

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. ⁶ C21D 8/02 C22C 38/04		(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2000년03월02일 10-0240992 1999년11월01일
(21) 출원번호	10-1995-0049562	(65) 공개번호	특 1997-0043151
(22) 출원일자	1995년12월14일	(43) 공개일자	1997년07월26일
(73) 특허권자		포항종합제철주식회사 이구택	
(72) 발명자		경상북도 포항시 남구 괴동동 1번지 여조현 경상북도 포항시 남구 동촌동 5번지 포항제철소내 소문섭 경상북도 포항시 남구 동촌동 5번지 포항제철소내 박찬엽 경상북도 포항시 남구 동촌동 5번지 포항제철소내 손원, 전준항	
(74) 대리인		손원, 전준항	

심사관 : 박기환

(54) 고온재질특성이 우수한 저장탱크용 후판강재의 제조방법

요약

본 발명은 석유화학 저장탱크용 소재로 사용되는 후판강재의 제조방법에 관한 것이며, 그 목적은 고온(217℃)에서는 재질열화가 발생되지 않는 후판강재의 제조방법에 관한 것이다.

본 발명은 중량%로, C: 0.07-0.10%, Si: 0.30-0.40%, Mn: 1.30-1.50%, P: 0.020% 이하, S: 0.010%이하, Mo: 0.25-0.35%, Nb: 0.02-0.04%, V: 0.04-0.06%, 나머지 Fe 및 기타불가피한 불순물로 조성되는 강슬라브를 통상의 방법으로 열간압연한 후 870-890℃의 온도에서 (1.0t + 5분 - 1.3t + 5분)(t: 압연된 소재 두께)동안 소준처리한 다음, 600-650℃의 온도 범위에서 1.9t(1.9+20)분 동안 소려함을 포함하여 구성되는 고온재질 특성이 우수한 저장탱크용 후판강재의 제조방법에 관한 것을 그 기술적 요지로 한다.

명세서

[발명의 명칭]

고온재질특성이 우수한 저장탱크용 후판강재의 제조방법

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 석유화학 저장탱크용 소재에 적합한 후판강재의 제조방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 고온에서도 재질열화가 발생되지 않는 후판강재의 제조방법에 관한 것이다.

석유화학 저장탱크중 원유를 저장하는 1차 저장탱크의 경우 원유를 정제하기 위하여 약 100-200℃정도로 가열된다.

따라서, 1차 원유 저장탱크와 같은 고온 보증용강에 사용되는 소재는 고온에서의 가열에 의한 재질열화가 일어나지 않아야 하며, 특히 상온은 물론 고온에서도 수요가에서 요구하는 기계적 물성치가 보증되어야 한다.

예를들면, 하기 표 1과 같은 영국규격 BS4360-50D-MOD에 의하면 고온보증용 소재의 경우 열처리후 고온(217℃)에서 상온재질과 동등한 물성을 요구하고 있으며, 또한 하기 표 1과 같은 독일공업규격(DIN)에 의하면 DN-WST-E355고온강의 경우 상온 보증치는 36.2xg/mm², 50℃ 간격으로 온도 상승시에도 상온보증치와 거의 비슷한 강도를 유지하도록 함이 요구된다.

[표 1]

(단위: kg/mm²)

규 격	성 분(%)						상온강도		고온강도
	C	Si	Nb	V	Nb+V	탄소당량	항복	인장	항복
(BS-50D)	≤ 0.18	0.15-0.50	≤ 0.10	≤ 0.10	≤ 0.10	≤ 0.45	≥ 36.2	49.5 65.2	-
(BS-50D-MOD)	≤ 0.23	≤ 0.40	≤ 0.04	≤ 0.10	≤ 0.10	≤ 0.43	≥ 36.2	49.5 65.2	≥ 36.2

주): $C_{eq}(x) = C: Mn/6 + (Cr+Mo+V)/5 + (Ni + Cu)/15$
 $Nb + V \leq 0.10\%$

[표 2]

(단위: kg/mm²)

온도(℃)	상온 (25℃)	100	150	200	250	300	비 고
규격							
CN-WST-E355	≥36.2	≥31.0	≥29.0	≥25.0	≥24.0	≥22.0	50 kg급임

종래의 고온보증용 강으로서는, 예를들면 화력발전소용 보일러에 사용된 SA387과 Cr-Mo-Si계 강종이 있는데, 상기 강종은 고온강도를 위해 내열성능이 우수한 Cr, Mo와 같은 합금 원소가 다량 함유되고, 탄소당량이 0.6%정도로 매우 높아 용접성이 열화되는 등 석유저장탱크와 같은 해양 구조물로 사용하기에는 문제가 있었다.

결국, 상기 영국 규격 또는 독일 공업규격 등에서 제시하고 있는 고온보증용강들은 대체로 용접성을 고려하여 탄소당량이 0.43% 이하일 것이 필수적이다. 그러나, 실제 이러한 고온보증용강을 제조하기 위하여 일반적인 후판열간압연으로는 제조가 곤란하며 특히 고온에서의 재질확보가 어렵다는 것이 널리 알려져 있다.

따라서, 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위하여 제안된 것으로서, 본 발명은 상기 종래의 고온보증용강에 Mo를 적절히 첨가하는 한편 소준, 소려 열처리 공정을 적절히 제어함으로써 용접성능을 떨어뜨리지 않으면서도 통상의 열간압연만으로도 상온강도에 비해 고온재질열화가 발생되지 않는 저장탱크용 후판강재의 제조방법을 제공하고자 하는데 그 목적이 있다.

이하, 본 발명을 설명한다.

본 발명은 중량%로, C: 0.07~0.10%, Si: 0.30~0.40%, Mn: 1.30~1.50%, P: 0.020% 이하, S: 0.010% 이하, Mo: 0.25~0.35%, Nb: 0.02~0.04%, V: 0.04~0.06%, 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물로 조성되는 강슬라브를 통상의 방법으로 열간압연한 후 870~890℃의 온도에서 (1.0t + 5분 - 1.3t + 5분)(t: 압연된 소재 두께)동안 소준처리한 다음, 600~650℃의 온도 범위에서 1.9t-(1.9+20)분 동안 소려함을 포함하여 구성되는 고온재질 특성이 우수한 저장탱크용 후판강재의 제조방법에 관한 것이다.

이하, 본 발명에 대하여 상세히 설명한다.

우선, 첨가 화학성분은 C, Mn, Si, P, S의 5대 성분외 Mo, V, Nb의 합금원소를 첨가하는데, 그 첨가량에 있어서 제조방법 및 화학성분별 야금학적인 특성을 고려하고 또한 본 발명에 따른 제반적인 요구물성을 확보가능토록, 즉 상온강도와 유사한 고온강도를 유지하며 용접성 확보에 유리하도록 최소한의 낮은 탄소당량($C_{eq} \leq 0.43\%$) 값을 갖도록 함이 바람직하다.

이를 위해 본 발명에 따른 강종에 함유되는 각 성분조성을 다음과 같이 한다.

우선, 상기 탄소(C)는 강의 강화를 필수원소로 후판 압연시 강의 조직중 퍼얼라이트 마찰(Pearlite friction)증가로 강도상승하나 그 양이 과다시 인성 및 용접성 저해원인이 되고, 그 양이 소량이 오스테나이트 조대화로 인성열화 및 강도가 저하하고 또한 중탄강 범위일 경우 연주제조시 표면취화 원인이 되므로 탄소량은 0.07~0.10로 제한하는 것이 바람직하다.

상기 규소(Si)는 탄화물을 형성하며 Fe중에 고용되어 탄성한계 인장력을 높이는 역할을 한다. 그러나, Si량이 0.4% 초과 첨가시 페라이트 조직 감소 및 비금속 개재물(silicate) 형성으로 인성을 해치기 때문에 0.4% 이하로 하며, 인장강도 50kg/mm² 급을 유지하기 위해서는 0.3%이상을 함유해야 하므로 Si 함유량은 0.30~0.40%으로 한다.

상기 망간(Mn)은 강도와 인성을 동시에 만족시킬수 있는 원소로서, 강중에 탄화물 Mn₃C를 형성과 함께 압연시 Ar₃ 변태 온도 저하로 압연영역 확대로 인한 조직미세화가 가능하며 페라이트를 현저하게 강화시켜 강도와 인성을 높이는 역할을 하지만, 과다 첨가시 저온조직 형성으로 연성, 인성을 저하시키고 소량 첨가시 목표로 하는 강도를 확보할 수 없기 때문에 Mn량은 1.30~1.50로 제한함이 바람직하다.

상기 인(P)은 강판의 충격인성을 저해시키는 가장 큰 불순물로서 연주시 중심 편석부에 집적하여 내부품질을 열화시키는 원인이 되기 때문에 그 함량은 0.020이하로 제한함이 바람직하다.

상기 황(S)은 인(P) 성분과 동일한 유해원소로서 연주조업시 고온균열과 중심편석을 유발함으로 후판 제

품에 있어서 충격인성 열화의 원인이 되므로 그 량을 0.01%이하로 제한한다.

상기 니오븀(Nb)은 조직중 페라이트 결정립 미세화 및 석출강화에 의해 인장 강도 및 항복강도를 향상시키는데, 일반적으로 0.04% 초과 함유시는 포화현상으로 그 효과가 미비하고 또한 용접부 인성을 열화시키므로 0.02-0.04%로 제한함이 바람직하다.

상기 바나듐(V)은 강의 강화현상에 유효한 합금성분으로서 특히, 탄소나 질소(N₂)와의 화합물에 의한 석출강화가 주된 역할이다. 즉, 바나듐은 900℃에서 열처리시(normalizing)에도 용해도가 크기 때문에 석출강화에 의해 강도감소가 적어 고온에서의 강도 확보에 매우 유리한 합금성분이다. 그러나, 바나듐을 과다첨가시 용접부 및 인성에 유해하므로 0.04-0.06%로 제한하는 것이 바람직하다.

또한, 몰리브덴(Mo)은 고온강도를 향상시킬 목적으로 첨가하는 원소로서, 강조직상 페라이트의 고온강도 및 오스테나이트 상태이 크리프(Creep)과단강도의 향상에 기여하며, 또한 석출강화원소로 M₂₃C₆, M₆C의 탄화물을 가져 석출경화 효과를 가져온다. 특히 Mo은 바나듐과 복합첨가하면 페라이트 입내 석출촉진효과로 고온강도 효과 발휘는 장점이 있다. 그러나 상기 Mo을 과다첨가시 용접부인성 열화에 관계가 있고 소량첨가시 석출강화효과가 미흡하므로 그 양은 0.25-0.35%로 제한이 바람직하다.

이하, 상기한 조성을 갖는 강슬라브를 이용하여 본 발명에 따른 후판 제조방법에 대하여 상세히 설명한다.

본 발명에 의한 제조방법은 상기한 강슬라브를 일반적인 후판 열간 압연한다음, 압연된 소재의 두께에 부합되는 적절한 열처리를 함에 특징이 있다.

상기 열처리시 소준(normalizing)후 소려하는 공정을 거쳐 이루어지는데, 소준처리를 하는 경우에는 870-890℃의 온도 범위에서, 소려(tempering)의 경우에는 600-650℃의 온도에서 실시한다. 이때 각각의 열처리시 가열로에서 유지하는 재로시간은 소준처리의 경우에는 (1.0t+5분)-(1.3t+5분)동안 실시하며, 소려처리의 경우에는 1.9t-(1.9t+20분)으로 하는 것이 바람직하다. 이렇게 소준 및 소려열처리시 재로시간을 제한하는 것은 강종의 저온 변태조직이 과다하게 형성되어 고온항복강도저하를 방지하기 위함이다.

이와같이, 본 발명에 의해 제조된 후판강재는 탄소함량이 하향 조정되고 망간 함량이 상향조정되는 한편 강도 보상을 위해 Mo, V이 적절히 함유되어 있어 용접성능의 열화가 방지될 뿐만 아니라 적절한 열처리가 행해져 최종 고온 인장시험시 고온강도가 상온과 거의 동등 수준을 유지할 수 있다.

이하, 본 발명을 실시예를 통하여 구체적으로 설명한다.

[실시예]

하기 표 3과 같은 조성을 갖는 강슬라브를 각각의 최종 두께가 16mm가 되도록 통상의 후판 열간 압연을 행하고, 열간압연된 각 후판재를 하기 표 4와 같은 조건으로 소준, 소려 열처리하였다.

이때, 발명재의 경우 소준처리시간은 1.3t+5분으로, 소려처리 시간은 1.9t + 20분을 기준으로 설정한후 실시하였다.

이렇게 제조된 후판재에 대하여 상온 및 고온(217℃)에서 기계적 특성을 평가하고, 그 결과를 하기 표 4에 나타내었다.

[표 3]

(단위:중량%)

구 분	탄소당량	C	Mn	Si	Nb	V	Cr	Mo	비 고
비 교 강	1	0.395	0.082	1.22	0.36	0.026	-	0.33	0.22
	2	0.373	0.098	0.98	0.34	0.024	-	0.35	0.21
	3	0.400	0.095	1.41	0.31	0.015	0.025	-	0.32
발명강		0.412	0.100	1.45	0.35	0.029	0.054	-	0.30
종래강		0.579	0.142	0.51	0.60	-	-	1.21	0.55
									ASME SA387-11

[표 4]

실시예	강종	열처리조건				상온강도 (kg/mm ²)		고온강도 (kg/mm ²)		최종 두께 (mm)
		소준온도 (℃)	소준시간 (분)	소려온도 (℃)	소려시간 (분)	항복	인장	항복	인장	
비교재 1	비교강1	850	20	500	30	35.9	64.2	32.3	59.4	16
비교재 2	비교강2	870	25	550	40	37.3	62.7	34.1	59.8	
비교재 3	비교강3	890	30	600	60	38.5	59.5	34.9	57.0	
발명재	발명강	890	25	650	50	42.1	55.1	39.8	54.3	
종래재	종래재	910	40	700	60	37.6	56.7	33.4	52.7	

상기 표 4에 나타난 바와같이, 본 발명 조건 범위를 만족한 상태에서 제조된 발명재의 경우 상온강도와 유사한 정도의 고온강도를 유지하여 고온에서도 재질열화가 발생되지 않는 반면 본 발명의 조건 범위를 벗어난 상태에서 제조된 비교재(1-3) 및 종래의 SA 387 강재는 고온강도가 상온강도에 비하여 다소 열화되고 고온항복강도가 36.2kg/mm² 이하로 기준치 미달됨을 알 수 있었다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

중량%로, C: 0.07-0.10%, Si: 0.30-0.40%, Mn: 1.30-1.50%, P: 0.020% 이하, S: 0.010%이하, Mo: 0.25-0.35%, Nb: 0.02-0.04%, V: 0.04-0.06%, 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물로 조성되는 강슬라브를 통상의 방법으로 열간압연한 후 870-890℃의 온도에서 (1.0t + 5분 - 1.3t + 5분)(t: 압연된 소재 두께)동안 소준처리한 다음, 600-650℃의 온도 범위에서 1.9t-(1.9t+20)분동안 소려함을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 고온재질 특성이 우수한 저장탱크용 후판강재의 제조방법.