

# 공용중 보수용접에 의한 용접부의 응력 및 변형의 거동(I)

## Behavior of Stress and Deformation Generated by Repair Welding under the Loading(I)

장 경호, 이 상형

중앙대학교 공과대학 건설환경공학과, 중앙대학교 대학원 토목공학과

### 1. 서론

최근 강교량이나 선박과 같은 용접구조물에 있어서 여러 가지 환경요인에 의해 균열 등의 문제가 다수 발생하고 있다. 이들 문제를 해결하는 방법으로서 용접에 의한 보수·보강법이 널리 쓰이고 있다. 그러나 작업중 용접열에 의한 구조물의 일시적 강성저하 및 새로운 잔류응력의 발생은 구조물의 안정성 및 내하력 측면에서 그 신뢰성이 확립되어 있지 않은 것이 사실이다. 이로 인해 보수·보강 용접시에는 교통 통제 등 여러 형태로 하중을 경감시키는 작업들이 행해지고 있다. 이러한 현실에서 복잡한 하중이 작용하는 상태에서의 용접에 의한 보수·보강 공법의 확립은 매우 중요하다.

본 연구에서는 인장력 작용하에서 부재에 발생한 균열의 보수용접 상태를 상정하여 3차원 탄소성 해석을 수행하고, 그 결과를 토대로하여 부재에 생기는 변형 및 응력의 거동을 검토함으로써 실제의 복잡한 하중이 작용하는 상태에서 용접 구조물의 보수 용접중 안전성 및 보수 용접후 내하력에 대한 신뢰성을 판단하기 위한 기초적 자료의 축적을 기하고자 하였다.

### 2. 해석조건

#### 2.1 해석모델과 용접조건 및 하중조건

본 연구에 사용되어진 해석 모델은 Fig 1.에 나타낸 것과 같다.  $1200\text{mm} \times 240\text{mm} \times 6\text{mm}$  크기의 평면 플레이트에 Type I, Type II 및 Type III의 각각 20, 40, 60mm 크기의 균열을 상정하여 입열량  $Q = 1200(J/mm)$ , 용접속도  $v = 6(mm/s)$ 로 보수 용접하는 것으로 하였다. 또한 3차원 탄소성 해석은 재료의 물리정수 및 기계적 제성질의 온도 의존성을 고려하였다.<sup>(1,2)</sup> 하중은 용접선 직각방향(y방향)으로 제하하는 것으로 하였다.

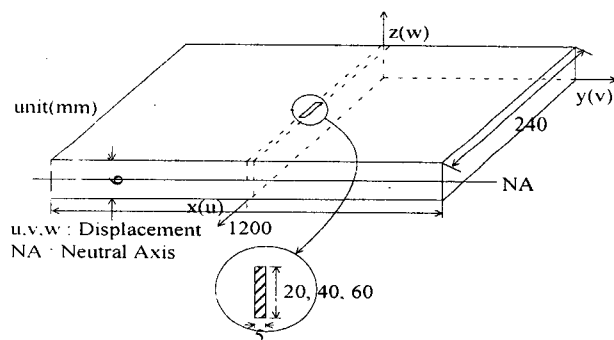


Fig 1. Repair Welding Model

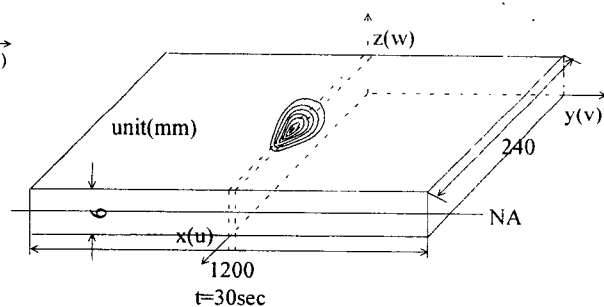
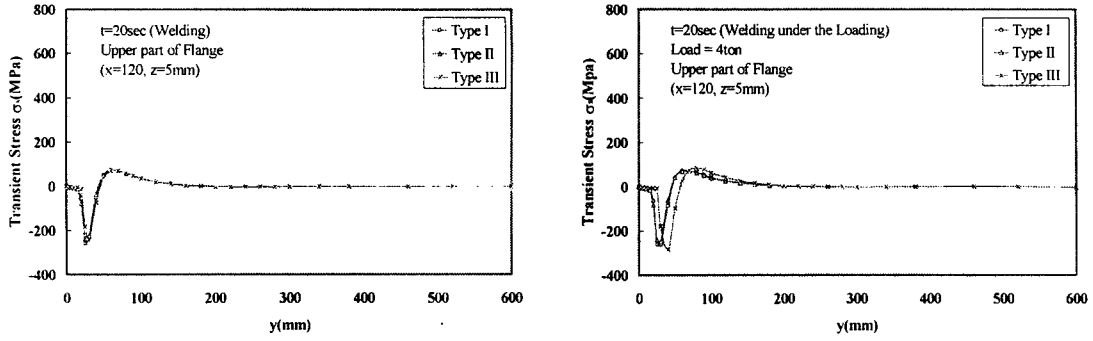


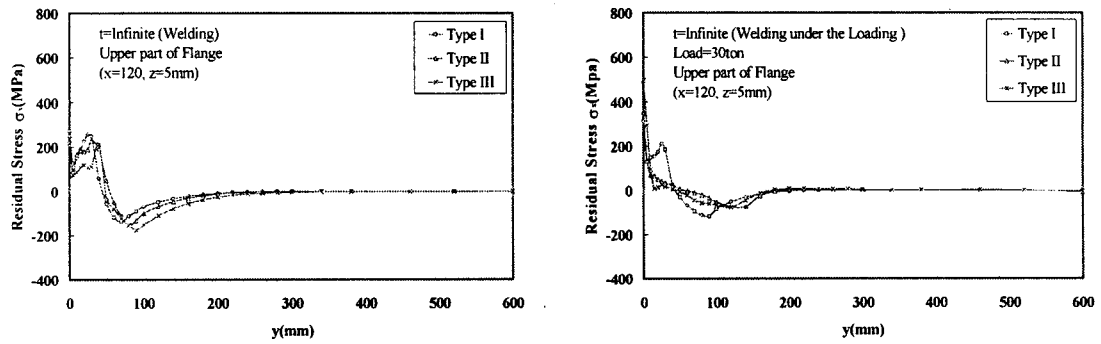
Fig 2. Temperature Contour

## 2.2 온도분포

3차원 비정상 열전도 해석을 상기와 같은 조건하에서 수행하여 온도이력을 구하였으며, 그 결과 중 한 예를 Fig 2.에 나타내었다. 여기서  $t$ 는 용접이 진행된 시간을 나타낸다.



(a) Transient Stress



(b) Residual Stress

Fig 3. Stress

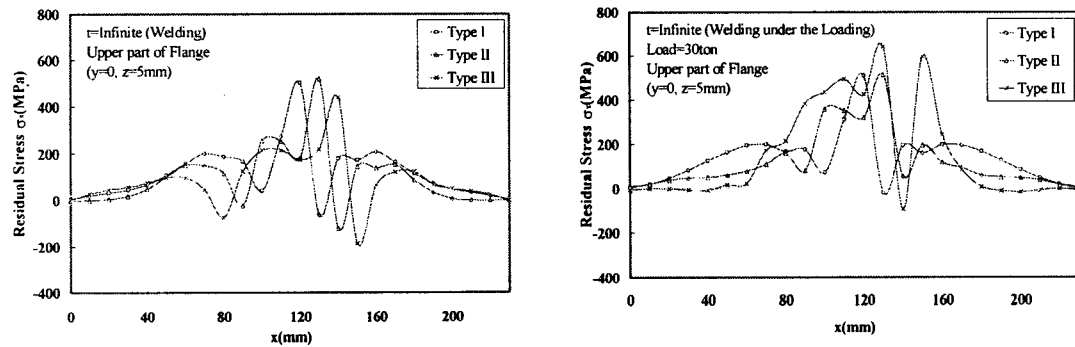


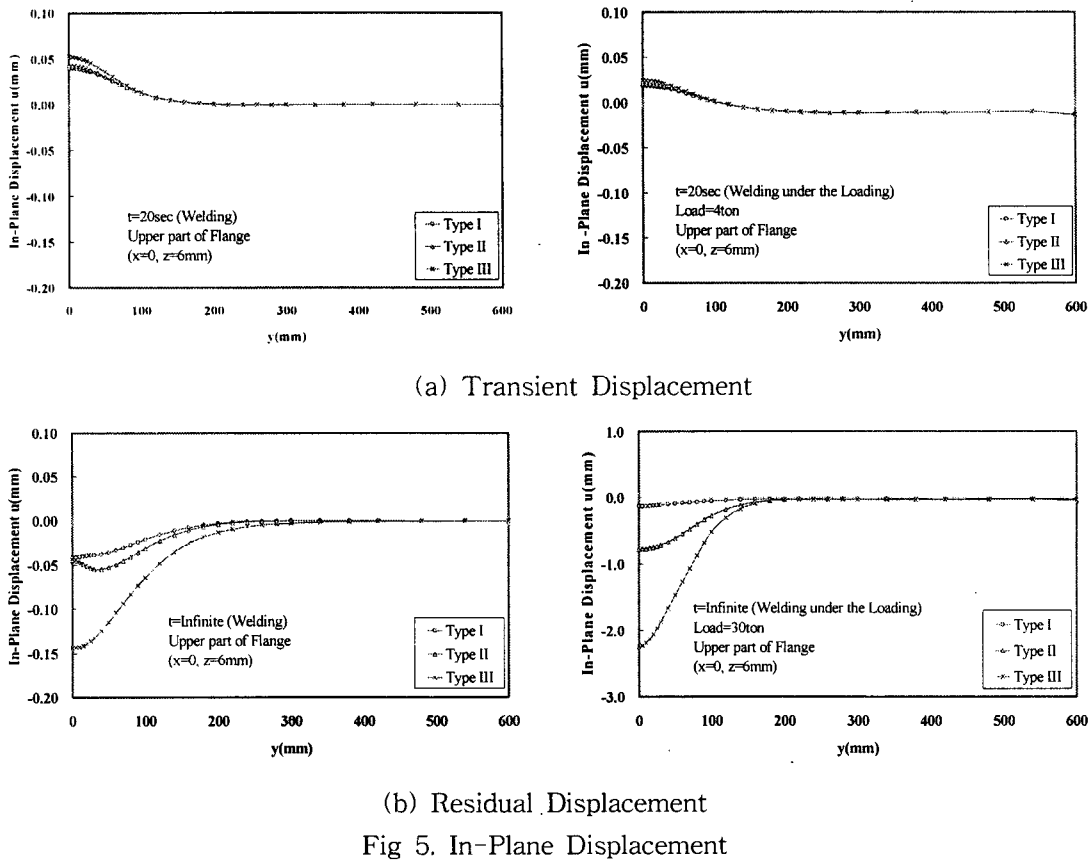
Fig 4. Residual Stress

### 3. 응력

플렌지 상단 ( $x=120, z=5\text{mm}$ )의 균열 크기에 따른 용접선 직각방향의 과도 및 잔류 응력은 Fig 3에 나타내었다. 또한, 플렌지 상단 ( $y=0, z=5\text{mm}$ )의 균열 크기에 따른 용접선 방향의 잔류응력을 Fig 4에 나타내었다. Fig 3.(a)는 보수 용접 시간  $t=20(\text{sec})$ 에서의 과도 응력이며 Fig 3.(b)는 잔류 응력을 나타내고 있다. 인장력 제하시 용접부의 잔류응력은 용접만 했을 때의 생기는 잔류응력보다 더 크다. Fig 4에 보이는 용접선 방향의 용접에 의한 잔류응력은 용접선 끝에서 가장 크게 나타나고 있고, 하중제하시 용접부의 잔류응력은 최대치가 용접선 중앙부로 이동하는 경향을 띄고 있다. 이것은 하중제하시 응력이 중앙부에 생기기 때문이다.

### 3. 변형

해석에 사용된 균열을 가진 평판의 보수 용접에 의한 변형은 면내 변형에 주목하였다.



#### 3.1 면내변형

플렌지 상단 ( $x=0\text{mm}, z=6\text{mm}$ )의 균열 크기에 따른 과도 및 잔류 면내변위 ( $u$ )는 Fig 5에 나타낸 것과 같다. Fig 5.(a)는 과도상태 ( $t=20\text{sec}$ )에서의 과도 면내변위를 Fig 5.(b)는 잔류 면내변위

를 나타내고 있다. 면내변위의 크기는 보수 용접선 길이가 큰(Type III > Type II > Type I) 순으로 크다. Fig 5.(a)에 보이는 과도 면내변위는 용접선과 일치하는 중앙부가 약간 팽창한다. 이것은 용접 열 팽창으로 인해 팽창하는 현상이 나타나고 있음을 알 수 있다. 하중제하시의 과도 면내 팽창 변위는 용접만 했을 때의 과도 면내변위의 팽창량 보다 작다. 또한 Fig 5.(b)에 보이는 잔류 면내변위는 보수 용접선 길이가 큰(Type III > Type II > Type I) 순으로 크다. 이것은 용접선길이에 따라 열수축량이 차이가 있기 때문이다. 그리고 하중제하시 잔류 면내 수축 변위는 용접만 했을 때 보다 더 크다. 이것은 하중제하시 용접부의 강성저하에 의해 수축량이 커진 것으로 사료된다.

## 5. 결론

본 연구에서는 인장력 작용하에서 보수용접시 용접부의 응력 및 변형의 거동을 파악하였다. 주요 결과는 다음과 같다.

- (1) 인장력 제하시 용접부의 잔류응력은 용접만 했을 때 생기는 잔류응력보다 더 크다.
- (2) 면내변위의 크기는 보수 용접선 길이가 큰(Type III > Type II > Type I) 순으로 크다.
- (3) 인장력 제하시의 과도 면내 팽창 변위는 용접만 했을 때보다 작다.
- (4) 인장력 제하시의 잔류 면내 수축 변위는 용접만 했을 때보다 더 크다.

## 6. 참고문헌

- (1) 장경호 : 필렛 용접에서 생기는 변형 및 잔류응력에 끼치는 용접 제조건의 영향, 대한토목학회 구조위원회 학술발표회 논문집, (1999),pp.1-9.
- (2) Y.C.Kim, K.H. Chang, and K. Horikawa: Production Mechanism of Out-of-Plane Deformation in Fillet Welding, Trans.of JWRI,27-2(1998),pp.107-113