

(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁷
E21F 17/00

(45) 공고일자
(11) 등록번호
(24) 등록일자

2002년04월09일
10-0331955
2002년03월26일

(21) 출원번호	10-1999-0051348	(65) 공개번호	특2001-0047231
(22) 출원일자	1999년11월18일	(43) 공개일자	2001년06월15일
(73) 특허권자	한국철도기술연구원, 안우희 대한민국 437-825 경기 의왕시 월암동 374-1		
(72) 발명자	김동현 대한민국 431-070 경기도안양시동안구평촌동초원마을럭키아파트509동204호		
(74) 대리인	양재욱		
(77) 심사청구	심사관: 김영표		
(54) 출원명	철도터널 미기압파 저감용 통풍공형 후드		

요약

본 발명은 철도터널의 미기압파 저감용 통풍공형 후드에 관한 것으로, 본 발명의 목적은 열차의 속도와 터널의 단면적 및 열차 전두부 형상을 고려하여 적합한 형상과 구조를 갖는 통풍공형 후드를 설계하되, 본체로 형성되는 배출공으로 통풍관을 연장형성하여 터널내로 열차의 고속진입시 발생하는 미기압파를 반감되게함으로써 미기압파발생에 의한 터널출구측 소음공해와 진동을 현격히 저감할 수 있도록함을 그 목적으로 한다.

상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 구체적인 수단으로는;

터널내 파면 압력구배의 저감과 미기압파의 대기방출을 유도하기 위해 터널형상으로서 터널의 입구에 연장구성되는 본체의 지붕부로 다수개의 배출공이 구성되는 철도터널의 미기압파 저감용 통풍공형 후드에 있어서,

상기 배출공을 지붕부에 일렬구조로 배열형성하되, 배출공으로는 수직으로 돌출형성한 통풍관이 형성됨을 특징으로 하는 철도터널의 미기압파 저감용 통풍공형 후드를 구비함으로써 달성된다.

대표도

도4

명세서

도면의 간단한 설명

- 도 1은 터널 미기압파 발생과정을 보인 상태도.
- 도 2a,b는 최근에 설치된 일본 신간선 터널입구 통풍공형 후드의 개관
- 도 3은 일본 산양신간선 동쪽 갱문에 설치되어 있는 49m에 달하는 최장길이의 통풍공형 후드
- 도 4는 본 발명에 따른 미기압파 저감용 통풍공형 후드의 구성도
- 도 5는 본 발명에 따른 통풍공형 후드의 또 다른 실시예를 보인 구성도
- 도 6은 도 4의 통풍공형 후드설치에 따른 미기압파 최대값의 저감분포 그래프
- 도 7은 도 5에 도시된 통풍공형 후드의 미기압파 최대산출값을 나타낸 그래프
- 도 8은 도 6,7을 통해 산출된 결과를 나타낸 표
- 도 9는 본 발명에 따른 통풍공형 후드를 시험하기 위한 열차모형 시험장치의 구성도

<도면주요부위에 대한 부호의 설명>

- 1 : 통풍공형 후드 11 : 본체 12 : 지붕부
- 13,13' : 통풍관 121 : 배출공

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 철도터널의 미기압파 저감용 통풍공형 후드에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 열차의 터널진입시 발생하는 미기압파의 저감수단으로, 터널의 입구측에 통풍공형 후드를 형성하여 미기압파를 현격히 저감되도록함으로써 터널 내공단면적을 최적으로 수행할 수 있도록 한 철도터널 미기압파 저감용 통풍공형 후드에 관한 것이다.

일반적으로, 철도의 궤도를 부설하고, 그 위에 철도차량을 운전하여 여객 및 화물을 운반하는 철도는 급속한 산업발전에 발맞춰 점차적으로 고속화되는 추세에 있는바,

이와같은 고속철도는 프랑스, 독일, 일본 등의 선진국에서 이미 운행되고 있으며, 알려진 바와같이 우리나라또한 경부고속철도가 2004년에 완공될 예정에 있어, 이른바 고속철도시대를 눈앞에 두고 있다.

이에, 2004년 완공을 앞두고 건설중인 고속철도는 국토의 70%가 산악지대인 우리나라의 지리적 특성에 기인되어 다수개의 교량구간과 함께 터널구간을 갖는 것인데,

여기서, 고속철도에 지나가는 터널은 고속으로 진행되는 열차가 터널의 내부로 진입할 때, 즉 터널의 입구 근처의 열차전두부 앞부분에서 압력파가 생성되는바,

이러한, 압력파는 파동의 앞에 정지하고 있는 공기를 압축하고 가속하여 음속으로 터널을 따라 전파되며, 이는 터널의 출구부분에서 팽창파로서 열차를 향하여 뒤로 반사됨과 동시에 펄스형태의 압력파가 출구로부터 주위환경인 밖을 향하여 방사된다.

위와같은 현상은 도 1에 도시된 바와같이 3단계로 발생되는 것으로,

1단계에서는 고속의 열차가 터널에 진입함에 따라 압력파가 형성되고, 2단계에서는 압력파가 터널내부로 전파되어 압력파형이 변형되며, 3단계에서는 터널출구로부터 미기압파(micro pressure wave)가 방사되는 것이다.

이러한 충격파는 초음속 비행기에 의해서 생성된 소닉붐처럼 강력한 소음을 발생시키게 되는데, 이러한 미기압파에 의한 저주파 진동이 주변 민가의 창문이나 문틀을 심하게 흔들게됨에 따라 이에 대한 대책마련을 요하게 되었다.

여기서, 터널입구에 형성되는 압축파의 파형($\Delta P(x)$)은 열차의 돌입속도와 선두형상, 단면비 등에 의존되는 것으로 기대되지만, 해석적인 방법으로 올바른 기준값을 얻기는 매우 곤란한 것인데,

이러한 이유로 인해 수치계산 및 실험적 연구가 활발하게 진행되고 있으며, 공기음향이론(aeroacoustic theory)에 의하면 터널 출구로부터 나오는 강력한 소음의 크기는 출구에 도착하는 압축파의 압력변화에 대한 최대 시간 변화율, 즉 압축파의 파면 압력구배에 비례한다고 알려져 있어, 본 발명에서는 이에대한 터널미기압파 저감대책으로서 선로구축물쪽의 대책 중하나인 후드(터널내의 공기를 서서히 압축하기 위한 완화구간 시설물)를 터널입구에 설치하는 방법을 강구하게 되었다.

이러한 터널후드는 우리나라와 지리적 특성이 유사한 일본의 신간선에서 그 전례를 찾아볼 수 있다,

신간선의 경우, 비교적 긴 터널의 출구에서 공기압음이 발생하여, 출구부근의 가옥이 진동됨은 물론 강한 소음으로 인한 소음공해 문제가 대두되었는데, 이러한 현상들은 슬라브케도 적용에 의해 터널벽면의 주위 전체가 매끄럽게 구성되어 압력파의 전면이 수직(지면측)으로 형성되는 '파의 비선형 효과'에서 기인되는 것이었다.

미기압파 저감대책의 원리는 터널출구에 도달한 미기압파 전면의 구배를 작게하는 것으로, 이에 는 여러가지 방법이 있는데, 현재 일본의 산양(山陽) 및 동북(東北) 상월(上越)신간선에서는 터널입구에 수십 미터의 길이를 갖는 후드를 설치하는 방법이 적용되고 있다.

도 2a,b는 최근에 설치된 일본 신간선 터널입구 후드의 개관을 나타내었다. 이에, 도 2a는 강재구조로 설치된 후드이며, 도 2b는 반대편 터널출구로서 이 부근지역에 방사되는 미기압파를 줄이기 위한 것이다.

도 3은 일본 산양신간선 동쪽 갭문에 설치되어 있는 49m에 달하는 최장길이의 후드이다.

하지만, 도 2의 a,b와 도 3에서 나타난 바와같이 본 발명의 선행기술인 일본 신간선은 열차의 진입속도가 160 - 260 km/h영역에 대한 미기압파 저감대책으로서, 터널입구 후드 벽면으로 창문을 뚫는 형태이고, 특히 이와같은 후드형태를 얻기위한 구체적 데이터(즉, 후드의 길이, 측면개구율, 슬릿가리개의 크기 등)와 그 제원 및 미기압파의 저감효과가 입증되어 있지 않은 것이며,

더욱이, 우리나라의 고속철도는 열차속도가 240 - 380 km/h에 달하며, 터널과 열차의 단면적비 및 길이에서 차이점을 갖는 것으로서, 위와같은 구체적 기술과 효과가 입증되어 있지 않은 일본의 선행기술을 적용할 수 없는 것이었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명은 터널미기압파 저감대책으로서, 우리나라의 고속철도에 적합한 후드개발을 위해 창안된 것으로,

본 발명의 목적은 열차의 속도와 터널의 단면적 및 열차 전두부 형상을 고려하여 적합한 형상과 구조를 갖는 통풍공형 후드를 설계하되, 본체로 형성되는 배출공으로 통풍관을 연장형성하여 터널내로 열차의 고속진입시 발생하는 미기압파를 반감되게함으로써 미기압파발생에 의한 터널출구측 소음공해와 진동을 현격히 저감할 수 있도록함을 그 목적으로 한다.

상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 구체적인 수단으로는;

터널내 파면 압력구배의 저감과 미기압파의 대기방출을 유도하기 위해 터널형상으로서 터널의 입구에 연장구성되는 본체의 지붕부로 다수개의 배출공이 구성되는 철도터널의 미기압파 저감용 통풍공형 후드에 있어서,

상기 배출공을 지붕부에 일렬구조로 배열형성하되, 배출공으로는 수직으로 돌출형성한 통풍관이 형성됨을 특징으로 하는 철도터널의 미기압파 저감용 통풍공형 후드를 구비함으로써 달성된다.

발명의 구성 및 작용

이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부도면에 의거 상세히 설명하기로 한다.

도 4는 본 발명에 따른 미기압파 저감용 통풍공형 후드의 구성도이고, 도 5는 본 발명에 따른 통풍공형 후드의 또 다른 실시예를 보인 구성도이다.

도 4에 도시된 바와같이 본 발명에 따른 통풍공형 후드(1)는 철도터널의 입구측에 터널의 수직단면과 동일한 형상으로서 연장형성되며

지붕부(12)로 다수개의 원형 배출공을 구성되는 본체(11)와, 이러한 본체의 지붕부(12)로 다수개의 원형 배출공(121)을 형성하되, 상기 배출공(121)을 수직으로 돌출연장하여 통풍관(13)을 형성한 것이며, 도 5는 상기 도 4에 따른 통풍공형 후드에 있어, 배출공(121)에 수직으로 돌출구성된 통풍관(13')의 길이를 높게 형성한 것이다.

여기서, 상기와 같은 본 발명의 경사궤형 후드의 정확한 형상과 크기를 위해 본 출원인인 한국철도기술연구원에서 특허출원 1999-47746호로 선출원된 열차모형 시험장치(도 10으로 도시됨)를 적용하여 후드의 미기압파 저감성능을 파악하였다.

이때, 미기압파는 열차의 터널진입시 생성되는 압축파의 시간에 대한 구배에 따라 터널의 출구에서 그 강도가 결정되기 때문에 본 발명에서는 공지된 통풍공형 후드와 같은 공기역학적인 구조물을 터널의 입구에 설치함에 있어, 배출공의 직경과 통풍관의 높이를 변화시킨 실험을 통해 고속으로 주행하는 열차의 터널진입시 터널내의 공기를 서서히 압축되도록 할 수 있는 통풍공형 후드의 정확한 형상과 구조를 얻고자 한다.

이에, 상기한 시험장치로 적용된 차량 대 터널의 단면차단비(block ratio)는 8.88%로서, 0.5km의 길이를 갖는 슬라브케도 터널(열차모형 시험장치에서는 1/60축척시험이므로 8.34m임.)인데, 이는 경부고속철도에 적용되는 차량과 터널을 기초로 한 것이고,

차량의 전후부(nose)는 실제차량보다 완만한 유선형을 갖도록하고, 열차의 속도범위는 220-400 km/h의 범주내에서 수행하였으며, 열차와 터널의 단면적비, 터널의 길이와 열차의 길이 등이 일정한 상태에서 전술한 바와같이 터널입구 통풍공형 후드(1)의 배출공(121) 직경과 통풍관(13,13') 길이를 변화시키면서 터널내의 압력변동과 터널출구에서 방사되는 미기압파를 측정하였다.

한편, 본 발명에서는 통풍공형 후드의 미기압파 저감성능을 산출하기 위해 아래와 같은 경험식을 만들었으며, 이는 터널과 차량의 단면비에 상관없이 적용할 수 있는 것이다.

$$P_{max} = \Gamma \cdot U^3 / 10^6$$

여기서, P_{max} 는 미기압파의 최대값이고, Γ 는 미기압파의 저감계수이며, U^3 는 열차의 터널진입시의 속도[KM/H]이다. 위와같은 경험식을 통해 여러가지 직경 및 길이를 변화시킨 통풍공형 후드의 미기압파 저감성능을 비교하였다.

이에, 도 6은 도 4의 통풍공형 후드설치에 따른 미기압파 최대값의 저감분포 그래프이고, 도 7은 도 5에 도시된 통풍공형 후드의 시험결과 미기압파의 최대산출값을 나타낸 그래프인데, x 축과 y축은 각각 열차의 터널진입속도와 터널출구에서의 미기압파 최대값을 나타낸 것이다.

여기서, 도 6의 통풍공형 후드는 일련의 시험을 통한 가장 효과적인 시험결과 자체 최적길이를 실척환산값인 30m로 하고 후드의 내공단면적은 터널단면적과 동일하게 적용한 경우, 배출공(121)의 직경을 3.9m, 1.8m, 0.9m로 변화시킨 시험에 있어, 배출공(121)은 최적의 저감효율을 보인 3.9m의 직경을 갖으며, 통풍관(13)의 길이를 1.2m, 1.8m, 3.6m로 변화시킨 시험에 있어, 1.2m 높이의 통풍관(13)이 설치된 배출공(121)을 지붕부(12) 길이방향에 4개로 설치하였을때, 열차의 입구속도에 따른 미기압파의 최대값분포도를 나타낸 것이고,

도 7은 상기한 도 6과 같이 배출공(121)의 직경이 3.9m일 경우 통풍관의 길이를 1.2m, 1.8m, 3.6m로 변화시킨 시험에 있어, 3.6m높이의 통풍관(13')이 설치하였을때, 미기압파의 최대값분포를 나타내고 있다.

이에, 도 8은 도 6,7을 통해 산출된 결과를 나타낸 것으로, 이를 통해 확인할 수 있는 바와같이 도 4에서와 같이 통풍관이 1.2m인 통풍공형 후드가 기존인 터널에 비해 25.4%의 미기압파 저감성능을 갖는 것으로 나타났고, 도 5에서와 같이 통풍관이 3.6m인 통풍공형 후드는 14.6%의 저감성능으로서 상대적으로 낮은 저감성능을 갖는 것으로 나타났는데,

이는 본 발명에 따른 통풍공형 후드를 터널의 입구측에 설치할 경우 열차가 고속으로 진입할때, 열차에 의해 압축되는 공기가 통풍관(13)을 갖는 다수개 배출구(121)를 통해 연속적으로 외부 배출되도록하므로써 열차의 터널진입시 터널내의 공기를 서서히 압축되게하는 작용을 하는 것임을 알 수 있다.

또한, 본 발명에 따른 통풍공형 후드의 시험결과, 배출공(121)의 직경은 실척인 0.9m에 비해 3.9m의 직경에서 미기압파 저감성능이 우수하고, 통풍관(13,13')은 길이(높이)가 3.6m에 비해 1.2m가 상대적으로 미기압파 저감성능이 향상됨을 알 수 있는 바, 본 발명에 따른 통풍공형 후드를 실제 0.5km급 고속열차용 터널에 적용할 경우 배출공(121)의 직경은 3.9m로 하고, 통풍관(13)의 길이를 1.2m로 하면 최적의 미기압파 저감효율을 얻을 수 있는 것이다.(이때, 미기압파 저감계수가 최저값인 0.97이므로, 이러한 저감계수와 반비례하는 미기압파의 최대값이 최저치로서 나타나게 된다.)

이와같은 시험데이터에 의해 입구 통풍공형 후드(1)는 미기압파의 저감(터널내부로 전파되는 압력구배의 저감)역할을 하는 것을 확인할 수 있으며, 이에 따라 터널의 출구측에서 발생하는 충격파를 줄일 수 있으므로 주변 민가에 미기압파의 영향을 최소화할 수 있는 것인바, 향후 건설될 고속철도용 터널에 실제 적용하여 최적의 터널 내공단면적의 최적설계를 수행할 수 있는 것이다.

발명의 효과

이상과 같이, 본 발명에 따른 철도터널의 미기압파 저감용 통풍공형 후드는 열차의 속도와 터널의 단면적 및 열차 전두부 형상을 고려하여 적합한 형상과 구조를 갖는 통풍공형 후드를 설계하되, 배출공으로 통풍관을 돌출되는 형태로 연장설치하여 보다 높은 미기압파저감효과를 얻을 수 있으며, 배출공과 통풍관의 정확한 치수를 제시하므로써 실제 0.5km급 고속철도의 터널에 적용할 수 있는 것이며, 미기압파발생에 의한 터널출구측 소음공해와 진동을 현격히 저감할 수 있는 것으로, 괄목할 만한 기대효과를 제공할 수 있는 것이다.

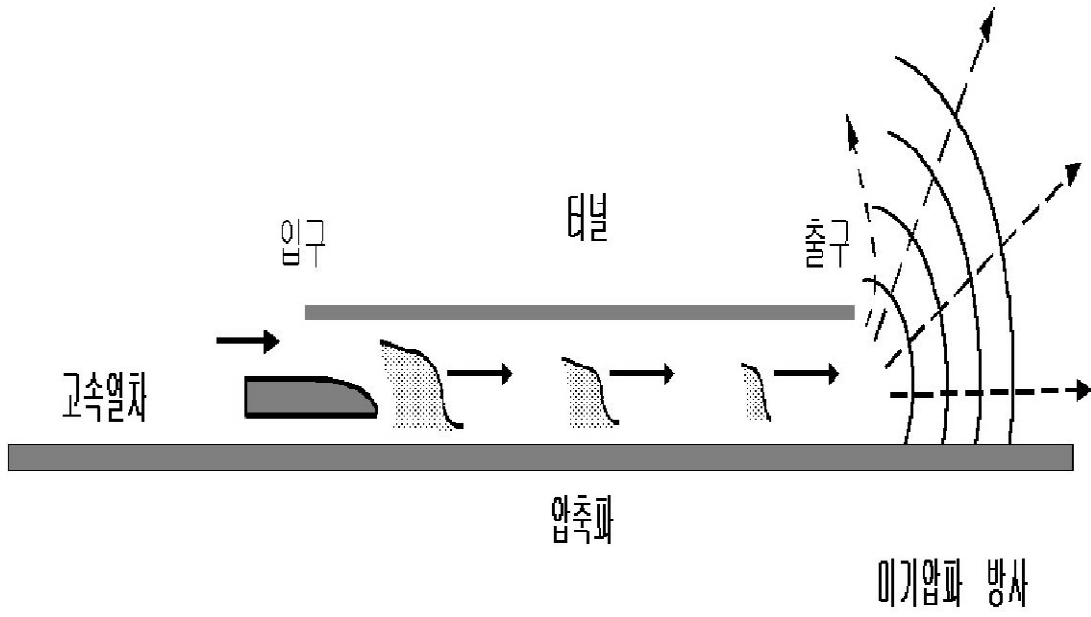
(57) 청구의 범위

청구항 1.

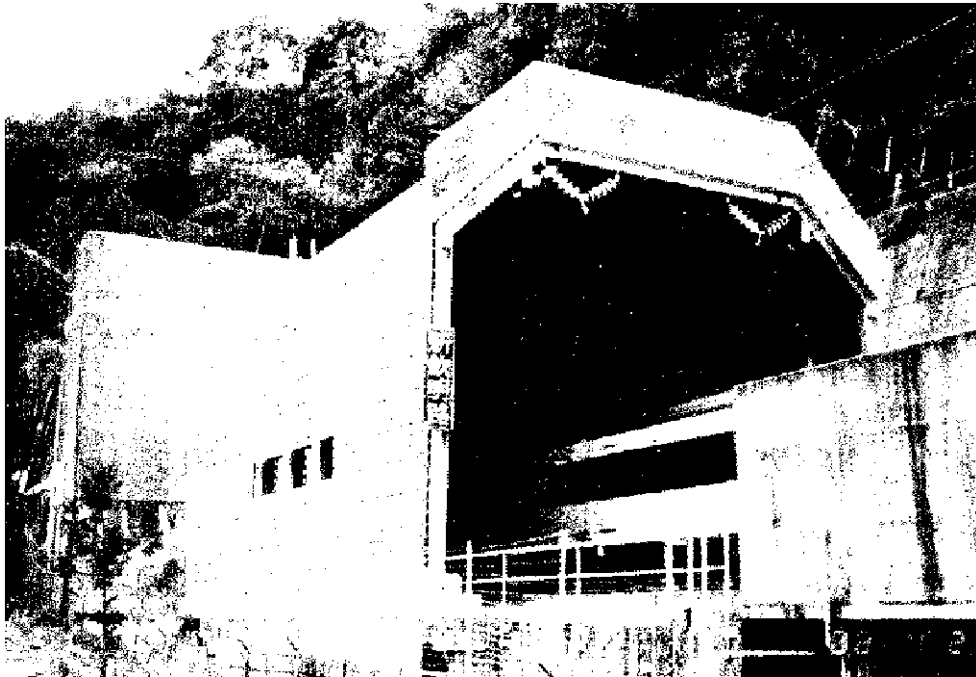
터널내 파면 압력구배의 저감과 미기압파의 대기방출을 유도하기 위해 터널형상으로서 터널의 입구에 연장구성되는 본체(11)의 지붕부(12)로 다수개의 배출공(121)이 구성되는 철도터널의 미기압파 저감용 통풍공형 후드에 있어서,

상기 배출공(121)을 지붕부(12)에 일렬구조로 배열형성하되, 배출공(121)으로는 수직으로 돌출형성된 통풍관(13)이 형성됨을 특징으로 하는 철도터널의 미기압파 저감용 통풍공형 후드.

도면 1



도면 2a



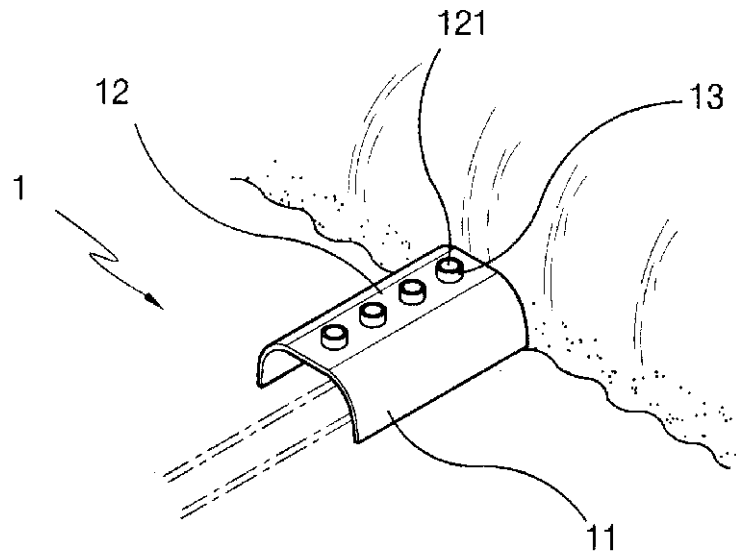
도면 2b



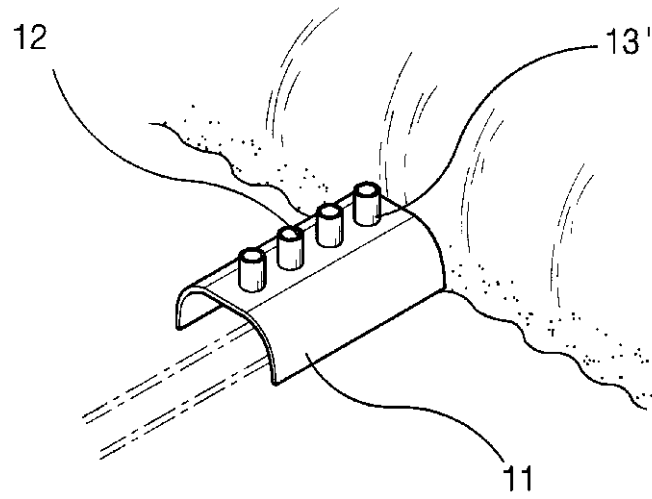
도면 3



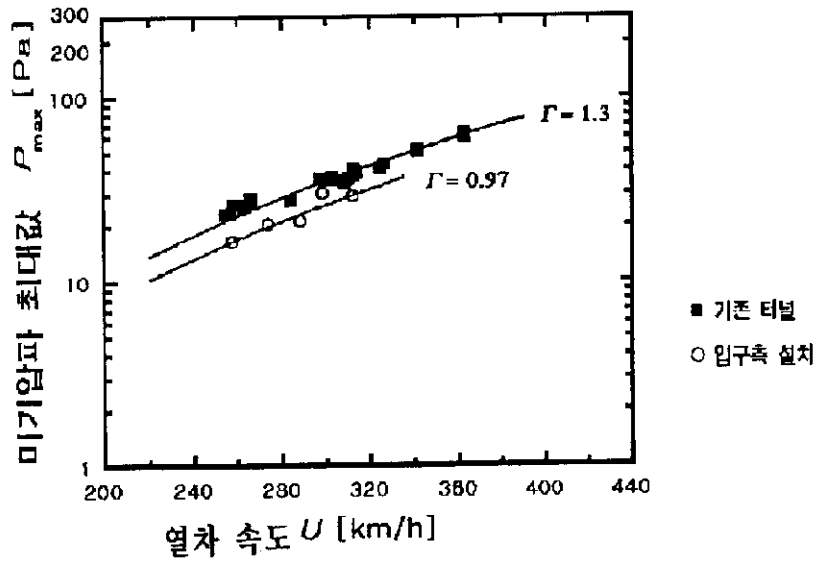
도면 4



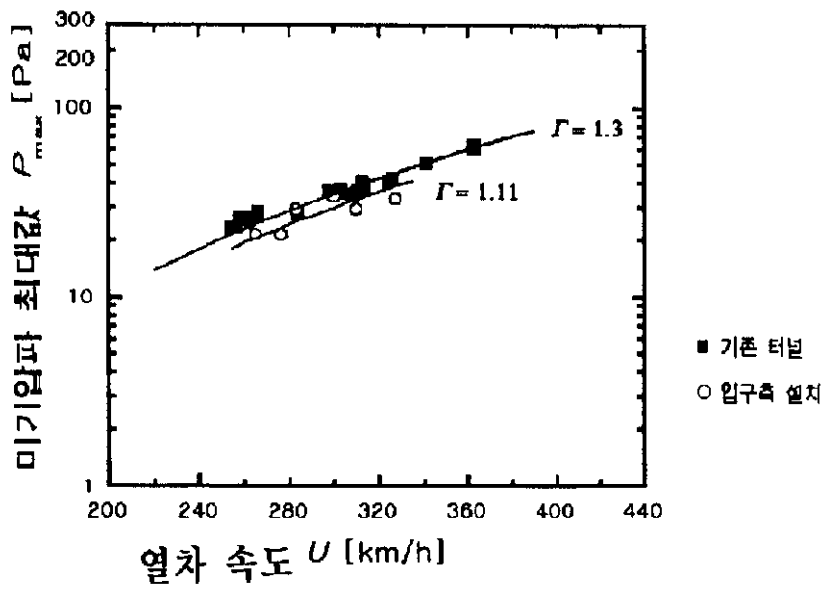
도면 5



도면 6



도면 7



도면 8

통풍공형후드 형태	유효 속도영역	미기압과 저감계수 (Γ)	미기압과 저감율
도4	240~320 km/h	0.97	25.4%
도5	250~340 km/h	1.11	14.6%

