

現場技術

회주철의 저주파로 용해에서 주철 가공설
첨가에 의한 흑연조직 개선

金 奉 玩*

1. 서 론

전기유도로의 용해 및 보온 유지법은 고급 재질의 각종 주철을 안정되게 지속적으로 얻을 수 있으나, 철저히 관리되어야 할 여러가지 조어상의 요인을 가지고 있다. 높은 온도에서 장시간 유지 할 수록 과냉조직의 형성과 함께 백선화 경향, 경도의 증가 혹은 인장강도의 감소를 가져오는 경향이 있다.

이 현상은 응고핵의 정도 차이에 기인하는 것으로 설명되고 있다. 주철의 조직과 기계적 성질을 개선하기 위한 수단으로 후접종법이 널리 이용되고 있으나, 유도로 용탕에서는 다른 용탕에 비하여 접종량을 증가시켜야 하는 어려움이 있어 용탕의 온도저하를 고려할 때 후접종에는 한계가 있다.

이에 대한 개선책으로 다량의 선철을 장입하는 조업을 행할 수 있으나, 강고철에 비하여 원가가 올라가는 요인이 되어 별로 이용되지 못하고 있다.

따라서 주철의 기계가설공을 이용하여 유도로 용탕의 조직 및 기계적 성질을 개선할 수 있는 경제적인 조업법을 검토하고자 하였다.

2. 실험방법

2-1 용해재료 및 조업

응고조직의 여러가지 변화를 알아보기 위하여 기본 화학조성의 회주철 용탕을 만들어 여러가지 시편을 주조하여 얻었다. 용탕은 산성 Lining의 3Ton 저주파 유도로에서 용해되었고 기본 장입재는 시중 선철과 강고철을 사용하였다. 목표는 조성의 성분조성을 위하여 75% Fe-Si 고탄소 Fe-Mn 및 Pitch Coke 가탄재를 사용하였다. 합금철의 첨가는 지금이 용해된 후 행하고, 약 1500°C 내외로 가열하여 예열된 점토-흑연을 바른 Ladle에 출탕하였다. 용해후 1500°C 과열까지의 중간온도에서 각각 일정시간동안 노내 유지하여 시편을 취하게 하였다.

주철 Chip을 출탕직전에 일정량 투입 용해하고, 1450°C에서 출탕하여 1400~1430°C 범위에서 주입하였다. 유도로와 Ladle의 용탕온도 측정을 위하여 Pt-Rh 침적식 열전대를 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

3-1 용탕의 과냉

주물의 응고를 진행시키기 위하여는 핵생성을 유발할 수 있는 과냉이 있어야 하나, 과냉의 정도는 주철 조직에 지대한 영향을 미치고 있다. Fig 1은 온도상승에 따른 변화를 나타낸다. Fig 2는 Chip 투입량이 과냉에 미치는 영향을 나타낸 Fig이다.

이들 Fig에서 쉽게 알 수 있는 바와 같이 이들은 과열 온도가 높을수록, Holding Time이 길수록 더욱 커지는 것을 보여주고 있다. 즉 핵발생 불순물의 점진적인 환원반응 진행으로 산화물의 농도는 감소할 것이다. 또한 산화물의 환원으로 핵생성물질이 점차 소실된다는 사실은 접종한 용탕의 과냉도에서도 알 수 있다. 동일한 과열온도에서 접종된 용탕은 1450°C에서 6~7°C의 차이를 보여 주고 있다. 접종으로 인하여 미환원된 핵생성조장 물질이 많아짐에 따라 공정반응이 보다 용이하게 일어날 수 있기 때문인 것으로 판단된다.

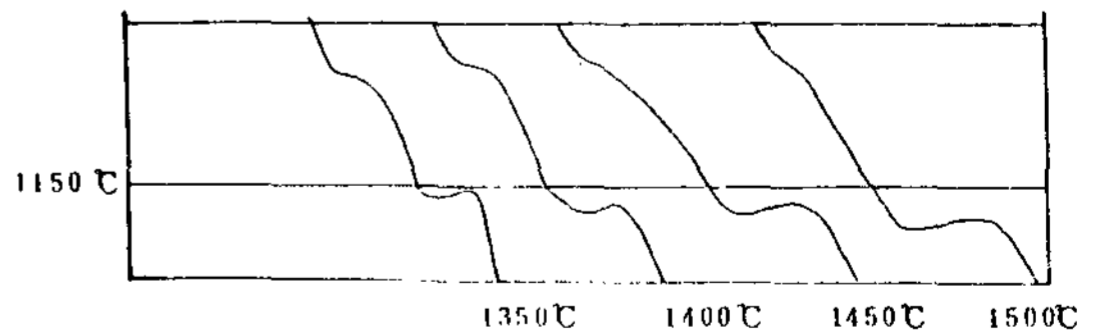


Fig.1 The Variation of cooling Curve on Heat ind

3-2 Chill 경향

과냉 정도가 높으면 주철이 백선화하는 경향이 증가하고, 역시 미세한 과냉 흑연조직을 조장하게 된다. 한편, 과냉이 적은 것은 방향성을 갖지 않는 편상흑연을 조장하고 백선화 경향을 감소한다.

저주파유도로의 용탕은 전철에서 논의 한 바와 같

* 중소기업진흥공단연수원 교수

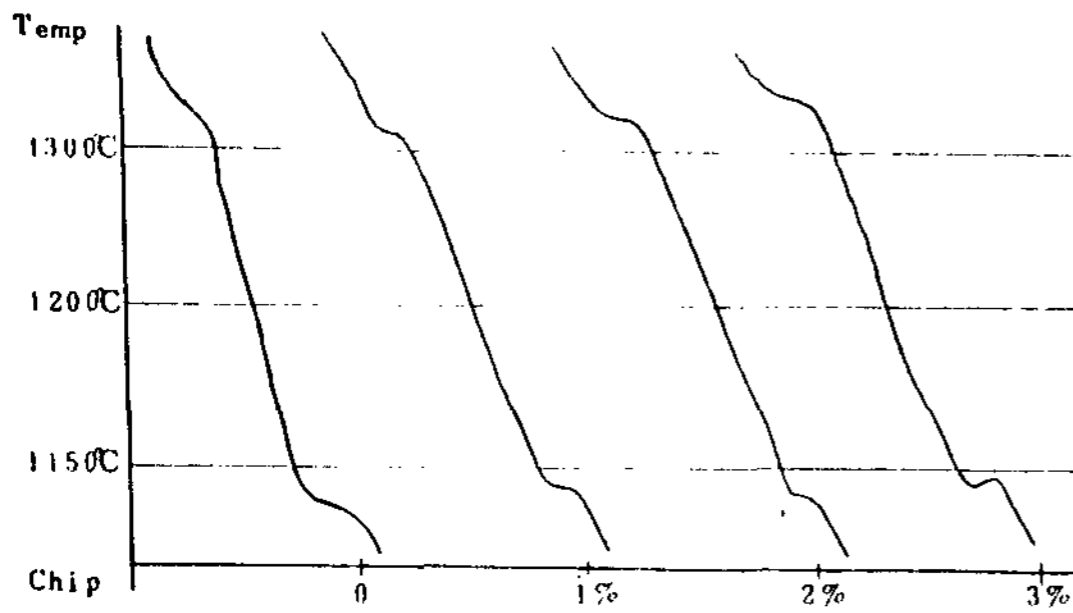
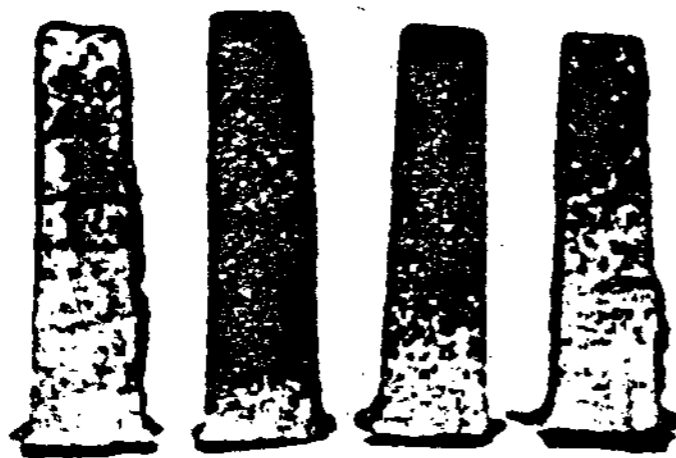


Fig. 2 The Relation between Chip Addition and Supercooling after 1hr Holding Dt 1500°C

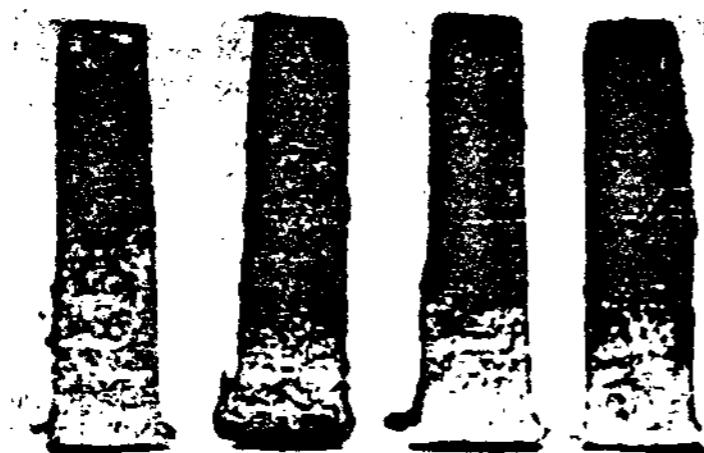
이 핵발생에 상당한 영향을 받을 수 있으므로, 조업에서 특히 유의할 필요가 있다.

과냉경향이 근소한 큐포라 용탕은 백선화 경향에 있어 변화가 그다지 중요하지 않으므로 용탕이 주입되기 전에 접종만으로 충족될 수 있으나, 유도로는 부가적인 용탕처리 조업을 요하게 된다. 유도로서 용탕상태 회복을 위하여 요구되는 부가처리 작업은 핵정도에 중요한 영향을 미친다. 2~3% Chip을 유도로서 투입할 때 Chill 경향을 크게 개선하고 있다. 또한 부가 투입은 16mm에서 4mm까지 Chill을 감소시키는 효과를 가진다. Photo 1이 보여주는 것처럼 처리전 수준인 15mm까지 증가한다. 투입량이 감소하면 Chill 깊이 감소 경향이 적어 Photo 2에서와 같이 7mm에 이르게 된다. 이들 경향을 Table 3에 종합한다.



(직전) 5 min 15 min 30 min

Photo 1 The Influence of Holding Time on Chill Depth 3% Chip Addition



(직후) 5 min 10 min 15 min

Photo 2 The Influence of Holding Time on Chill Depth after 1% Chip Addition

Table 1 The Summary of Influences of Holding time and Chip Additions on Chill Depth

경과시간	1% Chip 강제 Chill 깊이	3% Chip 강제 Chill 깊이
처리 전 직 후	14	16
5분	7	4
10분	10	8
15분	12	13
30분		15

3-3 기계적 성질

Fig 3은 동일한 조성의 용탕을 1450°C 온도에서 장시간 유지하였을 때의 기계적성질 변화를 나타낸 것이다.

기계적 성질은 유지시간이 길어짐에 따라 현저하게 감소하고 있다. 역시 이 현상은 기조직에 Ferrite 석출을 동반하는 D Type 흑연의 형성에 기인하는 것으로 생각된다.

기계적 성질은 기조직의 형태와 밀접한 관계를 가지는 것으로 용해에서 출탕까지의 경과 시간에 크게 좌우 되는 것을 알 수 있다. 정상적인 승온에서는 열화 경향이 장시간 유지에 비하여 훨씬 적다. 이 요인은 앞에서 설명된 내용을 입증하는 것으로 양자의 조직을 비교하면 후자가 Ferrite와 D Type 흑연 정출이 심하다.

Fig 4는 Chip 첨가에 의한 기계적성질 변화를 나타낸 것이다.

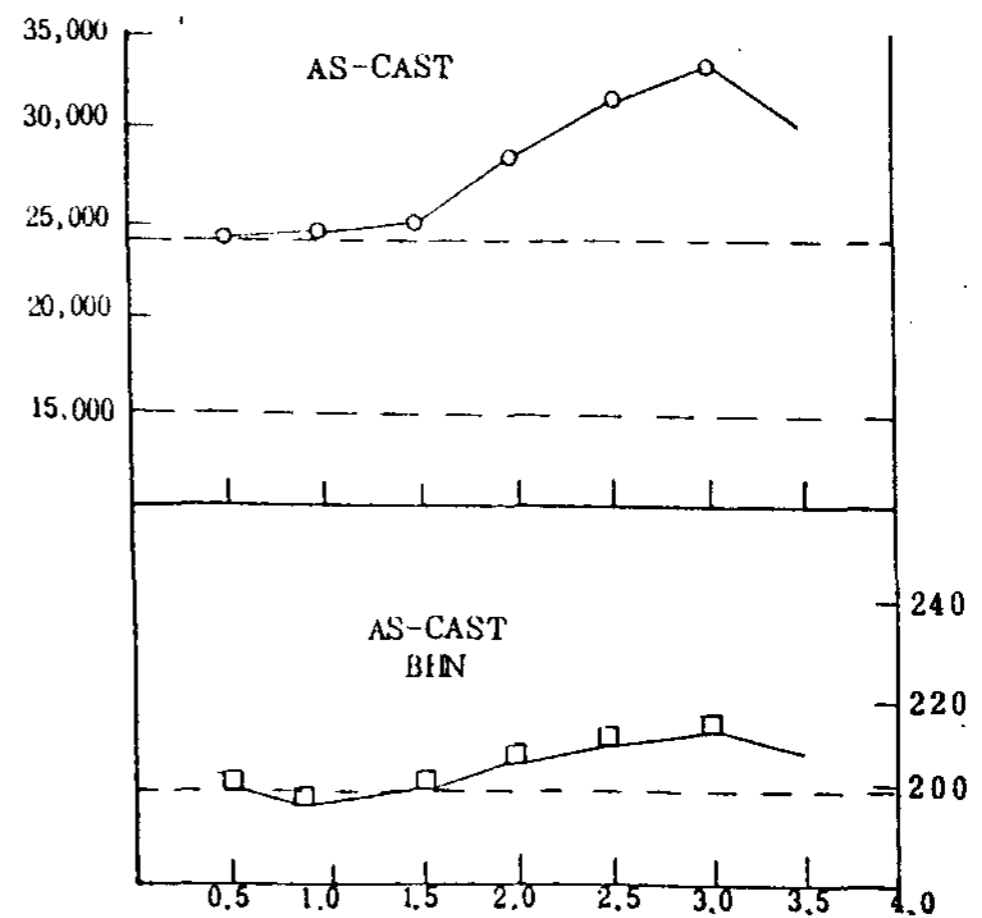


Fig. 3 The Influence of Chip Addition Rate on Mechanical Properties at 1500°C

Chip 사용량 증가는 3%까지 강도증가를 가져오나 강도는 완만한 변화를 가져온다. 이처럼 강도변화를 일으키는 요인은 결정핵이 소실된 상태에서 Chip의 투입으로 용탕이 저온 구역에서 가지는 상태와 동일한 조건을 부여하기 때문인 것으로 간주할 수 있다.

Photo 3은 Chip을 첨가하지 않은 경우로서, O형 흑연이 전면적으로 나타나고 그 사이에 ferrite를 나타내 보인다. 그러나 Chip의 첨가와 함께 Photo 5, 6이 보여주는 바와 같이 D형은 감소하고 A형이 증가한다. 이들 경향은 Photo 7, 8에서 알 수 있듯이 대체로 3%에서는 거의 A형의 흑연을 가지게 된다.

따라서 Ferrite 흑연이 발달하고 상대적으로 Pearlite가 감소함으로써 기계적성질은 떨어진다. 그러나 적절한 용탕의 처리로써 용탕의 이상화현상을 충분히 회복시킬 수 있음을 보여주고 있다.

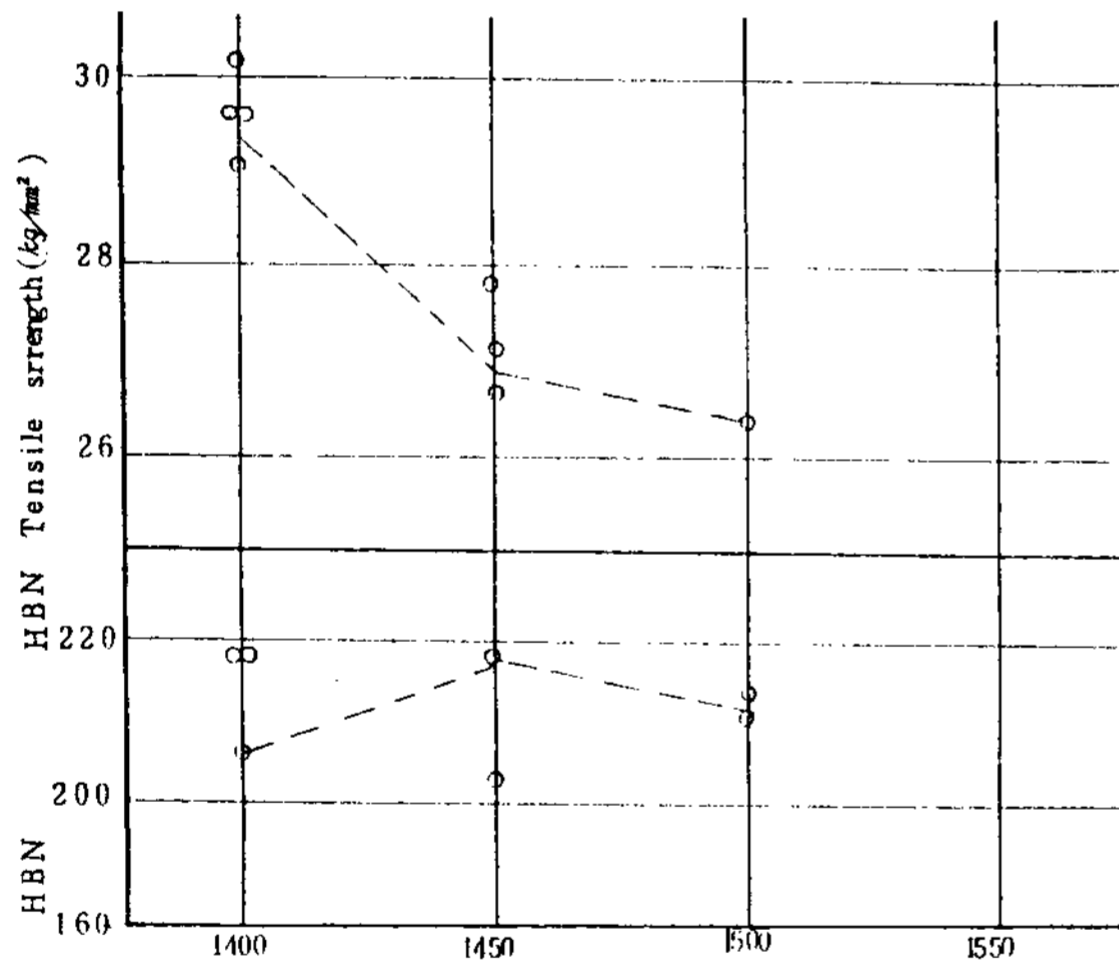


Fig.4 The Variation of Mechanical Properties on Continuous Heating

용탕이상화 현상의 회복은 투입되는 Chip의 특성에도 크게 좌우될 것으로 판단된다. 접종의 경우 고온 소성된 질 좋은 탄소는 조직 미세화 및 Chill경향 감소에는 현저한 영향을 가지며 CaSi 혹은 Ca, Ba, Al 등을 함유하는 Fe-Si 등은 효과적인 접종 재료로 널리 애용되고 있다. 이에 비추어 고탄소의 주철 Chip은 더욱 효과적일 것으로 판단된다.

주철 Chip은 표면에 다량의 산화물이 존재하며 내부에 정출흑연이 존재하므로, 용탕내 투입시 핵발생 물질을 충분히 부여할 수 있는 효과를 가지는 것으로 추론할 수 있다.



Photo3 Supercooled D type Structure Before Chip Addition (100 ×)

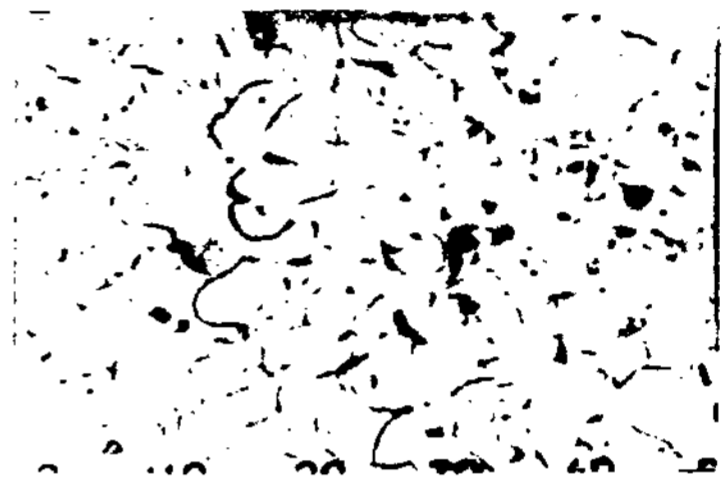


Photo4 Addition of 1% Chip D type Decreased (100 ×)



Photo5 Addition of 1.5% Chip A type Appeared (100 ×)



Photo6 Addition of 2% Chip A type Dominant (100 ×)



Photo7 Addition of 2.5% Chip A type Dominant (100 ×)

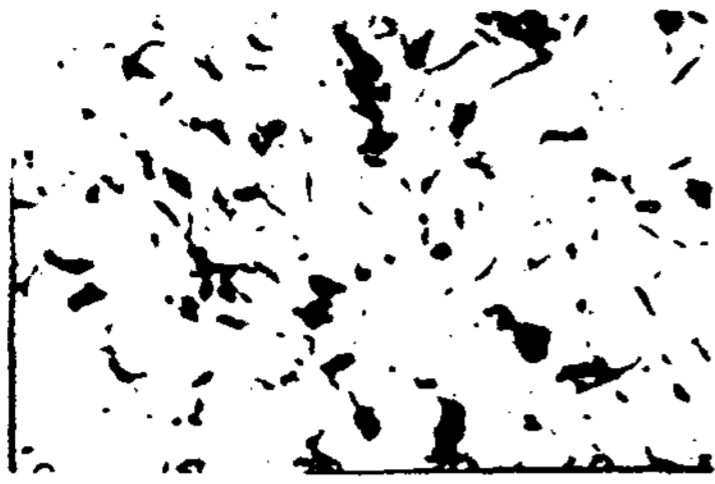


Photo8 Addition of 3% Chip Complete A type (100 ×)

4. 결 론

이상과 같은 실험에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 동일한 과열 온도에서도 주철 Chip이 첨가된 용탕은 1450 °C의 경우 과냉도에서 6~7°C의 차이가 생겼다.

2. 주철의 Chip화 경향은 과열온도 및 유지시간에 영향을 받으나 Chip 3% 첨가시 현저한 깊이 감소 효과를 가졌다.

3. 1400~1500 °C의 온도구간의 기계적성질의 변화에서 강도는 감소하나 경도 변화는 극소하다. 그러나 Chip 첨가와 함께 기계적성질은 향상되었다.

4. Chip 첨가에 의한 적절한 용탕의 처리로써 A Type 흑연을 얻으며 용탕의 이상화현상을 충분히 회복시킬 수 있었다.



〈關聯業界 消息〉

○ 韓國鑄造工業 協同組合

1. 日本地域 鑄物工場 見學

(1) 派遣團體: 京仁鑄物工團 小協同 組合

期 間: 1984年 5月 13日 ~ 21日 (9日)

人 員: 최 중목 단장외 20명

見學地域: 에의미 단지와 21개 공장

(2) 派遣團體: 釜山鑄物工團 推進 委員會

期 間: 1984年 5月 22日 ~ 5月 30日 (9日)

人 員: 조 승남 단장외 17명

見學地域: 日本地南 鑄物團地外 18개 工場

2. 釜山地域 鑄物工團 推進 委員會 決成

參 加 業 體: 63 個 業 體

規 模: 225,000 평

推 進 委 員 會: 趙 勝 男 (信一金屬 (주) 代表)

推 進 期 間: 1984年 ~ 1989年

○ 삼미종합특수강 (주) 대표자 변경

대표이사: 尹 稷相

○ 東國重機工業 (株) 주소 및 대표자 변경

변경주소: 경남창원시 신촌동 70번지 (행정구역 변경)

대표이사: 李 熙奎