압연기 mill housing의 강도 및 피로해석

산업과학기술연구소 *최 광 장 인화
엄 호섭 이 창희

1. 서 언

최근 국내 철강업계에서는 설비 노후화 및 합리화 계획에 의하여 설비의 보수와 신설이 매우 활발하게 이루어지고 있다. 본 연구에서는 후판압연기중 가동기간이 매우 오래된 압연기 및 새로운 압연기술인 TMCP강 및 고급강 생산의 증대로 부하가 커지고 있는 압연기의 mill housing을 대상으로 현장측정 및 강도해석을 수행하고,그 수명연장 대책에 대하여 살펴보았다.

2. 압연기 mill housing의 안전도평가

Fig.1에 안전도 평가의 흐름도를 나타내고있다. 우선 기준설정을 위하여 후판 압연기의 mill housing에 대하여 2차원 요소 및 3차원 요소를 사용하여 해석을 수행하였으며, 이 해석을 기반으로 응력이 크게 작용되는 부위에 대하여서는 다시 상세해석을 수행하였다. 해석에는 상용 유한요소 code인 MARC 및 ABAQUS를 사용하였으며, modeling을 위한 pre/post processor는 MENTAT 및 PATRAN을 사용하였다.

해석은 압연기 mill housing의 대칭성을 이용하여 1/2 부분에 대하여 수행하였다. Fig.2에는 3 차원 solid 요소를 사용하여 요소를 분할한 형상을 나타내고있다. 응력집중이 예상되는 상부 post corner 및 nut hole등에 대하여서는 요소를 작게 분할하여 상세한 검토를 하였다. 상부의 nut hole shoulder corner부위 및 상부 post corner부에서 높은 응력이 작용되고있음을 알 수 있었다.

해석의 타당성을 검토하고,조업중의 동적인 부하 특성을 살펴보기 위하여 mill housing에 strain gage를 부착한 후 장시간에 걸쳐 계측을 수행한 결과 상기 3차원 model과 잘 일치하고 있었다. 해석결과 nut hole 부분에 큰 응력이 작용하고있어 상세한 검토가 필요하므로, 이 부분에 대하여서는 축대칭요소를 사용하여 해석을 수행하였다. 해석결과 압연력을 지탱하는 nut hole 의 shoulder corner부에 있어서 최대응력이 24.45 kg/mm2(Von Mises)으로 나타남을 알수있었다.

3. 설계 변경

압연기 mill housing에는 일반적으로 기계구조용강인 SC450이 사용되고 있으며,SC450의 경우 내부결함에 따라 피로강도의 큰 차이가 있기는하지만 외국의 파손사례를 검토하여 본 연구에서는 피로허용응력을 15KG/MM2로 설정하였다. 이 기준에 의하면
nut hole의 shoulder corner 부 응력은 이 설정기준을 초과하므로 피로균열의 발생가능성이 있다고 할 수 있다. Nut hole shoulder corner의 응력을 감소하기위한 설계보완은 현장에서의 작업조건을 감안하여 nut hole의 크기는 변경하지않고 현재 사용하는 부품을 그대로 유용할 수있는 범위안에서 corner부의 반경을 변화하면서 검토하였다. 설계 보완 검증 계산에 사용한 형상은 Fig.3과 같으며, 반경(r)을 30에서 90 mm까지 10 mm 간격으로 변화시켜가면서 7 가지 형상에 대하여 계산을 수행하였다. 반경 80,90 mm에서는 각각 14.65, 14.15Kg/mm2으로 나타나 설정 기준을 초과하지 않고 있으므로 반경 80 mm 이상으로 하는 경우에 있어서 안전하다고 할 수 있다. 이러한 가공을 하는 경우에 있어 표면에 주조 결함이 없어야하며 결함이 있는 경우 피로 균열의 발생의 기점이 될 수 있으므로 세심한 주의가 필요하다.

참고문헌

1) R.M. Guo : Stress analysis and life expectancy of rolling mill housings. Iron and Steel Engineer 1992, 8 pp 45 - 53

2) 日本 鐵鋼 協會 : わか國における 最近の 厚板 製造技術の 進歩 1984

3) N.L.Keller : Vibration analysis of stand F2 of wheeling Pittsburgh's 80-in. hot strip mill Iron and Steel Engineer 1990.May pp 17 - 22

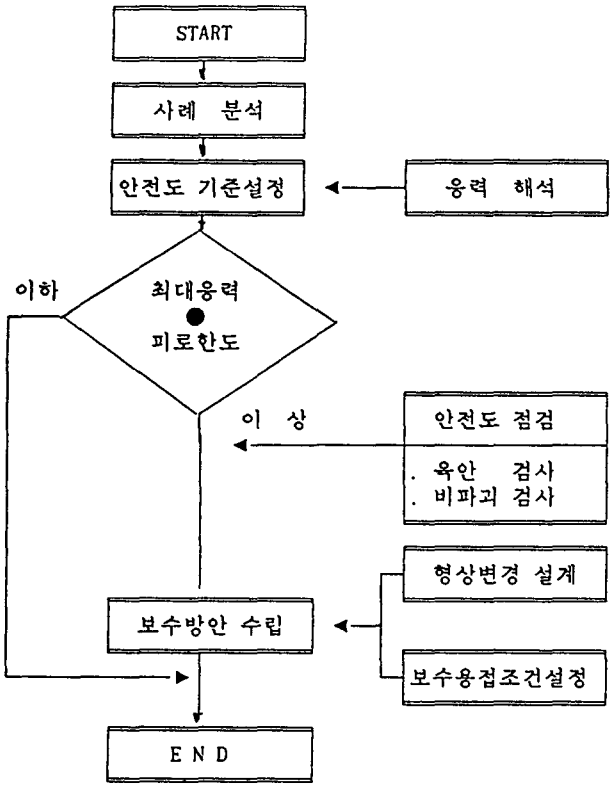

Fig. 1 안전도 평가의 흐름도

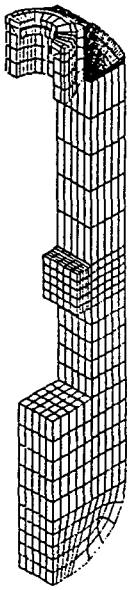

Fig.2 Analysis model

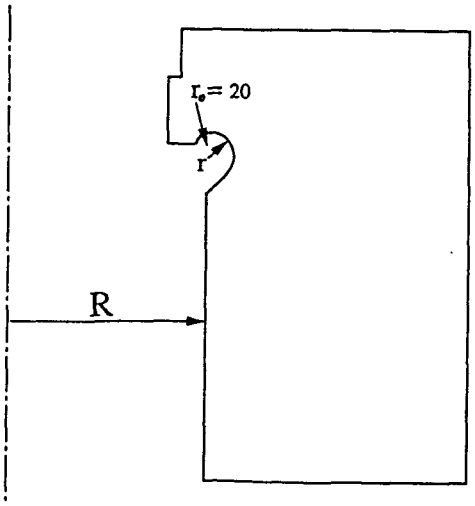

Fig.3 Relief groove형상