

저 Fume Flux-cored Wire 의 개발

Development of Low Fume Type Flux-cored Wire

박 대식*, ○ 스에나가 카즈유키*, 김 동수*

* 정회원, ** 비회원, 한국코오베용접(주), 경남 창원시 팔용동 21-14

1. 머리말

최근 조선, 교량, 철골등의 분야를 중심으로 Flux-cored Wire(이하 FCW)의 적용이 확대되어 작업의 고 능률화가 추진되고 있다. 이와 동시에 작업 환경의 개선에 대한 의식도 높아지고 있어 용접 Fume 과 용 접시 발생되는 Spatter 가 적은 FCW 의 개발이 요구되어 왔다. 폐사에서는 국내 최초로 전자세용 Low Fume Type FCW 의 개발 · 실용화에 성공하였다. 본고에서는 Fume 발생의 Mechanism 및 용접재료면에서 Fume 발생의 저감 에의 Approach 를 보고한다.

2. 용접 Fume 발생에 미치는 각종 요인의 영향

2.1 용접조건의 영향

연강 · 490N/mm² 급고장력강용 Solid Wire 및 FCW 를 사용한 CO₂아크용접에 있어서, 용접 조건과 Fume 발생량을 조사한 결과는 다음과 같다¹⁾.

Fume 발생량에 미치는 용접전류의 영향을 그림 1에 나타낸다. 용접전류가 증가하면, Fume 의 발생량도 증가한다. 이것은, 전기적 입력의 증가에 의해, Fume 원(源)인 아크 중의 고온증기량이 증대하고 있는 것 이 원인이다. Fume 발생량에 미치는 아크전압의 영향을 그림 2 에 나타낸다. 용접전류의 경우와 같이, Fume 발생량은 아크전압의 증가와 함께 증가한다. 이것은, 전압이 증가하면, 플라즈마 기류속도가 빨라 지고, 아크 중의 고온증기가 다량으로 대기중에 방출되는 것이 근본원인이라고 생각할 수 있다. CO₂ 가 스속에 Ar 을 첨가해서, Fume 발생량의 변화를 조사한 결과, Fume 발생량은 Ar 첨가량의 증가와 함께 감 소한다. 이것은, Ar 을 첨가하면 아크온도가 저하 하는것에 의해서 아크 중의 고온증기량이 감소하고, 또 아크안전성이 향상되어 고온증기의 배기가(배출) 억제되기때문이라고 생각되어진다.

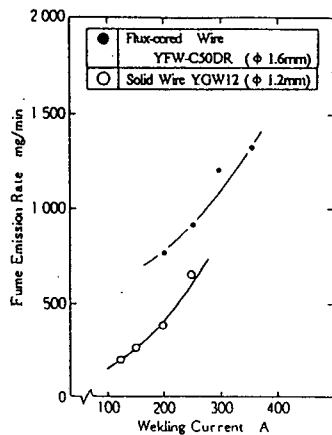


Fig.1 Relationship between welding current and fume emission rate

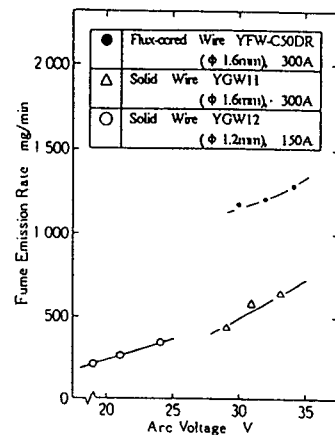


Fig.2 Relationship between arc voltage and fume emission Rate

2.2 Wire 조성의 영향

FCW 를 이용한 CO₂아크용접에 있어서 Fume 발생량에 미치는 Flux 성분의 영향을 그림 3 에서 보자. Fume 발생량은, CaF₂의 감소, TiO₂, Fe-Si, Al₂O₃의 증가에 의해서 감소하는 경향이 있지만, 철분, Fe-Mn 의 영 향은 거의 없다. 이 현상은, Flux 성분의 증기압과 관계가 있고, TiO₂ 등 증기압이 낮은 성분이 Flux 의 구 성성분이 되면, Fume 원(源)인 고온증기가 감소해서, Fume 발생량이 줄어들고, CaF₂처럼 증기압이 높은 성 분은 Fume 발생량을 증가시키는 것에 의해 설명할 수 있을 것이다.

FCW의 Fume 발생량에 미치는 Wire 조성의 영향을 조사하면, 그림 4에 보이는 것처럼 C의 영향이 크다. 이 그림에서, Fume 발생량은 Wire 중의 C량의 감소에 의해서 줄어들고, 특히 외피금속 및 윤활제 중의 C량의 감소는, Fume 발생량의 저감에 상당히 큰 효과가 있다. 이 현상의 원인은, C량의 감소에 의해서 ∞ 또는 O_2 가스에 의한 현수용적(懸垂溶滴)의 폭발이 억제되어 그 때문에 Fume 원(源)인 아크 중의 고온 증기가 대기중으로의 확산이 감소하는 것이라고 생각되어진다. 여기서, Flux 중의 C의 영향이 적은 것은, 일반적인 FCW에서는 현수용적과 Flux 기동이 분리하고 있고, Flux 중의 C는 현수용적에 있어서 ∞ 등의 가스발생에 거의 기여하지 않기 때문이라고 생각된다.

상기의 C량의 저감에 덧붙여, 그림 5에 나타내는 것처럼 Wire 중에 Ti의 첨가가 유효한 수단인 것이 확인되었다. Ti은 고온에 있어서 산소와의 친화력이 C보다 강하기 때문에, 고온증기 확산의 하나의 원인이 되는 ∞ , O_2 의 폭발을 억제한다라고 생각할 수 있다. 또한, Arc 현상에 대해서도 검토한 결과, 그림 6에 나타내는 것처럼, 전이전압(電離電壓)이 낮은 알칼리금속(K, Na 등)의 Flux 중에 첨가가 Fume 발생량을 줄이는데 효과가 있는 것으로 밝혀졌다. 알칼리금속의 증가는, Arc 온도를 저하시키는 것과 동시에, 그림중에 나타난 전압파형에서도 볼 수 있는 것처럼, Arc 안정성을 향상시켜 Fume 원(源)인 Arc 중의 고온증기 확산을 억제한다라고 알려져 있다²⁾.

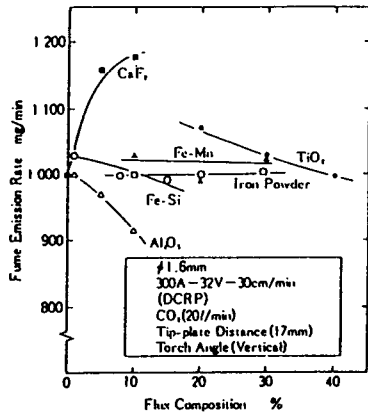


Fig.3 Influence of flux composition in wire on fume emission rate

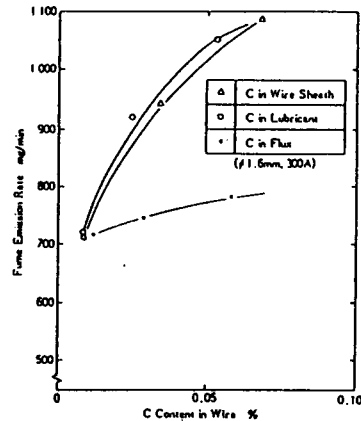


Fig.4 Influence of Carbon content in wire on fume emission rate

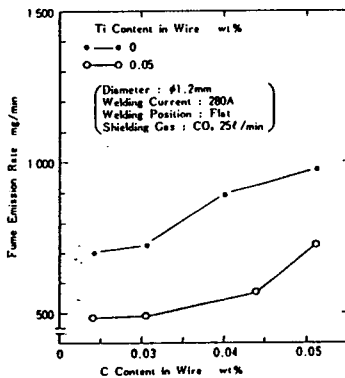


Fig.5 Influence of alloy element in wire on fume emission rate

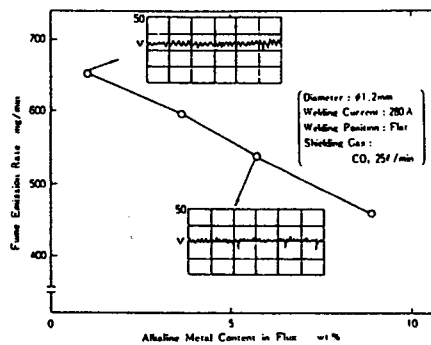


Fig.6 Influence of alkaline metal content in flux on fume emission rate

3. 저 Fume · 저 Spatter FCW의 개발

이상의 견지에 근거하여, 연강 · 490N/mm²급 고장력강의 저 Fume · 저 Spatter FCW(AWS A5.20 E71T-1)을 개발, 실용화에 성공했다. Spatter 발생량의 저감에 대해서는, Wire 중의 C량의 최적화 및 증기압이 낮은 성분(TiO₂ 등)의 증가에 의해 감소시켰다. 개발된 FCW는, 종래의 것에 비교해서 Fume 발생량이 약 30%, Spatter 발생량이 약 35% 감소되었다(그림 7).

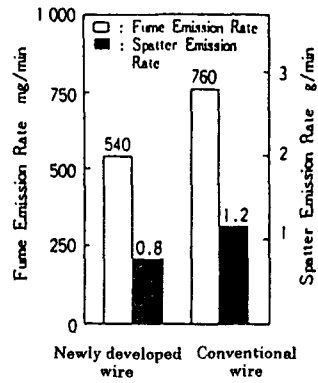


Fig.7 Fume emission rate and spatter emission rate of newly developed FCM(ϕ 1.2, 280Amp., Flat welding)

4. 요약과 결론

- (1) 용접전류·Arc 전압이 증가하면, 용접 Fume 발생량은 증가한다.
- (2) FCM의 화학조성으로써는, 증기압이 낮은 Flux 성분을 사용하는 것의 의해 Fume 발생량은 감소한다.
- (3) 또, Wire 중의 C량의 감소, Ti의 첨가, 알카리금속의 증가에 의해, Fume 발생량은 감소한다.
- (4) 저Fume·저Spatter FCM를 개발, 실용화에 성공했다.

5. 후기

개발·실용화된 저Fume·저Spatter FCM는 국내의 각종 공업분야에 있어서, 용접작업환경의 개선에 크게 기여할 뿐만 아니라, 용접 Nozzle 등에 Spatter 부착량을 줄이는 데도 효과가 있으며, Robot 화·자동화의 과제인 Arc 발생율의 향상에도 기여할 것으로 기대된다.

6. 참고문헌

- 1) 菅, 小林 : R & D 神戸製鋼技報, Vol.35, No.3(1985), p12
- 2) 小林 他 : R & D 神戸製鋼技報, Vol.34, No.3(1981), p79