

이종강재 맞대기 용접에 따른 용접부의 잔류응력 특징

Characteristics of Residual Stress Generated by Groove Welding in different kind steels

장 경 호, 이 진 형

중앙대학교 공과대학 건설환경공학과, 중앙대학교 대학원 토목공학과

1. 서론

최근 강구조물의 초고층·장스팬화와 더불어 고성능·고강도 강재의 개발이 요구되어 추진되고 있다. 또한 구조물의 경량화 및 경제성을 목적으로 고강도 강재와 일반 구조용 강재를 접합해서 사용할 필요가 있다⁽¹⁾. 그러나 이러한 이종강재를 구조물에 적용하기 위해서는 이종강재 접합부의 역학적 특성을 명확히 해야 한다.

본 연구에서는 용접구조용 강재(SWS490, SWS520, SWS570)와 일반 구조용 강재인 SS400의 이종강재를 접합하는 것으로 상정하여, 이를 맞대기 용접했을 때 접합부의 잔류응력 특성을 3차원 열탄소성해석을 통해서 해석하였다. 그리고 그 결과를 토대로 하여 이종강재 접합부의 잔류응력 특성을 명확히 하였다.

2. 해석조건

2.1 해석모델과 용접조건

본 연구에 사용된 해석 모델은 Fig 1.에 나타낸 것과 같다. SS400과 용접구조용강재(SWS490, SWS520, SWS570)를 500mm×1000mm×7mm 크기의 두 평면 플레이트를 입열량 $Q = 1200(J/mm)$, 용접속도 $v = 6(mm/s)$ 로 1pass 용접하는 것으로 하였다. 또한 3차원 탄소성 해석은 재료의 물리정수⁽²⁾ 및 기계적 제성질의 온도 의존성을 고려하였다. 온도변화에 따른 강재의 기계적 제성질⁽³⁾은 Fig 2.에 나타내었다.

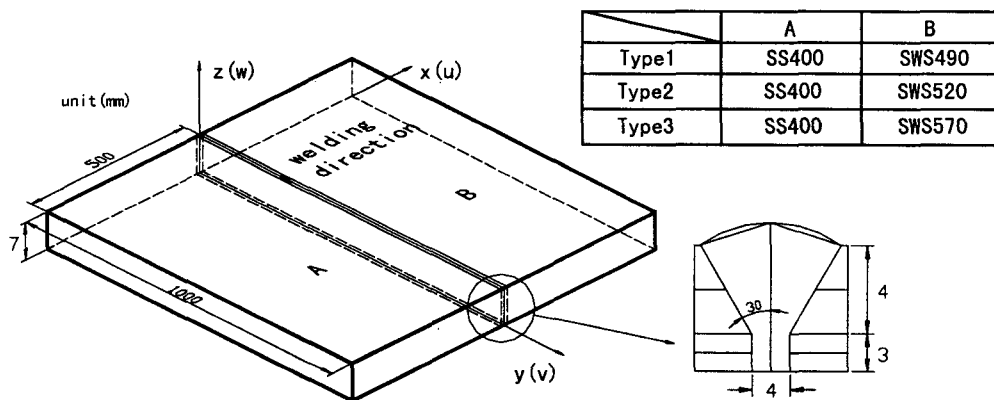


Fig 1. Welding Model

2.2 온도분포

3차원 비정상 열전도 해석을 상기와 같은 조건하에서 수행하여 온도이력을 구하였으며, 시간 (t)에 따른 온도분포의 한 예를 Fig 3.에 나타내었다.

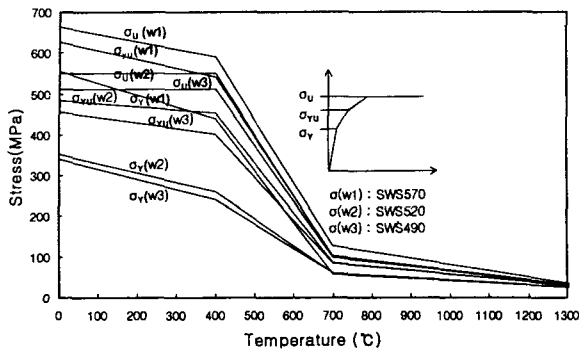


Fig 2. 강재의 기계적 세성질

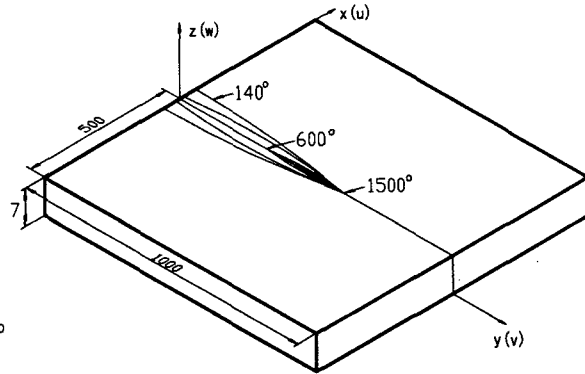


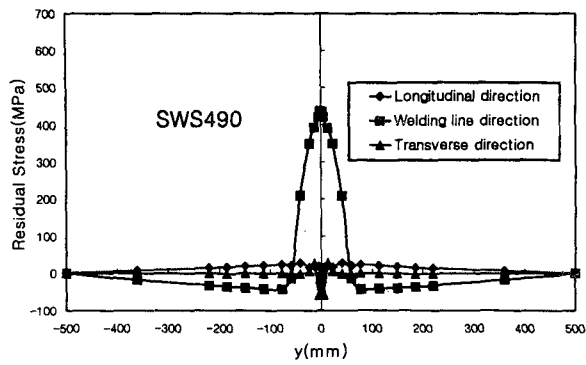
Fig 3. Temperature Contour($t = 82$ sec)

3. 응력

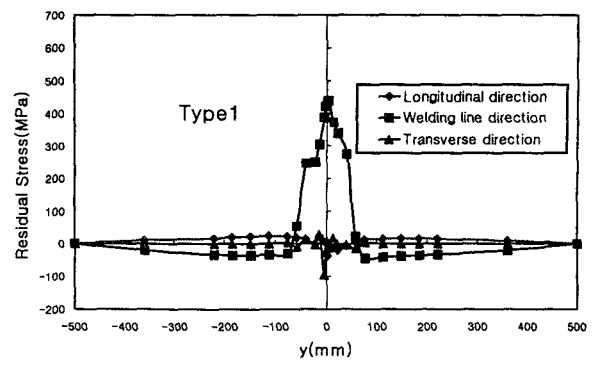
3.1 용접선 직각방향의 잔류응력

동종강재를 접합한 평판의 경우 플랜지 상단 ($y = 500\text{mm}$, $z = 6\text{mm}$)의 용접선 직각방향의 잔류응력을 Fig 4.에 나타내었다. Fig 4.(a)는 SWS490을 용접했을 때 잔류응력을 나타낸 것이고 Fig 4.(b)는 SWS520을 용접했을 때 잔류응력을 나타낸 것이다. 또 Fig 4.(c)는 SWS570을 용접했을 때 잔류응력을 나타낸 것이다. 이상에서 용접구조용강재(SWS490, SWS520, SWS570)의 경우 인장강도가 클수록 용접부의 잔류응력은 증가함을 알 수 있다.

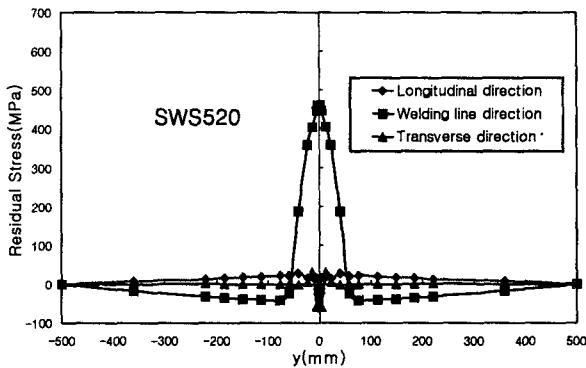
이종강재를 접합한 평판의 경우 그 결과를 Fig 5.에 나타내었다. Fig 5.(a)는 Type1(SS400과 SWS490)을 용접했을 때 잔류응력을 나타낸 것이다. 결과를 보면 용접부에서 SS400이 SWS490보다 잔류응력이 작다. 이것은 SWS490에서 SS400보다 큰 인장이 발생했기 때문에 SS400에서 인장을 구속시키는 압축력이 발생했기 때문이라고 사료된다. Fig 5.(b)는 Type2(SS400과 SWS520)를 용접했을 때 잔류응력을 나타낸 것이다. 그 결과는 Type1과 같은 양상을 보이지만 SS400의 잔류응력의 크기가 Fig 5.(a)의 경우보다 더 작아짐을 알 수 있다. 이것은 SWS520에서 SWS490보다 큰 인장력이 발생했기 때문이다. Fig 5.(c)는 Type3(SS400과 SWS570)을 용접했을 때 잔류응력을 나타낸 것이다. Type1과 Type2의 경우들과 같은 양상을 보이지만 SS400에서의 잔류응력이 세 경우 중에서 가장 작음을 알 수 있다. 이것은 SWS570에서 가장 큰 인장력이 발생하기 때문이다.



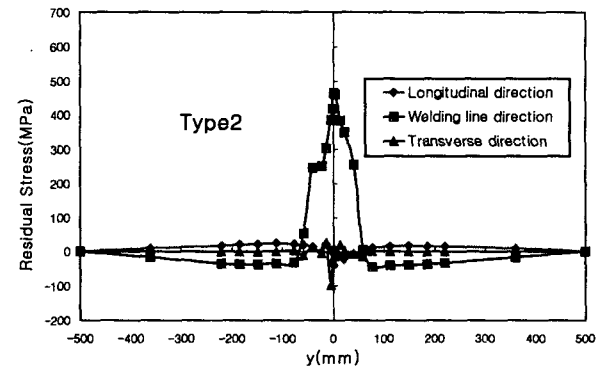
(a)



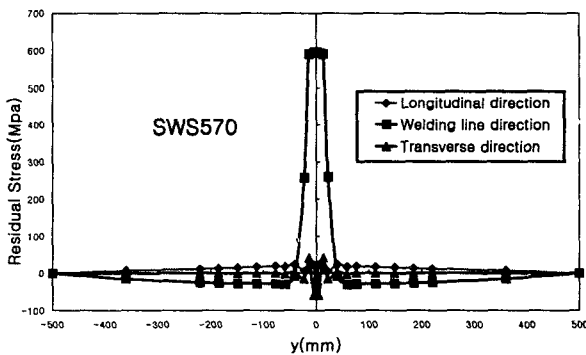
(a)



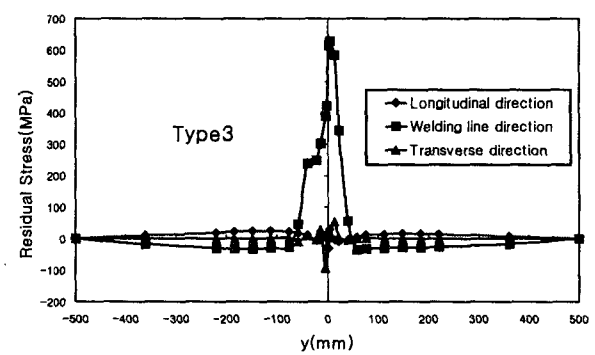
(b)



(b)



(c)



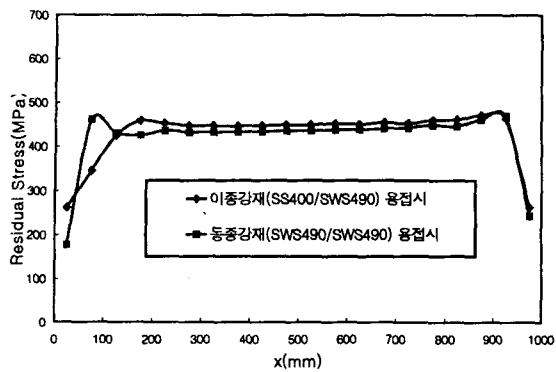
(c)

Fig 4. 용접선 직각방향의 잔류응력(동종강재) Fig 5. 용접선 직각방향의 잔류응력(이종강재)

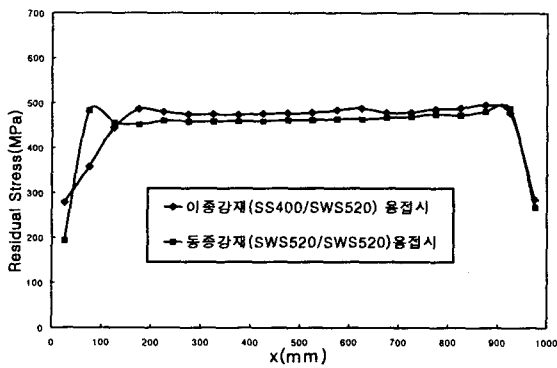
3.2 용접선 방향의 잔류응력

플랜지 상단 ($x = 1mm$, $z = 6mm$)의 용접선방향의 잔류응력(σ_y)을 Fig 6.에 나타내었다.

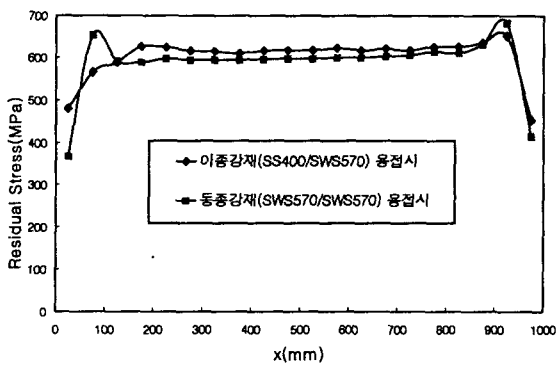
Fig 6.(a)는 SWS490을 동종강재로 접합했을 때와 SS400으로 접합했을 때의 잔류응력을 나타낸 것이다. 결과를 보면 이종강재(SS400/SWS490)로 접합했을 때가 동종강재(SWS490/SWS490)로



(a)



(b)



(c)

Fig 6. 용접선 방향으로의 잔류응력

접합했을 때보다 잔류응력이 크다. Fig 6(b)와 Fig 6(c)도 마찬가지로 이중강재로 접합했을 때가 동종강재로 접합했을 때보다 잔류응력이 크다

4. 결론

본연구에서는 동종강재 및 이중강재 접합부의 잔류응력 특징을 명확히 하였다.

주요결과는 다음과 같다.

- (1) 동종강재 용접시 용접부의 잔류응력은 인장강도가 클수록 증가한다.
- (2) 이중강재 용접시 용접부의 잔류응력은 인장강도가 클수록 SS400에서는 감소하고 용접구조용강재(SWS490, SWS520, SWS570)는 증가한다.

5. 참고문헌

- (1) 김종락, 김성배, 이인석, 이동원: 고강도강 기둥과 이중강재 보 용접접합부의 탄소성거동에 관한 실험적 연구, 한국강구조학회 학술발표회 논문집, (1999),pp.76-83
- (2) 장경호: 필렛 용접에서 생기는 변형 및 잔류응력에 끼치는 용접 제조건의 영향, 대한토목학회 구조위원회 학술발표회 논문집, (1999),pp.1-9
- (3) 일본강구조협회 기술위원회 안전성 분과회 내화소위원회 고온강도반: 구조용강재의 고온시 및 가열후의 기계적 성질 목차