

고속 편면 탄뎀 플럭스 코드 아크 용접의 검토

A Study on the High Speed One Side Tandem Flux Cored Arc Welding

최우현*, 양종수*, 조상명**

* (주)한진중공업 기술지원팀

** 부경대학교 생산가공공학과

1. 서 론

선박이나 강구조물의 용접에 있어서 용접생산성 문제는 매우 중요한 문제로 대두되어지고 있다. 따라서, 이러한 용접생산성의 향상 요구를 충족시키기 위하여 고용착 용접법의 개발 및 연구가 활발히 이뤄지고 있다. 본 연구에서도 이러한 용접생산성 향상의 현실화를 위한 접근 방법의 하나로 고속 편면 탄뎀 플럭스 코드 아크 용접을 검토하기 위하여 1차로 초층 용접의 용접비드 형성 및 아크 안정성에 대하여 연구한 자료를 발표한 바 있으며 생산성을 고려한 실질적인 용접의 가능성을 확인하였었다.

본 실험에서는 앞서의 이러한 연구 결과를 바탕으로 2전극을 동시에 주행시키는 탄뎀용접법을 사용하여 15mmt 맞대기/1 run 용접부에 대하여 와이어의 종류, 용접전류 및 전압 등을 변화시키면서 최적조건을 찾고, 용접부에 대한 기계적 성질 시험을 수행하여 용접부의 건전성을 확인하였다.

2. 시험편 및 실험 방법

본 실험은 평탄한 형상의 세라믹 백킹재(Backing Material)를 부착한 맞대기 V-Groove 이음(고장력강, 판 두께 15.0mm, 용접시편 길이 500mm, Groove Angle 20°)에 대하여 아래보기 자세로 고속 편면 탄뎀 플럭스 코드 아크 용접(정격용량 500A & 600A Thyristor 용접기 사용)을 실시하였다. 용접은 자동 주행대차에 의하여 50, 60, 70, 80 cm/min의 속도로 수행하였고, 사용한 와이어는 선행 전극(Lead Electrode)은 AWS E70S-G인 1.4mm ϕ (50~70cpm), 1.6mm ϕ (80cpm) 솔리드 와이어(Solid Wire)를 사용하였고, 후행전극은 AWS E 71T-1 및 AWS E81T1-K2인 2종류의 플럭스 코드 와이어로 용접하였다.

실험조건은 [Table 1]과 같다. 전류와 전압은 개별 조정으로 설정하였으며, 솔리드 와이어 및 플럭스 코드 와이어의 용접조건은 정상적인 비드가 형성되도록 변화시키면서 진행하였다. 루트 간격은 0mm로 하였으며, 토치 사이의 간격은 100mm로 후행전극은 약10°의 후진각을 주었으며, 와이어 돌출길이는 약25mm로 일정하게 하였다.

3. 실험결과 및 고찰

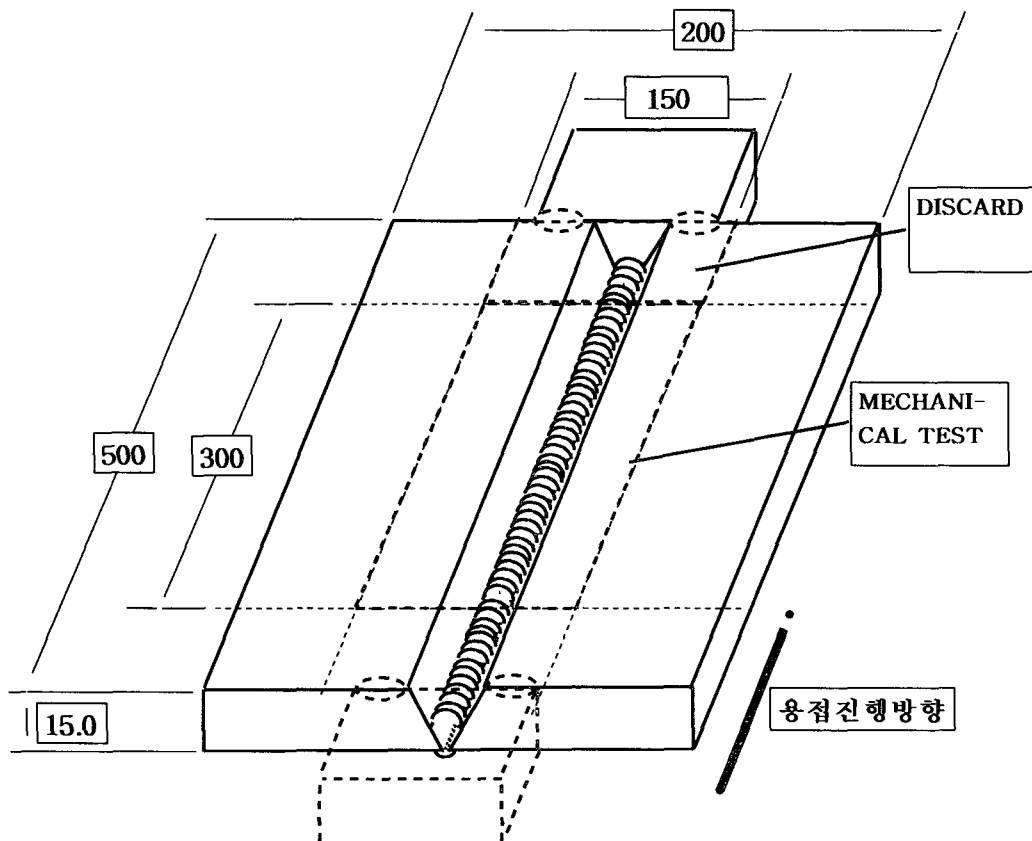
3.1 용접

[fig 1]에 본 실험을 실시한 시험편의 형상을 [Table 1]에 용접조건을 나타내었다. 용접은 1번부터 28번까지 총 28개의 시험편을 50cpm, 60cpm, 70cpm, 80cpm의 용접속도로 실시하였으며, 각 시험편에서 마크로 조직시험편을 채취하여 용접부의 조직 및 용입 상태 등을 확인하였으며 그 중에서 비드 외관이 가장 우수한 시험편은 기계적성질에 대한 검증을 하기로 하였다.

1, 2번 시험편은 용접속도를 100cpm으로 하여 실시한 결과이며, 용착량 부족으로 인하여 용접비드가 표면까지 형성되지 않았다. 이 정도의 속도를 유지하면서 용접을 진행하려면 용접와이어 외에 철분(iron powder)이나 컷 와이어(Cut Wire) 등의 보조 용접재료를 첨가해야 될 것으로 판단되어 더 이상의 실험은 진행하지 않았다.

용접속도 50cpm의 용접시험편은 [Table 1]에서 알 수 있듯이 3~12번이며, 이 중에서 전면 비드 및 표면비드, 마크로 단면 등이 가장 우수한 시험편은 11번이었다. 용접속도 60cpm의 용접시험편은 13~15번이며 15번 시험편이 가장 양호한 비드형상을 나타내었고, 용접속도 70cpm은 16~21시험편이며 21번 시험편이, 용접속도 80cpm은 22~28번 시험편 인데 28번 시험편이 가장 좋았다. 따라서, 각 용접속도별로 가장 우수하게 용접비드를 형성한 시험편에 대하여 기계적성질을 검증해 보았다.

[fig. 1] detail of welding specimen



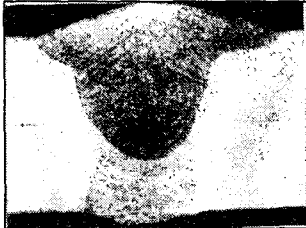
[Table 1] Welding condition for high speed one side tandem FCAW

No.	용접속도 (cm/min)	용접재료 (welding material)	용접전류 (Ampere)	용접전압 (Volts)	입열량(J) (Heat Input)	비 고
1	100	AWS E70S-G	430	45	11,610	용착부족
		AWS E71T-1	440	50	13,200	
2	100	AWS E70S-G	460	48	13,248	철분 8mm 산포 (비드 불량)
		AWS E71T-1	500	52	15,600	
3	50	AWS E70S-G	430	48	24,768	용착부족
		AWS E71T-1	480	52	29,952	
4	50	AWS E70S-G	440	48	25,344	이면용접불량
		AWS E71T-1	480	45	25,920	
5	50	AWS E70S-G	420	48	24,192	철분 8mm 산포 (용접비드 불량)
		AWS E71T-1	480	45	25,920	
6	50	AWS E70S-G	400	44	21,120	이면비드 불량
		AWS E71T-1	440	44	23,232	
7	50	AWS E70S-G	430	46	23,736	이면비드 불량
		AWS E71T-1	480	45	25,920	
8	50	AWS E70S-G	440	47	24,816	대체로 양호
		AWS E71T-1	460	44	24,288	
9	50	AWS E70S-G	420	44	22,176	표면비드 불량
		AWS E71T-1	480	48	27,648	
10	50	AWS E70S-G	420	42	21,168	표면비드 불량
		AWS E71T-1	420	45	22,680	
11	50	AWS E70S-G	420	44	22,176	양 호 합
		AWS E71T-1	450	44	23,760	
12	50	AWS E70S-G	420	45	22,680	Groove 백킹 재사용 (불량)
		AWS E71T-1	440	44	23,232	
13	60	AWS E70S-G	400	44	17,600	이면비드 불량
		AWS E71T-1	440	46	20,240	
14	60	AWS E70S-G	440	46	20,240	이면비드 불량
		AWS E71T-1	460	46	21,160	
15	60	AWS E70S-G	400	46	18,400	양 호 합
		AWS E71T-1	460	44	20,240	
16	70	AWS E70S-G	420	47	16,920	이면비드 불량
		AWS E71T-1	500	46	19,714	
17	70	AWS E70S-G	440	48	18,102	이면비드 불량
		AWS E71T-1	490	46	19,320	
18	70	AWS E70S-G	460	48	18,925	이면비드 불량
		AWS E71T-1	520	46	20,502	
19	70	AWS E70S-G	430	46	16,954	이면비드 불량
		AWS E71T-1	500	46	19,714	
20	70	AWS E70S-G	440	48	18,102	양 호 합
		AWS E71T-1	500	46	19,714	
21	70	AWS E70S-G	440	48	18,102	양 호 합
		AWS E71T-1	500	46	23,232	
22	70	AWS E70S-G	440	42	13,860	전면비드 불량
		AWS E80T1-K2	470	46	16,215	
23	70	AWS E70S-G	460	48	16,560	-
		AWS E80T1-K2	500	45	16,875	
24	70	AWS E70S-G	480	44	15,840	전면비드 불량
		AWS E80T1-K2	520	50	19,500	
25	70	AWS E70S-G	560	44	18,480	-
		AWS E80T1-K2	560	55	23,100	
26	70	AWS E70S-G	580	44	19,140	이면비드 불량
		AWS E80T1-K2	560	52	21,840	
27	70	AWS E70S-G	580	44	19,140	이면비드 불량
		AWS E80T1-K2	490	46	16,905	
28	70	AWS E70S-G	580	44	19,140	양 호 합
		AWS E80T1-K2	560	45	19,320	

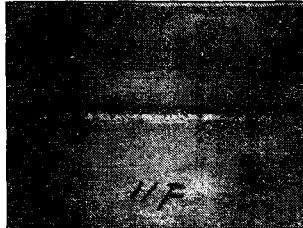
3.2 용접부의 외관 및 단면 검토

[photo 1] welding speed 50cpm specimen

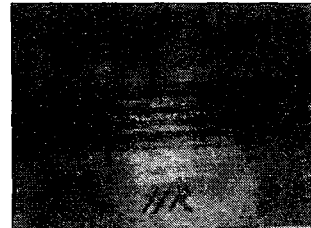
[macro]



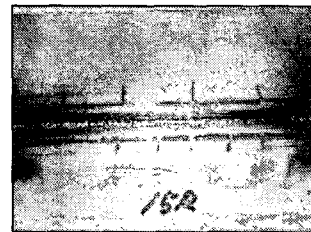
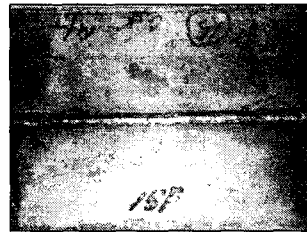
[face bead]



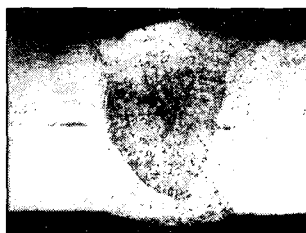
[root bead]



[photo 2] welding speed 60cpm specimen



[photo 3] welding speed 70cpm specimen



[photo 4] welding speed 80cpm specimen



3.3 기계적성능 시험(Mechanical Test)

[Table 2] Results of mechanical test

No.	Tensile (N/mm ²)	Bend		Impact(J) [20° C]			Rule Requirment
		Face	Root	Center	Fusion	F+2mm	
11	554.4	good	good	78.4	98.0	54.9	34(J)
				90.0	75.5	63.7	
				71.5	80.0	70.1	
				Average			
15	560.0	good	good	90.1	45.1	69.6	34(J)
				80.0	78.4	54.9	
				80.0	86.2	54.9	
				Average			
21	571.2	good	good	92.1	73.5	81.3	34(J)
				93.1	83.3	98.0	
				85.3	92.1	102.9	
				Average			
29	565.6	good	good	118.6	63.7	88.2	34(J)
				126.4	65.7	61.7	
				125.4	64.7	107.8	
				Average			

4. 결 론

본 실험은 15mm의 강판을 단 1회의 용접으로 용접작업을 완료하기 위하여 용접속도 및 전극의 수 등을 알아보기 위한 실험으로써, 용접속도는 50, 60, 70, 80cpm의 속도로 진행시켰으며, 전극은 선형 전극 솔리드 와이어, 후행전극 플릭스 코드 와이어를 사용하여 용접조건을 변화시키면서 실험을 실시한 결과, 각 용접속도에서 적절한 용접조건을 설정하여 준다면 양호한 용접을 얻을 수 있다는 결론을 얻었다. 특히, 용접속도 80cpm 정도의 고속에서도 용접이 가능하고, 기계적 특성이 양호하게 나타난 것은 본 용접법의 적용에 매우 긍정적이라 할 수 있다. 단, 이러한 용접법의 적용은 용접기, 용접토치, 캐리지 등의 섬세한 보완작업을 필요로 할 것이다.

[참고문헌]

- 1) 稻壇, 中山 : “やさしい炭酸ガスアーク溶接”, 産報出版, 1977
- 2) 조상명 : “교류피복 아크용접에 있어서 아크 안정성의 정량적 평가에 관한 연구”, 대한 용접학회논문집 제16권 제4호, 1998.
- 3) 용접기술지 “2전극 CO2 편면용접기”, 산보출판 VOL.46, 1998년 9월호.