

후판 TMCP 강재의 EGW 기법에 대한 연구 A Study on EGW Process of Thicker-Plate TMCP Steel

김 찬*, 구 연백*, 김 경주*, 김 대순*

* 현대중공업 산업기술연구소

ABSTRACT High capacity container carrier has been considered for many decades to transport the more containers at the same time. Therefore, it is required for high capacity container ship to be applied thicker plate to accomodate a number of containers compared to that of general container ship. To increase productivity of welding, new welding process should be considered. A representative process for increase of weld productivity is EGW(Electrode Gas Welding) process. Both sides EGW process was evaluated for thicker-plate TMCP Steel. From the test result, it is considered that this process can be applied, showing satisfaction of mechanical properties such as tensile strength and impact property.

1. 서 론

최근 컨테이너선박의 증가와 더불어 1회에 많은 양의 컨테이너를 운반할 수 있는 대형 컨테이너선(7,000TEU이상)의 물량이 증가하고 있다. 컨테이너선의 특성상 Hatch coaming 부위와 Upper Deck 부위에 사용되는 강재 또한 다량의 컨테이너를 지지하기 위하여 후판화되어 가고 있다. 현재 이러한 후판 Upper Deck 부위의 판계 용접에 적용되고 있는 기법은 1전극 SAW 다층 용접으로, 용접시에 상당한 시간이 걸리고 있는 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 후판 Upper Deck의 판계 용접에 양면 1Pass 순차 EGW 기법을 적용하여, 용접생산성을 향상시키고자 하였다.

2. 실험 방법

2.1 모재 및 용접재료

본 연구에 사용된 모재는 두께 74mm의 EH40 TMCP강재를 사용하였으며, Table 1에 모재의 화학성분을 나타내었다.

또한, 연구에 적용된 용접기법은 양면 1Pass 순차 EGW 기법을 적용하여 용접부 물성과 열영향부의 물성에 대하여 평가하였으며, Table 2에 용접금속의 화학성분을 나타내었다. Table에서

볼수 있듯이 충격인성을 확보하기 위하여 Ni 성분이 2.06%로 상당히 높은 것을 알 수 있다.

Table 1 Chemical composition of base metal

Element(wt.%)									
C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	Ti
0.07	0.23	1.49	0.014	0.002	0.19	0.02	0.01	0.23	0.017

Table 2 Chemical composition of weld metal

Element(wt.%)									
C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	B(ppm)
0.05	0.20	1.60	0.015	0.014	2.06	0.04	0.12	0.09	61

2.2 용접조건

시험편의 개선형상은 1:1 양면(X) 개선, 개선각도는 30°, Root gap은 현장여건을 감안하여 6mm와 10mm로 하였고, 사용된 용접기법은 반대쪽의 Root면에 세라믹백킹재를 부착하고 전면에서 EGW 용접을 수행 후, 반대쪽에서 EGW 용접을 수행하는 방식이다. EGW의 용접조건은 Table 3에 나타내었으며, Table에 나타난 바와 같이 각 Pass당 입열은 Gap 6mm에서 약 215kJ/cm, Gap 10mm에서 약 325kJ/cm이었다. 용접후에 화학성분 분석, 인장시험, 충격시험 및 미세조직을 관찰하였다.

Table 3 Welding parameters of EGW

Root Gap (mm)	Pass No.	Welding parameters			Heat input (kJ/cm)
		Ampere (A)	Volt (V)	Speed (CPM)	
6mm	전면	400	41	4.5	219
	후면	400	42	4.7	214
10mm	전면	400	42	3.1	325
	후면	400	42	3.1	325

3. 실험 결과 및 고찰

3.1 용접물성

3.1.1 용접비드외관

용접부의 마크로 사진이 Fig. 1에 제시되었고, 사진에서 볼 수 있듯이 양호한 단면을 확인할 수 있었다. 또한, 용접후에 비파괴검사(Ultrasonic Inspection)를 하였는데 결함이 존재하지 않는 건전한 용접부를 가지고 있음을 확인할 수 있었다.

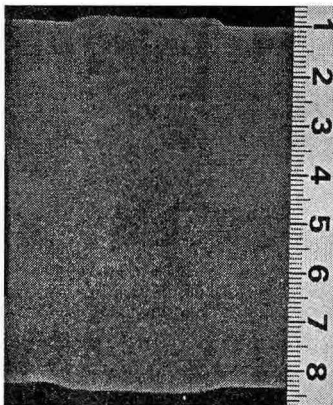


Fig. 1 Macro structure

3.1.2 인장시험

Table 4에 인장시험 결과를 나타내었다. Root 부위에서 조금 낮은 값이 나왔지만, 모두 Spec. 요구치를 만족하는 것을 확인할 수 있었다.

Table 4 Tensile strength

Root gap (mm)	Tensile strength(MPa)		
	Face(1st)	Root	Face(2nd)
6	575	555	576
10	542	520	546

Spec. : 510~690MPa

3.1.3 충격시험

본 연구는 대입열이 적용되기 때문에 충격인성이 상당히 중요한 요소인데, Table 5에서 볼 수 있듯이 Gap 6mm와 10mm에서 모두 Spec. 조건을 만족시키는 것을 볼 수 있다.

Table 5 Impact properties

Root Gap (mm)	Impact value (Ave. J @-20°C)					Location
	W.M	F.L	F.L+1	F.L+3	F.L+5	
6	101	262	201	268	361	Root
	126	165	247	395	396	Face (2nd)
10	135	118	119	287	286	Root
	102	84	156	180	316	Face (2nd)

Spec. : Min. 41J @-20°C

3.1.4 미세조직 관찰

용접부의 미세조직 사진은 Fig. 2에 나타내었다. 사진에서 볼 수 있듯이 용접부의 조직은 미세한 입내 페라이트로 이루어져 있음을 알 수 있는데, 이러한 미세 조직으로 인해 용접부의 충격인성이 양호하게 나온 것으로 생각된다.

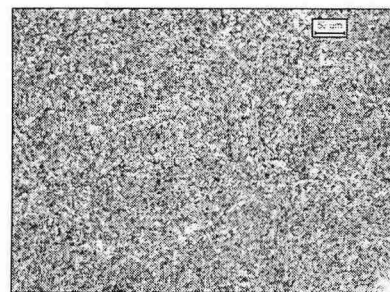


Fig. 2 Microstructure of weld metal

4. 결 론

EH40 TMCP 강재(두께:74mm)를 사용하여 양면 순차 EGW 용접을 적용한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 선급규정에 따른 용접부의 물성을 만족시킬수 있는 최대 용접입열은 약 330kJ/cm이었다.
2. 용접입열이 약 330kJ/cm이하에서의 충격인성은 -20°C에서 선급규정의 약 2배 이상의 값을 얻을 수 있었다.