

Proterial Korea Co., Ltd.

https://www.korea.proterial.com/

본사사업소 (공구강)	(우)15115 경기도 시흥시 공단3대로 333 (정왕동, 시화공단 3바 1010호)	Tel. 031-319-3933 Fax. 031-319-3963
서울사업소	(우)06164 서울특별시 강남구 테헤란로 87길 36, 1606호 (삼성동 도심공항타워)	Tel. 02-551-4421 Fax. 02-551-4420
부산사업소 (공구강)	(우)46738 부산광역시 강서구 화전산단 6로 102번길 20	Tel. 051-941-3933 Fax. 051-941-3932
평택사업소	(우)46738 경기도 평택시 청북면 한살길 64	Tel. 031-686-8088 Fax. 031-686-8090

제품에 관한 문의는 당사 Web site의 문의(공구강)를 이용하여 주시기 바랍니다.

Proterial, Ltd.

https://www.proterial.com/

Head Office	Toyosu Prime Square, 5-6-36 Toyosu, Koto-ku, Tokyo 135-0061, Japan Tool Steel Dept. Specialty Steel Business Unit, Advanced Metals Division
-------------	--

Proterial America, Ltd.

Head Office	2 Manhattanville Road, Suite 301, Purchase, NY 10577, U.S.A.	Tel. +1-914-694-9200
Other Office	Chicago, Detroit, Pittsburgh	

Diehl Tool Steel, Inc.

Head Office	800 East Ross Avenue P.O. Box 17010 Cincinnati, OH 45217, U.S.A.	Tel. +1-513-242-8900
-------------	---	----------------------

Proterial Europe GmbH

Head Office	Immermannstrasse 14-16, 40210 Duesseldorf, Germany	Tel. +49-211-16009-0
Other Office	London, Milano, Paris, Munich	

Proterial (Thailand) Ltd.

Head Office	1/60, Moo 5, Rojana Industrial Park, Tambol Khanharm, Amphur Uthai, Ayutthaya 13210, Thailand	Tel. +66-35-330-588
Bangkok Branch	Unit 13A1, 13 <sup>th</sup> Floor, Ploenchit Tower, 898 Ploenchit Road, Lumpini, Pathumwan, Bangkok 10330, Thailand	Tel. +66-2-263-0889/0890
Ayutthaya Factory	484 Moo 4, Uthai Sub District, Uthai District, Phranakornsri Ayutthaya 13120, Thailand	Tel. +66-35-958-990

Proterial Asia Pacific Pte. Ltd.

Head Office	12 Gul Avenue, Singapore 629656	Tel. +65-6861-7711
-------------	---------------------------------	--------------------

Proterial Specialty Steel (Dong Guan) Co., Ltd.

Head Office	Cha Shan Town, Dong Guan City, 522380, China
Shanghai Branch	No.155 jiu yuan road, Qingpu industrial zone, Qingpu District, Shanghai, 201712, China
Dalian Branch	3 <sup>#</sup> -2, Koushin Mould Industrial Park III B-1-1F. T. Z. Dalian, 116600, China

Proterial Specialty Steel (Ningbo) Co., Ltd.

Head Office	No.205 Xizhihe Road, Chunxiao Industrial Park, Beilun District, Ningbo City, Zhejiang, 315830, China
-------------	---

- 본 카탈로그에 기재된 특성 값은 대표적인 값이며, 보증 값과는 다를 수 있으므로 주의를 부탁 드립니다.
- 본 카탈로그에 기재된 사항은 예고 없이 변경될 수 있습니다.
- 본 카탈로그의 기재 내용은 무단 복제를 금지합니다.
- 궁금하신 점은 좌측 기재된 당사 공구강 담당자에게 문의를 부탁 드립니다.

- The characteristics listed on this catalog are representative values and they do not guarantee the quality of the product.
- This catalog and its contents are subject to change without notice.
- Do not duplicate this catalog without a permission from Proterial, Ltd.
- For further information, please contact the representative in your area.







안전에 관한 주의  
Notes about safety

강재는 중량물입니다. 운송 및 보관시에 무너짐, 낙하, 끼임 등을 방지하기 위한 안전 대책을 실시하시길 바랍니다. 강재를 톱절단, 절삭, 열처리, 연마 등의 각종 가공 시나 금형, 부품, 치공구 등의 제품으로 사용하는 경우에는 법령·규칙·조례·가이드 라인 등에 따라, 보호구, 치공구 등을 사용하여 작업자의 안전을 확보하시기 바랍니다.

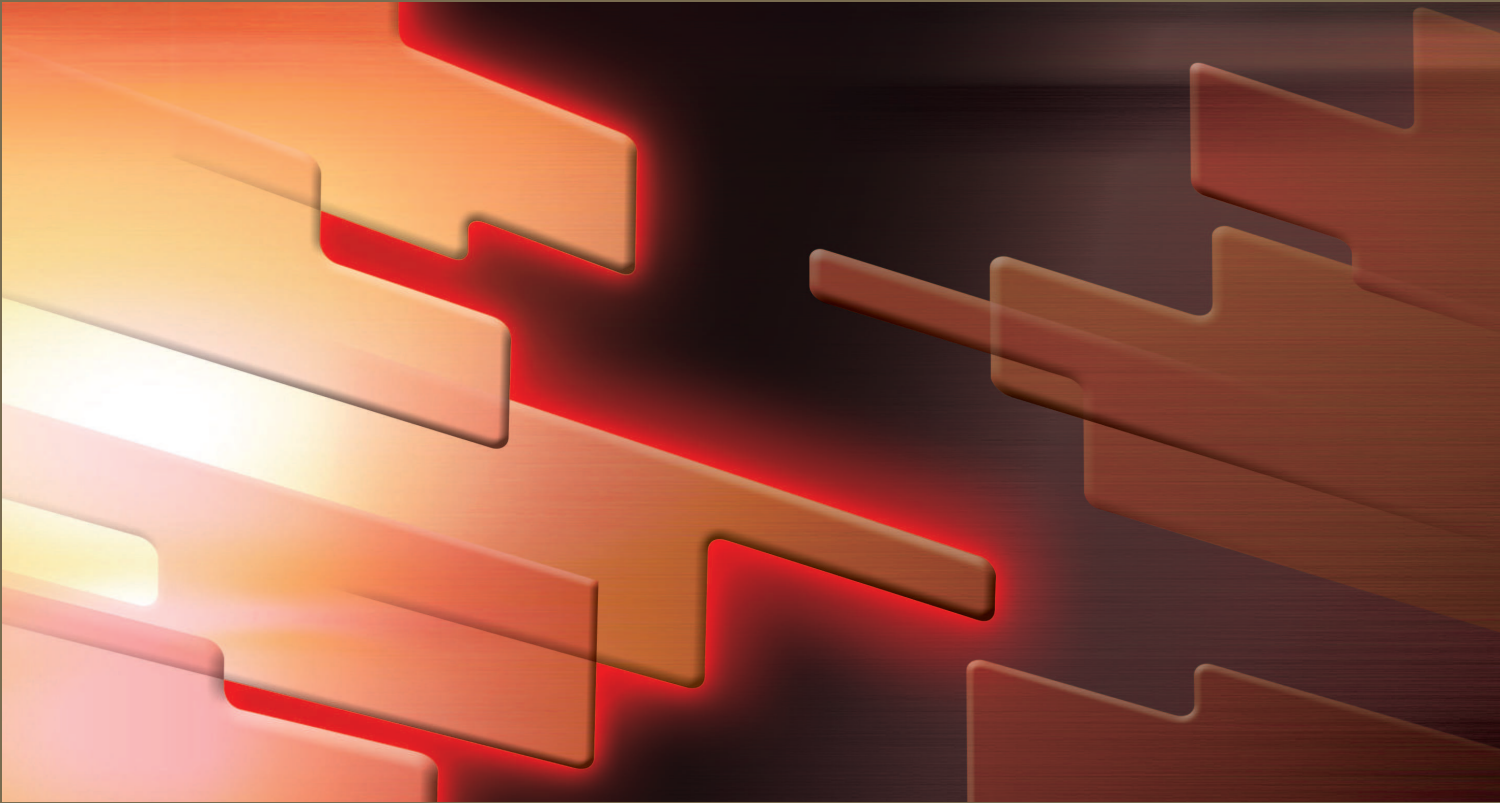
Steel is heavy. Please execute the safety measures to prevent falling or collapse of cargo or sandwiched during transportation or warehousing. Please ensure the safety of workers use the jigs and various protective equipment and follow the applicable laws and ministerial ordinance, ordinances, guidelines, etc. when sawing, cutting, heat treatment, polishing or when using as mould, machine

본 카탈로그 기재의 주소, 연락처는 2024년 4월 기준입니다.

Our address and your contact indicated in this catalog are those as of April 2024.

YSS, DAC, DAC-, DAC-, DAC-MAGIC, YXR은 (주)프로테리얼의 등록상표 입니다.  
YSS, DAC, DAC-, DAC-, DAC-MAGIC, YXR are registered trademarks of Proterial, Ltd. in Japan.

YSS 열간가공용 공구강  
YSS HOT WORK TOOL STEELS



# 열간가공용 공구강의 화학성분

Chemical compositions of hot work tool steels

강종 Grade		화학성분 (%) Chemical composition								
YSS	JIS유사 JIS equivalent	C	Si	Mn	Ni	Cr	W	Mo	V	기타 Others
DAC	SKD61	0.4	1.0	0.4	—	5.2	—	1.3	0.9	
DAC-i	SKD61개량 SKD61 modified	개발강종 Original steel								
DAC-X	SKD61개량 SKD61 modified	개발강종 Original steel								
DAC-MAGIC	SKD61개량 SKD61 modified	개발강종 Original steel								
DAC10	SKD61개량 SKD61 modified	0.3	0.3	0.6	—	5.2	—	2.7	0.9	
DAC3	SKD61개량 SKD61 modified	0.4	0.3	0.6	0.6	5.1	—	1.6	0.7	
DAC40	SKD7개량 SKD7 modified	0.4	0.5	0.5	—	4.3	0.7	2.1	0.9	
YEM-K	SKD7개량 SKD7 modified	0.4	0.3	0.9	0.9	3.4	—	2.5	0.6	Co : 1.0
MDC-K	SKD8개량 SKD8 modified	0.4	0.3	0.5	—	4.4	2.0	1.6	1.7	Co : 1.0
FDAC	SKD61쾌삭 SKD61 free cutting	0.4	1.0	0.7	—	5.2	—	1.3	0.4	S : 0.1
DM	SKT4	0.5	0.3	0.9	1.8	1.3	—	0.4	0.2	
YXR33	매트릭스 하이스 Matrix HSS	0.5	0.2	0.5	—	4.2	1.6	2.0	1.2	Co : 1.0이하 less



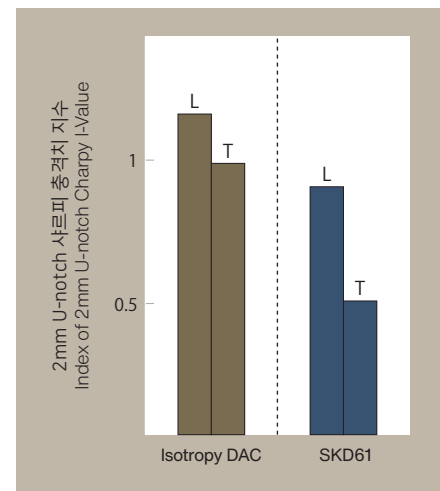
Isotropy 공구강은 일반 강재의 결점인 세로(단신방향), 가로방향의 기계적 성질 차이를 저감시켜, 등방성을 확보하였습니다.

공구강의 고객들에게도 높은 평가를 받고 있는 이 기술은 모든제품들에 반영하여, 공구강 특성의 안정화와 고수명화에 크게 기여하고 있습니다.

Isotropy tool steels are so named because the difference in mechanical properties between its longitudinal (forging or rolling direction) and transverse directions is reduced, thus overcoming a weak point of ordinarily processed steels.

This technological concept, which is highly evaluated by users of tool steels, is applied for the production of all our steels and contributes significantly to stabilizing their characteristics and enhance their service life.

Isotropy DAC의 인성  
Toughness of Isotropy DAC



경도 : 47HRC  
Hardness  
L : 단신 평행방향  
Longitudinal direction  
T : 단신 직각방향  
Transverse direction

⚠ 본 카탈로그에 기재된 특성 값, 사진, 도표, 순위, 평가 등은 당사 시험 데이터에 의한 대표적인 값이며, 제품의 품질을 보증하고 있지는 않습니다.  
본 카탈로그의 기재 내용은 예고없이 변경될 수 있습니다.  
<Attention> The characteristics, photos, charts, ranking and evaluation of this catalog are representative value by our test data, it does not guarantee the quality of the product. This catalog and its contents are subject to change without notice.

# 열간가공용 공구강의 용도

Applications of hot work tool steels

용도 Application				표준 사용경도 Standard hardness	추천강종 Recommended YSS steel	
					일반용 for general use	대량 생산용 for mass production use
다 캐스팅용 for die casting	알루미늄 합금용 for Aluminium alloys			41~51HRC	DAC, DAC-i	DAC-MAGIC, DAC10
	마그네슘 합금용 for Magnesium alloys				FDAC (38~42HRC)	DAC-X
	아연 합금용 for Zinc alloys			41~49HRC	DAC-i, DAC, FDAC (38~42HRC)	
	동 합금용 for Copper alloys			41~49HRC	MDC-K	
	코어핀 Core pin for die casting			40~50HRC	DAC, DAC-i	—
				52~58HRC	—	YXR33
	슬리브 Sleeve			질화>64HRC Nitriding	DAC	
	구스넥 Goose neck	Mg용 for Magnesium		35~45HRC	AHD32	
다 압출용 for extrusion tool	다이스 Dies	A용 for Aluminium		45~49HRC	DAC	DAC3, DAC40
		Cu용 for Copper		45~49HRC	DAC, MDC-K	HRD10 (56~60HS)
	콘테이너 타이어 Container tyre	A용 for Aluminium		44~50HS	DM	DAC, DAC3
		Cu용 for Copper		44~50HS	DM	DAC
	아웃터 슬리브 Outer sleeve	Al용 for Aluminium		60~65HS	DAC	DAC3
		Cu용 for Copper		60~65HS	DAC	YEM-K
	인너 슬리브 (라이너) Inner sleeve (Liner)	Al용 for Aluminium		60~69HS	DAC, DAC3	YEM-K
		순동용 for pure Copper		46~60HS	HRD20(46~51HS)	HRD10(56~60HS)
		황동용 for Brass		46~51HS	HRD20	
	스템 Stem	Al용 for Aluminium		60~65HS	DAC	DAC3, YAG300* (69~75HS)
		Cu용 for Copper		60~69HS	DAC	DAC3
	다이홀더 Die holder	Al용 for Aluminium		60~65HS	DAC	DAC3
		Cu용 for Copper		60~65HS	DAC, DAC3	HRD10 (56~60HS)
	다이백커 Die backer	Al, Cu용 for Aluminium or copper		60~65HS	DM, DAC	DAC3
	맨드릴 Mandrel	Al용 for Aluminium		60~65HS	DAC	DAC3
		Cu용 for Copper		60~65HS	DAC	YEM-K
	더미블럭 Dummy block	Al용 for Aluminium		60~65HS	DAC	DAC3
		Cu용 for Copper		60~65HS	DAC, DAC3	HRD10(56~60HS)
	맨드릴 홀더 Mandrel holder	Al, Cu용 for Aluminium or copper		60~65HS	DM, DAC	DAC3
	볼스터 Bolster	Al, Cu용 for Aluminium or copper		55~60HS	DM, DAC	DAC3
다 단조용 for forging die	프레스용 금형 for press forging	소형 for small size dies		55~65HS	DAC, DAC3, DAC-i	YEM-K, MDC-K
		중형 for middle size dies		52~62HS		
		대형 for large size dies		46~56HS		
	해머용 금형 for hammer forging	소형 for small size dies		55~59HS	DM	
		중형 for middle size dies		53~57HS		
		대형 for large size dies		50~55HS		
	온간단조금형 Warm forging dies			50~59HRC	MDC-K	YXR3, YXR33
	압조 다이스** Header dies			45~49HRC	YEM-K	MDC-K
업셋 툴 Upset tool			46~50HRC	DAC	YEM-K	
셰어 블레이드* Shear blade				37~45HRC	DAC, DM, DAC-i	—

※후판 빌렛 절단용  
Use for thick billet shearing

※※볼트 열간성형용  
Use for bolt hot forming

⚠ 본 카탈로그에 기재된 특성 값, 사진, 도표, 순위, 평가 등은 당사 시험 데이터에 의한 대표적인 값이며, 제품의 품질을 보증하고 있지는 않습니다.  
본 카탈로그의 기재 내용은 예고없이 변경될 수 있습니다.  
<Attention> The characteristics, photos, charts, ranking and evaluation of this catalog are representative value by our test data, it does not guarantee the quality of the product. This catalog and its contents are subject to change without notice.



# 열간가공용 공구강의 종류와 특징점

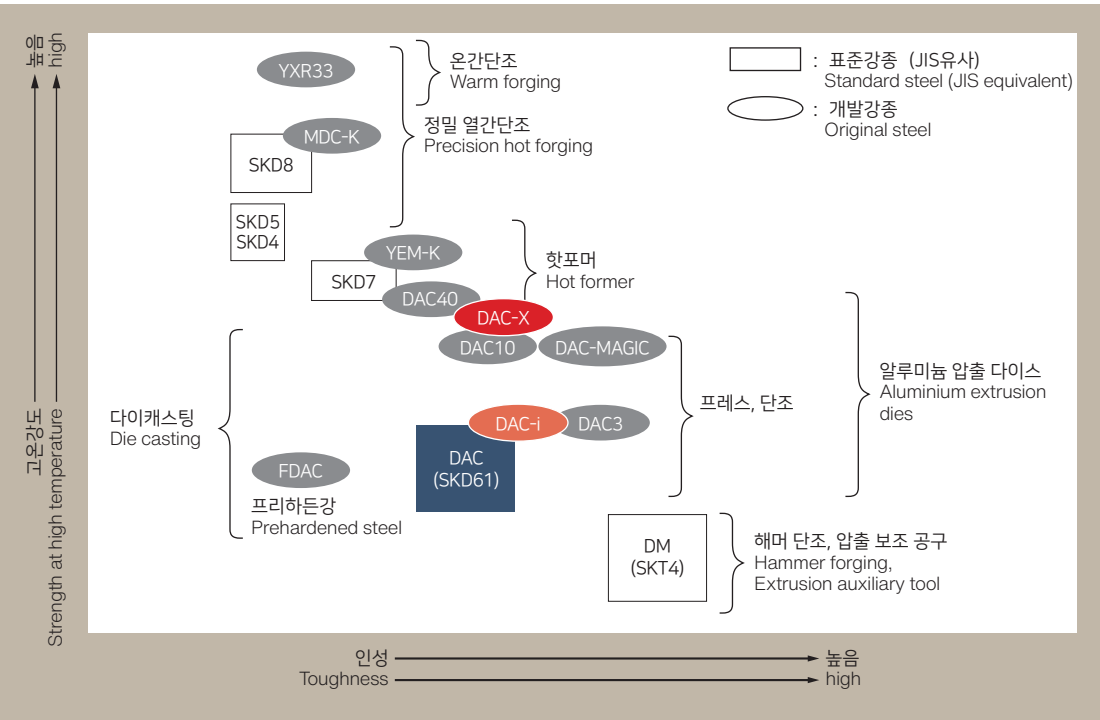
Types and features of hot work tool steels

강종 Grade		특 징	Features
YSS	JIS유사 JIS equivalent		
DAC	SKD61	고온강도·인성의 밸런스가 좋고, 소입성이 뛰어나 폭넓은 용도로 적용되는 범용 열간 공구강	Standard grade for general use with good balance of toughness, strength at elevated temperature and with excellent hardenability.
DAC-i	SKD61개량 SKD61 modified	성분 조절과 프로세스 혁신에 의한 인성과 고온강도를 향상시킨 차세대 스텐다강	Next-generation standard steel with improved toughness and high-temperature strength through composition adjustment and process innovation.
DAC-X	SKD61개량 SKD61 modified	성분 개량과 프로세스 혁신에 의해 종래의 고성능재보다도 높은 수준에서의 고온강도를 보유하고 있으며, 인성도 견비한 새로운 고성능 다이캐스팅 금형용강	New high-performance die casting mold steels with higher levels of high-temperature strength and toughness than conventional high-performance materials through compositional improvements and process innovations.
DAC-MAGIC	SKD61개량 SKD61 modified	고온강도, 인성을 고차원으로 밸런스 시킨 고성능 금형용강. 내히트크랙성, 내응력부식균열에 우수	High performance die steel for die casting with well balanced strength and toughness and strength at elevated temperature. Excellent heat crack and stress corrosion crack resistance.
DAC10	SKD61개량 SKD61 modified	내히트크랙성, 열간 내마모성에 우수 정밀 다이캐스팅 금형, 열간프레스 금형 등에 적용	Excellent heat crack and wear resistance at elevated temperature. Steel for precision die casting and hot press die.
DAC3	SKD61개량 SKD61 modified	DAC보다 인성이 뛰어난 열간 공구강으로, 고경도의 압출 다이어나 열간프레스 금형의 깨짐 대책에 적용	Hot work tool steel with higher toughness than DAC for Al extrusion dies with high hardness or hot forging press dies with good crack resistance.
DAC40	SKD7개량 SKD7 modified	DAC보다 고온강도, 연화저항에 우수한 압출 다이사용강	Al extrusion die steel with higher strength and better softening resistance at elevated temperature than DAC.
YEM-K	SKD7개량 SKD7 modified	SKD7의 고온강도와 인성을 향상시킨 열간 공구강 핫포머 금형 등 다량 생산금형에 적용	Hot work tool steel with higher toughness and strength at elevated temperature than SKD7 for forging die of mass production use such as hot former.
MDC-K	SKD8개량 SKD8 modified	SKD8의 인성을 개선한 고강도 열간 공구강, 동 압출다이, 동합금 다이캐스팅 금형 등 열부하가 높은 용도에 적용	High strength hot work tool steel with higher toughness than SKD8 for high heat load applications such as Cu extrusion and Cu alloy die casting dies.
FDAC	SKD61궤삭 SKD61free cutting	쾌삭 열간 공구강(프리하든) 소Lot 금형, 피삭성이 중시 되는 금형, 주변 부재 등에 적용	Free cutting hot work tool steel (supplied in prehardened condition) for dies of small production use or dies associated parts requiring good machinability.
DM	SKT4	고온강도, 연화 저항은 낮지만 인성이 우수. 해머 금형, 알루미늄 단조 금형, 단조용 볼스터, 압출 보조공구 등에 적용	Hot work tool steel with excellent toughness, used for hammer forging dies, Aluminium forge dies, forging bolsters and extrusion die backers, etc.
YXR33	매트릭스 하이스 Matrix HSS	고인성 매트릭스 하이스. 고온강도가 높고, 내열간마모성, 내용손성이 우수. 정밀 온,열간단조 금형, 다이캐스팅용 인서트핀 등에 적용	Matrix-type high speed steel with high toughness. Excellent strength and wear resistance at elevated temperature and excellent erosion resistance. Steel for warm-hot precision forging dies and insert pins for die casting.

# 열간가공용 공구강의 특징

Characteristics of hot work tool steels

특성 위치표 Characteristics of hot work tool steels



특성 비교 Comparison of properties

강종 Grade	고온강도 Strength at elevated temperature	연화저항 Softening resistance	인성 Toughness	내마모성 Wear resistance	소입성 Hardenability
DAC	C	C	A	C	A
DAC-i	B	B	A <sup>+</sup>	B	A
DAC-X	A <sup>-</sup>	A <sup>-</sup>	A	A <sup>-</sup>	A
DAC-MAGIC	B	B	A <sup>+</sup>	B	A
DAC10	B	B	A	B	A
DAC3	C <sup>+</sup>	C <sup>+</sup>	A <sup>+</sup>	C <sup>+</sup>	A <sup>+</sup>
DAC40	B <sup>+</sup>	B <sup>+</sup>	B <sup>+</sup>	B <sup>+</sup>	B <sup>+</sup>
YEM-K	A <sup>-</sup>	A <sup>-</sup>	B	A <sup>-</sup>	A <sup>-</sup>
MDC-K	A	A	C	A	B
FDAC	C	C	C	C	—
DM	D	D	A <sup>++</sup>	D	B
YXR33	A <sup>+</sup>	A <sup>+</sup>	C	A <sup>+</sup>	B

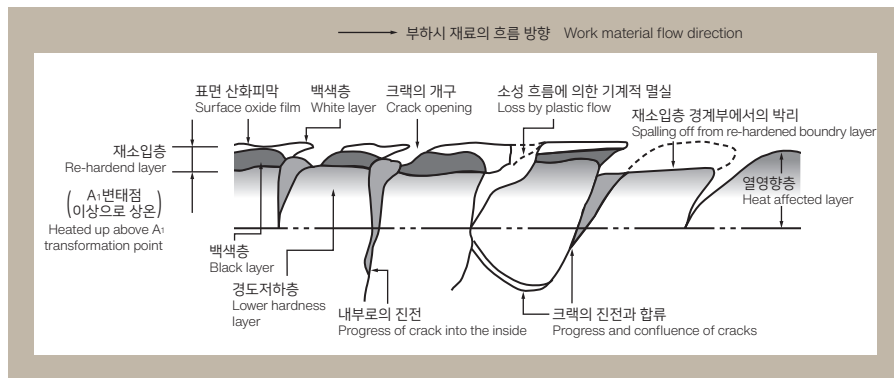
위치 특성 「우수A 보통C 열등D」 Ratings: A—Best C—Ordinary D—Poor  
주의) 이 위치 특성은 일반적인 기준치로서 이용하여 주시길 바랍니다.  
(Remarks) Please use above ratings only for general reference.



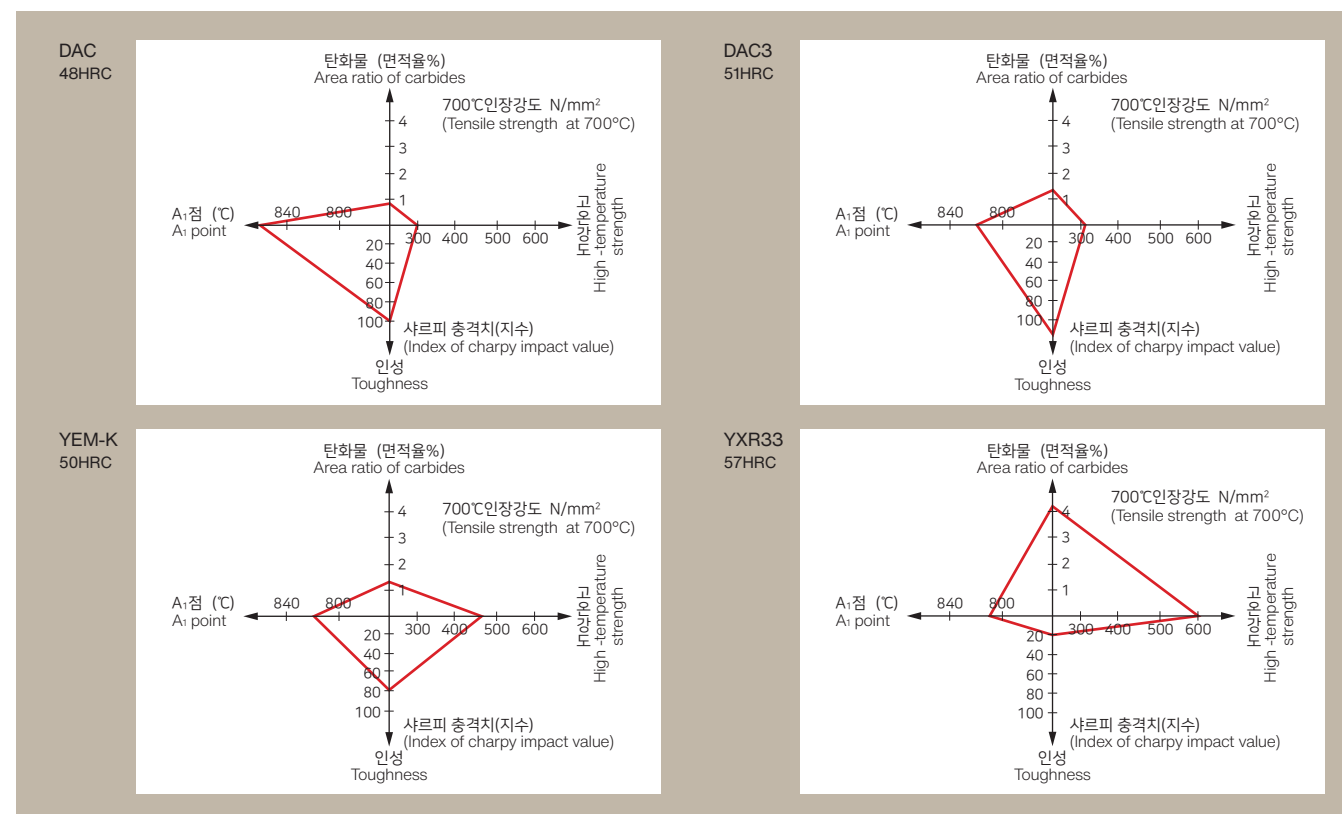
# 열간가공용 공구강의 여러 특성

Properties of hot work steels

열간단조 금형의 손상 메커니즘  
(마이크로 조직 형태)와 영향인자  
Hot forging die wear mechanism  
"microstructure" and influencing factors.

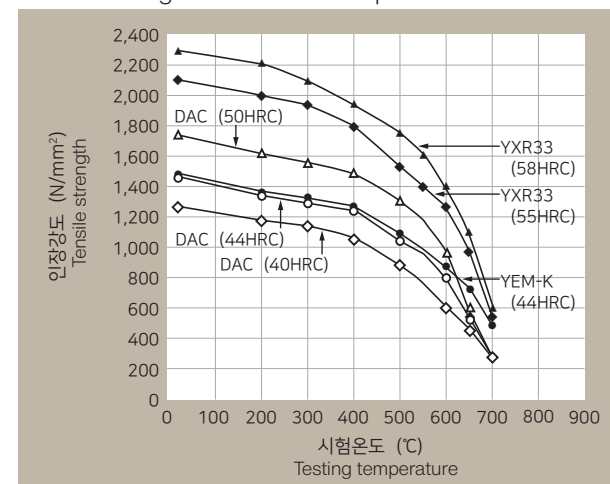


특성 Properties	영향 요인 Influencing factors	금형 손상으로의 영향도 Extent of impact on die damage		
		슬딩 마모 Sliding wear	연화→마모 Softening to abrasion	크랙→대균열 Minor crack → Catastrophic crack
탄화물 면적율 Area ratio of carbides	형표면의 슬딩성 (마찰특성) Sliding property of die surface (Friction property)	○		
A <sub>1</sub> 점 A <sub>1</sub> point	재소입 억제 Anti-rehardenability	○	△	
고온강도 Strength at elevated temperature	변형저항 Deformation resistance	○	○	
인성 Toughness	크랙으로 진전억제 Catastrophic crack resistance			○



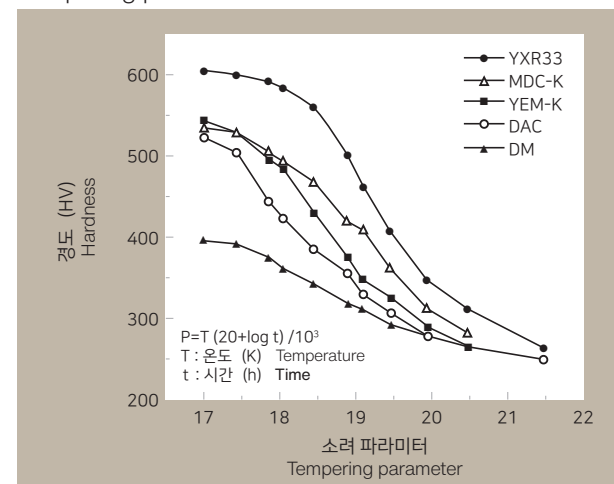
고온강도

Tensile strength at elevated temperature



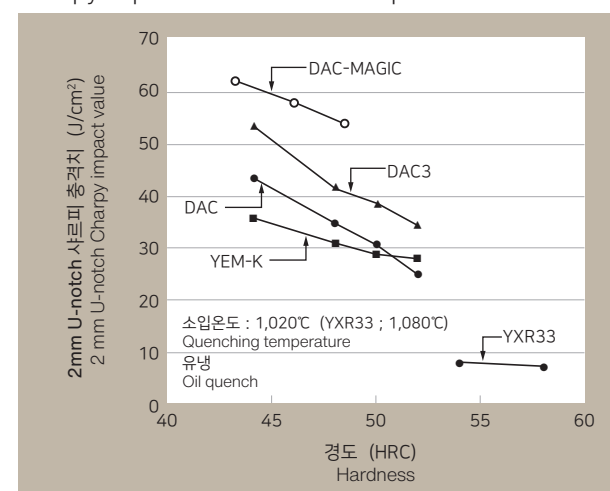
소려 파라미터

Tempering parameter



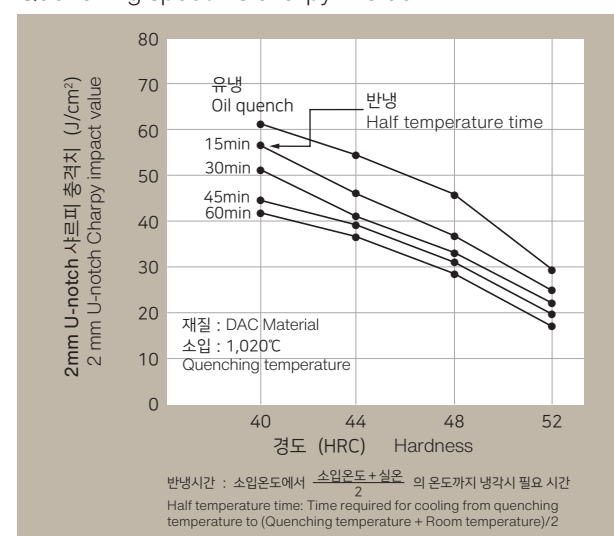
상온 샤르피 충격치

Charpy impact value at room temperature



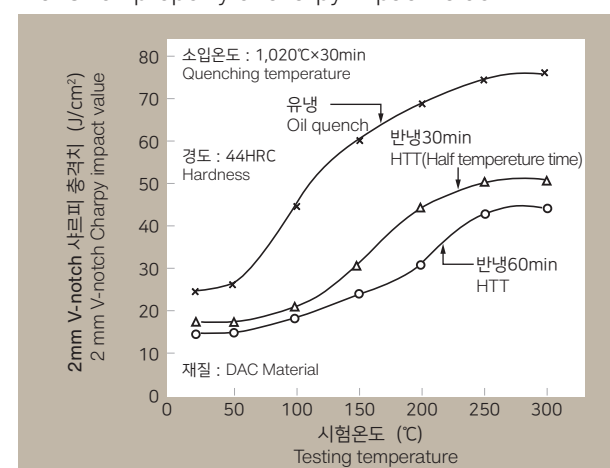
소입냉각속도와 샤르피 충격치

Quenching speed vs charpy I-value



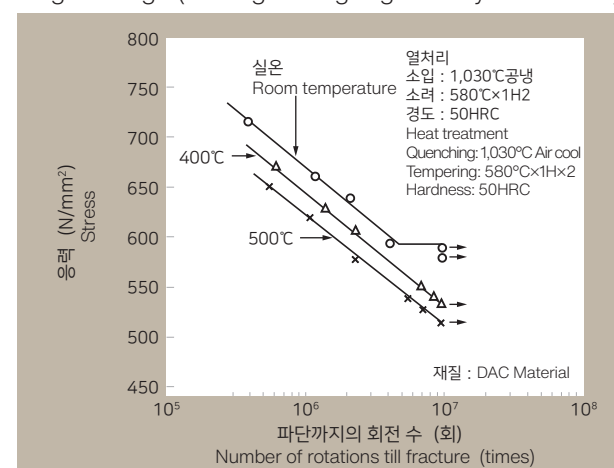
충격전이특성

Transition property of charpy impact value



피로강도 (오노식 회전굽힘피로시험)

Fatigue strength (Rotating bending fatigue test by Ono method)





# 열간가공용 공구강의 표준 열처리 조건

Standard heat treatment conditions for hot work tool steels

강 종 Grade	납입경도 (HBW) Delivery hardness	열처리 조건 (°C) Heat treatment condition		소입소려경도 Quenching and tempering hardness	소둔 조건 (°C) Annealing condition
		소입조건 Quenching	소려조건 Tempering		
DAC	229 이하 MAX	1,000~1,050 공냉 (유냉) Air cool (Oil quench)	550~650 공냉 Air cool	50 이상 Min	820~870 서냉 Slow cooling
DAC-i	229 이하 MAX	1,010~1,030 공냉 (유냉) Air cool (Oil quench)	550~640공냉 Air cool	50 이상 Min	820~870 서냉 Slow cooling
DAC-X	229 이하 MAX	1,010~1,030 공냉 (유냉) Air cool (Oil quench)	550~640 공냉 Air cool	50 이상 Min	820~870 서냉 Slow cooling
DAC-MAGIC	229 이하 MAX	1,010~1,030 공냉 (유냉) Air cool (Oil quench)	550~640 공냉 Air cool	50 이상 Min	820~870 서냉 Slow cooling
DAC10	229 이하 MAX	1,010~1,030 유냉 (공냉) Oil quench (Air cool)	550~650 공냉 Air cool	50 이상 Min	820~870 서냉 Slow cooling
DAC3	229 이하 MAX	1,000~1,050 공냉 (유냉) Air cool (Oil quench)	550~650 공냉 Air cool	50 이상 Min	820~870 서냉 Slow cooling
DAC40	229 이하 MAX	1,000~1,050 유냉 Oil quench	550~650 공냉 Air cool	50 이상 Min	820~870 서냉 Slow cooling
YEM-K	229 이하 MAX	1,000~1,050 유냉 (공냉) Oil quench (Air cool)	550~650 공냉 Air cool	46 이상 Min	820~870 서냉 Slow cooling
MDC-K	241 이하 MAX	1,050~1,140 유냉 Oil quench	600~700 공냉 Air cool	48 이상 Min	820~870 서냉 Slow cooling
FDAC	프리하든강 (열처리 불필요) Prehardened steel (Delivery in hardened condition)			38~42	—
DM	248 이하* MAX*	830~880 유냉 Oil quench	400~650 공냉 Air cool	42 이상 Min	740~800 서냉 Slow cooling
YXR33	241 이하 MAX	1,080~1,140 유냉 Oil quench	550~600 공냉 Air cool	54 이상 Min	800~880 서냉 Slow cooling

※양사 간의 협의에 의하여 프리하든강으로 제공  
Delivered in Prehardened conditions depending on the agreement between the delivering parties.

## YSS

열간가공용 공구강의 소입, 소려가열 유지시간

1. 소입 가열유지시간

(1) 예열시간

제 1 단 500~550°C×소입가열 유지시간×2

제 2 단 750~800°C×소입가열 유지시간×1

(2) 소입가열 유지시간

로종류 Furnace	두께 (mm) Thickness	15	25	50	75	100	125	150	200	300
진공로, 염욕로 Vacuum furnace, Salt bath	유지시간 (mm) Holding time	15	25	40	50	60	65	70	80	100

주의 : 염욕로는 반드시 예열을 전제로하여 침지시간=유지시간으로 한다.

2. 소려 유지시간

두께 (mm) Thickness	25	26~35	36~64	65~84	85~124	125~174	175~249	250~349	350~499
소려 유지시간 (h) Holding time	1	1.5	2	3	4	5	6	7	8

주의 : 소려는 2회 이상 반복할 것.

Quenching and tempering time of YSS die steels

1. Holding time at quenching

(1) Preheating time

First stage : 500-550°C×quenching holding time×2

Second stage : 750-800°C×same length of quenching holding time

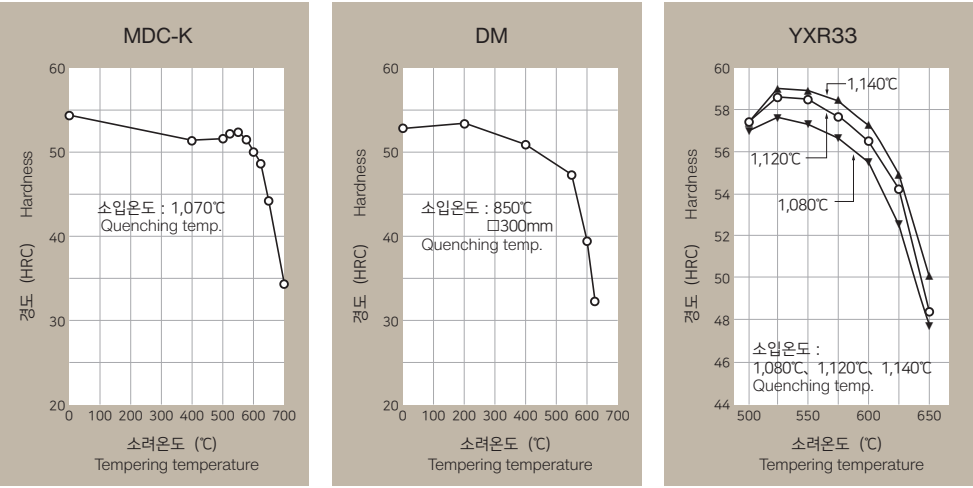
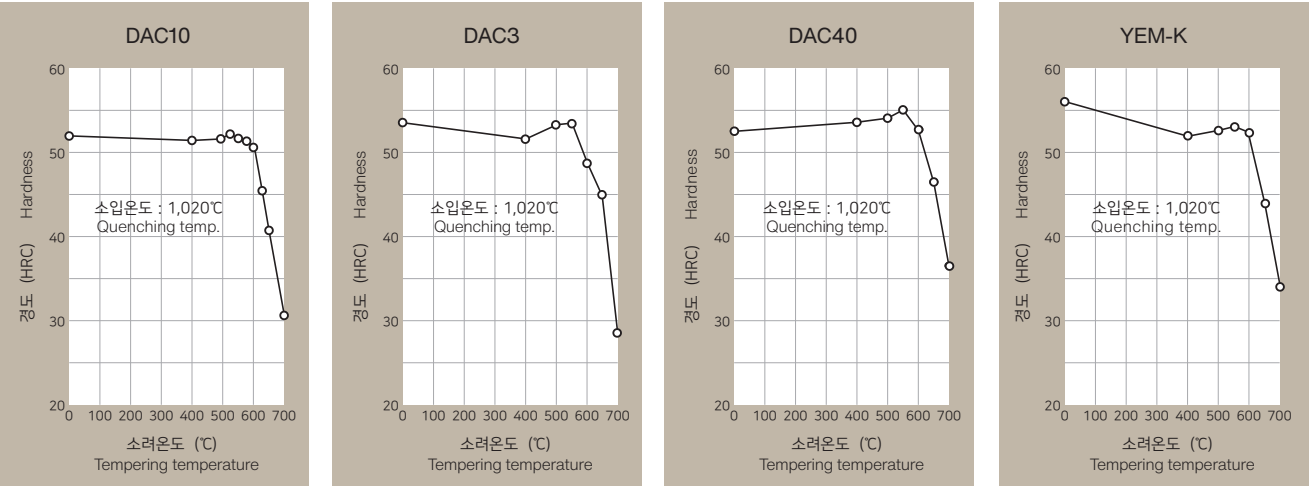
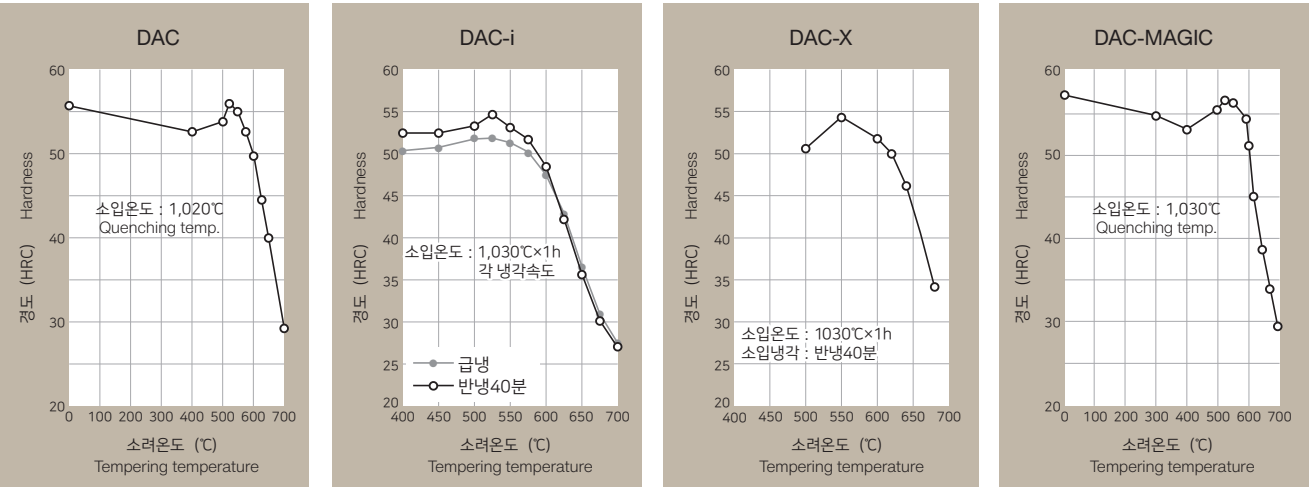
(2)Holding time at quenching

2. Holding time at tempering

Notice : Tempering is needed more than 2 times.

# 소입소려경도곡선

Quenched and tempered hardness curve



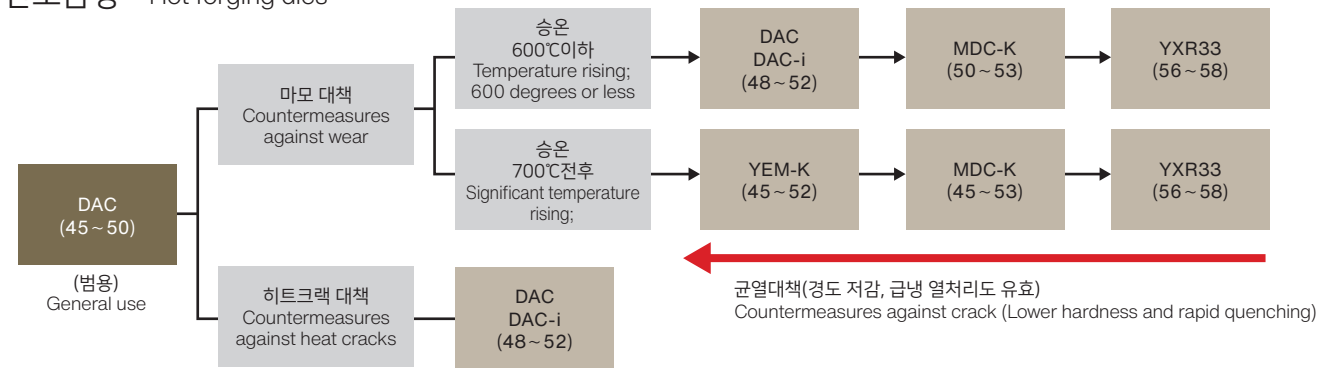
⚠ 본 카탈로그에 기재된 특성 값, 사진, 도표, 순위, 평가 등은 당사 시험 데이터에 의한 대표적인 값이며, 제품의 품질을 보증하고 있지는 않습니다.  
본 카탈로그의 기재 내용은 예고없이 변경될 수 있습니다.  
<Attention> The characteristics, photos, charts, ranking and evaluation of this catalog are representative value by our test data, it does not guarantee the quality of the product. This catalog and its contents are subject to change without notice.

⚠ 본 카탈로그에 기재된 특성 값, 사진, 도표, 순위, 평가 등은 당사 시험 데이터에 의한 대표적인 값이며, 제품의 품질을 보증하고 있지는 않습니다.  
본 카탈로그의 기재 내용은 예고없이 변경될 수 있습니다.  
<Attention> The characteristics, photos, charts, ranking and evaluation of this catalog are representative value by our test data, it does not guarantee the quality of the product. This catalog and its contents are subject to change without notice.

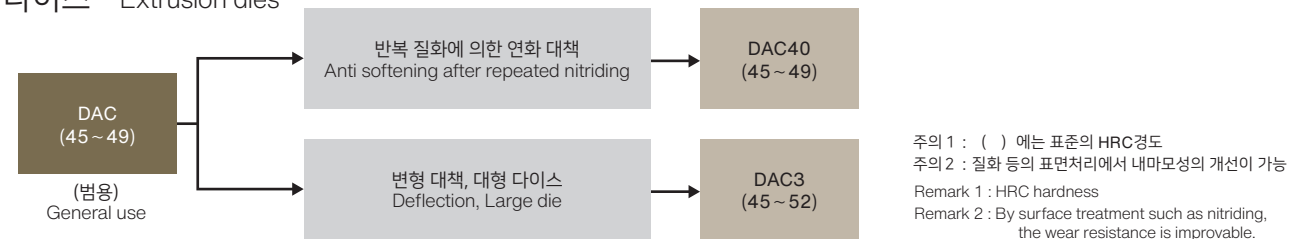
# 금형재 선택을 위한 가이드 (예)

Guide for selecting die materials (Example)

열간 단조금형 Hot forging dies



압출 다이스 Extrusion dies



주의 1 : ( ) 에는 표준의 HRC경도  
주의 2 : 질화 등의 표면처리에서 내마모성의 개선이 가능  
Remark 1 : HRC hardness  
Remark 2 : By surface treatment such as nitriding,  
the wear resistance is improvable.

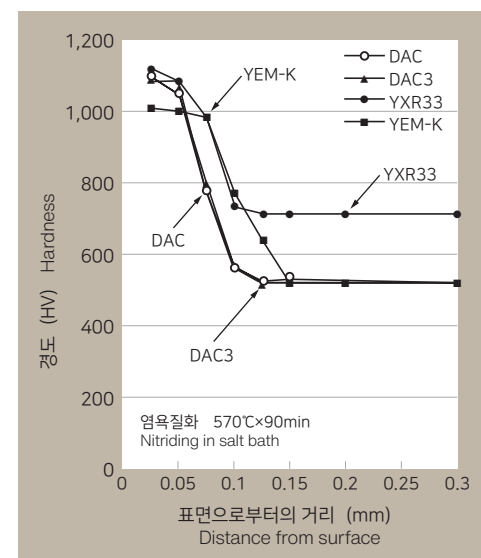
## 다양한 질화층의 비교

Comparison of various nitrided layers

	TYPE A	TYPE B	TYPE C	TYPE D
질화형태와 깊이 (SKD61에 질화한 경우)	ε상 (화합물층) ε phase (Compound layer)	질화층내의 입계 Grain boundaries in the nitride layer	유화물, 산화물층 Sulfide, oxide layer	표면 화합물층X No compound layer
Nitriding depth and form (In the case of nitrided SKD61)	0.1mm >1000HV	0.2mm >1000HV	0.2mm >1000HV	0.05~0.1mm 600~800HV
내히트크랙성 Heat crack resistance	2	3	3	1
내박리성 Flaking resistance	2	3	3	1
내마모성 Wear resistance	2	2	1	3
내용접성 Erosion resistance	2	2	1	3

우수1 → 양호2 → 보통3 Excellent "1" → Ordinary "3"

질화 특성 Nitriding property



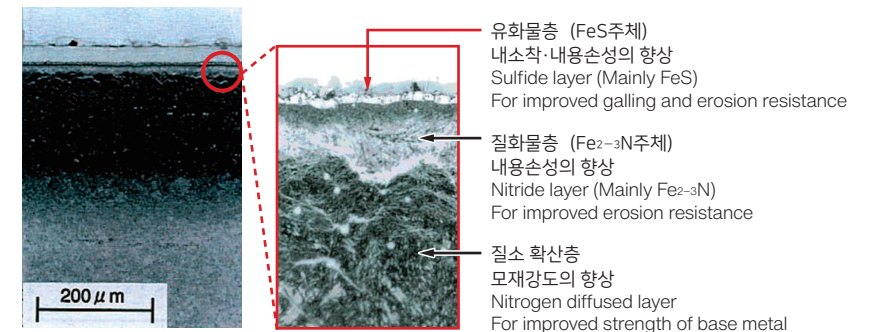
# 열간금형용 침류질화 **Hint-S**

Sulfuration nitriding for hot work die "Hint-S"

**Hint-S** : High Improved Nitriding Treatment S-type

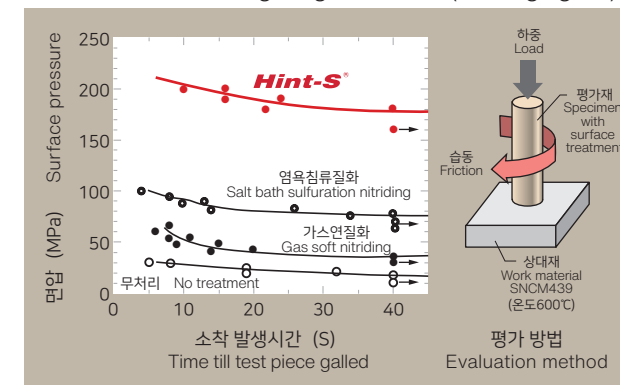
표면에 유화물과 질화물을 동시에 형성시켜,  
내마모성·내용접성을 대폭으로 개선한 프로테리얼이  
개발한 표면처리입니다.(좌측 그림의 TYPE C)

The Hint-S is a surface treatment technique  
developed by Proterial which improves  
significantly wear and erosion resistance of a  
die by



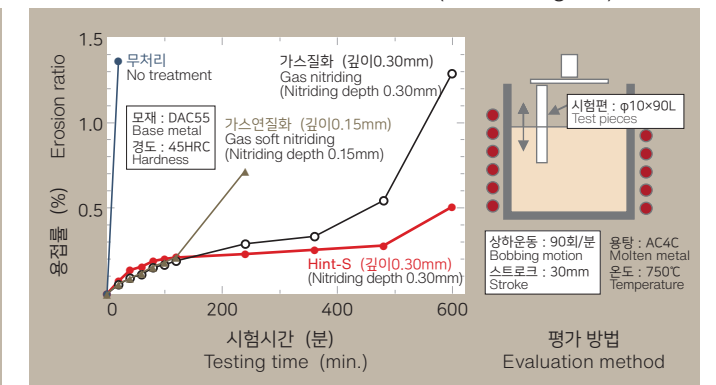
내열간 소착성(단조금형 상정평가)

Simulation test of hot galling resistance (On forging die)



내용접성(주조금형 상정평가)

Simulation test of erosion resistance (On casting die)



## 데이터 시트 Data sheet

1. 열팽창계수

Coefficient of thermal expansion

강종 Grade	경도 HRC	200℃	400℃	600℃
DAC	45	11.3	12.2	12.8
DAC-i	45	11.3	12.2	12.8
DAC-X	45	11.3	12.2	13.0
DAC-MAGIC	45	11.3	12.3	13.1
DAC10	45	11.2	12.0	12.7
DAC3	45	11.4	12.3	12.9
DM	42	12.2	13.1	13.4
YXR33	57	11.3	12.2	12.9

20℃부터 각 온도까지의 평균 값  
Average value from 20℃ to each temperature.

2. 열전도율

Thermal conductivity

강종 Grade	경도 HRC	20℃	200℃	400℃	600℃
DAC	45	24.6	29.1	31.0	32.6
DAC-i	45	25.2	30.2	31.9	33.3
DAC-X	45	30.5	32.1	31.7	30.9
DAC-MAGIC	45	25.7	30.9	34.8	35.8
DAC10	45	26.1	31.1	33.0	34.5
DAC3	45	25.2	30.2	31.8	33.7
DM	42	36.0	39.3	37.7	36.0
YXR33	57	25.0	32.4	34.8	35.5

3. 탄성계수

Modulus of elasticity

강종 Grade	경도 HRC	20℃	200℃	400℃	600℃
DAC	45	210	200	190	170
DAC-i	45	210	200	190	170
DAC-X	45	210	200	190	170
DAC-MAGIC	45	210	200	190	—
DAC10	45	210	200	190	170
DAC3	45	210	200	190	150
DM	42	210	200	190	140
YXR33	57	210	200	190	170

본 카탈로그에 기재된 특성 값, 사진, 도표, 순위, 평가 등은 당사 시험 데이터에 의한 대표적인 값이며, 제품의 품질을 보증하고 있지는 않습니다.  
본 카탈로그의 기재 내용은 예고없이 변경될 수 있습니다.

<Attention> The characteristics, photos, charts, ranking and evaluation of this catalog are representative value by our test data,  
it does not guarantee the quality of the product. This catalog and its contents are subject to change without notice.

본 카탈로그에 기재된 특성 값, 사진, 도표, 순위, 평가 등은 당사 시험 데이터에 의한 대표적인 값이며, 제품의 품질을 보증하고 있지는 않습니다.  
본 카탈로그의 기재 내용은 예고없이 변경될 수 있습니다.

<Attention> The characteristics, photos, charts, ranking and evaluation of this catalog are representative value by our test data,  
it does not guarantee the quality of the product. This catalog and its contents are subject to change without notice.