



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년07월31일

(11) 등록번호 10-1541072

(24) 등록일자 2015년07월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06F 17/50 (2006.01) E01C 23/03 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0052666

(22) 출원일자 2014년04월30일

심사청구일자 2014년04월30일

(56) 선행기술조사문헌

현장 가열 표층재생 아스팔트 포장공법의 재활용
가열장비 성능향상 및 개선방안, 한국도로학회
제15권 제4호(33-38면), 2013년 12월

KR1020050076217 A

(73) 특허권자

조선대학교산학협력단

광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)

(주)중원개발

광주광역시 광산구 하남산단3번로 106 (장덕동)

(72) 발명자

조흥현

광주광역시 동구 산수길23번길 11-10, B동 203호
(산수동, 해주빌리지)

최준상

서울특별시 용산구 대사관로12길 3

(74) 대리인

특허법인아이엠

전체 청구항 수 : 총 3 항

심사관 : 박승철

(54) 발명의 명칭 표층가열 재생공법 아스팔트 포장장치용 가열판의 최적 설계 방법

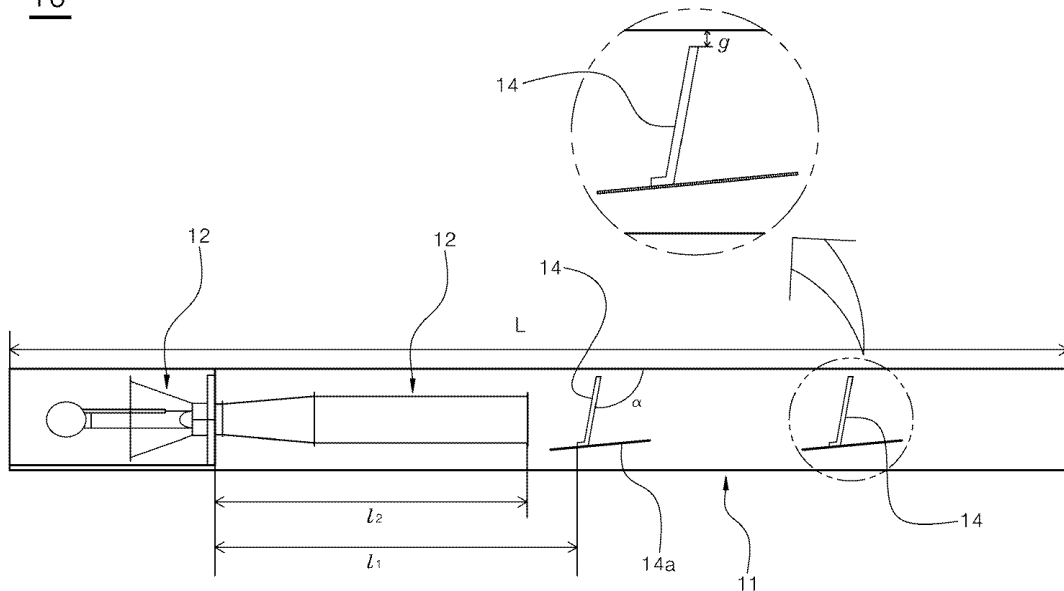
(57) 요약

본 발명은 표층가열 재생공법 아스팔트 포장장치용 가열판의 최적 설계 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 컴퓨터를 이용한 압력장 해석을 통해 저면의 열분포가 균일하게 이루어지고 저면으로 많은 열량이 전달되는 최적 설계를 간단하고 신속하게 할 수 있는 것을 특징으로 표층가열 재생공법 아스팔트 포장장치용 가열판의 최적 설

(뒷면에 계속)

대표도

10



계 방법에 관한 것이다.

상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 표층가열 재생공법 아스팔트 포장장치용 가열판의 최적 설계 방법은, 상면과 전후좌우 측면이 막히고 저면으로 유체가 분출되도록 형성된 케이스와, 상기 케이스의 내부로 고온의 유체를 분사하도록 상기 케이스의 일측에 구비된 분사노즐과, 상기 분사노즐로부터 분출된 유체를 가이드하도록 상기 분사노즐의 출구에 연결되어 상기 케이스의 내부로 소정 길이를 갖게 연장된 유도노즐과, 상기 케이스의 상면과 소정의 틈새를 갖게 상기 유도노즐의 출구 전방에 순차적으로 배열된 적어도 하나 이상의 배플이 구비된 아스팔트 표층 가열판을 설계하는 표층가열 재생공법 아스팔트 포장장치용 가열판의 최적 설계 방법에 있어서, 상기 분사노즐로부터 상기 케이스의 내부로 분출되는 유체의 압력장을 해석을 통해 l_1 (분사노즐의 출구로부터 최초의 배플까지의 거리), α (최초의 배플 배면이 분사노즐의 반대측에서 케이스의 상면이 이루는 각도), l_2 (유도노즐의 길이) 및 g (배플과 케이스 상면 사이의 틈새 간격)의 값을 선정하는 것을 특징으로 한다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	C0115688
부처명	산업통상자원부
연구관리전문기관	중소기업청
연구사업명	산학연도약기술개발사업
연구과제명	재생아스팔트용 고효율 트윈 스크류 혼합기 개발
기 여 율	1/1
주관기관	조선대학교산학협력단
연구기간	2013.09.01 ~ 2014.08.31

명세서

청구범위

청구항 1

상면과 전후좌우 측면이 막히고 저면으로 유체가 분출되도록 형성된 케이스와, 상기 케이스의 내부로 고온의 유체를 분사하도록 상기 케이스의 일측에 구비된 분사노즐과, 상기 분사노즐로부터 분출된 유체를 가이드하도록 상기 분사노즐의 출구에 연결되어 상기 케이스의 내부로 소정 길이를 갖게 연장된 유도노즐과, 상기 케이스의 상면과 소정의 틈새를 갖게 상기 유도노즐의 출구 전방에 순차적으로 배열된 적어도 하나 이상의 배플이 구비된 아스팔트 표층 가열판을 설계하는 표층가열 재생공법 아스팔트 포장장치용 가열판의 최적 설계 방법에 있어서,

상기 분사노즐로부터 상기 케이스의 내부로 분출되는 유체의 압력장을 해석을 통해 l_1 , α , l_2 및 g 의 값을 선정하는 것을 특징으로 하는 표층가열 재생공법 아스팔트 포장장치용 가열판의 최적 설계 방법.

상기에서 l_1 : 분사노즐의 출구로부터 최초의 배플까지의 거리

α : 최초의 배플 배면이 분사노즐의 반대측에서 케이스의 상면이 이루는 각도

l_2 : 유도노즐의 길이

g : 배플과 케이스 상면 사이의 틈새 간격

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 압력장 해석은

$T = (l_1/L)^a \times (\alpha/180)^b \times (l_2/l_i)^c \times (g/g_i)^d \times e \times (\alpha/180)$ 값이 최대인 조건을 선정하는 것을 특징으로 하는 표층가열 재생공법 아스팔트 포장장치용 가열판의 최적 설계 방법.

상기에서 T : 압력장 균등지수

L : 케이스의 길이

l_i : 유도노즐의 길이의 최초 선정 길이

g_i : 배플과 케이스 상면 사이의 틈새 간격의 최초 선정 간격

a, b, c, d 및 e : 상수

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 $a = -2.904$, $b = 0.1259$, $c = 2.6775$, $d = 0.8884$ 및 $e = 0.15$ 이고,

상기 $L = 1045\text{mm}$, $l_i = 420\text{mm}$, $g_i = 8\text{mm}$ 인 조건에서

$l_1 = 530\text{mm}$, $\alpha = 120^\circ$, $l_2 = 420\text{mm}$ 및 $g = 8\text{mm}$ 로 선정된 것을 특징으로 하는 표층가열 재생공법 아스팔트 포장장치용 가열판의 최적 설계 방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 표층가열 재생공법 아스팔트 포장장치용 가열판의 최적 설계 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 컴퓨터를 이용한 압력장 해석을 통해 저면의 열분포가 균일하게 이루어지고 저면으로 많은 열량이 전달되는 최

적 설계를 간단하고 신속하게 할 수 있는 것을 특징으로 표층가열 재생공법 아스팔트 포장장치용 가열판의 최적 설계 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 일반적으로 아스팔트 포장의 유지보수에는 통상 덧씌우기 공법을 채택하게 되며, 덧씌우기 공법을 통해 유지보수를 한 후 일정 시간이 경과되면 또 다시 그 윗면에 동일한 공법을 통해 유지보수를 하는 과정에서 덧씌우기 두께만큼 노면이 상승하게 됨에 따라 차량통과 높이가 낮아져 사고의 위험이 있고, 배수구조물의 기능저하, 도로면 경계석, 맨홀 등과의 높이 유지에 따른 문제 및 주변 구조물과의 높이 차이, 불필요한 길어깨까지 덧씌우기를 해야 하는 비경제적인 문제점이 있었다.
- [0003] 이러한 문제점들을 해소하기 위하여 기존의 노면을 절삭한 후 그 윗면에 덧씌우기를 하는 절삭 덧씌우기 공법을 채택하여 대부분의 문제점을 해결할 수 있으나, 절삭 및 재시공에 따른 막대한 공사비가 소요됨과 동시에 그 결과물로 발생하는 폐 아스팔트 콘크리트(폐 아스콘)에 의해 환경이 오염되는 또 다른 문제점이 있었다.
- [0004] 상기와 같이 폐 아스콘으로 환경이 오염되는 것을 방지하기 위한 방안으로 아스팔트 혼합물 폐재를 플랜트에 운반하여 재활용하는 플랜트 가열재생 아스팔트 혼합물 공법(Plant Hot Mix Recycling) 및 현지 도로상에서 표층을 재생하는 현장가열 표층재생공법(Hot In - Surface Recycling)이 이용되고 있다.
- [0005] 상기 공법중 상기 플랜트 가열재생 아스팔트 혼합물 공법은 지역적 한계와 이원(절삭·포설)공정으로 인한 교통체증과 절삭된 폐아스콘재의 30~40%만 재활용되어 환경문제와 자원 절약에서 또 다른 문제점이 대두되고 있다.
- [0006] 이에 반하여 현장가열 표층재생공법은 가열하여 절삭한 기존표층혼합물에 품질개선을 위해 신재 아스팔트혼합물이나 재생첨가재(Rejuvenator)를 추가 투입하여 혼합 재생 포설하는 방식으로 현장에서 절삭된 폐아스콘에 신재 혼합물이나 재생첨가재를 직접 투입하여 포설함으로써, 폐아스콘재를 100% 사용할 수 있으며, 포장 후 노면의 상승이 없다는 장점이 있다. 대한민국 특허출원 제10-2004-0004104호(현장가열 표층재생 아스팔트 포장공법), 특허출원 제10-2004-0004105(현장가열 표층재생 아스팔트 포장공법용 아스콘의 혼합장치) 및 특허출원 제10-2004-0004106호(현장가열 표층재생 아스팔트 포장 공법용 히터의 바람막이)에는 현장가열 표층재생공법 및 그에 이용되는 장비와 관련한 기술이 개시되어 있다.
- [0007] 이러한 장점을 갖는 현장가열 표층재생공법은 프리 히터를 이용하여 노면을 1차 가열한 후 제 1절삭 및 재생첨가재가 투입되는 기능을 갖는 A유닛으로 가열된 노면을 약 2.5~3.0Cm로 1차절삭함과 동시에 적정 비율의 재생첨가재가 혼합되도록 한 다음, 호퍼로부터 컨베이어벨트에 의해 신재 아스팔트 혼합물 투입과 3차 가열 및 제 2차 절삭 기능을 갖는 B유닛으로 이송된 적정량의 신재 아스팔트 혼합물이 3차가열 및 2차 절삭된 폐아스콘에 투입된 후 퍼그밀(Pugmill)로 1차 혼합된 후 이축믹서(Twin shaft)를 이용하여 이를 다시 한번 가열 및 2차 혼합하고, 2차 혼합된 혼합물을 피니셔를 이용하여 포설하고, 다짐공정을 통해 노후화된 아스팔트의 표층을 재생시키게 된다.
- [0008] 이와 같은 과정을 통해 아스팔트의 표층을 재생시키는 과정에서 상온의 표층을 가열하지 않고 그 표층을 절삭하면 아스팔트의 내부에 있는 골재 등이 깨지게 됨에 따라 이를 재활용 할 수 없게 되는 원인으로 표층을 절삭하기에 앞서 LPG트럭에 의해 이동되는 트레일러에 장착된 가열기를 갖는 프리 히터(Pre-heater) 및 A,B유닛의 설치된 가열장치의 가열판을 이용하여 노면이 가열된 상태에서 절삭작업이 행해지도록 함으로써, 골재와 골재 사이에 매입 또는 압입된 아스콘(Ascon)의 결합력을 낮추어 절삭시 골재와 골재가 아스콘으로 부터 분리되면서 깨지는 것이 방지된다.
- [0009] 그러나 이러한 노면 가열장치의 가열판은 아스팔트의 노면과 마주보는 저면의 온도분포가 균일하지 않아 아스팔트 노면의 가열 정도에 차이를 가지는 문제점을 가질 뿐만 아니라 그에 따라 일부 가열이 충분하지 않은 부분의 가열을 위해 가열시간이 늘어나거나 연료의 소비량이 많아지는 문제점을 갖는다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 인식하여 안출된 것으로 본 발명의 목적은컴퓨터를 이용한 압력장 해석을 통해 저면의 열분포가 균일하게 이루어지고 저면으로 많은 열량이 전달되는 최적 설계를 간단하고 신속하게 할 수 있

는 것을 특징으로 표층가열 재생공법 아스팔트 포장장치용 가열판의 최적 설계 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 표층가열 재생공법 아스팔트 포장장치용 가열판의 최적 설계 방법은, 상면과 전후좌우 측면이 막히고 저면으로 유체가 분출되도록 형성된 케이스와, 상기 케이스의 내부로 고온의 유체를 분사하도록 상기 케이스의 일측에 구비된 분사노즐과, 상기 분사노즐로부터 분출된 유체를 가이드하도록 상기 분사노즐의 출구에 연결되어 상기 케이스의 내부로 소정 길이를 갖게 연장된 유도노즐과, 상기 케이스의 상면과 소정의 틈새를 갖게 상기 유도노즐의 출구 전방에 순차적으로 배열된 적어도 하나 이상의 배플이 구비된 아스팔트 표층 가열판을 설계하는 표층가열 재생공법 아스팔트 포장장치용 가열판의 최적 설계 방법에 있어서, 상기 분사노즐로부터 상기 케이스의 내부로 분출되는 유체의 압력장을 해석을 통해 l_1 , α , l_2 및 g 의 값을 선정하는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 상기에서 l_1 : 분사노즐의 출구로부터 최초의 배플까지의 거리
- [0013] α : 최초의 배플 배면이 분사노즐의 반대측에서 케이스의 상면이 이루는 각도
- [0014] l_2 : 유도노즐의 길이
- [0015] g : 배플과 케이스 상면 사이의 틈새 간격
- [0016] 또한, 본 발명에 따른 표층가열 재생공법 아스팔트 포장장치용 가열판의 최적 설계 방법은, 상기 압력장 해석은 $T = (l_1/L)^a \times (\alpha/180)^b \times (l_2/l_i)^c \times (g/g_i)^d - e \times (\alpha/180)$ 값이 최대인 조건을 선정하는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 상기에서 T : 압력장 균등지수
- [0018] L : 케이스의 길이
- [0019] l_i : 유도노즐의 길이의 최초 선정 길이
- [0020] g_i : 배플과 케이스 상면 사이의 틈새 간격의 최초 선정 간격
- [0021] a, b, c, d 및 e : 상수
- [0022] 또한, 본 발명에 따른 표층가열 재생공법 아스팔트 포장장치용 가열판의 최적 설계 방법은, 상기 $a = -2.904$, $b = 0.1259$, $c = 2.6775$, $d = 0.8884$ 및 $e = 0.15$ 이고, 상기 $L = 1045\text{mm}$, $l_i = 420\text{mm}$, $g_i = 8\text{mm}$ 인 조건에서 $l_1 = 530\text{mm}$, $\alpha = 120^\circ$, $l_2 = 420\text{mm}$ 및 $g = 8\text{mm}$ 로 선정된 것을 특징으로 하는 한다.

발명의 효과

- [0023] 상기와 같은 구성에 의하여 본 발명에 따른 표층가열 재생공법 아스팔트 포장장치용 가열판의 최적 설계 방법은 컴퓨터를 이용한 압력장 해석을 통해 저면의 열분포가 균일하게 이루어지고 저면으로 많은 열량이 전달되는 최적 설계를 간단하고 신속하게 할 수 있는 장점을 갖는다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 표층가열 재생공법 아스팔트 포장장치용 가열판의 최적 설계 방법에서 설계되는 아스팔트 표층 가열판의 외관을 도시한 사시도
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 표층가열 재생공법 아스팔트 포장장치용 가열판의 최적 설계 방법에서 설계되는 아스팔트 표층 가열판을 측면에서 바라본 단면도
- 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 일실시예에 따른 표층가열 재생공법 아스팔트 포장장치용 가열판의 최적 설계 방법을 이용하여 17개 모델에 대한 산출 과정 및 결과를 도시한 도면
- 도 4a 내지 도 4g는 본 발명의 일실시예에 따른 표층가열 재생공법 아스팔트 포장장치용 가열판의 최적 설계 방법을 이용하여 7개 모델의 압력장 분포의 결과를 도식적으로 도시한 도면
- 도 5a 내지 도 5c는 본 발명의 일실시예에 따른 표층가열 재생공법 아스팔트 포장장치용 가열판의 최적 설계 방

법의 검증을 위해 제작한 실제 모델과 그 설치를 도시한 사진

도 6a 내지 도 6d는 본 발명의 일실시예에 따른 표층가열 재생공법 아스팔트 포장장치용 가열판의 최적 설계 방법의 검증을 위해 제작한 4개의 모델에 대한 실험을 수행한 결과를 도시한 그래프

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 이하에서는 도면에 도시된 실시예를 참조하여 본 발명에 따른 표층가열 재생공법 아스팔트 포장장치용 가열판의 최적 설계 방법을 보다 상세하게 설명하기로 한다.
- [0026] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 표층가열 재생공법 아스팔트 포장장치용 가열판의 최적 설계 방법에서 설계되는 아스팔트 표층 가열판의 외관을 도시한 사시도이고, 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 표층가열 재생공법 아스팔트 포장장치용 가열판의 최적 설계 방법에서 설계되는 아스팔트 표층 가열판을 측면에서 바라본 단면도이다.
- [0027] 도면을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 표층가열 재생공법 아스팔트 포장장치용 가열판의 최적 설계 방법에서 설계되는 아스팔트 표층 가열판(10)은 저면과 마주 대하는 아스팔트 노면을 가열하기 위한 장치로서, 케이스(11), 분사노즐(12), 유도노즐(13), 배플(14) 및 지지플레이트(14a)를 포함하여 구성된다.
- [0028] 상기 아스팔트 표층 가열판(10)에서 상기 케이스(11)는 분사노즐(12)로부터 분출된 고온의 유체를 저면으로 유도하여 그 저면과 마주 대하는 아스팔트 노면이 가열되도록 하기 위한 구성으로, 상면과 전후좌우 측면이 막히고 저면으로 고온의 유체가 분출되도록 대략 길이가 긴 육면체의 형상을 갖도록 형성된다. 상기 케이스(11)의 저면으로 내부로 유입된 유체가 분출되도록 하기 위하여 상기 저면은 개방되어 질 수 있으나, 바람직하게는 상기 케이스(11)의 저면은 유체로부터 열을 전달받아 복사열을 발생시키면서 유체가 통과되도록 격자형태의 그릴 형상으로 형성되는 것이 바람직하다. 상기 케이스(11)에는 그 케이스(11)의 내부로 고온의 유체를 분출하기 위한 분사노즐(12)이 연결되는데, 도면을 참조하면 길이 방향으로의 일측에는 내부로 고온의 유체를 분사하기 위한 분사노즐(12)이 구비된다.
- [0029] 상기 분사노즐(12)은 상기 케이스(11)의 내부로 고온의 유체를 분출하도록 상기 케이스(11)의 일측에 구비된다. 상기 분사노즐(12)은 고온의 열풍 또는 화염을 발생시키기 위한 버너(도면에 미도시)에 연결된다. 상기 분사노즐(12)의 출구에는 분출된 고온의 유체를 상기 케이스(11)의 내부로 유도하기 위한 유도노즐(13)이 연결된다.
- [0030] 상기 유도노즐(13)은 상기 분사노즐(12)로부터 분출된 고온의 유체의 흐름을 상기 케이스(11)의 케이스 내부에 형성하도록 하기 위한 구성이다. 즉, 상기 유도노즐(13)은 상기 분사노즐(12)로부터 분출된 유체를 가이드하도록 관형상을 갖도록 형성되어 그 입구 상기 분사노즐(12)의 출구에 연결된다. 상기 분사노즐(12)의 출구에 연장된 유도노즐(13)은 상기 케이스(11)의 내부로 소정 길이를 갖게 연장된다.
- [0031] 상기 배플(14)은 상기 유도노즐(13)의 출구로 분출된 고온의 유체가 충돌되어 그 유체의 흐름이 상기 케이스(11)의 저면으로 유도되도록 하기 위한 구성이다. 상기 배플(14)은 고온의 유체가 상기 케이스(11)의 저면으로 고르게 흐르도록 적절한 형상과 갯수가 선정되어 구비되는데, 도면에는 상기 배플(14)은 상기 유도노즐(13)의 출구에서 반대방향으로 순차적으로 2개가 배열되고, 그 각각의 배플(14)은 관형상을 가지며 상기 케이스(11)의 폭방향으로 가로질러 비스듬하게 경사지게 고정된 구조를 갖는다. 상기 배플(14) 각각은 유체의 압력에 변형되지 않고 지지되도록 하단이 지지플레이트(14a)에 결합되어 지지되고, 그 상단은 상기 케이스(11)의 상면과 소정 간격(g)의 틈새를 갖게 설치된다. 상기 배플(14)의 상단과 상기 케이스(11)의 상면과 이루는 틈새는 상기 유도노즐(13)에서 분출된 유체 충돌되어 모두 케이스(11)의 저면으로 유도되지 않고 일부가 배플(14) 후방으로 흐르기 위한 통로를 제공하기 위한 구성이다.
- [0032] 본 발명은 상기와 같은 구조의 아스팔트 표층 가열판(10)에서 케이스(11)의 저면으로 고온의 유체가 고르게 전달되어 그 저면으로 고온 열분포를 갖고 아스팔트 표면 가열의 효율을 극대화시킬 수 있도록 설계하기 위한 표층가열 재생공법 아스팔트 포장장치용 가열판의 최적 설계 방법으로 이하에서는 상기에서 설명된 아스팔트 표층 가열판과 관련하여 본 발명을 상세하게 설명하기로 한다.
- [0033] 본 발명은 아스팔트 표층 가열판(10)의 저면, 즉 케이스(11)의 저면으로 유도되는 유체의 압력장이 고른 경우 그 케이스(11)의 저면에 고른 열분포가 이루어지는 것을 검증하고, 그에 따라 본 발명은 상기 분사노즐(12)로부터 상기 케이스(11)의 내부로 분출되는 유체의 압력장을 해석을 상기에서 설명한 아스팔트 표층 가열판(10)의 주요 치수 및 형상을 선정한 것을 특징으로 한다.

- [0034] 우선, 상기의 아스팔트 표층 가열관(10)에서 상기 케이스(11)의 내부로 분출된 고온의 유체의 흐름에 영향을 주는 주요 설계 인자(factor)로 i)분사노즐의 출구로부터 최초의 배플까지의 거리(l_1), ii)최초의 배플 배면이 분사노즐의 반대측에서 케이스의 상면이 이루는 각도(α), iii)유도노즐의 길이(l_2) 및 iv)배플과 케이스 상면 사이의 틈새 간격(g)을 선정하였다. 상기 유도노즐(13)의 전방에 위치한 최초의 배플(14)는 유도노즐(13)의 출구로 분출된 고온의 유체가 처음 충돌되어 그 유동에 변화가 발생되므로 최초의 배플(14)은 유도노즐(13)로부터 떨어진 거리는 압력장에 영향을 준다. 다만 상기 유도노즐(13)은 그 길이 또한 설계 인자로 포함되므로 본 발명에서는 상기 최초의 배플(14)의 위치를 상기 유도노즐(13)이 연결된 분사노즐(12)출구로부터 최초의 배플까지의 거리(l_1)을 설계 인자로 선정하였다. 다음으로 상기 최초의 배플(14)에 충돌된 유체는 그 진로가 변하게 되므로 그 배플(14)의 자세는 유체의 유동에 큰 영향을 미친다. 특히, 그 배플(14)에 의해 충돌된 유체는 케이스(11)의 저면으로 유도되므로 본 발명에서는 최초의 배플(14)이 케이스(11)의 상면과 이루는 각을 주요 설계 인자로 선정하였다. 도면에는 배플(14)과 케이스(11)의 상면이 이루는 각을 보다 구체적으로 상기 유도노즐(13)로부터 분출된 유체가 충돌되는 전면의 뒷면인 배플(14)의 배면이 분사노즐의 반대측에서 케이스(11)의 상면이 이루는 각도(α)를 설계 인자로 선정하였다. 또한, 유도노즐(13)으로부터 분출되는 유체의 흐름은 그 유도노즐(13)의 길이에 의해 큰 영향을 받는다. 따라서, 본 발명은 상기 유도노즐(13)의 길이(l_2)를 설계 인자로 선정하였다. 마지막으로 상기 배플(14)에 충돌된 유체가 배플(14)의 후방으로 흐르기 위한 통로의 크기는 유체의 유동에 큰 영향을 미친다. 즉, 상기 배플(14)과 케이스(11)의 상면 사이의 틈새는 유체가 배플(14)을 지나 그 후방으로 흐르는 통로이므로 본 발명에서는 상기 배플(14)과 케이스(11) 상면 사이의 틈새의 간격(g)을 설계 인자로 선정하였다.
- [0035] 본 발명은 상기와 같이 선정된 설계 인자를 변수로 하여 케이스(11)의 저면에 형성되는 유체의 압력장을 컴퓨터를 이용하여 해석하였다. 압력장 해석을 위하여 상기 설계 인자를 포함한 무차원식을 열유체 해석 프로그램인 EES(Engineer Equation Solver, Ver 7.305)를 사용하여 다음과 같은 무차원 수식을 전개하였다. 무차원 수식을 전개함에 있어 분모의 값은 기존 제품(Original) 또는 임의로 설계된 제품을 기준으로 하였으며 변경된 설계 인자를 분자로 설정하여 수식을 전개하였고, 마지막으로 배플의 각도에 대한 상수를 보정하여 무차원 함수를 전개하였다.
- [0036] 하기의 수학식1에서 T는 본 발명에서 균일한 온도분포와 대응되는 균일한 압력장 분포를 대표하기 위하여 산출된 지표값으로 '압력장 분포 지수'라 정의하며, 그 값이 클수록 압력장이 균일하게 분포되는 것을 나타낸다.
- [0037] [수학식 1]
- [0038]
$$T = (l_1/L)^a \times (\alpha/180)^b \times (l_2/l_i)^c \times (g/g_i)^d - e \times (\alpha/180)$$
- [0039] 상기에서, L : 케이스의 길이, l_i : 유도노즐의 길이의 최초 선정 길이, g_i : 배플과 케이스 상면 사이의 틈새 간격의 최초 선정 간격, a,b,c,d 및 e : 상수이다.
- [0040] 상기와 같이 설계 인자를 변수로 전개된 무차원식을 이용하여 기준모형을 포함한 17개의 모델에 대한 압력장을 전산유동해석(CFD) 프로그램을 통하여 분석하였다. 표 1은 상기 17개의 모델에 대한 설계 인자의 변수를 정리한 것이다.

표 1

모델	baffle 위치 $l_1(\text{mm})$	baffle 각도 $\alpha(^{\circ})$	nozzle 길이 $l_2(\text{mm})$	interval $g(\text{mm})$	비고 (해석결과 도면)
Original 기준모델	530	138	420	8	도 4a
1	540	138	420	8	
2	560	138	420	8	도 4c
3	530	138	420	15	
4	530	138	420	20	도 4e
5	530	138	380	8	
6	530	138	390	8	
7	530	138	400	8	도 4b
8	530	108	420	8	

9	530	108	390	8	
10	530	108	400	8	
11	530	114	420	8	
12	530	114	390	8	
13	530	120	420	8	도 4d
14	530	120	400	8	
15	530	126	420	8	도 4g
16	530	130	400	8	도 4f

[0042] 상기 표1에 정리된 17개 모델에 대하여 CFD를 수행한 과정 및 결과를 도 3a 및 도 3b에 정리하였다. 도 3b는 도 3a의 결과에서 산출된 T1 내지 T17의 값을 4단계의 레벨(Level)로 정리한 것이다.

[0043] 이상의 해석은 분사노즐(12)을 통해 300KPa의 압력으로 연소가스가 유입되는 조건에서 상기 $a = -2.904$, $b = 0.1259$, $c = 2.6775$, $d = 0.8884$ 및 $e = 0.15$ 이고, 상기 $L = 1045\text{mm}$, $l_1 = 420\text{mm}$, $g_1 = 8\text{mm}$ 로 하여 이루어졌다. 도 4a 내지 도 4g는 상기 모델 중 7개의 압력장 분포의 결과를 도식적으로 도시한 것으로, 도 4a에는 기준 모델, 즉 $l_1 = 530\text{mm}$, $\alpha = 138^\circ$, $l_2 = 420\text{mm}$ 및 $g = 8\text{mm}$ 인 모델을 해석한 것이고, 도 4b는 $l_1 = 530\text{mm}$, $\alpha = 138^\circ$, $l_2 = 400\text{mm}$ 및 $g = 8\text{mm}$ 인 모델을 해석한 것이며, 도 4c는 $l_1 = 560\text{mm}$, $\alpha = 138^\circ$, $l_2 = 400\text{mm}$ 및 $g = 8\text{mm}$ 인 모델을 해석한 것이고, 도 4d는 $l_1 = 530\text{mm}$, $\alpha = 120^\circ$, $l_2 = 420\text{mm}$ 및 $g = 8\text{mm}$ 인 모델을 해석한 것이며, 도 4e는 $l_1 = 530\text{mm}$, $\alpha = 138^\circ$, $l_2 = 400\text{mm}$ 및 $g = 20\text{mm}$ 인 모델을 해석한 것이고, 도 4f는 $l_1 = 530\text{mm}$, $\alpha = 130^\circ$, $l_2 = 400\text{mm}$ 및 $g = 8\text{mm}$ 인 모델을 해석한 것이며, 도 4g $l_1 = 530\text{mm}$, $\alpha = 126^\circ$, $l_2 = 420\text{mm}$ 및 $g = 8\text{mm}$ 인 모델을 해석한 것이다. 도 4a 내지 도 4g에서 적색 부분은 압력이 낮은 부분이고 청색 부분의 압력이 높은 부분을 나타낸다.

[0044] 도 3b 및 도 4a 내지 도 4g를 참조하면, 상기과 같은 해석 결과 타 모델보다 배플의 각도만 120° 로 변경한 모델의 압력장 분포가 고르고 효율이 가장 높게 나타났다. 즉, 도 4d에 파악되는 바와 같이 $l_1 = 530\text{mm}$, $\alpha = 120^\circ$, $l_2 = 420\text{mm}$ 및 $g = 8\text{mm}$ 로 하여 해석한 압력장은 대부분 청색계열로 케이스(11)의 저면의 압력이 비교적 높을 뿐만 아니라 그 분포 또한 균일한 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 하술하는 실험결과에서도 확인된다. 본 발명은 상기과 같은 해석을 통해 아스팔트 표층 가열판(10)의 l_1 , α , l_2 및 g 의 값을 각각 $l_1 = 530\text{mm}$, $\alpha = 120^\circ$, $l_2 = 420\text{mm}$ 및 $g = 8\text{mm}$ 로 선정한다.

[0045] 한편, 상기과 같은 해석에 의한 최적 설계의 선정을 검증하기 위하여 도 5a 내지 도 5c에서와 같이 실제 모델을 제작하여 그 결과를 측정하였다. 실제 모델은 도 1에 도시된 바와 같이 케이스(11)의 외관 크기를 길이(L)=1045mm, 폭=130mm, 높이= 115mm로 하여 기준모델을 포함한 4개의 모델로 제작하였으며, 도 5b에 도시된 바와 같이 각 모델에 대하여는 그 저면과 아스팔트 표면과의 거리를 아스팔트 표층 가열판이 이용되는 조건인 13cm로 떨어진 위치에 K-type 열전대 8개를 일정한 간격으로 표층 가열판의 길이방향 배열 설치하고, 아스팔트 표층 가열판으로 300KPa 압력의 연소가스를 분사하여 온도 분포를 측정하는 방식으로 이루어졌다.

[0046] 도 6a 내지 도 6d는 실제로 제작한 4개의 모델에 대한 실험을 수행한 결과를 도시한 그래프이다. 도 6a 내지 도 6d에 도시된 4개의 모델은 기준모델, 즉 $l_1 = 530\text{mm}$, $\alpha = 138^\circ$, $l_2 = 420\text{mm}$ 및 $g = 8\text{mm}$ 인 모델(그래프에서 'Original'), $l_1 = 530\text{mm}$, $\alpha = 120^\circ$, $l_2 = 420\text{mm}$ 및 $g = 8\text{mm}$ 인 모델(그래프에서 '120'), $l_1 = 530\text{mm}$, $\alpha = 126^\circ$, $l_2 = 420\text{mm}$ 및 $g = 8\text{mm}$ 인 모델(그래프에서 '128'), $l_1 = 560\text{mm}$, $\alpha = 138^\circ$, $l_2 = 400\text{mm}$ 및 $g = 8\text{mm}$ 인 모델(그래프에서 '560')에 관한 것이다.

[0047] 도 6a는 각각의 모델에 대하여 8개의 열전대의 온도를 측정한 결과를 도시한 그래프로써(도 6a에서 K-type 열전대의 번호는 1번이 분사노즐에서 가장 먼 위치에 설치된 열전대이고, 8번이 분사노즐 쪽에 가깝게 설치된 열전대이다.), 도 6a를 참조하면 배플의 각도가 120° 인 모델(그래프에서 '120')의 온도가 대부분 높은 것으로 확인되었다.

[0048] 도 6b는 각 모델에 대하여 최고 온도($T_{\max}$)와 최저 온도($T_{\min}$)의 차이를 나타낸 그래프로써, 도 6b를 참조하면 도 6a를 참조하면 배플의 각도가 120° 인 모델(그래프에서 '120')의 경우 최고 온도와 최저 온도의 차이가 가장 작은 것, 즉 온도 분포가 균일한 것으로 확인되었다.

[0049] 도 6c는 각 모델에 대하여 8개의 열전대에서 측정된 온도의 총합을 도시한 그래프로서, 도 6c를 참조하면 배플의 각도가 120°인 모델(그래프에서 '120')의 온도 총합이 가장 높은 것으로 확인되었다. 이는 장치의 저면으로 많은 열량이 전달되고 있음을 보여주는 지표이다.

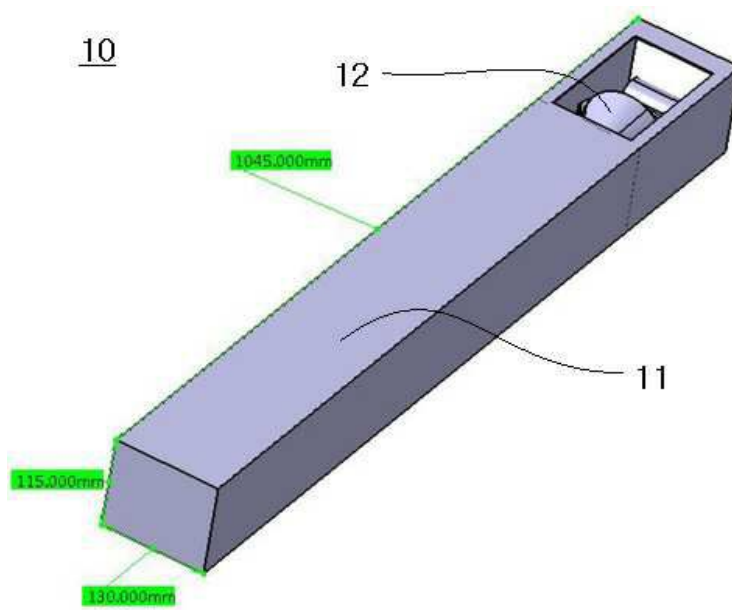
[0050] 도 6d는 각 모델에 대하여 최종 온도인 100°에 도달하는 시간을 도시한 그래프로서, 도 6d를 참조하면 배플의 각도가 120°인 모델(그래프에서 '120')의 도달 시간이 가장 짧은 것으로 확인되었다. 이는 이 모델의 열전달 효율이 우수하고 그에 따라 장치의 이용시 예열 등의 시간을 단축시킬 수 있음을 시사하는 것이다.

부호의 설명

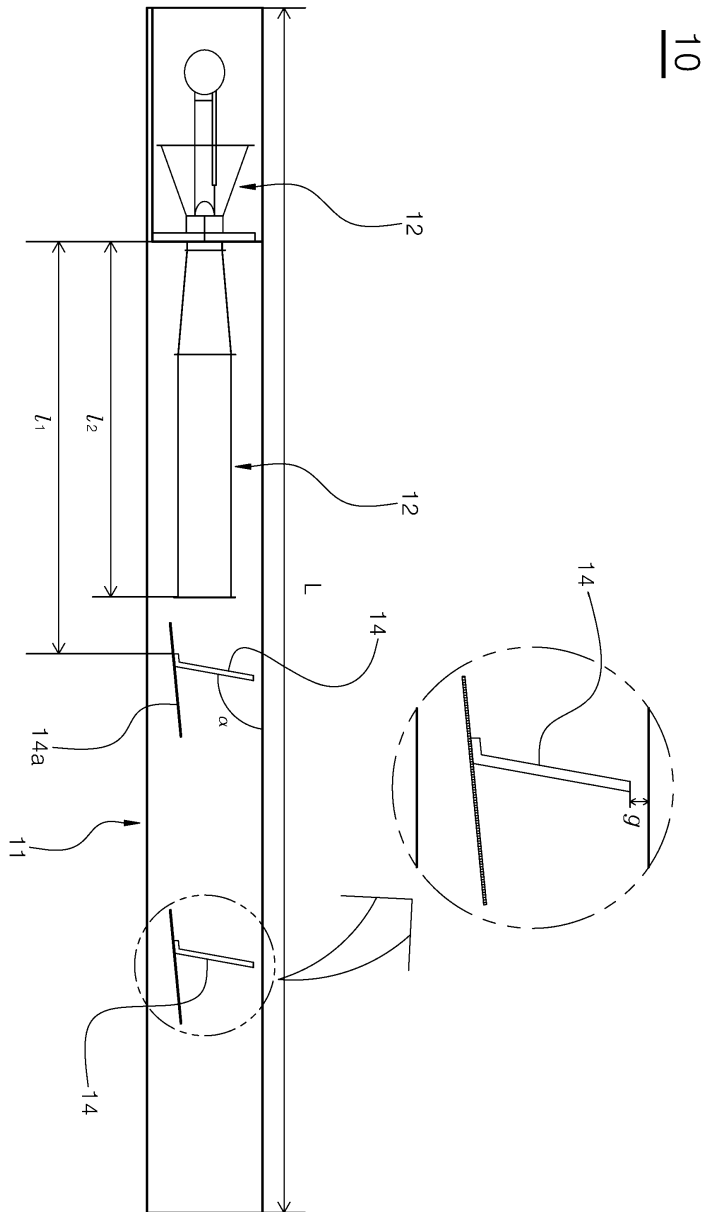
- [0051]
- 10 아스팔트 표층 가열판
 - 11 케이스
 - 12 분사노즐
 - 13 유도노즐
 - 14 배플

도면

도면1



도면2



도면3a

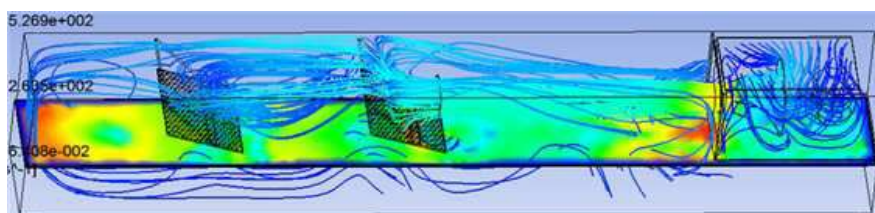
a=-2.904
b=0.1259
c=2.6775
d=-0.8884

$((530/1045)^a) * ((120/180)^b) * ((420/420)^c) * ((8/8)^d) - 0.15 * (120/180) = T_1$
 $((530/1045)^a) * ((130/180)^b) * ((400/420)^c) * ((8/8)^d) - 0.15 * (130/180) = T_2$
 $((530/1045)^a) * ((126/180)^b) * ((420/420)^c) * ((8/8)^d) - 0.15 * (126/180) = T_3$
 $((530/1045)^a) * ((120/180)^b) * ((400/420)^c) * ((8/8)^d) - 0.15 * (120/180) = T_4$
 $((530/1045)^a) * ((138/180)^b) * ((420/420)^c) * ((20/8)^d) - 0.15 * (138/180) = T_5$
 $((540/1045)^a) * ((138/180)^b) * ((420/420)^c) * ((8/8)^d) - 0.15 * (138/180) = T_6$
 $((530/1045)^a) * ((138/180)^b) * ((420/420)^c) * ((8/8)^d) - 0.15 * (138/180) = T_7$
 $((530/1045)^a) * ((138/180)^b) * ((400/420)^c) * ((8/8)^d) - 0.15 * (138/180) = T_8$
 $((530/1045)^a) * ((138/180)^b) * ((390/420)^c) * ((8/8)^d) - 0.15 * (138/180) = T_9$
 $((530/1045)^a) * ((138/180)^b) * ((380/420)^c) * ((8/8)^d) - 0.15 * (138/180) = T_10$
 $((530/1045)^a) * ((138/180)^b) * ((420/420)^c) * ((15/8)^d) - 0.15 * (138/180) = T_11$
 $((560/1045)^a) * ((138/180)^b) * ((420/420)^c) * ((8/8)^d) - 0.15 * (138/180) = T_12$
 $((530/1045)^a) * ((114/180)^b) * ((390/420)^c) * ((8/8)^d) - 0.15 * (114/180) = T_13$
 $((530/1045)^a) * ((114/180)^b) * ((420/420)^c) * ((8/8)^d) - 0.15 * (114/180) = T_14$
 $((530/1045)^a) * ((108/180)^b) * ((400/420)^c) * ((8/8)^d) - 0.15 * (108/180) = T_15$
 $((530/1045)^a) * ((108/180)^b) * ((390/420)^c) * ((8/8)^d) - 0.15 * (108/180) = T_16$
 $((530/1045)^a) * ((108/180)^b) * ((420/420)^c) * ((8/8)^d) - 0.15 * (108/180) = T_17$

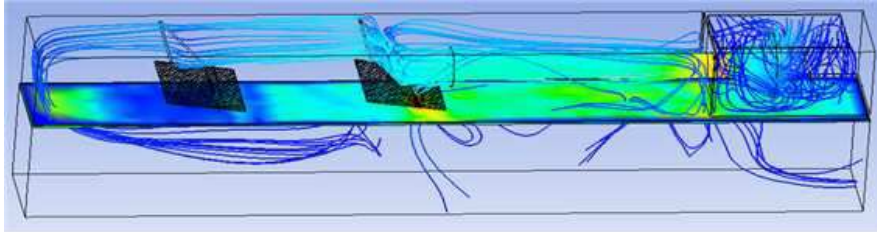
도면3b

variable \ NO.	baffle 위치(mm)	baffle 각도(°)	nozzle 길이(mm)	interval(mm)	evaluation
13	530	120	420	8	level 4
16	530	130	400	8	level 3
15	530	126	420	8	level 3
14	530	120	400	8	level 3
4	530	138	420	20	level 3
1	540	138	420	8	level 3
Original	530	138	420	8	level 2
7	530	138	400	8	level 2
6	530	138	390	8	level 2
5	530	138	380	8	level 2
3	530	138	420	15	level 2
2	560	138	420	8	level 2
12	530	114	390	8	level 1
11	530	114	420	8	level 1
10	530	108	400	8	level 1
9	530	108	390	8	level 1
8	530	108	420	8	level 1

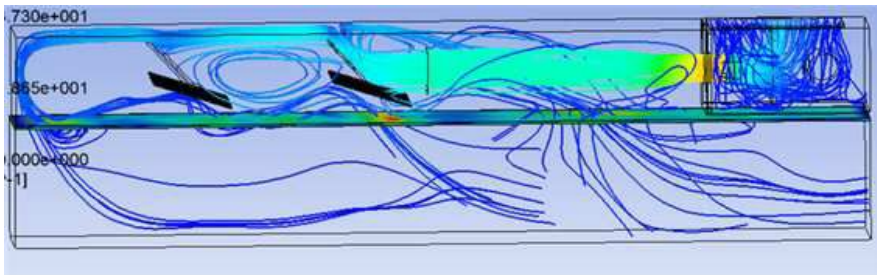
도면4a



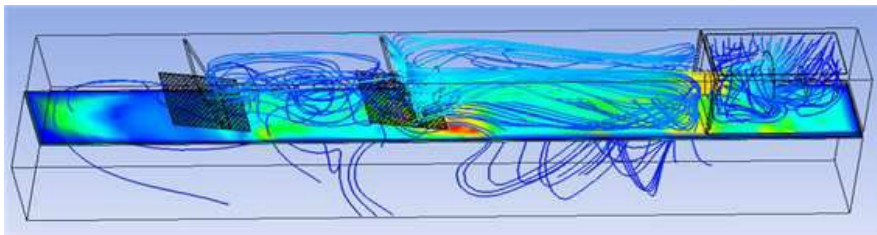
도면4b



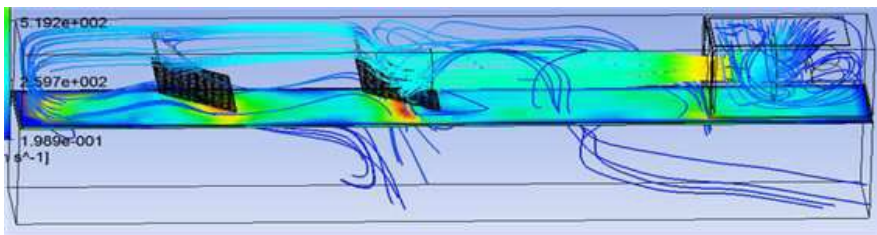
도면4c



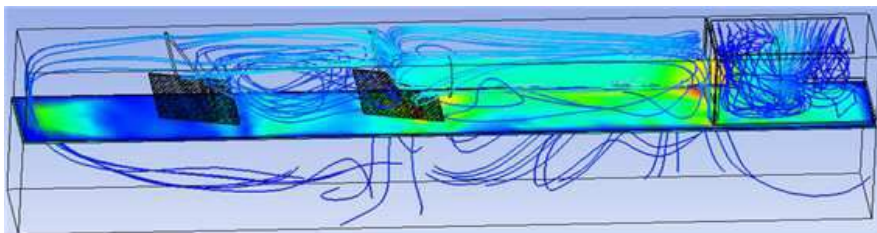
도면4d



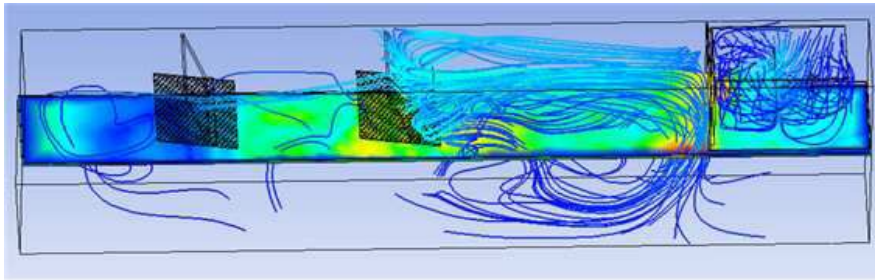
도면4e



도면4f



도면4g



도면5a



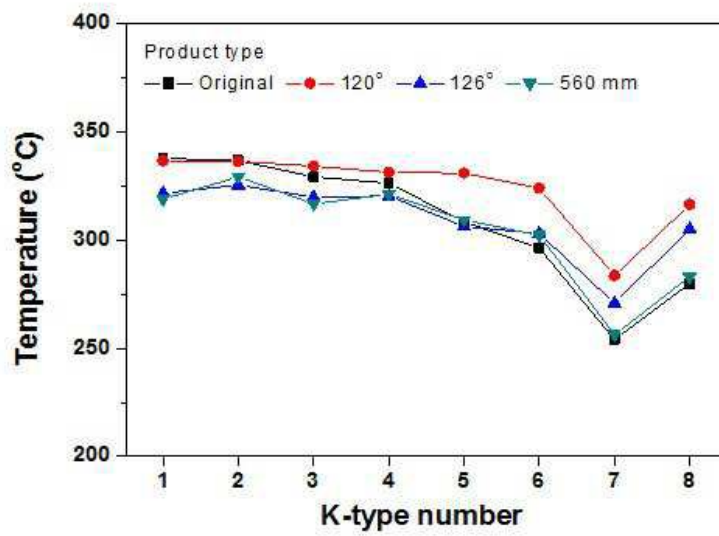
도면5b



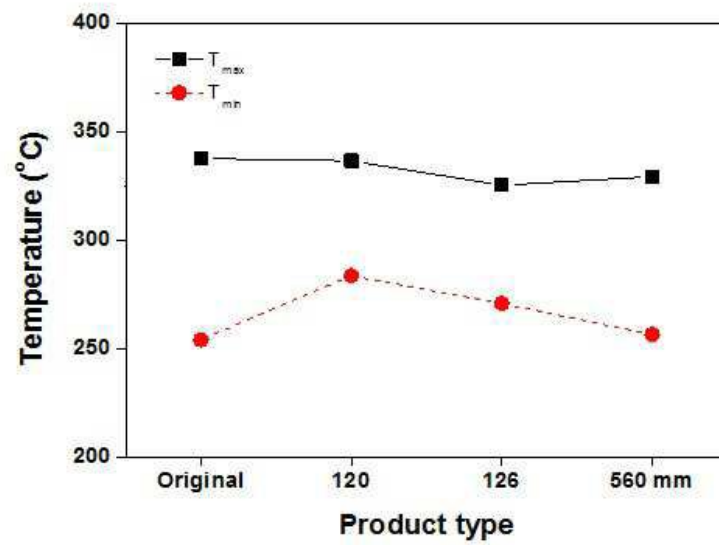
도면5c



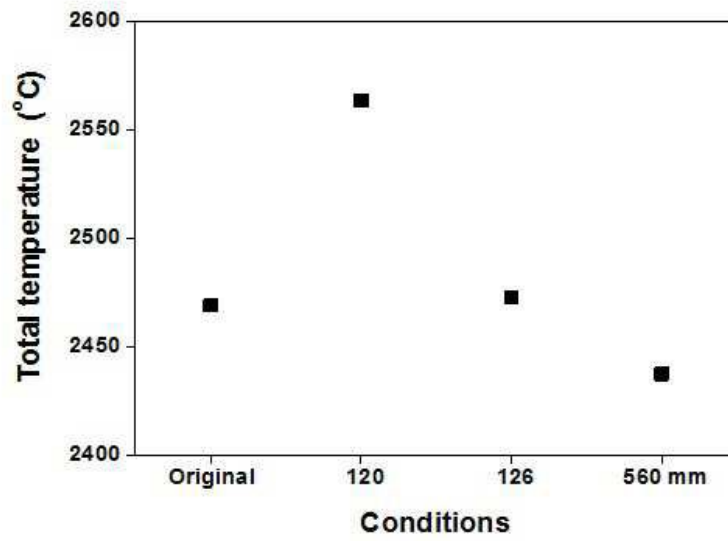
도면6a



도면6b



도면6c



도면6d

