

발전용 내열 부품 소재의 현황과 성형기술에 대한 고찰

차도진^{1#}, 송영석¹, 김동권¹

Forming Technology and Present Status of Heat Resistance Materials for Power Plant Parts

D. J. Cha, Y. S. Song, D. K. Kim

최근 국내외적으로 지구 온난화 방지를 위해 공해물질(CO₂, Sox, NO_x) 배출을 억제하려는 노력의 일환으로 포스트 교토의정서 비준과 엄격한 탄소세 부과가 있을 것으로 예상된다. 기존 설비의 효율 향상을 통해 연료사용량을 낮추고 공해물질 배출을 저감하는 것이 필요하다. 이를 위한 선진국 발전분야의 노력은 신재료가 채택된 고온 고압의 운전으로 고효율화 발전 설비 건설과 저효율 기존 발전설비의 개조로 나타나고 있다. 이를 가능하게 하는 전제 조건은 발전소용 핵심 부품의 고온 능력 최대화 및 대형화로 귀결된다. 즉, 화력발전소, 가스터빈을 이용한 복합화력발전소, 원자력 발전소 등의 고효율화를 위하여 적용되는 내열소재의 대형화 및 Near Net 고정밀 성형기술의 중요성이 크게 부각되고 있다.

발전용 내열 부품 소재가 적용되는 주요 부품은 보일러와 터빈부품 파트가 대부분이다. 보일러 부품의 경우는 튜브와 파이프의 형태로 사용되므로 압출이나 Seamless Welding 공법으로 제조된다. 이러한 보일러 부품소재는 발전소의 설계사에서 높은 신뢰성을 요구하므로 발전소용 주기기 공급업체는 보일러 내열 부품소재에 대한 다년간의 제조 및 공급 실적이 있는 독일의 V&M이나 일본의 Sumitomo사로부터 주로 구매하여 사용한다. 따라서 보일러 부품 소재의 경우, 국내에서는 주로 용접 등의 접합기술과 성형기술 그리고 운전 후 재질 특성평가에 중점적으로 연구개발해 오고 있는 실정이다.

터빈 부품의 경우는 화력발전소, 가스터빈, 원자력 발전소용 내열소재로 크게 나눌 수 있다. 화력발전소는 운전온도에 따라 SC(Super Critical), USC(Ultra Super Critical), HSC(High Ultra Super Critical)등으로 나눌 수 있다. 국내의 경우 현재 600℃ 이상급 USC소재의 경우 개발이 완료되어 상용화단계에 이르고 있으며 700℃급 HSC 부품은 주로 니켈기 초내열합금으로 구성되어 있기 때문에 대형진공용도로, 전극재용해기, 진공 재용해기, 대형 단조기, 특수 용접기 등을 이용한 제조기술 개발의 필요성이 대두되고 있다. 특히 증기 터빈 로터나 블레이드등의 단조공정 개발이 시급한 상황이다. 발전용 가스터빈의 경우 터빈입구 온도(TIT, Turbine Inlet Temperature)가 1100℃~1500℃이기 때문에 니켈기 초합금이 터빈 디스크나 스페이서, 로터 샤프트, 볼트등에 적용되고 있다. 터빈 디스크의 경우 항온단조나 HIP(Hot Isostatic Press), Near Net형 정밀형단조와 같은 공정 기술의 개발이 요구된다. 이러한 가스터빈용 부품 소재는 고온 강도가 우수한 내열합금과 초내열합금을 주로 사용하기 때문에 특화된 장비와 공정의 개발이 필요하다. 특히 초내열합금은 단조가능 온도구간이 협소하기 때문에 이에 대한 대책으로 항온단조와 고속단조가 주로 이용된다. 대형 가스터빈용 터빈 디스크나 로터 샤프트 부품은 대용량의 Open Die용 단조기 등을 이용하는 공정개발이 요구된다. 원자력용 발전소재의 경우 저압터빈 모노블락 로터에 적용되는 단조공정은 공정단순화와 제품의 대형화 기술을 통하여 높은 품질 신뢰성과 생산성을 확보하고자 하는 노력이 중대되고 있다.

발전용 내열 부품 소재의 성형을 위해서는 대용량 고기능 단조설비와 고도의 제조공정 기술이 활발하게 개발하는 노력이 있어야 향후 발전용 소재의 국내 산업경쟁력을 확보하는데 도움이 될 것으로 예측된다.

1. 두산중공업 기술연구원 소재기술개발팀
교신저자: 두산중공업, E-mail: dojin.cha@doosan.com