(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0070093
(43) 공개일자 2013년06월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23K 11/11 (2006.01) *B23K 11/16* (2006.01)
E04C 5/03 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0137245
(22) 출원일자 2011년12월19일
심사청구일자 2011년12월19일

(71) 출원인
창원대학교 산학협력단
경상남도 창원시 의창구 사림동 9 창원대학교
(72) 발명자
이재현
서울특별시 강동구 명일2동 우성아파트 5-303
이찬규
경상남도 창원시 두대동 도시티7 101동 1705호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김종선, 이형석

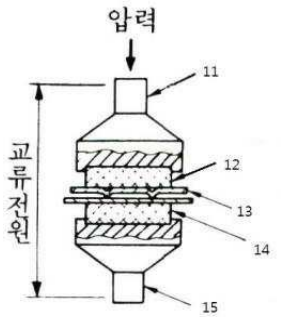
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **이형철근의 점용접을 이용한 접합 방법 및 장치, 그 이형철근**

(57) 요 약

본 발명은 이형철근의 점용접을 이용한 접합 방법 및 장치에 관한 것으로, 하부전극이 형성된 고정 암의 상부에 주근을 이송하여 정렬시키고, 주근의 상부에 교차되도록 부근을 이송하여 정렬시키고, 부근의 상부에 상부전극을 갖는 가동 암을 압착하고 전류를 공급하여 상기 주근과 부근의 교차점을 융착시키는 것으로, 건설용 구조물로 사용되는 두 개의 철근을 최적의 용접 조건을 도출하여 점용접으로 접합시킴으로써 높은 접합 강도와 높은 연신율을 얻을 수 있다.

대 표 도 - 도10



(72) 발명자

이수연

경상남도 마산시 마산합포구 해운동 평화골든타워 705호

박대영

경상남도 진주시 망경동 439-16번지

윤국태

경상남도 창원시 마산회원구 양덕2동 한일타운3차 310동 1601호

특허청구의 범위

청구항 1

하부전극이 형성된 고정 암의 상부에 주근을 이송하여 정렬시키는 단계;

상기 주근의 상부에 교차되도록 부근을 이송하여 정렬시키는 단계; 및

상기 부근의 상부에 상부전극을 갖는 가동 암을 압착하고 전류를 공급하여 상기 주근과 부근의 교차점을 융착시키는 단계;를 포함하는 이형철근의 점용접을 이용한 접합 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 주근과 부근은 서로 다른 재질의 봉강인 것을 특징으로 하는 이형철근의 점용접을 이용한 접합 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 주근과 부근은 서로 다른 강도의 봉강인 것을 특징으로 하는 이형철근의 점용접을 이용한 접합 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항중 어느 한 항에 있어서,

상기 주근은 직경이 22㎜이고 항복강도가 350kg/㎠ 인 철근이고, 상기 부근은 직경이 10㎜이고 항복강도가 300kg/㎠ 인 철근인 것을 특징으로 하는 이형철근의 점용접을 이용한 접합 방법.

청구항 5

제1항 내지 제3항중 어느 한 항에 있어서,

상기 융착 단계의 가압력은 550kgf이고, 공급전류는 10 내지 12.5kA범위 이내이고, 융착시간은 1000 내지 1200ms범위 이내인 것을 특징으로 하는 이형철근의 점용접을 이용한 접합 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 주근의 연신율이 18 내지 20%범위 이내인 것을 특징으로 하는 이형철근의 점용접을 이용한 접합 방법.

청구항 7

제1항 내지 제6항중의 어느 한 항의 방법으로 제조된 것을 특징으로 하는 이형철근.

청구항 8

하부전극의 상부에 주근을 이송하여 정렬시키는 고정 암;

상기 주근의 상부에 교차되도록 부근을 이송하여 정렬시키고, 상기 부근의 상부에 상부전극을 압착하면서 상기 주근과 부근의 교차점에 전류를 공급하여 융착시키는 가동 암을 포함하는 이형철근의 점용접을 이용한 접합 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 주근과 부근은 서로 다른 재질의 봉강인 것을 특징으로 하는 이형철근의 점용접을 이용한 접합 장치.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 주근과 부근은 서로 다른 강도의 봉강인 것을 특징으로 하는 이형철근의 점용접을 이용한 접합 장치.

청구항 11

제8항 내지 제10항중 어느 한 항에 있어서,

상기 주근은 직경이 22㎜이고 항복강도가 350kg/㎠ 인 철근이고, 상기 부근은 직경이 10㎜이고 항복강도가 300kg/㎠ 인 철근인 것을 특징으로 하는 이형철근의 점용접을 이용한 접합 장치.

청구항 12

제8항 내지 제10항중 어느 한 항에 있어서,

상기 가동 암의 융착 가압력은 550kgf이고, 공급전류는 10 내지 12.5kA범위 이고, 융착시간은 1000 내지 1200ms 범위 이내인 것을 특징으로 하는 이형철근의 점용접을 이용한 접합 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 주근의 연신율이 18 내지 20%범위 이내인 것을 특징으로 하는 이형철근의 점용접을 이용한 접합 장치.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 이형철근의 점용접을 이용한 접합 방법 및 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 철선감기를 통해 이루어지던 철근의 고정 방법을 철근의 겹쳐지는 부위에 특정값의 전류와 압력을 가하여 철근을 용융시켜 접합시키는 점용접을 이용하여 높은 접합 강도와 높은 연신율 얻는 이형철근의 점용접을 이용한 접합 방법 및 장치, 그 이형철근에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 철근 콘크리트 구조(RC:Reinforced Concrete Construction)는 보강된 콘크리트라는 의미를 갖는다. 보강의 역할을 하고 있는 것이 철근이며, 철근을 보호하는 것이 콘크리트이다. 콘크리트는 철근의 좌굴을 방지함과 동시에, 강한 알카리성이므로 철근의 녹을 방지하고, 압축인장전단에 강한 철근을 매입하여 서로의 약점을 보완한다. 철근과 콘크리트는 부착력에 의해 일체로 되고, 또 선팽창계수가 같기 때문에 RC로서의 강도를 발휘한다.

[0003] 철근콘크리트에 쓰이는 보강근(補强筋)으로 원형철근(圓形鐵筋)과 이형철근(異形鐵筋 또는 이형봉강이라고도 함, deformed bar)이 있는데, 원형철근은 철근 표면에 마디가 없는 것을 말하며, 이형철근은 강을 압연할 때 봉강 표면 에 특수한 돌기(리브와 마디)를 만들어 콘크리트 속에 묻었을 때 콘크리트와 기계적으로 잘 결합하여 부착 강도가 커지도록 한 철근이다. 이형철근은 콘크리트와의 부착력이 크며 콘크리트에 균열이 생길 때는 균열 폭이 작아 일반적으로 주철근(主鐵筋)(이하 주근이라고 약칭한다.)으로 사용된다.

[0004] 한편, 건설 현장에서 사용되는 철근의 경우 철선 감기를 이용하여 접합이 이루어지고 있으며, 이에 대한 뚜렷한 규정은 없는 실정이어서 지진이나 재해를 비롯한 엄격해지는 건축규정과 환경, 경제적인 요인이 중요시되면서 접합 방법의 전환이 요구되고 있다.

[0005] 저항 점용접(resistance spot welding, 이하 점용접이라 약칭함.)은 두 개의 금속판을 맞대어 놓고 압력을 가하면서 짧은 시간 동안 고전류를 흘려 소재 사이의 접촉면에서 접촉 저항(contact resistance)에 의한 줄열(joule Heating)을 발생시켜 두 소재를 접합하는 전기 저항 용접공정이다. 점용접은 작업이 간단하고 짧은 시간에 이루어지므로 자동화, 대량생산 등이 쉽게 때문에 자동차 차체, 철도 차량 등의 구조물에 널리 사용되고 있다. 최근 점용접에 대한 연구는 판재 접합이 주를 이루고 있으며, 봉재에 대한 연구 내용 및 실적은 미비한 상태이다.

[0006] 이에 대한 선행기술로서 대한민국 공개실용신안공보 제1991-9221호(1991.06.28)에는 ‘콘크리트 골조용 철근시트’가 개시되어 있다.

[0007] 개시된 바에 의하면, 평행으로 일정간격 연설된 하부철근의 상부로 상부철근이 교차하며 재치되는 콘크리트 골조용 철근에 있어서, 하부철근과 상부철근의 교선이 이루는 교차부의 접점을 다수로 횡설된 전극에 의하여 점용접으로 융착하여 일체화시킨 각각의 시트를 서로 겹치게 조립하여 형성하였다.

[0008] 그러나, 이와 같은 선행기술은, 점용접으로 철근을 융착하기 위한 최적 조건을 도출하기 위해 접합 강도, 용접부 경도, 미세조직 시험을 진행하거나 그 특성을 나타내지 못하기 때문에, 건축 구조물로써의 적합한 시간, 전류 변화 등의 최적의 조건으로 점용접을 실시할 수 없는 문제점이 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 대한민국 공개실용신안공보 제1991-9221호(1991.06.28)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명은 건설용 구조물로 사용되는 두 개의 철근을 최적의 압력, 전류 및 시간의 용접 조건을 도출하여 점용접으로 접합시킴으로써 높은 접합 강도와 높은 연신율을 얻을 수 있도록 하는 이형철근의 점용접을 이용한 접합 방법 및 장치, 그 이형철근을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 하부전극이 형성된 고정 암의 상부에 주근을 이송하여 정렬시키는 단계, 상기 주근의 상부에 교차되도록 부근을 이송하여 정렬시키는 단계 및 상기 부근의 상부에 상부전극을 갖는

가동 암을 압착하고 전류를 공급하여 상기 주근과 부근의 교차점을 융착시키는 단계를 포함하는 이형철근의 점용접을 이용한 접합 방법을 제공한다.

[0012] 상기 주근과 부근은 서로 다른 재질의 봉강이거나, 상기 주근과 부근은 서로 다른 강도의 봉강일 수 있다. 상기 주근은 직경이 22㎜이고 항복강도가 350kg/㎠ 인 철근이고, 상기 부근은 직경이 10㎜이고 항복강도가 300kg/㎠ 인 철근이 사용될 수 있다.

[0013] 상기 융착 단계의 가압력은 550kgf이고, 공급전류는 10 내지 12.5kA 범위 이내이고, 융착시간은 1000 내지 1200ms 범위 이내이다. 상기 주근의 연신율이 18 내지 20%범위 이내인 것이 바람직하다.

[0014] 또한, 본 발명은 상기 방법중 어느 하나의 방법으로 제조된 것을 특징으로 하는 이형철근을 제공할 수 있다.

[0015] 또한, 본 발명의 다른 특징은, 하부전극의 상부에 주근을 이송하여 정렬시키는 고정 암과, 상기 주근의 상부에 교차되도록 부근을 이송하여 정렬시키고, 상기 부근의 상부에 상부전극을 압착하면서 상기 주근과 부근의 교차점에 전류를 공급하여 융착시키는 가동 암을 포함하는 이형철근의 점용접을 이용한 접합 장치를 제공할 수 있다.

[0016] 상기 주근과 부근은 서로 다른 재질의 봉강이거나, 상기 주근과 부근은 서로 다른 강도의 봉강일 수 있다. 상기 주근은 직경이 22㎜이고 항복강도가 350kg/㎠ 인 철근이고, 상기 부근은 직경이 10㎜이고 항복강도가 300kg/㎠ 인 철근 일 수 있다.

[0017] 상기 가동 암의 융착 가압력은 550kgf이고, 공급전류는 10 내지 12.5kA범위 이내이고, 융착시간은 1000 내지 1200ms범위 이내이다. 상기 주근의 연신율이 18 내지 20%범위 이내인 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0018] 상술한 바와 같이 본 발명에 따른 이형철근의 점용접을 이용한 접합 방법 및 장치에 의하면, 최적의 용접 조건의 점용접을 통한 다른 크기의 이형철근의 접합 방식으로 기존의 철근 감기보다 높은 강도를 가지며, 종래 점용접으로 인해 시간 및 생산비를 절감할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 점용접을 위한 시편(주근 및 부근)을 나타낸 개략도.

도 2는 전류에 따른 접합 강도 측정 결과 그래프.

도 3은 9kA조건의 파단 후 표면 주사 전자 현미경(SEM) 사진 및 EDS 분석 그래프로서, a)는 산화막 제거 영역, b)는 잔존 산화막 영역을 나타낸 사진.

도 4는 접합 강도 측정 후 파단 사진으로서, a)는 웰딩(welding) b)는 네킹(necking) c)는 필링(peeling) 상태를 나타낸 도면.

도 5는 접합 시험 후 SD35의 인장 시험 결과 그래프로서, a)는 항복강도, b)는 인장강도를 나타낸 그래프.

도 6은 시간에 따른 접합 강도 측정 결과 그래프로서, a)는 12.5kA, b)는 10kA 상태를 나타낸 그래프.

도 7은 SD35강의 시간변화에 따른 연신율의 합격률을 나타낸 그래프.

도 8은 12.5kA의 시간에 따른 경도 프로파일(profile) 그래프로서, a) 및 c)는 X축 경도변화, b) 및 d)는 Y축

경도변화를 나타낸 그래프.

도 9는 12.5kA의 시간에 따른 경도 변화 매핑(mapping) 그래프로서, a)는 300ms, b)는 576ms, c)는 1000ms를 나타낸 그래프.

도 10은 본 발명에 따른 이형철근의 점용접을 이용한 접합 장치의 일실시예를 나타낸 측면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하에서 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 첨부한 도면을 참조하여 상세하게 설명하기로 한다.

[0021] 도 10은 본 발명에 따른 이형철근의 점용접을 이용한 접합 장치의 일실시예를 나타낸 측면도이다.

[0022] 도시된 바와 같이 본 발명의 접합 장치는, 하부전극(15)의 상부에 주근(14)을 이송하여 정렬시키는 고정 암(16), 상기 주근(14)의 상부에 교차되도록 부근(13)을 이송하여 정렬시키고, 상기 부근(13)의 상부에 상부전극(12)을 압착하면서 상기 주근(14)과 부근(13)의 교차점에 전류를 공급하여 융착시키는 가동 암(11)을 포함하여 구성된다.

[0023] 여기서, 상기 주근(14)과 부근(13)은 토목·건축콘크리트용 철근 또는 PS 콘크리트(prestressed concre te)용 강재(鋼材)로서의 주근 및 보조근(부근) 기타 어스앵커 등 전조나 사가공 또는 크로스 와이어 용접하여 사용되고 또 콘크리트와의 부착강도가 필요하게 되는 고강도 이형철근(또는 이형봉강)이다.

[0024] 상기 주근(14)과 부근(13)은 서로 교차되도록 배치하되, 서로 90도 각도로 직교하도록 교차시켜 배치하는 것이 바람직하다.

[0025] 또한, 상기 고정 암(16)과 가동 암(11)은 상기 각각의 주근(14)과 부근(13)을 이송 및 정렬시키기 위하여 도시되지 않은 공지의 정렬 수단 및 이송수단을 포함한다.

[0026] 이때, 상기 주근(13)과 부근(14)은 서로 다른 재질의 봉강이거나, 또는 상기 주근(13)과 부근(14)은 서로 다른 강도의 봉강이 적용될 수 있다.

[0027] 또한, 상기 주근(13)은 직경이 22㎜이고 항복강도가 350kg/㎠ 인 철근이고, 상기 부근(14)은 직경이 10㎜이고 항복강도가 300kg/㎠ 인 철근이다.

[0028] 이하에서는, 상기 직경이 22㎜이고 항복강도가 350kg/㎠ 인 주근(13)을 국제표준규격의 호칭으로 “D22, SD35”로 약칭하고, 직경이 10㎜이고 항복강도가 300kg/㎠ 인 부근(14)도 국제표준규격의 호칭 “D10, SD30”로 약칭하기로 한다.

[0029] 본 발명의 접합 방법은, 하부전극(15)이 형성된 고정 암(16)의 상부에 주근(14)을 이송하여 정렬시키는 단계; 상기 주근(14)의 상부에 교차되도록 부근(13)을 이송하여 정렬시키는 단계; 및 상기 부근(13)의 상부에 상부전극(12)을 갖는 가동 암(11)이 압착되며 전류를 공급하여 상기 주근(14)과 부근(13)의 교차점을 융착시키는 단계를 순차적으로 진행하여 이형철근을 접합한다.

[0030] 이때, 상기 가동 암(11)으로 압착되는 융착 단계의 가압력은 550kgf이고, 공급전류는 10 내지 12.5kA 범위 이내이고, 융착시간은 1000 내지 1200ms 범위 이내이고, 상기 주근의 연신율이 18 내지 20% 범위 이내인 것이 바람직하다.

[0031] 이와 같은 방법을 통하여, 최적의 용접 조건의 점용접을 통한 다른 크기의 이형철근의 접합 방식으로 기존의 철근 감기보다 높은 강도를 가지며, 종래 점용접으로 인해 시간 및 생산비를 절감할 수 있는 이형철근을 제조할 수 있다.

[0032] <실시예>

[0033] 점용접(spot welding)이란 금속판을 포개어 놓고 전극(電極) 끝을 금속판 아래 위에 대고 비교적 작은 부분에 전류 및 가압력을 집중시켜 국부적으로 가열하는 동시에 전극으로 압력을 가하여 행하는 저항 용접을 말한다. 즉, 두매의 금속판을 포갠 뒤 아래 위의 전극사이에 끼우고 압력을 가하여 대전류를 흘려서 그 점을 용접하는 것으로, 겹친 2매의 모재를 전극간에 끼우고 가압 및 통전하여 접합부를 국부적으로 가열하여 저항열을 이용 반용융 상태로 해서 접합하는 용접 방법이다.

[0034] 점용접은 용접저항R(Ω), 용접전류I(A), 용접 시간t(sec)에 대해 발열량 Q는 아래의 수학식1과 같이 되고 이 열로 인해 용접부가 용융되면서 가압력에 의해 용접된다.

수학식 1

[0035) $$Q=I^2Rxt$$

[0036] 상기 수학식 1은 점용접의 3대 요소 중 전류의 영향이 가장 중요한데, 그 이유는 발열량이 전류의 제곱에 비례하기 때문이다. 용접시 전류가 부족하면 전단강도가 떨어지고, 전류가 과대해지면 전극의 오염이 현저해지며 기공이 남기도 한다. 전류와 더불어 점용접의 주요변수인 시간은 너무 길게 하면, 열손실이 많아지고, 불필요한 부분을 가열하게 되며, 재질의 변화를 초래한고, 너무 짧아도 가열부가 작아지며 국부에 한하여 용융되므로 충분한 용접이 되지 않는다.

[0037] 본 발명에 사용된 강종은 주근으로 SD35, 부근으로 SD30A를 사용하였으며, 다음의 표 1에 주근 SD35와 부근 SD30A의 화학 조성비(wt.%)를 나타내었다.

표 1

[0038]

	C	Mn	Si	P	S	Cu	Mo	Cr	Ni	Fe
SD35	0.27	0.73	0.22	0.017	0.026	0.24	0.02	0.14	0.004	Bal.
SD30A	0.24	0.50	0.15	0.015	0.026	0.28	0.02	0.17	0.09	Bal.

[0039] 용접 장비는 정격 용량 50kVA의 DC 인버터 공압식 용접기를 사용하였으며, 냉각수의 유속은 10ℓ/min으로 일정하게 유지하였으며, 전극 팁(tip)은 지름 30mm이며, 재질은 Cu-Cr를 사용하였다. 용접조건은 가압력을 550±5kgf로 고정시키고 전류를 7~17kA로 변화를 주었으며, 300~1500ms의 시간변화를 주어 진행하였다. 지름22mm 길이 500mm의 SD35강 중앙에 직각으로 지름 10mm, 길이 300mm의 SD30A강을 얹어 겹치는 부위를 용접하여 T자 형태의 시험편을 제작하였다.

[0040] 도 1은 본 발명의 점용접을 위한 시편(주근 및 부근)을 나타낸 개략도로서 (a)는 주근과 부근을 T자형으로 배치해 놓은 평면도, (b)는 측면도, (c)는 평면 사진이다.

[0041] 용접 시편의 접합강도를 평가하기 위해 50ton용량의 Instron 8503 인장기를 사용하였으며, 하중범위를 30kN, 250kN으로 하중 속도를 20mm/min으로 설정하였다. 경도 측정을 위해 점용접한 시편을 절단면이 열과 응력에 의해 변형되지 않도록 냉각유를 흘려가면서 천천히 세로로 절단한 후 하중 1kgf, 용접부를 중심으로 가로, 세로 1mm간격으로 마이크로 비커스(Micro vickers) 경도 측정기(Hardness tester)를 이용하여 측정하였으며, 용접부의 미세조직 관찰을 위하여 1㎛까지 표면을 연마 후 2% 나이탈(nital)로 수초간 부식시켜 광학현미경, 주사전자현미경으로 미세조직을 관찰하였다.

[0042]

[0043] 도 2는 주근 SD35와 부근 SD30A의 접합 강도 측정 결과이다. 9kA까지의 경우 모재의 용융이 제대로 이루어지지 않아 낮은 범위의 측정값을 형성하였으며. 이는 낮은 전류에서는 충분한 열이 입력되지 못한 결과이다.

[0044] 그러나 전류가 증가할수록 전단강도는 상승하였으며, 10kA이상에서는 비슷한 측정 결과를 나타내었다. 이는 전류가 더 증가하더라도 높은 전류로 인해 전극 표면에 피용접재가 늘러 붙어 전류의 흐름을 방해하였기 때문이다.

[0045] 현재 현장에서의 두 철근의 접합력의 기준은 SD30A강의 항복강도의 1/3(약7.1kN)이상을 기준으로 하고 있다. 모든 조건에서 평균치는 기준점을 통과하고 있으나, 9kA까지는 기준에 미달하는 결과를 보임에 따라 전시편이 목표치를 넘는 10kA이상의 전류가 적절한 접합 조건으로 판단된다.

[0046] 그러나 15kA이상의 높은 전류에서는 모재와 전극간의 마찰로 인해 전극의 오염이 심화되며, 스패터의 발생으로 안전의 위험이 있기 때문에 적절하지 않는 조건이다.

[0047] 도 3은 9kA의 용접부에서 파단이 일어난 접합 시험 파단을 SEM(Scanning Electron Microscope)으로 관찰한 결과이다. 도 3(a)영역에서는 벽개면과 딤플이 공존함을 관찰하였으며, 도 3(b)영역은 용접 시 산화층이 완벽하게 제거되지 않고 일부 존재하는 것으로 확인할 수 있다.

[0048] 도 4는 접합 파단 사진으로 7kA에서 파단은 전시편이 용접부에서 일어났으며, 7kA와 9kA의 경우 측정 결과의 편차가 크게 나타나는 경향을 보였는데, 두 강종의 접합이 적절하게 이루어지지 않은 것으로 판단되며, 10kA이상의 전류에서는 대부분의 시편이 네킹(necking)부에서 파단이 일어났다. 이는 저전류에서는 접합부의 용융이 부분적으로 이루어져 접합이 적절하게 이루어지지 않았기 때문이다.

[0049] 주근(SD35)과 부근(SD30A)의 접합과 더불어 건설용 구조용강으로 쓰이는 SD35강 자체의 항복강도와 인장강도가 주요한 요인으로 여겨지고 있으며, 인장시험은 KS B 0802에 준하여 진행되었다.

[0050] 여기서, 항복강도(Yield strength)란 탄성변형이 일어나는 한계응력으로, 하중을 받아 탄성변형이 발생한 재료가 원상태로 복구될 수 있는 한계점을 의미한다.

[0051] 도 5는 주근 SD35의 인장 시험 그래프로 항복(약142kN) 및 인장강도(약205kN)는 전류에 따라 약간의 차이는 나타내지만 오차 범위 안의 영역이며, 목표로 했던 133.5kN과 189.7kN이상의 결과를 확인하였다.

[0052] 콘크리트 내부에 배열되는 철근은 취성이 강한 콘크리트의 단점을 보완하기 위해 높은 연신율이 요구된다. 전류를 통해 10kA이상에서의 접합이 최적으로 판단되어, 10kA, 12.5kA에서 시간에 따른 변화를 주어 접합 강도와 SD35강의 인장, 연신율, 경도 측정을 진행하였다.

[0053] 여기서, 연실율이란 재료가 길이 방향으로 늘어나는 비율을 의미한다. 연신율은 인장시험을 통하여 계산하게 되는데 시험편의 길이 방향으로 두 점을 표시하여 표점거리를 구하고, 시험편 양끝을 길이 방향으로 당기는 인장력을 작용시켜 시험편이 절단되면, 절단부의 양끝을 다시 접속시켜 연신 후의 표점거리를 구한 후에 절단 후의 표점거리와 인장시험 전의 표점거리의 차를 인장시험 전의 표점거리로 나눈 값을 %로 나타낸 것이다.

[0054] 연신율은 늘어난 길이(ℓ)와 표점거리(ℓ。)와의 차이를 표점거리(ℓ。)로 나누어 백분율(%)로 나타내는 것으로 다음의 수학식 2와 같이 표현된다.

수학식 2

[0055] $$연신율(\varepsilon)=[(\ell-\ell_{\circ})/\ell_{\circ}]\times 100\%$$

[0056] 도 6은 시간에 따른 접합강도 측정 그래프로 1200ms까지는 기준을 넘는 높은 강도를 나타내나 그 이후로 급격하게 떨어지며, 1500ms에서는 기준에 미치지 못하는 시편이 발생하였다. 이는 장시간의 열입력으로 인해 열에너지가 용접부에 집중되지 못하고 모재로 분산되면서 두 강종간의 접합력을 저하시키는 원인으로 작용하였으며, 외형마저 기존의 원형을 유지하지 못하고 일그러지는 형태를 보였다.

[0057] SD35강의 인장 파단은 모재(base metal) 파단과 열영향부(HAZ; Hazardous material Hazlehurst) 파단으로 나누어진다. 통상적으로 18%이상의 연신율과 모재에서 파단이 일어나는 것을 합격으로 하며, 열영향부에서 발생하는 파단은 낮은 연신율을 가진다.

[0058] 도 7은 시간 변화에 따른 연신율 합격 그래프로 시간이 증가할수록 합격률이 상승하는 것으로 나타나며, 이는 시간의 증가에 따른 냉각속도의 지연으로 인해 용융부 및 열영향부의 경도가 하락한 것으로 용접부의 연성이 증가하였기 때문이다.

[0059] 경도는 용접부의 연성을 평가하는 중요한 요소 중의 하나로써, 용접 열영향부와 주변 모재와의 경도 차이는 용접부의 피로 수명을 감소시키는 원인이 된다. 따라서 용접부를 포함한 주위의 모재에 대한 경도를 파악하여야 한다.

[0060] 점용접은 열영향부를 포함한 용접 금속부의 경도 값은 합금원소와 빠른 냉각으로 인해 매우 높다. 모재의 평균 경도 값은 약170Hv이다.

[0061] 대표적으로 300, 576, 1000ms의 경도 분포를 절단 방향에 따라 도 8에 나타내었다. 도 8은 12.5kA의 시간에 따른 경도 프로파일(profile) 그래프로서, a) 및 c)는 X축 경도변화, b) 및 d)는 Y축 경도변화를 나타낸다.

[0062] 도 9는 Area mapping 그래프로 (0,0)지점을 중심으로 용접부 및 열영향부의 경도 변화를 관찰한 결과이다.

[0063] 앞서 상술한 바와 같이 시간이 증가할수록 연신율의 증가에 따라 경도는 하락하였으며, 용융부(fusion zone) - 열영향부(HAZ) - 모재(base metal)로 이어지면서 완만한 경도 감소를 나타내고 있다.

[0064] 300ms와 576ms에서는 용접부의 최고 경도는 400Hv이상의 고경도를 가지나 시간의 증가에 따라 최고 경도는 1000ms에서 350Hv까지 하락한다.

[0065] 이는 용접시간의 증가에 따라 상변태가 발생하는 800~500℃ 온도구간의 냉각속도가 감소하기 때문이다.

[0066] 본 명세서에 기재된 본 발명의 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 실시예에 관한 것이고, 발명의 기술적 사상을 모두 포괄하는 것은 아니므로, 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다. 따라서 본 발명은 상술한 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 그와 같은 변경은 청구범위 기재의 권리범위 내에 있게 된다.

부호의 설명

[0067] 11 : 가동 암

12 : 상부전극

13 : 부근

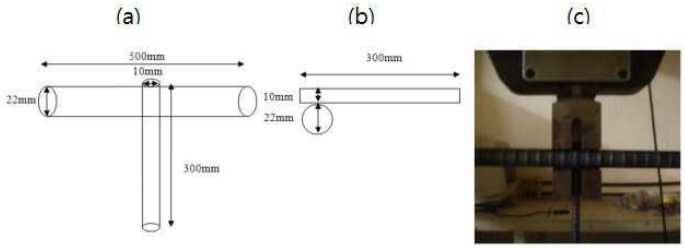
14 : 주근

15 : 하부전극

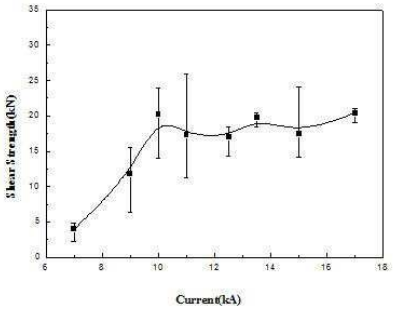
16 : 고정 암

도면

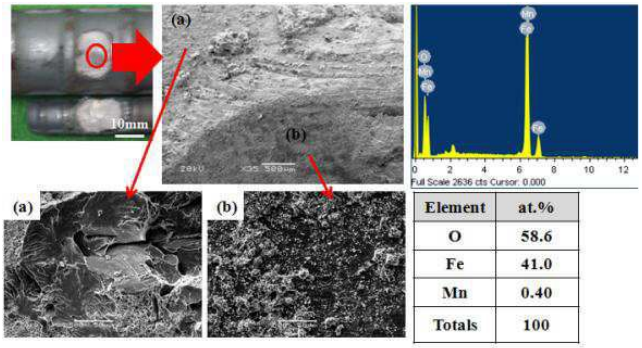
도면1



도면2



도면3

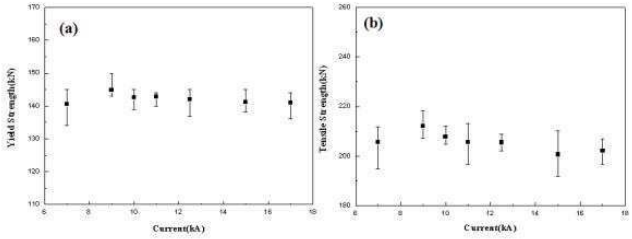


Element	at.%
O	58.6
Fe	41.0
Mn	0.40
Totals	100

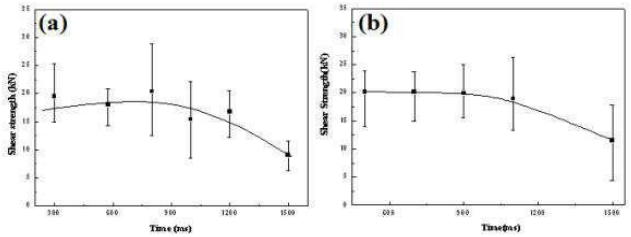
도면4



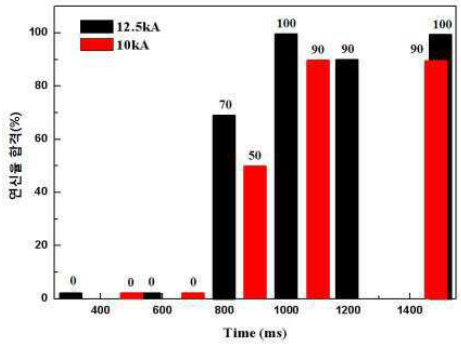
도면5



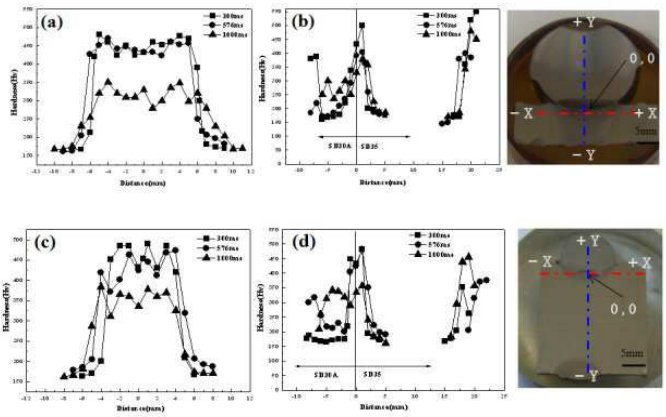
도면6



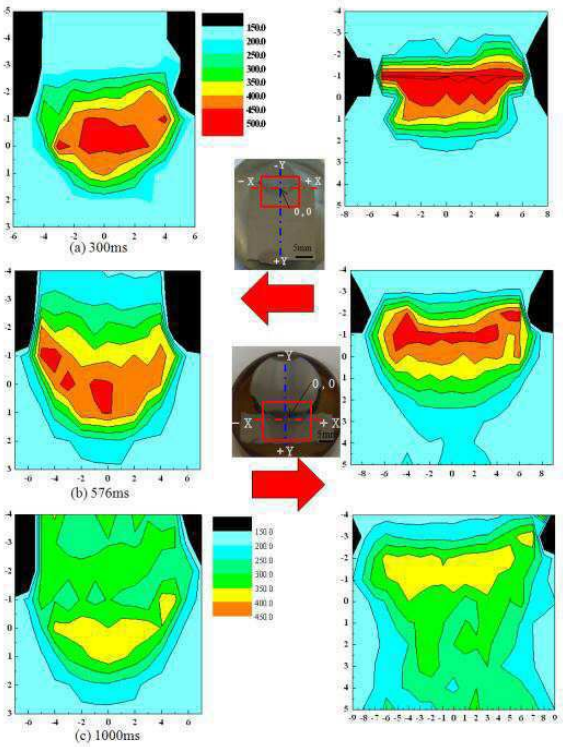
도면7



도면8



도면9



도면10

