

技術資料

Francis 수차의 주조방안

양 봉 혼

Casting Design of Francis Runner Casting

B. H. Yang

1. 서론

수력발전의 주요 터빈부품으로서의 Francis 수차 주강품은 당사에서 1984년 부터 제작하기 시작하여 국산화에 성공한 제품으로서 필요한 기계적 성질, 내식성 및 우수한 용접성을 얻기 위해 재질은 주로 Ni을 2~5% 함유하는 마르텐사이트계 스텐레스강이며, 형상이 복잡하여 주조방안은 제품의 품질에 절대적인 영향을 미친다. 본고에서는 당사에서 그 동안 제작했던 경험을 통해 수립하고 있는 주조방안을 소개코자 한다.

2. 방안설계의 실제

2.1 방안개요(주조방안 개략도)

주조방안은 위 그림과 같이 crown상면과 band 외각 상부에 압탕을 설치하고 용강이 band 내경부와 맨압탕 밑으로부터 주입되도록 탕도를 설계한다.

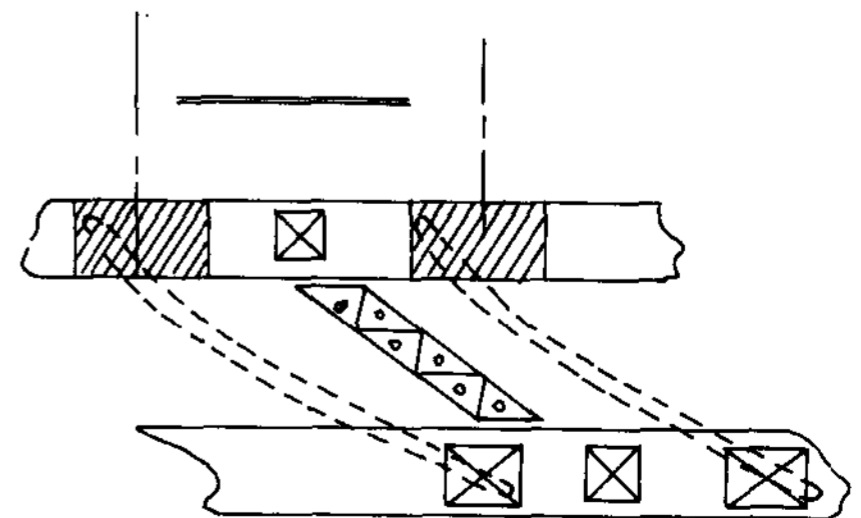
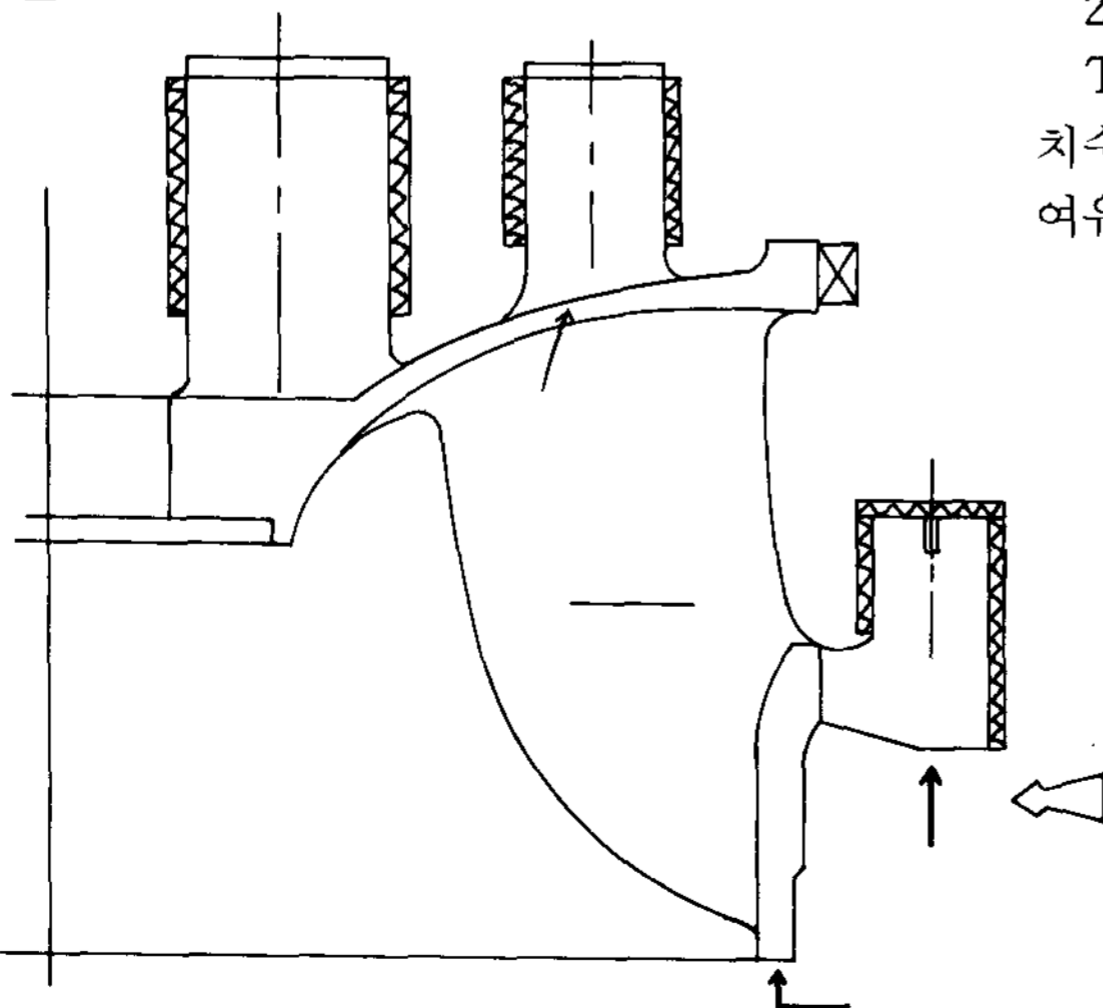
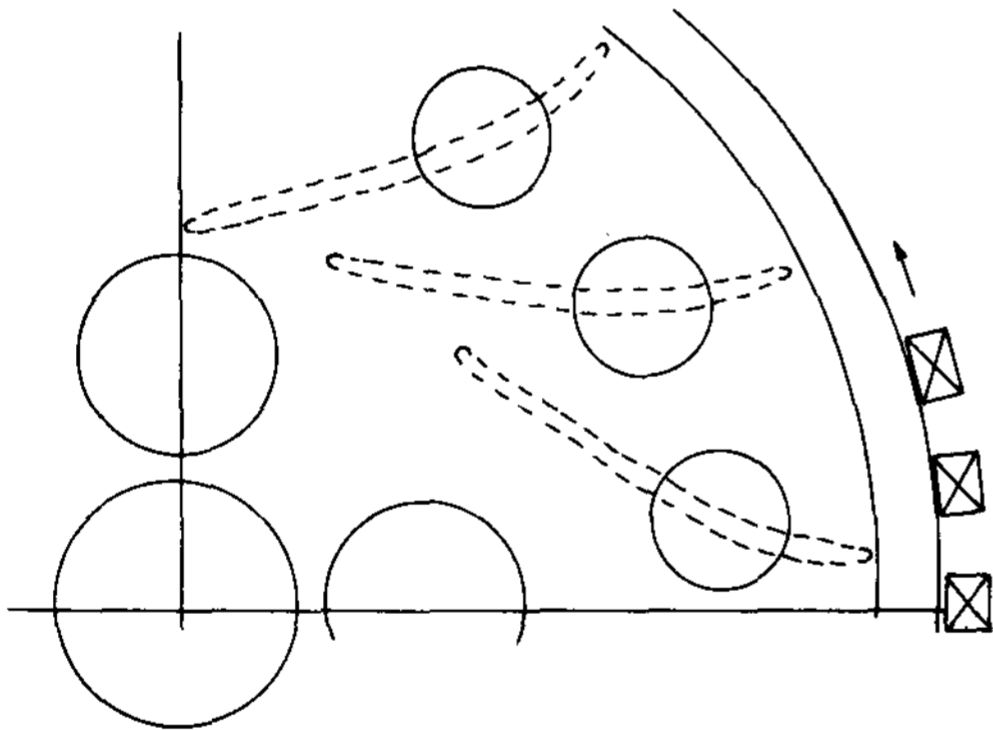
2.2 항목별 방안 설계

2.2.1 수축율

주강품의 경우 재질에 따라 정해지는 기본적인 이론상의 수축율이 있기는 하나, 제품의 형상과 압탕 위치 등에 따라 동일한 제품에 대해서도 부위별로 달라진다. 본 제품의 경우 당사의 경험으로는 부위별로 12/1,000(band부)에서 25/1,000(crown부)까지의 편차를 보여주고 있는데, 주조작업후 연마로써 형상 및 치수를 만족시켜야 하는 vane 부에 중점을 두어 수축율은 일률적으로 15/1,000를 적용하고 오차 발생 부위는 덧살이나 가공여유의 증감으로 보정해 준다.

2.2.2 가공여유 및 덧살

Template을 사용하여 연마작업을 통해 형상과 치수를 맞춰야 하는 까다로운 제품이라서 적절한 여유를 주는 것은 매우 중요한 일로서 무엇보다도



구조후 추가로 육성 용접하는 일이 생기지 않도록 유의해야 한다.

상·하면과 내·외주면은 부위별 실 수축율과 일괄 적용 수축율의 차이와 최소 가공여유량 등을 감안하여 가공여유를 줘야 하는데 상면의 경우에는 위로 뜨게되는 불순물을 제거할 수 있도록 여유를 좀 더 준다.

가장 까다롭고 중요한 곳은 vane부로서, vane 과 붙어있는 crown 및 band부의 수축율이 서로 크게 다름으로 인해 응고 및 열처리시 vane의 변형이 크기 때문에 많은 제작 경험 자료를 토대로 적절한 덧살을 붙여야 한다. Vane부에 대한 덧살은 vane형상을 검사하는 방법에 따라 두가지로 나누어지는데 Vane의 입·출구단은 위치에 따라 7~17mm의 덧살을 준다. vane전면을 검사할 때는 Vane의 FACE면은 10mm/면, BACK면은 5mm/면의 덧살을 주고 입·출구단은 위치에 따라 7~17mm의 덧살을 준다. Face와 Back면의 기본 덧살량이 다른 이유는 일괄 적용 수축율이 vane부의 실제 수축율보다 작은데 기인하다.

덧살 또는 추가여유가 필요한 또 다른 곳은 bolting flange 밑면, crown 밑면과 Band 내면으로서 각각 압탕절단및 열처리시의 변형, distributor 중심선 이동 여유및 수축율 차이 보정을 위해 5mm, 3mm 및 5~10mm씩의 여유량이 필요하다.

2.2.3 Chill 및 Cooling FIN(RIB)

Vane의 Crown 및 Band와의 교차부는 우선 R을 75~80mm 정도를 키워주고 두께 20mm이상의 RIB를 vane 양면에 지그재그로 붙여서 Hot Tear와 내부 수축공결함을 방지토록 한다. 주위 여건을 감안하여 때로는 chill을 붙여주는 편이 좋을 수도 있으나 vane 입구단과 crown 교차부에는 항상 chill을 부착시켜 균열결함을 예방한다.

Band 외주면에는 vane과의 교차부 사이사이에 chill을 설치하여 방향성 응고를 촉진시킨다.

2.2.4 압탕

주압탕으로서 상부의 개방압탕은 bolting flange

상부를 주로 cover하면서 vane 과의 교차부가 있는 crown 일부를 덮게 되는데, rine type의 Total Riser를 쓰는 편이 불순물 처리와 교차부 cover에 유리하며 개별압탕을 쓰면 압탕량을 줄일 수가 있는데 대체로 전자를 채택한다.

또 하나의 상부압탕은 crown의 상부 wearing ring 부에 설치되는데 vane과의 교차부 상에 위치하게 되므로 압탕의 수량은 vane 갯수와 같아지게 된다.

Band 외각 상부의 맹압탕은 vane과의 교차부에 위치하며 vane의 약 1/3과 band 부의 수축을 보상해 준다.

압탕의 크기에 대해서는 먼저 응고 계수를 이용하여 필요한 수치를 산출한 후 제품 수축량을 충분히 보상해 줄 수 있는지를 확인하여 결정해야 한다.

2.2.5 기타 검토 사항

본 재질은 액화온도가 1,495℃이며 고화온도가 1,370℃로서 주입은 1,555℃를 목표온도로 하여 1,545℃~1,575℃ 사이에 실시함이 좋다. 또, bolting flage와 crown의 중간부에 vent hole이 있기 마련인데 대개 비스듬하게 뚫려야하기 때문에 가공에 많은 시간을 소요하게 하므로 중차처리함이 좋으나 조형작업시 합형이나 위치문제로 중차처리가 곤란할 때는 메워서 나중에 가공토록 한다.

3. 맺는 말

Franeia 수차의 구조방안 개요는 각 회사들마다 같으나 vane 부에 주게 되는 덧살의 양, 방법 및 변형대책과 bane 부위의 처리 및 맹압탕 위치에 있어서 조금씩의 차이가 있는데, 본고에서 소개한 방안은 당사의 경험을 통해 수립된 것으로 현재 미해결된 vane 부의 표면결함과 band부의 내부 수축공결함을 최소화시키기 위해 곧 도입예정인 컴퓨터를 이용한 3차원 응고 시뮬레이션 기법활용등의 다각적이고 지속적인 개선 노력이 필요하다.