

기술자료

주철의 기계적 성질을 제어하기 위하여 고려하여야 할 몇 가지 기본 인자

권해욱†

Some Basic Considerations in Controlling the Mechanical Properties of Cast Iron

Hae-Wook Kwon†

주철의 경우, 주철의 성질에 미치는 복잡하고 다양한 인자들로 인하여, 자주 여러가지 의문이 생긴다. 여기에서는 주철의 기계적 성질을 제어하는데 대한 다음과 같은 기본적인 의문 사항에 대한 답에 대하여 생각해 보았다.

- 1. 한 레이들로 단면의 크기가 서로 다른 회주철 주물을 주입하여야 할 경우가 자주 발생한다. 크기가 서로 다른 주물의 기계적 성질 차이가 가장 작을 가장 좋은 탄소 당량은 어느 정도인가?
2. 회주철 중 황의 영향에 관하여,
a. 황의 함량 범위는 어느 정도여야 하는가?
b. 왜 이 범위가 바람직한가?
c. 황을 첨가할 때 가장 좋은 형태는 무엇인가?
d. 어떻게 첨가하여야 하는가?
e. 황의 회수율은 보통 얼마인가?
f. 황은 노 혹은 레이들의 라이닝을 침식시킬 것인가?
3. 탄소 당량의 범위가 4.00~4.15%인 철을 가지고 회주철 주물을 생산할 경우에, 탄소와 규소의 최적 함량은 얼마이고 그 이유는 무엇인가?

1. 탄소 당량에 관련된 첫 번째 의문 사항

단면 두께가 서로 다른 회주철 주물의 경우 조직과 기계적 성질을 일정하게 하는 탄소 당량값은 없다는

것은 잘 알려져 있다. 그러나, 동일한 용해 또는 레이들의 용탕을 주입하여 얇은 주물과 두꺼운 주물을 동시에 제조할 필요가 있을 경우에는, 다음과 같은 점을 고려하여야 한다.

1) 75% 페로실리콘이나 적당한 점종제로, 용탕을 주형에 주입하기 전에 가능한 한 늦게 점종하여야 한다. 이렇게 하면 더 많은 핵생성 자리가 생기게 하여 더 작은 편상 흑연을 형성하게 하여 더 균일하게 분산되게 한다. 단면이 두꺼운 회주철 주물에서 작은 편상 흑연이 균일하게 분산되면 주어진 화학적 조성에 대하여 기계적 성질이 가장 좋을 것이다. 얇은 주물의 경우에는, 과도한 철이 발생할 위험성이 최소화될 것이고 응고가 일어나는 동안 A 형태의 흑연의 형성이 촉진될 것이다.

2) 용탕의 온도가 가장 높은 초기에 얇은 단면의 회주철 주물을 먼저 주입하여야 한다. 이렇게 하면 유동도에 도움이 될 뿐만 아니라 응고 속도를 감소시켜서 과냉과 과냉으로 인하여 나타나는 문제를 최소화한다. 단면이 두꺼운 주물의 주입 온도를 가능한 한 낮춤으로써, 응고 속도가 증가할 것이고 따라서 더 작은 A 형태의 편상 흑연이 형성할 것이다. 더욱이, 가능한한 낮은 온도에서 주입함으로써, 주형이 더 높은 온도에서 주입하였을 때 가열되는 온도 범위로 가열되지 않을 것이다. 이것은 응고가 일어난 후, 주물이 더 빨리 냉각되고 따라서 기지 조직 내에 펄라이트가 더 많이

영남대학교 공과대학 재료금속공학부(School of Mat. Sci. & Eng., Yeungnam University)

†E-mail : hwkwon@yumail.ac.kr

형성하게 한다.

3) 서로 다른 주물의 단면 두께가, 예를 들면 12.5~100 또는 125 mm 정도로, 크게 달라지면, 단면이 얇은 주물을 먼저 주입한 후 남은 용탕에 몰리브덴, 니켈, 구리 또는 주석을 합금원소로 첨가할 수 있다. 이와 같은 합금원소는 레이들에 첨가하여 완전히 녹고 균일하게 분산되게 하기 위하여 용탕을 스테어링(stirring)한다. 0.025~0.05%의 흑연화 접종제를 이때 첨가하여 충분히 핵생성시켜 적당한 응고가 확실하게 일어나게 하는 것이 또한 필요하고 바람직하다. 더욱이, 단면이 얇은 주물은 탈사하기 전에 주형 내에서 660°C 아래의 온도로 냉각되게 하는 것이 좋다. 단면이 두꺼운 주물은 응고가 일어난 직후 바로 탈사한다. 이렇게 함으로써, 두께가 차이나는 주물의 기지 조직의 차이를 비교적 감소시킬 수 있다.

4) 탄소 당량 - 균일한 성질을 얻기 위한 열쇠

그림 1에서 보이는 바와 같이, 탄소 당량이 두께가 서로 다른 회주철 주물에 대하여 성질과 조직을 더 균일하게 하는데 중요한 역할을 한다. 그러나, 이 그림을 신중하게 사용하여야 한다. 예를 들면, 탄소 당량이 3.30%인 주철을 선택하면, 단면이 얇은 주물의 경우 탄화물이 형성할 확률이 매우 크다. 적당하게 접종한 회주철로 신중하게 시험하여 사용할 최적의 탄소 당량을 결정하여야 한다. 탄소 당량이 낮은 주철에 비하여 탄소 당량이 높을 때 주물의 단면이 변함에 따라 성질이 더 많이 달라진다는 사실에도 불구하고, 많은 주물 공장에서는 탄소 당량이 더 높은 주철을 사용한다. 실제로, 얇은 주물과 두꺼운 회주철 주물을 동시에 주입하는 많은 주물 공장에서는 탄소 당량을 얇은 주물을 기초로 선택한다. 다시 말하면, 얇은 주물의 주방상태의 성질에 바람직한 탄소 당량을 선택한다. 이렇게 하는 경우에 주철 용탕의 유동도를 반드시 고려하여야

한다. 두꺼운 단면 주물의 성질을, 앞에서 언급한 바와 같이, 몰리브덴, 구리, 니켈 또는 주석과 같은 합금 원소를 첨가하여 얻을 수 있다. 몰리브덴과 구리를 동시에 또는 구리 단독을 자주 사용한다.

두께가 서로 다른 주물을 생산하기 위하여 동일한 기본 용탕을 사용할 때 회주철 주물의 가장 좋은 특성을 확실하게 얻기 위해서는 4.3%의 탄소 당량을 사용한다. 다음과 같은 세 가지 이유로 인하여 이 탄소 당량의 주철 용탕은 유동도가 뛰어나고 주조 특성이 좋을 것이다.

- a. 주철의 조성 중에서 응고 온도가 가장 낮다.
- b. 거의 일정한 온도에서 응고 할 것이고 따라서 철 덴드라이트 내에서 확실히 조성 변화가 더 작다.
- c. 응고가 일어나는 동안 실제로 머쉬 단계(mush stage)가 없다. 이것은 응고가 일어나는 동안 수축을 방지하는데 도움이 된다.

단면 두께 범위가 9.5~12.7 mm 정도로 얇은 주물의 기계적 성질은 인장 강도가 206 MPa 이상 그리고 경도가 175~190 HB여야 하는 경우가 있다. 앞에서 언급한 합금원소를 적절하게 사용하여, 두께 200 mm까지의 주물에서 탄소당량이 동일할 때 이와 비슷한 기계적 성질을 쉽게 얻을 수 있다.

2. 황의 영향에 관련된 두 번째 의문 사항

두 번째 의문 사항은 회주철 중 황의 영향에 관한 것이다. 여섯 가지로 되어 있는 의문 중에서 첫 번째는 회주철 중의 황의 함량은 어느 범위여야 하는가에 관한 것이다.

- 1) 황의 영향에 관해서는 논란의 여지가 있다.

모든 황이 확실하게 황화망간의 형태로 존재하게 하는 적당한 양의 망간과 함께 존재하는 황은 회주철을 접종이 더 잘되게 하는데 중요하다. 그렇지 않으면, 12.7 mm보다 얇은 두께의 주물에 B와 D 형태와 같은 과냉된 형태의 흑연이 형성하거나 A 형태의 흑연이 확실하게 형성하게 하고 과냉이 되지 않게 하기 위해서는 접종을 더 많이 하여야 할 것이다.

황 함량이 낮은 주철 용탕을 가지고 조직과 성질이 만족스러운 회주철 주물을 생산하고 있는 주물 공장이 많이 있다. 그런데, 다른 주물 공장에서는 기계적 성질을 만족시키고 과도한 칠발생이 없는 주철 주물을 생산하기 위해서는 황의 함량을 0.06~0.12% 범위로 유

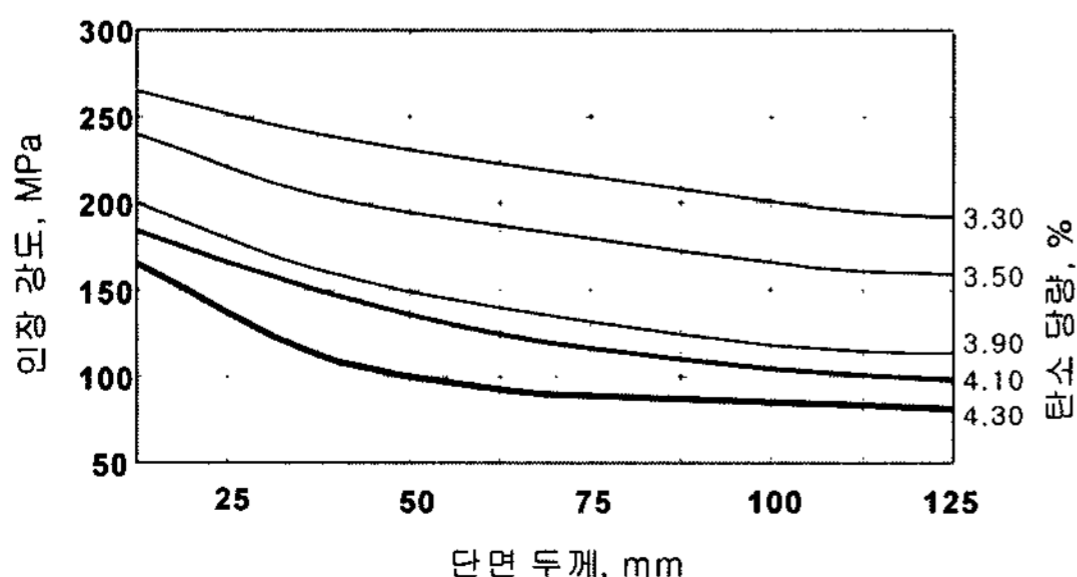


그림 1. 회주철의 강도에 미치는 탄소 당량과 두께의 영향

지시될 필요가 있다는 사실을 발견한 바 있다. 왜 이와 같은 차이가 있을까?

이와 같은 차이가 있는 여러 주물 공장에서 실제적인 연구 개발 결과로부터 여러 가지를 관찰하여 가능한 결론을 얻었다.

먼저 회주철의 탄소 당량이 황의 영향과 관련이 있는 것으로 나타났다. 대부분의 경우에, 회주철의 탄소 당량이 낮을수록 주철 중 황의 함량을 0.06~0.12% 범위에 유지시키는 것이 더욱 더 중요하다. 이것은, 탄소 당량이 더 낮은 회주철의 경우에 탄소 당량이 더 높은 회주철의 경우보다 과냉을 방지하기 위하여 접종을 더 많이 하여야 하기 때문에, 논리적인 것으로 보인다. 다른 말로 하면, 주어진 단면 두께의 회주철에 대하여, 탄소 당량이 낮을수록 과냉되고 결과적으로 철이 발생하며 바람직하지 않은 흑연이 형성하는 경향이 더 커진다. 이와 같은 조건은 바로 기계 가공성과 기계적 성질이 나쁘다는 것을 뜻한다. 이와 같은 조건을 방지하기 위하여, 앞에서 언급한 황의 함량 범위는 회주철로 하여금 접종에 잘 반응하도록 한다.

2) 단면의 크기와 주입 온도를 고려하여야 한다.

주물의 단면 크기가 두께 인자이다. 주물의 두께가 얇을수록 황과 망간의 적당한 함량이 더 중요하다. 망간과 적절하게 결합한, 황의 함량이 최적인 얇은 회주철 주물은 두꺼운 단면의 주물에 비하여 더 많이 접종하여야 한다는 것은 잘 알려져 있다. 이것은 응고 속도와 관련이 있다. 주물의 두께가 얇을수록 두꺼운 단면의 주물보다 더 빠르게 응고하고 따라서, 과냉을 방지하기 위하여, 접종제가 마련하는 핵생성 자리가 더 많이 필요하고 적당한 양의 황화망간이 요구된다. 평형 조건에 더 가깝게 응고가 일어나는 두꺼운 단면의 주물은 그와 같은 정도의 핵생성이 필요하지 않으며 따라서 단면 두께가 얇을수록 더 높은 황의 함량이 필요하다.

셋째, 주입 온도가 적당한 량의 황과 뒤 이룬 접종의 필요성에 영향을 미친다. 회주철의 주입 온도가 높을수록, 응고 속도는 더 늦을 것이다. 응고 속도가 늦으면, 접종의 필요성과 접종에의 반응성이 응고 속도가 빠른 주철만큼 중요하지 않다. 따라서 1510°C 또는 그 이상으로 높은 온도에서 회주철 용탕을 주입하면, 두께가 얇은 주물의 경우에조차도, 황의 함량은 저온에서 주입한 주철의 경우만큼 중요하지 않다.

3) 주형 재료도 또한 한가지 인자이다.

넷째, 주형 재료가 회주철 중 황의 필요성에 영향을 미친다. 만약에 건조한 형태의 재료로 조형하고 수분이 존재하지 않으면, 주어진 주입 온도에서의 응고 속도는 생형에서의 응고 속도보다 더 늦을 것이다. 따라서, 최적 함량의 황과 망간이 존재함으로써 도움을 받는, 접종에 대하여 용탕이 최대로 반응하여야 할 필요성이 최소화된다. 더욱이, 주형 온도가 응고 속도에 영향을 미치는 인자이다. 용탕을 약 20°C 아래의 온도인 주형에 주입하면 응고 속도는 더 뜨거운 주형에 같은 주입 온도에서 동일한 용탕을 주입하는 경우보다 응고 속도가 더 빠를 것이다. 따라서, 더 찬 주형에 주입한 회주철에 과냉이 일어나는 것을 최소화하기 위하여 접종에의 반응성을 증가시키기 위하여 적당한 범위의 황 함량이 더 존재하는 것이 중요해질 것이다.

다섯째, 금속 용탕의 산화 정도가 접종에의 반응성에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 산화의 정도가 심하면 심할수록 기본 용탕의 황함량이, 이 황과 결합할 망간의 함량이 충분할 경우에, 0.06~0.12% 범위에 있어야 할 필요성이 더 크다. 황과 망간의 함량이 충분할 경우에, 다른 경우에 언급한 바와 같이, 용탕을 최소의 접종제 양으로 충분히 접종시킬 수 있다. 금속의 산화 정도는 장입물이 녹은 정도가 심할수록 증가한다. 철을 산화시키는 습도가 높은 것과 같은 분위기 조건은 접종에 대한 반응성에 나쁜 영향을 미친다.

황화망간을 형성하기에 충분한 망간과 함께 존재하는 0.06~0.12% 범위의 황은 회주철에 나쁘지 않기 때문에, 모든 조건하에서, 접종 처리에 대한 반응성을 확실하게 최대화하기 위하여, 이 범위 내에서 유지시키는 것이 바람직하다. 주철의 취성을 증가시킬 수 있는 황화철이 형성하는 것을 방지하기 위하여 망간의 함량은 적어도 황의 함량의 6배 이상이 되어야 한다.

앞에서 논의한 바와 같은 철중 최적 함량 범위가 되게 하기 위하여 황을 첨가할 필요가 있을 때에는, 황화철 또는 황 분말을 장입물이 녹은 후 노의 장입물과 함께 또는 출탕하는 동안 레이들에 첨가할 수 있다. 실제로 용해 속도에 관한 황 분말보다는 황화철이 더 좋은 것 같다. 그러나, 이 두 가지 경우 모두 황 회수율은 100%에 가깝다.

장입물이 녹은 후, 장입물과 함께 노에 첨가하거나 또는 출탕하는 동안 레이들에 첨가하거나 어느 경우에도 황이 노 또는 레이들의 라이닝에 나쁜 영향을 미친다는 보고는 없다. 그러나, 유도로 용해를 하는 경우에,

황을 회주철 장입물에 첨가하면 노 라이닝에 작은 양의 황이 흡수될 수 있다. 이 결과로 그 다음에 동일한 노에서 구상흑연 주철을 용해할 때에 황의 함량이 약간 증가할 수 있다. 그러나, 어떤 황 함량의 증가도 사실은 크게 문제가 되지는 않는다.

3. 탄소와 규소의 최적 함량에 관련된 세 번째 의문 사항

세 번째 의문 사항의 경우에는 몇 가지 혼돈되는 점을 명확하게 할 필요가 있다.

1) 탄소와 규소의 최적 함량 달성

4.00~4.15%의 범위인 바람직한 탄소 당량이 되게 하기 위한 회주철의 탄소와 규소의 최적 함량을 추천하기 위해서는 다음과 같은 여러 가지 사항을 고려하여야 한다.

- a. 주물 단면의 두께
- b. 바람직한 기계적 성질과 기지 조직
- c. 주형 재료; 예) 생형, 전조형, 금형, 자경성등
- d. 주입 온도
- e. 탈사 온도
- f. 잔류 원소 또는 첨가 합금 원소

다른 인자뿐만 아니라, 이와 같은 모든 인자는 회주철의 최종 성질에 영향을 미친다.

주물의 단면 두께에 관련하여, 규소와 탄소의 최종 함량은 주철의 응고 수축을 조절하는데 중요하다. 주어진 탄소 당량의 회주철에 대하여 규소의 함량은 높은 쪽을 그리고 탄소의 함량은 낮은 쪽을 선택하면 두꺼운 단면의 주물에 수축이 과도하게 나타날 수 있다. 이와 같은 사실의 이유로는 주어진 무게의 흑연의 부피는 같은 무게의 철의 7배를 차지한다는 사실이 포함된다. 따라서, 4.00~4.15% 범위의 탄소 당량을 가지는 두꺼운 단면의 회주철 내에 응고 수축을 최소화하기 위하여는 흑연이 더 많이 형성하게 하기 위하여 규소의 함량은 낮은 쪽을 그리고 탄소의 함량은 높은 쪽을 선택하여야 한다. 4.00~4.15% 범위의 탄소 당량을 가지는 여러 가지 두께의 회주철 주물에 대하여 응고 수축을 최소화하기 위하여 제안된 몇 가지 탄소와 규소의 함량은 표 1에서 보이는 바와 같다.

만약 탄소 당량이 4.00~4.15%인 두꺼운 단면의 회주철 주물에서 규소의 함량이 높은 쪽이면, 기지 조직

에는 규소의 함량이 낮은 쪽의 동일한 탄소 당량으로 만든 동일한 두께의 주물에 비하여 펄라이트의 양이 적다. 예를 들면, 표 1의 내용을 참조하여, 만약에 탄소 당량 4.00%인 203.2 mm 두께의 주물을 6.4 mm 두께의 주물에 대하여 제안된 주철로 만들면, 두꺼운 주물의 기지는 대부분이 페라이트일 확률이 높다. 6.4 mm 두께 주물의 기지는 대부분이 펄라이트일 것이다. 비록 각 주물의 탄소 당량이 같아도, 두께가 203.2 mm인 주물의 강도는 더 얇은 주물의 강도보다 매우 더 낮다. 그러나, 얇은 주물에 대하여 제안된 것보다 203.2 mm 두께의 주물에 대하여 제안된 탄소-규소 함량값을 선택하면, 두꺼운 주물의 기지 조직은 펄라이트의 양이 더 많고 따라서 규소 함량이 높은 주철로 제조한 경우보다 강도가 더 높다.

2) 기계적 성질과 기지 조직에 미치는 탄소와 규소의 영향

주어진 탄소 당량의 회주철의 기계적 성질과 기지 조직에 미치는 탄소와 규소의 영향을 생각해 보자, 회주철 주물의 기계적 성질은 주철의 기지 조직에 따라 크게 달라진다는 것은 잘 알려져 있다. 펄라이트 기지의 회주철 주물은 페라이트 기지를 가지는 회주철 주물보다 강도가 더 높다. 또한, 펄라이트 기지의 회주철 주물의 강도는 펄라이트의 미세한 정도에 의하여 영향을 받는다. 미세한 펄라이트 조직을 가지는 탄소 당량이 같은 합금 원소를 첨가하지 않은 회주철 주물의 강도는 조대한 펄라이트 조직을 가지는 동일한 주물보다 높다. 주철의 규소 함량은 주어진 두께의 주물 내에 존재하는 펄라이트의 양에 영향을 미칠뿐만 아니라 펄라이트의 미세한 정도에도 영향을 미친다. 예를 들면, 탄소 당량이 4.00%로 동일한 두 가지 A와 B의 회주철 주물이 있다. 이 두 가지 주물은 동일한 온도에서 동일한 주형에 주입되었다. 주입하기 전에 각 주물은 동일한 점종제로 동일한 방법으로 점종 처리되었다. 두 주물은 주형 속에서 상온에 이르기까지 냉각되었다.

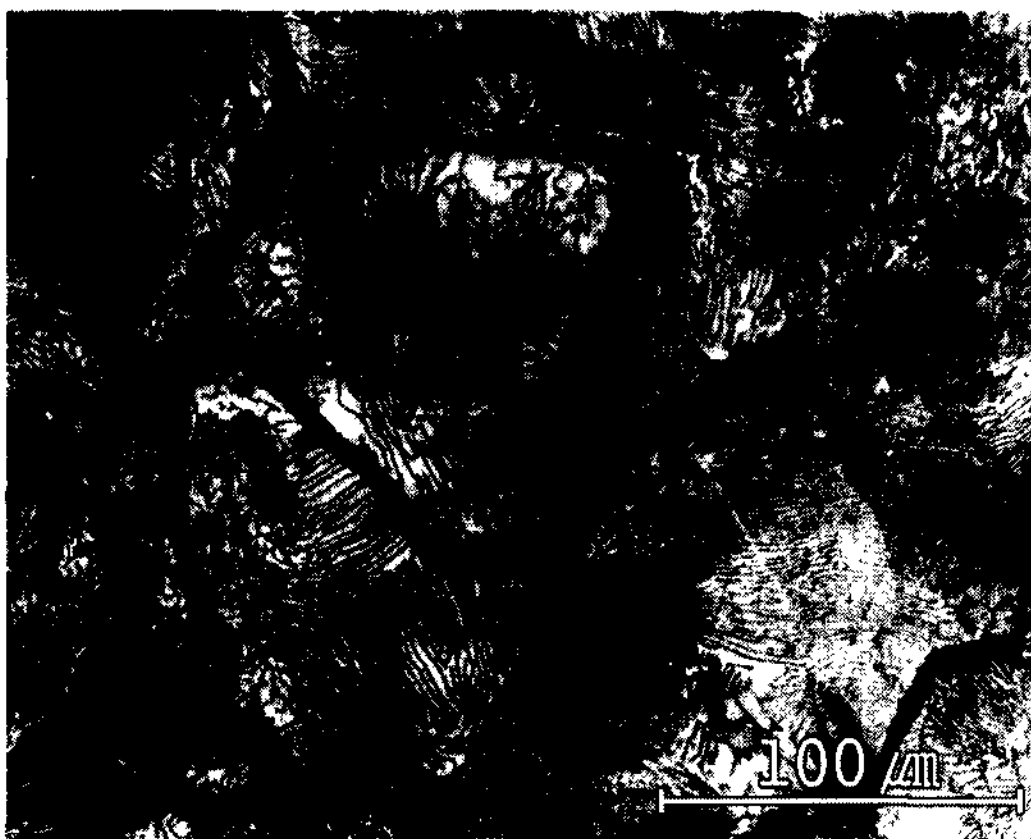
각 주물에서 동일한 위치로부터 시편을 얻어 이 두 주물의 인장 강도를 시험하면 다음과 같은 결과를 예측할 수 있다 :

- (1) 규소의 함량이 높은, A주물의 인장 강도는 약 220 MPa일 것이다.
- (2) 규소의 함량이 낮은, B주물의 인장 강도는 약 234 MPa일 것이다.

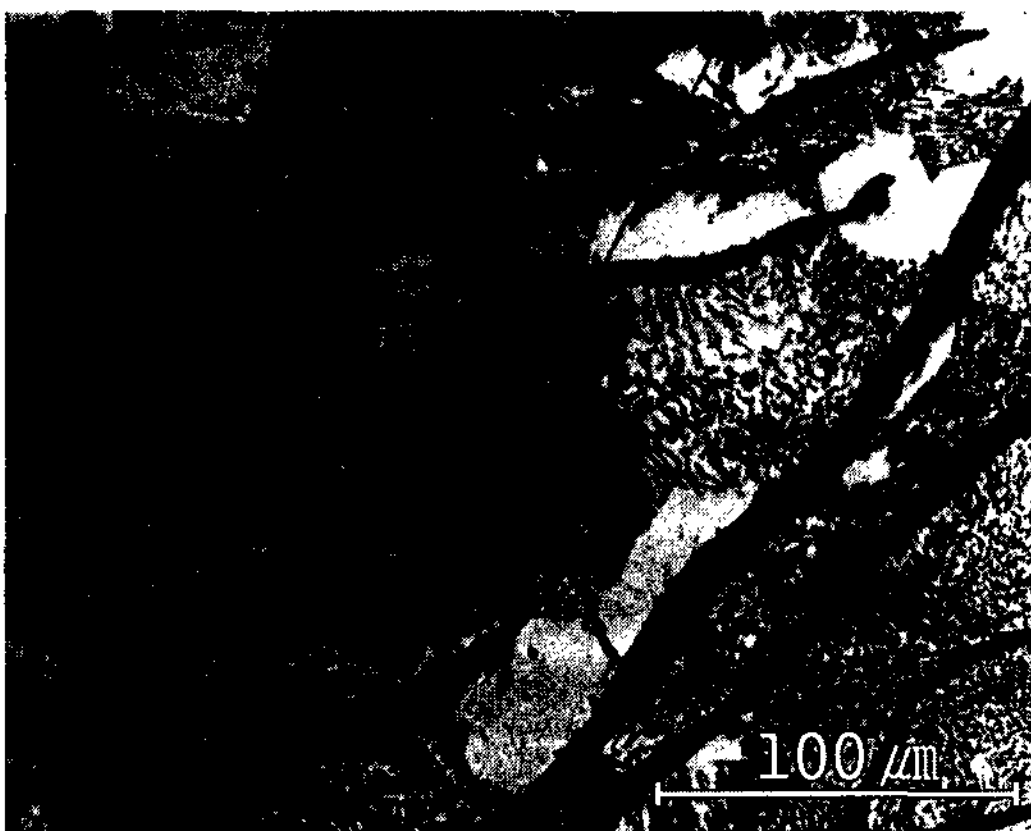
각 시편의 조직 검사를 하면, A 주물로부터 얻은

시편의 기지 조직은 B 주물로부터 얻은 시편의 기지 조직에 비하여 더 조대한 펄라이트 조직일 것이다. 이 사실은 두 주물의 인장 강도의 차이를 설명하고 있으며 펄라이트 층간 거리에 미치는 규소의 영향을 보여 주고 있다. 이와 같은 효과는 그림 2에서 보이는 미세 조직의 차이로부터도 잘 알 수 있다. 이 두 주철의 탄소 당량은 모두 4.00%이다. 그림 2에서 보이는 A 주철의 화학적 조성은 3.20%C 및 2.40%Si인 한편 B 주철의 화학적 조성은 3.40%C 및 1.80%Si이다. 이 두 가지 미세 조직은 직경 30 mm인 봉을 가공하여 얻은 인장 시편으로부터 얻었다. A 주철의 펄라이트가 B 주철의 펄라이트보다 약간 더 조대함을 알 수 있다.

규소는 회주철 주물의 철 발생을 조절하는데 또한



(a) A주물 : 3.20%C, 2.40%Si, 인장 강도 220MPa



(b) B주물 : 3.40%C, 1.80%Si, 인장 강도 234MPa

그림 2. 탄소 당량 4.00% 직경 30 mm의 회주철 봉 중 펄라이트 층간 거리에 미치는 규소의 영향(나이탈 부식).

표 1. 탄소 당량 4.00~4.15% 범위를 가지는 여러 가지 두께의 회주철 주물에 대하여 응고 수축을 최소화하기 위한 탄소와 규소 함량

주물 두께(mm)	탄소(wt%)	규소(wt%)
6.4	3.00~3.10	3.00~3.10
12.7	3.10~3.20	2.75~2.85
25.4	3.20~3.30	2.40~2.50
38.1	3.30~3.40	2.15~2.25
50.8	3.40~3.50	1.80~1.95
76.2	3.50~3.60	1.50~1.65
127.0	3.60~3.70	1.20~1.35
203.2	3.70~3.80	0.90~1.05

중요하다. 다시 표 1을 참조하면, 두께가 6.4 mm밖에 안되는 주물에 203.2 mm 두께의 주물에 대하여 제안된 화학적 조성을 적용하는 것은 현명하지 않다. 이와 같은 조건은 기계 가공성과 최대 기계적 성질의 측면에서 바람직하지 못하다.

고체 상태에서의 냉각 속도뿐만 아니라, 주물의 응고 속도도 주형 재료에 의하여 영향을 받는다. 생형에 주입한 용탕은 건조형이나 자경성 사형에 주입한 경우보다 더 빨리 응고하고 냉각된다. 따라서, 주어진 탄소 당량에 대하여, 탄소와 규소의 함량이 동일하고 단면의 두께가 같은 회주철은 주입된 주형 재료에 따라서 미세 조직이 달라질 것이다. 예를 들면, 만약에 동일한 미세 조직이 바람직하다면, 생형에 주입한 단면이 얇은 주물에 대하여 탄소 당량 값이 같을 경우 규소의 함량은 건조형이나 자경성 사형에 주입한 경우보다 더 높아야 한다. 단면 두께가 12.7 mm인 주물에 대하여 탄소 당량이 4.00%인 주철의 경우에, 생형에 주입하거나 건조형에 주입하거나 간에 펄라이트 기지를 얻기 위해서는, 각 주형의 형태에 따라서 탄소와 규소의 함량이 달라야 한다. 생형에 용탕을 주입하여 주물을 얻는 경우에, 규소의 함량은 건조형에 주입하여 동일한 주물을 얻는 경우에 비하여 더 높아야 한다. 생형에 주입하는 경우에는 탄소 상량이 4.00%일 때 탄소와 규소 함량은 각각 약 3.20 및 2.40%가 되어야 한다. 건조형이나 자경성 사형에 주입한 경우에는 3.40%C와 1.80%Si가 더 좋은 조성일 것이다.

3) 주입 온도가 최종 성질에 영향을 미친다.

주입 온도는 응고 속도뿐만 아니라 주형 내에서 650°C 아래의 온도로 냉각되는 주물의 고체 상태에서의 냉각 속도에도 영향을 미친다. 주입 온도가 높으면

높을수록 주물의 응고 속도가 더 느리고 응고가 일어난 후 주형 내에서의 냉각 속도도 더 느리다. 여기에서 또한, 회주철의 규소 함량이 주물의 최종 조직과 기계적 성질에 중요한 역할을 한다. 탄소 당량이 동일하고 탄소와 규소 함량이 동일하며 동일하게 설계된 주물이 동일한 재료의 주형에 서로 다른 주입 온도에서 주입되었다면, 미세 조직과 기계적 성질은 서로 다르게 나타날 것이다. 따라서, 높은 온도에서 주입된 주물의 경우에는 낮은 온도에서 주입된 주물에 비하여 펄라이트의 양이 더 적고 따라서 기계적 성질이 더 낮다. 만약 이 주물들이 동일한 주입 온도에서 동일한 탄소 당량이나 탄소와 규소 함량이 서로 다른 상태에서 주입되었다면, 미세 조직과 기계적 성질이 또한 서로 다르게 나타날 것이다. 규소의 함량이 낮은 주물은 높은 주물에 비하여 펄라이트가 더 많고 강도가 더 높다. 이것은 모든 다른 조건은 비슷한 조건일 때 나타난다. 조직과 기계적 성질이 다른 이유는 규소의 함량이 증가함에 따라 오스테나이트 중 탄소의 고용도는 제한되는 사실에 기인한다. 따라서 펄라이트의 양을 감소시키거나 최종 주물 내의 펄라이트의 층간 거리를 증가시킨다. 이 두 가지 인자는 주물의 주방 상태에서의 강도를 감소시킨다. 만약 회주철의 주입 온도가 보통 높은 쪽이고 이를 변경시킬 수 없으면, 주철중 규소의 함량을 낮추고 동시에 탄소 함량을 증가시킬 것을 고려하는 것이 바람직하다. 예를 들면, 보통의 탄소 당량이 4.00%이고 탄소와 규소 함량이 각각 3.30 및 2.10%인 주어진 단면의 주물을 고온에서 주입하여 강도가 낮았다면, 화학적 조성을 3.40%C 와 1.80%Si로 변경시켜 주물의 강도를 개선시킬 수 있다. 물론 다른 모든 조건은 일정하다고 가정된 경우에 그렇다.

고체 상태의 냉각 속도에 영향을 미치는 탈사 온도도 회주철 주물의 기계적 성질에 영향을 미칠 수 있다.

예를 들면, 760°C 이상의 온도에서 탈사한 회주철의 펄라이트의 양은 650°C 이하의 온도에 이르기까지 주형 내에 유지시킨 주물에 비하여 더 많다. 760°C 이상의 높은 온도에서 탈사한, 설계와 탄소 당량은 동일하나 최종 규소와 탄소 함량이 서로 다른 회주철 주물의 기지 조직은 서로 다를 것이다. 탄소 당량이 동일한 주물의 경우 탄소 함량이 낮고 규소 함량이 높으면 탄소 함량이 높고 규소 함량이 낮은 주물에 비하여 펄라이트의 양이 더 적다. 앞에서 언급한 바와 같이, 주어진 탄소 당량과 단면 두께의 주물이 주어진 속도에서 냉각될 때 회주철의 규소 함량이 높으면 그 주물의 기지 조직 내의 펄라이트의 양은 더 적을 것이다.

4) 합금 원소가 탄소-규소 비에 영향을 미칠 수 있다.

마지막으로, 잔류 또는 의도적으로 첨가한 합금 원소가 4.00~4.15% C.E. 범위 내에 있는 주어진 단면을 가지는 주물의 탄소-규소 비에 영향을 미칠 수 있다. 만약에, 노 장입물로 사용하는 고철의 종류로 인하여, 크롬, 몰리브덴, 구리, 주석 그리고 니켈과 같은 잔류 원소가 존재하면, 탄소 당량을 유지하는 조건에서 주철의 규소 함량을 증가시키고 탄소 함량을 감소시키는 것이 바람직할 것이다. 규소의 함량을 증가시킴으로써, 특히 얇은 단면의 주물에서, 크롬과 몰리브덴이 탄화물을 형성하는 경향을 완화시킬 수 있다. 규소 함량이 높으면 응고가 일어난 후 냉각되는 동안 펄라이트 형성을 촉진시키는 이와 같은 모든 잔류 원소의 경향을 완화시킬 수 있다.

강도를 증가시키고, 단면 민감도를 감소시키고 마모 저항을 개선시키는 등의 목적으로 이와 같은 원소를 첨가하면, 규소의 함량을 약간 증가시키고 탄소 함량을 감소시키는 것이 응고가 일어나는 동안 탄화물이 형성하는 것을 방지하는데 도움이 된다.