(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0086780
(43) 공개일자 2021년07월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G09B 19/00 (2006.01) *G01B 11/02* (2006.01)
G01B 11/26 (2006.01) *G06Q 50/20* (2012.01)
(52) CPC특허분류
G09B 19/00 (2013.01)
G01B 11/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0177960
(22) 출원일자 2019년12월30일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 용소로 45, 부경대학교내 (대연동)
(72) 발명자
조상명
부산광역시 해운대구 센텀중앙로 145, 114동 5103호 (재송동, 더샵센텀파크1차아파트)
주우현
부산광역시 사하구 다대로130번안길 46
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
네이트특허법인

전체 청구항 수 : 총 2 항

(54) 발명의 명칭 **FCAW 용접훈련생 숙련도 평가 방법 및 장치**

(57) 요 약

본 발명은 FCAW 용접사의 작업변수를 측정하여 FCAW 용접훈련생의 숙련도를 효과적으로 평가할 수 있도록 하는 FCAW 용접훈련생 숙련도 평가 방법 및 장치에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 FCAW 용접훈련생 숙련도 평가 장치는, 용접부의 측면에 배치되어 용접 측면부를 촬영하여 용접속도, 토치높이, 및 진행각을 측정할 수 있도록 하는 측면 카메라; 용접부의 전면에 배치되어 용접 전면부를 촬영하여 작업각과 토치높이를 측정할 수 있도록 하는 전면 카메라; 및 상기 측면 카메라로부터 영상을 입력받아 용접속도, 토치높이, 및 진행각을 측정하고, 상기 전면 카메라로부터 영상을 입력받아 작업각과 토치높이를 측정하는 제어부를 구비하고, 상기 토치높이, 용접속도, 작업각, 및 진행각을 포함하는 작업변수의 변동특성을 수치화하고, 용접사의 숙련도를 등급화함으로써 FCAW 용접훈련생의 숙련도를 평가할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G01B 11/26 (2013.01)
G06Q 50/20 (2013.01)
(72) 발명자
류형창
부산광역시 사하구 오작로 46, 3동 807호(괴정3동, 신익타운아파트)

임경섭
부산광역시 남구 수영로266번길 121-6, 202호(대연동, 애플하우스)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415163079
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	전자시스템전문기술개발사업-지능융합전자정보기기기술개발
연구과제명	용접 공정용 증강현실 디바이스 및 지원시스템 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	(주)토탈소프트뱅크
연구기간	2019.04.01 ~ 2019.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

용접부의 측면에 배치되어 용접 측면부를 촬영하여 용접속도, 토치높이, 및 진행각을 측정할 수 있도록 하는 측면 카메라;

용접부의 전면에 배치되어 용접 전면부를 촬영하여 작업각과 토치높이를 측정할 수 있도록 하는 전면 카메라; 및

상기 측면 카메라로부터 영상을 입력받아 용접속도, 토치높이, 및 진행각을 측정하고, 상기 전면 카메라로부터 영상을 입력받아 작업각과 토치높이를 측정하는 제어부를 구비하고,

상기 토치높이, 용접속도, 작업각, 및 진행각을 포함하는 작업변수의 변동특성을 수치화하고, 용접사의 숙련도를 등급화함으로써 FCAW 용접훈련생의 숙련도를 평가하는 FCAW 용접훈련생 숙련도 평가 장치.

청구항 2

용접부의 측면에 배치된 측면 카메라에 의하여 용접 측면부를 촬영하는 단계;

용접부의 전면에 배치된 전면 카메라에 의하여 용접 전면부를 촬영하는 단계;

상기 용접 측면부의 영상을 입력받아 용접속도, 토치높이, 및 진행각을 계산하는 단계;

상기 용접 전면부의 영상을 입력받아 작업각과 토치높이를 계산하는 단계;

상기 토치높이, 용접속도, 작업각, 및 진행각을 포함하는 작업변수의 변동특성을 수치화하는 단계; 및

용접사의 숙련도를 등급화함으로써 FCAW 용접훈련생의 숙련도를 평가하는 단계를 구비하는 FCAW 용접훈련생 숙련도 평가 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 FCAW 용접훈련생 숙련도 평가 방법 및 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 FCAW 용접사의 작업변수를 측정하여 FCAW 용접훈련생의 숙련도를 효과적으로 평가할 수 있도록 하는 FCAW 용접훈련생 숙련도 평가 방법 및 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] FCAW(Flux Cored Arc Welding)는 대부분 반자동 용접에 의하여 이루어지고 국내에는 FCAW 용접사가 조선소 등의 작업장에서 가장 많이 활동하고 있다. 일반적으로 용접사 기능 수준 평가는 용접작업 후에 나타난 비드의 외관, 결함 정도를 고려하고, 또한 기계적 시험을 통해 수행한다. 그러나 실제로 현장에서 얻어지는 용접품질 수준은 용접사의 숙련도에 의존하는 작업변수의 변동특성에 따라 결정된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 따라서 용접훈련과정에 있는 훈련생들의 경우에는 작업변수를 측정하여 숙련도를 평가하는 단순하고 경제적인 평가체계가 요구된다. 또한, 훈련생의 숙련도를 등급화하는 과정에서 실제 용접사의 동작을 보다 합리적으로 측정하여 숙련도 평가를 하는 것이 요구된다. 작업변수의 변동특성을 점수화하여 훈련생에게 피드백하면 훈련생은 보다 흥미를 가지고 숙련도 향상을 위해 집중할 수 있을 것이다.

[0004] 이러한 점을 고려하여, 본 발명은 FCAW 용접사의 작업변수를 측정하여 FCAW 용접훈련생의 숙련도를 효과적으로 평가할 수 있도록 하는 FCAW 용접훈련생 숙련도 평가 방법 및 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 일 실시예에 따른 FCAW 용접훈련생 숙련도 평가 장치는, 용접부의 측면에 배치되어 용접 측면부를 촬영하여 용접속도, 토치높이, 및 진행각을 측정할 수 있도록 하는 측면 카메라; 용접부의 전면에 배치되어 용접 전면부를 촬영하여 작업각과 토치높이를 측정할 수 있도록 하는 전면 카메라; 및 상기 측면 카메라로부터 영상을 입력받아 용접속도, 토치높이, 및 진행각을 측정하고, 상기 전면 카메라로부터 영상을 입력받아 작업각과 토치높이를 측정하는 제어부를 구비하고, 상기 토치높이, 용접속도, 작업각, 및 진행각을 포함하는 작업변수의 변동특성을 수치화하고, 용접사의 숙련도를 등급화함으로써 FCAW 용접훈련생의 숙련도를 평가할 수 있다.

[0006] 본 발명의 일 실시예에 따른 FCAW 용접훈련생 숙련도 평가 방법은, 용접부의 측면에 배치된 측면 카메라에 의하여 용접 측면부를 촬영하는 단계;

[0007] 용접부의 전면에 배치된 전면 카메라에 의하여 용접 전면부를 촬영하는 단계; 상기 용접 측면부의 영상을 입력받아 용접속도, 토치높이, 및 진행각을 계산하는 단계; 상기 용접 전면부의 영상을 입력받아 작업각과 토치높이를 계산하는 단계; 상기 토치높이, 용접속도, 작업각, 및 진행각을 포함하는 작업변수의 변동특성을 수치화하는 단계; 및 용접사의 숙련도를 등급화함으로써 FCAW 용접훈련생의 숙련도를 평가하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0008] 본 발명에 따르면, FCAW 용접사의 작업변수를 측정하여 FCAW 용접훈련생의 숙련도를 효과적으로 평가할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0009] 본 명세서에 첨부되는 다음의 도면들은 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 것이며, 발명의 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 더욱 이해시키는 역할을 하는 것이므로, 본 발명은 그러한 도면에 기재된 사항에만 한정되어 해석 되어서는 아니 된다.

도 1은 용접 카메라들의 배치를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 2는 용접 시편의 크기를 측정한 것을 개략적으로 도시한 도면이다.

도 3은 측면 카메라에 의하여 측정한 용접 상황을 개략적으로 도시한 도면이다.

도 4는 전면 카메라에 의하여 측정한 용접 상황을 개략적으로 도시한 도면이다.

도 5는 용접사 A와 B가 직선용접을 할 때 토치 높이의 변동을 나타낸 그래프이다.

도 6은 용접사 C와 D가 위빙용접을 할 때 토치 높이의 변동을 나타낸 그래프이다.

도 7은 용접사 A와 B가 직선용접을 할 때 용접속도의 변동을 나타낸 그래프이다.

도 8은 용접사 C와 D가 위빙용접을 할 때 용접속도의 변동을 나타낸 그래프이다.

도 9는 용접사 A와 B가 직선용접을 할 때 작업각의 변동을 나타낸 그래프이다.

도 10은 용접사 C와 D가 위빙용접을 할 때 작업각의 변동을 나타낸 그래프이다.

도 11은 용접사 A와 B가 직선용접을 할 때 진행각의 변동을 나타낸 그래프이다.

도 12는 용접사 C와 D가 위빙용접을 할 때 진행각의 변동을 나타낸 그래프이다.

도 13은 작업변수 평균값에 대한 용접사 A~D의 평가점수를 누적 막대그래프로 나타낸 도면이다.

도 14는 표준편차에 대한 용접사 A~D의 평가점수를 누적 막대 그래프로 나타낸 도면이다.

도 15는 용접사 A~D의 평가점수 합계를 누적 막대 그래프로 나타낸 도면이다.

도 16은 평균값과 표준편차에 대한 평가점수 배점표를 나타낸 표이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 대해서 설명한다. 또한, 이하에 설명하는 실시예는 특허청구범위에 기재된 본 발명의 내용을 부당하게 한정하지 않으며, 본 발명의 실시예에서 설명되는 구성 전체가 본

발명의 해결 수단으로서 필수적이라고는 할 수 없다. 하나의 실시예에 적용되는 구성요소는 특별한 언급이 없더라도 다른 실시예에서도 적용될 수 있다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 따른 FCAW 용접훈련생 숙련도 평가 장치는, 용접부의 측면에 배치되어 용접 측면부를 촬영하여 용접속도, 토치높이, 및 진행각을 측정할 수 있도록 하는 측면 카메라; 용접부의 전면에 배치되어 용접 전면부를 촬영하여 작업각과 토치높이를 측정할 수 있도록 하는 전면 카메라; 및 상기 측면 카메라로부터 영상을 입력받아 용접속도, 토치높이, 및 진행각을 측정하고, 상기 전면 카메라로부터 영상을 입력받아 작업각과 토치높이를 측정하는 제어부를 구비하고, 상기 토치높이, 용접속도, 작업각, 및 진행각을 포함하는 작업변수의 변동특성을 수치화하고, 용접사의 숙련도를 등급화함으로써 FCAW 용접훈련생의 숙련도를 평가할 수 있다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 FCAW 용접훈련생 숙련도 평가 방법은, 용접부의 측면에 배치된 측면 카메라에 의하여 용접 측면부를 촬영하는 단계;

[0013] 용접부의 전면에 배치된 전면 카메라에 의하여 용접 전면부를 촬영하는 단계; 상기 용접 측면부의 영상을 입력받아 용접속도, 토치높이, 및 진행각을 계산하는 단계; 상기 용접 전면부의 영상을 입력받아 작업각과 토치높이를 계산하는 단계; 상기 토치높이, 용접속도, 작업각, 및 진행각을 포함하는 작업변수의 변동특성을 수치화하는 단계; 및 용접사의 숙련도를 등급화함으로써 FCAW 용접훈련생의 숙련도를 평가하는 단계를 포함할 수 있다.

[0014] 본 발명에 따르면, FCAW 용접사의 작업변수를 측정하여 FCAW 용접훈련생의 숙련도를 효과적으로 평가할 수 있다.

[0015] 본 발명에서 측정한 4대 작업변수는 토치높이, 용접속도, 작업각, 진행각이다. 이들 작업변수의 변동은 용접사의 기량에 따라 달라지며 용접품질에 직접적인 영향을 미치는 요인이다. 경험적 숙련도인 작업변수의 변동을 정량화하여 용접사 기량평가 및 품질관리에 응용할 수 있도록 하였다.

[0016] 본 발명의 실시예에 사용된 모재는 150 X 100 X 6 mm의 SM400이다. 용접사 훈련에 사용되는 FCAW CO_2 용접을 4명의 용접사에 대해 아래보기 자세에서 BOP 용접으로 진행하였고, 용접사 A와 B는 직선용접, C와 D는 위빙용접을 하였다. 본 실험에 사용한 용접조건을 표 1에 나타내었다. 표 1은 1G 포지션 FCAW 용접의 용접 조건을 제시한 테이블이다.

표 1

[0017]

Filler metal	AWS A5.20 E71T-1C 1.2mm
Base metal	SM400 150 X 100 X 6 mm
Current	170~230 A
Voltage	21.6~25.4 V

[0018] 본 실험에서 이용한 용접용 카메라 배치방법을 도 1 에 나타내었다. 용접 측면부를 촬영하는 카메라를 배치하여 용접속도, 토치높이, 진행각(Θ_T)을 촬영하였다. 용접 전면부를 촬영하는 카메라를 배치하여 작업각(Θ_W)과 토치높이를 촬영하였다.

[0019] 카메라와 측정 대상 간의 거리를 고려하여 용접 직전 용접 측면부 카메라를 이용하여 용접부 위에 스케일바를 촬영하였다. 도 2는 용접 시편과 스케일 바를 촬영한 것을 나타내었다. 이때, 토치높이, 진행각(Θ_T), 용접속도를 측정하기 위해 용접 측면부에서 촬영 영상의 아크 시작점에서부터 1초 간격으로 정지영상을 획득하였다. 정지영상과 스케일 바를 이용하여 1초 간격으로 토치높이, 진행각(Θ_T), 용접속도를 측정하였다.

[0020] 도 2는 용접 전에 스케일바를 활용하여 위치에 대한 보정을 하는 단계를 나타낸다. 이는 스케일바를 용접부 위에 올려두고 카메라로 정지영상을 촬영하여 촬영거리 및 각도에 따라 생기는 길이의 오차를 보정하기 위해 실시하는 단계이다.

[0021] 도 3은 용접 측면부 촬영 영상에서 진행각(Θ_T), 용접속도, 토치높이를 측정한 것을 나타내었다. 도 4는 용접 전면부 촬영 영상에서 작업각(Θ_W)을 측정한 것을 나타내었다. 토치높이의 오차를 보정하기 위해 작업각(Θ_W)을 고려하여 계산하였다.

[0022] 용접사 A~D의 작업변수 평균과 표준편차를 정리하여 표 2 에 나타내었다. 작업변수의 평균값은 정상적인 작업변수의 범위에서 이루어졌는지 평가하기 위해 산출하였다. 표준편차는 용접사의 작업변수의 변동이 용접품질에 영

향을 미치므로 작업변수의 변동을 평가하기 위해 산출하였다.

표 2

[0023]

용접사	계산 방법	토치높이	용접속도	작업각	진행각
A	평균값	26.35	33.9	3.68	34.92
	표준편차	1.36	1.95	0.81	0.59
B	평균값	18.03	39.9	0.78	7.59
	표준편차	2.75	2.28	0.99	0.98
C	평균값	26.35	33.9	3.68	34.92
	표준편차	1.36	1.95	0.81	0.59
D	평균값	18.03	39.9	0.78	7.59
	표준편차	2.75	2.28	0.99	0.98

[0024] 용접사 A~D의 숙련도를 평가하기 위해 작업변수의 평균과 표준편차를 고려하여 평가점수를 부여하였다. 용접품질에 영향을 주는 작업변수의 중요도를 고려하여 토치높이 3, 용접속도2, 작업각 1, 진행각 1의 가중치를 평가점수에 부여하였다. 토치높이는 기준을 15 ㎜로 두어 평균값이 기준에서 벗어날수록 감점하였다. 용접속도는 평균값이 낮을수록 감점하였으며 위빙용접의 경우 직선용접에 비해 낮은 수준의 범위를 적용하였다. 작업각과 진행각은 기준을 0도로 두어 평균값이 기준에서 벗어날수록 감점하였다. 작업변수의 표준편차는 클수록 감점하였다. 평균과 표준편차는 같은 비중으로 간주하여 평가점수에 반영하였다. 도 16에는 평균값과 표준편차에 대한 평가점수 배점표를 나타내었다. 표 3은 평가점수 합계에 따른 등급 분류 표이다.

표 3

[0025]

	Total score			
	0~29	30~44	45~59	60~70
Grade	4	3	2	1

[0026] 도 13은 작업변수 평균값에 대한 용접사 A~D의 평가점수를 누적 막대그래프로 나타낸 것이다. 도 14는 표준편차에 대한 용접사 A~D의 평가점수를 누적 막대그래프로 나타낸 것이다. 도 15는 용접사 A~D의 평가점수 합계를 누적 막대그래프로 나타낸 것이다. 용접사 D는 67점으로 가장 우수한 수준으로 나타났고 Grade 1으로 평가되었다. 용접사 C, B는 각각 55점, 52점으로 그 다음 수준인 Grade 2로 평가되었다. 용접사 A는 40점으로 Grade 3으로 평가되었다. 이와 같은 결과를 통해 훈련생의 성장심리에 대한 흥미유발을 위해 용접결과가 아닌 작업변수의 변동특성을 이용하여 용접사의 숙련도를 등급화 하여 평가하는 방법을 제시할 수 있었다.

[0027] 4명의 용접사가 직접 FCAW를 수행하여 나타난 4대 작업변수의 변동 특성을 동영상촬영, 측정, 분석하여 훈련생들에게 피드백 해주기 위한 기술적 자료를 확보하기 위해 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다. 1) 용접사가 직접 아크를 일으켜 용접하는 동영상을 아크 전면카메라와 측면카메라 및 스케일을 써서 촬영하여 4대 작업변수를 1초에 1개씩 측정하는 방법을 제시하였다. 2) 작업변수의 평균과 표준편차를 각각 같은 비중으로 점수화 하여 별도로 평가한 후 4대 작업변수 각각에 대한 평균과 표준편차를 구분하여 훈련생에게 피드백 해 줄 수 있는 체계를 제시하였다. 3) 숙련도를 평가할때 용접품질에 영향을 주는 중요도를 고려하여 가중치를 토치높이 3, 용접속도 2, 작업각 1, 진행각 1의 크기로 부여하였다. 4) 훈련생의 성장심리에 대한 흥미유발을 위해 용접결과가 아닌 작업변수의 변동특성을 이용하여 숙련도를 Grade 1,2,3,4로 등급화 하였다.

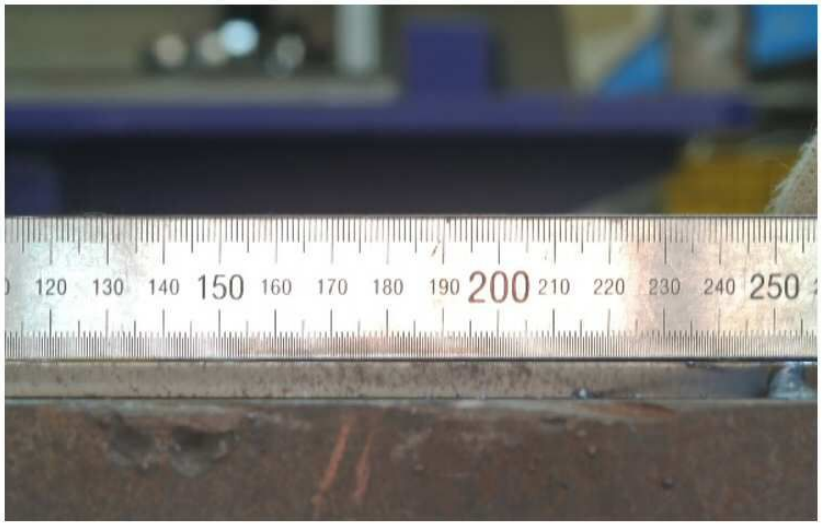
[0028] 이상에서 본 발명의 실시예를 참조하여 설명했지만, 본 발명이 이것에 한정되지는 않으며, 다양한 변형 및 응용이 가능하다. 즉, 본 발명의 요지를 일탈하지 않는 범위에서 많은 변형이 가능한 것을 당업자는 용이하게 이해할 수 있을 것이다.

도면

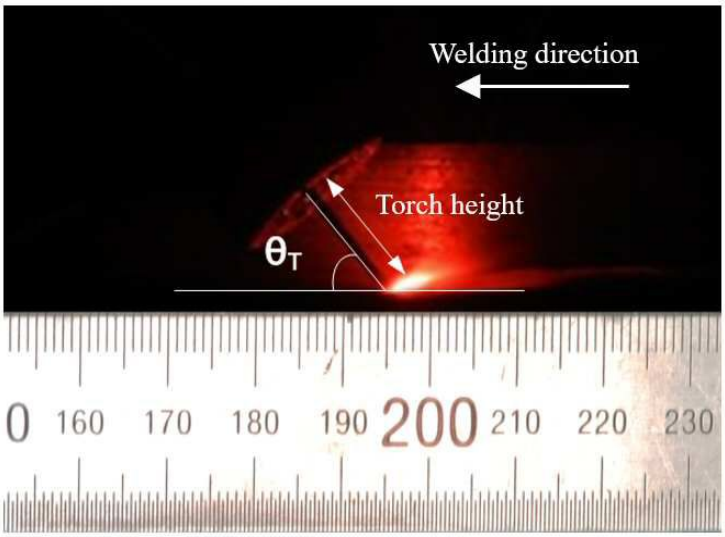
도면1


용접방향
전면카메라
측면카메라

도면2


120 130 140 150 160 170 180 190 200 210 220 230 240 250

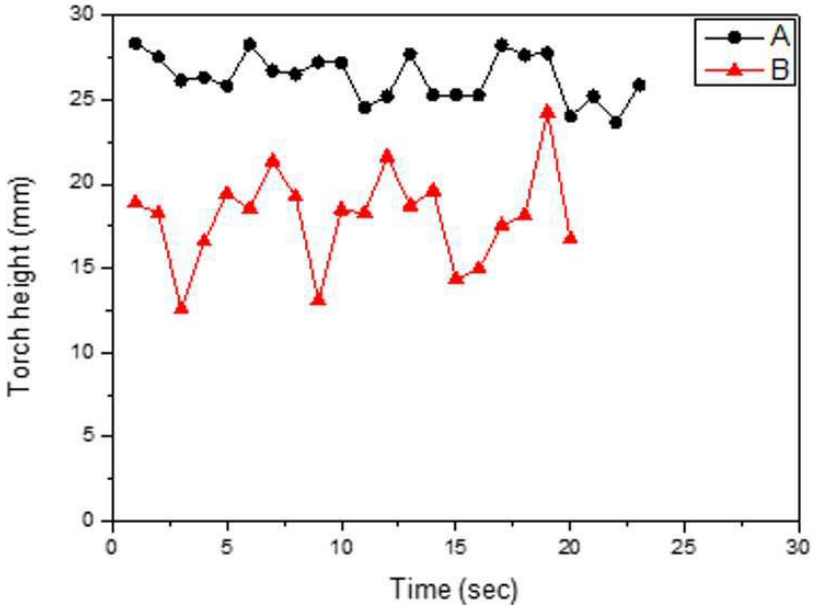
도면3


Welding direction
Torch height
θT
0 160 170 180 190 200 210 220 230

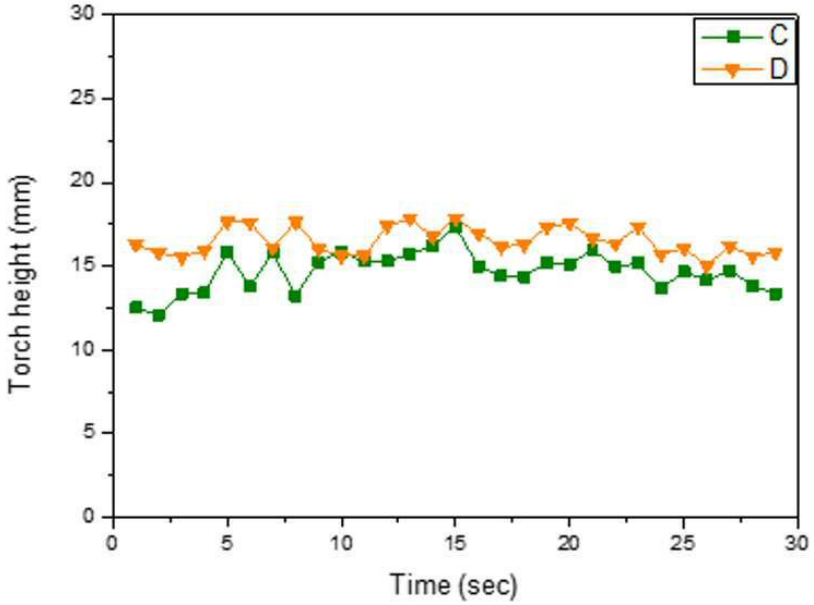
도면4


Welding direction
Torch height
θW

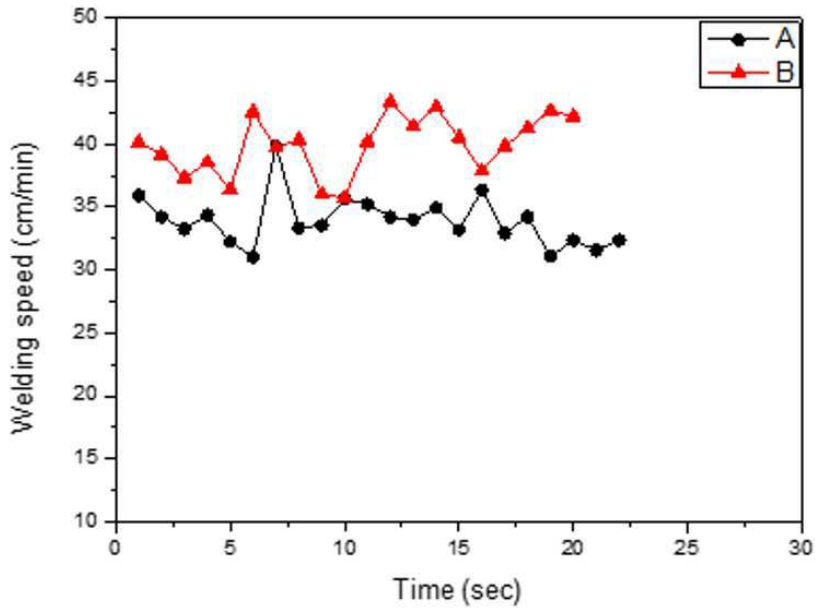
도면5


A
B
Torch height (mm)
Time (sec)
0
5
10
15
20
25
30

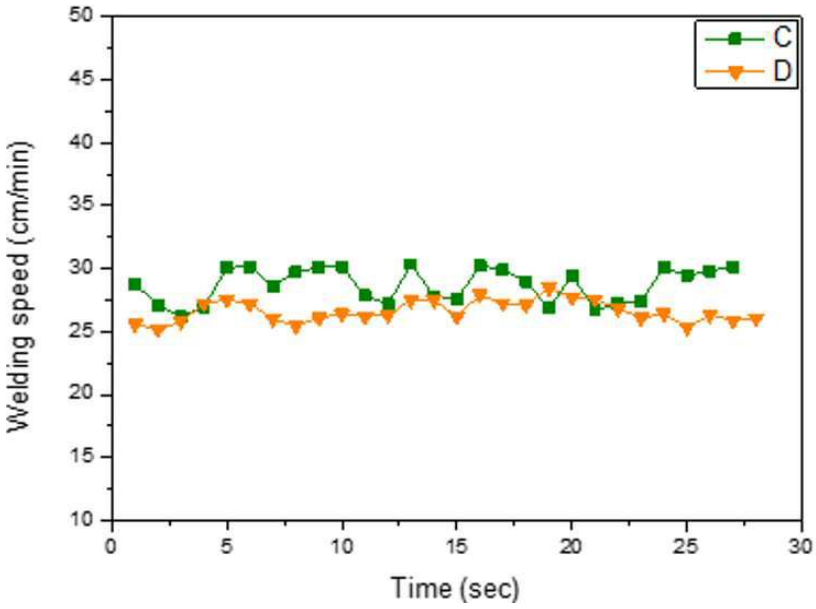
도면6


C
D
Torch height (mm)
Time (sec)
0
5
10
15
20
25
30

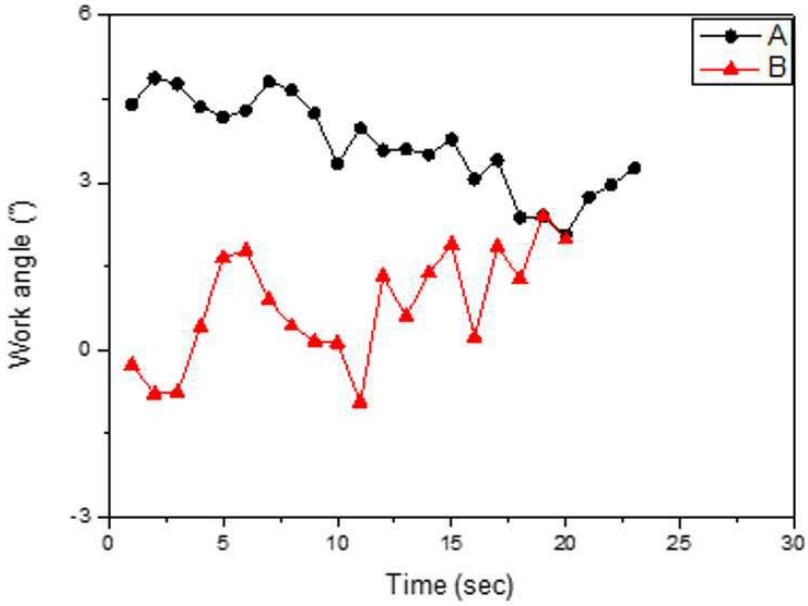
도면7


A
B
Welding speed (cm/min)
Time (sec)
50
45
40
35
30
25
20
15
10
0
5
10
15
20
25
30

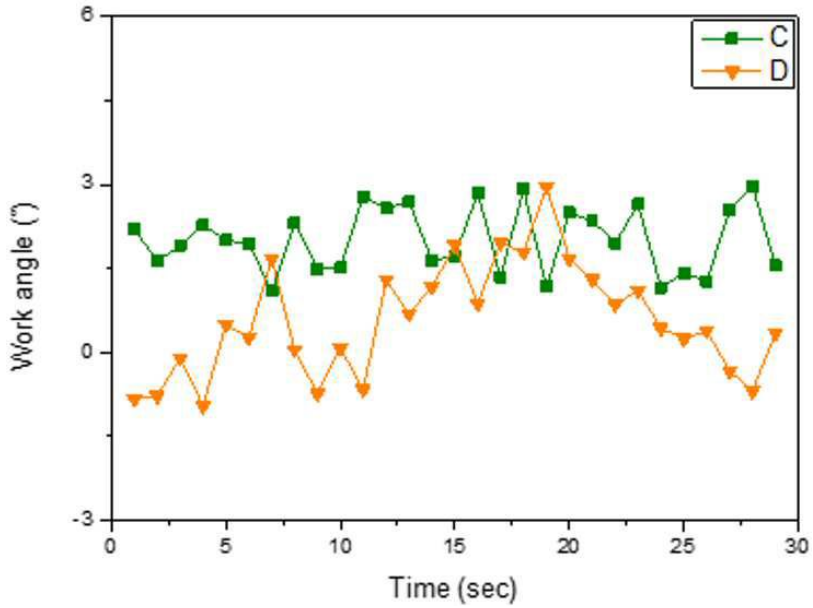
도면8


C
D
Welding speed (cm/min)
Time (sec)
50
45
40
35
30
25
20
15
10
0
5
10
15
20
25
30

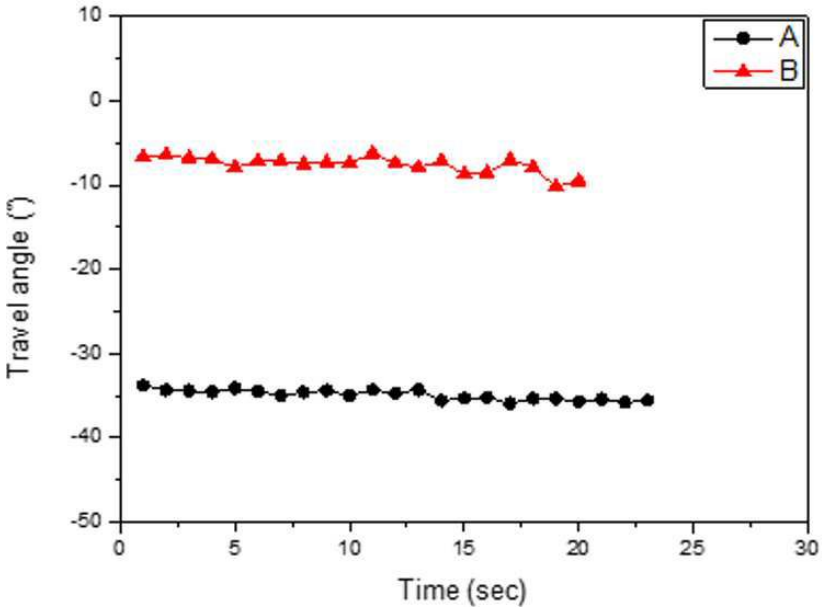
도면9


A
B
Work angle (°)
Time (sec)
6
3
0
-3
0
5
10
15
20
25
30

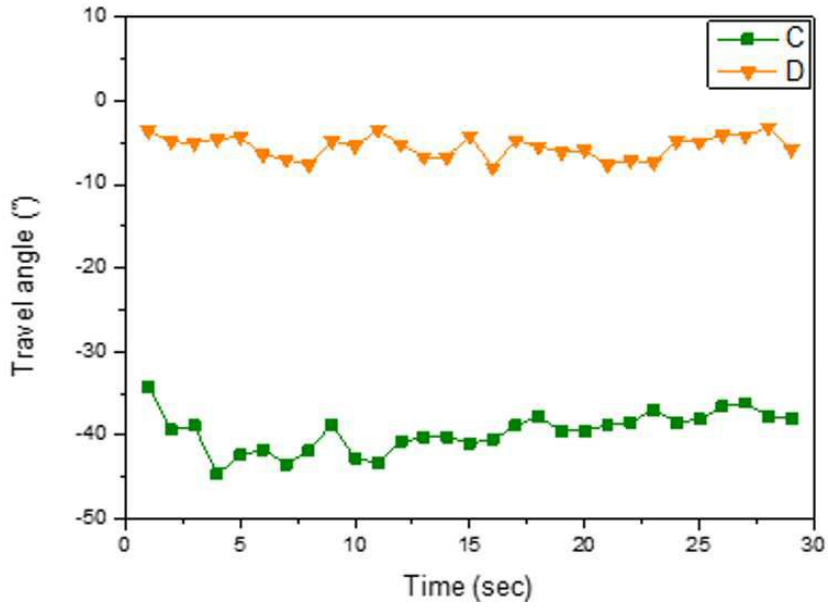
도면10


C
D
Work angle (°)
Time (sec)
6
3
0
-3
0
5
10
15
20
25
30

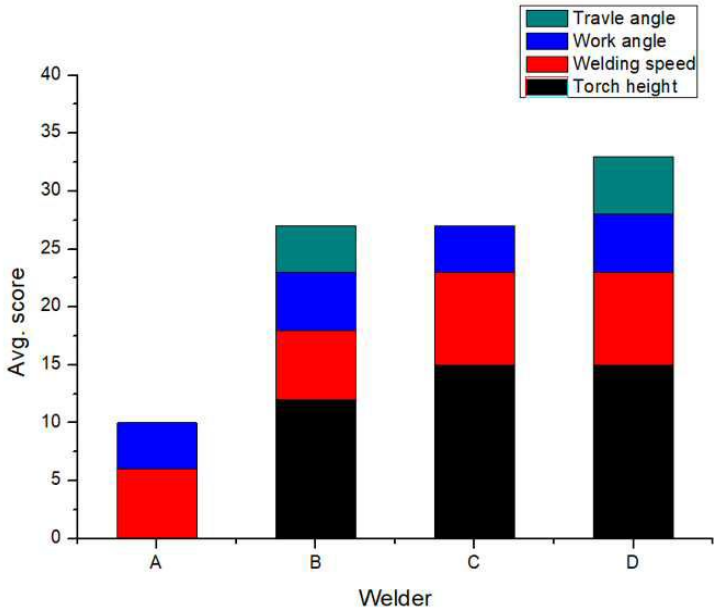
도면11


A
B
Travel angle (°)
Time (sec)
10
0
-10
-20
-30
-40
-50
0
5
10
15
20
25
30

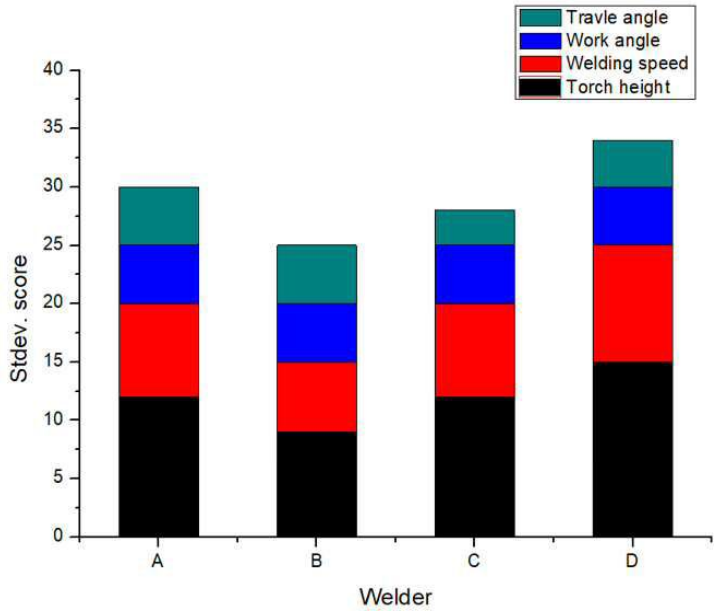
도면12


C
D
Travel angle (°)
Time (sec)
10
0
-10
-20
-30
-40
-50
0
5
10
15
20
25
30

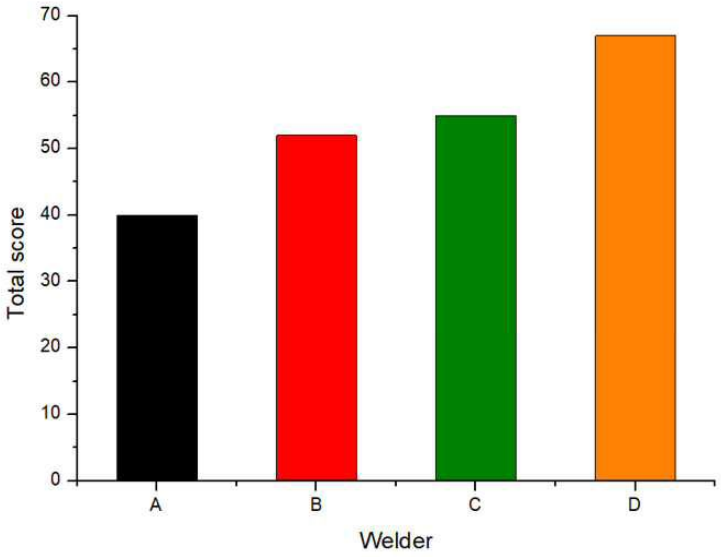
도면13


Travle angle
Work angle
Welding speed
Torch height
Avg. score
0
5
10
15
20
25
30
35
40
A
B
C
D
Welder

도면14


Travle angle
Work angle
Welding speed
Torch height
Stdev. score
0
5
10
15
20
25
30
35
40
A
B
C
D
Welder

도면15



도면16

	Torch height	Welding speed		Work angle	Travel angle	Score
		Straight	Weaving			
Avg	Within 15±2	Over 50	Over 30	0±2°	0±6°	5
	Within 15±4	Over 40	Over 25	0±4°	0±12°	4
	Within 15±6	Over 30	Over 20	0±6°	0±18°	3
	Within 15±8	Over 20	Over 15	0±8°	0±24°	2
	Within 15±10	Over 10	Over 10	0±10°	0±30°	1
St dev	0~1	0~1		0~1	0~1	5
	1~2	1~2		1~2	1~2	4
	2~3	2~3		2~3	2~3	3
	3~4	3~4		3~4	3~4	2
	4~5	4~5		4~5	4~5	1
Weight	3	2		1	1	