

# LNG선용 INVAR강재 Lap용접부의 피로강도 검토

대우조선공업(주) 한 명 수\*

한 중 만

한 용 섭

## 1. 서 론

GT Membrane방식 LNG선의 화물격납설비는 INVAR강(36% Ni강)을 저항 Seam용접 또는 TIG용접한 1,2차 Membrane에 의해 구성된다. 이러한 GT방식 LNG선은 국내에서 아직 건조실적이 없음은 물론이고 IGC 에서 요구하는 각종 안전성평가를 위해 필요한 재료 및 용접부특성 등의 기초자료도 전무한 실정이다.

본 연구는 Membrane건조에 적용되는 이음방법중 구조적으로 가장 취약한 부분의 이음에 적용되며 그 피로강도도 다른 이음방법에 의한 것에 비해 가장 낮다고 알려져 있는 TIG Lap이음부의 피로강도를 검토하여 Membrane의 피로안전성 평가시 필요한 기초자료를 얻기 위해 수행하였다.

## 2. 실험 방법

실험에 사용한 INVAR강의 두께는 0.7 mm 및 1.5 mm였다.

INVAR Lap 시험편의 용접시 적용한 수동 TIG 용접조건을 Table 1에 나타내었다.

실험은 실온의 공기중에서 행해졌으며 피로시험시의 응력파형은 Sine파형, 응력비는  $R=0$ , 하중속도는 20-25 Hz로 하였다.

## 3. 실험 결과

### 3.1 모재의 피로강도

Fig.1은 1.5 mm 두께의 INVAR강 모재의 피로시험 결과를 나타낸 것이다. 실험조건내에서 얻어진 1.5mm INVAR강 모재의 피로한도는 약 295 MPA(응력범위)이었다. 또한 그림중에 본 실험결과로부터 얻어진 모재(1.5<sup>th</sup>)의 5% 파괴확률 피로설계곡선도 함께 나타내었다.

Fig.2는 모재에 대한 본 실험결과를 타 연구결과와 비교하여 나타낸 것이다. 그림으로부터 두 결과사이에는 거의 차가 없음을 알 수 있다.

### 3.2 INVAR Lap이음부의 피로특성

Fig.3은 1.5/0.7 수동 TIG Lap이음 시험편의 피로강도선도를 0.7mm인 Lap하부이음부에 부하되는 응력을 공칭응력으로 하여 나타낸 것이다. 또한 그림에는 타 연구결과도 함께 나타나 있다. 그림으로부터 알 수 있는 바와 같이 타 연구결과와는 이산성이 크기는 하지만 정성적으로 본 연구결과와 유사한 거동을 나타내고 있다.

Fig.4는 1.5/0.7 및 1.5/1.5 수동 TIG Lap이음 시험편의 피로강도선도를 1.5mm인 Lap 상부 이음부에 대한 응력을 공칭응력으로 취하여 나타낸 것이다. 1.5/1.5의 실험결과들은 양대수좌표 상에서 직선근사하기 어려움을 알 수 있다. 한편 시험편의 최종파단위치는 1.5/0.7의 경우 모두 Lap Toe부였고 1.5/1.5의 경우 모두 Lap Throat부였다.

일반적으로 Fillet용접부에서의 파단발생위치는 Fillet Toe부 부재에 작용하는 응력집중 및 극부응력진폭과 Fillet Throat부에서의 응력집중 및 극부응력진폭등에 의해 결정되며, 더욱이 Lap이음부의 경우에는 이음부재간의 두께차 및 Lap에 의한 편심량등에 의해서도 영향을 받는다. 따라서 이러한 복합적인 상호작용으로 인해 양 시험편에서의 파단위치의 상이가 발생한 것이라 생각된다.

#### 4. 결 론

1. INVAR강 소재의 피로시험결과는 이전의 연구결과와 거의 일치하였다.
2. INVAR 수동TIG Lap이음부의 피로거동은 이음부재의 치수변화에 따라 다른 양상으로 되었다.

Table 1 Welding condition of INVAR

		Current (A)	Speed (mm/min.)
Manual	1.5/0.7	25	85
TIG	1.5/1.5	45	90

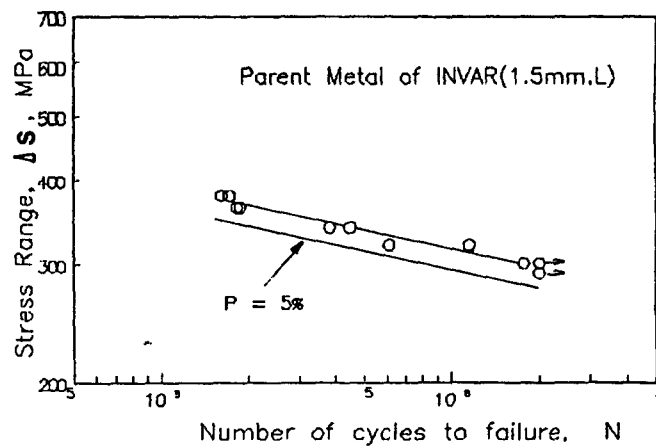


Fig.1 Fatigue diagram of INVAR

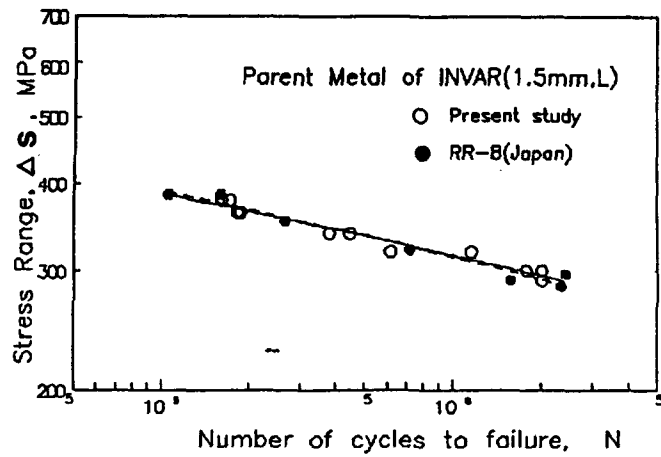


Fig.2 Comparison of fatigue behavior

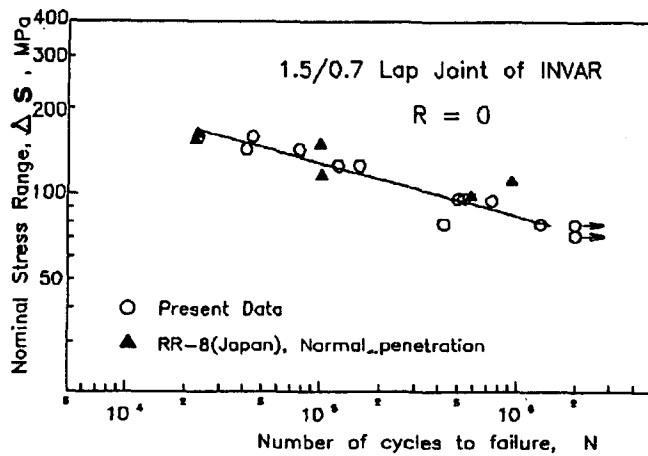


Fig.3 S-N diagram of 1.5/0.7 lap joint

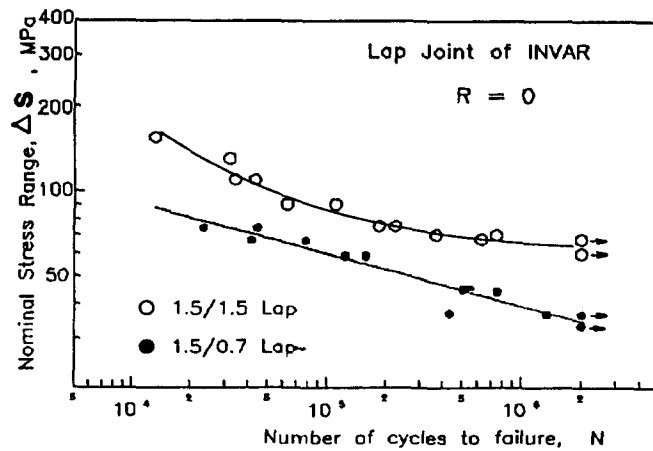


Fig.4 S-N diagram of lap joints