



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2011년05월20일  
(11) 등록번호 10-1035337  
(24) 등록일자 2011년05월11일

- (51) Int. Cl.  
B22D 11/10 (2006.01) B22D 41/50 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2010-7014628
- (22) 출원일자(국제출원일자) 2009년03월09일  
심사청구일자 2010년07월01일
- (85) 번역문제출일자 2010년07월01일
- (65) 공개번호 10-2010-0087770
- (43) 공개일자 2010년08월05일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2009/054465
- (87) 국제공개번호 WO 2009/119301  
국제공개일자 2009년10월01일
- (30) 우선권주장  
JP-P-2008-084166 2008년03월27일 일본(JP)  
JP-P-2008-335527 2008년12월27일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌  
JP04238658 A  
JP08294757 A  
JP2001347348 A

- (73) 특허권자  
구로사키 하리마 코포레이션  
일본 후쿠오카 806-8586 기타큐슈시 야하타니시구 히가시하마-마치 1-1
- (72) 발명자  
기도 고지  
일본 후쿠오카 기타큐슈시 야하타니시구 히가시하마-마치 1-1 구로사키 하리마 코포레이션내  
구리수 조지  
일본 후쿠오카 기타큐슈시 야하타니시구 히가시하마-마치 1-1 구로사키 하리마 코포레이션내  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 9 항

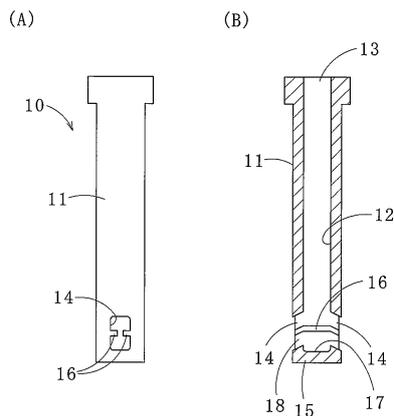
심사관 : 신동혁

**(54) 연속 구조용 침지 노즐**

**(57) 요약**

본 발명은 토출공(14)으로부터 토출되는 용강류(溶鋼流)의 편류(偏流)가 적고, 탕면(湯面) 유동(流動)이 적어, 제조가 용이한 연속 구조용(鑄造用) 침지 노즐(10)을 제공한다. 상단부가 용강의 유입구(13)로 되고, 유입구(11)로부터 아래쪽으로 연장되는 유로가 내부에 형성되고, 저부(15)를 가지는 관체(管體) 아래의 측면부에, 유로(12)와 연통되는 한쌍의 토출공(14)이 대향하여 형성된 연속 구조용 침지 노즐(10)에 있어서, 한쌍의 상기 토출공 사이에 설치되어 상기 유로를 구획하는 내벽에, 내측으로 돌출하고 상기 내벽을 수평 방향으로 횡단하는 돌조부(ridge)가 대향 배치되어 있다.

**대표도 - 도1**



(72) 발명자

**오쓰카 히로시**

일본 후쿠오카 기타큐슈시 야하타니시구 히가시하  
마-마치 1-1 구로사키 하리마 코포레이션내

**미조베 아리토**

일본 후쿠오카 기타큐슈시 야하타니시구 히가시하  
마-마치 1-1 구로사키 하리마 코포레이션내

**구로다 다카히로**

일본 후쿠오카 기타큐슈시 야하타니시구 히가시하  
마-마치 1-1 구로사키 하리마 코포레이션내

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

상단부가 용강(溶鋼)의 유입구(流入口)로 되고, 상기 유입구로부터 아래쪽으로 연장되는 유로(流路)가 내부에 형성되고, 저부를 가지는 관체(管體) 아래 주위 측면부에, 상기 유로와 연통되는 한쌍의 토출공이 대향하여 형성된 연속 주조용(鑄造用) 침지(浸漬) 노즐에 있어서,

한쌍의 상기 토출공 사이에 설치되어 상기 유로를 구획하는 내벽에, 내측으로 돌출하고 상기 내벽을 수평 방향으로 횡단하는 돌조부(ridge)가 대향 배치되어 있는,

연속 주조용 침지 노즐.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 토출공을 정면에서 볼 때, 상기 토출공의 수평 방향의 폭을  $a'$ , 연직(鉛直) 방향의 폭을  $b'$ 라고 하고, 상기 돌조부 단면의 돌출 높이를  $a$ , 연직 방향의 폭을  $b$ 라고 하면,  $a/a' = 0.05 \sim 0.38$ ,  $b/b' = 0.05 \sim 0.5$ 인, 연속 주조용 침지 노즐.

### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 토출공을 정면에서 볼 때, 상기 토출공의 상부 에지로부터 상기 돌조부 단면의 연직 방향의 폭의 1/2까지의 연직 거리를  $c$ 라고 하면,  $c/b' = 0.15 \sim 0.7$ 인, 연속 주조용 침지 노즐.

### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 돌조부의 양 단부는 외측을 향해 아래쪽으로 경사진 역V자 형상을 포함하는 경사부로 되어 있는, 연속 주조용 침지 노즐.

### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 토출공의 상단면 및 하단면이 외측을 향해 아래쪽으로 경사지고, 상기 상단면 및 상기 하단면의 경사 각도와 상기 경사부의 경사 각도가 같은 각도인, 연속 주조용 침지 노즐.

### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 돌조부의 연장 방향에 관한 것이며, 한쌍의 상기 토출공의 바로 위에 있어서의 상기 유로의 폭을  $L_1$ , 상기 경사부를 제외한 상기 돌조부의 길이를  $L_2$ 라고 하면,  $L_2/L_1 = 0 \sim 1$ 인, 연속 주조용 침지 노즐.

### 청구항 7

제6항에 있어서,

상기 상단면, 상기 하단면, 및 상기 경사부의 경사 각도가  $0^\circ$  를 초과하고  $45^\circ$  이하인, 연속 주조용 침지 노즐.

### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 돌조부의 연장 방향의 단면은, 연장 방향과 직교하는 연직면(鉛直面)으로 되어 있는, 연속 주조용 침지 노

즐.

**청구항 9**

제1항에 있어서,

상기 관체의 저부에 오목형의 저류부가 형성되어 있는, 연속 주조용 침지 노즐.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은, 턴디쉬(tundish)로부터 주형(鑄型) 내에 용강(溶鋼)을 주입 즉 주탕(注湯)하는 연속 주조용(鑄造用) 침지(浸漬) 노즐에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 용강을 연속적으로 냉각 응고시켜 소정 형상의 주편(鑄片)을 형성하는 연속 주조 공정에서는, 턴디쉬의 저부에 설치된 연속 주조용 침지 노즐(이하에서는, 단지 「침지 노즐」이라고 하는 경우도 있음)을 통하여 주형 내에 용강이 주탕된다.

[0003] 일반적으로, 침지 노즐은, 상단부가 용강의 유입구로 되고, 유입구로부터 아래쪽으로 연장되는 유로가 내부에 형성되고, 저부를 가지는 관체(管體)로 이루어지고, 관체 아래 주위 측면부에는, 유로와 연통되는 한쌍의 토출공이 대향하여 형성되어 있다. 침지 노즐은, 그 하부를 주형 내의 용강 중에 침지시킨 상태로 사용된다. 이로써, 주탕된 용강의 비산(飛散)을 방지하는 동시에, 용강과 대기와의 접촉을 차단하여 산화를 방지하고 있다. 또한, 침지 노즐을 사용함으로써 주형 내의 용강이 정류화(整流化)되어, 탕면(湯面)을 부유(浮遊)하는 슬래그(slag)나 비금속 개재물 등의 불순물이 용강 중으로 떨어져 들어가지 않도록 하고 있다.

[0004] 최근, 연속 주조 공정에서의 강(鋼)의 품질의 고품위화 및 고생산화가 요구되고 있다. 현재 설비에 있어서 고생산화를 지향하는 경우, 주입(鑄入) 속도를 올릴 필요가 있어, 한정된 주형 내에서 침지 노즐의 유로 직경을 크게 하거나, 토출공을 크게 하거나 하여 통강량(通鋼量)을 증가시키는 연구가 행해지고 있다.

[0005] 그러나, 토출공을 크게 하면 토출공으로부터 토출하는 토출류(吐出流)의 상하 방향 및/또는 좌우 방향의 유속 분포에 언밸런스가 생긴다. 그리고, 이 언밸런스한 흐름(편류(偏流))이 주형의 단변(短邊) 주위 측벽에 충돌함으로써, 주형 내에 있어서 불안정한 용강류가 발생한다. 그 결과, 과대한 반전류에 의한 탕면 변동이나 몰드 파우더의 떨어져들기에 의한 강의 품질 저하를 초래하는 동시에, 브레이크 아웃 등의 요인으로 되고 있었다.

[0006] 그래서, 예를 들면, 특허 문헌 1에서는, 관체 아래 주위 측면부에 대향하여 형성된 한쌍의 토출공을, 내측으로 돌출하는 돌기부에 의해 상하 2단 또는 3단으로 분할하여 총 4개 또는 6개의 토출공으로 한 침지 노즐의 발명이 개시되어 있다(도 18의 (A), (B) 참조). 그리고, 상기 침지 노즐에 의하면, 막힘을 억제하는 동시에, 보다 일정한 토출 유속을 가지고, 회전과 소용돌이가 대폭 감소한, 보다 안정 되고 또한 제어된 토출류가 생성되는 것으로 하고 있다.

[0007] 특허 문헌 1: 국제 공개 제2005/049249호 팜플렛

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0008] 본 발명자는, 특허 문헌 1에 기재된 침지 노즐과, 관체 아래 주위 측면부에 대향하여 형성된 한쌍의 토출공을 가지는 종래의 침지 노즐과, 종래의 침지 노즐에 있어서 대향하는 토출공 사이의 유로 중앙부에 내측으로 돌출하는 돌기부를 형성한 타입(도 19 참조)에 대하여 워터 모델(water model) 시험을 실시하고, 각 침지 노즐로부터 토출되는 토출류의 불균일에 대하여 검증했다.

[0009] 도 20은 각 침지 노즐의 워터 모델 결과를 나타낸 것이다. 도 20에서는, 주형을 단변 방향으로부터 보아, 침지 노즐을 사이에 두고 좌우의 반전 유속의 표준 편차의 평균값  $\sigma_{av}$ 를 가로축, 좌우의 반전 유속의 표준 편차의 차  $\Delta\sigma$  및 좌우의 반전 유속의 평균값  $V_{av}$ 를 세로축에 채용하고 있다. 또한, 시험체 A가 특허 문헌 1에 기재된 침

지 노즐(4 토출공 타입), 시험체 B가 종래의 침지 노즐, 시험체 C가 유로 중앙부(침지 노즐의 내벽면 상부 또한 유로폭의 중앙부)에 돌기부를 형성한 침지 노즐에 대응하고 있다.

[0010] 도 20의 (A)로부터, 좌우의 반전 유속의 표준 편차의 차  $\Delta \sigma$ , 즉 좌우의 반전 유속의 차가 가장 큰 침지 노즐이 종래 타입이며, 특허 문헌 1에 기재된 침지 노즐과 유로 중앙부에 돌기부를 형성한 침지 노즐은, 좌우의 반전 유속의 차가 작은 것을 알 수 있다. 한편, 도 20의 (B)로부터, 종래의 침지 노즐과 특허 문헌 1에 기재된 침지 노즐은 좌우의 반전 유속의 평균값  $V_{av}$ 가 크고, 유로 중앙부에 돌기부를 형성한 침지 노즐은 좌우의 반전 유속의 평균값  $V_{av}$ 가 작은 것을 알 수 있다.

[0011] 주입 속도(스루풋(throughput))가 증대함에 따라, 좌우의 반전 유속의 표준 편차의 차  $\Delta \sigma$  및 좌우의 반전 유속의 평균값  $V_{av}$ 는 증대하는 것이 확인되고 있지만, 강의 품질의 고품위화의 관점에서부터 보면,  $\Delta \sigma$ 은 2cm/sec 이하,  $V_{av}$ 는 10cm/sec ~ 30cm/sec가 바람직하다. 이 점에 관하여,  $\Delta \sigma$ 에 대하여는 모든 시험체에 있어서 2cm/sec 이하로 되어 있지만,  $V_{av}$ 에 대하여는, 모든 시험체가 10cm/sec ~ 30cm/sec의 범위로부터 벗어나 있다.

[0012] 또한, 특허 문헌 1에 기재된 침지 노즐(4 토출공 타입)의 경우, 도 21의 (A), (B)에 나타낸 유체 해석 결과가 나타낸 바와 같이, 아래쪽 토출공으로부터의 토출류가 많고, 위쪽 토출공으로부터의 토출류가 적다. 그 결과, 반전 유속이 35cm/sec로 큰 값을 나타내고 있다. 그리고, 유체 해석시의 주형 사이즈는 1500mm×35mm, 주입 속도는 3.0ton/min이다.

[0013] 또한, 특허 문헌 1에 기재된 침지 노즐에서는, 토출공이 4개 이상 있으므로, 제조가 복잡해지는 동시에, 토출공의 폐색(閉塞)이나 용손(溶損)이 발생한 경우, 토출류의 밸런스가 무너지기 쉽다는 단점이 있다.

[0014] 본 발명은 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 행해진 것이며, 토출공으로부터 토출하는 용강류의 편류가 적고, 탕면 변동도 작아, 제조가 용이한 연속 주조용 침지 노즐을 제공하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

[0015] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은, 상단부가 용강의 유입구로 되고, 상기 유입구로부터 아래쪽으로 연장되는 유로가 내부에 형성되고, 저부를 가지는 관체 아래 주위 측면부에, 상기 유로와 연통되는 한쌍의 토출공이 대향하여 형성된 연속 주조용 침지 노즐에 있어서, 한쌍의 상기 토출공 사이에 설치되어 상기 유로를 구획하는 내벽에, 내측으로 돌출하고 상기 내벽을 수평 방향으로 횡단하는 돌조부(ridge)가 대향 배치되어 있는 것을 특징으로 하고 있다.

[0016] 여기서, 「내벽을 수평 방향으로 횡단한다」란, 내벽 한쪽의 측단(한쪽의 토출공과의 경계 위치)으로부터 다른 쪽의 측단(다른 쪽의 토출공과의 경계 위치)까지, 돌조부가 수평 방향으로 연장되는 것을 의미한다.

[0017] 그리고, 본 명세서에서는, 연속 주조용 침지 노즐을 연직(鉛直)으로 세운 상태에 기초하여 각 방향을 설정하고 있다.

[0018] 종래의 침지 노즐에서는, 토출공으로부터 토출하는 토출류의 유속 분포가 아래쪽으로 치우쳐 불균일하게 되어 있었지만, 본 발명에서는, 대향하는 돌조부에 의한 댐 방지 효과에 의해, 토출공 상부에 있어서도 토출류를 얻을 수 있다. 한편, 대향하는 돌조부 사이를 아래쪽에 통과하는 용강류는, 돌조부 사이의 클리어런스에 의한 정류 효과에 의해, 돌조부의 연장 방향과 평행한 연직면 내에 있어서 관체측을 사이에 두고 좌우 균등한 흐름으로 된다. 또한, 토출류가 균등해지는 것에 의해, 주형의 단면 주위 측벽에 충돌하는 토출류의 최대 속도가 완화되어 반전 유속이 작아진다. 그 결과, 과대한 반전류에 의한 탕면 변동이나 몰드 파우더의 말려들이기가 없어져, 강의 품질 저하를 방지할 수 있다.

[0019] 또한, 본 발명에 관한 연속 주조용 침지 노즐에서는, 상기 토출공을 정면에서 볼 때, 상기 토출공의 수평 방향의 폭을 a', 연직 방향의 폭을 b'라고 하고, 상기 돌조부 단면의 돌출 높이를 a, 연직 방향의 폭을 b라고 하면, a/a'= 0.05 ~ 0.38, b/b'= 0.05 ~ 0.5인 것을 바람직한 것으로 한다. 또한, 상기 토출공의 상부 에지로부터 상기 돌조부 단면의 연직 방향의 폭의 1/2까지의 연직 거리를 c라고 하면, c/b'= 0.15 ~ 0.7인 것을 바람직한 것으로 한다.

[0020] 또한, 본 발명에 관한 연속 주조용 침지 노즐에서는, 상기 돌조부의 양 단부가 외측을 향해 아래쪽으로 경사진 경사부로 되어 있는 것이 바람직하다. 또한, 그에 따라 상기 토출공의 상단면 및 하단면이 외측을 향해 아래쪽으로 경사지고, 상기 상단면 및 상기 하단면의 경사 각도와 상기 경사부의 경사 각도가 같은 각도인 것이 바람직하다.

직하다.

- [0021] 토출공의 상단면 및 하단면이 외측을 향해 아래쪽으로 경사진 침지 노즐에 있어서, 연장 방향의 양 단부에 경사부가 없는 돌조부를 형성한 경우, 돌조부 위쪽에 있어서의 토출류가 돌조부에 의해 차단되어 위쪽을 향해 토출하는 흐름으로 된다. 그리고, 이 흐름이, 주형 표면에 있어서의 반전류와 충돌하므로 반전 유속의 안정화가 도모되지 않게 된다. 그러므로, 돌조부의 양 단부에 형성한 경사부의 경사 각도는, 토출공의 상단면 및 하단면의 경사 각도와 같은 각도인 것이 바람직하다.
- [0022] 또한, 본 발명에 관한 연속 주조용 침지 노즐에서는, 상기 돌조부의 연장 방향에 관한 것이며, 한쌍의 상기 토출공의 바로 위에 있어서의 상기 유로의 폭을  $L_1$ , 상기 경사부를 제외한 상기 돌조부의 길이를  $L_2$ 라고 하면,  $L_2/L_1 = 0 \sim 1$ 인 것이 바람직하다.
- [0023] 또한, 본 발명에 관한 연속 주조용 침지 노즐에서는, 상기 상단면, 상기 하단면, 및 상기 경사부의 경사 각도는  $0 \sim 45^\circ$  인 것이 바람직하다.
- [0024] 또한, 본 발명에 관한 연속 주조용 침지 노즐에서는, 상기 돌조부의 연장 방향의 단면은, 연장 방향과 직교하는 연직면으로 되어 있는 것이 바람직하다.
- [0025] 또한, 본 발명에 관한 연속 주조용 침지 노즐에서는, 상기 관체의 저부에 오목형의 저류부가 형성되어 있는 것이 바람직하다.

**발명의 효과**

- [0026] 본 발명에서는, 한쌍의 토출공 사이에 설치되어 유로를 구획하는 내벽에, 내측으로 돌출하고, 상기 내벽을 수평 방향으로 횡단하는 돌조부를 대향 배치함으로써, 토출공 전역에 걸쳐 토출류를 분산, 균일화시킬 수 있다. 이로써, 주형의 단면 주위 측벽에 충돌하는 토출류의 유속 분포 및 충돌 위치를 안정화시킬 수 있고, 주형 표면의 반전 유속을 저감할 수 있다. 그 결과, 탕면 변동이 작아지는 동시에, 침지 노즐 좌우의 흐름도 대칭으로 가까워져, 강의 품질의 고품위화 및 고생산화가 가능해진다.
- [0027] 또한, 본 발명에 관한 연속 주조용 침지 노즐에서는, 한쌍의 토출공 사이에 설치되어 유로를 구획하는 내벽에 돌조부를 대향하여 형성하면 되므로, 통상의 침지 노즐에 의해 토출공을 형성하는 방법을 적용할 수 있어 제조도 용이하다.
- [0028] 그리고, 통상의 침지 노즐에 의해 토출공을 형성하는 방법으로서, 예를 들면, 최종 형상보다 작은 토출공을 성형한 후, 상기 토출공을 정면 방향으로부터 보링(boring) 등에 의해 삭공(削孔)하여, 설정한 단면 치수를 가지는 돌조부를 형성하는 방법이나, CIP(Cold Isostatic Pressing) 성형시에, 돌조부가 되는 부분을 오목형의 공간으로서 성형시의 심금(芯金)에 형성하여 두고, 그 오목형 공간에, 관체를 형성하는 배토(clay)를 충전하여 압축하고, 설정한 단면 치수를 가지는 돌조부를 형성하는 등의 방법을 채용할 수 있다.
- [0029] 도 1은 본 발명의 일 실시 형태에 관한 연속 주조용 침지 노즐을 나타낸 것으로서, (A)는 측면도, (B)는 종단면도이다.
- [0030] 도 2는 상기 연속 주조용 침지 노즐의 부분 측면도이다.
- [0031] 도 3의 (A), (B)는, 상기 연속 주조용 침지 노즐의 부분 종단면도이다.
- [0032] 도 4는 워터 모델 시험을 설명하기 위한 모식도이다.
- [0033] 도 5의 (A)는  $a/a'$ 와  $\Delta \sigma$ 와의 관계, (B)는  $a/a'$ 와  $V_{av}$ 와의 관계를 나타낸 그래프이다.
- [0034] 도 6의 (A)는  $b/b'$ 와  $\Delta \sigma$ 와의 관계, (B)는  $b/b'$ 와  $V_{av}$ 와의 관계를 나타낸 그래프이다.
- [0035] 도 7의 (A)는  $c/b'$ 와  $\Delta \sigma$ 와의 관계, (B)는  $c/b'$ 와  $V_{av}$ 와의 관계를 나타낸 그래프이다.
- [0036] 도 8의 (A)는  $L_2/L_1$ 와  $\Delta \sigma$ 와의 관계, (B)는  $L_2/L_1$ 와  $V_{av}$ 와의 관계를 나타낸 그래프이다.
- [0037] 도 9의 (A)는  $R/a'$ 와  $\Delta \sigma$ 와의 관계, (B)는  $R/a'$ 와  $V_{av}$ 와의 관계를 나타낸 그래프이다.
- [0038] 도 10은 유체 해석에 사용한 해석 모델의 모식도를 나타낸 것으로서, (A)는 실시예, (B)는 종래예이다.

- [0039] 도 11은 실시예의 유체 해석 결과를 나타낸 것으로서, (A)는 유체의 연직면 내의 흐름을 나타낸 설명도, (B)는 유체의 수평면 내의 흐름을 나타낸 설명도이다.
- [0040] 도 12는 종래예의 유체 해석 결과를 나타낸 것으로서, (A)는 유체의 연직면 내의 흐름을 나타낸 설명도, (B)는 유체의 수평면 내의 흐름을 나타낸 설명도이다.
- [0041] 도 13은  $\Delta \theta$ 와  $V_{av}$ 와의 관계를 나타낸 그래프이다.
- [0042] 도 14는 실시예( $\theta = 0^\circ$ )의 유체 해석 결과를 나타낸 것으로서, (A)는 유체의 연직면 내의 흐름을 나타낸 설명도, (B)는 유체의 수평면 내의 흐름을 나타낸 설명도이다.
- [0043] 도 15는 실시예( $\theta = 25^\circ$ )의 유체 해석 결과를 나타낸 것으로서, (A)는 유체의 연직면 내의 흐름을 나타낸 설명도, (B)는 유체의 수평면 내의 흐름을 나타낸 설명도이다.
- [0044] 도 16은 실시예( $\theta = 35^\circ$ )의 유체 해석 결과를 나타낸 것으로서, (A)는 유체의 연직면 내의 흐름을 나타낸 설명도, (B)는 유체의 수평면 내의 흐름을 나타낸 설명도이다.
- [0045] 도 17은 실시예( $\theta = 45^\circ$ )의 유체 해석 결과를 나타낸 것으로서, (A)는 유체의 연직면 내의 흐름을 나타낸 설명도, (B)는 유체의 수평면 내의 흐름을 나타낸 설명도이다.
- [0046] 도 18은 특허 문헌 1에 기재된 연속 구조용 침지 노즐을 나타낸 것으로서, (A)는 종단면도, (B)는 평단면도이다.
- [0047] 도 19은 대향하는 토출공 사이의 유로 중앙부에 돌기부를 형성한 연속 구조용 침지 노즐의 부분 종단면도이다.
- [0048] 도 20은(A)는  $\sigma_{av}$ 와  $\Delta \theta$ 와의 관계, (B)는  $\sigma_{av}$ 와  $V_{av}$ 와의 관계를 나타낸 그래프이다.
- [0049] 도 21은 특허 문헌 1에 기재된 침지 노즐의 유체 해석 결과를 나타낸 것으로서, (A)는 유체의 연직면 내의 흐름을 나타낸 설명도, (B)는 유체의 수평면 내의 흐름을 나타낸 설명도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0050] 이어서, 첨부한 도면을 참조하면서, 본 발명을 구체화한 실시 형태에 대하여 설명하고, 본 발명의 이해에 제공한다.
- [0051] 본 발명의 일 실시 형태에 관한 연속 구조용 침지 노즐(이하에서는, 단지 「침지 노즐」이라고 함)(10)의 형상을 도 1의 (A), (B)에 나타낸다.
- [0052] 침지 노즐(10)은, 저부(15)를 가지는 원통형의 관체(11)로 이루어지고, 내부에 형성된 유로(12)의 상단은 용강의 유입구(13)로 되어 있다. 한편, 관체(11) 아래 주위 측면부에는, 유로(12)와 연통되는 한쌍의 토출공(14)이 대향하여 형성되어 있다. 그리고, 침지 노즐(10)에는 내스포올링성(spalling resistance) 및 내식성(耐蝕性)이 요구되므로, 관체(11)는 알루미늄이나 흑연질(黑鉛質) 등의 내화물(耐化物)에 의해 형성되어 있다.
- [0053] 토출공(14)은 정면에서 볼 때 코너부가 라운딩하게 형성된 직사각형으로 되고, 한쌍의 토출공(14) 사이에 설치되어 유로(12)를 구획하는 내벽(18)에는, 내측을 향해 돌출되고 상기 내벽(18)을 수평 방향으로 횡단하는 돌조부(16)가 대향 배치되어 있다. 즉, 대향하는 돌조부(16)는, 한쌍의 토출공(14)의 중심을 통과하는 연직면을 사이에 두고 대칭으로 배치되어 있다. 돌조부(16) 사이의 클리어런스는 일정하게 되고, 연장 방향의 양 단부는, 외측을 향해 아래쪽으로 경사진 경사부(16a)로 되어 있다(도 3 참조). 한편, 각 토출공(14)의 상단면(14a) 및 하단면(14b)도 외측을 향해 아래쪽으로 경사져 있고, 본 실시 형태에서는, 돌조부(16)에 형성된 경사부(16a)와 토출공(14)의 상단면(14a) 및 하단면(14b)은 같은 경사 각도로 되어 있다.
- [0054] 돌조부(16)는, 내벽(18)의 한쪽의 측단(한쪽의 토출공(14)와의 경계 위치)으로부터 다른 쪽의 측단(다른 쪽의 토출공(14)와의 경계 위치)까지 수평 방향으로 연장되어 있다. 돌조부(16)의 연장 방향의 단면은, 도 3의 (A)에 나타낸 바와 같이, 연장 방향과 직교하는 연직면으로 하는 것이 바람직하다. 단, 관체(11)가 원통형 등의 경우, 도 3의 (B)에 나타낸 바와 같이, 돌조부(16)의 연장 방향 단면의 형상을 관체(11)의 외주면의 형상에 맞추어도 되고, 이로써, 용강의 토출류가 영향을 받게 되지 않는다.
- [0055] 그리고, 관체(11)의 저부(15)에는, 오목형의 저류부(17)를 형성하는 것이 바람직하다. 이와 같은 오목형의 저류부(17)가 관체(11)의 저부(15)에 없어도 본 발명의 효과에 영향은 없지만, 침지 노즐(10)에 주탕된 용강을 일

단, 저류부(17)에서 받음으로써, 양 토출공(14)에, 보다 균일하고, 보다 안정적으로 분산시킬 수 있다.

- [0056] 또한, 토출공(14)의 수평 방향의 폭  $a'$ 는, 유로(12)의 폭(원통형의 유로(12)의 경우는 직경)과 같은 경우라도 상이한 경우라도 본 발명의 효과에 영향은 없다.
- [0057] [위터 모델 시험]
- [0058] 다음에, 돌조부(16)를 구비한 토출공(14)의 최적 형상을 확정하기 위하여, 상기 구성으로 이루어지는 침지 노즐(10)의 모형을 사용하여 실시한 위터 모델 시험에 대하여 설명한다.
- [0059] 최초에, 돌조부(16)를 구비한 토출공(14)의 최적 형상을 확정하기 위한 파라미터를 정의해 둔다. 토출공(14)을 정면에서 볼 때, 토출공(14)의 수평 방향의 폭을  $a'$ , 연직 방향의 폭을  $b'$ 라고 한다. 돌조부(16)는 직사각형 단면으로 하고, 돌조부(16)의 단면의 돌출 높이를  $a$ , 연직 방향의 폭을  $b$ 라고 하는 동시에, 토출공(14)의 상부에서부터 돌조부(16)의 단면의 연직 방향의 폭의 1/2까지의 연직 거리를  $c$ 라고 한다(도 2 참조). 여기서, 「직사각형 단면」은, 직사각형 단면의 각부가 라운딩하게 형성된 것을 포함한다. 또한, 돌조부(16)의 연장 방향에 관한 것이며, 한쌍의 토출공(14)의 바로 위에 있어서의 유로(12)의 폭을  $L_1$ , 경사부(16a)를 제외한 돌조부(16)의 길이(수평부(16b)의 길이)를  $L_2$ 라고 한다(도 3 참조). 그리고, 돌조부(16)에 형성된 경사부(16a) 및 토출공(14)의 상단면(14a) 및 하단면(14b)의 하향 경사 각도를  $\theta$ 라고 하고, 토출공(14) 코너부의 곡률 반경을  $R$ 이라고 한다.
- [0060] 도 4에, 위터 모델 시험을 설명하기 위한 모식도를 나타낸다.
- [0061] 주형(21)은, 축척 1/1로 하고, 아크릴 수지로 제작하였다. 주형(21)의 사이즈는, 장변 방향의 폭(도 4에서는 좌우 방향)을 925mm, 단변 방향의 폭(지면에 수직인 방향)을 210mm로 하였다. 또한, 침지 노즐(10)로부터 주형(21)에 유입되는 물은, 펌프를 사용하여, 펌핑 속도가 1.4m/min에 상당하도록 순환시켰다.
- [0062] 침지 노즐(10)은, 주형(21)의 중앙에 배치하고, 각 토출공(14)이 주형(21)의 단변 주위 측벽(23)에 접하도록 했다. 또한, 주형(21)의 단변 주위 측벽(23)으로부터 325mm(장변 방향의 폭의 1/4), 수면으로부터 30mm의 위치에, 프로펠러형의 유속 검출기(22)를 설치하고, 반전류  $Fr$ 의 유속을 3분간 측정하였다. 그리고, 측정된 좌우의 반전류  $Fr$ 의 유속에 대하여 표준 편차의 차  $\Delta \sigma$  및 평균 유속  $V_{av}$ 를 산출하여 평가했다.
- [0063] 여기서, 반전 유속과 주입 속도(스루풋)와의 관계에 대하여 설명한다.
- [0064] 침지 노즐을 사이에 두고 좌우의 반전 유속의 표준 편차의 차  $\Delta \sigma$ 와 스루풋과의 관계 및 좌우의 반전 유속의 평균값  $V_{av}$ 와 스루풋과의 관계에 대하여 분명히 하기 위해서 위터 모델 시험을 실시한 바, 스루풋이 증대함에 따라  $\Delta \sigma$  및  $V_{av}$ 가 비례적으로 증대하는 것을 확인할 수 있었다. 이 때, 주형 사이즈 및 침지 노즐의 유로 단면적으로서는, 슬라브(slab)의 연속 구조에 있어서 일반적으로 사용되는, 장변 방향 700mm ~ 2000mm× 단변 방향 150mm ~ 350mm의 주형 및 15cm<sup>2</sup> ~ 120cm<sup>2</sup>( $\phi$ 50mm ~  $\phi$ 120mm)의 침지 노즐을 상정(想定)하고 있다.
- [0065] 스루풋이 1.4ton/min 미만인 경우, 탕면에 있어서의 반전 유속이 저하되는 경향이 있고, 7ton/min를 넘으면, 반전 유속이 증대하고, 탕면 변동의 증대나 몰드 파우더의 말려들기 등에 의한 강의 품질 저하가 염려된다. 따라서, 스루풋은 1.4ton/min ~ 7ton/min인 것이 바람직하고, 좌우의 반전 유속의 표준 편차의 차  $\Delta \sigma$ 가 2.0cm/sec 이하 또한 좌우의 반전 유속의 평균값  $V_{av}$ 가 10cm/sec ~ 30cm/sec인 경우에, 스루풋은 상기 최적 범위에 들어가는 것이 판명되었다. 따라서, 이하에 나타내는 위터 모델 시험 결과에서는,  $\Delta \sigma$ 이 2.0cm/sec 이하 또한  $V_{av}$ 가 10cm/sec ~ 30cm/sec인 것을 평가 기준으로 하여, 각 파라미터를 결정했다.
- [0066] 그리고, 위터 모델 시험에 있어서의 스루풋 값은, 용강 비중/물 비중= 7.0으로 하여 용강 환산한 값이다.
- [0067] 도 5의 (A)는  $a/a'$ 와  $\Delta \sigma$ 와의 관계, 도 5의 (B)는  $a/a'$ 와  $V_{av}$ 와의 관계를 나타낸 그래프이다. 도면 중, ◆이 시험 결과, 실선은 회귀 곡선을 나타내고, 이들은 이후의 그래프에 있어서도 마찬가지이다. 도 5로부터,  $a/a'$ 가 0.05 ~ 0.38의 범위 내에 있는 경우에,  $\Delta \sigma$ 가 2.0cm/sec 이하 또한  $V_{av}$ 가 10cm/sec ~ 30cm/sec인 것을 알 수 있다.
- [0068]  $a/a'$ 가 0.05 미만인 경우, 차류(遮流) 및 정류(整流) 효과가 충분히 발휘되지 않고, 주형 내의 침지 노즐 좌우의 흐름이 비대칭으로 되고, 반전 유속도 30cm/sec를 초과한다. 그 결과, 탕면 변동이 격해져, 몰드 파우더 말려들기 등의 악영향이 생긴다. 한편,  $a/a'$ 가 0.38을 넘으면, 토출공 아래쪽의 유속이 저하되고, 환언하면 토출

공 위쪽의 유속이 과대해져, 반전 유속도 30cm/sec를 초과한다. 그 결과, 탕면 변동이 격해져, 몰드 파우더 말려들기 등의 악영향이 생긴다.

- [0069] 그리고, 본 시험을 실시했을 때의 다른 파라미터값은 다음과 같다.
- [0070]  $b/b' = 0.25$ ,  $c/b' = 0.57$ ,  $L_2/L_1 = 0.83$ ,  $\theta = 15^\circ$ ,  $R/a' = 0.14$
- [0071] 도 6의 (A)는  $b/b'$ 와  $\Delta \sigma$ 와의 관계, 도 6의 (B)는  $b/b'$ 와  $V_{av}$ 와의 관계를 나타낸 그래프이다. 도 6으로부터,  $b/b'$ 가 0.05 ~ 0.5의 범위 내에 있는 경우에,  $\Delta \sigma$ 가 2.0cm/sec 이하 또한  $V_{av}$ 가 10cm/sec ~ 30cm/sec인 것을 알 수 있다.
- [0072]  $b/b'$ 가 0.05 미만과  $b/b'$ 가 0.5를 초과하는 경우에는,  $a/a'$ 의 경우와 동일한 현상이 발생하고, 탕면 변동이 격해져, 몰드 파우더 말려들기 등의 악영향이 생긴다.
- [0073] 본 시험을 실시했을 때의 다른 파라미터값은 다음과 같다.
- [0074]  $a/a' = 0.21$ ,  $c/b' = 0.48$ ,  $L_2/L_1 = 0.77$ ,  $\theta = 15^\circ$ ,  $R/a' = 0.14$
- [0075] 도 7의 (A)는  $c/b'$ 와  $\Delta \sigma$ 와의 관계, 도 7의 (B)는  $c/b'$ 와  $V_{av}$ 와의 관계를 나타낸 그래프이다. 도 7로부터,  $\Delta \sigma$ 는  $c/b'$ 값의 변화에 민감하지 않지만,  $V_{av}$ 에 관하여는,  $c/b'$ 가 0.15 ~ 0.7의 범위 내에 있는 경우에,  $V_{av}$ 가 10cm/sec ~ 30cm/sec 로 되는 것을 알 수 있다.
- [0076]  $c/b'$ 가 0.15 미만과  $c/b'$ 가 0.7을 초과하는 경우에는,  $a/a'$ 의 경우와 동일한 현상이 발생하고, 탕면 변동이 격해져, 몰드 파우더 말려들기 등의 악영향이 생긴다.
- [0077] 본 시험을 실시했을 때의 다른 파라미터값은 다음과 같다.
- [0078]  $a/a' = 0.24$ ,  $b/b' = 0.25$ ,  $L_2/L_1 = 0.77$ ,  $\theta = 15^\circ$ ,  $R/a' = 0.14$
- [0079] 도 8의 (A)는  $L_2/L_1$ 과  $\Delta \sigma$ 와의 관계, 도 8의 (B)는  $L_2/L_1$ 와  $V_{av}$ 와의 관계를 나타낸 그래프이다. 도 8로부터,  $L_2/L_1$ 이 0 ~ 1의 범위 내에 있는 경우에,  $\Delta \sigma$ 가 2.0cm/sec 이하 또한  $V_{av}$ 가 10cm/sec ~ 30cm/sec인 것을 알 수 있다.  $L_2/L_1 = 0$ 은,  $L_2 = 0$ , 즉 수평부(16b)가 없는 역Z자형의 돌조부(16)인 것을 나타내고 있다. 한편,  $L_2/L_1$ 가 1을 넘으면, 침지 노즐의 제조가 곤란하게 된다는 제조상의 문제가 있다.
- [0080] 그리고, 본 시험을 실시했을 때의 다른 파라미터값은 다음과 같다. 또한, 도 8에 있어서의  $\diamond$ 는, 돌조부(16)가 없는 경우의 결과를 비교예로서 나타낸 것이다.
- [0081]  $a/a' = 0.29$ ,  $b/b' = 0.25$ ,  $c/b' = 0.5$ ,  $\theta = 15^\circ$ ,  $R/a' = 0.14$
- [0082] 도 9의 (A)는  $R/a'$ 와  $\Delta \sigma$ 와의 관계, 도 9의 (B)는  $R/a'$ 와  $V_{av}$ 와의 관계를 나타낸 그래프이며,  $R/a' = 0.5$ 는, 토출공의 형상이 긴 원형 또는 원형인 것을 나타내고 있다. 도 9로부터,  $R/a'$ 가 커지면, 약간  $\Delta \sigma$ 의 값이 커질 뿐, 특별히 큰 변화는 없는 것을 알 수 있다. 한편,  $V_{av}$ 에 대하여는,  $R/a'$ 가 커지면, 토출공 면적이 작아지는 것에 의한 영향에 의해, 반전 유속이 증가하는 경향이 있다. 그러나,  $V_{av}$ 는 10cm/sec ~ 30cm/sec의 범위 내에 있어, 코너부의 라운딩을 크게 한 경우라도, 돌조부가 유효하게 작용하는 것이 확인되었다.
- [0083] 그리고, 본 시험을 실시했을 때의 다른 파라미터값은 다음과 같다. 또한, 본 시험에 있어서의 주형 사이즈는 1500mm×235mm, 주입 속도는 3.0ton/min이다.
- [0084]  $a/a' = 0.13$ ,  $b/b' = 0.25$ ,  $c/b' = 0.4$ ,  $L_2/L_1 = 1$ ,  $\theta = 0^\circ$
- [0085] 표 1은, 본 발명의 일 실시 형태에 관한 연속 주조용 침지 노즐에 대하여, 관체의 저부에 저류부가 있는 경우와 없는 경우에 관하여 실시한 워터 모델 시험 결과를 나타낸 것이다. 표 1로부터,  $\Delta \sigma$  및  $V_{av}$ 는, 저류부의 유무에 관계없이 대략 같은 값을 나타내는 동시에 최적 범위 내에 있는 것을 알 수 있다.
- [0086] 그리고, 본 시험을 실시했을 때의 파라미터값은 다음과 같다. 또한, 본 시험에 있어서의 주형 사이즈는 1200mm×235mm, 주입 속도는 2.4ton/min이다.

[0087]  $a/a' = 0.14$ ,  $b/b' = 0.33$ ,  $c/b' = 0.5$ ,  $L_2/L_1 = 1$ ,  $\theta = 0^\circ$ ,  $R/a' = 0.14$

[0088] [표 1]

	저류부 있음	저류부 없음
$\Delta \sigma$ (cm/sec)	1.17	1.32
$V_{av}$ (cm/sec)	26.3	28.4

[0089]

[0090] [유체 해석]

[0091] 다음에, 본 발명의 일 실시 형태에 관한 연속 주조용 침지 노즐 및 종래의 연속 주조용 침지 노즐의 토출류에 대하여, 각각 실시한 유체 해석에 대하여 설명한다.

[0092] 유체 해석에는, 플루엔트·아시아·퍼시픽(주)제의 FLUENT(유체 해석 소프트웨어)를 사용하였다. 도 10에 유체 해석에 사용한 해석 모델을 나타낸다. 도 10에 있어서 (A)는 실시예, (B)는 종래예이다. 본 해석에서는, 종래예로서 저부를 가지는 원통형 관체 아래 주위 측면부에 유로와 연통되는 한쌍의 토출공이 대향하여 형성된 침지 노즐을 사용하였다. 한편, 실시예는, 대향하는 돌조부를 종래예에 설치한 것이며, 제원은 다음과 같다.

[0093]  $a/a' = 0.13$ ,  $b/b' = 0.13$ ,  $c/b' = 0.43$ ,  $L_2/L_1 = 0.68$ ,  $\theta = 15^\circ$

[0094] 또한, 주형은 장변 방향 1540mm, 단변 방향 235mm로 하고, 주입 속도는 2.7ton/min으로 하였다.

[0095] 도 11의 (A), (B)에 실시예의 유체 해석 결과를, 도 12의 (A), (B)에 종래예의 유체 해석 결과를 각각 나타낸다. 도 11의 (A), (B) 및 도 12의 (A), (B)로부터, 실시예는, 주형 내에서의 좌우의 편류가 종래예에 비해 적어, 탕면의 반전 유속도 저감되어 있는 것을 알 수 있다. 그 결과, 탕면 변동이 작아져, 우수한 슬라브 품질과 고속 주조에 의한 생산 효율의 향상이 가능해진다.

[0096] 또한, 도 13은 실시예에 관하여, 토출공의 상단면 및 하단면의 경사 각도에 대하여 돌조부에 형성된 경사부의 경사 각도를 변화시킨 경우에서의 좌우의 반전 유속의 평균값  $V_{av}$ 의 값을, 유체 해석에 의해 산출한 결과를 나타낸 것이다. 도 13에 있어서,  $\Delta \theta$ 는, 돌조부에 형성된 경사부의 경사 각도와 토출공의 상단면 및 하단면의 경사 각도와 차이며,  $\Delta \theta$ 가 마이너스의 경우, 돌조부에 형성된 경사부 쪽이, 토출공의 상단면 및 하단면보다 상방향인 것을 의미하고 있다.

[0097] 도 13에 있어서,  $\Delta \theta$ 가 제로인 경우, 즉 돌조부에 형성된 경사부와 토출공의 상단면 및 하단면이 같은 경사 각도인 경우가,  $V_{av}$ 가 가장 작아지는 것을 알 수 있다. 또한,  $\Delta \theta$ 가  $-10^\circ \sim +7^\circ$ 의 범위에 있어서,  $V_{av}$ 가 10cm/sec ~ 30cm/sec로 되어, 양호한 반전 유속을 나타내는 것을 확인할 수 있었다.

[0098] 또한, 실시예에 있어서, 돌조부에 형성된 경사부의 경사 각도와 토출공의 상단면 및 하단면의 경사 각도를 동기시켜 변화시킨 경우에서의 토출류에 대하여, 유체 해석에 의해 검토했다. 그 결과를 도 14 내지 도 17에 나타낸다. 이 때의 제원은 다음과 같다.

[0099] 도 14의 (A), (B)의 경우,  $a/a' = 0.13$ ,  $b/b' = 0.25$ ,  $c/b' = 0.4$ ,  $L_2/L_1 = 1$ ,  $\theta = 0^\circ$ , 주입 속도: 3.0ton/min

[0100] 도 15의 (A), (B)의 경우,  $a/a' = 0.13$ ,  $b/b' = 0.13$ ,  $c/b' = 0.43$ ,  $L_2/L_1 = 0.68$ ,  $\theta = 25^\circ$ , 주입 속도: 2.7ton/min

[0101] 도 16의 (A), (B)의 경우,  $a/a' = 0.13$ ,  $b/b' = 0.13$ ,  $c/b' = 0.43$ ,  $L_2/L_1 = 0.68$ ,  $\theta = 68^\circ$ , 주입 속도: 2.7ton/min

[0102] 도 17의 (A), (B)의 경우,  $a/a'=0.13$ ,  $b/b'=0.13$ ,  $c/b'=0.43$ ,  $L_2/L_1=0.68$ ,  $\theta=45^\circ$ , 주입 속도: 2.7ton/min

[0103] 도 14 내지 도 17 및 먼저 나타낸  $\theta=15^\circ$ 의 해석 결과(도 11)로부터, 경사 각도가  $0^\circ \sim 4^\circ$ 인 경우, 주형 내에서의 토출류의 편류는 적어, 탕면의 반전 유속도 저감되는 것을 알 수 있다.

[0104] 이상, 본 발명의 일 실시 형태에 대하여 설명했으나, 본 발명은 상기한 실시 형태에 기재된 구성에 한정되지 않고, 특히 청구의 범위에 기재되어 있는 사항의 범위 내에서 생각되는 그 외의 실시 형태나 변형에도 포함하는 것이다. 예를 들면, 상기 실시 형태에서는, 연속 주조용 침지 노즐의 관체는 원통형으로 하고 있지만, 각형상(角形狀) 등 다른 형상도 포함하는 것이다. 또한, 상기 실시 형태에서는, 돌조부의 양 단부에 경사부를 형성하고 있지만, 돌조부에 경사부를 형성하지 않고, 토출공의 상단면 및 하단면을 수평으로 해도 된다. 그리고, 연속 주조용 침지 노즐의 토출공의 형상은 직사각형이 바람직하지만, 긴 원형이나 타원형 등이어도 된다.

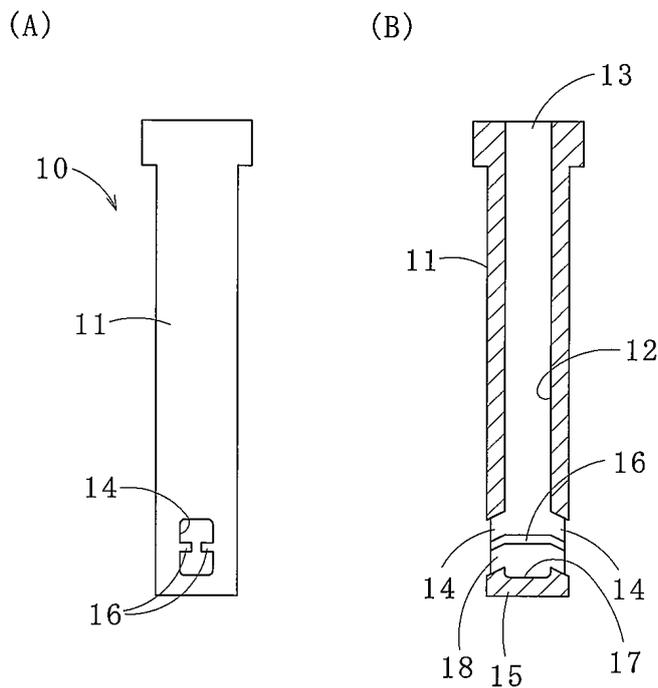
[0105] 본 발명은, 턴디쉬로부터 주형 내에 용강을 주탕하는 연속 주조용 침지 노즐을 사용하는 연속 주조 설비에 이용할 수 있다. 이 때, 본 발명에 의하면, 탕면 변동이 작아지고, 침지 노즐 좌우의 흐름도 대칭에 가까워져, 강철 품질의 고품위화 및 고생산화가 가능해진다.

**부호의 설명**

[0106] 10: 침지 노즐(연속 주조용 침지 노즐), 11: 관체, 12: 유로, 13: 유입구, 14: 토출공, 14a: 상단면, 14b: 하단면, 15: 저부, 16: 돌조부, 16a: 경사부, 16b: 수평부, 17: 저류부, 18: 내벽, 21: 주형, 22: 유속 검출기, 23: 단면 주위 측벽

**도면**

**도면1**

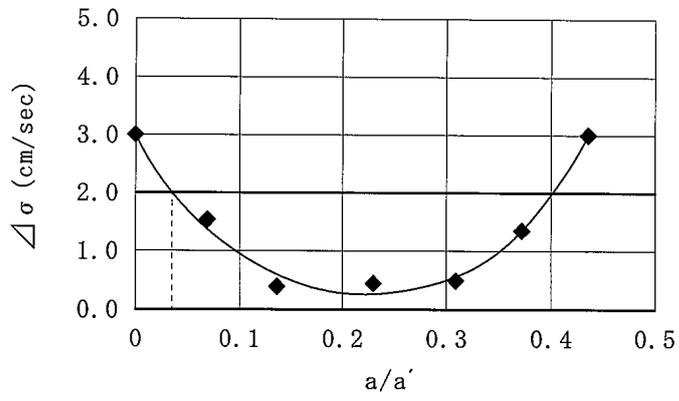




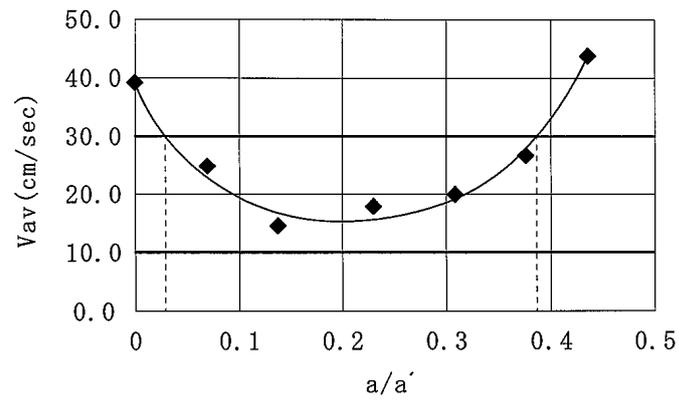


도면5

(A)

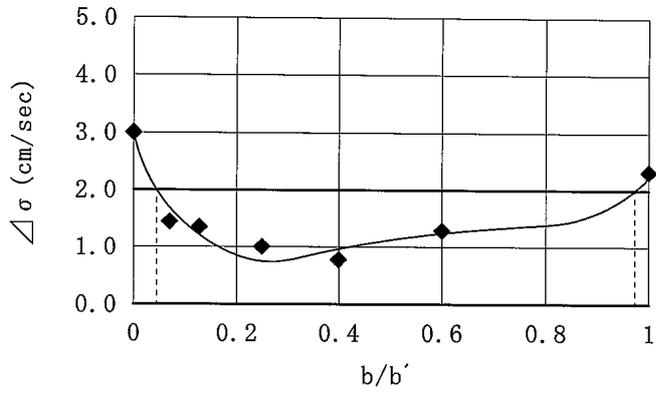


(B)

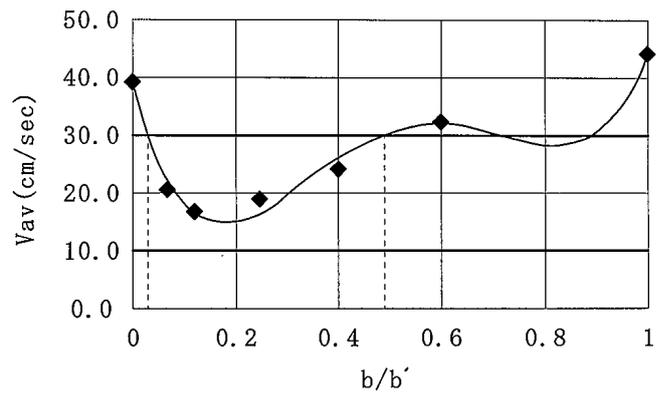


도면6

(A)

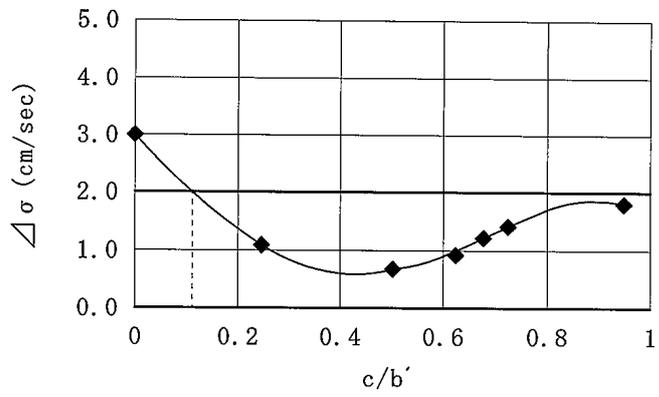


(B)

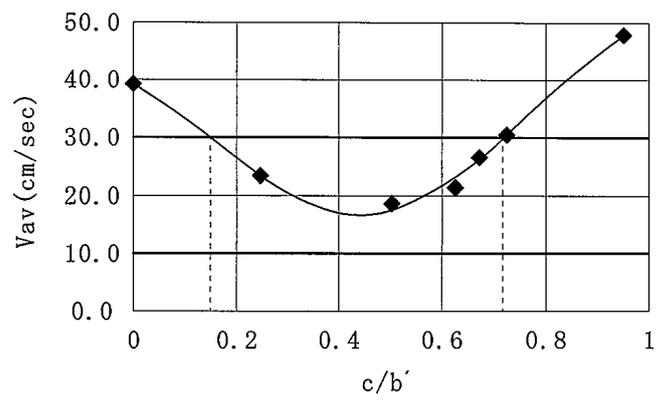


도면7

(A)

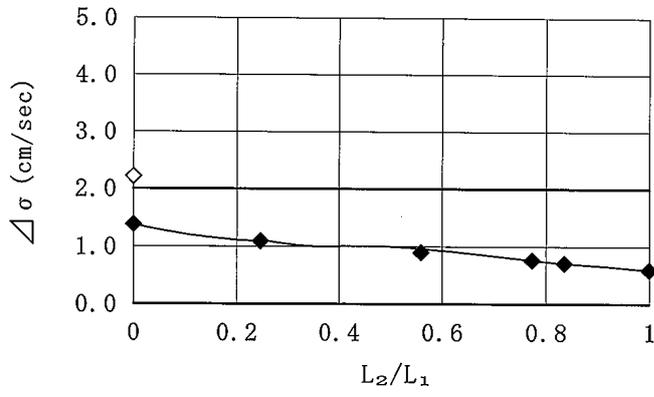


(B)

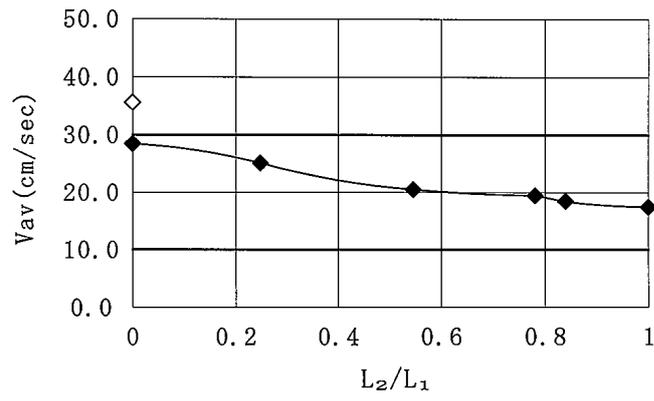


도면8

(A)

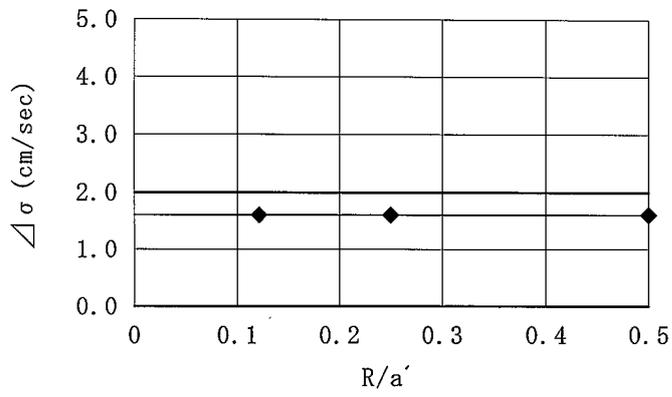


(B)

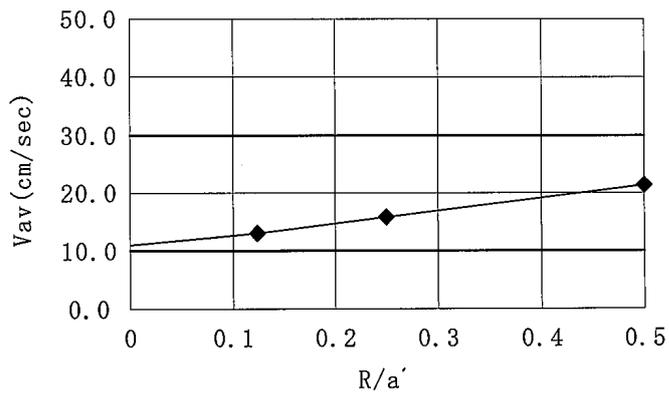


도면9

(A)

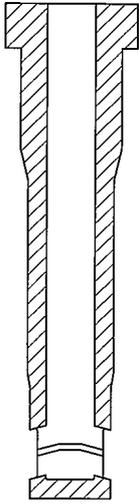


(B)

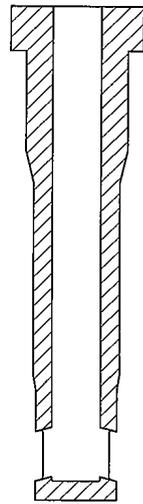


도면10

(A)

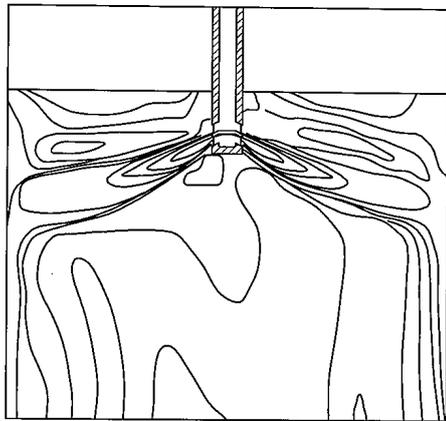


(B)



도면11

(A)

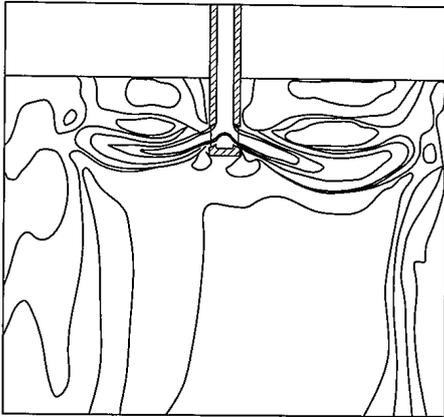


(B)



도면12

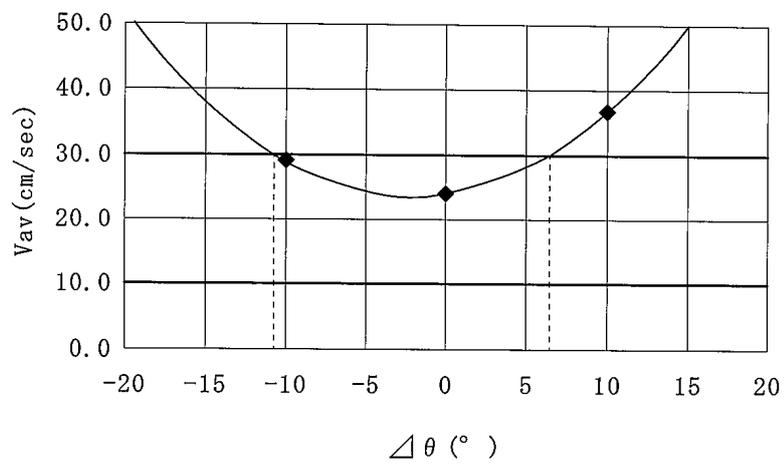
(A)



(B)

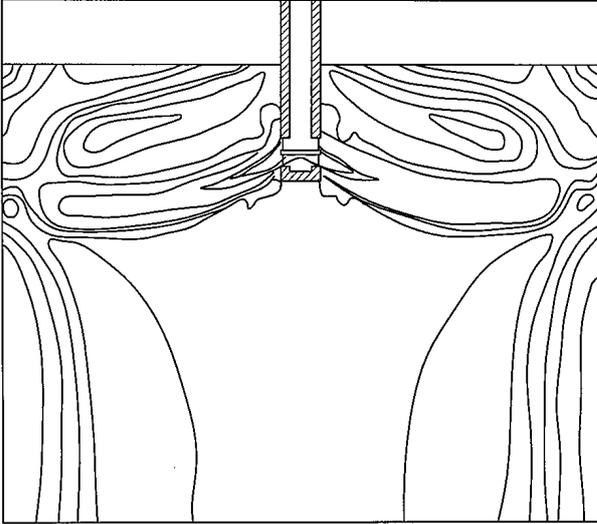


도면13

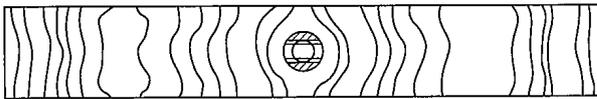


도면14

(A)

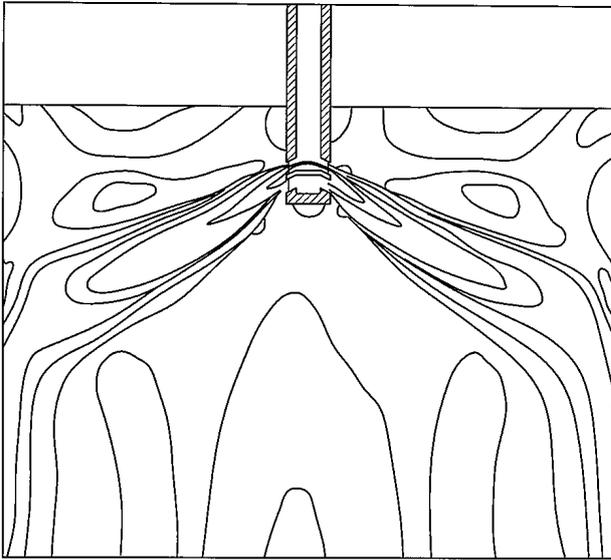


(B)

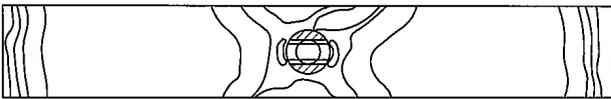


도면15

(A)

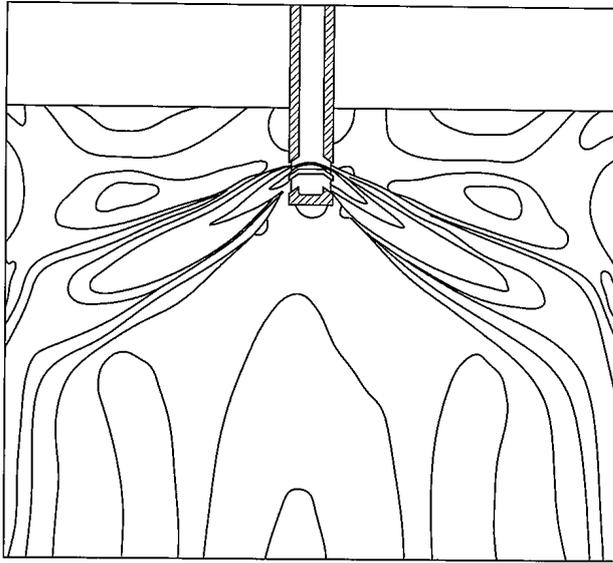


(B)

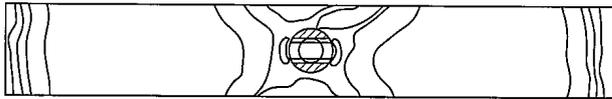


도면16

(A)

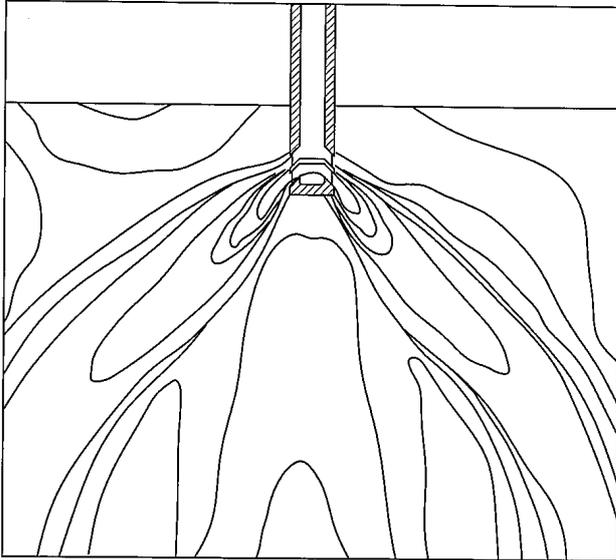


(B)

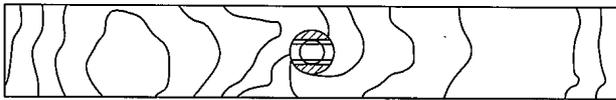


도면17

(A)

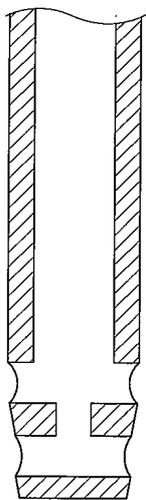


(B)

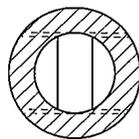


도면18

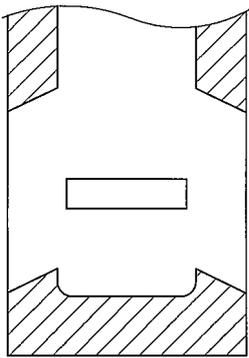
(A)



(B)

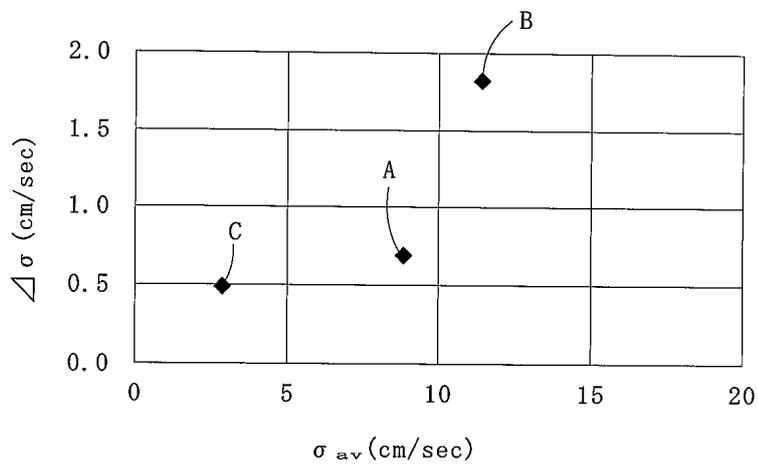


도면19

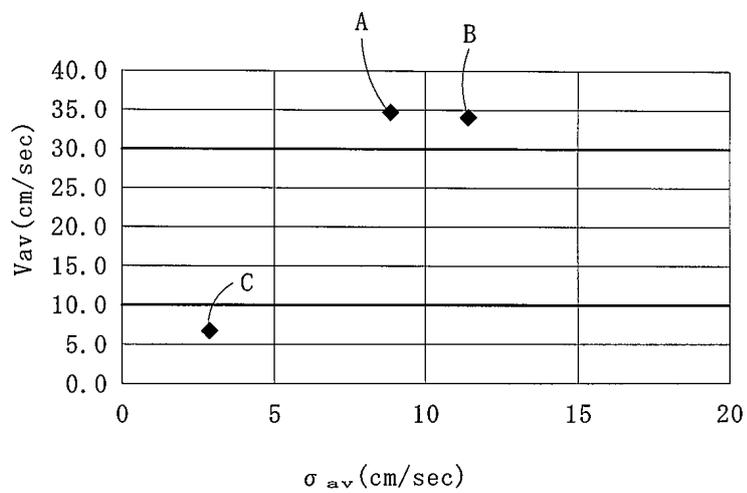


도면20

(A)

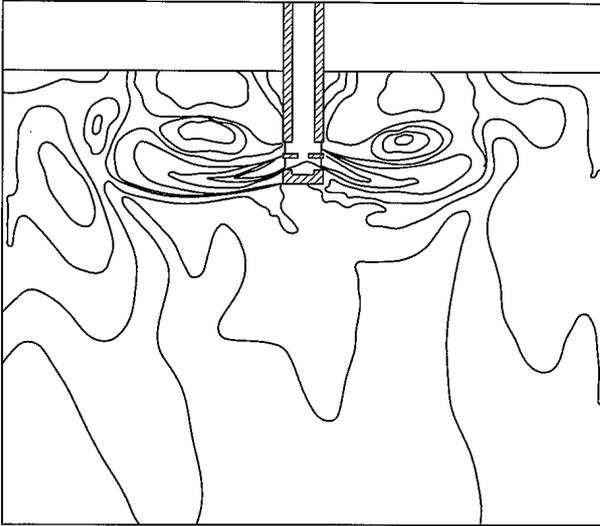


(B)



도면21

(A)



(B)

