

주 철 (cast iron)

목 차

- 주철의 정의와 조직
- 주철의 종류 및 특성
- 주철의 일반적 성질
- 주철 내의 일반성분의 영향
- 주철의 개량방법

주철의 정의와 조직

1. 주철의 정의

- C 1.7~6.67%를 함유한 철의 합금
- Fe, C 이외에 Si, Mn, P, S 등을 함유
- 이 중에서 3.0~3.6%의 탄소량에 해당하는 것을 일반적으로 주철
- 철과 시멘타이트가 층상을 이루고 늘어선 펄라이트조직을 바탕으로 해서 편상의 흑연이 산재
- 강도의 조절 : 시멘타이트의 분해를 가감하여 흑연이 나오는 것을 조절

2. 주철의 기본조직

- 페라이트(ferrite)
- 퍼얼라이트(pearlite)
- 시멘타이트(cementite)
- 오스테나이트(austenite)
- 레데뷰라이트(ledeburite)

주철의 종류 및 특성

1. 주철의 종류(파단면의 색에 따른 분류)

파단면의 색에 따른 분류		
회주철	백주철	반주철
<ul style="list-style-type: none"> ▶ 파단면이 회색 ▶ 흑연이 많다 ▶ 탄소의 일부가 유리되어 흑연화된 주철 ▶ 조직; 편상흑연 + Ferrite + Pearlite ▶ 주조성, 절삭성 우수 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 파단면이 백색 ▶ 흑연함량이 적음 ▶ 탄소가 많음 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 회주철 + 백주철

주철의 종류 및 특성

3.주철의 종류(탄소의 함유량에 따른 분류)

탄소의 함유량에 따른 분류		
아공정주철	공정주철	과공정주철
<ul style="list-style-type: none"> ▶ C 4.3%이하 ▶ 조직 : Austenite + Ledeburite 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ C 4.3% ▶ 조직 : Ledeburite (Austenite + Cementite) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ C 4.3%이상 ▶ 조직 : Ledeburite + Cementite

주철의 종류 및 특성

3.주철의 종류(일반적인 분류)

회주철			
보통주철		고급주철	
<ul style="list-style-type: none"> ▶ 회주철 GC1~3종 ▶ 인장강도 10~20Kg/mm² ▶ 조직 : 편상흑연 + Ferrite (약간의 Pearlite) ▶ 특징 : 기계가공성 양호 , 값이 저렴 		<ul style="list-style-type: none"> ▶ 회주철 GC4~6종 ▶ 인장강도 : 25Kg/mm²이상 ▶ 조직 : Pearlite (미세 편상흑연) ▶ 특징 : 고강도, 내마멸성 ↑ ▶ 설명 : 회주철 중에서 석출한 흑연편을 미세화 치밀한 펄라이트 조직으로 하여 강도와 인성 ↑ 	
C	Si	C	Si
2.5~3.2%	1.0~2.0%	2.5~3.2%	1.0~2.0%

주철의 종류 및 특성

3.주철의 종류(일반적인 분류)

합금주철①				
내마멸성 주철		내식, 내열 주철		
<ul style="list-style-type: none">▶ Cr, Mo, Cu 등 첨가로 경도 증가▶ 대형기관의 실린더 라이너 : C, Si 낮게해서 유리 Cementite나 인화철 균일분산▶ 브레이크용 슈 : C, Si 높게해서 흑연의 윤활작용 이용		<ul style="list-style-type: none">▶ 내열성 및 내식성 증가▶ 여리며 절삭 어렵다▶ Si함유 주철 ; 내산성 우수, 절삭가공 불가▶ 성분		
		Si	Cr	Al
		5~6%	1~2%	7~9%

주철의 종류 및 특성

3.주철의 종류(일반적인 분류)

합금주철②																	
고력합금 주철	내열 주철																
<ul style="list-style-type: none">▶ 0.5~2.0% Ni, Cr, Mo 첨가▶ Ni 첨가, 흑연화, 칠방지, 절삭성우수, Pearlite 안정, 흑연 미세화▶ Acicular Cast Iron (애시쿨러 주철)	<ul style="list-style-type: none">▶ 내산화성, 내성장성, 고온강도 개선▶ 니크로실랄 <table><tr><td>Ni</td><td>Cr</td><td>C</td><td>Mn</td><td>Su</td></tr><tr><td>16~20%</td><td>2~5%</td><td>2.4%</td><td>0.8~1.0%</td><td>5~6%</td></tr></table> <ul style="list-style-type: none">▶ 니-레지스트(:Austenite) <table><tr><td>Ni</td><td>Cr</td><td>Cu</td></tr><tr><td>12~15%</td><td>1.5~4.0%</td><td>5~7%</td></tr></table> <p>*비자성(Ni함유) *산, 알칼리에 대한 내식성 우수</p>	Ni	Cr	C	Mn	Su	16~20%	2~5%	2.4%	0.8~1.0%	5~6%	Ni	Cr	Cu	12~15%	1.5~4.0%	5~7%
Ni	Cr	C	Mn	Su													
16~20%	2~5%	2.4%	0.8~1.0%	5~6%													
Ni	Cr	Cu															
12~15%	1.5~4.0%	5~7%															

주철의 종류 및 특성

3.주철의 종류(일반적인 분류)

Acicular Cast Iron (애시쿨러 주철)

- 설명 : Ni, Cr, Mo를 알맞게 가해, 기타의 조직을 Bainite로 하여 내마모성 우수하게 한 것
- 조직 : 침상조직
- 인장강도 : $45 \sim 65 \text{Kg/mm}^2$
- 특성 : 경도, 내마멸성 우수
- 용도 : 크랭크 축, 캠 축, 실린더, 압연용 롤

Mo	NI	기타 Cu, Cr
1~1.5	0.5~4.0	

주철의 종류 및 특성

3.주철의 종류(일반적인 분류)

특수주철		
칠드 주철	구상 흑연 주철	가단주철
<p>▶ 저Si, Mn을 첨가, 쇳물을 칠 메탈에 부어 필요 부분 급냉</p> <p>▶ 성질 : 표면만 단단, 내부는 회주철이므로 강인성 우수</p>	<p>▶ P와 S의 양이 회주철보다 1/10 낮게 유지 Mg, Ce, Ca 등을 첨가</p> <p>▶ 성질 : 주조성, 가공성, 강도, 내마멸성 우수, 인성, 연성, 경화 등이 강과 비슷,</p> <p>▶ 불스 아이 조직</p>	<p>▶ 2.0~2.6% C, 1.1~1.6% Si 의 백주철을 가열하여 탈탄, 흑연화 방법으로 제조</p> <p>▶ 종류 : 흑심가단 백심가단 Pearlite가단</p>

주철의 종류 및 특성

3. 주철의 종류(일반적인 분류)

- 1) 흑심 가단주철
 - * 백주철을 열처리하여 Cementite를 분해, 흑연을 입상으로 석출시킨 것
 - * 열처리 단계
 - ▶ 제1단계 흑연화 : $850\sim 950^{\circ}\text{C}$, Austenite \rightarrow Pearlite
 - ▶ 제2단계 흑연화 : $680\sim 720^{\circ}\text{C}$, 응집상 괴상의 뜨임탄소
- 2) 백심 가단주철
 - * $900\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 에서 가열하여 Cementite를 탈탄시켜 주철에 가단성을 부여한 것
- 3) Pearlite 가단주철
 - * 955°C 로 가열하여 뜨임탄소를 구상화하고, 900°C 로 로냉시킨 후 급속히 공냉하여 Austenite를 Pearlite로 변태 시킴

3.주철의 종류(일반적인 분류)

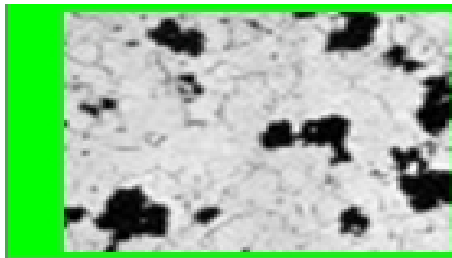
1) 구상 흑연 주철

- 주조성, 가공성, 강도, 내마멸성 우수
- 인성, 연성, 경화 등이 강과 비슷
- P와 S의 양이 회주철보다 1/10 낮게 유지
- Mg, Ce, Ca 등을 첨가
- 불스 아이 조직 ; 구상흑연 주위에 Ferrite가 둘러싸고, 외부는 Pearlite 조직
- 용도 ; 크랭크 축, 브레이크 드럼

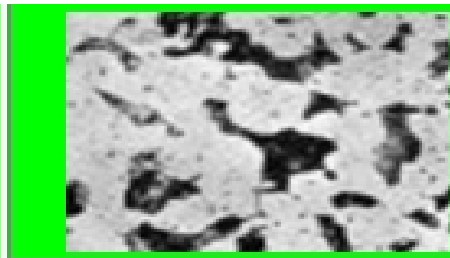
주철의 종류 및 특성

3. 주철의 종류(일반적인 분류)

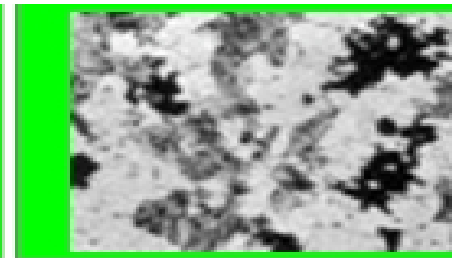
가단주철 이미지



흑심 가단주철

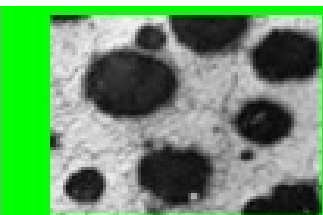


백심 가단주철

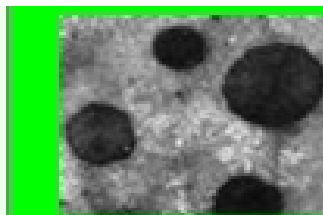


펄라이트 가단주철

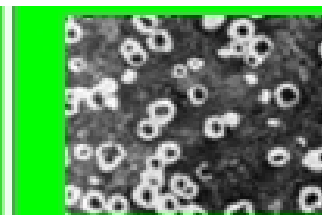
가상흑연 주철 이미지



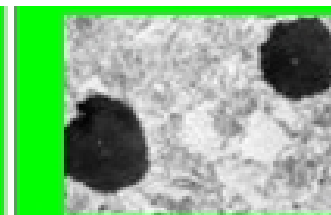
페라이트형



펄라이트형



볼스아이형



시멘타이트형

주철의 일반적 성질

1)인장강도

주철은 일반적으로 강에 비해 강인성이 약하며, 연성은 거의 없음.

2)경도

종 류	조 직	(HBS)
페라이트 주철	페라이트+흑연	80-120
펄라이트 주철	페라이트+흑연	170-220
백주철	유리	420 정도

주철의 일반적 성질

3) 압축강도

주철은 압축강도가 큼. (인장강도의3~4 배)
→기계류의 몸체나 베드에 많이 사용됨.

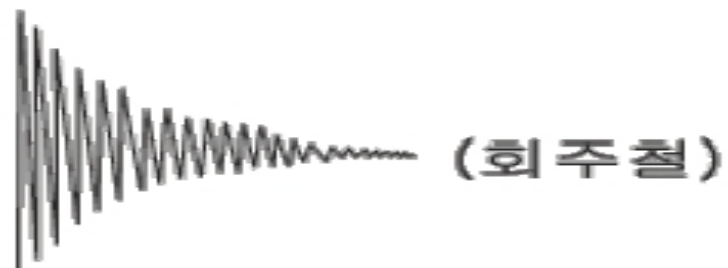
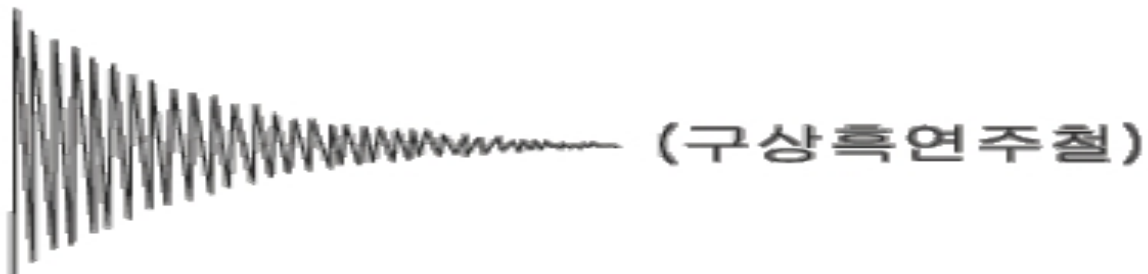
4) 내마모성

일반적으로 주철은 내마모성이 양호하여,
실린더, 공작기계 등에 쓰인다.

5) 감쇠능

강에 비해서 6~10배의 감쇠능을 가지고 있다.

주철의 일반적 성질



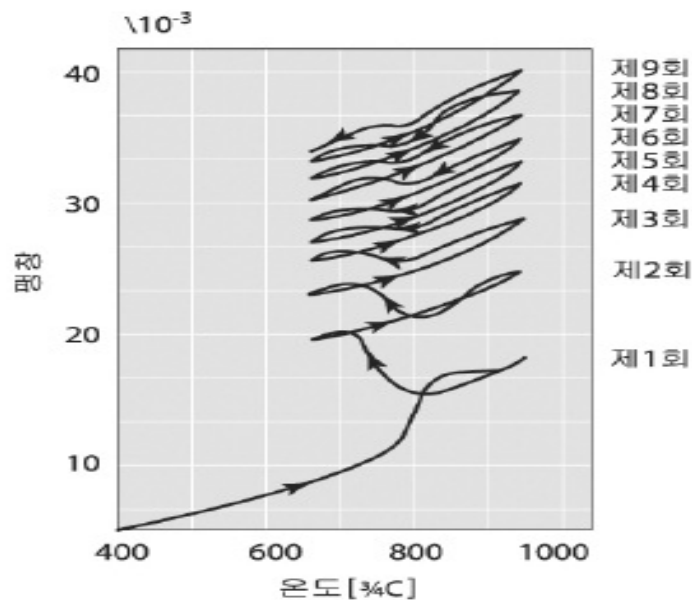
주철의 일반적 성질

6) 내열성

고온에서의 부피 성장

450~600°C : 철과 흑연으로 분해

750~800°C : 철과 탄소로 완전 분해



반복 가열에 의한 팽창



성장의 보기(회주철)

주철의 일반적 성질

7) 물리적 성질

주철은 일반적으로 강에 비해 강인성이 약하며, 연성은 거의 없음.

비중	6.95~7.35
비열(cal/g °C)	0.13 (20~100°C)
선팽창계수(/°C)	10×10^{-6} (20~100°C)
열전도율(cal/cm ² cm s °C)	0.110~0.137 (20~100°C)
비전기저항($\mu\Omega\text{cm}$)	75~210

주철내의 일반 성분의 영향

1. 탄소(C)의 영향

- 강도와 경도를 증가시킴.
- 기계 가공성이 향상됨.
- 규소가 많이 포함될 때에 탄소 구상화촉진.
- 수축을 감소시킴.

2. 규소(Si)의 영향

- 3.2%까지는 연화제 역할을 함. 그 이후는 경화제 역할을 함.
- 탄소를 구상화시킴 (탄소의 흑연화 촉진).
- 다량 사용시 내산 및 내마모성 합금이 됨.

3. 망간(Mn)의 영향

- 탈산 작용과 정련작용, 탄소의 흑연화 억제.
- 철의 유동성, 강도 및 경도를 향상시킴.
- 함유량이 증가하면 주철의 경도를 급격히 증가시킴.

4. 황(S)의 영향

- 철의 유동성 감소, 탄소의 흑연화 억제.
- 기공 발생.
- 황을 없애기 위해 망간을 사용함.

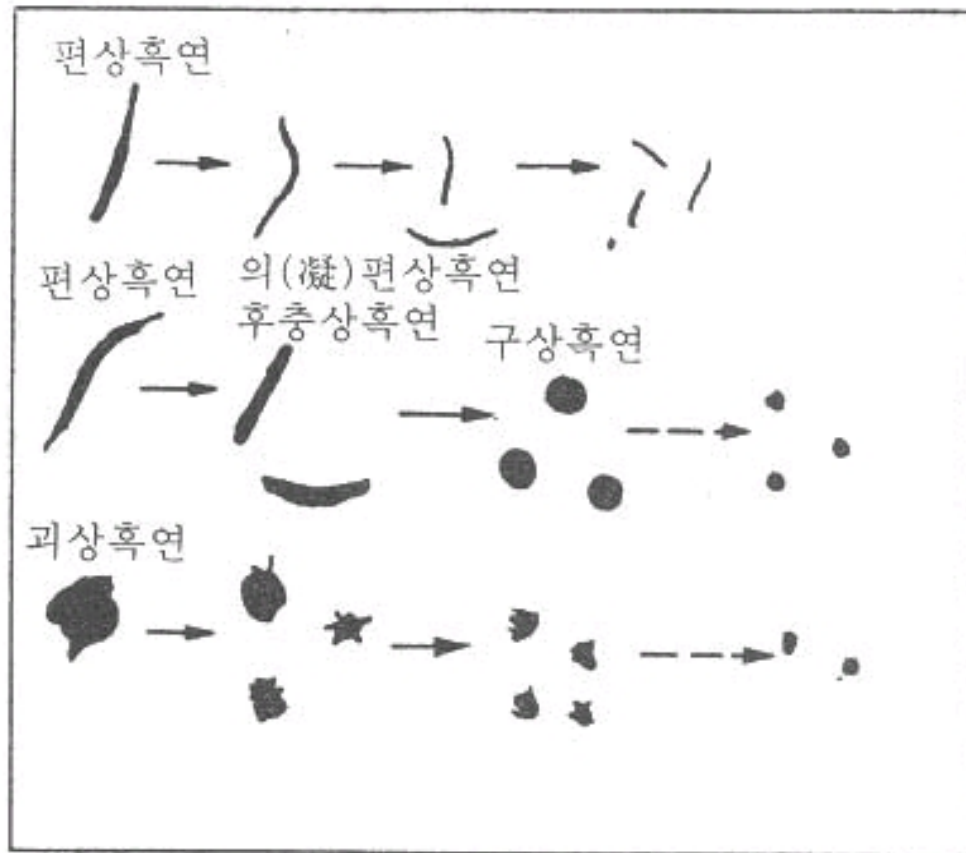
5. 인(P)의 영향

- 용융금속의 유동성을 높이고, 용융 온도를 낮춤.

주철의 개량방법

- 주철의 개량 방법에는 여러방법이 있으나 크게 2가지로 나눌 수 있다.
 1. 흑연의 개량
 2. 기지조직의 개량

주철의 개량방법



동일한 흑연의 형상에도 그의 형태, 크기, 분포의 개량에 의해 상당한 강도의 향상이 얻어진다.

주철의 개량방법

1. 흑연의 개량

①흑연량의 감소

- 저탄소
- 합금주철
- 강설 배합
- 열처리

②형상, 크기, 분포의 개량

- 구상,괴상,감자벌레상 흑연주철
- 고온용해, Flux 처리, 접종
- 합금원소 첨가, 가스취입, 탈가스
- 강설배합

주철의 개량방법

2. 기지의 개량

① 열처리에 의한 개량

- 균질화
- 담금질
- 템퍼링
- 항온변태

② 불순물의 감소

- 원료 및 용해정련