

용접시 적용되는 Flux 종류 및 특성 고찰

1. 서 론

아크 용접시 아크 안정화 및 용융풀을 대기로부터 보호하기 위해서 차폐가스나 Flux 또는 차폐가스와 Flux 를 동시에 사용하고 있다. 특히 SMAW, FCAW, SAW 기법과 같은 용접에서 사용하는 Flux 는 내부에 첨가되어 있는 각종 합금제들의 용착금속 이행에 따라 용착금속의 화학성분 조절 및 미세조직 제어 등을 통하여 용착금속의 건전성을 확보하는데 중요한 역할을 수행한다. 즉 Flux 의 종류 및 특성에 따라 모재와 적합한 Flux 를 적용하여야 건전한 용접 이음부를 얻을 수 있다.

실제로 이러한 Flux 의 역할은 주위의 차폐가스 및 용가재 등과의 반응에 의해 달라지기 때문에 Flux /차폐가스/용가재/모재 등과의 복합적인 관계를 고려하여야 한다.

본 보고서에서는 용접 방법별 적용되는 Flux 의 종류 및 제 특성을 고찰하고 Flux 적용 Type 별 용착금속의 건전성에 미치는 영향을 간략히 설명하고자 한다.

2. Flux 의 역할

Flux 를 형성하는 성분과 용접에 미치는 주요 영향은 표 2.1 과 같으며 주로 각종 합금제, 탈산제, Slag 형성제, 아크안정제 등과 같은 조성을 가지고 있다.

표 2.1 - Flux 주 성분 및 용접영향

성분	용접 영향
(석영) SiO_2	사용 전류증가, 슬래그 유동성 증가
(루틸, 산화티탄) TiO_2	슬래그 제거 용이, 비드 형상 개선, 아크 안정성 향상
(밀스케일) Fe_3O_4	용적이행 개선
(석회석) CaCO_3	아크 전압 감소, 슬래그 형성, 가스형성
(형석) CaF_2	슬래그 유동성 증가, 아크 안정성 감소
(보크사이트, 알루미나) Al_2O_3	슬래그 형성, 아크 안정성 향상
(산화 칼륨) K_2O	아크 안정성 향상
(페로망간) FeMn , (페로실리콘) FeSi	탈산작용, 합금제
Cellulose	차폐가스 형성

Flux 가 갖추어야 하는 기본적인 특성은 다음과 같다. Flux 의 제 특성 중 가장 중요한 성질은 용접시 Slag 형성에 따라 대기로부터 용융풀을 보호하는 것인데 이러한 Slag 의 특성은 Flux type 에 의해 크게 좌우된다.

- Arc stability/resistivity
- Low density Slag 형성(적절한 용점을 가져야 한다.)
- Slag 의 박리성 양호
- Alloy element 의 첨가

- Deoxidization/Sulfurization에 따라 용착금속 미세화
- 적절한 Viscosity 제공(옥외 작업 원활 수행)
- 비드 외관 양호
- Spatter/Fume 저감
- 서로 다른 Type의 Current/Polarity 사용 가능

2.1 화학 조성 조절

수동용접(SMAW)의 경우 Flux 피복제 Type, 반자동용접(FCAW)의 경우 충전 Flux type, 자동용접(SAW)의 경우 Flux의 제조방법별 종류에 따라 용착금속의 합금 성분 제어 특성이 달라진다.

그림 2.1은 $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-CaO-Na}_2\text{O}$ Flux System(SiO_2 함량 일정: 40%)에서 Flux중의 TiO_2 함량 변화에 따른 Weld metal중의 Mn 함량 변화를 나타내고 있다. 그림에서 알 수 있듯이 TiO_2 함량이 증가함에 따라 Mn 함량이 거의 직선적으로 감소하는 것을 알 수 있다. Mn은 일반적으로 경화능을 향상시키는 등 적절한 양의 첨가에 따라 용착금속의 물성치에 큰 영향을 미친다. 따라서 실제 용접에서 적용되어지는 Flux type이 상당히 중요하다는 것을 알 수 있다.

그림 2.2은 Mn과는 반대로 TiO_2 의 증가에 따라 용착금속의 Ti함량은 증가하는 것을 알 수 있다.

만약 Flux에 따라 화학조성의 변화가 매우 크게 발생한다면 실제 용착금속의 화학 성분 조절은 상당히 어려워지지만, 실제 Flux에 따른 화학성분 변화는 용가재/피복제 및 모재에 따라 달라지며 또한 용착금속의 대부분을 차지하는 주 원소의 변화는 크지 않으며 미량 원소의 함량 변화에만 영향을 미친다.

2.2 아크 안정화

Flux의 중요한 역할중의 하나가 용접시 발생하는 아크 안정화를 통한 Spatter 및 Fume 등을 저감시키는 것이다.

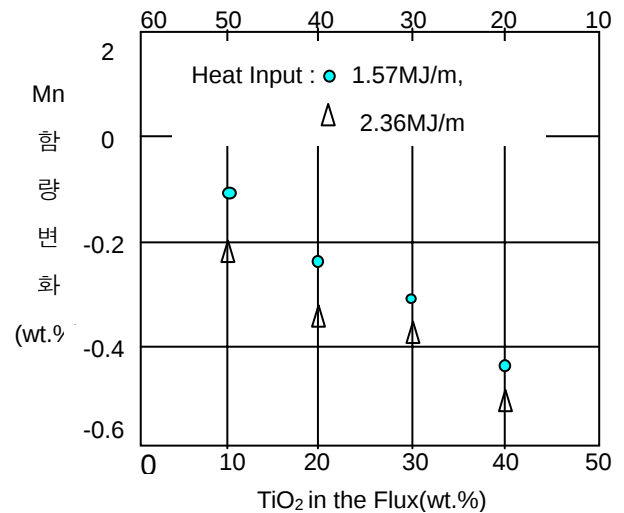


그림 2.1 FCAW에서 Mn 함량 변화

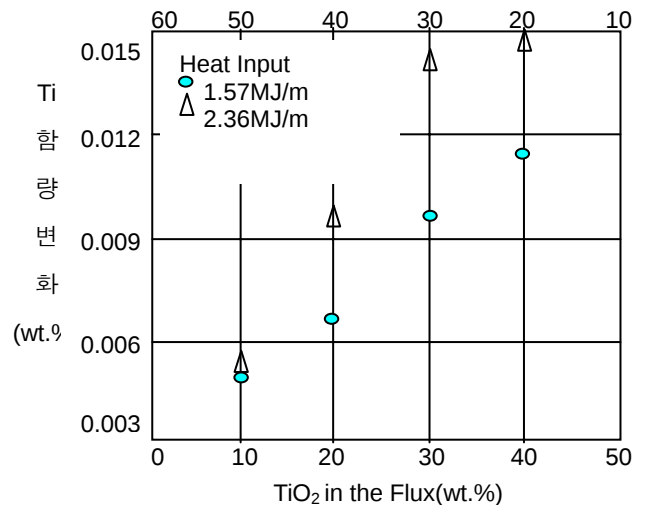
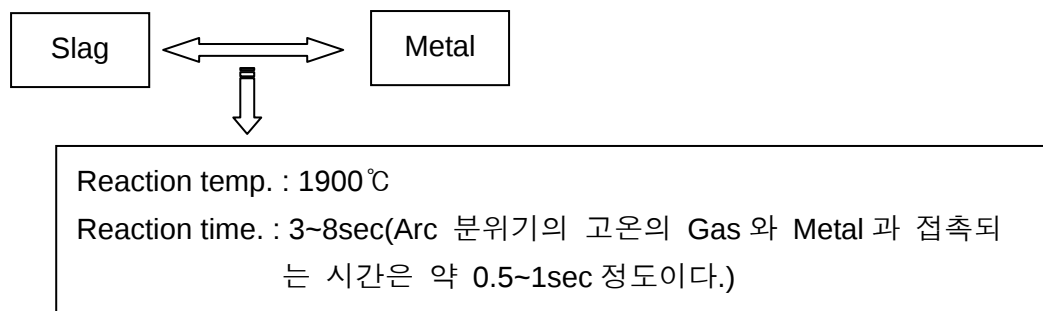


그림 2.2 FCAW에서 Ti 함량 변화

아크 안정화제로 Alkali metal, Zirconium, Titanium 등이 사용되는데 그 이유는 이온화(Ionization)가 용이할 뿐만 아니라 재점화 능력(Reinitiation)이 우수하기 때문이다. 일반적으로 AC/DCEN Mode에서는 Alkali metal 및 Titania의 함량이 높으며, Li_2O 의 첨가는 용융 Slag의 점성(Viscosity)을 감소시키고, 아크 안정성을 향상 시키는 역할을 한다. 그리고, 아크 안정화제는 고속 용접시 아크 불안정할 때 중요한 역할을 한다.

2.3 용착금속 보호

Flux 는 모재(Steel)보다 Melting Point 가 약 200°C 정도 낮은 온도에서 용융하여 Slag 을 형성하여 용착금속을 보호하는 역할을 한다.



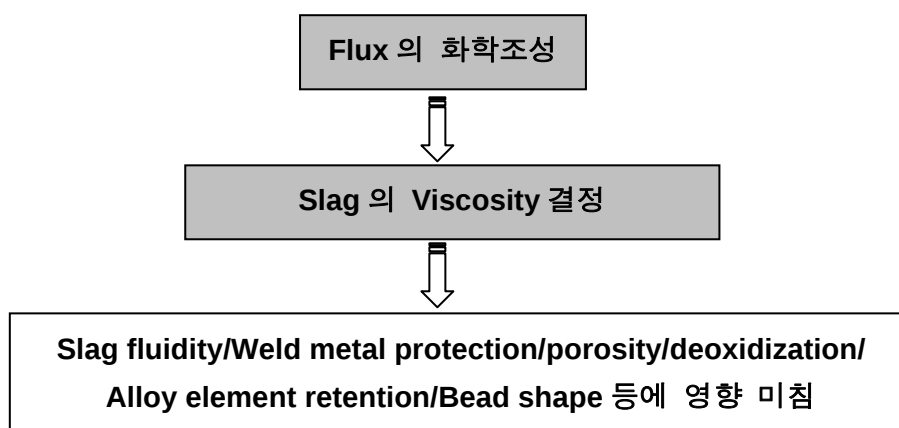
2.3.1 Slag 특성

Slag 과 Metal 의 반응 온도가 약 1900°C 로 추정되는 것은 열역학 분석에 의해 Arc Root 부의 최고온도 2300°C 및 Steel 의 Melting Point 1500°C 의 중간 온도이기 때문이다.

Slag 은 Flux 의 화학조성에 따라 그 특성이 달라지지만, 일반적으로 Slag 은 다음과 같은 특성을 가져야 한다.

- Steel 의 Melting point 보다 낮은 온도에서 용융해야 한다.
- Steel 보다 density 가 낮아야 한다.
- $1450\sim1550^\circ\text{C}$ 에서 적절한 점성(Viscosity)을 가져야 한다.
- 박리성(Detachability)이 양호해야 한다.

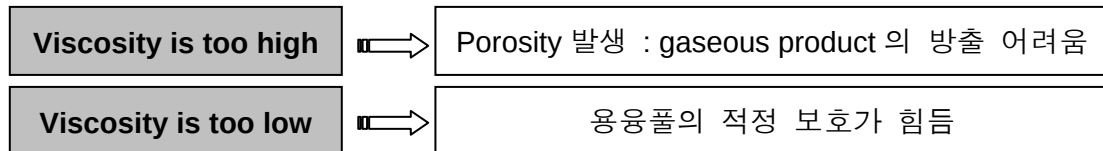
특히 Slag 은 적절한 Viscosity 를 가져야만 Slag 으로서의 제 기능을 다할 수 있다.



Slag viscosity 는 온도의 함수로서 최적 Slag viscosity 를 얻기 위해서는 용접 입열 변화에 따른 많은 시험이 필요하다. 일반적 η 으로 Slag viscosity 는 다음과 같이 온도 의존 함수인 Arrhenius-type 의 식으로 나타내어진다.

$$\eta = \eta_0 \exp(E_\eta/RT)$$

(단, η : Viscosity, η_0 : 상수, E_η : 점성 활성화 에너지, R : 기체상수, T : 온도)



Slag 형성제로는 Aluminate, Titanate, Silicate 등으로 이와 같은 물질들은 높은 가전자를 가짐으로서 강력한 결합을 이루고 있다. 즉 Glass 형태를 이루고 있다. 대부분의 Electrode 는 Silicate 및 Titanate Slag 을 형성한다.

그리고, Silicate flux 는 비교적 높은 oxygen 을 함유하고 있기 때문에 Acid 혹은 Neutral type 으로 분류되어진다. Aluminate, Titanate flux 는 강하면서도 안정한 oxide 를 형성함으로써 oxygen 함량은 낮지만, viscosity 는 높다. SAW 용접에서 높은 인성을 얻기 위해서 Basic flux 에 Aluminate 와 Ca 를 함유한 물질들을 첨가하는 경우가 많다.

2.3.2 Slag 박리성

Slag 박리성은 용접품질 뿐만 아니라 박리성이 나쁠 경우 Slag 제거 등의 부가적인 시간 소모에 따라 용접 비용 증가 측면에서도 중요한 성질중의 하나이다. 일반적으로 Fluorite 를 함유한 Slag 은 박리성이 나쁜 것으로 알려져 있다.

Spine 구조를 이루고 있는 상을 함유한 Slag은 특히 박리성이 나쁘며 스테인리스 용접 시 Cordierite, $(Cr, Mn, Mg)O \cdot (Cr, Mn, Al)_2O_3$ type spine phase를 가진 Slag은 박리성이 현저히 나쁜 것으로 알려져 있다. 반면에 $(CaO)_2SiO_2$, Cr_2TiO_5 , $FeTiO_5$ 가 존재한다면 박리성은 좋은 것으로 알려져 있다. 또한 Flux중의 Al_2O_3 증가에 따라 박리성은 향상되어진다.

3. 염기도(Basicity Index)

Flux 의 화학적, 야금학적 특성에 따른 분류 방법으로 염기도에 따른 분류 방법이 있다. 염기도는 Flux 의 종류에 따라 결정되어지는 것으로 Flux 는 일반적으로 다음과 같이 분류되어진다.

- Halide type fluxes : CaF_2 -NaF, CaF_2 - $BaCl_2$ -NaF, KCl-NaCl- Na_3AlF_6 , BaF_2 - MgF_2 - CaF_2 -LiF
- Halide-oxide type fluxes : CaF_2 -CaO- Al_2O_3 , CaF_2 -CaO- SiO_2 , CaF_2 -CaO- Al_2O_3 - SiO_2
- Oxide type fluxes : MnO- SiO_2 , FeO-MnO- SiO_2 , CaO- TiO_2 - SiO_2

Halide type flux 는 oxygen 이 없기 때문에 반응성이 강한 금속(Al, Ti, Mg 합금 등)에 적용
 되어지고 Halide-oxide type flux 는 약간의 산화성은 있지만, 주로 고합금강에 적용되어진다.
 또한 Oxide type flux 는 저탄소/저합금강에 주로 적용되어진다.

이상의 Flux system 에 존재하는 산화물들은 크게 다음과 같이 3 가지로 구분된다.

- Acidic oxides : SiO_2 , TiO_2 , P_2O_5 , V_2O_5
- Basic oxides : K_2O , Na_2O , CaO , MgO , BaO , MnO , FeO , PbO , Cu_2O , NiO
- Amphoteric oxides : Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Cr_2O_3 , V_2O_3 , ZnO

이와 같은 산화물들의 비율에 따라 염기도를 결정하는데 일반적으로 염기도는 다음과 같
 이 나타내어진다. 염기도(BI)에 따라 Acid, Neutral, Basic, High basic 등으로 분류되어지며,
 이러한 분류에 따라 용착금속의 제 특성은 달라진다.

$$\text{염기도(BI)} = \frac{\sum (\% \text{ basic oxides})}{\sum (\% \text{ nonbasic oxides})} = \frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2}$$

$$\text{BI} = \frac{\text{CaO} + \text{MgO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaF} + \frac{1}{2}(\text{MnO} + \text{FeO})}{\text{SiO}_2 + \frac{1}{2}(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2)} \quad (\text{ESAB 사 이용식})$$

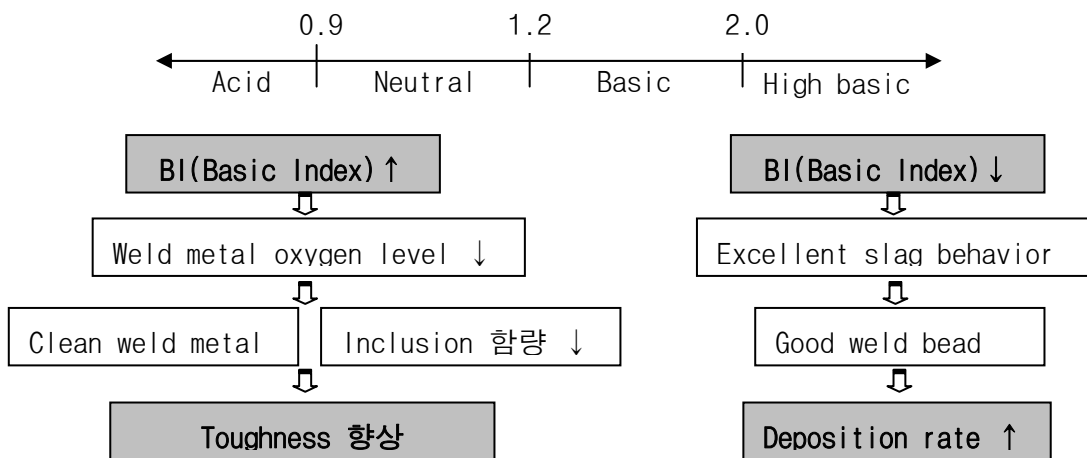


그림 3.1 염기도에 따른 용착금속의 제 특성

염기도가 높으면 용착금속의 인성(Toughness)이 향상되는 장점을 가지고 있지만, 반면에
 아크가 불안정해지며 또한 Slag 박리성이 좋지 않은 단점이 있기 때문에 용접 작업시 이러
 한 제 특성을 충분히 고려하여야 한다.

그림 3.1 에서 알 수 있듯이 염기도가 1.2 가 될 때까지는 용착 금속중의 산소 함량이 급
 격히 감소하지만, 이 이후로는 약 250ppm 으로 거의 일정한 값을 가진다.

이상과 같은 염기도를 적용할 수 있는 Flux system 은 CaO , MgO , SiO_2 등의 근간으로 하는
 Flux system 이다. Flux 중 Al_2O_3 , TiO_2 , ZrO_2 , MnO , FeO , CaFe 등의 함량이 높을 때는 이러한
 지표가 적용되어지지 않는다. 즉, 염기도로써 모든 Flux 의 물리적 성질 및 Flux-Metal 간의

수동 피복봉의 AWS 분류는 다음과 같다. 표 4.1 은 수동 피복봉의 분류에 따른 Flux type 을 나타내고 있다.

E X X Y Z

[E : Electrode, XX : Tensile Strenght, Y : Welding position, Z : **Electrode usability**]

표 4.1 수동 피복봉 Flux type 별 특성

Classification	Type of covering	Remarks
연강 및 저합금 강	EXX10	High cellulose sodium 60 계열, DCRP Slag 의 두께가 얇다.
	EXX11	High cellulose Potassium 60 계열, 아크 안정, AC 적용 가능(potassium 존재)
	EXX12	High titania sodium 60 계열, DCSP 또는 AC 적용 가능 Fillet 용접에 주로 적용됨
	EXX13	High titania sodium 60 계열, EXX12 와 유사하지만, 아크 안정화 시키는 Ionizing 원소가 첨가되어있음으로서 낮은 AC 전류를 적용하여 박판 용접 가능
	EXX14	Iron powder titania 70 계열, 용착속도 증대
	EXX15	Low hydrogen sodium 70 계열, 저수소계 피복
	EXX16	Low hydrogen potassium 70 계열, DCRP 또는 AC 적용 가능 아크 안정화
	EXX18	Iron powder, Low hydrogen 70 계열, 용착효율 향상,
	EXX20	High iron oxide 60 계열, Slag 유동성 우수 높은 Iron oxide 함량에 의해 아래 보기/수평 Fillet 고품질 용접가능
	EXX24	Iron powder, Titania 70 계열, AC,DC 적용 Iron powder 50%이상(용착효율 향상
	EXX27	Iron powder, Iron oxide 60 계열, Iron powder 50%이상(용착효율 향 상, 아래보기 자세에서 R.T.품질이 우수
	EXX28	Iron powder, Low hydrogen 70 계열, Iron powder 의 함량이 높아 아래보 기 및 수평자세에서만 한정
내식용 강	EXX-15	Lime DCRP 적용
	EXX-16	Lime AC 또는 DCRP 적용

표 4.2 는 연강 및 고장력강용 수동 피복 용접시 플럭스중에 함유된 합금성분이 실제 용착금속으로 회수(Recovery)되는 정도를 나타낸 것이다.

표 4.2 Electrode covering 에 따른 회수율(wt.%)

합금성분	Electrode covering 의 형태	회수율(wt. %)
알루미늄(Al)	Ferroaluminum	20
보론(B)	Ferroboration	2
탄소(C)	Graphite	75
크롬(Cr)	Ferrocromium	95
니오븀(Nb)	Ferrocolumbium	70
구리(Cu)	Copper metal	100
망간(Mn)	Ferromanganese	75
몰리브덴(Mo)	Ferromolybdenum	97
니켈(Ni)	Electrolytic nickel	100
실리콘(Si)	Ferrosilicon	45
티타늄(Ti)	Ferrotitanium	5
바나듐(V)	Ferrovandium	80

표에서 알 수 있듯이 Copper 및 Nickel 은 거의 손실이 없이 100% 용착금속으로 이행 되는 것을 알 수 있다. 기타 원소에서 나타난 손실량은 Slag, Fume 및 Spatter 등으로 이행되어진 것이다.

4.2 반자동 용접(FCAW)에서의 Flux 적용 특성

연강 및 고장력강용 Flux cored wire 에 적용되어지는 Flux type 의 분류는 그림 4.2 와 같이 Slag 형성제의 유,무 및 Slag 의 염기도에 따라 크게 대별되어 진다. 그림에서 알 수 있듯이 일반적으로 Flux cored wire 의 충전 Flux type 은 Titania 계, Lime-Titania 계, Lime 계 의 3 가지로 분류된다.

Metal 계는 Slag 염기도에 따라 분류되지는 않으며, 충전 Flux 가 대부분 금속 Metal 분말 자체로 이루어져 있기 때문에 일반적으로 Slag 의 염기도에 따른 분류에는 포함시키지 않는다.

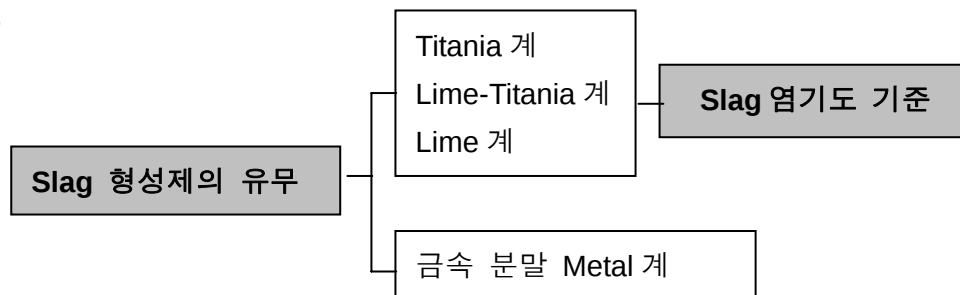


그림 4.2 Slag 형성제 유무에 따른 분류

그림 4.3 에서 알 수 있듯이 충전 Flux 에는 각종 합금성분, 탈산제, Slag 형성제, 아크안정제 등이 포함되어 있기 때문에 이와 같은 성분들의 조합에 따라 용접 금속의 제 특성이 크게 달라지는 특성을 가지고 있다. 또한 이와 같은 성분들의 배합비에 따라 염기도가 결정되어지며, 앞서 설명한 Titania 계, Lime-Titania 계, Lime 계의 3 가지 Type 으로 구분되어진다.

표 4.3 및 그림 4.4 에 충전 Flux 의 종류에 따른 용접 작업성 및 용접 제 특성을 비교하였다.

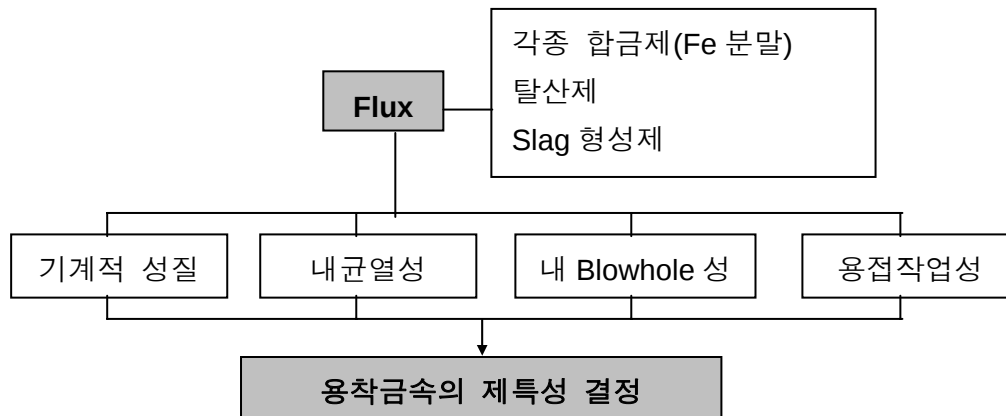


그림 4.3 Flux 의 역할

표 4.3 Flux 의 종류에 따른 특성 비교

항 목		충전 Flux 의 종류			
		Titania 계	Lime-Titania 계	Lime 계	Metal 계
작업성	◆비드외관	미려	보통	약간 불량	보통
	◆비드형상	평활	약간요철	요철	약간 요철
	◆아크안정성	양호	양호	양호	양호
	◆용적이행	미세 입상 이행	입상이행	입상이행	입상이행
	◆Spatter 발생	소립으로 극히작음	소립으로 작음	대립 이행	소립으로 극히작음
	◆Slag 박리성	양호	약간불량	약간불량	약간 불량
	◆Fume 발생	보통	약간 많음	많음	적음
용접성	◆충격인성	보통	양호	우수	양호
	◆확산성수소량 (ml/100g)	2~10	2~6	1~4	1~3
	◆산소량(ppm)	600~900	500~700	450~650	600~700
	◆내균열성	보통	양호	우수	우수
	◆X 선특성	양호	양호	양호	양호
	◆도포강판의 내기공성	약간 약함	양호	양호	양호

비 고	용착효율 70~90%	용착효율 70~85%	용착효율 70~85%	용착효율 90~89% 저전류에서 단락이행
-----	----------------	----------------	----------------	---------------------------



그림 4.4 충전 Flux 종류에 따른 용접 제 특성

상기 도표에서 알 수 있듯이 Titania계는 비드외관, 용접작업성이 우수한 반면에 Lime계와 비교시 내충격 특성이 나쁘다. Lime계는 Titania계와는 반대되는 특징을 가지고 있으며 Lime-Titania계는 그 중간적 성질을 가지는 것을 알 수 있다. Flux 및 Slag System에서 Titania계는 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 의 비율이 높고, Lime-Titania계는 $\text{CaF}_2\text{-CaO-TiO}_2\text{-SiO}_2$ 의 비율이, Lime계는 CaF_2 의 비율이 높은 것을 알 수 있다.

Metal 계는 Solid wire와 비교시 Spatter 발생량이 작을 뿐만 아니라 용접 작업성이 우수하고, 높은 용착 효율을 가지기 때문에 현재 적용 범위가 점차 확대되고 있다.

Self-Shield계는 다음과 같은 특징을 가지고 있으며 표 4.4는 CO_2 차폐가스/Self-shielded Flux cored wire의 Flux조성을 나타내고 있다.

- 아크열에 의해 용융, 분해해서 금속증기, 가스 및 Slag을 형성하고, 용융금속을 외부로부터 보호하는 성분을 포함하고 있다.
- 용융금속에 침입한 산소, 질소를 제거하기 위해 강력한 탈산제 및 질화물 형성제 (Al, Ti, Zr 등)를 포함하고 있다.

표 4.4 CO_2 차폐가스/Self-shielded Flux cored wire의 Flux조성

Classification		Flux type
CO ₂ 차폐가스	E70T-1, E70T-2	Titania(nonbasic)
	E70T-1	Lime-Titania(basic or neutral)
	E70T-1, E70T-5	Lime(basic)
Self-shielded	E70T-4, E70T-7, E60T-8	Fluorspar-aluminum
	E70T-3	Fluorspar-titania
	E70T-6	Fluorspar-lime-titania

	E70T-5	Fluorspar-lime
--	--------	----------------

4.3 자동 용접(SAW)에서의 Flux 적용 특성

자동용접에서의 Flux 의 적용 특성은 앞서 설명한 수동 및 반자동 용접에서와는 달리 Flux 의 제조방법에 따라 그 특성이 크게 달라진다. 즉 자동용접에서는 Flux 가 용접전에 미리 도포되어 용접 아크광을 차단하며 Spatter 및 Fume 이 발생하지 않도록 하는 중요한 역할을 한다.

자동용접(SAW)에서는 Flux 단독이 아닌 용접 와이어와의 적절한 조합에 따라 용착금속의 최적 물성치가 상당히 달라지는 특성을 가지고 있다. 따라서 자동용접(SAW)의 경우 와이어와 Flux 의 조합시 기본적으로 다음과 같은 성질을 고려하여야 한다. 표 4.5 는 자동용접(SAW)시 적용되어지는 Flux type 에 대해 나타내고 있다.

- 용접 이음부의 기계적 성질 만족
- 용접 작업성 만족 – Slag 박리성, 아크 안정성 등

표 4.5 자동용접(SAW)시 적용되어지는 Flux type 및 특성

Flux type	Composition	Basicity	Flux form	Remarks
Manganese silicate	$MnO+SiO_2>50\%$	Acid	Fused	적정 강도 유지, Max. 1100A
Calcium-high silica	$CaO+MgO+SiO_2>60\%$	Acid	Agglomerated, Fused	고전류, Max. 2500A
Calcium silicate-neutral	$CaO+MgO+SiO_2>60\%$	Neutral	Agglomerated, Fused	적정 강도 인성 확보
Calcium silicate-low silica	$CaO+MgO+SiO_2>60\%$	Basic	Agglomerated, Fused	인성 양호, 저산소
Aluminate basic	$Al_2O_3+CaO+MgO>45\%$, $Al_2O_3 >20\%$	Basic	Agglomerated	다층용접시 강도, 인성 양호
Alumina	Bauxite	Neutral	Agglomerated, Fused	저산소, 화학성분의 변화 작음
Basic fluoride	$CaO+MgO+MnO+CaF_2>50\%$ $SiO_2 \leq 22\%$, $CaF_2 \leq 15\%$	Basic	Agglomerated, Fused	매우낮은 산소함량, 저온인성 우수

제조 방법별 Flux type 은 크게 Fused(용융형), Agglomerated(집합형), Bonded(고착형) type 의 3 가지로 나누어진다.

4.3.1 Fused flux(용융형)

1) 제조방법

원재료를 1300℃이상(1370℃)으로 전기로에서 가열/용융시켜 균질화 처리한 후 급냉(수냉)시켜 파쇄하여 제조

2) 특징

장 점	단 점
♦ 화학적 균질성 우수 ♦ 흡습 문제 없음 ♦ 재사용 가능	♦ 탈산제/합금제 등은 고온에서 변질됨으로 첨가 힘들 ♦ Flux 소모량이 많음 ♦ 비드 끝단 Slag 박리성 불량 ♦ Arc blow 에 따른 기공발생 ♦ CO2 발생이 없기 때문에 극저수소계 제조 힘들

4.3.2 Agglomerated flux(집합형)

1) 제조방법

분말상의 원료를 고온에서도 안정한 고착제인 Ceramic glass binder 를 적용하여 600~900℃에서 소성하여 제조

2) 특징

Fused type 에 비해 제조시의 온도가 낮기 때문에 용접시의 응고 과정에서 용융금속과 Flux/Slag 사이의 다양한 반응이 일어나는 Active compound 를 함유할 수 있다.

장 점	단 점
♦ 탈산제/합금제의 첨가 가능 ♦ Fused type 에 비해 Flux 소모량이 적음 ♦ Fused type 에 비해 동일전류 영역에서 용융량이 약 15%정도 높다 ♦ Slag 박리/Porosity 저항성/비드외관 우수 ♦ 수분 함량이 작다.	♦ 흡습 문제 발생(CO2 가스 발생이 많은 조성을 적용하면 극저수소계 제조 가능)

4.3.3 Bonded flux(고착형)

1) 제조방법

피복봉 제조와 비슷하게 분말상의 원료를 저온의 고착제(Binder)제로 큰 덩어리로 만든 다음 300~500℃에서 소성하여 제조

2) 특징

종래의 잠호 용접용 Flux 는 일반 탄소강에서는 우수하지만, 저합금강 및 스테인리스강의 경우에는 다소 적합하지 못한 경우가 많았다. 즉 저합금강의 경우 탈산 정도의 조절 및 합금 성분 조절의 정확도가 높아야 하며 스테인리스강의 경우 종래의 Flux 는 Slag 박리성이 나쁘며 또한 크롬의 소비가 많아 화학성분 조절의 정확도가 낮아 고능률의 스테인리스강 용접에는 적합하지 않은 경우가 많았다.

Lincoln 사의 보고에 따르면 본 Flux 는 4 종의 기본 Flux(cr, Mo, V, Ni)에 중성의 Flux 를 가하여 5 종을 일정 비율로 혼합하여 사용한다. 이들 기본 Flux 로서 용착금속 합금

원소 주입한계는 다음과 같다.

Cr-8.7%Mo-6.2%V-2.2%Ni-11.0%

연강 심선과 Bonded flux 의 조합으로 모든 종류의 저합금강, 또는 합금강의 잠호 용접이 가능하게 되었으며 또한 우수한 용접금속의 노치 인성이나 기계적 성질이 얻어진다.

장 점	단 점
• 용접조건의 변화에도 용착금속의 화학성분이 일정하게 유지됨 • 오스테나이트계 스테인리스강의 경우 종래의 Flux 대비 Cr 성분 변화가 없음 • Flux 와 스테인리스강의 열팽창계수가 크게 달라 지도록 하는 물질 첨가에 따라 Slag 박리가 양호 • 젖음성이 양호하여 언더컷/Slag 혼입 정도가 작음	• 습기를 흡수함으로서 가열 건조시켜 보관

5. 결 론

용접 작업 수행시 용접 이음부의 건전성을 확보하기 위해서는 용접 기본변수인 용접전류, 속도 및 전압 뿐만 아니라 기타 제 변수들인 차폐가스 종류, 적용 Flux type 및 용가재 종류 등을 충분히 고려하여야 한다. 특히 SMAW, FCAW, SAW 와 같이 Flux 를 사용하는 용접 작업의 경우에는 첨가되어지는 Flux 는 대기로부터 용융풀을 보호할 뿐만 아니라 용접 이음부의 건전성 및 용접 작업성에 큰 영향을 미치기 때문에 용접 방법별로 적절한 Flux type 을 선정하여 적용하여야 한다.

따라서, Flux 의 종류와 제 특성 및 용접방법별로 적용되는 Flux type 에 대하여 간략히 설명하였는데 이와 같은 Flux 의 제 특성을 규명함으로서 용접작업을 수행할 경우 Flux 선정 및 용접 이음부에 미치는 Flux 의 영향을 조사하는데 도움이 될 것으로 사료된다.

※ 참고문헌

1. "Slag Metal Reactions in Binary CaF₂-Metal Oxide Welding Fluxes", "WRC", 1982.7
2. The procedure handbook of arc welding
3. ASM Handbook
4. 최신 용접핸드북