

8

8.1

8.1.1

1 2

가 가 가

-
-
-
-
-
-
-

1)

가

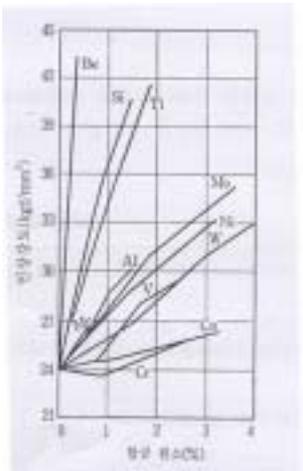
8-1

, Si, Ti, Mn,

Mo, Ni, Be

Mn, Ni, Mo, Cr

가



< 8-1 >

8-1

8-1

합금 원소	효 과
Ni	강인성, 내식성 및 내산성을 증가시킨다.
Cr	함유량이 적어도 강도와 경도를 증가시키며, 함유량이 많아지면 내식성, 내열성 및 자경성을 크게 증가시키는 외에, 탄화물의 생성을 용이하게 하여 내마멸성도 증가시킨다.
Mo	담금질 깊이를 깊게 하고, 크리프 저항과 내식성을 증가시킨다. 또, 뜨임 변형을 방지하게 한다. 텅스텐과 거의 비슷한 작용을 하나, 그 효과는 텅스텐의 약 2배이다.
Mn	함유량이 적으면 니켈과 거의 비슷한 작용밖에 하지 못하나, 함유량이 많아지면 내마멸성을 크게 증가시킨다. 또, 격열 변형을 방지하게 한다.
Si	함유량이 적으면 강도와 경도를 조금 향상시키나, 함유량이 많아지면 내마멸성을 크게 증가시키고, 전자기적 성질도 개선시킨다.
W	함유량이 적으면 크롬과 거의 비슷한 작용밖에 하지 못하나, 함유량이 많아지면 탄화물 생성을 용이하게 하여 경도와 내마멸성을 크게 증가시킨다. 특히, 고온강도와 경도도 증가시킨다.
Co	크롬과 함께 사용되어 고온 강도와 고온 경도를 크게 증가시킨다.
V	몰리브덴과 비슷한 작용을 하나, 경화성은 훨씬 크다.
Cu	크롬 또는 크롬-텅스텐과 함께 사용되어야 그 효과를 크게 나타낸다. 석출 경화가 일어나기 쉽게 하고, 내산화성을 증가시킨다.
Ti	규소나 바나듐과 비슷한 작용을 하며, 탄화물의 생성을 용이하게 하고, 결정 입자 사이의 부식에 대한 저항을 증가시킨다.

2)

8-2

8-2

분 류	강의 종류	용 도
구조용 합금강	- 강인강(Ni강, Mn강, Cr강, Ni-Cr강, Ni-Cr-Mo강, Cr-Mo강) - 표면 경화용강 - 침탄강(Ni강, Ni-Cr강, Cr-Mn-Mo강) - 질화강(Al-Cr강, Cr-Mo강, Al-Cr-Mo강)	크랭크축, 기어, 볼트, 너트, 키, 축 등 기어축, 피스톤 핀, 스플라인축 등
공구용 합금강	- 합금공구강(W강, W-Cr강, Cr-Mn강) - 고속도공구강(W-Cr-V강, W-Cr-V-Co강)	절삭 공구, 프레스 금형, 정, 편치 등 고속 절삭 공구 등
내식·내열용 합금강	- 스테인리스강(고 Cr강, 고Ni-Cr강) - 내열강(고 Cr강, 고Ni강)	칼, 식기, 주방 용구, 화학공업 장치 등 내연기관의 흡기 배기 밸브, 터빈날개, 고 온·고압 용기 등

특수 목적용 합금강	- 쇠삭강(Mn-S강, Pb강)	볼트, 너트 기어, 축 등
	- 스프링강(Si-Mn강, Si-Cr강, Cr-V강)	접판, 코일 스프링 등
	· 내마멸강	
	· 배어링강	크로스 레일, 파쇄기 등
	- 철심재료(규소 강판)	불 배어링, 전동차(강구, 물리) 등
	- 영구 자석강(담금질 경화형, 석출 경화 용 및 미립자형)	변압기, 발전기, 차단기의 커버 및 배전판 항공기, 자동차의 발화 장치, 전선-전화기 등의 계기류
- 전기저항용 합금강(Ni-Cr계, Ni-Cr-Fe계, Fe-Cr-Al계)	고온 전기 저항재 등	
- 불변강(Ni강, Ni-Cr강)	바이메탈, 시계의 진자, 계측기의 부품 등	

8.2

8.2.1

⊥ LPG, LNG

1)

(KS D 3503-98) (structural steel) 가

, SS (Steel Structure) (rimmed steel)

가

SS 8-3

가

. SS

가

. SS ()

, P.S

SS 554

SS

0.30%

SS330

(0.07~0.13%C)

SS 540

가 . SS

330

가

가

SS 400

SS

가

가

, SS 490

540

. 8-3

KS

SS

기호 (구기호)	화합성분(%)				항복강도 또는 내력 MPa(kgf/mm ²)			인장 강도 MPa (kgf/mm ²)	연신율(%)					
					강재의 두께 (mm)				강재의 두께(mm)			강판, 평강, 강대		
	C	Mn	P	S	16이하	16초과 40이하	40초과		5이하	5~16	16~50	40 초과	25 이하	25 초과
SS 330 (SS 34)	-	-	0.05 이하	0.05 이하	205이상 (21이상)	195이상 (20이상)	175이상 (18이상)	330~430 (34~44)	26이상	21이상	26이상	28이상	25이상	30이상
SS 400 (SS 41)	-	-	0.05 이하	0.05 이하	245이상 (25이상)	235이상 (24이상)	215이상 (22이상)	400~510 (41~52)	21이상	17이상	21이상	23이상	20이상	24이상
SS 490 (SS 50)	-	-	0.05 이하	0.05 이하	285이상 (29이상)	275이상 (28이상)	255이상 (26이상)	490~610 (50~62)	19이상	15이상	19이상	21이상	18이상	21이상
SS 540 (SS 55)	0.30 이하	1.60 이하	0.040 이하	0.040 이하	400이상 (41이상)	390이상 (40이상)	-	540이상 (55이상)	16이상	13이상	17이상	-	13이상	17이상

2)

, SM (Steel Marine)

. SM

가

. SM

Si, Mn C

가

5 11

0.2% C , 1.5% Mn , 0.55% Si

. Mn

가

가

8.3

8.3.1 Cr

0.14~0.48% C

0.9~1.2% Cr 가

(chrominum steel) . Cr

Cr

가

, Vr

50mm

가 8-4

8-4

[KS D 3707-1992]

종류의 기호 (구 기호)	화학성분(%)						기계적 성질*		
	C	Si	Mn	P	S	Cr	인장강도		샤르피 충격값 (kgf/cm ²)
							MPa	(kgf/mm ²)	
SCr415 (SCr21)	0.13~ 0.18	0.15~ 0.35	0.60~ 0.85	0.030 이하	0.030 이하	0.90~ 1.20	785	(>86)	>6
SCr420 (SCr22)	0.18~ 0.23	0.15~ 0.35	0.60~ 0.85	0.030 이하	0.030 이하	0.90~ 1.20	834	(>91)	>6
SCr430 (SCr2)	0.28~ 0.33	0.15~ 0.35	0.60~ 0.85	0.030 이하	0.030 이하	0.90~ 1.20	785	(>86)	>9
SCr435 (SCr3)	0.33~ 0.38	0.15~ 0.35	0.60~ 0.85	0.030 이하	0.030 이하	0.90~ 1.20	883	(>97)	>7
SCr440 (SCr4)	0.38~ 0.43	0.15~ 0.35	0.60~ 0.85	0.030 이하	0.030 이하	0.90~ 1.20	931	(>103)	>6
SCr445 (SCr5)	0.43~ 0.48	0.15~ 0.35	0.60~ 0.85	0.030 이하	0.030 이하	0.90~ 1.20	981	(>108)	>5

8.3.2 Ni-Cr

Ni-Cr Ni

가 Cr

가

, Ni

Ni-Cr

Ni-Cr

가

가

가

가

가

가 Ni-Cr

8-5

Ni-Cr

8-5 Ni-Cr

[KS D 3708-1982]

종류의 기호 (구 기호)	화학적 성분 (%)					용도*
	C	Si	Mn	Ni	Cr	
SNC 236 (SNC 1)	0.32~ 0.40	0.15~ 0.35	0.50~ 0.80	1.00~ 1.50	0.50~ 0.90	강력 볼트, 너트
SNC 415 (SNC 21)	0.12~ 0.18	0.15~ 0.35	0.35~ 0.65	2.00~ 2.50	0.20~ 0.50	기어, 피스톤핀(표면 경화용)
SNC 631 (SNC 2)	0.27~ 0.35	0.15~ 0.35	0.35~ 0.65	2.50~ 3.00	0.60~ 1.00	크랭크축, 기어, 축
SNC 815 (SNC 22)	0.12~ 0.18	0.15~ 0.35	0.35~ 0.65	0.30~ 3.50	0.70~ 1.00	캠, 기어, 축 (표면 경화용)
SNC 836 (SNC 3)	0.32~ 0.40	0.15~ 0.35	0.35~ 0.65	3.00~ 3.50	0.60~ 1.00	축류, 기어

8.3.3 Ni-Cr-Mo

Ni-Cr-Mo , Ni-Cr 0.3% Mo 가
 가
 Ni-Cr 가 . Mo
 , (scale) 가 .

8-6 Ni-Cr-Mo

8-6 Ni-Cr-Mo

[KS D 3709-1995]

종류의 기호 (구 기호)	화학적 성분 (%)						기계적 성질*	
	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	인장강도 MPa(kgf/mm ²)	샤르피 충격값 (kgf/cm ²)
SCCM 240 (SNCM 6)	0.38~ 0.43	0.15~ 0.35	0.70~ 1.00	0.40~ 0.70	0.40~ 0.65	0.15~ 0.30	883 (>90)	>7
SCCM 431 (SNCM 1)	0.27~ 0.35	0.15~ 0.35	0.60~ 0.90	1.60~ 2.00	0.60~ 1.00	0.15~ 0.30	834 (>85)	>10
SCCM 439 (SNCM 8)	0.36~ 0.43	0.15~ 0.35	0.60~ 0.90	1.60~ 2.00	0.60~ 1.00	0.15~ 0.30	981 (>100)	>7
SCCM 447 (SNCM 9)	0.44~ 0.50	0.15~ 0.35	0.60~ 0.90	1.60~ 2.00	0.60~ 1.00	1.15~ 0.30	1030 (>105)	>6
SCCM 625 (SNCM 2)	0.20~ 0.30	0.15~ 0.35	0.35~ 0.60	3.00~ 3.50	1.00~ 1.50	0.15~ 0.30	932 (>95)	>8
SCCM 630 (SNCM 5)	0.25~ 0.35	0.15~ 0.35	0.35~ 0.60	2.50~ 3.50	2.50~ 3.50	0.50~ 0.70	1079 (>110)	>8

8.3.4 Cr-Mo

Cr-Mo Ni-Cr Ni Mo 가 Ni-
 Cr , Ni-Cr
 가 , Mo 가 가 Ni 1/10

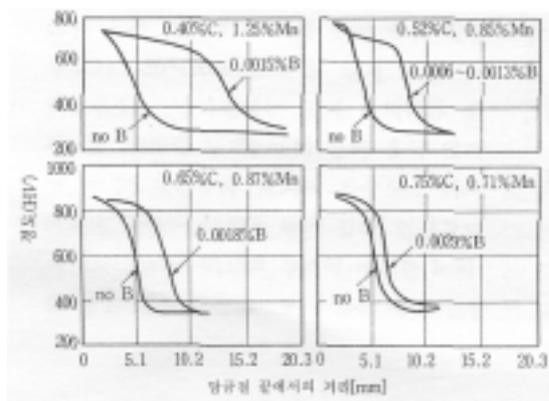
가 Cr Mo
 가 70mm ,
 가 가 , Cr
 가 .

8.3.5 Mn , Mn-Cr

Mn 가 가
 Mn 1.6~1.9%가 .
 가 .
 Mn Mn 1.2~1.65% 가 ,
 S , Mn-Cr Mn Cr 0.35~0.7% 가
 ,

8.3.6

(B) 가
 B 0.003% 가 (, boron
 steel) . 8-2 4 Mn B 가 Jominy C%가
 가 C%가 가 . B
 가 B가
 가
 Fe3C가 B Fe3C
 .
 C% Mn%가 B 가 . Mn Cr 0.25~
 0.04% 가 Cr-B .



< 8-2> B Jominy (T.G.Harry)

8.3.7

가 200kgf/mm2 (ultra high tensile strength steel) , 1
 (ultra tough hardening steel) , 8-7

< 8-7 >

구 분	강 종	화학적 성분 (%)							기계적 성질			
		C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	V	항복점 (kgf/mm ²)	인장강도 (kgf/mm ²)	연신률 (%)	단면수축률 (%)
저 합 금 계	4340	0.40	0.30	0.70	1.85	0.80	0.25	—	150	180	8	30
	300M	0.43	1.60	0.80	1.80	0.80	0.40	≥0.05	170	200	10	34
	Hy - Tuf	0.25	1.50	1.30	1.80	—	0.40	—	135	165	14	50
	Super Hy - Tuf	0.40	2.30	1.30	—	1.40	0.35	0.20	169	202	10	35
	HS Super Hy - Tuf	0.47	2.40	1.30	—	1.10	0.42	0.25	—	228	—	24
중 합 금 계	H 11	0.35	1.00	—	—	5.00	1.50	0.40	155	200	10	—
	H 13	0.37	0.96	0.20	—	5.50	1.32	1.12	150	198	15	24
	Umimach II	0.50	1.00	0.40	1.50	5.00	1.40	1.00	181	217	5	—

8.4

Si, Mn 가 가
 가 , , , , , 가
 (high tension steel) HT 50kgf/mm2 , 30
 kgf/mm2 , , 가 ,
 50 kgf/mm2 80 kgf/mm2 HT
 가
 0.18~0.20% ,
 Si Mn 가 가 Ni, Cr, Mo, V, Co, Nb
 가 , Al

8.4.1

가

(ferrite+pearlite)

martensite, bainite

60kgf/mm2

50~100 kgf/mm2

8-8

가

ferrite

V Nb

가

, V

Nb

0.1%

가

가

V4C3 NbC가

가

가

< 8-8>

가

원 소	첨가량	효 과
C	0.10~0.13	Fe ₃ C에 의한 분산강화
Si	0.05~0.75	탈산, 고용강화
Mn	0.20~1.20	탈산, 탈황, 고용강화, 미세화
P	0.03~0.12	고용강화, 내식성, 저온취성 방지
Mo	0.10~0.25	미세화, 저온취성 방지
Cu	0.10~0.90	내식성, 석출경화
Cr	0~0.85	미세화, 내식성
Ni	0~1.80	고용강화, Cu에 의한 열간취성방지, 저온취성방지

8.4.2

가

50~100 kgf/mm2

8-9

< 8-9>

강종	화 학 조 성						기 계 적 성 질		
	Cu	Ni	Cr	Mo	V	B	인장강도 (kgf/mm ²)	내력 (kgf/mm ²)	연신율 (%)
HT 50	-	-	-	-	-	-	50~58	>33	>20
HT 60	-	<0.60	<0.40	-	<0.15	-	60~70	>46	>16
HT 70	-	<1.00	<0.50	<0.40	-	-	70~80	>63	>22
HT 80	0.15~0.50	0.70~1.00	0.40~0.80	0.40~0.60	0.03~0.10	0.002~0.006	80~95	>70	>19
HT 100	"	<1.50	"	<0.60	<0.10	-	95~115	>90	>16

1) 50kg HT : 50kg HT Si-Mn Al 50 kgf/mm2

2) 60kg HT : 60kg HT 60kgf/mm2
Si-Mn 50kg HT Ni, Cr, V 가

3) 80kg HT : 80kg HT C가 0.18% Mn, Si, Ni, Cr, Mo, V, B
60kg HT 가 LPG

4) 100kg HT : 100kg HT 80kg HT Ni Cr

8.4.3

가 가
(dent) , 가

1)

(1)

2 (dual phase) 가 40~100
kgf/mm2 가 , 가 (BH) (bumper)

(2) BH : (rephosphorized) Al 1%
Mn 0.1% P 가 , , dent 0.02%
C

(3) : C 1/10 C
(0.01~0.02%) Nb 가 C 0.08% P 가 C
(deep drawing) . Nb Nb+Ti,
Ti 가 . BH ,

2)

Mn, Si, Cr 1% 가 550
1% Mn, Mn+P, P 가
400 , ,

8-10 가 KS
KS KS D 3617-1987

종류 기호 (구기호)	인장강도 N/mm ² (kgf/mm ²)	항복점 또는 내력 N/mm ² (kgf/mm ²)	연신율 (%)				시험관	균형성			
			두께 (mm)					균 형 각 도	균형의 안쪽 반지름		시험편
			1.6이상 2.0미만	2.0이상 2.5미만	2.5이상 3.25미만	3.25이상 6.0이하			두께 (mm)		
				1.6이상 3.25미만	3.25이상 6.0이하						
SPFH 490 (SPFH 50)	490[50] 이상	325[33] 이상	22이상	23이상	24이상	25이상	5 호	180°	두께의 0.5배	두께의 1.0배	3 호
SPFH 540 (SPFH 55)	540[55] 이상	355[36] 이상	21이상	22이상	23이상	24이상	압 연 방 향 에		두께의 1.0배	두께의 1.5배	압 연 방 향 에
SPFH 590 (SPFH 60)	590[60] 이상	420[43] 이상	19이상	20이상	21이상	22이상			두께의 1.5배	두께의 1.5배	
SPFH 540 Y (SPFH 55 Y)	540[55] 이상	295[30] 이상	—	24이상	25이상	26이상			두께의 1.0배	두께의 1.5배	
SPFH 590 Y (SPFH 60 Y)	590[60] 이상	325[33] 이상	—	22이상	23이상	24이상			각 각	두께의 1.5배	

9

가 2.0%~6.67%
 가 2~4%, 1~3% 가
 가
 가

9.1

가
 가 가

< 9-1 >

종 류 원 소	회주철(%)	백주철(%)	기단 주철(%)	구상흑연 주철(%)
C	2.5~4.0	1.8~3.6	2.00~2.60	3.0~4.0
Si	1.0~3.0	0.5~1.9	1.10~1.60	1.8~2.8
Mn	0.25~1.0	0.25~0.80	0.20~1.00	0.10~1.00
S	0.02~0.25	0.06~0.20	0.04~0.18	최대 0.03
P	0.05~1.0	0.06~0.18	최대 0.08	최대 0.10

9.1.1

(common grade cast iron) (gray cast iron)
 98~196MPa(10~20kgf/mm²) , 가
 3.2~3.8%C, 1.4~2.5% , 0.4~1.0%Mn, 0.3~ 1.5%P, 0.06~1.3%S
 , 가
 (bed),

< 9-2>

종류	기호 (구기호)	공시재의 주조된 상태의 지름 (mm)	인장강도 N/mm ² (kgf/mm ²)	항집성		브리넬 경도 (HB)
				최대하중 N(kgf)	휨 (mm)	
1종	GC 100 (GC 10)	30	100이상 {10이상}	700이상 {713이상}	3.5 이상	201 이하
2종	GC 150 (GC 15)	30	150이상 {15이상}	8000이상 {815이상}	4.0 이상	212 이하
3종	GC 200 (GC 20)	30	200이상 {20이상}	9000이상 {917이상}	4.5 이상	223 이하
4종	GC 250 (GC 25)	30	250이상 {25이상}	10000이상 {1019이상}	5.0 이상	241 이하
5종	GC 300 (GC 30)	30	300이상 {31이상}	11000이상 {1121이상}	5.5 이상	262 이하
6종	GC 350 (GC 35)	30	350이상 {36이상}	12000이상 {1223이상}	5.5 이상	277 이하

9.1.2

가 250MPa(25kgf/mm²)

(high : grade cast iron)

(C+Si) 4.2~4.6(%)

9-2 4~6

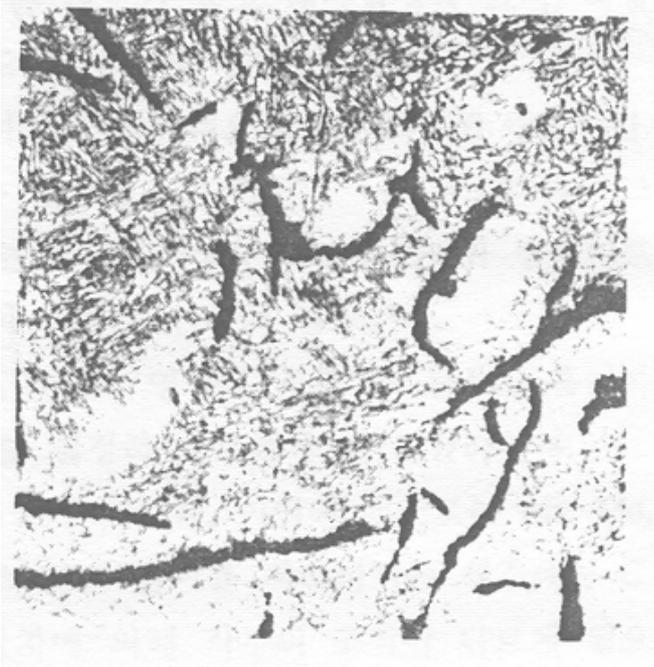
, (C+Si) 4.2~4.6%

< 9-3>

종 류	화 학 성 분 (%)					인장강도	
	C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	MPa	kgf/mm ²
Lanz 주철 ¹⁾	3.0~3.4	0.6~1.0	0.5~1.0	0.1~0.2	0.1~0.2	295	30
Emmel 주철 ²⁾	2.5~3.0	1.8~2.5	0.8~1.1	0.1~0.2	0.1~0.15	340	35
Piwowsky 주철 ³⁾	2.7~3.2	1.8~2.0	0.9~1.0	-	0.08~0.09	340	35
meehanite 주철 ⁴⁾	2.7~3.2	1.3~1.8	0.5~1.0	0.1~0.2	0.04	340	35

9.1.3

(ally cast iron) , 가
 가 245MPa(25kgf/mm2) ,
 , , Ni, Cr, No, Si, Cu, V,
 B, Al, Mg, Ti 가 가 가 .
 가 , .
 .
 Cr, Mo . 0.5~2.0% Ni 가
 Ni 가 (chill)
 , Ni Cr, Mo
 . Ni-Cr 가
 , .
 1~1.5% Mo, 0.5~4.0% Ni 가 Cu, Cr 가
 (acicular cast iron)
 9-1 (acicular) , 가 440~640MPa
 (45~65kgf/mm2), 가 HB 300 , ,



< 9-1> (As-Cast x 250)

< 9-4>

종 류	화 학 성 분 (%)								비 고
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	
자동차용 주철	3.00~ 3.40	2.00~ 2.30	0.60~ 0.80	<0.20	<0.10	<0.50	0.30~ 0.50	<0.50	
공작기계용 주철	3.00~ 3.25	1.00~ 2.00	0.50~ 0.90	<0.30	<0.10	1.00~ 1.50	<0.60	—	

종 류	인장강도 MPa(kgf/mm ²)	항질력 MPa(kgf/mm ²)	휨 (mm)	경도 [HB]
자동차용 주철	235~295 (24~30)	392~500 (40~51)	10~15	200~220
공작기계용 주철	245~343 (25~35)	450~540 (46~55)	12~14	200~250

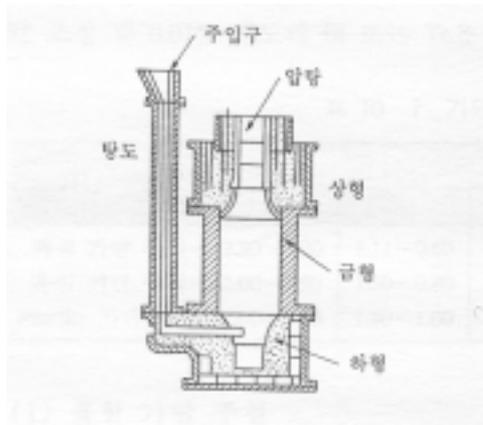
9.1.4

가

(chilled)

(chilled casting)

9-2



< 9-2>

(chilled)

가 HB 350~450,

15~30mm,

30~50mm

가

가

HS 55~70

9-18