

이종강재 T형 필렛 용접에서 발생하는 잔류응력 특징

Characteristics of Residual Stress Generated by T-Type Fillet Welding in differernt kind steels

장 경호*, ○ 이 진형**, 박 정웅***, 신 영의****

* 중앙대학교 건설환경공학과

** 중앙대학교 토목공학과 대학원

*** 삼성중공업 조선플랜트연구소

**** 중앙대학교 기계공학부

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. 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 필렛 용접했을 때 접합부의 잔류응력 특성을 3차원 열탄소성 해석을 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. $600\text{mm} \times 500\text{mm} \times 15\text{mm}$ 크기의 플랜지(SS400)와 $600\text{mm} \times 19\text{mm} \times 100\text{mm}$ 크기의 웨브(SWS490, SWS520, SWS570)를 필렛용접하는 것으로 상정하여 이를 입열량 $Q = 1200(\text{J}/\text{mm})$, 용접속도 $v = 6(\text{mm}/\text{s})$ 로 1pass 용접하는 것으로 하였고 용접급속은 SWS490을 사용하였다. 또한 3차원 탄소성 해석은 재료의 물리정수⁽¹⁾ 및 기계적 제성질의 온도 의존성을 고려하였다. 온도변화에 따른 강재의 기계적 제성질⁽²⁾은 Fig 2 에 나타내었다.

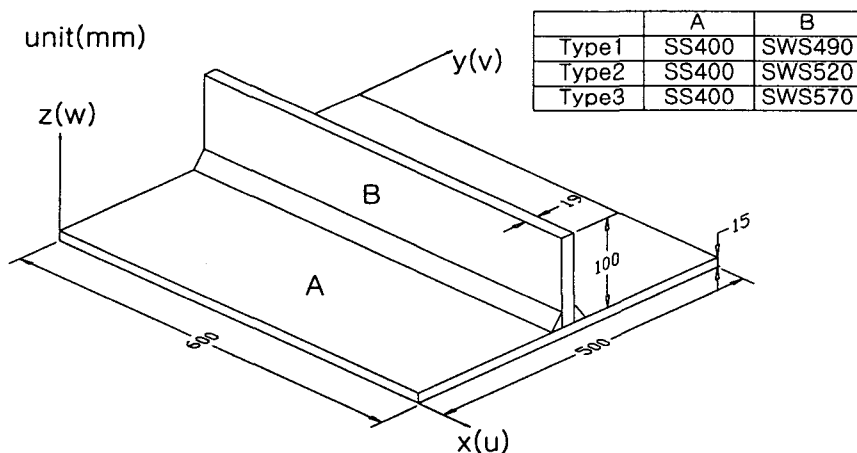


Fig.1 Welding Model

2.2 온도분포

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

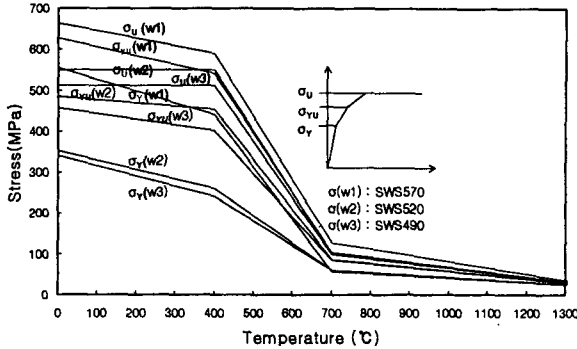


Fig.2 Mechanical Properties

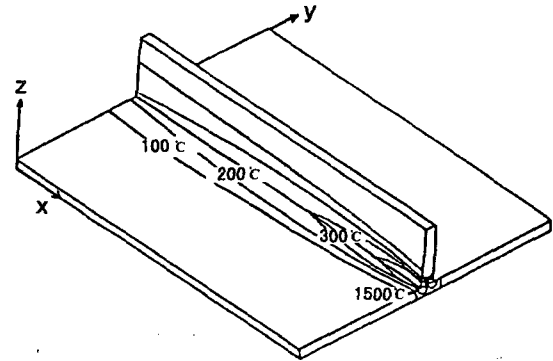


Fig.3 Temperature Contour

3. 응력

3.1 용접선 직각방향의 잔류응력

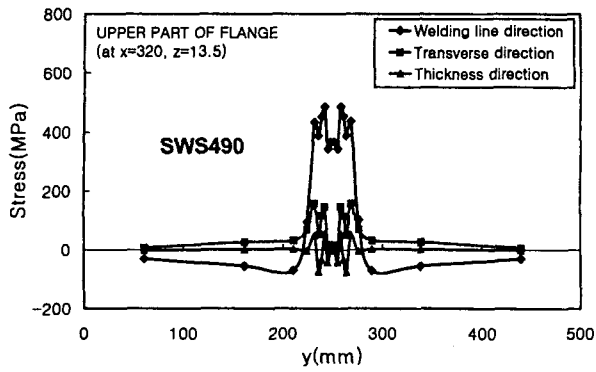
동종강재로 접합한 플랜지와 웨브의 경우 플랜지 상단 ($x = 320mm, z = 13.5mm$) 의 용접선 직각방향의 잔류응력을 Fig 4 에 나타내었다. Fig 4.(a)는 SWS490을 용접했을 때 잔류응력을 나타낸 것이고 Fig 4.(b)는 SWS520을 용접했을 때 잔류응력을 나타낸 것이다. 또 Fig 4.(c)는 SWS570을 용접했을 때 잔류응력을 나타낸 것이다. 이상에서 플랜지와 웨브(SWS490, SWS520, SWS570)의 인장강도가 클수록 용접금속과 맞닿는 부분의 잔류응력이 증가함을 알 수 있다.

이종강재로 접합한 플랜지와 웨브의 경우 그 결과를 Fig 5 에 나타내었다. Fig 5.(a)는 Type1(SS400과 SWS490)으로 용접했을 때 잔류응력을 나타낸 것이고 Fig 5.(b)는 Type2(SS400과 SWS520)로 용접했을 때 잔류응력을 나타낸 것이다. 또 Fig 5.(c)는 Type3(SS400과 SWS570)로 용접했을 때 잔류응력을 나타낸 것이다. 이상에서 플랜지와 접합하는 웨브의 인장강도가 클수록 웨브 쪽에서 더 큰 잔류응력이 생긴다. 또한 플랜지 쪽에서 이를 구속하려는 압축력이 작용하기 때문에 상대적으로 플랜지와 웨브가 맞닿는 부분의 잔류응력이 작아짐을 알 수 있다.

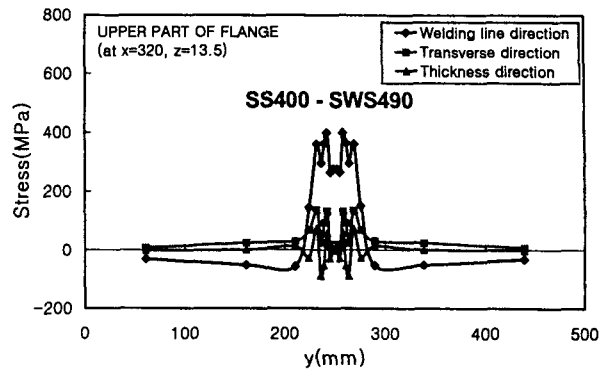
3.2 용접선 방향의 잔류응력

동종강재로 접합한 플랜지와 웨브의 경우 용접부 부근 웨브 ($y = 258mm, z = 24mm$) 의 용접선 방향의 잔류응력을 Fig 6 에 나타내었다. Fig 6.(a)는 SWS490을 용접했을 때 잔류응력을 나타낸 것이고 Fig 6.(b)는 SWS520을 용접했을 때 잔류응력을 나타낸 것이다. 또 Fig 6.(c)는 SWS570을 용접했을 때 잔류응력을 나타낸 것이다. 이상에서 웨브의 인장강도가 클수록 잔류응력이 증가함을 알 수 있다.

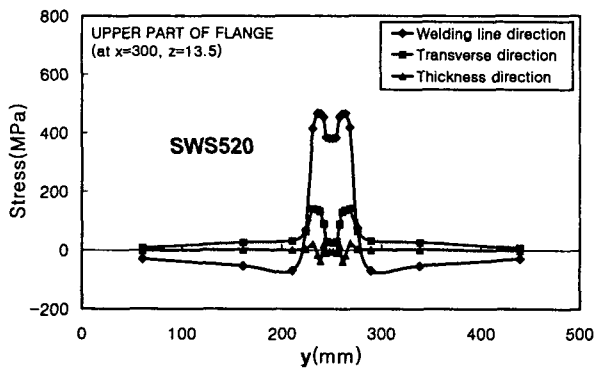
이종강재로 접합한 플랜지와 웨브의 경우 그 결과를 그림 7 에 나타내었다. 그림 7.(a)는 Type1(SS400과 SWS490)으로 용접했을 때 잔류응력을 나타낸 것이고 그림 7.(b)는 Type2(SS400과 SWS520)로 용접했을 때 잔류응력을 나타낸 것이다. 또 그림 7.(c)는 Type3(SS400과 SWS570)로 용접했을 때 잔류응력을 나타낸 것이다. 결과를 보면 동종강재와 잔류응력의 형상은 같지만 그 크기가 동종강재보다 조금 더 큼을 알 수 있다. 이것은 이종강재로 접합했을 때가 동종강재로 접합했을 때 보다 더 큰 인장잔류응력이 생기기 때문으로 사료된다.



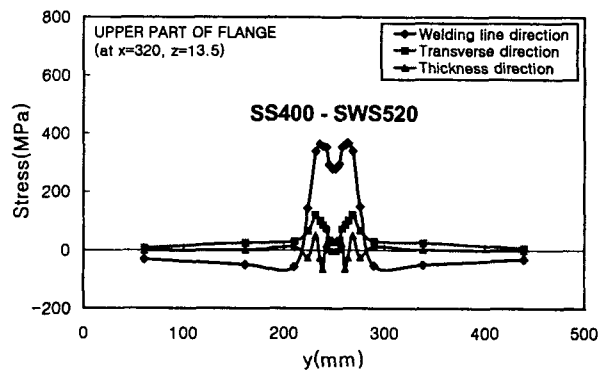
(a)



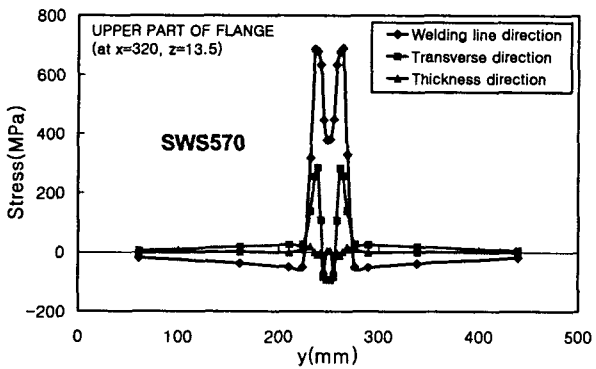
(a)



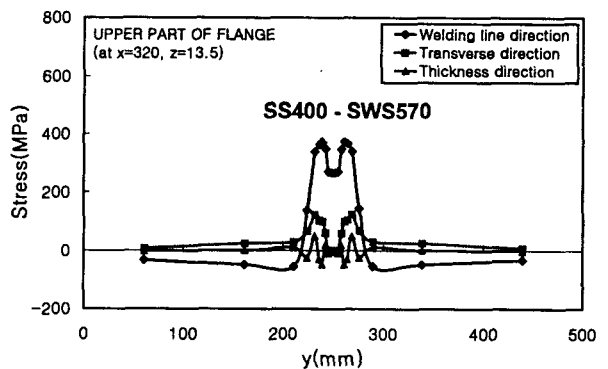
(b)



(b)



(c)



(c)

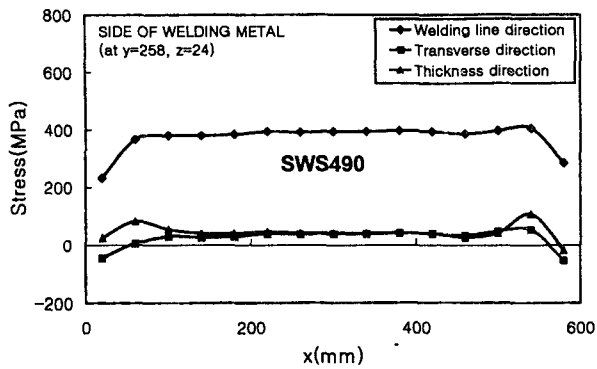
Fig.4 Residual Stress(same kind steels)

Fig.5 Residual Stress(different kind steels)

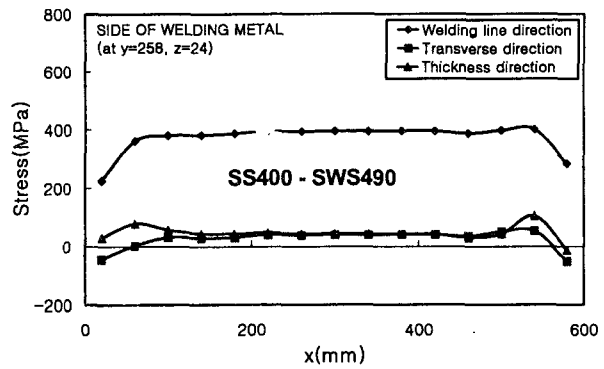
4. 결론

본 연구에서는 동종강재 및 이종강재 필렛용접부의 잔류응력 특징을 검토하였다. 주요결과는 다음과 같다.

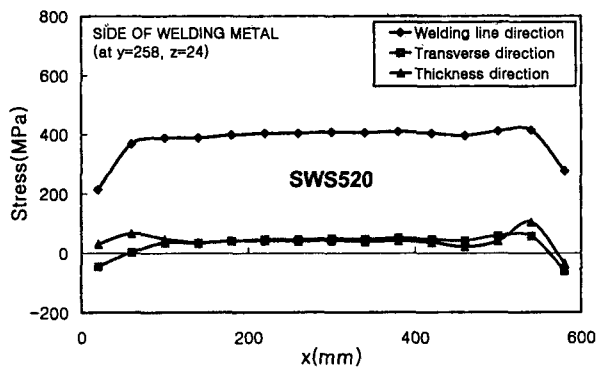
1. 동종강재 용접시 필렛용접부의 잔류응력은 플랜지와 웨브의 인장강도가 클수록 증가한다.
2. 이종강재 용접시 필렛용접부의 잔류응력은 웨브의 인장강도가 클수록 플랜지에서는 감소하고 웨브에서는 증가한다.



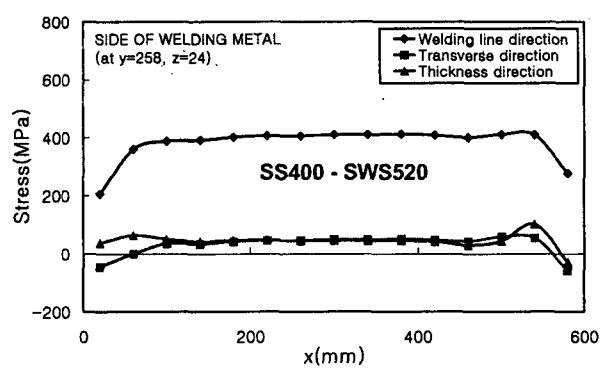
(a)



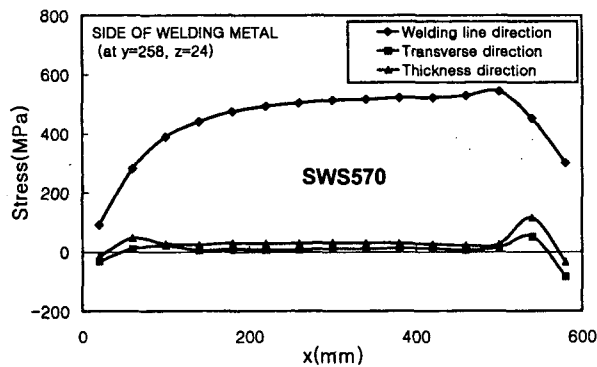
(a)



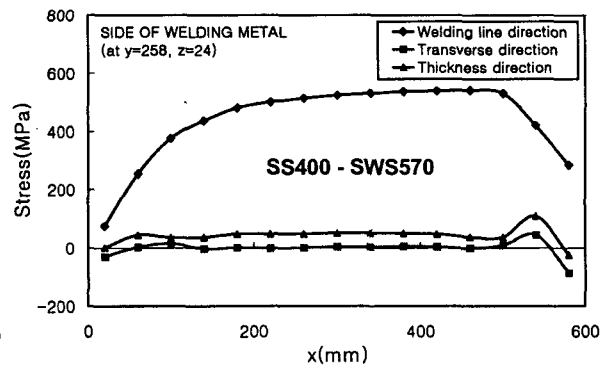
(b)



(b)



(c)



(c)

Fig.6 Residual Stress(same kind steels)

Fig.7 Residual Stress(different kind steels)

5. 참고문헌

1. 장경호: 필렛 용접에서 생기는 변형 및 잔류력에 끼치는 용접 제조건의 영향, 대한토목학회 구조위원회 학술발표회 논문집, (1999),pp.1-9
2. 일본강구조협회 기술위원회 안전성 분과회 내화 소위원회 고온강도반: 구조용 강재의 고온시 및 가열후의 기계적 성질 목차
3. 장경호, 이진형: 이중강재 맞대기 용접에 따른 용접부의 잔류응력 특징, (2000),pp.235-238