

<해외 기술정보>

# 희토류 원소의 철 저감작용을 이용한 강인주철의 성질

堀江 皓\*, 陽 忠亮\*\*, 小綿利憲\*\*\*, 菅井和人\*\*, 山田 享\*\*, 千田昭未\*\*\*

요약 : 김형수 동양공업전문대학

## 1. 해 설

편상흑연 주철의 기계적 성질은 흑연과 기지조직중의 펄라이트에 의하여 결정된다. 즉, 흑연이 작을수록, 펄라이트 양이 많고 층간격이 치밀할수록 강도가 증가된다. 이렇게 기지조직을 강화하기 위해서는 펄라이트 안정화 원소를 첨가하는 것이 좋는데 이들 원소는 탄화물 생성을 촉진하여 주물에 칠(chill)이 생성되기 쉬워진다. 그런데 堀江 皓 등은 앞선 논문<sup>1)</sup>에서 용탕중의 유황(S)의 양과 화학양론적(化學量論的)인 희토류 원소(稀土類元素, RE)를 첨가하면 RE의 황화물(黃化物)의 작용에 의하여 칠의 생성이 강력하게 억제된다는 것을 발표하였다. 그리고 이 논문에서는 0.1%S의 보통주철 용탕에 0.2%의 RE를 첨가하여 칠의 생성을 크게 억제하면서 펄라이트 강화원소인 V, Cr 및 Cu를 첨가하여 그 효과를 검토하였으며, 그 결과 447MPa(약 45.6kgf/mm<sup>2</sup>) 정도의 인장강도를 얻었다. 이 결과를 따르면 보통주철 용탕으로 고강도의 강인주철을 제조할 수 있게 된다. 이 논문의 주요 내용을 도표로 요약하면 그림 1과 같다.

## 2. 실험방법

목표조성 C 3.3%, Si 1.8%, Mn 0.57%, P 0.08%, S 0.1%인 용탕에 Fe-V(83.8%), Fe-Cr(60.1%)와 순Cu(99.99%)를 각각 적당량(V, Cr 1%까지, Cu 1.5%까지) 단독, 또는 V+Cu, Cr+Cu로 조합하여 첨가하였다. 최고 용해온도를 1450℃로 하고 1430℃에서 RE를 미슈메탈(Ce 48.0%, La 31.94%, Nd 15.08%, Pr 4.55%)로써 0.2% 직접 첨가하고, 1400℃에서 접종하지 않은 상태로  $\phi 5$ ,  $\phi 20$ ,  $\phi 30 \times 50$ mm의 금형, C3호 판질 시험용 셀주형 및  $\phi 30 \times 300$ mm의 CO<sub>2</sub> 주형에 각각 주입하였다.

## 3. 실험결과 및 고찰

그림 1은 V, Cr 및 Cu의 첨가량에 따른 완전칠부의 깊이(clear chill depth)의 변화를 나타낸 것으로서 RE를 첨가하면 그 깊이가 현저하게 감소되는 것을 알 수 있다. 이 때 RE를 첨가한 경우는 V, Cr을 첨가한 경우는 점차 페라이트량이 감소하여 이들을 0.4나 0.6% 첨가하면 페라이트는

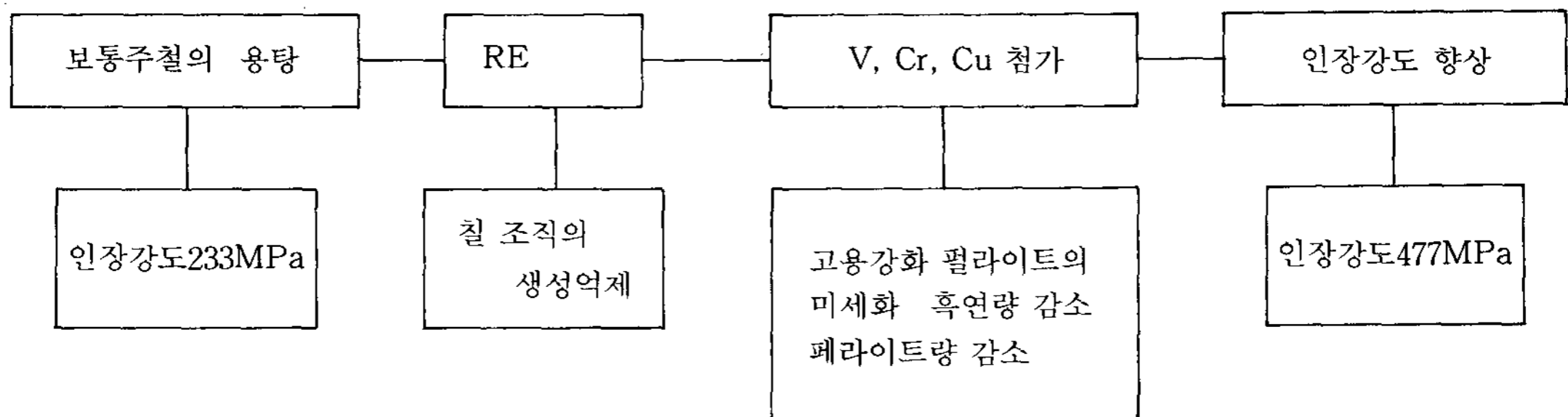


그림 1. 희토류 원소의 철 저감작용을 이용한 강인주철 제조의 원리

원전 : 鑄物, 64(1992), 693

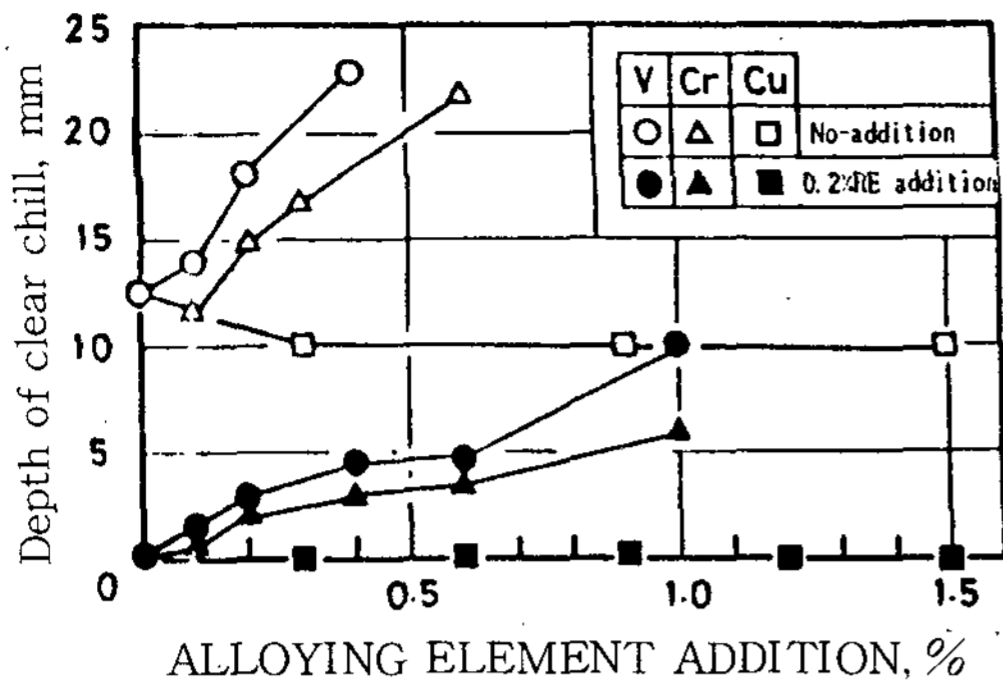


그림 2. 합금원소 첨가량이 완전 철부의 깊이에 미치는 영향

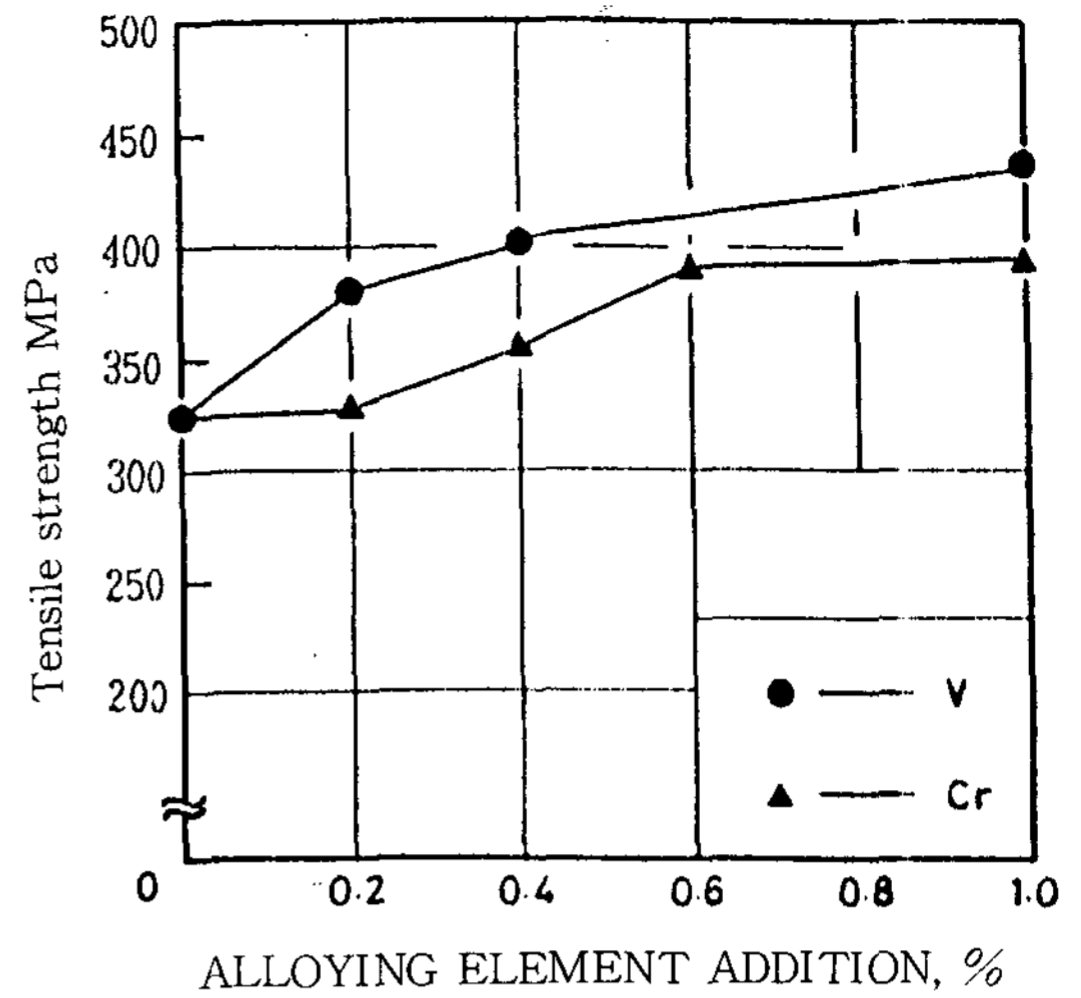


그림 4. 0.2% RE와 1.0% Cu를 함께 첨가한 경우 V 및 Cr 첨가량이 인장강도에 미치는 효과 (30mm $\phi$ 의 환봉)

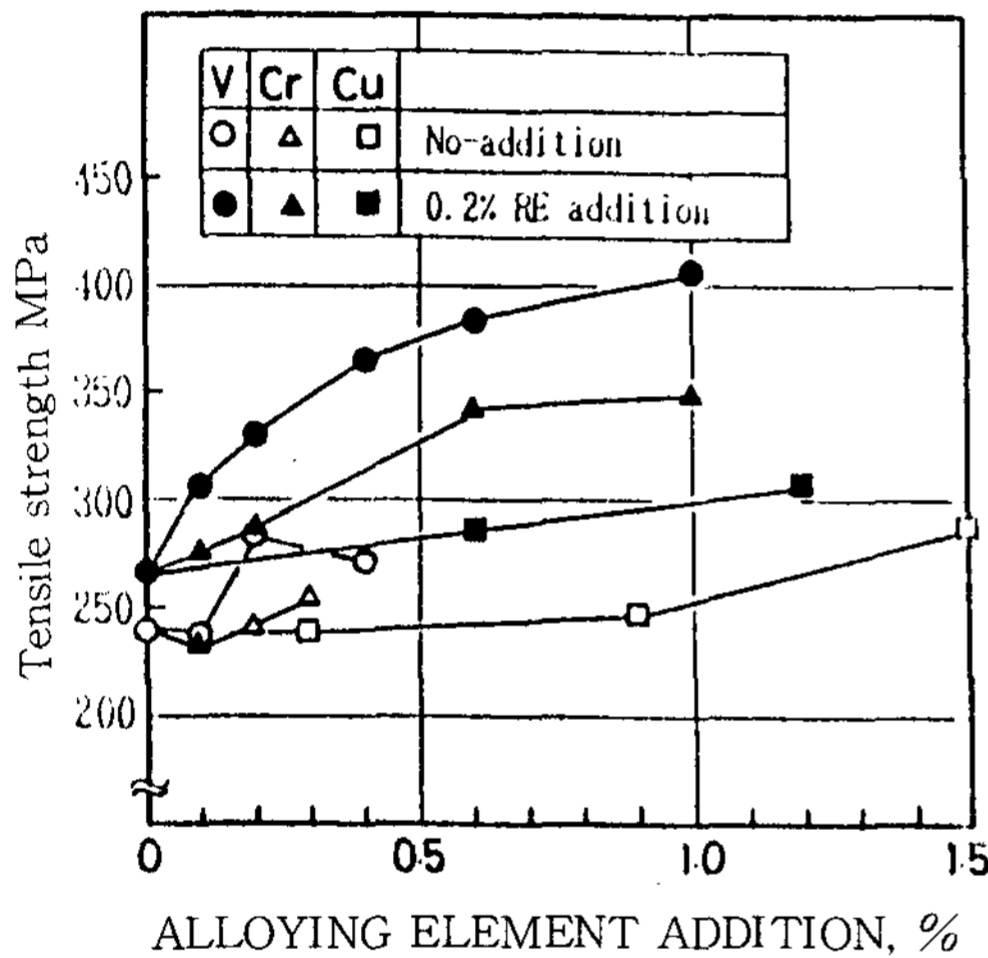


그림 3. 합금 첨가량이 인장강도에 미치는 효과 (30mm $\phi$ 의 환봉)

거의 보이지 않게 되며, 1% 첨가하면 부분적으로 철이 발견되었다. Cu를 첨가하면 페라이트양이 감소하나 흑연조직은 거의 감소하지 않았다. 또한 Cu를 다량 첨가하여도 철이 형성되지 않았다.

그림 2는 합금원소 첨가량에 따른 인장강도의 변화 양상을 보여주는 것으로서 RE를 첨가하는 경우가 더큰 것을 알수있다. 또한 그림 3은 RE 0.2%와 Cu 1.0%를 첨가하는 경우 V와 Cr 첨가량에 따른 인장강도의 변화양상을 표시한 것으로서 그림 2와 비교해 보면 V과 Cu, Cr과 Cu를 동시에 첨가하는 경우가 V이나 Cr을 단독으로 첨가한 경우에 비하여 인장강도가 더 높아 전자의 경우는 438MPa, 후자의 경우는 390MPa에 달함을

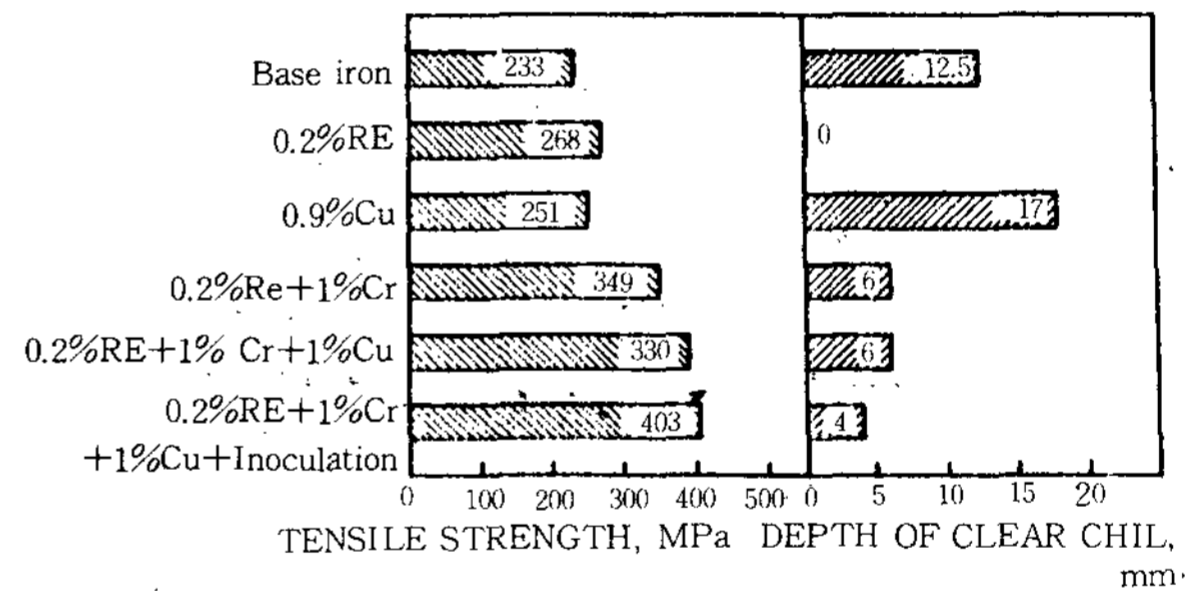


그림 5. Cr 첨가한 시편의 인장강도와 철 깊이의 비교

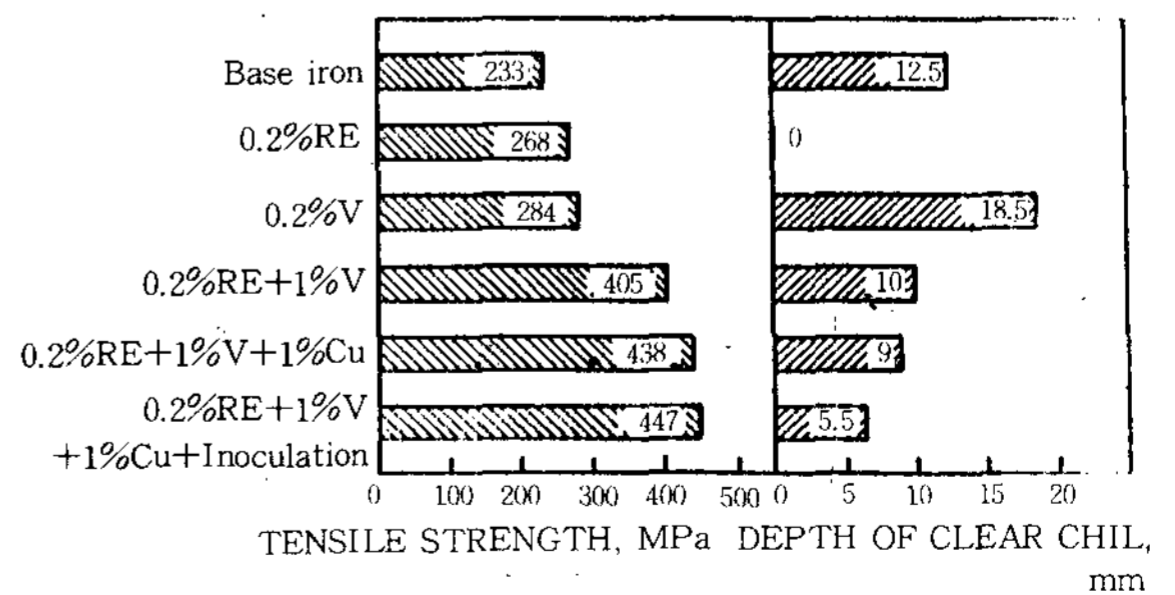


그림 6. V 첨가한 시편의 인장강도와 철 깊이의 비교

알 수 있다.

그림 4는 Cr을 첨가한 시료의 인장강도와 완전 철부의 깊이를 표시한 것으로서 원탕의 경우 인장 강도는 233MPa에 불과하나 0.2%의 RE+1.0% Cr+1.0% Cu의 390MPa 정도의 값을 나타낸다. 또 원탕에 0.2%의 RE를 첨가하면 철은 나타나지 않으나, 원탕에 Cr만을 첨가하면 철의 깊이가 급격히 증대하고 여기에 RE를 첨가하거나 Fe-0.4%Si접종처리를 병행하면 다시 상당히 감소한다. 그림 5는 V를 첨가한 경우로서 인장강도는 최대 447MPa를 나타내나 대체로 Cr을 첨가하는 경우와 비슷한 양상을 보이고 있다.

그 밖에 현미경 조직관찰에 의하여 공정응고시 흑연의 정출량이 감소, 페라이트양의 감소, 펄라이트 층간격의 감소 등을 인지할 수 있었다.

#### 4. 결 론

이상의 결과로 부터 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 유탕을 함유하는 편상흑연주철 용탕에 희토류 원소와 함께 첨가함으로써 희토류원소를 무첨가 시는 다량 첨가하기 불가능하던 V, Cr을 다량 첨가할 수 있었다.
2. V와 Cu, Cr와 Cu를 복합첨가하면 인장강도는 더욱 향상되어 447MPa 정도의 강도높은 강인주철을 얻을 수 있었다.
3. V, Cr 첨가에 의하여 공정응고시 정출 흑연량의 감소, 페라이트량의 감소, 펄라이트 층간격의 치밀화가 일어나고, 이로 인하여 편상흑연의 인장 강도가 크게 향상되는 것으로 고찰되었다.

## 제 2 회 ASIA 주물대회 발표논문 모집 안내

- 장소 : 호주
- 일시 : 1993년 11월 예정
- 언어(논문 및 발표) : English
- 제출 기한 : 1993년
  - (1) 논문 요약 : 영문 및 국문(500자 내외)  
: 1993년 4월 30일
  - (2) 논문 : 1993년 6월 30일
- 제출처 : 한국 주조공학회 편집부