무 무르다 · 절삭저항이 높고, 절삭열의 발열량이 크다 | <ul style="list-style-type: none"> · 호닝량을 작게 한다 · 내마모성이 높은 재종으로 변경한다 |

절삭공구재료

아래 그림은, 종축으로 고온 단단함을, 횡축으로 인성 (인성이 강함) 을 취해서, 여러가지 공구재료를 구상한 것입니다. 현재, 초경합금 · 코팅초경합금 · TiC-TiN계 서멧의 3재종이 시장에서의 주력 공구재료인데, 그 이유는 고온 단단함과 인성이 강하다는 점에서 잘 조화가 되어 있기 때문입니다.

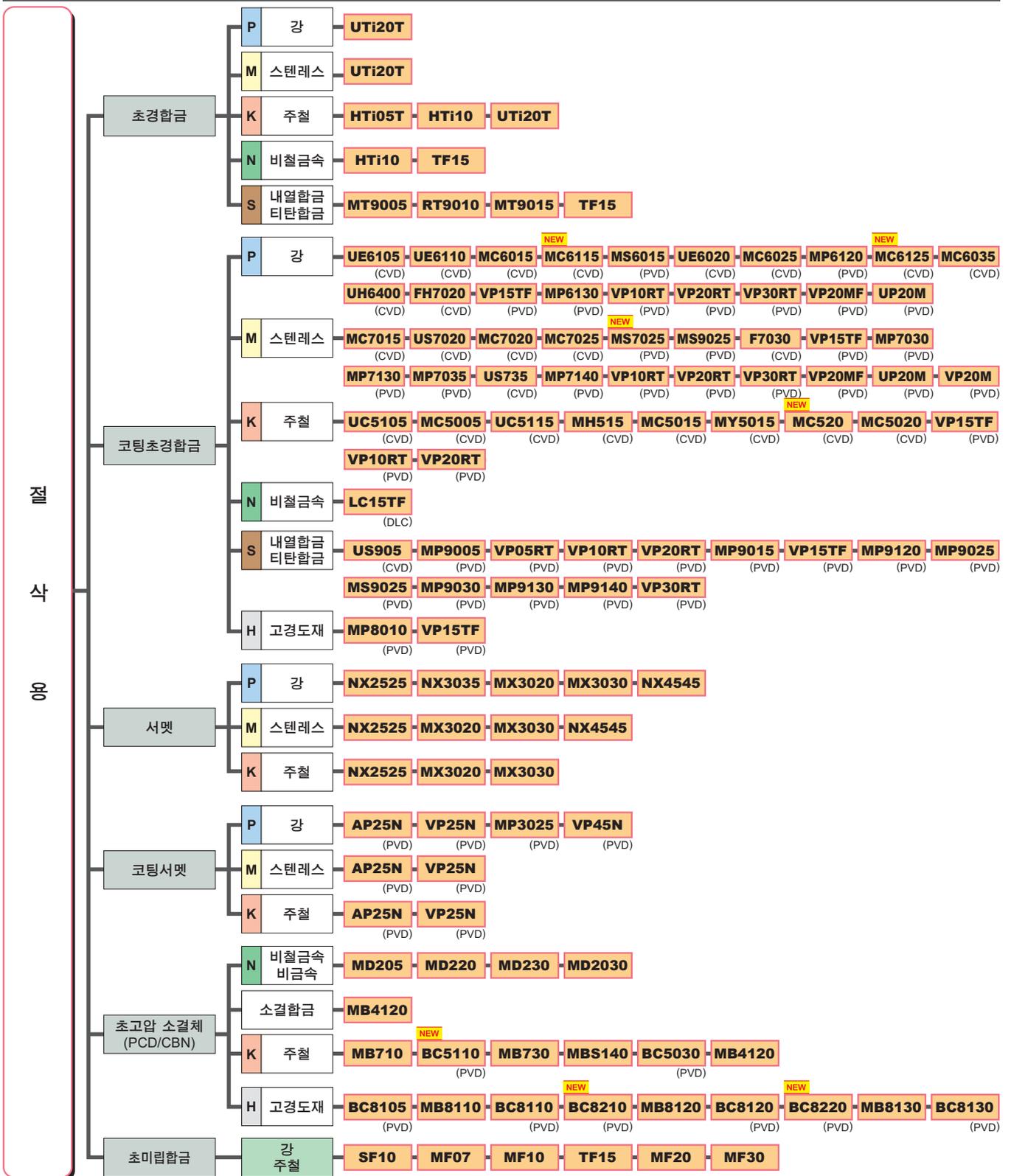


각종 경질 물질의 특성

| 경 (硬) 물질 | 경도 (Hv) | 생성자유 에너지 (kcal/g · atom) | 철에 대한 용해량 (%.1250°C) | 열전도율 (W/m · k) | 열팽창계수 (×10 ⁻⁶ /k) * | 적용공구 재료 |
|--|---------|--------------------------|----------------------|----------------|--------------------------------|------------|
| 다이아몬드 (C) | >9000 | - | 역반응 | 2100 | 3.1 | 다이아몬드 소결체 |
| 입방정질화붕소 (CBN) | >4500 | - | - | 1300 | 4.7 | CBN소결체 |
| 질화규소 (Si ₃ N ₄) | 1600 | - | - | 100 | 3.4 | 세라믹 |
| 산화알루미늄 (Al ₂ O ₃) | 2100 | -100 | ≈0 | 29 | 7.8 | 세라믹 코팅 |
| 탄화티탄 (TiC) | 3200 | -35 | < 0.5 | 21 | 7.4 | 서멧 코팅 초경합금 |
| 질화티탄 (TiN) | 2500 | -50 | - | 29 | 9.4 | 서멧 코팅 |
| 탄화탄탈 (TaC) | 1800 | -40 | 0.5 | 21 | 6.3 | 초경합금 |
| 탄화텨스텐 (WC) | 2100 | -10 | 7 | 121 | 5.2 | 초경합금 |

* 1W/m·K=2.39×10⁻³cal/cm·sec·°C

재종계열



공구재종 대응표

초경합금 재종

| | 사용분류 기호 | | 미쯔비시 머테리얼 | 스미토모전공 | 도시바 | 교세라 | 다이젯 | MOLDINO | 샌드빅 | 케나메탈 | 세코틀 | 이스칼 | |
|------------|---------|------|----------------------------|-----------------------|---------------|--------------|------|--------------|------------|----------------------|---------------------|---------------|----------------------|
| | 분류 | 기호 | | | | | | | | | | | |
| 선 삭 | P | P01 | | | | | | | | | | | |
| | | P10 | | ST10P | TH10 | | | WS10 | | | | IC70 | |
| | | P20 | UTi20T | ST20E | KS20 | | | EX35 | | | | IC70 IC50M | |
| | | P30 | UTi20T | A30 A30N | UX30 KS15F | | | EX35 | | | | IC50M IC54 | |
| | | P40 | | ST40E | TX40 | | | EX35 | | | | IC54 | |
| | M | M10 | | EH510 | TH10 | | | WA10B | | | KU10 K313 K68 | 890 | IC07 |
| | | M20 | UTi20T | EH520 | KS20 | | | EX35 | | | KU10 K313 K68 | HX 883 | IC07 IC08 IC20 |
| | | M30 | UTi20T | A30 A30N | UX30 | | | EX35 | | | | | IC08 IC20 IC28 |
| | | M40 | | | TU40 | | | | | | | | IC28 |
| | K | K01 | HTi05T | H1 H2 | KS05F | | | WH01 WH05 | | | KU10 K313 K68 | | |
| | | K10 | HTi10 | EH510 | TH10 | KW10 GW15 | KT9 | WH10 | | | KU10 K313 K68 | 890 | IC20 |
| | | K20 | UTi20T | G10E H10E EH520 | KS15F KS20 | GW25 | KT9 | WH20 | H13A | | KU10 K313 K68 | HX | IC20 |
| | | K30 | UTi20T | G10E H10E | | | | | | | | 883 | |
| | N | N01 | | H1 H2 | KS05F | GW05 KW10 | | | | H10 | | | |
| | | N10 | HTi10 | EH510 | TH10 | KW10 GW15 | KT9 | WH10 | H10 HBA | | KU10 K313 K68 | 890 | IC08 IC20 |
| | | N20 | | G10E EH520 | KS15F | | KT9 | WH20 | H10 HBA | | KU10 K313 K68 | HX KX | IC08 IC20 |
| | | N30 | | | | | | | | | | 883 | |
| | S | S01 | MT9005 | | | | SW05 | | | | | | |
| | | S10 | MT9005 RT9010 MT9015 | EH510 | KS05F TH10 | | SW10 | | WH13S | H10A H10F H13A | KU10 K313 K68 | HX 883 | IC07 IC08 |
| | | S20 | RT9010 TF15 | EH520 | KS15F KS20 | | SW25 | | | | KU10 K313 K68 | 883 | IC07 IC08 |
| S30 | | TF15 | | | | | | | | | | | |
| 0면 | P | P10 | | | | | | | | | | | |
| | | P20 | UTi20T | A30N | | | | EX35 | | | K125M | | IC50M IC28 |
| | | P30 | UTi20T | A30N | UX30 | | | EX35 | SM30 | GX | | | IC50M IC28 |
| | | P40 | | | | | | EX35 | | | | | IC28 |
| | M | M10 | | | | | | | | | | | |
| | | M20 | UTi20T | A30N | | | | EX35 | | | | | IC08 IC20 |
| | | M30 | UTi20T | A30N | | | | EX35 | SM30 | | | | IC08 IC28 |
| | | M40 | | | | | | | | | | | IC28 |
| | K | K01 | HTi05T | | | | | | | | K115M,K313 | | |
| | | K10 | HTi10 | G10E | TH10 | KW10 GW25 | KT9 | WH10 | | | K115M K313 | | IC20 |
| | | K20 | UTi20T | G10E | | GW25 | FZ15 | WH20 | H13A | | | HX | IC20 |
| | | K30 | UTi20T | | | | | | | | | | |

주1) 상기는 각사 카탈로그 및 발행물에서 발췌한 것으로 각사의 승인을 받은 것은 아닙니다.

초미립초경합금재종

| | 사용분류 기호 | | 미쯔비시 머테리얼 | 스미토모전공 | 도시바 | 교세라 | 다이젯 | MOLDINO | 샌드빅 | 케나메탈 | 세코틀 |
|---|---------|-----|----------------------|-------------------|----------------------|------|----------------------|----------------------|----------------------------|------|------------|
| | 분류 | 기호 | | | | | | | | | |
| Z | Z | Z01 | SF10 MF07 MF10 | F0 | F MD05F MD1508 | | FZ05 FB05 FB10 | | PN90 6UF,H3F 8UF,H6F | | |
| | | Z10 | HTi10 MF20 | XF1 F1 AFU | MD0508 MD07F | FW30 | FZ10 FZ15 FB15 | NM10 NM12 NM15 | H10F | | 890 |
| | | Z20 | TF15 MF30 | AF0 SF2 AF1 | EM10 MD20 G1F | | FZ15 FB15 FB20 | BRM20 EF20N | H15F | | 890 883 |
| | | Z30 | | A1 CC | | | FZ20 FB20 | NM25 NM40 | | | 883 |

서멧 재종

| | 사용분류 기호 | | 미쯔비시 머테리얼 | 스미토모전공 | 도시바 | 교세라 | 다이젯 | MOLDINO | 샌드빅 | 케나메탈 | 세코틀 | 이스칼 | |
|---|---------|-----|---|---|---------------------------------------|--|---------------|----------------------------|-------------------|----------------------------|---------------------------------|---|-------|
| | 분류 | 기호 | | | | | | | | | | | |
| P | P | P01 | AP25N* VP25N* | T1000A | NS520 GT720* | CCX* TN610 PV710* PV30* | | | | | | IC20N IC520N* | |
| | | P10 | NX2525 AP25N* VP25N* | T1500A T1500Z* | NS520 NS9530 GT9530* AT9530* | CCX* TN60 TN610 PV710* TN620 PV720* | CX75 | CZ25* | CT5015 GC1525* | KT315 KT125 | TP1020 TP1030* CM CMP* | IC20N IC520N* IC530N* | |
| | | P20 | NX2525 AP25N* VP25N* NX3035 MP3025* | T1500A T1500Z* T2500A T2500Z* T3000Z* | NS9530 GT9530* AT9530* | TN60 TN620 PV720* TN6020 | CX75 PX90* | CH550 | GC1525* | KT325 KT1120 KT5020* | TP1020 TP1030* | IC20N IC520N* IC30N IC530N* IC75T | |
| | | P30 | MP3025* VP45N* | T3000Z* | | PV730* PV90* | PX90* | | | | | IC75T | |
| M | M | M10 | NX2525 AP25N* VP25N* | T1000A T1500Z* | | TN60 TN620 PV720* TN6020 | | CZ25* | GC1525* | KT125 | TP1020 TP1030* CM CMP* | | |
| | | M20 | NX2525 AP25N* VP25N* | T1500A T1500Z* | | TN90 TN6020 TN620 PV720* PV90* | | CH550 | | | | | |
| | | M30 | | | | PV730* | | | | | | | |
| K | K | K01 | NX2525 AP25N* | T1000A | NS520 GT720* | CCX* PV7005* | | | | | | | |
| | | K10 | NX2525 AP25N* | | NS520 NS9530 GT9530* | CCX* PV7005* TN60 | | CZ25* | CT5015 | KT325 KT125 | | | |
| | | K20 | NX2525 AP25N* | | | | | CH550 | | | | | |
| P | P | P10 | NX2525 | | | TN620M TN60 | CX75 | MZ1000* | | | C15M | IC30N | |
| | | P20 | MX3020 NX2525 | T250A T2500A | | TN100M TN620M TN60 | CX75 CX90 | CH550 CH7030 MZ1000* | CT530 | KT530M HT7 KT605M | C15M MP1020 | IC30N | |
| | | P30 | MX3030 NX4545 | T4500A | NS740 | | | CX90 | CH7035 | | | IC30N | |
| | M | M | M10 | NX2525 | | | TN60 | | | | | | IC30N |
| | | | M20 | MX3020 NX2525 | T250A T2500A | | TN100M | CX75 | | CT530 | KT530M HT7 KT605M | C15M | IC30N |
| | | | M30 | MX3030 NX4545 | T4500A | | | | | | | | |
| | K | K | K01 | | | | | | | | | | |
| | | | K10 | NX2525 | | | TN60 | CX75 | | | | | |
| | | | K20 | NX2525 | | | | | CX75 | | | KT530M HT7 | |

*코팅서멧

주1) 상기는 각사 카탈로그 및 발행물에서 발췌한 것으로 각사의 승인을 받은 것은 아닙니다.

공구재종 대응표

CVD코팅재종

| | 사용분류 기호 | | 미쯔비시 머테리얼 | 스미토모전공 | 도시바 | 교세라 | 다이젯 | MOLDINO | 샌드빅 | 케나메탈 | 세코틀 | 이스칼 |
|-----|---------|---|--|---|-------------------------------------|--|------------------|------------------------------------|--|--|-----------------------------------|----------------------------|
| | 분류 | 기호 | | | | | | | | | | |
| 선 | P | P01 | MC6115 UE6105 | AC810P AC8015P | T9105 T9205 | CA510 CA5505 | JC110V | HG8010 | GC4305 GC4415 | KCP05B KCP05 | TP0501 TP1501 | IC9150 IC8150 IC428 |
| | | P10 | MC6115 UE6105 MC6015 UE6110 MY5015 MC6125 | AC810P AC8020P | T9205 T9105 T9115 T9215 | CA510 CA5505 CA515 CA5515 | JC110V JC215V | HG8010 HG8025 GM8020 | GC4315 GC4325 GC4415 | KCP10B KCP10 KCP25 | TP1501 TP2501 | IC9150 IC8150 IC8250 |
| | | P20 | MC6115 MC6015 UE6110 MC6125 MC6025 UE6020 MY5015 | AC8020P AC820P AC2000 AC8025P | T9115 T9125 T9215 T9225 | CA025P CA515 CA5515 CA525 CA5525 CR9025 | JC110V JC215V | HG8025 GM8020 GM25 | GC4315 GC4325 GC4425 | KCP25B KCP30B KCP25 | TP2501 | IC8250 IC9250 IC8350 |
| | | P30 | MC6125 MC6025 UE6020 MC6035 UH6400 | AC6030M AC8035P AC830P AC630M | T9125 T9135 T9225 T9235 | CA025P CA525 CA5525 CA530 CA5535 CR9025 | JC215V JC325V | GM25 GM8035 | GC4325 GC4335 GC4425 | KCP30B KCP30 | TP3501 | IC8350 IC9250 IC9350 |
| | | P40 | MC6035 UH6400 | AC6030M AC8035P AC630M AC830P | T9135 T9235 | CA530 CA5535 | JC325V | GM8035 GX30 | GC4335 | KCP40 KCP40B | TP3501 TP40 | IC9350 |
| | M | M10 | MC7015 US7020 | AC610M AC6020M | T6120 T6215 | CA6515 | | | GC2015 GC2220 | KCM15B KCM15 | TM1501 TM2000 | IC6015 IC8250 |
| | | M20 | MC7015 US7020 MC7025 | AC6020M AC610M AC6030M AC630M | T6120 T6215 | CA6515 CA6525 | | HG8025 GM25 | GC2015 GC2220 | KCM15 KCM25B KCP40B | TM2000 TM2501 | IC8150 IC6015 |
| | | M30 | MC7025 US735 | AC6030M AC630M | T6130 | CA6525 | | GM8035 GX30 | GC2025 | KCM35B KCP40 | TM4000 TM3501 | IC8250 IC6025 |
| | | M40 | US735 | AC6030M AC630M | | | | GX30 | GC2025 | KCM35B | TM4000 TM3501 | IC6025 |
| | K | K01 | MC5005 UC5105 | AC405K AC410K AC4010K | T505 T515 T5105 | CA4505 CA4010 CA310 | JC050W JC105V | HX3505 | GC3205 GC3210 | KCK05B KCK05 | TK0501 TH1500 | IC5005 |
| K10 | | MC5015 MH515 UC5115 MY5015 | AC405K AC4010K AC410K AC4015K AC415K | T515 T5115 | CA315 CA4515 CA4010 CA4115 | | HX3515 HG8010 | GC3205 GC3210 | KCK15B KCK15 KCK20 KC9315 KCK20B | TK0501 TK1501 | IC5005 IC5010 IC428 | |
| K20 | | MC5015 MH515 UC5115 UE6110 MY5015 | AC4015K AC415K AC420K AC8025P | T5115 T5125 | CA320 CA4515 CA4115 CA4120 | | HG8025 GM8020 | GC3225 | KCK20B KCK20 KCPK05 | TK1501 | IC5010 IC8150 | |
| K30 | | UE6110 | AC8025P | T5125 | | | HG8025 GM8020 | GC3225 | KCPK05 | | | |
| S | S01 | MV9005 US905 | | | CA6515 CA6525 | | HS9105 HS9115 | S05F S205 | | | | |
| 면 | P | P10 | MV1020 | ACP2000 XCU2500 ACP100 | | | | | | | MP1501 | IC5400 |
| | | P20 | MV1020 MC7020 F7030 | ACP2000 ACP3000 XCU2500 ACP100 | T3130 T3225 | | | GX2140 GF30 | GC4220 | | MP1501 MP2501 T25M | IC5500 |
| | | P30 | MV1020 MC7020 F7030 | ACP3000 XCU2500 ACP100 | T3130 T3225 | | | GX2140 GX2160 GF30 | GC4330 GC4230 | KCPK30 KC930M | MP1501 MP2501 TM25 T350 | IC5500 |
| | | P40 | | | | | | GX2030 GX2160 | GC4340 GC4240 | KC935M KC530M | MM4500 T350M | |
| | M | M10 | | XCU2500 | | | | | | | | |
| | | M20 | MC7020 F7030 | ACP100 ACM200 XCU2500 | T3130 T3225 | CA6535 | | AX2040 GX2140 | | KC925M | MP2501 MS2500 T25M T350M | |
| | | M30 | MV1020 MC7020 F7030 | ACP100 XCU2500 ACM200 | T3130 T3225 | CA6535 | | AX2040 GX2140 GX2160 GX30 | GC2040 | KC930M | MP2501 T25M T350M | IC5820 |
| | | M40 | | | | | | GX2160 | | KC930M KC935M | MM4500 T350M | |
| | K | K01 | | | | | | | | | | |
| | | K10 | MV1020 MC520 MC5020 | XCK2000 ACK200 | T1215 T1115 | CA420M | JC605W | GX2120 | | | | |
| | | K20 | MV1020 MC520 MC5020 | ACK200 XCK2500 XCK2000 ACK200 | T1115 | | JC605W | GX2120 | GC3220 GC3330 K20W | KC915M | MP1501 | IC5100 |
| | | K30 | | | | | | | GC3330 GC3040 | KC920M KC925M KCPK30 KC930M KC935M | MP1501 | IC5100 DT7150 |

주1) 상기는 각사 카탈로그 및 발행물에서 발췌한 것으로 각사의 승인을 받은 것은 아닙니다.

PVD코팅재종

| | 사용분류 기호 | | 미쯔비시 머테리얼 | 스미토모전공 | 도시바 | 교세라 | 다이젯 | MOLDINO | 샌드빅 | 케나메탈 | 세코틀 | 이스칼 | | |
|--------|---------|-----|---|---|---|---|----------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|---|---|--|--|--|
| | 분류 | 기호 | | | | | | | | | | | | |
| 선 삭 | P | P01 | | | | | | | | | | | | |
| | | P10 | VP10MF MS6015 | | AH710 | PR1705 PR930 PR1025 PR1115 PR1225 PR1725 | | | GC1125 | KCU10 KT315 KCS10 KC5010 KC5510 KU10T KTP10 | CP200 TS2000 | IC250 IC507 IC570 IC807 IC907 IC908 | | |
| | | P20 | VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF MS6015 | | AH725 AH120 J740 SH730 SH725 | PR930 PR1025 PR1725 PR1115 PR1225 PR1425 PR1535 | | IP2000 | GC1525 GC1125 GC15 | KT315 KCS10 KCU10 KC5025 KC5525 KU25T KTP10 | TS2500 | IC1007 IC250 IC308 IC507 IC807 IC808 IC907 IC908 IC1008 IC1028 IC3028 | | |
| | | P30 | VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF MS7025 | AC1030U AC530U | AH725 AH120 SH730 GH730 GH130 AH740 J740 SH725 AH7025 | PR1025 PR1725 PR1225 PR1425 PR1535 PR1625 | | IP3000 | GC1125 | KCU25 KC5525 KU25T | CP500 | IC228 IC250 IC328 IC330 IC354 IC528 IC1008 IC1028 IC3028 | | |
| | | P40 | | | AH740 | PR1535 | | | | | | CP500 CP600 | IC228 IC328 IC528 IC928 IC1008 IC1028 IC3028 | |
| | M | M01 | | | | | PR1725 | JC5003 | | | | CP200 TS2000 | | |
| | | M10 | VP10MF | | AH8005 AH630 | PR1025 PR1225 PR930 PR1725 | JC5003 JC8015 JC5015 | | IP050S | GC1525 GC1115 GC15 GC1125 GC1105 | KCS10 KCU10 KC5010 | CP200 TS2000 TS2500 | IC354 IC507 IC520 IC807 IC907 IC1007 IC5080T | |
| | | M20 | VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF MS7025 MS9025 | AC1030U AC530U AC6040M | AH725 AH120 SH730 AH630 SH725 AH8015 AH7025 | PR1025 PR1225 PR930 PR1535 PR1725 | JC5015 JC8015 JC5118 | | IP100S | GC1525 GC1115 GC15 GC1125 | KCU25 KC5025 KCU10 KC5010 KCS10 | TS2500 CP500 CP600 | IC354 IC808 IC908 IC1008 IC1028 IC3028 IC5080T | |
| | | M30 | VP10RT VP20RT VP15TF VP20M VP20MF MS7025 MP7035 | AC530U AC1030U AC6040M | AH725 AH120 SH730 J740 AH645 SH725 | PR1025 PR1725 PR1535 PR1225 | JC5118 | | | GC1125 GC2035 | KC5025 KCU25 | CP500 CP600 | IC228 IC250 IC328 IC330 IC1008 IC1028 IC9080T | |
| | | M40 | MP7035 | AC530U AC6040M AC1030U | AH645 | PR1535 PR1225 | | | | GC2035 | | | CP600 | IC328 IC928 IC1008 IC1028 IC3028 IC9080T |
| | K | K01 | | | | | | | | | | | | |
| | | K10 | | AC510U | GH110 AH110 | | | | | GC15 | KCU10 KCS10 KC5010 KC5510 | CP200 TS2000 | IC350 IC910 IC1008 | |
| | | K20 | VP10RT VP20RT VP15TF | AC1030U AC530U | AH7025 AH120 | | | | | | KCU15 KCU25 | CP200 TS2000 TS2500 | IC228 IC350 IC808 IC830 IC908 IC1007 IC1008 | |
| | | K30 | VP10RT VP20RT VP15TF | | AH120 GH130 | | | | | | KCU25 KC5525 | CP500 | IC228 IC350 IC808 IC830 IC908 IC928 IC1007 IC1008 | |
| | S | S01 | MP9005 VP05RT | AC510U AC5005S AC5015S | AH8005 | PR005S PR015S | JC5003 JC8015 JC5015 | JP9105 | | | | | TH1000 | IC507 IC804 IC807 IC907 IC5080T |
| | | S10 | MP9005 MP9015 VP10RT | AC5005S AC510U AC520U AC5015S AC5025S | AH8005 AH8015 | PR005S PR015S | JC5003 JC5015 JC8015 | JP9115 | GC1105 | KCU10 KC5010 KCS10 | CP200 TS2000 TS2050 TS2500 TH1000 | | IC507 IC806 IC807 IC903 IC5080T | |
| | | S20 | MP9015 MT9015 | AC520U AC5015S AC5025S | AH7025 AH8015 | PR015S PR1535 | JC5015 JC5118 | | GC1105 GC1115 GC1125 GC15 | KCU10 KCU25 KC5025 KCS10 KC5010 | TS2000 TS2500 CP200 | | IC228 IC300 IC328 IC808 IC908 IC928 IC3028 IC806 IC9080T | |
| | | S30 | MS9025 MP9025 VP15TF VP20RT | AC1030U | AH630 AH7025 | PR015S PR1535 | JC5118 | | GC1125 | KCU25 KC5025 | CP600 | | IC928 IC830 | |
| | 밀 링 | P | P01 | | | AH710 AH110 | | JC8003 | ATH80D JP4105 | | | | | IC903 |
| | | | P10 | | ACU2500 | AH120 AH725 | PR830 PR1225 | JC8003 JC8015 JC5015 JC5118 | PN15M PN215 PCA12M JP4115 | GC1010 GC1130 | KC505M KC715M KC510M KC515M | | IC808 IC810 IC900 IC903 IC908 IC910 IC950 IC380 | |

주1) 상기는 각사 카탈로그 및 발행물에서 발췌한 것으로 각사의 승인을 받은 것은 아닙니다.

공구재종 대응표

PVD코팅재종

| 사용분류 | 기호 | | 미쯔비시 머테리얼 | 스미토모전공 | 도시바 | 교세라 | 다이젯 | MOLDINO | 샌드빅 | 케나메탈 | 세코틀 | 이스칼 |
|--------|--------|---------|--------------|--------------|--------|--------|--------|---------------|-----------------------|---|--|---|
| | 분류 | 기호 | | | | | | | | | | |
| P | P20 | MP6120 | ACU2500 | AH3225 | PR830 | JC5015 | CY9020 | GC1010 | KC522M KC525M | F25M MP3000 | IC808 IC810 IC830 IC900 IC908 IC910 IC928 IC950 IC1008 IC380 | |
| | | VP15TF | ACP200 | AH725 | PR1225 | JC8015 | JP4120 | GC1030 | KC527M KC610M | | | |
| | | | | AH120 | PR1230 | JC5118 | CY150 | GC1130 | KC620M KC635M | | | |
| | P30 | MP6120 | ACU2500 | AH120 | PR1230 | JC8050 | JS4045 | GC1010 | KC735M | F25M MP3000 | IC830 IC845 IC900 IC928 IC950 IC1008 IC380 | |
| | | VP15TF | ACP200 | AH130 | PR1525 | JC5040 | CY250V | GC1030 | KC725M | | | |
| | | MP6130 | ACP300 | AH6030 AH725 | | JC5118 | CY25 | GC2030 | KC530M | | | |
| | P40 | VP30RT | ACP300 | AH140 | PR1525 | JC8050 | JS4060 | GC2030 | KC735M | F40M T60M | IC830 IC928 IC1008 | |
| | | | | | | JC5040 | PTH30E | GC1030 | KC537M | | | |
| | | | | | | | PTH40H | GC1130 | | | | |
| | M | M01 | | | | | | PN08M PN208 | | | | IC907 |
| | | M10 | | ACU2500 | AH725 | PR1225 | | PN15M | GC1025 GC1030 | KC715M | | IC903 |
| | | M20 | VP15TF | ACU2500 | AH725 | PR830 | JC5015 | JP4120 | GC1025 | KC610M KC635M | F25M MP3000 | IC808 IC830 IC900 IC908 IC928 IC380 IC1008 |
| MP7130 | | | | AH3135 | PR1225 | JC5118 | GC1030 | | KC730M KC720M | | | |
| M30 | | VP20RT | | AH3225 | PR1525 | JC8015 | | GC1040 | KC522M KC525M | | | |
| | MP7140 | ACP300 | AH130 | PR830 | JC5015 | JS4045 | S30T | KC537M | F30M | IC328 IC330 | | |
| M40 | VP30RT | ACM300 | AH9130 | PR1225 | JC8015 | CY250 | GC1040 | KC725M | F40M | IC380 IC830 | | |
| | | ACK300 | AH3135 | PR1525 | JC8050 | JC5118 | GC2030 | KC735M | MP3000 | IC882 IC928 IC1008 IC380 | | |
| K | K01 | MP8010 | | AH110 | | JC8003 | ATH80D | | | | IC380 IC900 | |
| | K10 | MP8010 | ACU2500 | AH110 | PR1210 | JC8015 | ATH10E | GC1010 | KC514M KC515M | MK2050 | IC810 IC900 IC910 IC380 | |
| | | VP15TF | ACK3000 | AH120 | PR1510 | JC8015 | TH315 | | | | | |
| | K20 | VP20RT | ACU2500 | AH120 | PR1210 | JC5015 | CY150 | GC1010 | KC514M | MK2000 MK2050 | IC810 IC910 IC928 IC950 | |
| | | ACK300 | AH9130 | PR1510 | JC8015 | JP4120 | GC1020 | KC610M KC520M | | | | |
| K30 | VP15TF | ACK300 | | | JC5080 | CY250 | GC1020 | KC522M | MK2050 | IC808 IC830 IC908 IC928 IC1008 | | |
| | VP20RT | ACK3000 | | | JC5015 | JS4045 | | | | | KC524M | |
| S | S01 | | | AH110 | PR905 | JC8003 | PN08M | | | | IC907 IC908 | |
| | | | | AH710 | PR1210 | JC8015 | PN208 | | | | IC808 IC903 | |
| | S10 | MP9120 | ACM100 | AH120 | PR1210 | JC8003 | JS1025 | GC1130 | KC510M | MS2050 | IC903 IC907 IC908 IC840 IC910 IC808 | |
| | | VP15TF | ACU2500 | AH725 | PR1535 | JC5015 | JP4120 | GC1010 | | | | |
| | S20 | MP9120 | ACK300 | AH725 | PR1210 | JC8015 | PTH30H | S30T | GC1130 | MS2050 MP2050 | IC300 IC908 IC808 IC900 IC830 IC928 IC328 IC330 IC840 IC882 IC380 | |
| VP15TF | | ACP300 | AH6030 | PR1535 | JC8050 | | GC2030 | KC522M | | | | |
| S30 | MP9130 | ACU2500 | AH130 | PR1535 | JC5118 | JM4160 | GC1030 | KC525M | MS2050 F40M KCSM40 | IC830 IC882 IC928 | | |
| | MP9030 | | | | JC5118 | | GC1130 | | | | | |
| H | H01 | MP8010 | | AH110 | | JC8003 | | | | | IC903 | |
| | H10 | VP15TF | | AH110 | | JC6102 | JP4105 | GC1130 | KC505M | MH1000 F15M | IC900 IC808 IC907 | |
| | | VP10H | | AH120 | | JC8008 | TH303 | GC1010 | | | | |
| | H20 | | | AH710 | | | PTH08M | GC1030 | KC510M | | | |
| VP15TF | | | AH120 | | JC8015 | ATH08M | GC1030 | | F15M | IC900 IC808 IC908 IC380 | | |
| H30 | | | AH9030 | | JC5118 | ATH80D | | | MP3000 F30M | IC380 IC900 IC1008 | | |

주1) 상기는 각사 카탈로그 및 발행물에서 발췌한 것으로 각사의 승인을 받은 것은 아닙니다.

CBN재종

| | 사용분류 기호 | | 미쯔비시 머테리얼 | 스미토모전공 | 도시바 | 교세라 | 다이젯 | 샌드빅 | 세코툴 |
|---|---------|------|--|--------------------------------------|-------------------------|----------------------------|--------|--------------------------|-----------------------------|
| | 분류 | 기호 | | | | | | | |
| 선 | H | H01 | BC8105 BC8110 MB8110 | BNC100 BNX10 BN1000 BNC2010 | BXM10 BX310 | KBN05M KBN10M KBN510 | | CB7105 | CBN060K |
| | | H10 | BC8110 BC8210 BC8120 BC8220 MB8110 MB8120 | BNC160 BNX20 BN2000 BNC2020 | BXM10 BX330 BX530 | KBN05M KBN25M KBN525 | JBN300 | CB7115 CB7015 | CBN010 |
| | | H20 | BC8210 BC8120 BC8220 MB8120 | BNC200 BNX25 BN250 BNC2020 | BXM20 BXA20 BX360 | KBN525 KBN05M KBN25M | JBN245 | CB7125 CB7025 CB20 | CBN150 CBN160C |
| | | H30 | BC8130 MB8130 | BNC300 BN350 | BXC50 BX380 | KBN35M | | CB7135 CB7525 | CBN150 CBN160C |
| 삭 | S | S01 | MB730 | BN700 BN7000 | M714B | | | | CBN170 |
| | | S10 | | BNS8125 | BX470, BX480 | | | | |
| | | S20 | | | | | | | |
| | | S30 | | | | | | | |
| 삭 | K | K01 | MB710 BC5110 MB5015 | BN500 BNC500 | BX870 BX930 BX910 | | | | |
| | | K10 | MB730 MB4120 | BN700 BN7500 BN7000 | BX470 BX480 | KBN60M | JBN795 | CB7525 | |
| | | K20 | MB730 MB4120 | BN700 BN7000 | BX480 | KBN60M | JBN500 | | CBN200 |
| | | K30 | BC5030 MBS140 | BNS800 BNC8115, BNC8125 | BX90S BXC90 | KBN900 | | CB7925 | CBN300 CBN400C CBN500 |
| | | 소결합금 | MB4120 | BN7500 BN7000 BNC7115 | BX470 BX480 | KBN570 KBN70M | | | CBN200 |

PCD재종

| | 사용분류 기호 | | 미쯔비시 머테리얼 | 스미토모전공 | 도시바 | 교세라 | 다이젯 | 샌드빅 | 세코툴 | |
|---|---------|-----|------------------|--------|----------------|--------|-----------------|--------|-------|-----------------|
| | 분류 | 기호 | | | | | | | | |
| 선 | N | N01 | MD205* | DA90 | DX180 DX160 | KPD001 | JDA30 JDA735 | CD05 | PCD05 | |
| | | N10 | MD220 | DA150 | DX140 | KPD010 | | CD10 | PCD10 | |
| | | N20 | MD220 | DA2200 | DX120 | | | JDA715 | | PCD20 |
| | | N30 | MD230* MD2030 | DA1000 | DX110 | KPD230 | JDA10 | | | PCD30 PCD30M |

* 수주생산품

주1) 상기는 각사 카탈로그 및 발행물에서 발췌한 것으로 각사의 승인을 받은 것은 아닙니다.

팁 브레이커 대응표

네가티브팁

| ISO사용 분류기호 | 절삭영역 | 미끄러비시 소재리얼 | 스미토모전공 | 도시바 | 교세라 | 다이젯 | MOLDINO | 샌드빅 | 케나메탈 | 세코툴 | 발타 | 대구텍 |
|---------------|--------------|------------------------|----------------------------|--|----------------------------|------------------|----------------------------|---------------------|--------------------|---------------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| P | 정삭절삭 | FH, FP FY, FS | FA, FB FL | 01* TF, 11 ZF | GR, PP, VF XP, XP-T, XF | | FE | LC | FF | FF1, FF2 | FP5 | FA FX |
| | 경절삭 | LP SA, SH | SU LU, FE SX, SE | PS NS, 27 TSF, AS, TQ | PQ HQ, CQ | PF UR, UA, UT | BE B, BH, CE | XF PF MF | K LF, FN | MF2 | MP3, FV5 | FM FG |
| | 경절삭 (연강) | SY | | 17 | XQ, XS | | | | | | | FC |
| | 경절삭 (와이퍼) | SW | LUW, SEW | FW, SW AFW, ASW | WF WP, WQ | | | WL, WF | FW | W-FF2 W-MF2 | FW5, NF | WS |
| | 중절삭 | MP MA MH | GU UG GE, UX | PM, NM, ZM TA, TM, AM, 28 DM, 33, 37, 38 | PG, CJ, GS PS, HS PT | PG UB | CT, AB AH, AR AY, AE | PM QM, XM XMR | MP, P MN | MF3 MF5, M3 M5 | MP5, MV5 MU5 | PC, MP, FT MT |
| | 중절삭 (와이퍼) | MW | GUW | | WE | | | WMX, WM WR | MW, RW | W-M6, W-M3 W-MF5 | MW5, NM | WT |
| | 준중절삭 | RP GH 무기호 | MU, MX, ME UZ | TH 무기호 | PH GT 무기호 | UD GG | RE Y | PR, HM 무기호 | RN, RP | M6, MR6, MR7 | RP5, RP7 RV5 | RT 무기호 |
| | 중절삭 | HZ HL, HM, HX HV | MP HG, HP HU, HW, HF | TRS, 57 TU TUS, 65 | PX | UC | HX HE, H | QR, PR HR, MR | MR, RP RM RH | R4, R5 R57, RR6, R7 R68, RR9 | NRF HU5 NRR | RX, RH HD, HY, HT HZ, EH |
| M | 정삭 경절삭 | SH, LM | SU, EF | SS | MQ, SK* | | MP, AB, BH | XF, MF | FF, FP LF* | FF1, FF2 MF1 | FM5 | SF |
| | 중절삭 | MS, GM MM, MA ES | EX, EG, UP GU HM | SA, SF SM S | MS, MU TK ST | SF, SZ SG | PV, DE, SE AH | MM QM, XM K | MS, MP UP | MF3 MF4 MF5, M3 | MM5, RM5 MU5 | ML EM, MM VF |
| | 중절삭 | GH, RM HL, HZ | EM, MU MP | TH, SH | | | AE | MR MR | MR, RP | M5, M6, R6 R56, RR6, R7 R8, PR9 | HU5 | |
| K | 정삭 경절삭 | LK, MA | | CF | KQ | | VA, AH | KF | FN | MF2 M3, M4 | MK5 | FG |
| | 중절삭 | MK, GK 무기호 | UZ, GZ, UX | CM 무기호 | KG, 무기호, C | PG | V, AE | KM | RP, UN | M5 | RK5, MV7 | MC |
| | 준중절삭 | RK | | | KH, GC, PH | GG | RE | KR, KRR | | MR7 | RK7 RV7 | KT |
| | 중절삭 | 플랫 톱 | 플랫 톱 | CH, 플랫 톱 | ZS, 플랫 톱 | 플랫 톱 | 플랫 톱 | | 플랫 톱 | MR9 플랫 톱 | 플랫 톱 | |
| S | 정삭 | FJ* | EF | | MQ, SK* | | | SF | FS*, FF | MF1 | FM5 | FA |
| | 경절삭 | LS, MJ, MJ* | SU* | HRF | | | | SGF* | LF*, MS, FN | MF3 | NFT MS3 | EA, SF |
| | 중절삭 | MS MA | EG, EX, UP | HRM, 28 SA, HMM | SQ MS, MU, TK | | VI | NGP*, SM QM | UP, P, NGP* | M1 M3 | NMS, NMT MU5 | |
| | 중절삭 | RS, GJ | MU | | SG, SX | | | SR, SMR | RP | MR3 MR4 | NRS, NRT HU5 | ET |

* 외주연삭형

주1) 상기는 각사 카탈로그 및 발행물에서 발췌한 것으로 각사의 승인을 받은 것은 아닙니다.

7°포지티브팁

| ISO사용 분류기호 | 절삭영역 | 미끄러비시 소재 | 스미토모전공 | 도시바 | 교세라 | 다이젯 | MOLDINO | 샌드빅 | 케나메탈 | 세코툴 | 발타 | 대구텍 |
|---------------|----------------|---|--------------------------|-------------------------|-----------------------------------|--------------------|---------|-------------------------|------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|
| P | 정삭 | SMG* | FC*, SC* | JS*, 01* | CF*, CK* GQ*, GF* SKS*, SK* | | | UM* | LF* | | FP2* | SA* |
| | 정삭 경절삭 | FP, FV LP, SV | FB, FP, LU LB, SU | PF, PSF PS, PSS, TSF | GP, PP, VF XP | | JQ | PF, UF | UF, 11 LF, FP | FF1 F1, MF2 | PF4, FP4 | FA, FX FG |
| | 경절삭 (와이퍼) | SW | LUW, SDW | | WP | | | WF | FW | W-F1 | PF | |
| | 중절삭 | MV MP, 무기호 | GU MU | TM, 23 PM, 24 | HQ, MF* XQ, GK | FT | JE | PM, UM PR, UR | MF, MP | M3 F2, M5 | FP6, MP4 RP4 | PC MT |
| | 중절삭 (와이퍼) | MW | | SW | | | | WM | MW | W-MF2 W-M3 | PM | WT |
| M | 정삭 경절삭 | FM LM | FC*, SI* LU LB, SU | PF, PSF PS, PSS | CF*, CK* GQ*, GF* MQ*, SK* | | MP | MF, UF | LF, UF FP | F1, F2 MF2 | FM2* FM4 | FA FG |
| | 중절삭 | MM 무기호 | GU, MU | PM | HQ, GK | | | MM, UM MR, UR | MP | M3 M5 | FM6 MM4, RM4 | PC MT |
| K | 중절삭 | MK, 무기호 플랫 톱 | MU, 플랫 톱 | 플랫 톱, CM | 플랫 톱* | | | KF, KM, UM, KR | 플랫 톱 | F1, M3, M5 | FK6, MK4 RK4, RK6 | MT |
| N | 중절삭 | AZ* | AG* AW* | AL* | AP* AH* | ASF*, ALU* ACB* | | AL* | HP* | AL* | FN2, PM2 MN2* | FL* |
| S | 정삭 경절삭 | FS*, LS* FS-P*, LS-P* FJ* LS, MS | SI* GU | 무기호 | CF*, CK* GQ*, GF* SK*, MQ | | | UM* UF, MF UM, MM | LF* HP* | | FM2* FM4, FM6 MM4, RM4 | SA*, FA, FG PC, MT |

* 외주연삭형

주1) 상기는 각사 카탈로그 및 발행물에서 발췌한 것으로 각사의 승인을 받은 것은 아닙니다.

11°포지티브팁

| ISO사용 분류기호 | 절삭영역 | 미끄러비시 소재 | 스미토모전공 | 도시바 | 교세라 | 다이젯 | MOLDINO | 샌드빅 | 케나메탈 | 세코툴 | 발타 | 대구텍 |
|---------------|----------------|----------------|-------------------------------------|--------------------------------|--|-----|---------|--------|------------------|-----|-----|----------|
| P | 정삭 경절삭 | FV, SMG* SV | SI, FK, FB LU, LUW, LB SU, SF | 01* PF, PSF PS, PSS, TSF | PP, GP, GF* SKS*, CF*, CK* PF*, XP | | JQ | PF | UF, FP FW, LF | | FP4 | FG PC |
| | 중절삭 | MV | GU, MU, US | PM TM, 23 24 | HQ XQ | BM | JE | PM, UM | MF MP, MW | | MP4 | |
| M | 정삭 경절삭 | SMG* SV | SU | SS* PF, PS | GF*, CK* PF*, GP, CF* SKS* | | MP | MF | HP* LF | | FM4 | PC |
| | 중절삭 | MV | GU, MU, US | PM, 무기호 | HQ | | | MM | | | MM4 | |

* 외주연삭형

주1) 상기는 각사 카탈로그 및 발행물에서 발췌한 것으로 각사의 승인을 받은 것은 아닙니다.

Memo

A series of horizontal dashed lines for writing, spanning the width of the page.