

solid-HDDR 처리한 Nd-Fe-B-type 재료의 rigidity

부경대학교 강 성 중*, 권 해 응

RIGIDITY OF THE SOLID-HDDR TREATED Nd-Fe-B-TYPE MATERIAL

Pukyong National University S. J. KANG*, H. W. KWON

1. 서 론

영구자석 제조용으로 이용되는 Nd-Fe-B-type 합금은 산소와의 반응성이 대단히 큰 희토류 원소 Nd를 상당량 함유하고 있기 때문에 합금의 용해과정에서부터 자석의 제조에 이르는 전과정을 진공 또는 불활성 가스 분위기 중에서 시행해야 하며, 이에 따르는 제조장치의 복잡 및 process control 등의 어려움으로 인하여 Nd-Fe-B-type 자석의 생산성은 대단히 낮다. 따라서, Nd-Fe-B-type 영구자석 제조공정에서 분말의 제조 및 취금을 피할 수 있는 새로운 제조 process의 개발은 산업현장에서 오랫동안 요구되어 왔다. 분말의 제조 및 취금을 피할 수 있는 Nd-Fe-B-type 영구자석의 새로운 제조 process로서 가장 효과적인 방법은 주조자석 제조법이다. Nd-Fe-B-type 자성합금을 용해하고 필요한 형상으로 주조한 후 간단한 처리를 통해서 경자성을 부여할 수 있다면 주조자석의 실현은 가능하다. Nd-Fe-B-type 합금은 주조상태에서는 경자성을 갖지 못하는데, 이는 Nd-Fe-B-type 합금 중의 $Nd_2Fe_{14}B$ 결정립의 크기가 지나치게 조대하기 때문이다. 이러한 결정립의 조대화에 의한 경자성의 결여는 HDDR처리해서 결정립의 크기를 미세화하면 해결할 수 있다①. Nd-Fe-B-type 재료에 일반적인 HDDR process를 적용하면 재료는 파쇄되어 분말이 된다. 따라서, 주조자석이 실현되기 위해서는 HDDR처리 후에도 재료는 적절한 기계적 강도를 유지하고 있어야 한다(solid HDDR). 본 연구에서는 HDDR process variable들이 solid HDDR 처리한 Nd-Fe-B-type 재료의 rigidity에 미치는 영향을 체계적으로 조사하였다.

2. 실험방법

HDDR처리한 Nd-Fe-B-type 재료의 rigidity에 관한 연구에서 중요한 것은 HDDR 처리전 재료의 조직이 균일하여야 한다는 점이다. 이를 위해서 본 연구에서는 상용의 Nd-Fe-B-type 소결자석에 HDDR process를 적용하여 HDDR 처리후 rigidity를 조사하였다. 두께 4 mm, 직경 13 mm의 disk형 소결자석을 HDDR 장치내에 넣고 반응 chamber를 3×10^{-5} mbar의 진공으로 한후 약 100°C/min의 속도로 가열하였다. 가열도중 재료의 온도가 650 °C에 도달하였을때 수소가스를 도입하여 약 0.2 bar의 압력이 되도록 하였다. 수소가스 중에서 재료를 계속해서 가열하여 필요한 분해온도에 도달하면 소정 시간 동안 유지하여 분해를 일으킨다. 분해가 완료된 재료는 필요한 온도에서 분위기를 진공으로 변환시켜 탈가스 및 재결합을 유도한다. 분해 및 재결합 조건을 다양하게 변화시켜 HDDR 각단계의 조건이 최종 solid HDDR 처리한 재료의 rigidity에 미치는 영향을 조사하였다. solid HDDR

처리한 재료의 rigidity는 만능재료시험기를 이용하여 압축강도를 측정하여 조사하였다.

3. 실험결과

Fig. 1은 진공하에서 소결자석을 고온으로 가열하면서 650 °C에서 부터 수소를 도입해서 수소화시키고 800 °C에서 소정의 시간 유지한 후 급냉해서 재료를 분해 상태로 만들었을 때 분해시간에 따른 재료의 압축강도의 변화를 보여 주고 있다. 분해시간이 증가함에 따라 재료의 강도는 점차 증가하여 3 시간 이후에는 일정한 강도가 유지됨을 보여주고 있다.

Fig. 1. Variation of the compressive strength of the disproportionated material as a function of disproportionation time.

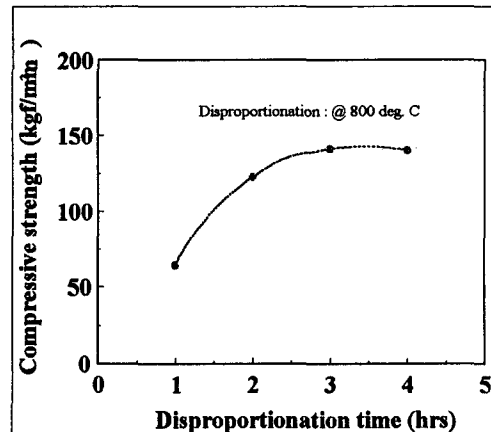
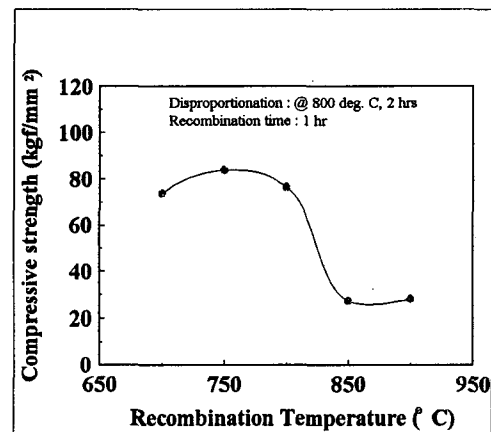


Fig. 2는 진공하에서 소결자석을 고온으로 가열하면서 650 °C에서 부터 수소를 도입해서 수소화시키고 800 °C에서 2 시간 유지해서 분해 시킨 후 분위기를 진공으로 전환하면서 여러 가지 온도에서 1 시간동안 재결합 시켰을 때 재결합 온도에 따른 재료의 압축강도의 변화를 보여 주고 있다. 재결합 온도가 800 °C 이하인 경우는 재료의 강도가 거의 일정하게 유지되나 재결합 온도가 더욱 상승하여 850 °C 이상이 되면 재료의 강도는 급격하게 감소하여 rigidity가 크게 저하됨을 보여 주고 있다.

Fig. 2. Variation of the compressive strength of the recombined material as a function of recombination temperature



4. 참고문헌

- ① X.J.Zhang P.J.McGuinness, and I.R.Harris, J. Appl. Phys. 69(8), 5838(1991)