

에 의해 처음으로 고안된 연속주조공정은 기존의 잉곳(ingot)주조공정에 비하여 높은 생산성과 에너지절약 효과에 큰 잇점이 있기 때문에 1970년대 이후부터 연속주조법이 비약적으로 발전되어왔다. 제품 품질의 균일성 및 회수율 등에서 종래의 조괴법에 비하여 우수한 연속주조법은 설비 및 조업기술 등에서 많은 연구개발이 이루어져 소수의 특수용도를 제외하고 고합금강을 비롯한 거의 모든 강종을 생산할 수 있게 되었다. 또한 공정의 연속화라는 본래의 취지를 더욱 발전시키고 제품의 품질이 크게 향상됨에 따라 연속주편을 열간상태 그대로 압연 가열로에 장입시키거나 약간의 온도만 보상하여 가열로를 경유하지 않고 압연시키는 연주-압연 직결공정이 에너지 및 원가 절감 측면에서 전세계 제철소에 널리 보급되고 있다. 연주기는 제강공정에서 정련된 용강을 담고 있는 래들 및 래들을 지지하는 래들 터렛, 래들(ladle)로부터 용강을 공급받아 일시적으로 용강을 저장한 후 각 스트랜드(strand)로 분배하는 기능을 가진 턴디쉬(tundish)가 있다. 턴디쉬에서 주입된 용강을 일정한 형상으로 초기 응고시켜 주는 수냉 몰드, 미응고 주편으로부터 열을 빼앗아 응고를 완료시키면서 주편을 밴딩(bending) 혹은 스트라이터닝(straightening) 할 수 있는 롤과 스프레이 노즐로 구성된 2차 냉각대 그리고 주편 절단장치, 주편 이송 롤러 테이블, 냉각야드 등으로 구성되어 있다. 연주기는 턴디쉬 1대에 독립된 몰드 및 2차냉각대 등을 갖춘 다수의 스트랜드(strand)들로 이루어진 경우가 대부분이며 스트랜드 수는 주편의 크기 혹은 형상(슬래브, 붐, 빌렛, 라운드, 빔 블랭크등) 그리고 제강로의 크기를 나타내는 장입량(heat size)에 따라 달라진다. 근래 HDR(hot direct rolling)이 발전하면서 주조시간을 압연능력에 일치시키는 고속, 고능률 주조기술이 대두되고 있다. 제철설비를 위해서는 주편의 응고, 열전달, 벌징해석이 필수적으로 수반되어야 한다. 특히 최대 주속을 고려해 설계된 연주기의 경우는 슬래브 응고면에 수직하게 작용하는 철정압과 차중 및 연주라인의 굽힘부에 의한 힘으로 인해서 외측으로 팽창하는 벌징현상이 큰 문제가 된다. 이로 인한 내부결함 및 중심 편석은 슬래브의 내부 재질에 중대한 영향을 미친다.

연속주조과정에 있어 내부크랙은 고속 주조에 의해 생산성 향상을 저하시킨다. 내부크랙은 응고면에 인장변형률과 응력이 임계값을 초과 했을 때 발생한다. 주편의 벌징은 내부크랙의 원인이 되는 인장변형률의 발생에 주요한 역할을 한다. 특히 주속이 높을 때, 벌징에 의한 변형률은 응고층의 두께 감소와 주편의 표면온도 증가, 또는 롤 피치가 클 때 급격히 증가한다.

이러한 배경 하에서 본 논문은 3차원 모델을 이용하여 벌징해석과 내부크랙발생을 정확하게 해석하려고 하였다.

## 36. 디젤기관에 직결된 발전기의 비틀림진동에 관한 연구

기계공학과 이창훈  
지도교수 김의간

선박의 추진축계 비틀림진동에 대해서 상당히 많은 연구 결과가 보고되고 있지만 디젤기관 구동발전기 축계에 대해서는 거의 연구된 것이 없다. 이는 디젤기관 구동 발전기는 주기관과는 달리 일정회전수로 구동되므로 축계설계시 주기관과 같이 비틀림진동에 관한 영향을 심도있게 고려하지 않아도 별문제가 발생하지 않은 것에 기인한다. 그러나 기관의 출력 증가와 발전기의

컴팩트화 및 성능향상에 따라 디젤기관으로 구동되는 발전기 축계의 비틀림진동이 증가하고 있다. 이는 축계에 과도한 비틀림 부가응력을 유발하고 이로인해 축이 절손되는 사고도 발생하고 있다. 이에따라 디젤기관으로 구동되는 발전기 축계의 비틀림진동을 보다 정확하게 해석하고 안정성을 평가할 필요성이 증대하고 있다.

발전기 축계의 고유진동수는 축계를 등가진동계로 모델링하여 해석하는 것이 일반적이다. 발전기 축계는 긴 키이 홈을 갖는 회전자축을 가지고 있어 이의 강성계수를 등가계로 모델링하는 방법에 따라 고유진동수에 상당한 차이가 발생한다.

따라서 본 연구에서는 먼저 긴 키이 홈을 갖는 회전자축의 강성계수를 모델링하는 방법에 대해서 검토하고 이를 디젤기관에 직결된 발전기 축계에 적용하여 발전기 원동기의 전 운전영역에서 비틀림 자유진동 및 강제진동을 전달 매트릭스법으로 해석하고자한다. 발전기 축계의 비틀림 강제진동의 측정은 무부하 상태에서 이루어지므로 디젤기관의 기진력 관점에서 비틀림 강제진동을 해석하였으며, 해석결과 디젤기관의 기진력은 연속최대부하의 15%가 됨을 확인하였다. 그리고 크랭크축 선단에서 측정된 비틀림 진동진폭을 절점에 해당하는 비틀림 부가응력으로 평가하는 방법을 제시하였다. 측정결과와 해석결과와의 비교 검토를 통하여 본 연구에서 사용한 전산프로그램의 신뢰성을 확인하였다.

### 37. 10자유도 이족보행로봇의 개발 및 운동식의 모델링

기계공학과 이 호 식  
지도교수 최 형 식

60년대 후반부터 이족보행로봇에 대한 많은 연구들이 수행되어 왔지만, 개발 속도는 관심과 투자 시간에 비하여 매우 느린 편이었다. 여러 이유들이 있겠지만, 이들 중 하나는 현재까지 개발된 보행을 수행하기 위한 구동관절이 인간의 관절에 비하여 토크가 매우 약하다는 것이다. 이들의 각 관절은 모터로 구동하는 구조로 되어있어서 보행 시에는 회전 관절들로 구성된 한 다리로 자체 하중과 상부의 하중을 지탱해야 하므로 로봇의 크기가 커질수록 관절에 작용하는 토크가 커진다. 그리고 로봇의 보행 시에 안정성을 유지하기 위해서는 여러 가지 제약조건이 존재하여서 이를 만족시키기 위해서는 큰 토크의 변화율이 요구된다. 또한, 이족 보행 로봇은 이동시스템이므로 자체에 동력원을 탑재하게 되는데 이것이 부가적인 구동부하로 작용한다. 대부분의 이족보행로봇은 감속기를 채용한 모터를 직접 회전 관절에 부착하는 구조로 되어있다. 이 방법은 구동모터의 구동토크 한계와 감속기의 강성의 한계로 로봇의 크기에 제한을 둘 수밖에 없는 구조적 한계점을 가지고 있다.

본 논문에서는 이러한 한계점을 극복하기 위하여 고 강성의 높은 기어비를 갖는 볼 나사를 사용하여 새로운 구조의 인체형 10자유도 이족 보행로봇을 개발하였다. 구동형태는 사절 링크구조에 볼나사를 채용하여 회전링크의 한 변을 볼나사를 사용하여 직선운동으로 대체한다. 직선운동은 서로 연결된 다른 링크의 회전각을 변환시키고 궁극적으로 로봇 다리의 회전축을 구동한다. 이 다리 두 개를 조합하면 이족보행로봇의 본체가 된다. 로봇의 본체는 자립형(Autonomous type)으로 개발하고 각 다리에 Pitch 축 3개와 Roll 축 1개씩 8자유도로 구성하고 균형관절을