

技術資料

# 炭素鋼 및 合金鋼鑄鋼

金錫元

## Carbon Steel and Alloyed Steel Castings

S.W. Kim

### 1. 서 론

우리나라의 금속소재 산업은 1960년대 이후 거보적으로 발전하였으며 1970년대 후반에 자동차 산업의 활성화로 소재산업의 육성이 더욱 중요시 되고 있다. 자동차 산업은 중요한 수출산업의 하나이며 기계, 전기, 전자, 금속산업의 총체적 기술이 요구되므로 선진기술입국의 초석이 된다고 말할 수 있다. 현재 자동차 품질의 고급화와 경량화시대에 대비하여 각 부품의 내구성, 기능성에 요구되는 적합한 특성을 갖는 소재 검토하여 경제적인 고품질의 소재 개발에 적극적인 자세로 연구하여야 한다고 생각된다.

자동차 부품에 사용되는 주물 제품은 구상흑연주철 주물, 알루미늄합금주물, 주강주물 등이 있으며 이 중에서 주강주물이 차지하는 비중은 그다지 크지 않다는 것은 사실이다. 그러나 자동차의 부품으로써 고급강 주물을 생산키 위해서는 주물인들은 그 요구되는 재료의 특성을 이해함으로써 좀더 훌륭한 생산관리 및 품질관리를 할 수 있으리라 생각되며 자동차부품에 사용되는 주강주물에 대해서 정리하여 본다.

주강주물은 탄소강주강품, 용접구조용주강품, 구조용고탄력 탄소강 및 저합금주강품, 스텐레스주강품, 내열주강품, 고망간주강품, 고온고압용주강품, 저온고압용주강품등으로 크게 분류할 수 있으나 여기에서는 현재 자동차에 사용되어지고 있는 주강품중에서 특히 탄소주강품과 저합금용주강품에 대해서 조직, 특성, 화학성분, 규격 및 종류, 용도, 개발전망, 결론등의 순서로 기술코저 한다.

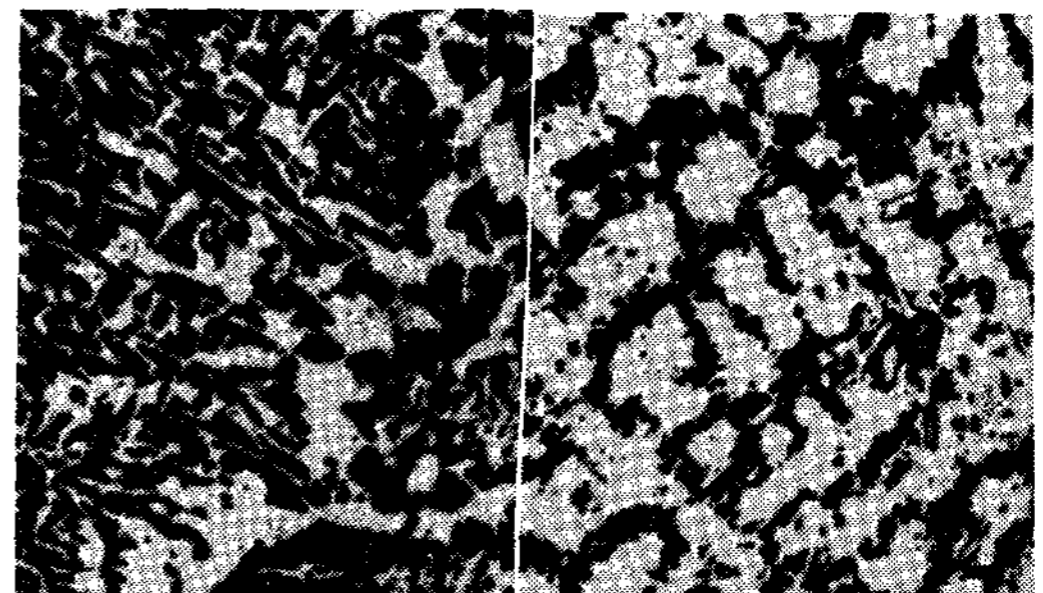
### 2. 조 직

#### 2-1 탄소강주강

철에 탄소가 2%이하로 합금된 것을 탄소강이라고 하며 이러한 탄소강중에서 0.6% C 이하의 것을 주로 사용한다. 특히 탄소강주강품에는 탈산제로 사용한 Si, Mn 등이 잔류되며 때로는 탄소량보다 더 많을 때도 있다.

탄소량에 따라서 보통 0.8%이하의 탄소를 함유하고 있는 탄소강을 아공석강(hypoeutectoid carbon steel), 0.8%를 함유하고 있는 강을 공석강(eutectoid carbon steel), 0.8%이상의 탄소를 함유한 강을 과공석강(hypereutectoid carbon steel)이라고 조직학상으로는 분류한다. 사진 1에 보통탄소강주강의 주조상태와 소둔상태의 현미경사진을 나타내었다. 여기서 흰색은 페라이트, 검은색은 퍼얼라이트이다. 먼저 탄소강주강의 응고특성 및 응고조직에 대하여 고찰하여 본다.

주형내에 주입된 용강은 주형의 열전도에 따라서 열을 방출하고 주형의 표면에서부터 응고하게 된다. 주강



(A) (B)

사진 1. 탄소강 주강의 현미경 조직 사진, × 100  
 (0.23% C, -0.66% Mn - 0.20% Si - 0.26% S - 0.028% P)  
 A) 주조상태 B) 소둔상태

주물의 응고조직은 일반적으로 칠정과 주상정, 등축정의 조직으로 되고 이것의 응고양상은 응고하는 사이의 응고특성, 주물의 두께 및 화학성분에 따라서 서로 다르다. 또한 응고과정중 고체와 액체가 공존하는 구간이 적기 때문에 표피생성형응고 (skin formation solidification)을 나타낸다. 액상에서 온도의 저하에 따라서 3단계의 응고단계를 거치면서 3단계의 수축, 즉, 액체수축, 응고수축, 고체수축이 일어난다. 예로서 0.35% C의 탄소강의 경우 액체의 수축은 온도저하 100°C당 1.6%, 응고수축은 0.3%, 상온까지의 고체수축은 7.2%이고 순철에 비하면 현저히 크다. 이 가운데 고체수축은 주형을 제작할때 주물자를 사용해서 보상할 수 있지만 그외에 액체수축, 응고수축은 압탕을 세워줌으로 급탕을 해준다. 이러한 응고과정중 탄소강 주강의 기계적 성질에 영향을 주는 조직의 변태, 즉 相 (phase)의 변태가 일어난다.

응고과정중의 상변태는 냉각속도, 화학성분, 주형의 성질등에 따라서 변태의 양상도 다르게 나타난다. 여기에서 탄소강의 응고과정중에서 일어나는 공석변태에 대해서 설명하여 보기로 한다.

사진 2는 Fe-C 상태도 일부와 그때의 표준조직을 나타내며 탄소량의 조성에 따라 표준조직의 변화를 나타내었다. 그림에서 X는 아공석강의 조성, Y는 공석강의 조성, Z는 과공석강의 조성의 응고과정을 나타내었다. Y합금(공석강)은 S점까지는  $\gamma$  (오스테나이트)로 응고하다가 S점에서부터 고상변태를 일으키며 이변태를 공석변태라고 하며 오스테나이트에서 페라이트와  $Fe_3C$ 의 총상으로 되어있는 조직으로 되며 이것을 조직학상으로 퍼얼라이트라 부른다. 그래서 공석변태로 인해서 기지조직은 완전한 퍼얼라이트 조직이 된다.

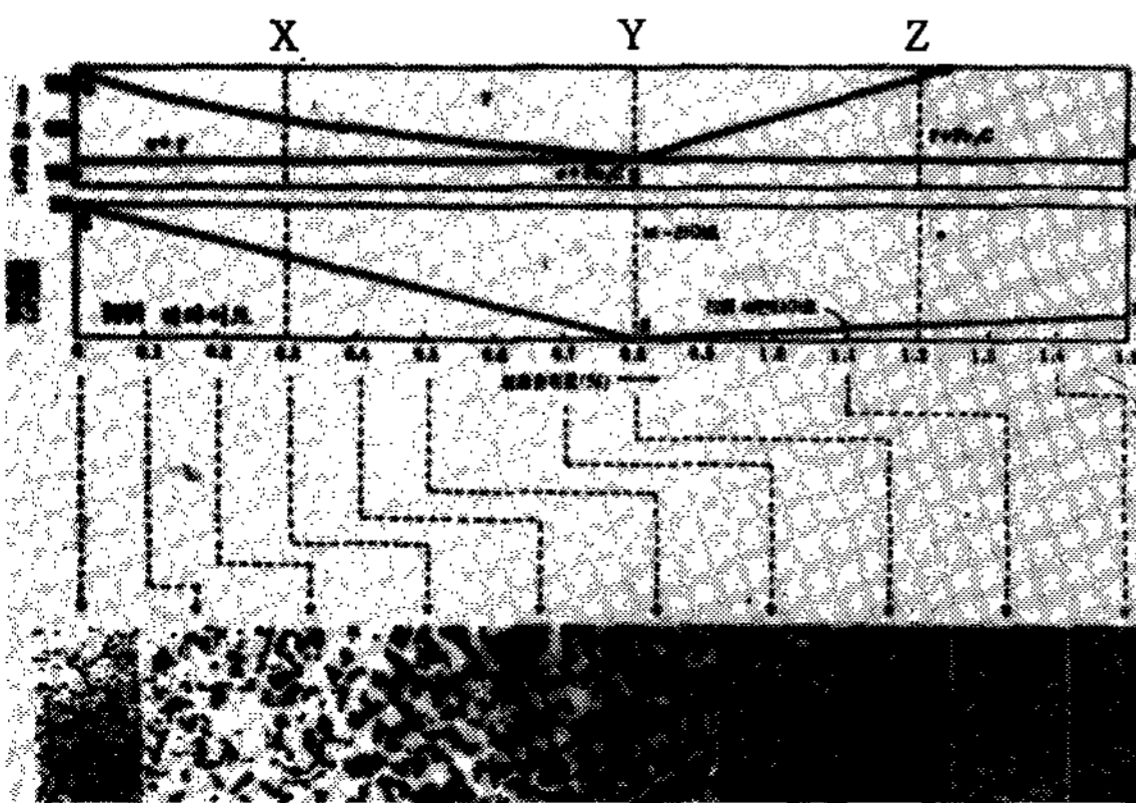


사진 2. 탄소강에 의한 표준조직의 변화 (X 100)

S점보다 탄소량이 적은 X합금은  $t_1$ 에서부터 온도가 강하함에 따라 오스테나이트로부터 우선 페라이트가 석출하기 시작하고  $t_2$ 에 도달하면 남아있는 오스테나이트에서 세멘타이트와 페라이트가 동시에 석출하며 사진 1에서 알 수 있는 것과같이 페라이트의 기지조직에 겹쳐 나타난 퍼얼라이트(페라이트와 세멘타이트의 총상조직)의 혼합조직이 된다. Z는 아공석조성인 X와같은 양상으로 응고하나 조직중에 X조성보다 페라이트가 적고 퍼얼라이트는 많게 된다.

X, Y, Z합금조성의 조직은 페라이트와 퍼얼라이트로 혼합되어 있지만 열처리에 따라 기지조직은 상당히 변화될 수 있다.

그러나 자동차 부품으로 사용되는 탄소강주강은 주로 내부응력제거 및 연화를 위해서 소둔처리하므로 변태된 페라이트와 퍼얼라이트의 양적비율은 크게 변화되지 않는다.

2-2 저합금강주강

일반적으로 좀더 가혹한 조건에서 사용되어야 할 부품을 제조하여야 할 경우에는 그 조건에서 견딜 수 있는 기계적 특성을 개선하여야 한다. 그 방법으로 탄소강주강의 기지조직을 변화시킨다든가 또는 특수열처리를 실시하여 사용하게 된다. 여기서는 탄소강주강에 어느 특성을 부여해 주기 위하여 특정한 합금원소, 즉, Cr이나 Mo, Ni를 단독 또는 복합해서 첨가하면 상당한 기계적 성질의 개선을 가져올 수 있으며 5%이내의 합금원소가 첨가되어진 합금강주강품을 저합금강주강품이라고 한다.

2-2-1 Ni-Cr 주강, Ni-Cr-Mo 주강

탄소강주강에 Ni이나 Cr를 첨가하면 동일한 탄소강주강에 비하여 초석 페라이트 양이 많아지고 경화능이 증가하며 경화시켰을때 경화층의 깊이가 깊어진다. 또한 Cr은 탄화물을 형성시켜서 소입성을 증가시킨다. 따라서 오스테나이트 결정립의 조대화를 방지하고 세립의 강인한 주강을 얻을 수 있으므로 대형의 크랭크축 또는 강력한 볼트등에 쓰인다.

Ni-Cr 강은 그 조성 및 사용목적에 따라서 열처리 조건이 다르나 일반적으로 820°~ 880°C에서 유냉처리하고 550~ 650°C에서 소려하면 고도의 인성을 요구하는 중하중의 축등에 쓰인다.

Ni, Cr의 양이 많은 것은 소려취성이 크므로 소려 후 급냉해야 한다. 대표적인 조직은 사진 3에 나타내었다. (A)는 소둔, (B)는 소입, (C)는 소입후 소려한 조

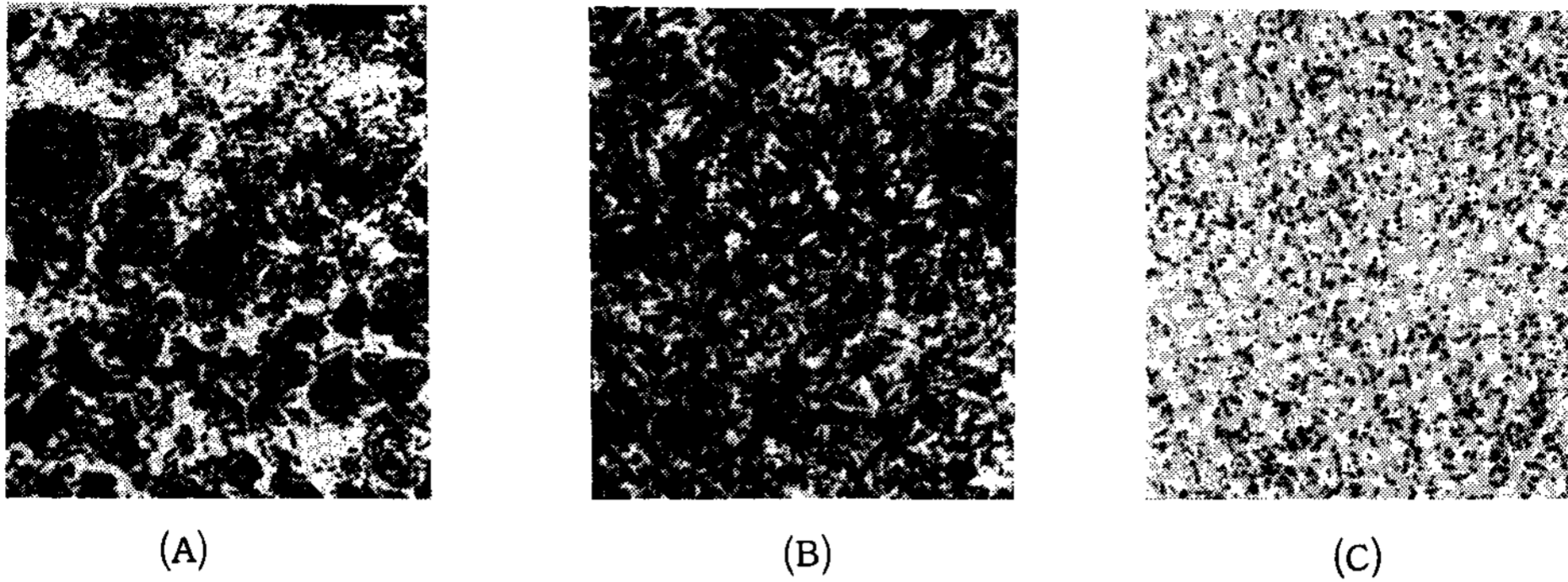


사진 3. Ni-Cr 강의 현미경조직 (0.27% C - 0.23% Si - 0.48% Mn - 2.64% Ni - 0.72% Cr), X 400  
 A) 소둔 (825°C 노냉) B) 소입 (860°C 유냉) C) 소입 후 소려 (860°C 유소입 후 570°C 소려)

직이다. 사진에서 볼 수 있는 바와같이 소둔상태는 페라이트와 퍼얼라이트의 혼합조직이며 소입의 경우는 마르텐사이트와 베이나이트이고, (C)는 거의 전체가 솔바이트이다.

Ni-Cr 주강보다 더욱 강인한 주강을 얻고자 할 때는 Mo를 첨가하여 경화능을 높이고 소려에 따른 연화 저항성도 크게 한다. 또한 Ni-Cr 주강의 결점인 소려취성 경향도 Mo를 첨가하여 감소시킬 수 있다.

Ni-Cr-Mo의 대표적인 현미경사진을 사진 4에 나타내었다. 사진 4의 (A)는 670°C에서 저온소둔, (B)는 850°C에서 유냉, (C)는 850°C에서 유소입 후 소려한 조직사진이고 사진 3과 같은 조직으로 설명할 수 있으며, 사진 3보다 좀더 미세하게 분포되어 있다.

**2-2-2 Cr 주강, Cr-Mo 주강**

탄소강주강에 Cr를 1%정도 첨가하면 경화능을 개선시켜 소려처리에 대하여 저항도 높기 때문에 강인한

저합금강주강을 얻을 수 있다. Cr은 탄화물을 형성하여 내마모성이 좋고 특히 *marquenching* 후 소려하여 gear, 치차등에 쓰인다.

Cr-Mo 주강은 Cr 주강에 Mo를 첨가한 것으로 경화능이 크고 소려취성이 적어지므로 구조용주강인 Ni-Cr 강과 함께 많이 사용되고 있고 대표적으로 Cr-Mo 주강은 자동차편, 치차, 축등 주로 작은 부품에 많이 쓰이는데 Cr이나 Mo는 소입성이 양호하여 질량이 큰 부품에도 쓰인다. 열처리로는 830~880°C에서 유냉하고 580~680°C에서 소려시켜 사용한다. 대표적인 Cr-Mo 주강의 조직사진을 사진 5에 나타내었다. 사진 5의 (A)는 소둔조직으로 페라이트와 퍼얼라이트의 혼합조직이고 (B)는 860°C에서 유냉한 마르텐사이트와 베이나이트의 혼합조직이고, (C)는 860°C에서 유소입 후 630°C에서 소려한 솔바이트의 조직을 나타낸다.

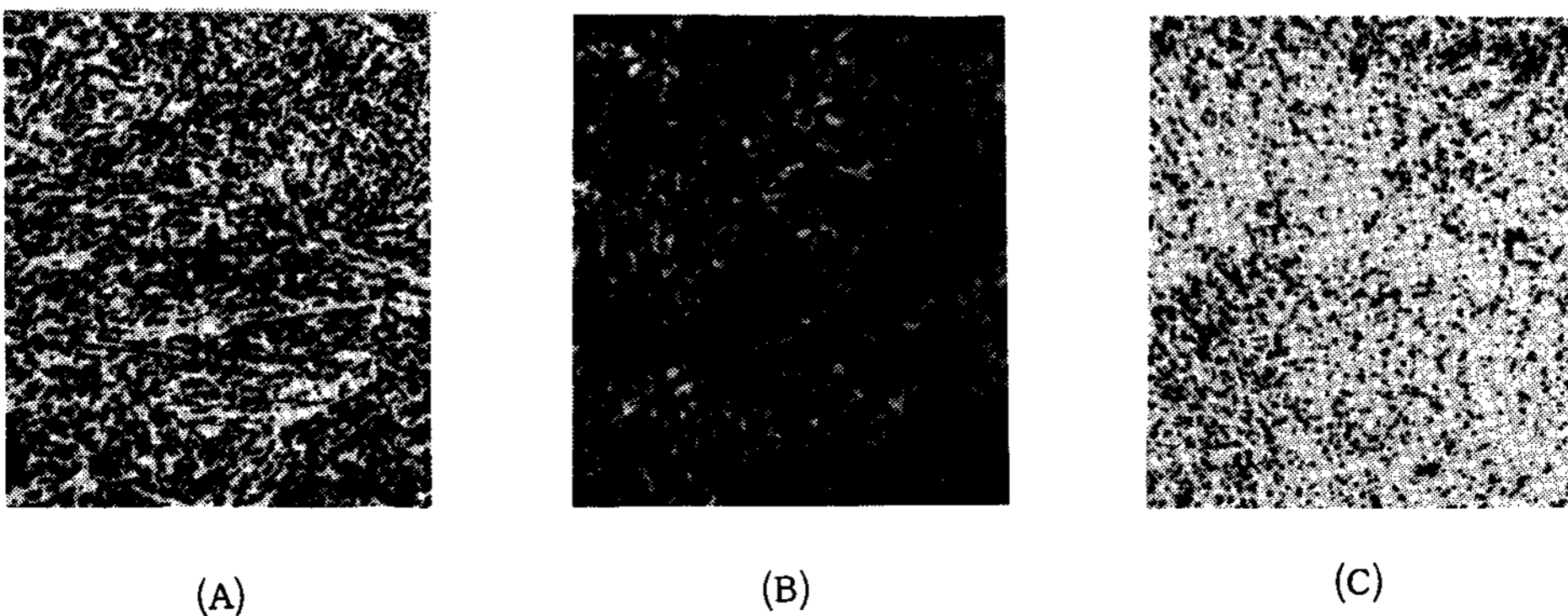


사진 4. Ni-Cr-Mo 강의 현미경 조직사진 (0.36% C - 0.25% Si - 0.78% Mn - 1.75% Ni - 0.83% Cr - 0.18% Mo), X 400  
 A) 소둔 (670°C 저온소둔) B) 소입 (850°C 유냉) C) 소입 후 소려 (850°C 유냉, 595°C 소려)

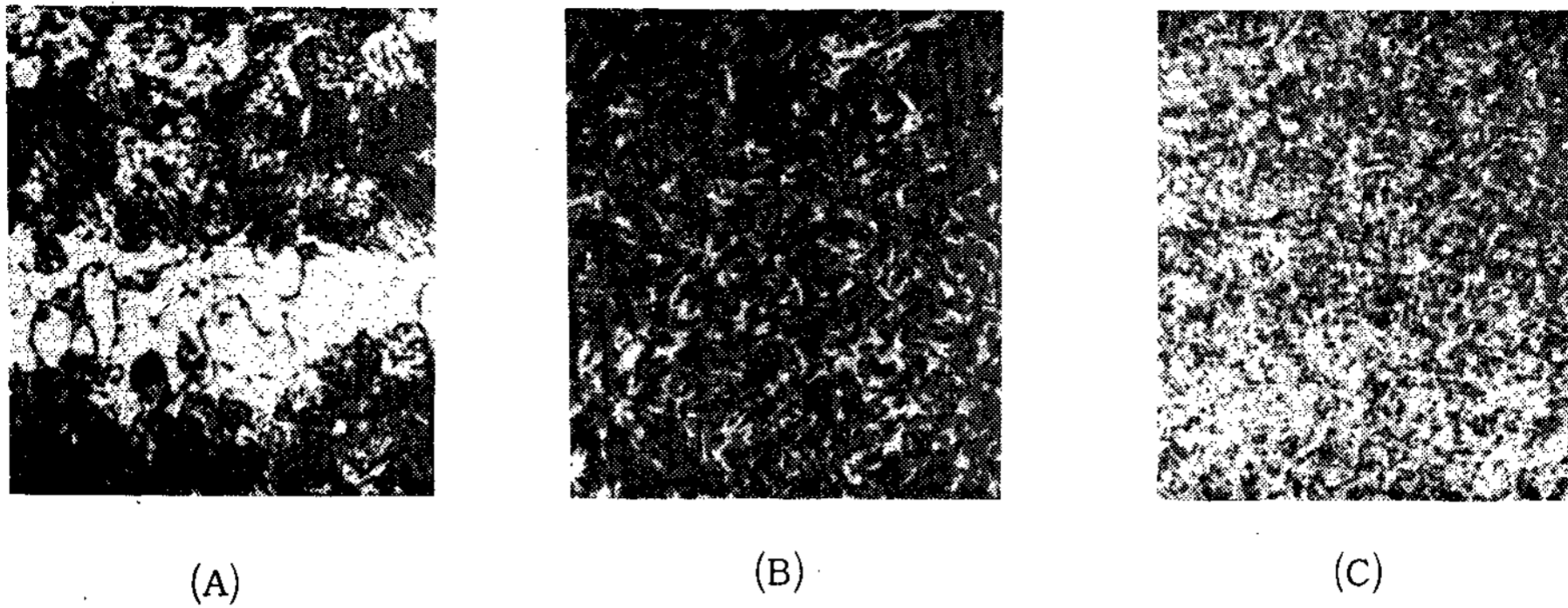


사진 5. Cr-Mo 강의 현미경조직 사진 ( 0.34 C% - 0.31 % Si-0.79 % Mn-1.08 % Cr-0.19 % Mo), X 400  
 A) 소둔 (825 °C) B) 소입 (860 °C 유냉) C) 소입후 소려 (860 °C 유냉, 630 °C 소려)

**2-2-3 저Mn 강주강**

Mn은 탄소강주강에는 1%이하 함유되어 있지만 저 Mn 강주강에서는 1~1.6% Mn이 함유되어 있다.

Mn은 탄소 다음으로 강인성을 향상시키는 원소로 페라이트의 강화와 퍼얼라이트의 치밀화에 기여하게 된다. Mn은 공석온도를 강화시켜 오스테나이트의 변태속도를 늦게하므로 조직을 더욱 미세화 시킨다. 따라서 Mn의 존재는 소입강도를 향상시킨다. Mn이 많을 경우 노냉에 의해서도 치밀한 조직인 솔바이트가 쉽게 얻어진다.

탄소가 0.1%인 탄소강 주강에 3%Mn이 함유되면 노냉에 의해서 솔바이트 조직이 되며 0.4%탄소강주강에서는 1.5%Mn 이하에서 퍼얼라이트 조직이 되나 그 이상에서는 솔바이트, 투르스타이트 및 마르텐사이트 조직이 얻어진다.

**3. 성 질**

**3-1. 질량효과**

주강주물의 성질은 화학조성과 열처리에 의해 크게 영향을 받으며 제품이 크게되면 재료 내외부의 냉각속도의 차이에 의해 조직이 다르게 된다. 두께에 따라서 제품의 성질이 서로 다르게 나타나는 것을 질량효과라고 한다.

일반적으로는 어떤 재료를 소입했을 때 질량효과로 인해서 내외부의 기계적 성질이 서로다른 현상을 나타내며, 주강주물에서는 내외부의 용고속도가 서로 다르므로 생기는 화학성분의 편석, 결정간의 미세한 기공 등의 존재의 현상으로 나타난다. 이것은 주물의 크기

가 크면 클수록 더욱 크게 나타난다. 그림 1에서 보는 바와같이 두께에 따라서 인장강도, 연신율, 밀도등의 변화를 나타낸다.

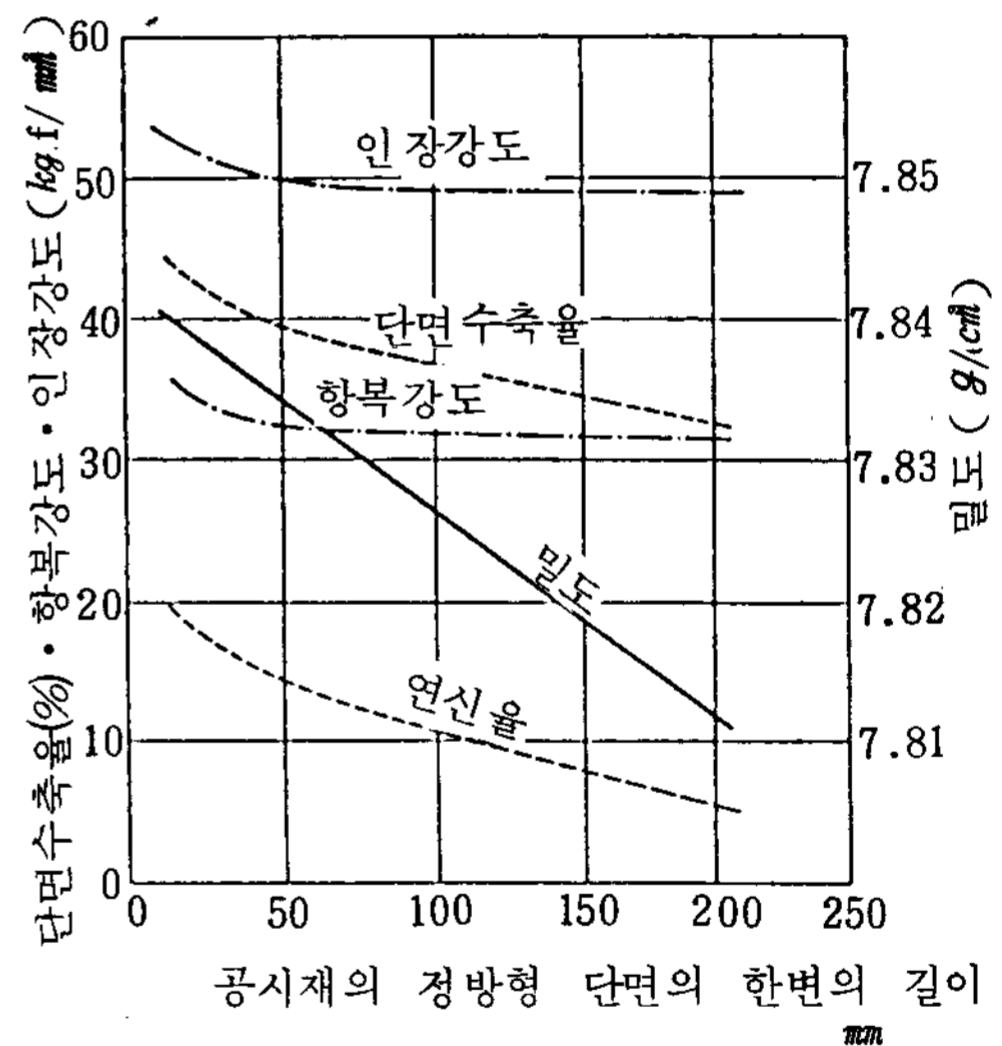


그림 1. 탄소강주강품의 질량효과

**3-2. 기계적 성질**

탄소강주강의 기계적 성질은 강도, 경도, 인성등으로 나타낸다. 탄소강에 첨가되는 각 합금원소의 양에 따른 강화효과에 대해서 그림 2에 나타내었다. 여기서 알 수 있는 것과같이 강화에 제일 큰 영향을 주는 것은 탄소의 영향이다. 탄소강주강은 주조후에 반드시 완전소둔하여 사용된다.

일반적으로 탄소량이 증가함에 따라 조직중의 퍼얼라이트가 많이 존재하므로 인장강도, 경도, 항복강도는



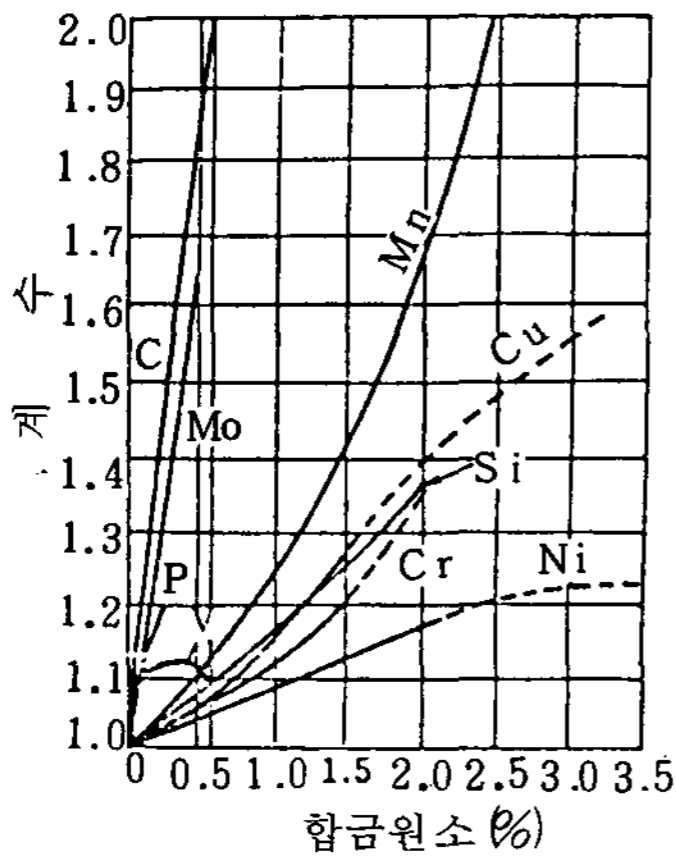


그림 2 강 중에 원소의 강화효과에 대한 Walter 계수

증가하나 반대로 충격값과 연신율등은 저하된다. 이와같은 경향은 소입하였을때 탄소강 주강에서도 마찬가지로 나타난다. 그러나 소입후 소려처리를 실시할때 소려온도에 따라 성질이 달라진다. 그림 3에 탄소강주강품의 기계적성질과 소려온도와의 관계를 나타내었다.

특히 저합금강주강의 경우는 탄소강주강의 기계적성질을 개선키위해서 합금원소를 첨가했기 때문에 탄소강주강과 같이 소둔하여 사용하지 않고 소준이나 소입후 소려처리하여 사용하는 것이 보통이다. 따라서 합금원소의 종류나 첨가량이 열처리 조건에 따라서 상당한 기계적성질의 변화를 가져온다.

그림 4, 그림 5 및 그림 6은 탄소강주강에 합금원소로 Mn, Mn-Cr, Cr-Mo 을 첨가하였을때 서로 다른 소려온

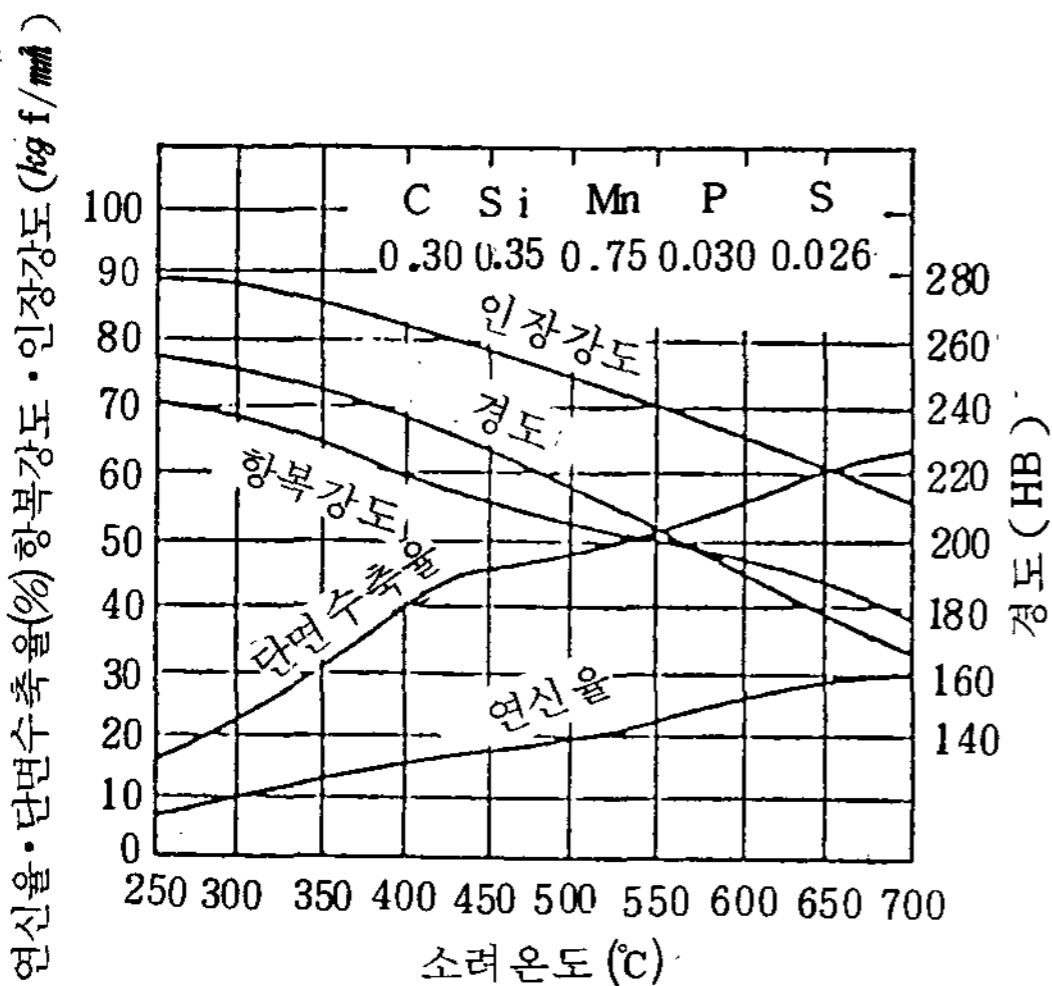


그림 3. 탄소강주강품의 기계적 성질과 소려온도와의 관계

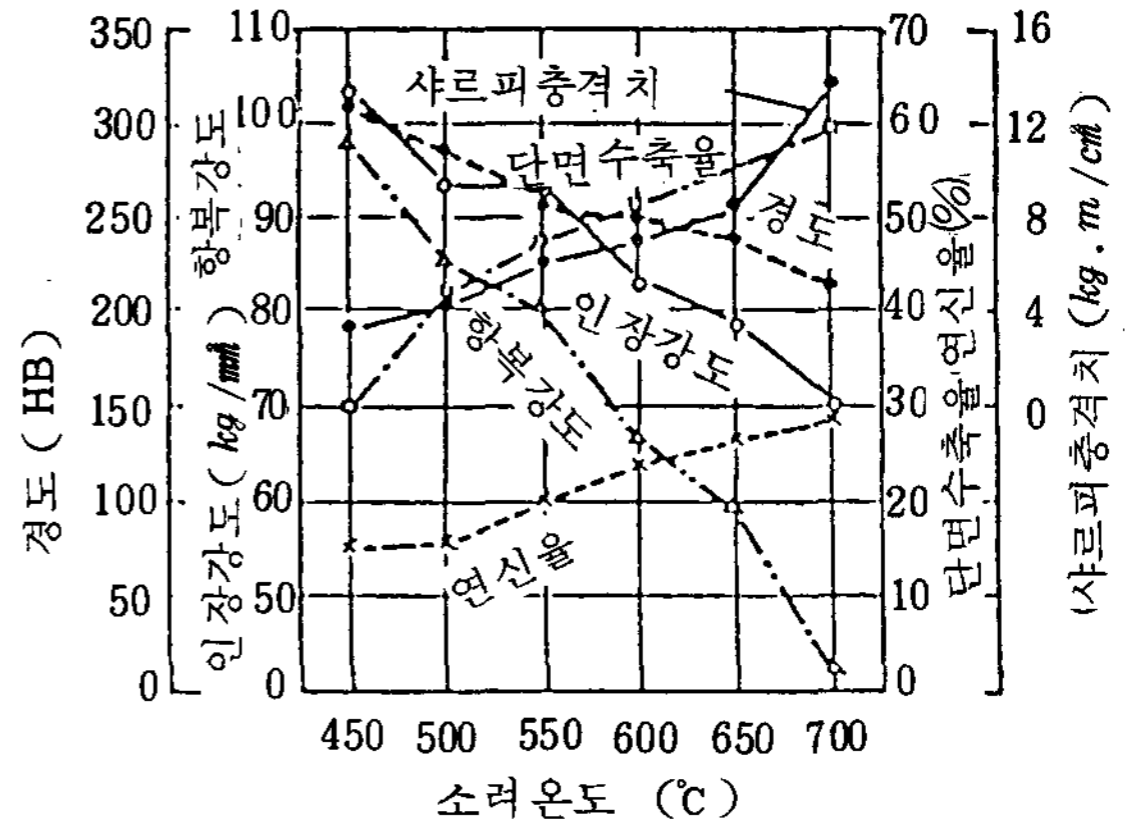


그림 4. 저Mn강(C 0.32%, Si 0.17%, Mn 1.16%)주강의 소려성능곡선

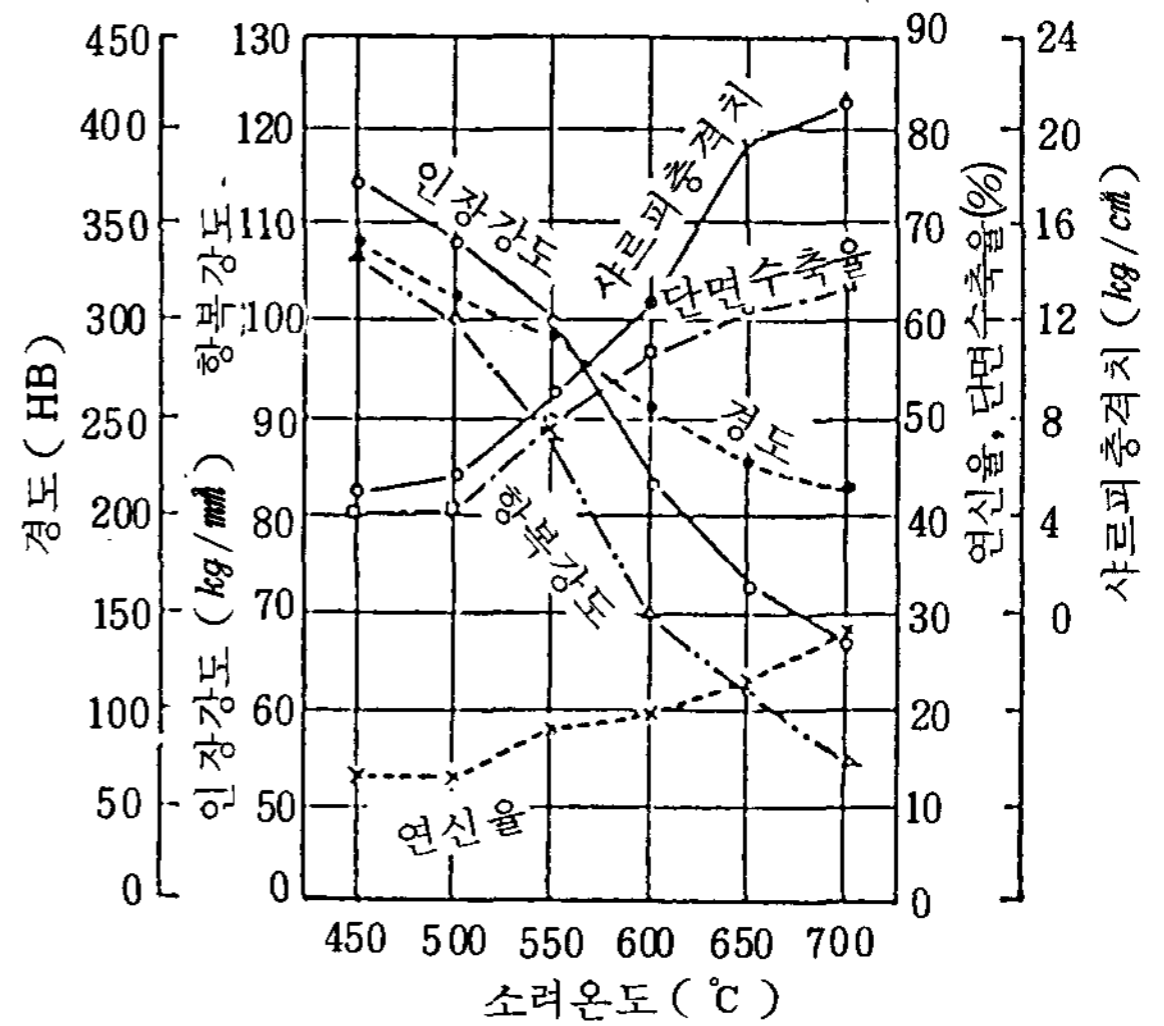


그림 5. Mn-Cr 강주강의 소려 성능곡선

도에 따른 기계적성질을 나타내었다. 그림 4는 1.16% Mn 을 함유하는 저합금강주강을 소려온도에 따라서 기계적 성질을 나타내었고 그림 5는 Mn-Cr, 그림 6은 Cr-Mo 의 주강을 소려하였을시 나타낸 각각의 기계적성질이다.

상기 3개의 그림에서 알 수 있듯이 소려온도가 상승함에 따라서 인장강도나 항복강도는 저하되고 연신율, 단면수축률등의 연성은 증가한다. 그러므로 저합금강주강을 사용했을 때에 소입이나 낮은 온도에서 소려하여 사용하는 일은 거의없고 고온에서 소려처리하여 충분한 연성을 주어 사용한다. 보통 표준적인 방법으로는 소준처리하여 사용하던지 또는 소입후

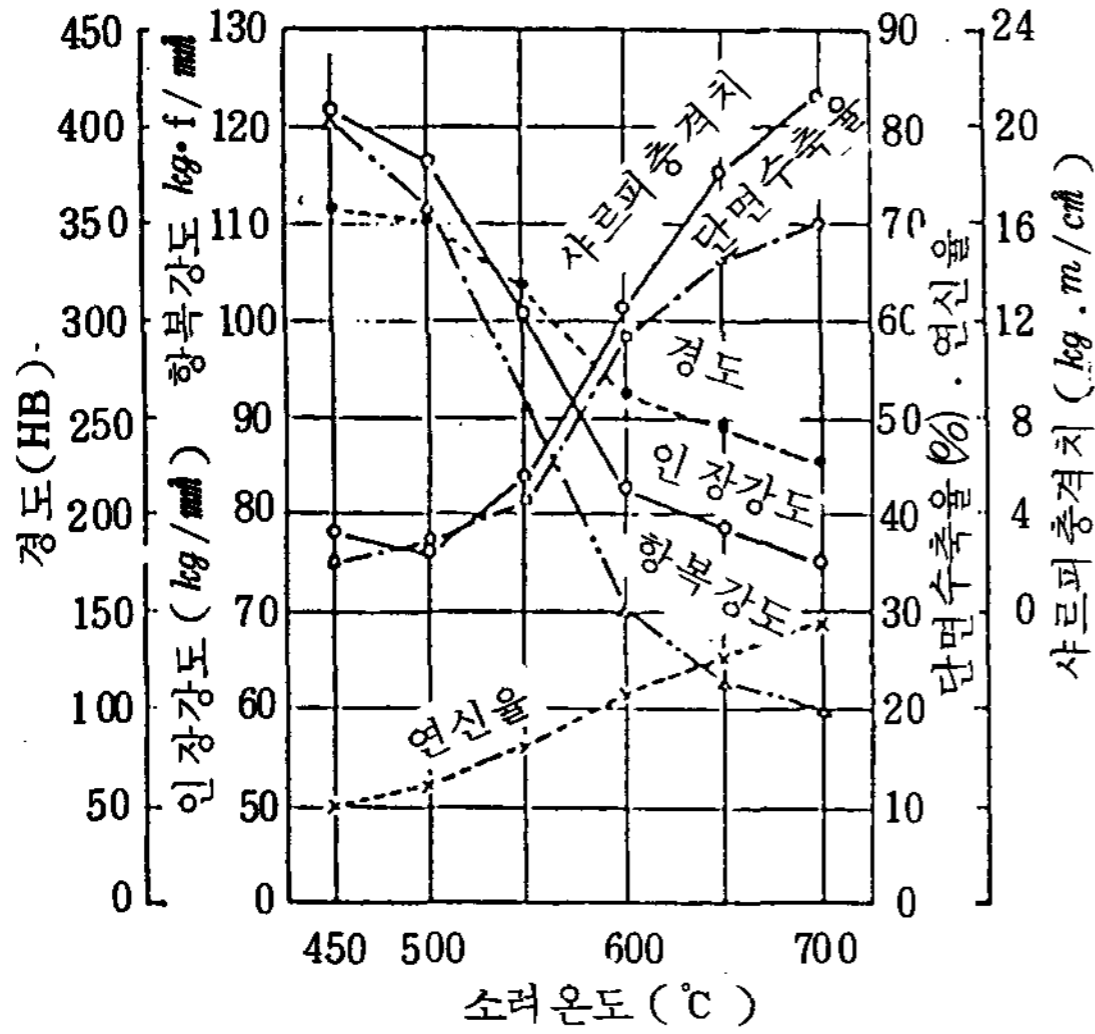


그림 6. Cr-Mo 강(C 0.23%, Cr 1.10%, Mo 0.26%)주강의 소려성능곡선

600 ~ 650 °C의 소려온도에서 처리하여 사용합이 바람직하다.

그림 7에 저합금강주강품의 인장강도와 경도의 관계를 나타내 주고 있다. 저Mn 강주강에서는 특히 Mn에 의해서 인장강도는 향상되지만 인성의 저하가 적은 것이 큰 효과이다. 저탄소강주강에 Mn을 첨가하면 2%정도까지는 충격치를 상승시킨다는 보고도 있고 중탄소강, 고탄소강주강이 되면 Mn의 영향은 더욱더 크게되나 이때에는 연성이 저하한다.

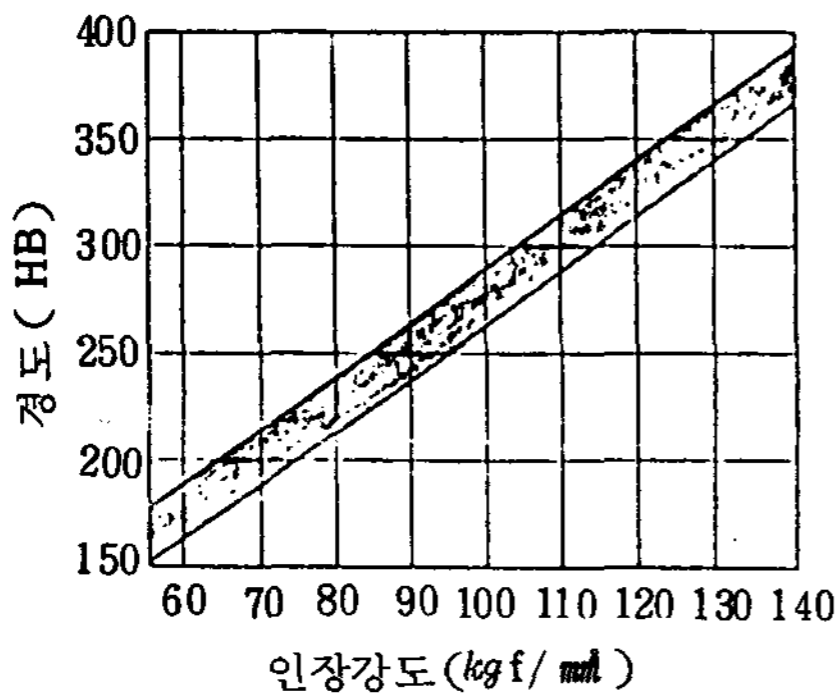


그림 7. 저합금강주강품의 인장강도와 경도의 관계

그림 8에 기계적성질에 미치는 Mn의 영향을 나타냈으며 Mn이 증가해도 연신율의 변화는 없는 것을 실험적으로 알 수 있다.

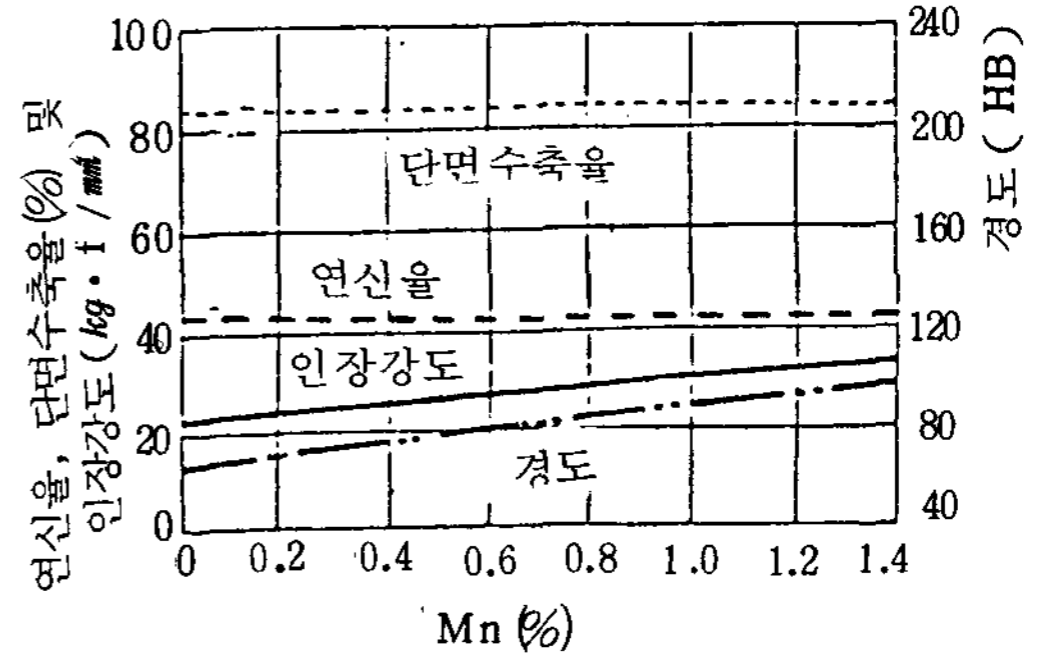


그림 8. Fe-Mn 합금의 기계적 성질에 미치는 Mn의 영향

그림 9에는 균일한 퍼얼라이트 조직을 갖는 0.55% C인 탄소강주강의 기계적성질에 미치는 Mn의 영향을 나타내었다.

즉 탄소량이 많아지면 Mn의 증가에 따라서 강의 강화현상이 현저하며 연성은 오히려 저하된다.

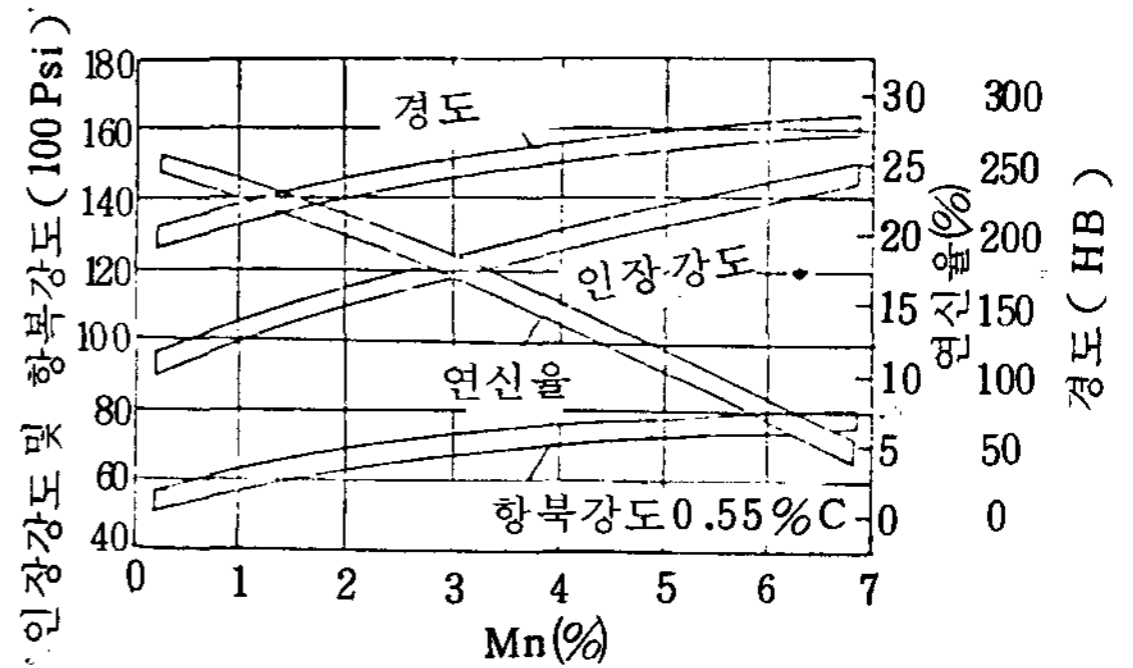


그림 9. 동의 기계적 성질에 미치는 Mn의 영향

### 3-3. 피로강도

탄소강주강품과 저합금강주강품의 피로강도는 인장강도와 관계가있고 인장강도가 증가하면 피로강도도 증가한다. 그림 10은 탄소강주강품의 회전굽힘피로강도를 나타낸다. 완전소둔한 것이 주조상태의 것보다 훨씬 피로강도가 향상되는데 이는 열처리에 의한 조직 개선 때문이다.

보통 탄소강주강품의 회전굽힘피로강도는 인장강도의 거의 30%이고 완전소둔 하였을시는 40% 정도의 피로강도를 나타낸다. 그러나 피로강도는 주강품의 제조시 기지조직보다도 주조결함에 크게 영향을 받기 때문에 주조시 크게 주의하지 않으면 안된다. 주조결함이 존재한다면 없을때보다 30~60% 저하된다.

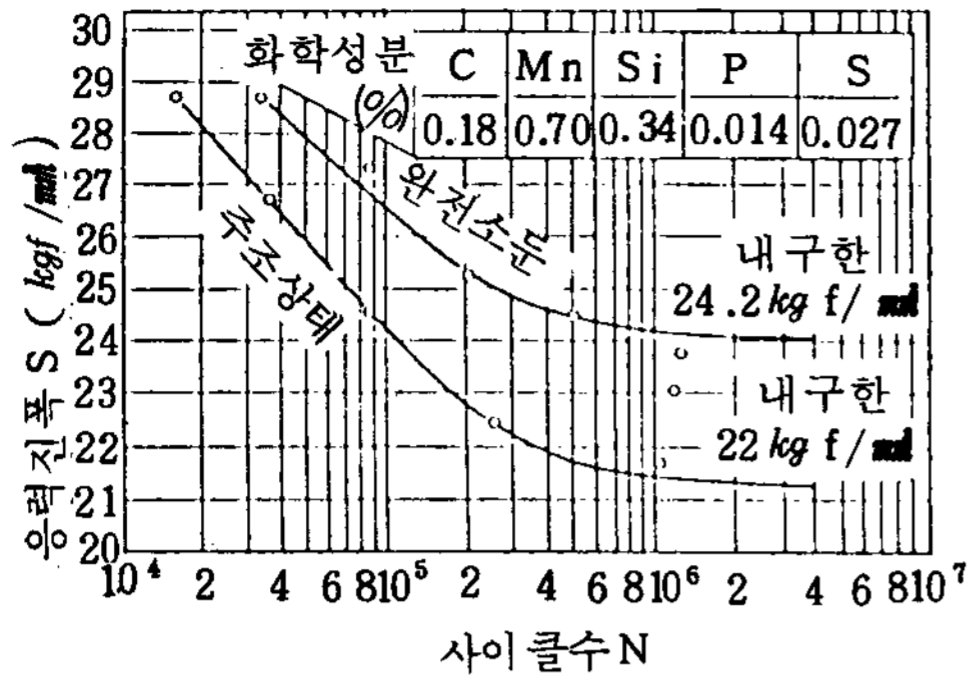


그림 10. 탄소강주강품의 회전 굽힘 피로강도

3-4. 저온성질 및 고온성질

주강의 저온에서의 성질은 충격인성을 제외하고는 기계적성질의 큰 변화는 없지만 고온에 있어서 기계적 성질은 온도의 상승과 더불어서 인장강도, 항복강도, 등이 저하되고 연성은 반대로 상승하게 된다.

그림 11은 0.28% C 탄소강주강품의 고온에서의 기계적성질을 나타내었다. 그림에서 인장강도는 250°C 부근에서 청열취성으로 말미암아 증가하고 그후 급격히 감소함을 알 수 있다.

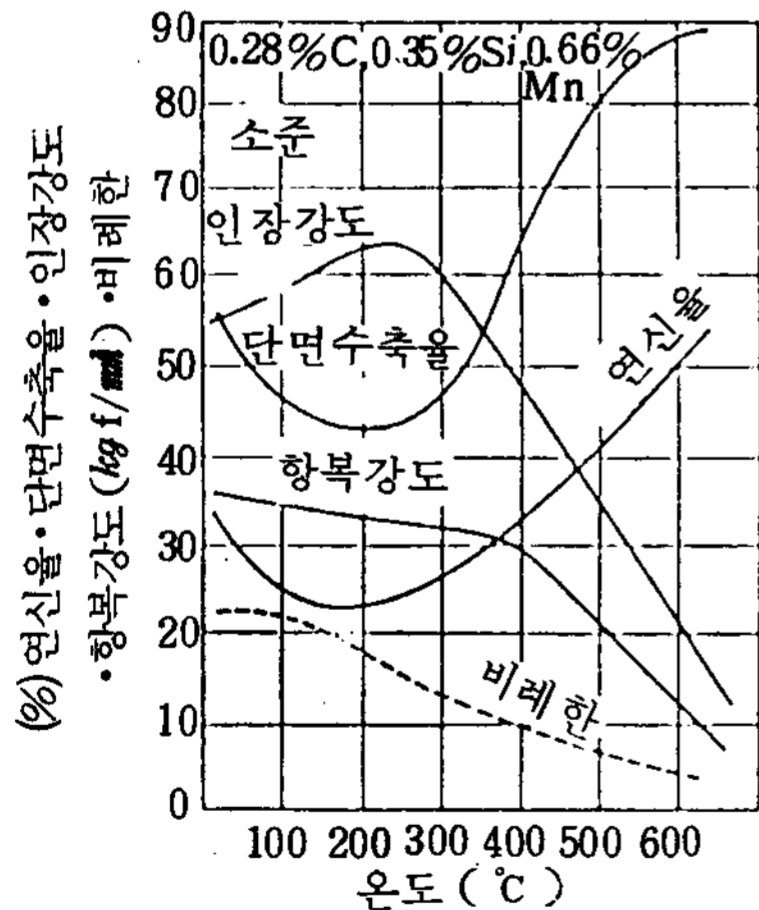


그림 11. 탄소강주강품의 고온기계적 성질

그림 12는 Cr-Mo 저합금강주강품의 고온의 기계적 성질을 나타낸다. 그림에서 알 수 있듯이 탄소강주강품에 비해 고온의 인장강도는 증가하지만 항복강도 등은 거의 비슷하다. Cr-Mo의 첨가는 고온인장강도 향상에 효과적이다.

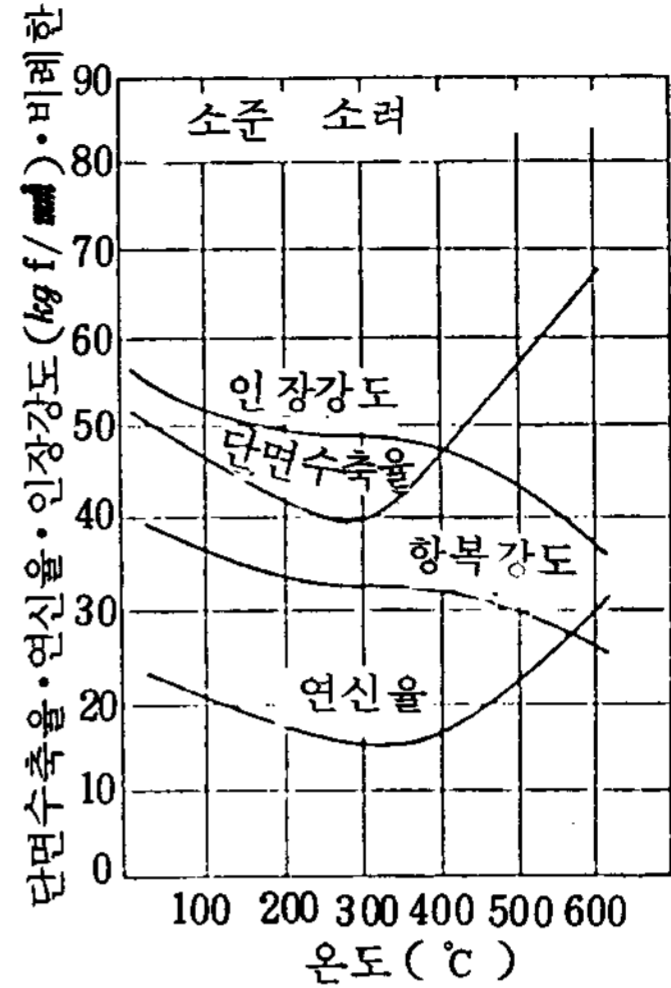


그림 12. Cr-Mo 저합금강주강품의 고온 기계적 성질 (0.18% C, 1.12% Cr, 0.49% Mo)

3-5. Creep 강도

고온에서 재료에 일정한 하중을 가하여주면 단시간의 고온인장시험에서 변형이 오지 않는 낮은 하중에서도 점차 변형되어 극단적인 경우에는 파괴가 일어난다. 이러한 현상을 creep 현상이라고 한다. 고온재료에 있어서는 중요한 성질이다.

탄소함량이 낮으면 낮을수록 creep 강도가 우수하다. 그러나 고온에서 탄소강주강은 creep 강도가 낮기 때문에 고온용재료에는 사용하지 않는다.

고온고압주강품으로는 Mo, Cr 및 V를 첨가한 0.5% Mo, 1% Cr-1% Mo, 1% Cr-0.2% V 등의 저합금강이 사용되고 이들의 creep 강도는 탄소강주강에 비하여 높은 creep 강도를 나타낸다. Mo, Cr, V은 모두 탄화물 안정화 원소이고 조직중에 미세한 탄화물을 분산시키기 때문에 creep 강도를 향상시키는데는 유효한 합금원소이다. Cr은 단독으로는 creep 강도 향상에 크게 기여하지 못하나 Mo 등과 함께 합금원소로서 첨가하면 현저한 효과가 있다.

3-6. 공업적 성질

3-6-1. 용접성

탄소강주강품중 0.3% C 이하의 주강품은 널리 사용되어 왔으나 고탄소강은 용접시 급냉경화가 심하므로 열영향부의 경화, 비드밀균열 (under bead crack)

또는 모재에 균열이 생기기 쉽다. 또한 고탄소 일수록 아크균열이 일어난다. 그러므로 탄소량이 증가하면 반드시 예열하여 용접하여야 한다. 표 1은 탄소량에 따른 예열온도를 나타낸다.

표 1. 탄소강의 탄소량에 따른 예열온도

탄소량(%)	0.2% 이하	0.20 ~ 0.30	0.30 ~ 0.45	0.45 ~ 0.80
예열 온도 (°C)	90 이하	90~150	150~260	260~420

주강품은 용접할때 구조상태에서 하는 것보다 충분한 열처리(소둔, 소준)를 실시한뒤에 하며 용접이 끝난뒤에는 용접잔류응력을 제거하기 위하여 응력제거열처리를 해야한다.

3-6-2. 내 마모성

마모현상에는 여러가지 현상이 있는데 그 중에도 기계적파괴마모, 산화마모, 응착마모등이 있으며 마모현상은 상당히 복잡하기 때문에 주강품의 내마모성에 대하여서도 일반적인 평가는 곤란하다. 주강품의 사용용도에 따라 마모특성이 서로 다르므로 정량적으로 평가한다는 것은 상당히 어렵다.

일반적으로 탄소강보다 저합금강주강이 마모량이 적다. 그 이유는 경도가 높고 소입, 소려를 실시함으로써 미세한 조직을 형성하므로 내마모성이 우수하기 때문이다. 그림 13은 마모량에 대한 탄소량과 마찰조건에 영향을 나타내는 그림으로서 탄소량의 증가와 함께 마모량은 적어지고 마찰하중, 마찰속도에 따라서 마모량은 서로 다르게 나타난다.

3-6-3. 내 식성

탄소강주강 및 합금강주강의 내식성은 내마모성과 같이 부식환경에 따라서 크게 다르지만 일반적으로 내식성은 좋다고 생각된다.

극저탄소 함유량의 탄소강주강이나 0.5~1.0% Cr을 첨가한 탄소강주강은 대기 또는 습기가 있는 증기부식에 대해서 내식성이 어느정도 있다.

4. 화학성분, 규격, 종류 및 용도

화학성분, 규격 및 종류, 용도는 표 2~표 5에 나타난다.

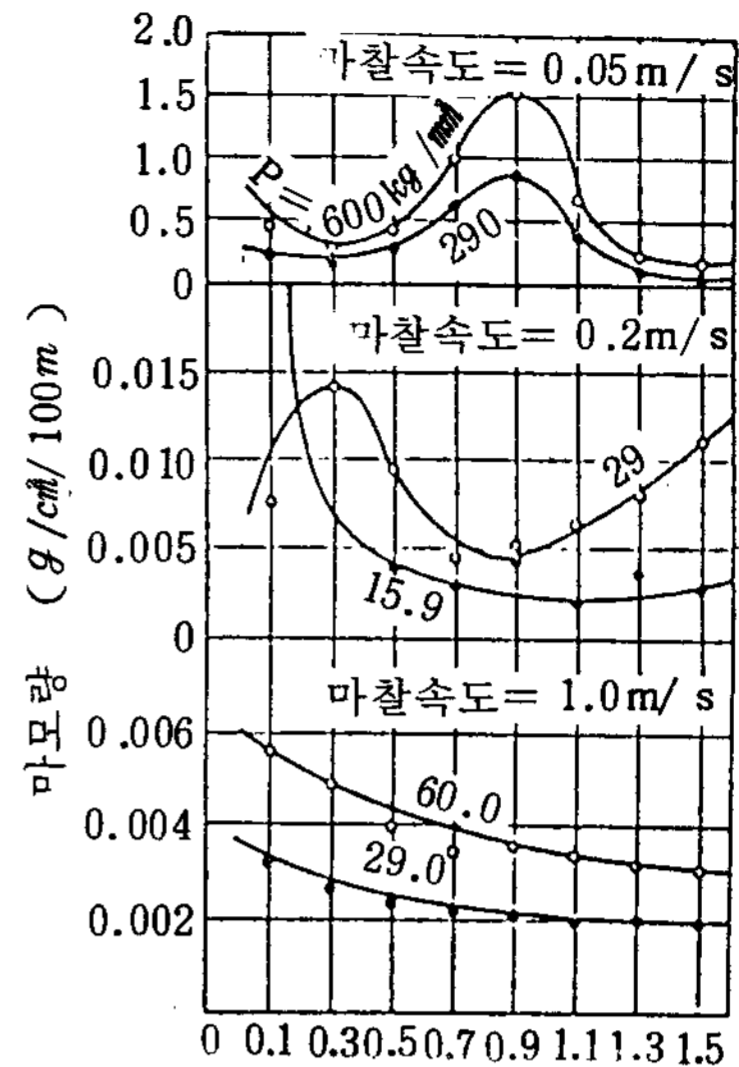


그림 13. 마모량에 대한 탄소량과 마찰조건에 영향을 나타내는 그림

표 2. 탄소강 및 저합금강주강의 종류 및 규격·적용

종류	기호	적용
고장력 탄소주강품	1종 HSC 1	구조용
	2종 HSC 2	구조용, 내마모용
저망간주강품	1종 LMnSC 1	구조용
	2종 LMnSC 2	구조용
	3종 LMnSC 3	구조용
	4종 LMnSC 4	구조용, 내마모용
실리콘 망간주강품	1종 Si Mn Sc 1	구조용, 앵커체인 (Anchor chain) 등
망간 크롬주강품	1종 Mn Cr SC 1	구조용
	2종 Mn Cr SC 2	구조용
	3종 Mn Cr SC 3	구조용 내마모용
망간몰리브덴주강품	1종 Mn Mo SC 1	구조용
크롬 몰리브덴주강품	1종 Cr Mo SC 1	구조용
	2종 Cr Mo SC 2	구조용
망간크롬 몰리브덴주강품	1종 MnCrMoSC 1	구조용
	2종 MnCrMoSC 2	구조용
니켈 크롬 몰리브덴주강품	1종 NiCrMoSC 1	구조용



표 3 . 탄소강주강품의 기계적 성질

종류	기호	인 장 시 험			
		인장강도 (kg f/mm <sup>2</sup> )	항복점 (kg f/mm <sup>2</sup> )	延伸率 (%)	드로우징 (%)
1종	SC 37	37 이상	18 이상	26 이상	35 이상
2종	SC 42	42 //	21 //	24 //	35 //
3종	SC 46	46 //	23 //	22 //	30 //
4종	SC 49	49 //	25 //	20 //	25 //

5. 개 발 전 망

과거부터 생산되어왔던 기계류의 부품의 품질과 수준이 높아지고 특히 자동차의 품질면에서 소비자의 소비요구충족도가 날로 높아져가고 있고, 안정도가 제일 중요하게 생각되어 여기에 맞추어 주강품의 재질의 강인성 향상의 요구가 높아지고 있다. 비교적 싼값으로 병용성이 있게 사용되던 탄소강주강품도 강인성을 갖는 주강인 저합금강류로 점차 바뀌어져 가고 있다.

또한 경량화되어가고 있는 산업구조에서 가혹한 조

표 4 . 탄소강 및 저합금강주강의 종류 및 화학성분

종 류	기 호	화 학 성 분 (%)								
		C	Si	Mn	P <sub>1</sub>	S	Ni	Cr	Mo	
고장력탄소주강품	1종	HSC 1	0.30 ~ 0.40	0.30 ~ 0.60	0.50 ~ 0.80	0.040 이하	0.040 이하	-	-	-
	2종	HSC 2	0.40 ~ 0.50	0.30 ~ 0.60	0.50 ~ 0.80	0.040 이하	0.040 이하	-	-	-
저망간주강품	1종	L Mn SC 1	0.20 ~ 0.30	0.30 ~ 0.60	1.00 ~ 1.60	0.040 이하	0.040 이하	-	-	-
	2종	L Mn SC 2	0.25 ~ 0.35	0.30 ~ 0.60	1.00 ~ 1.60	0.040 이하	0.040 이하	-	-	-
	3종	L Mn SC 3	0.30 ~ 0.40	0.30 ~ 0.60	1.00 ~ 1.60	0.040 이하	0.040 이하	-	-	-
	4종	L Mn SC 4	0.40 ~ 0.50	0.30 ~ 0.60	1.00 ~ 1.60	0.040 이하	0.040 이하	-	-	-
실리콘망간주강품	1종	Si Mn SC 1	0.25 ~ 0.35	0.50 ~ 0.80	0.90 ~ 1.20	0.040 이하	0.040 이하	-	-	-
망간크롬주강품	1종	Mn Cr SC 1	0.25 ~ 0.35	0.30 ~ 0.60	1.20 ~ 1.60	0.040 이하	0.040 이하	-	0.40 ~ 0.80	-
	2종	Mn Cr SC 2	0.30 ~ 0.40	0.30 ~ 0.60	1.20 ~ 1.60	0.040 이하	0.040 이하	-	0.40 ~ 0.80	-
	3종	Mn Cr SC 3	0.35 ~ 0.45	0.30 ~ 0.60	1.20 ~ 1.60	0.040 이하	0.040 이하	-	0.40 ~ 0.80	-
망간몰리브덴주강품	1종	Mn Mo SC 1	0.30 ~ 0.40	0.30 ~ 0.60	1.20 ~ 1.60	0.040 이하	0.040 이하	-	0.20 이하	0.15 ~ 0.35
망간크롬몰리브덴주강품	1종	MnCrMoSC 1	0.25 ~ 0.35	0.30 ~ 0.60	1.20 ~ 1.60	0.040 이하	0.040 이하	-	0.30 ~ 0.70	0.15 ~ 0.35
	2종	MnCrMoSC 2	0.30 ~ 0.40	0.30 ~ 0.60	1.20 ~ 1.60	0.040 이하	0.040 이하	-	0.30 ~ 0.70	0.15 ~ 0.35
크롬몰리브덴주강품	1종	Cr Mo SC 1	0.20 ~ 0.30	0.30 ~ 0.60	0.50 ~ 0.80	0.040 이하	0.040 이하	-	0.80 ~ 1.20	0.15 ~ 0.35
	2종	Cr Mo SC 2	0.30 ~ 0.40	0.30 ~ 0.60	0.50 ~ 0.80	0.040 이하	0.040 이하	-	0.80 ~ 1.20	0.15 ~ 0.35
니켈크롬몰리브덴주강품	1종	NiCrMoSC 1	0.25 ~ 0.35	0.30 ~ 0.60	0.90 ~ 1.50	0.040 이하	0.040 이하	1.60 ~ 2,000	0.30 ~ 0.90	0.15 ~ 0.35

건에서도 사용할 수 있는 강인한 주강이 개발되어져야 할 것이고 이러한 기계적성질 및 공업적성질이 훌륭한 주강주물 개발을 합금원소의 첨가와 열처리에 의해서 꾸준히 연구 개발한다면 피로강도나 creep 과 단강도, 저온충격치등이 우수한 저합금강개발이 이루어져 자동차 산업의 경량화, 안정성등에 크게 기여할 것이다.

6. 결 론

지금까지 고찰한 중요한 사실은 주강품은 그기계적

성질이나 기타 공업적성질등이 대단히 중요하다. 이러한 물리적, 기계적성질등은 제조시 주강품 내부에 결함이 발생한다면 기대하기는 어렵다. 특히 자동차 부품용 탄소강 및 합금강주강은 구조적으로 가혹한 조건에서도 견딜 수 있는 특성이 요구되므로 완벽한 기술, 철저한 공정관리와 품질관리가 이루어져야 할 것이다. 그러므로 품질의 우수성을 인정받을 수 있으며 더욱 나아가 자동차공업을 더욱 발전시킬 수 있는 획기적인 전기 마련에 일익을 담당하게 될 것이다.

표 5. 탄소강 및 저합금강주강의 종류·열처리 및 기계적성질

종 류	기 호(°)	열처리(°C)		인 장 시 험					
		노오말라이징후의 템퍼링	퀵칭후템퍼링	항복점 (kg/mm <sup>2</sup> )	인장강도 (kg/mm <sup>2</sup> )	연신률 (%)	단면수축률 (%)	경도 (Ha)	
고장력한 소주강품	1종	HSC 1A	(1)	-	28 이상	56 이상	15 이상	20 이상	146 이상
		HSC 1B	-	(2)	40 이상	65 이상	15 이상	20 이상	192 이상
	2종	HSC 2A	(1)	-	30 이상	63 이상	10 이상	15 이상	163 이상
		HSC 2B	-	(2)	45 이상	70 이상	10 이상	15 이상	201 이상
저 당 간 주 강 품	1종	L Mn SC 1A	(1)	-	28 이상	55 이상	20 이상	35 이상	146 이상
		L Mn SC 1B	-	(2)	10 이상	60 이상	20 이상	35 이상	170 이상
	2종	L Mn SC 2A	(1)	-	35 이상	60 이상	18 이상	35 이상	163 이상
		L Mn SC 2B	-	(2)	45 이상	65 이상	18 이상	35 이상	183 이상
	3종	L Mn SC 3A	(1)	-	38 이상	65 이상	15 이상	30 이상	170 이상
		L Mn SC 3B	-	(2)	50 이상	70 이상	15 이상	30 이상	201 이상
	4종	L Mn SC 4A	(1)	-	40 이상	70 이상	10 이상	20 이상	183 이상
		L Mn SC 4B	-	(2)	55 이상	75 이상	10 이상	20 이상	212 이상
실리콘망간주강품	1종	Si Mn SC 1A	(1)	-	30 이상	60 이상	15 이상	35 이상	163 이상
		Si Mn SC 1B	-	(2)	45 이상	65 이상	20 이상	35 이상	183 이상
망간크롬 주 강 품	1종	Mn Cr SC 1A	(1)	-	38 이상	60 이상	15 이상	30 이상	170 이상
		Mn Cr SC 1B	-	(2)	45 이상	65 이상	20 이상	35 이상	183 이상
	2종	Mn Cr SC 2A	(1)	-	40 이상	65 이상	10 이상	25 이상	183 이상
		Mn Cr SC 2B	-	(2)	50 이상	70 이상	15 이상	30 이상	212 이상
	3종	Mn Cr SC 3A	(1)	-	42 이상	70 이상	10 이상	20 이상	201 이상
		Mn Cr SC 3B	-	(2)	55 이상	75 이상	15 이상	30 이상	212 이상
망간몰리브덴 주강품	1종	Mn Cr SC 1A	(1)	-	40 이상	70 이상	15 이상	30 이상	183 이상
		Mn Cr SC 1B	-	(2)	50 이상	75 이상	15 이상	30 이상	212 이상
망간크롬 몰리브덴 주강품	1종	MnCrMoSC 1A	(1)	-	40 이상	65 이상	15 이상	35 이상	183 이상
		MnCrMoSC 1B	-	(2)	50 이상	70 이상	15 이상	30 이상	201 이상
	2종	MnCrMoSC 2A	(1)	-	45 이상	70 이상	10 이상	25 이상	201 이상
		MnCrMoSC 2B	-	(2)	60 이상	80 이상	10 이상	25 이상	223 이상
크롬몰리브덴 주강품	1종	MnCrMoSC 1A	(1)	-	45 이상	70 이상	15 이상	10 이상	201 이상
		MnCrMoSC 1B	-	(2)	55 이상	75 이상	15 이상	30 이상	212 이상
	2종	MnCrMoSC 2A	(1)	-	55 이상	75 이상	10 이상	25 이상	212 이상
		MnCrMoSC 2B	-	(2)	65 이상	85 이상	10 이상	95 이상	223 이상
니켈크롬 몰리브덴 주 강 품	1종	MnCrMoSC 1A	(1)	-	60 이상	80 이상	10 이상	20 이상	223 이상
		MnCrMoSC 1P	-	(2)	80 이상	100 이상	10 이상	30 이상	229 이상