

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁶
B22D 11/16

(45) 공고일자 1999년 10월 15일

(11) 등록번호 10-0224487

(24) 등록일자 1999년 07월 14일

(21) 출원번호	10-1996-0704348	(65) 공개번호	특 1997-0701110
(22) 출원일자	1996년 08월 09일	(43) 공개일자	1997년 03월 17일
번역문제출일자	1996년 08월 09일		
(86) 국제출원번호	PCT/JP 1996/00281	(87) 국제공개번호	WO 1996/24452
(86) 국제출원일자	1996년 02월 09일	(87) 국제공개일자	1996년 08월 15일
(81) 지정국	EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 리히텐슈타인 독일 덴마크 스페인 프랑스 그리스 영국 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈 스웨덴 국내특허 : 아일랜드 오스트레일리아 브라질 일본 대한민국 뉴질랜드 미국		

(30) 우선권주장 95-21659 1995년 02월 09일 일본(JP)

(73) 특허권자 가와사키 세이데쓰 가부시카가이샤 에모또 간지

일본 호고겐 고베시 주오구 기따훈마찌도리 1쵸메 1방 28고

(72) 발명자 미끼 유지

일본 지바겐 지바시 주오구 가와사끼초 1반찌 가와사끼세이데쓰 가부시끼가
이샤 기쥬쓰겐꾸쇼 나이

이또야마 세이지

일본 지바겐 지바시 주오구 가와사끼초 1반찌 가와사끼세이데쓰 가부시끼가
이샤 기쥬쓰겐꾸쇼 나이

벳쇼 나가야스

일본 지바겐 지바시 주오구 가와사끼초 1반찌 가와사끼세이데쓰 가부시끼가
이샤 기쥬쓰겐꾸쇼 나이

야마다 스미오

일본 지바겐 지바시 주오구 가와사끼초 1반찌 가와사끼세이데쓰 가부시끼가
이샤 지바세이데쓰쇼 나이

노무라 히로시

일본 지바겐 지바시 주오구 가와사끼초 1반찌 가와사끼세이데쓰 가부시끼가
이샤 지바세이데쓰쇼 나이

(74) 대리인

조영원, 윤여범

심사관 : 소현영

(54) 오오스테나이트계 스테인레스강의 연속주조방법

요약

본 발명은 생산성과 강판의 우수한 표면 품질을 동시에 달성할 수 있는 오오스테나이트계 스테인레스강의 연속주조방법을 제공한다.

이를 위해, 본 발명은 침지노즐을 통해 턴디쉬로부터 슬라브 연속주조기의 연속주조몰드 내로 오오스테나이트계 스테인레스강의 용융물을 주입하고, 몰드에서 이를 응고시키며, 몰드로부터 소정의 크기로 슬라브를 연속으로 뽑아내는 오오스테나이트계 스테인레스강의 연속주조방법에 있어서,

V 를 주조속도 (m/min), W 를 슬라브 폭 (mm), ΔT 를 턴디쉬내 용강과열도 (°C), d 를 노즐 배출구의 단면적의 제곱근 (mm) 이라 할 때, 식,

$$0.30 \leq V^{0.58} \cdot W^{-0.04} \cdot \Delta T \cdot d^{-0.96} \leq 0.85$$

으로 표현되는 턴디쉬내의 용강과열도, 주조 속도, 침지노즐의 배출구의 단면적 및 슬라브 폭의 관계를 만족시키면서 고속연속주조를 행하는 것을 특징으로 하는 오오스테나이트계 스테인레스강의 연속주조방법을 제공한다.

명세서

기술분야

본 발명은 오오스테나이트계 스테인레스강을 연속주조하는 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 표면 결함의 방지와 고속주조를 동시에 달성하는 연속주조방법에 관한 것이다.

배경기술

스테인레스강판에 있어서, 적용 관점에서 다른 일반 강판과 비교하는 경우, 스테인레스강판의 표면은 보다 매끄러워야 하며, 따라서 스테인레스강의 연속주조시에도 표면결함의 감소가 동시에 달성되어야 한다. 오오스테나이트계 스테인레스강판의 표면결함을 감소시키기 위한 종래 기술로서는, 특개소 63-192537 호 공보에 개시된 바와 같이, 응고표층부의 고상선온도로부터 적어도 1200 °C 까지의 온도범위에서 냉각속도를 조절하여 오오스테나이트 결정립을 미세화시키는 방법, 및 특개평 3-42150 호 공보에 개시된 바와 같이, 용강 성분과 용강과열도를 조절하여 오오스테나이트 결정립을 미세화시키는 방법등이 알려져 있다.

최근에는, 제품품질에 대한 요구가 점차 엄격하게 되었다. 이러한 목적을 위해, 냉각속도 및 용강과열도 등을 개별 조절하는 것이 제안되고 있지만, 표면 결함이 여전히 발생하기 때문에, 이러한 단순한 조절은 충분하다고 할 수 없다.

다른 한편으로, 생산성 향상의 관점에서, 연속주조방법에서의 주조속도를 증가시키는 것이 제안되고 있다. 그렇지만, 주조속도를 증가시키는 경우, 표면결함이 발생하기 쉽다. 따라서, 종래에는, 주조속도를 증가시키려 한다면, 표면품질을 고려하여 증가시킬 수 없었고, 적절한 표준을 정하지 않고 충분한 범위안에서 낮은 레벨로 주조속도를 선택하는 것이 시도되었으며, 생산성의 개선을 얻을 수 없었다.

발명의 상세한 설명

본 발명의 목적은 오오스테나이트계 스테인레스강의 연속주조에서 상기 문제를 해결함과 동시에 높은 생산성 및 우수한 강판표면품질을 얻을 수 있는 오오스테나이트계 스테인레스강의 연속주조방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 필수적인 포인트와 구조는 다음과 같다.

본 발명은 침지노즐을 통해 턴디쉬로부터 슬라브 연속주조기의 몰드내로 오오스테나이트계 스테인레스강의 용융물을 주입하고, 몰드에서 이를 응고시키며, 몰드로부터 소정의 크기로 슬라브를 연속으로 뽑아내는 오오스테나이트계 스테인레스강의 연속주조방법에 있어서, V 는 주조속도 (m/min), W 는 슬라브 폭 (mm), ΔT 는 턴디쉬내 용강과열도 (°C), d 는 노즐 배출구의 단면적의 제곱근 (mm) 일 때, 식,

$$0.30 \leq V^{0.58} \cdot W^{-0.04} \cdot \Delta T \cdot d^{-0.96} \leq 0.85$$

으로 표현되는 턴디쉬내의 용강과열도, 주조 속도, 침지노즐의 배출구의 단면적 및 슬라브 폭의 관계를 만족시키면서 고속 연속주조를 행하는 것을 특징으로 하는 오오스테나이트계 스테인레스강의 연속주조방법이다.

상기 발명은, 주조속도 (V) 가 1.2 m/min 이상인 경우 특히 적절하다.

또한, 본 발명에 따르면, 슬라브 연속주조기가 얇은 슬라브 연속제조용 수직형 쌍벨트 주조기 또는 블록 주조기인 경우, 고속 연속주조는, 식,

$$0.50 \leq V^{0.58} \cdot W^{-0.04} \cdot \Delta T \cdot d^{-0.96} \leq 1.40$$

로 표현된 관계를 만족하면서 수행된다.

또한, 3.0 m/min 이상의 주조속도 (V) 는, 슬라브 연속주조기가 얇은 슬라브의 연속제조용 수직형 쌍벨트 주조기 또는 블록 주조기인 경우, 특히 유리하다.

본 발명에 따른 침지노즐로서는, 다공 노즐이 특히 적합하다. 다공 노즐의 경우에 있어서, 노즐 배출구의 단면적은 연속주조용 몰드를 구성하는 단면에 접하는 노즐개구들의 총 단면적을 의미한다 (2 홀 노즐의 경우에는 한측의 노즐개구의 단면적, 또는 4 홀 노즐의 경우에는 몰드의 단면에 접하는 2 홀 노즐의 총 단면적).

연구의 결과로, 발명자는, 주편의 표층부에서 오오스테나이트 결정립의 내부응고조직의 미세화 및 미세화로 인한 불순물 원소의 미세편석의 감소가 주편의 표면 성질개선과 열간가공성에 중요하다는 것을 알게 되었다. 또한, 오오스테나이트 결정립에서 응고조직이 수직상 조직이기 때문에, 응고조직을 미세화하기 위해, 용강이 침지노즐의 배출구를 통해 주입될 때부터 연속주조기의 몰드에서 메니스커스부 바로 아래에 초기 응고셸 (shell) 이 형성될 때까지의 열주입량 (Q_m) 을 조절하는 것이 필수적인 것을 알게 되었다.

또한, 주조속도 (V), 용강과열도 (ΔT), 슬라브 폭 (W), 및 몰드에서 침지노즐의 배출구의 단면적 (A) 은 열주입량 (Q_m) 을 조절하기 위한 중요인자임을 알 수 있었다. 결과적으로, 소정의 관계식을 만족하기 위해 이들 네 개의 인자를 조절함으로써, 높은 주조속도에서도 고품질의 주편을 얻을 수 있음을 알 수 있었다.

Kumada et al (Journal of the Japan Institute of Mechanics, 35 (1969)), 및 Nakado et al (TETSU-TOHAGANE, 67 (1981), P.1200) 의 연구에 따르면, 열주입량 (Q_m) 은 다음식으로 표현된다고 개시되어 있다.

$$Q_m = hm \cdot \Delta T$$

$$hm = 1.42(k/d) \times (Vn \cdot d \cdot \rho / \eta)^{0.58} \times (C \cdot \eta / k)^{0.43} \times (X/d)^{-0.62} \quad \dots (1)$$

여기서, hm 은 열전달계수, k 는 쉘의 열전도도, ρ 는 용강밀도, η 는 용강점도, C 는 용강비열, d 는 노즐 직경, Vn 은 배출구에서의 용강유속, X 는 배출구와 충격점 사이의 거리이다.

그렇지만, 상기 식 (1) 에서 대부분은 연속주조기의 몰드의 실제현상으로서 나타나지 않으며, 실제 주

조기에 적용할 수 없다. 따라서, 실제 연속주조기의 적용에 대해 연구해 왔으며, 주조속도 (V) 와 배출구에서의 용강유속 (Vn) 사이의 관계가 $V \propto Vn$ (V 는 Vn 에 비례) 이고, 슬라브 폭 (W) 과 배출구에서의 용강유속 (Vn) 이 $W \propto Vn$ 이며, 슬라브 폭 (W) 과 배출구와 충격점 사이의 거리 (X) 가 $W \propto X$ 이며, 철의 열전도도 (k), 용강밀도 (ρ), 용강점도 (η), 용강비열 (C) 은 물성값으로서 일정하다는 사실을 고려하여, 상기 식 (1) 은 식 (2) 로 바뀌 쓸 수 있다.

$$qm = V^{0.58} \cdot W^{-0.04} \cdot \Delta T \cdot d^{-0.96} \quad \dots (2)$$

여기서, qm 은 열주입량지수, V 는 주조속도 (m/min), W 는 슬라브 폭 (mm), ΔT 는 턴디쉬내의 용강과열도 ($^{\circ}C$), d 는 노즐 배출구 (2 홀 노즐의 한쪽) 의 단면적의 제곱근 (mm) 이다.

따라서, 용강과열도, 슬라브 폭, 및 노즐 배출구의 단면적에 대한 강판 품질을 보장할 수 있는 최대 주조속도는 열주입량지수 (qm) 로서 표면결함을 유발하지 않는 최대값을 미리 결정함으로써 구할 수 있으며, 이에 의해, 고생산성 및 고품질을 동시에 달성할 수 있다. 또한, 열주입량 지수 (qm) 가 너무 작은 경우, 몰드 파우더의 용해가 충분히 이루어지지 않게 되며, 이 비용융된 몰드 파우더는 주변에 정착하여 강판의 표면결함을 유발시킨다. 따라서, 열주입량의 하한값은 이러한 관점에서 정해진다. 상한값 및 하한값을 정하기 위해 수행된 실험을 아래에 기술한다.

표 1 에 표시된 화학조성을 가진 18 중량 % Cr - 8 중량 % Ni 강 (SUS 304) 의 주조를 표 2 에 표시된 침지노즐 (2 홀 노즐), 주조속도, 용강과열도, 및 슬라브 폭의 다양한 조건하에서 실시한다. 또한, 슬라브의 두께는 200 mm 이다. 이러한 연속주조에서 얻어진 슬라브의 표층부의 응고조직의 미세정도를 관찰하기 위해, 슬라브 표층부로부터 4 mm 의 깊이에서의 응고조직을 검사하여, 2 차 수지상 암 (arm) 간격의 대소로 미세화를 평가한다. 그런 후, 주편을 열간압연, 냉간압연, 산세를 행하여 1.4 mm 두께의 강판을 얻고, 이를 표면품질의 평가를 위해 육안검사를 행한다. 이 육안검사를 통해 강판의 표면결함을 관찰하여 결함발생율을 결정한다. 결함발생율은 {(결함에 의해 제거될 부분의 길이) / (강판의 전체 길이) \times 100} 의 결함발생지수로서 정의된다.

[표 1]

성분	C	Si	Mn	P	S
중량 %	0.04~0.06	0.05~0.70	0.9~1.6	0.02~0.04	0.001~0.008

성분	Cr	Ni	O	N	Fe
중량 %	18.0~19.0	9.0~10.0	0.002~0.006	0.015~0.045	잔부

[표 2]

몰드침지노즐	한쪽 배출구 면적 (mm ²)	2500 ~ 5000
	배출 각도 (°)	하방 35° ~ 상방 10°
주조속도 (m/min)		0.6 ~ 1.6
용강과열도 ($^{\circ}C$)		10 ~ 80
슬라브 폭 (mm)		700 ~ 1300

연속주조 슬라브의 2 차 수지상 암 간격에 대하여, 용강 과열도 (ΔT), 주조속도 (V), 슬라브 폭 (W), 및 노즐배출구의 단면적 (2 홀 노즐에서 1 홀당 단면적; A) 을 인자로 하여 그래프화한 결과를 도 2 ~ 도 5 에 나타낸다. 도 2 ~ 도 5 에서 볼 수 있는 바와 같이, 과열도 (ΔT), 주조속도 (V), 슬라브 폭 (W) 의 증가와, 노즐 배출구의 단면적 (A) 의 감소에 따라, 2 차 수지상 암 간격이 크게 되는 경향이 있다. 주조속도 (V) 와 2 차 수지상 암 간격에서 볼 수 있는 바와 같이 (도 3), 슬라브 폭, 용강과열도,

침지노즐의 배출구의 직경이 다르기 때문에, 분산 (scattering) 은 특히 크게 되며, 따라서 이들 각 인자는 오오스테나이트 결정립 미세화의 지표, 및 표면품질의 지표로서 사용될 수 없다.

여기서, 상기 식 (2) 로 표현된 열주입량지수 (qm) 를 모든 주조조건에서 계산하여, 열주입량지수 (qm) 및 2 차 수지상 암 간격 사이의 관계를 그래프화 한 결과를 도 6 에 도시하였다. 이 도면으로부터, 압연 판제품의 표면결함깊이에 실질적으로 대응하는 슬라브 표면 아래 2 ~ 4 mm 에서, 열주입량지수 (qm) 는 2 차 수지상 암 간격과 밀접한 관계가 있다는 것이 명백해진다. 또한, 열주입량지수 (qm) 와 표면결함 발생을 사이의 관계의 결과를 도 1 에 도시한다. 도 1 로 부터, 열주입량지수 (qm) 는 제품의 표면결함 발생률과 밀접한 관계가 있다는 것이 또한 명백해지며, 열주입량지수가 0.85 이하인 경우, 우수한 품질을 갖는 강판이 얻어지는 것을 알 수 있다. 즉, 열주입량지수 (qm) 가 0.85 이하인 경우, 표면으로부터 4 mm 의 위치에서 2 차 수지상 암 간격은, 도 6 에서 볼 수 있는 바와 같이, 30 μ m 이하이며, 또한, 열주입량지수가 0.6 이하인 경우, 2 차 수지상 암 간격은 25 μ m 이하이며, 이에 의해 표면결함의 발생이 보다 더 경감된다.

반면, 메니스커스 부근의 열주입량이 너무 작고, 열주입량지수가 0.30 미만인 경우, 파우더가 비용용되어 몰드에 정착하여, 도 1 에 도시한 바와 같이, 강판에 표면결함을 발생시킨다. 따라서, 상기 식 (2) 에 의해 정의된 열주입량지수 (qm) 는 품질보증의 관점에서 필수적으로 0.30 이상이어야 한다.

본 발명에 따른 주조방법에 있어서, 1.2 m/min 이상, 더 나아가 3.0 m/min 이상의 주조 속도로 고속주조를 행하는 경우, 노즐배출구의 직경과 용강과열도를 최대로 함으로써, 표면결함의 발생을 방지할 수 있다. 종래 방법에서는, 1.2 m/min 이상의 주조속도에서 고속주조를 행한다면, 열주입량지수 (qm) 는 0.85 를 초과하고, 표면결함이 발생하며, 따라서 주조속도를 증가시킬 수 없었으며, 최고 1.2 m/min 정도를 초과할 수 없었다.

본 발명에 사용되는 연속주조기는 일반 연속 슬라브 주조기 뿐만 아니라 두께 20 ~ 100 mm 의 얇은 슬라브 제조용 수직형 쌍벨트 주조기 또는 블록 주조기를 포함한다. 예컨대 KAWASAKI STEEL GIHO, Vol. 21, No. 3 (1989) p.175~181 에 개시된 바와 같이, 수직형 쌍벨트 주조기는, 주조될 얇은 슬라브의 두께만큼 서로 떨어져서 설치된 한쌍의 무단벨트와, 벨트의 양 측단부에 배치된 한쌍의 몰드단부에 의해 규정되고, 상방 확장 형태 및 하방 축소 형태 (상방 확장 몰드) 를 갖는 주조공간을 포함하며, 용강은 침지노즐을 통해 상부확장 몰드로 주입되고, 그때 열은 얇은 슬라브 주조용 무단벨트의 배측에 설치된 냉각패드에 의해 용강으로부터 제거된다.

침지노즐을 통해 수직형 쌍벨트 주조기 또는 블록 주조기의 몰드내로 오오스테나이트계 스테인레스강의 용융물을 주입하고, 그 후 이를 응고시켜 소정의 크기를 갖는 슬라브를 연속주조하는 경우, 식,

$$0.50 \leq V^{0.58} \cdot W^{-0.04} \cdot \Delta T \cdot d^{-0.96} \leq 1.40$$

로 표현된 관계를 만족하면서 고속 연속주조를 행할 수 있다.

수직형 쌍벨트 주조기의 상방확장 몰드에서 용강과열도 (ΔT), 주조속도 (V), 슬라브 폭 (W), 및 노즐배출구의 단면적 (2 홀 노즐에서 1 홀당 단면적 : A) 의 조건을 다양하게 변화시키면서 오오스테나이트계 스테인레스강의 연속주조작업을 행하여, 도 7 에 도시된 결과를 얻으며, 이로부터 이들 인자가 $0.50 \leq V^{0.58} \cdot W^{-0.04} \cdot \Delta T \cdot d^{-0.96} \leq 1.40$ 를 만족하는 경우, 표면결함이 감소하고, 양호한 품질을 갖는 주편이 얻어지는 것이 명백해진다. 수직형 쌍벨트 주조기의 상방확장 몰드를 사용한 연속주조작업은 일반 슬라브 연속주조기를 사용한 연속주조작업과 비교해 볼 때, 높은 주조속도에서 우수한 표면품질이 얻어진다. 수직형 쌍벨트 주조기를 사용하는 경우에, 슬라브의 두께가 상대적으로 얇고, 용강은 빠르게 냉각되고, 높은 주조속도에서도 표면결함이 거의 발생하지 않는다는 사실에 기인하고 있다. 더욱이, $V^{0.58} \cdot W^{-0.04} \cdot \Delta T \cdot d^{-0.96}$ 의 값이 0.50 미만인 경우, 용강 온도 저하를 동반한 불량벽과 표면의 거칠음과 같은 문제가 발생하며, 따라서 얇은 슬라브 제조용 연속주조기의 경우에서 $V^{0.58} \cdot W^{-0.04} \cdot \Delta T \cdot d^{-0.96}$ 의 하한값은 0.50 이다.

따라서, 수직형 쌍벨트 주조기 또는 블록 주조기를 사용한 연속주조작업에서 3.0 m/min 이상의 주조속도에서 고속주조를 행하는 것이 가능하다.

도면의 간단한 설명

도 1 은 열주입량지수와 냉연판의 표면결함발생을 사이의 관계를 도시한 그래프.

도 2 는 용강과열도와 2 차 수지상 암 간격 사이의 관계를 도시한 그래프.

도 3 은 주조속도와 2 차 수지상 암 간격 사이의 관계를 도시한 그래프.

도 4 는 슬라브 폭과 2 차 수지상 암 간격 사이의 관계를 도시한 그래프.

도 5 는 노즐배출구의 단면적과 2 차 수지상 암 간격 사이의 관계를 도시한 그래프.

도 6 은 열주입량지수와 2 차 수지상 암 간격 사이의 관계를 도시한 그래프.

도 7 은 쌍벨트 주조기를 사용한 연속주조작업에서, 열주입량지수와 냉연판의 표면결함발생을 사이의 관계를 도시한 그래프.

실시에

실시에 1

C : 0.04 중량 %, Si : 0.52 중량 %, Mn : 0.90 중량 %, P : 0.02 중량 %, S : 0.003 중량 %, Ni :

9.2 중량 %, Cr : 18.3 중량 %, N : 0.028 중량 %, 및 잔부가 철과 불가피하게 함유된 불순물로 구성되는 용강을 턴디쉬로부터 침지노즐을 통해 연속주조용 몰드로 주입하고, 몰드에서 이를 응고시키고, 몰드로부터 슬라브를 뽑아내어 연속주조를 행한다. 이 연속주조에서, 턴디쉬 내의 용강과열도 (ΔT)는 48 °C 이고, 침지노즐 (2 홀형 노즐, 배출각도 : 상방 5.°) 의 배출구의 단면적은 흘당 4200 mm² 이고, 슬라브 폭은 1040 mm 이고, 슬라브 두께는 200 mm 이고, 주조속도는 1.0 m/min 이다. 슬라브 표면으로부터 4 mm 깊이에서 얻어진 슬라브의 응고조직을 검사하는 경우, 2 차 수지상 암 간격은 23 μ m 이다. 그 후, 통상 방법에 따라 슬라브를 열간압연, 냉간압연, 산세를 행하여, 두께 1.4 mm 의 강판을 얻는다. 제품을 육안검사한 결과, 품질은 표면결함이 없이 양호하다 (qm = 0.66) (결함발생율 : 0.07).

비교예 1

연속주조방법으로 실시예 1 과 동일한 조성을 가진 용강으로부터 슬라브를 성형한다. 여기서, 턴디쉬 내의 용강과열도 (ΔT)는 28 °C 이고, 침지노즐 (2 홀형 노즐, 배출각도 : 상방 5.°) 의 배출구의 단면적은 흘당 4200 mm² 이고, 슬라브 폭은 1020 mm 이고, 슬라브 두께는 200 mm 이고, 주조속도는 0.6 m/min 이다. 슬라브 표면으로부터 4 mm 깊이에서 얻어진 슬라브의 응고조직을 검사하는 경우, 2 차 수지상 암 간격은 20 μ m 이다. 그 후, 통상 방법에 따라 슬라브를 열간압연, 냉간압연, 산세를 행하여, 두께 1.4 mm 의 강판을 얻는다. 제품을 육안검사한 결과, 몰드분말의 비용융에 의해 분말결함이 발생하고, 결함발생율은 0.45 이다 (qm = 0.28).

비교예 2

연속주조방법으로 실시예 1 과 동일한 조성을 가진 용강으로부터 슬라브를 성형한다. 여기서, 턴디쉬 내의 용강과열도 (ΔT)는 46 °C 이고, 침지노즐 (2 홀형 노즐, 배출각도 : 상방 5.°) 의 배출구의 단면적은 흘당 3000 mm² 이고, 슬라브 폭은 1260 mm 이고, 슬라브 두께는 200 mm 이고, 주조속도는 1.5 m/min 이다. 슬라브 표면으로부터 4 mm 깊이에서 슬라브의 응고조직을 검사하는 경우, 얻어진 슬라브의 2 차 수지상 암 간격은 30 μ m 이다. 그 후, 통상 방법에 따라 슬라브를 열간압연, 냉간압연, 산세를 행하여, 두께 1.4 mm 의 강판을 얻는다. 제품을 육안검사한 결과, 조직은 조대하고, 결함발생율은 0.6 이다 (qm = 0.94).

실시예 2

C : 0.06 중량 %, Si : 0.70 중량 %, Mn : 1.5 중량 %, P : 0.04 중량 %, S : 0.008 중량 %, Ni : 10.2 중량 %, Cr : 19.0 중량 %, N : 0.045 중량 %, 및 잔부가 철과 불가피하게 함유된 불순물로 구성되는 용강을 턴디쉬로부터 침지노즐을 통해 연속주조용 몰드로 주입하고, 몰드에서 이를 응고시키고, 몰드로부터 슬라브를 뽑아내어 연속주조를 행한다. 이 연속주조에서, 턴디쉬 내의 용강과열도 (ΔT)는 46 °C 이고, 침지노즐 (2 홀형 노즐, 배출각도 : 상방 5.°) 의 배출구의 단면적은 흘당 4200 mm² 이고, 슬라브 폭은 1260 mm 이고, 슬라브 두께는 200 mm 이고, 주조속도는 1.5 m/min 이다. 슬라브 표면으로부터 4 mm 깊이에서 얻어진 슬라브의 응고조직을 검사하는 경우, 2 차 수지상 암 간격은 26 μ m 이다. 그 후, 통상 방법에 따라 슬라브를 열간압연, 냉간압연, 산세를 행하여, 두께 1.4 mm 의 강판을 얻는다. 제품을 육안검사한 결과, 품질은 표면결함이 없이 양호하다 (qm = 0.80) (결함발생율 : 0.08).

실시예 3

실시예 2 와 동일한 조성을 갖는 용강을 턴디쉬로부터 침지노즐을 통해 연속주조용 몰드로 주입하고, 몰드에서 이를 응고시키고, 몰드로부터 응고된 슬라브를 뽑아내어 연속주조를 행한다. 이 연속주조에서, 턴디쉬 내의 용강과열도 (ΔT)는 48 °C 이고, 침지노즐 (2 홀형 노즐, 배출각도 : 상방 5.°) 의 배출구의 단면적은 흘당 4200 mm² 이고, 슬라브 폭은 1260 mm 이고, 슬라브 두께는 200 mm 이고, 주조속도는 1.5 m/min 이다. 슬라브 표면으로부터 4 mm 깊이에서 얻어진 슬라브의 응고조직을 검사하는 경우, 2 차 수지상 암 간격은 27 μ m 이다. 그 후, 통상 방법에 따라 슬라브를 열간압연, 냉간압연, 산세를 행하여, 두께 1.4 mm 의 강판을 얻는다. 제품을 육안검사한 결과, 품질은 표면결함이 없이 양호하다 (qm = 0.83) (결함발생율 : 0.07).

실시예 4

C : 0.06 중량 %, Si : 0.70 중량 %, Mn : 1.5 중량 %, P : 0.04 중량 %, S : 0.008 중량 %, Ni : 10.0 중량 %, Cr : 19.0 중량 %, N : 0.045 중량 %, 및 잔부가 철과 불가피하게 함유된 불순물로 구성되는 용강을 턴디쉬로부터 침지노즐을 통해 몰드로 주입하고, 몰드에서 이를 응고시키고, 몰드로부터 응고된 슬라브를 뽑아내어 연속주조를 행한다. 이 연속주조에서, 턴디쉬 내의 용강과열도 (ΔT)는 45 °C 이고, 침지노즐 (2 홀형 노즐, 배출각도 : 하방 45.°) 의 배출구의 단면적은 흘당 2500 mm² 이고, 슬라브 폭은 1040 mm 이고, 슬라브 두께는 200 mm 이고, 주조속도는 1.6 m/min 이다. 슬라브 표면으로부터 4 mm 깊이에서 얻어진 슬라브의 응고조직을 검사하는 경우, 2 차 수지상 암 간격은 26 μ m 이다. 그 후, 통상 방법에 따라 슬라브를 열간압연, 냉간압연, 산세를 행하여, 두께 1.4 mm 의 강판을 얻는다. 제품을 육안검사한 결과, 품질은 표면결함이 없이 양호하다 (qm = 1.04) (결함발생율 : 0.09).

비교예 3

실시예 2 와 동일한 조성을 갖는 용강을 턴디쉬로부터 침지노즐을 통해 연속주조용 몰드로 주입하고, 몰드에서 이를 응고시키고, 몰드로부터 슬라브를 뽑아내어 연속주조를 행한다. 이 연속주조에서, 턴디쉬 내의 용강과열도 (ΔT)는 51 °C 이고, 침지노즐 (2 홀형 노즐, 배출각도 : 하방 10.°) 의 배출구의 단면적은 흘당 2500 mm² 이고, 슬라브 폭은 1260 mm 이고, 슬라브 두께는 200 mm 이고, 주조속도는 1.6 m/min 이다. 슬라브 표면으로부터 4 mm 깊이에서 얻어진 슬라브의 응고조직을 검사하는 경우, 2 차 수

지상 압 간격은 35 μm 이다. 그 후, 통상 방법에 따라 슬라브를 열간압연, 냉간압연, 산세를 행하여, 두께 1.4 mm 의 강판을 얻는다. 제품을 육안검사한 결과, 조직은 조대하고, 결함발생율은 0.71 이다 ($q_m = 1.15$).

실시에 5

C : 0.05 중량 %, Si : 0.40 중량 %, Mn : 1.05 중량 %, P : 0.025 중량 %, S : 0.005 중량 %, Ni : 8.9 중량 %, Cr : 18.0 중량 %, N : 0.031 중량 % 및 잔부가 철과 불가피하게 함유된 불순물로 구성되는 용강을 턴디쉬로부터 침지노즐을 통해 수직형 쌍벨트 주조기의 상방확장몰드로 주입하고, 몰드에서 이를 응고시키고, 몰드로부터 응고된 슬라브를 뽑아내어 연속주조를 행한다. 이 연속주조에서, 턴디쉬 내의 용강과열도 (ΔT) 는 39 $^{\circ}\text{C}$ 이고, 침지노즐 (2 홀형 노즐, 배출각도 : 하방 60.) 의 배출구의 단면적은 홀당 4000 mm^2 이고, 슬라브 폭은 1700 mm 이고, 슬라브 두께는 30 mm 이고, 주조속도는 5.0 m/min 이다. 슬라브 표면으로부터 0.5 ~ 1.0 mm 깊이에서 얻어진 슬라브의 응고조직을 검사하는 경우, 2 차 수지상 압 간격은 23 μm 이다. 그 후, 통상 방법에 따라 슬라브를 열간압연, 냉간압연, 산세를 행하여, 두께 1.4 mm 의 강판을 얻는다. 제품을 육안검사한 결과, 품질은 표면결함이 없이 양호하다 ($q_m = 1.37$) (결함발생율 : 0.09).

비교예 4

연속주조방법으로 실시에 5 와 동일한 조성을 가진 용강으로부터 슬라브를 성형한다. 이 연속주조에서, 턴디쉬 내의 용강과열도 (ΔT) 는 40 $^{\circ}\text{C}$ 이고, 침지노즐 (2 홀형 노즐, 배출각도 : 하방 60.) 의 배출구의 단면적은 홀당 3500 mm^2 이고, 슬라브 폭은 1700 mm 이고, 슬라브 두께는 30 mm 이고, 주조속도는 6.0 m/min 이다. 슬라브 표면으로부터 0.5 ~ 1.0 mm 깊이에서 슬라브의 응고조직을 검사하는 경우, 얻어진 슬라브의 2 차 수지상 압 간격은 35 μm 이다. 그 후, 통상 방법에 따라 슬라브를 열간압연, 냉간압연, 산세를 행하여, 두께 1.4 mm 의 강판을 얻는다. 제품을 육안검사한 결과, 조직은 조대하고, 결함발생율은 1.30 이다 ($q_m = 1.67$).

산업상이용가능성

본 발명에 따라 오오스테나이트계 스테인레스강의 연속주조방법으로 오오스테나이트계 스테인레스강을 연속주조하는 경우, 고품질을 보장하면서 소정의 용강과열도에 대응한 최대주조속도에서 주조를 행할 수 있으며, 이에 의해 고품질 및 고생산성을 동시에 달성할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

침지노즐을 통해 턴디쉬로부터 슬라브 연속주조기의 연속주조몰드 내로 오오스테나이트계 스테인레스강의 용융물을 주입하고, 상기 몰드에서 이를 응고시키며, 상기 몰드로부터 소정의 크기로 최종 슬라브를 연속으로 뽑아내는 오오스테나이트계 스테인레스강의 연속주조방법에 있어서,

V 를 주조속도 (m/min), W 를 슬라브 폭 (mm), ΔT 를 턴디쉬내 용강과열도 ($^{\circ}\text{C}$), d 를 노즐 배출구의 단면적의 제곱근 (mm) 이라 할 때, 다음식,

$$0.30 \leq V^{0.58} \cdot W^{-0.04} \cdot \Delta T \cdot d^{-0.96} \leq 0.85$$

로 표현되는 턴디쉬내의 용강과열도, 주조 속도, 침지노즐의 배출구의 단면적 및 슬라브 폭의 관계를 만족시키면서 고속연속주조를 행하는 것을 특징으로 하는 오오스테나이트계 스테인레스강의 연속주조방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 주조속도 (V) 가 1.2 m/min 이상인 것을 특징으로 하는 오오스테나이트계 스테인레스강의 연속주조방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 슬라브 연속주조기가 얇은 슬라브의 연속제조용 수직형 쌍벨트 주조기 또는 블록 주조기인 경우, 다음식,

$$0.50 \leq V^{0.58} \cdot W^{-0.04} \cdot \Delta T \cdot d^{-0.96} \leq 1.40$$

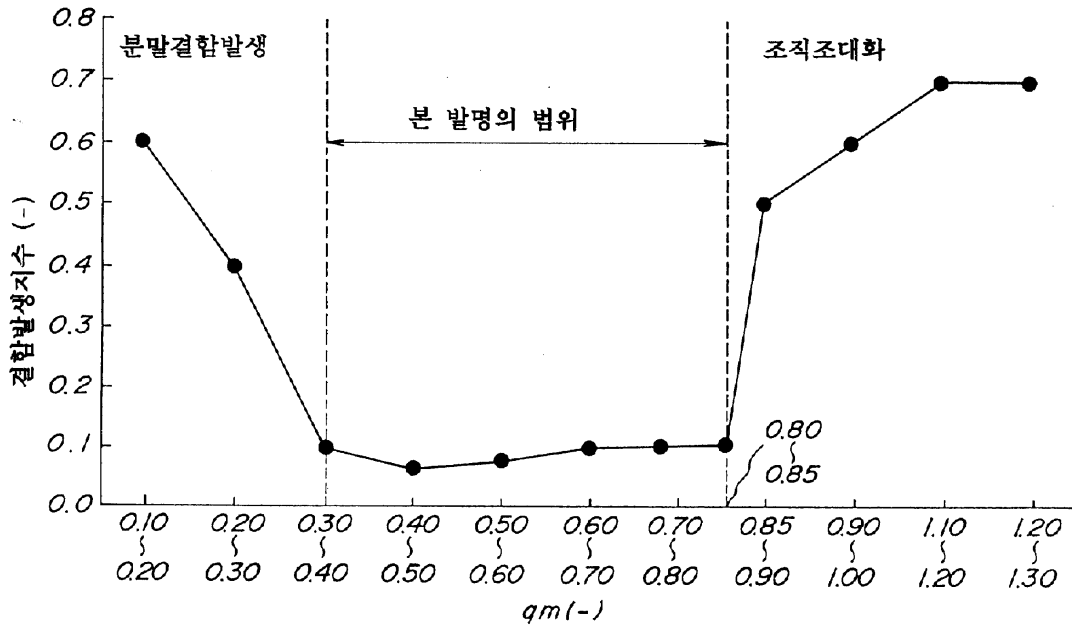
로 표현되는 관계를 만족시키면서 고속연속주조를 행하는 것을 특징으로 하는 오오스테나이트계 스테인레스강의 연속주조방법.

청구항 4

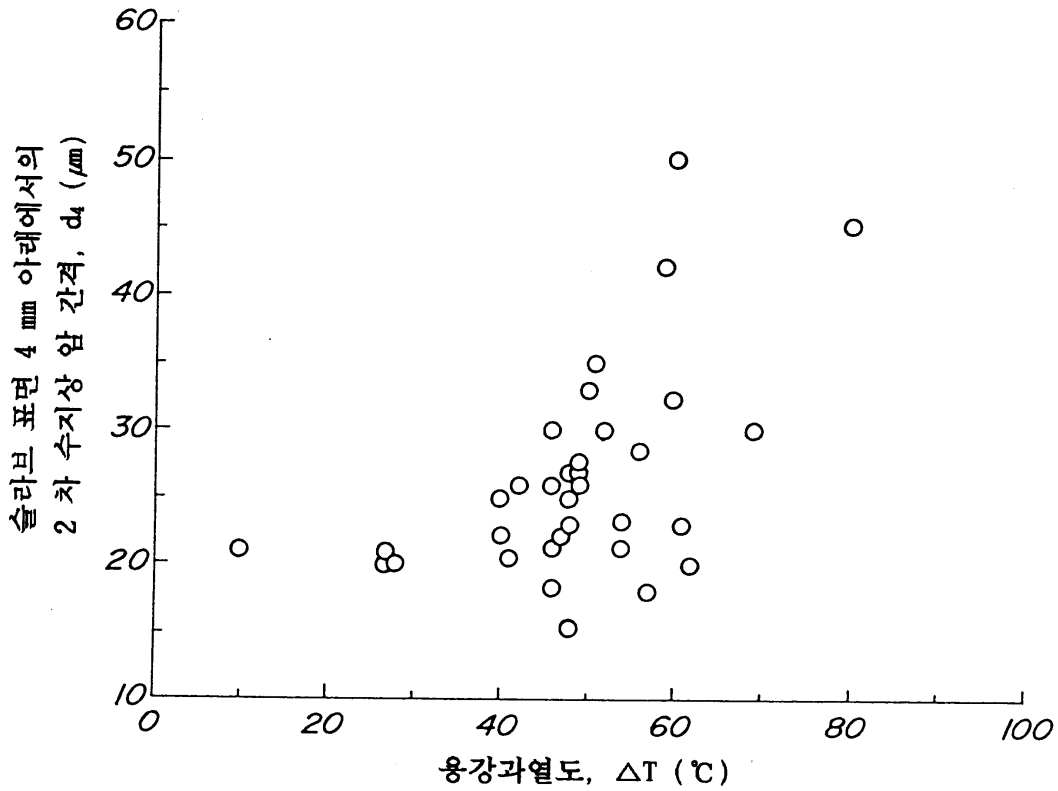
제 3 항에 있어서, 상기 주조속도 (V) 가 3.0 m/min 이상인 것을 특징으로 하는 오오스테나이트계 스테인레스강의 연속주조방법.

도면

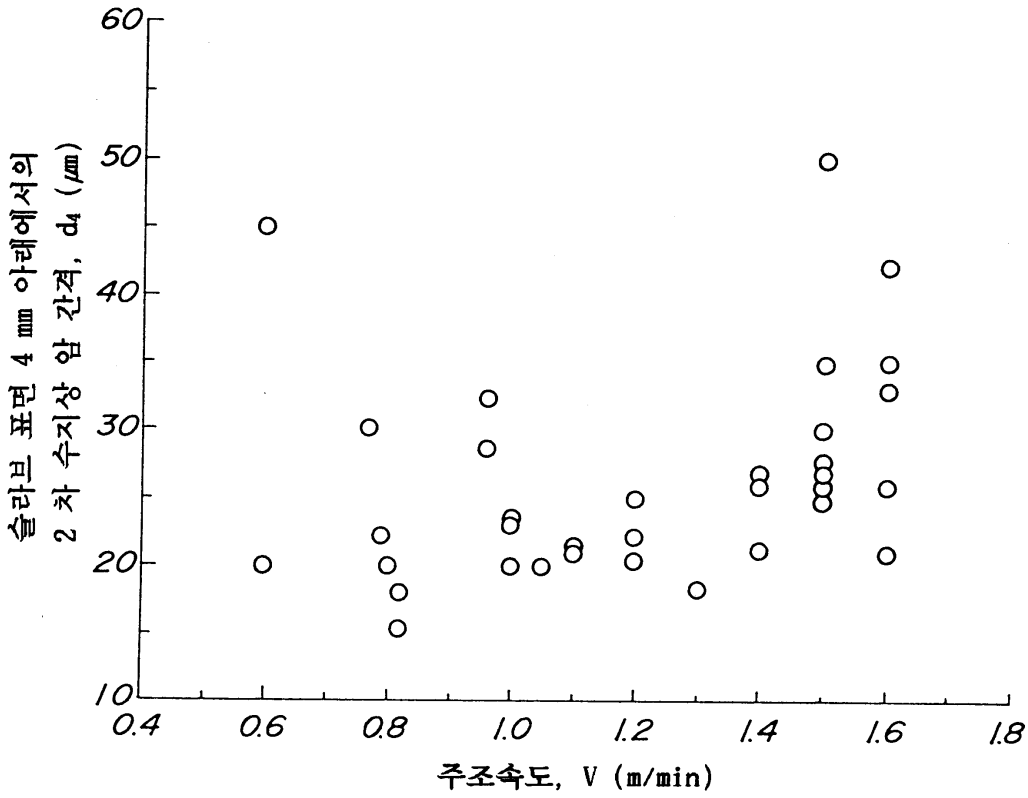
도면1



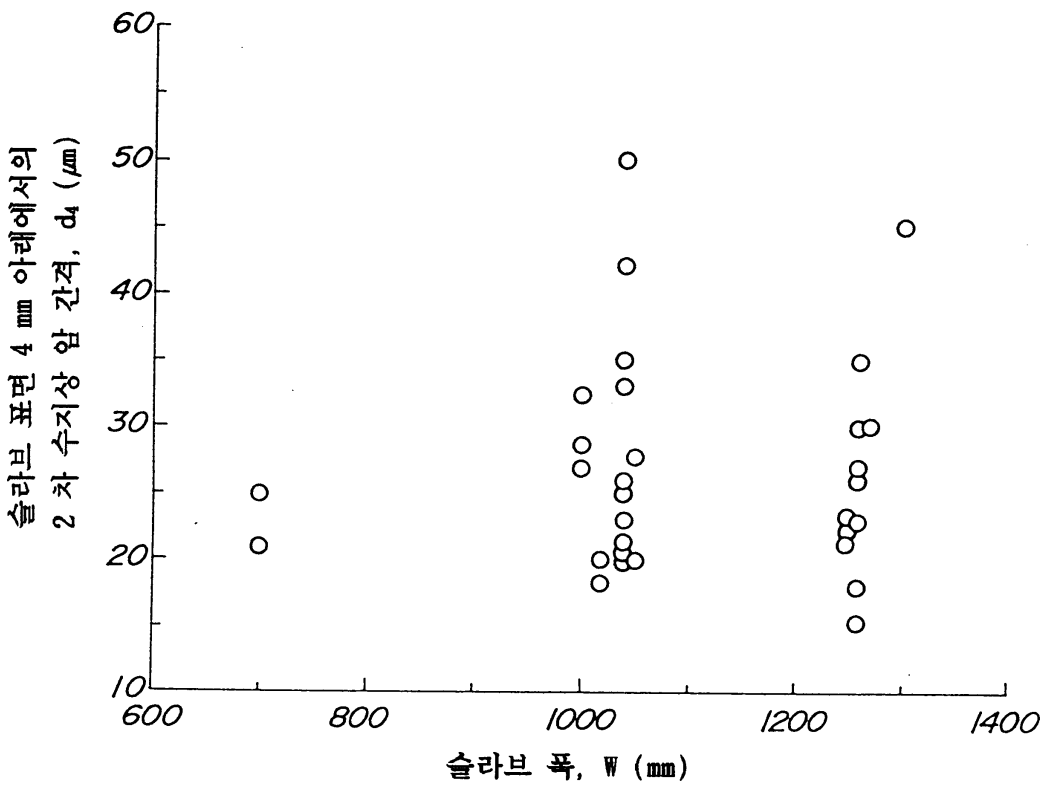
도면2



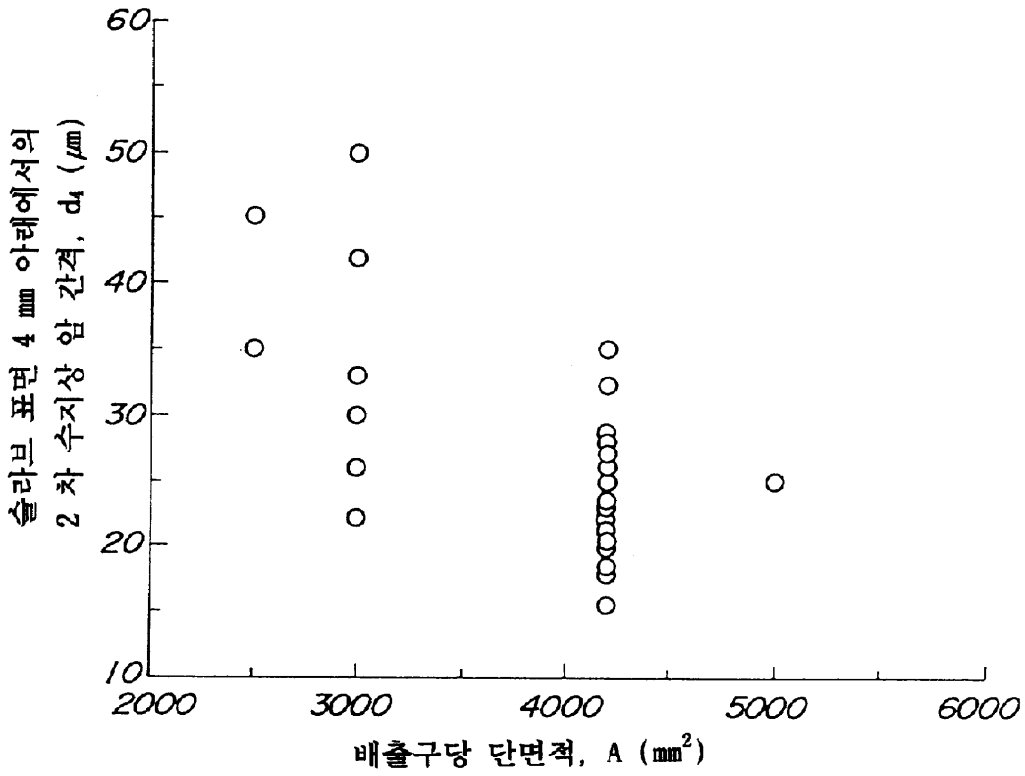
도면3



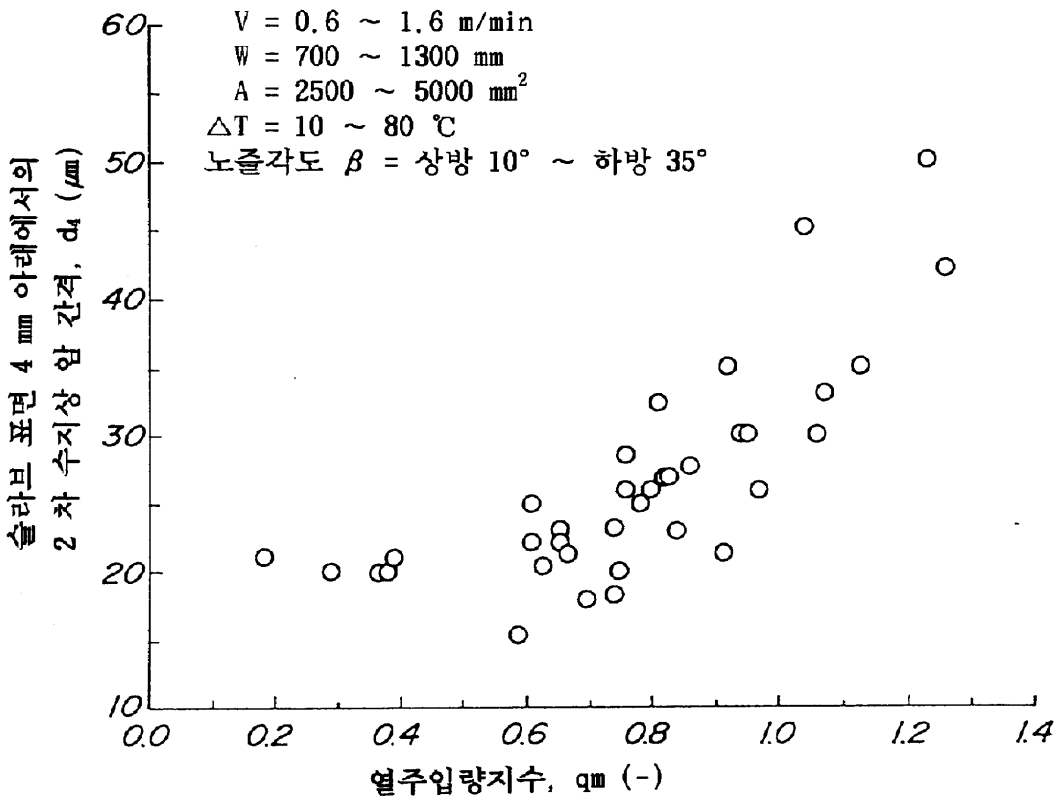
도면4



도면5



도면6



도면7

