

Track F3-3

흡 후드의 와류 발생 문제를 해결한 트리즈 적용사례

김 범

TRIZ application case which has solved the problem of vortex of hume hood

Kim Beom

Triz, Hume Hood, Chemical, Lab, 트리즈, 흡 후드, 화학, 실험실

Abstract

본 연구는 기존 이화학 실험실에서 쓰이고 있는 흡 후드에서 사용자가 실험을 할 때, 흡 후드의 도어의 개폐에 문제가 있어 와류가 발생하는 현상에 대하여 분석하였다. 기존의 흡 후드는 단순한 상하 개폐 방식에 안전 장치가 있어 사용자가 빠르게 개폐하려 할 때나 신속한 상황 시에 제대로 개폐되지 않아 간혹 내부에서 일어나는 화학 반응의 부산물로 나온 유해한 흡 등이 '사용자가 문을 개폐하려 할 때' 와류가 발생해 유출되어 사용자에게 위해를 가하는 등의 문제들이 제기되고 있다.

본 연구는 이러한 문제들을 해결하기 위해, 트리즈 이론을 바탕으로 적용하여 기존의 상황 속에서 어떻게 흡 후드가 작동되고 어떠한 문제가 발생하는가를 분석한 뒤, 해결책을 제시하였다. 제시된 해결책은 여러 가지의 발명원리를 적용하여 나온 예 중, 추가적 장치를 구비하여 발로 밟는 풋 페달로 도어의 개폐를 할 수 있는 해결책이 이러한 문제를 해결할 수 있는 가장 이상해결책 (IFR)에 근접한 해결책으로 선정되었다.

1. 서 론

흡 후드 혹은 흡 컵보드는 국부 배기 장치의 한 종류로써 유해하거나 독성을 띄고 있는 증기나 분진을 **사용자에게** 노출하는 것을 제한하기 위하여 설계되었다. 전형적으로 연구자의 기립 작업 높이에 위치해 있는 작업 영역의 다섯면을 둘러싸는 큰 직육면체 형상을 하고 있다. 두 종류의 후드가 존재하는데, 공조와 연결되는 덕트가 있는 종류와 내부 순환 구조를 갖추고 있는 덕트리스 구조가 있다. 본 연구에서 다루게 될 것은 덕트가 있는 구조이다.

흡 후드는 사용자의 안전을 위해서 꼭 필요한 필수 장비이다. 시험 과정에서 일어날 수 있는 부글거림으로 인한 용액의 튀 현상이나 급속한 반응으로 인한 폭발로부터 사용자의 신체를 보호할 수 있게끔 도어 부분이 강화유리로 이루어져 있다. 또한 내부의 압력을 유지하기 위한 바이패스, 무거운 기체를 배출시킬 수 있는 에어 포일 등 최대한 내부의 폼을 사용자에게 접촉하지 않도록 설계되어 있다.

하지만 연구원들의 실 사용에 있어서 문을 빠

르게 여닫음으로써 도어 부근에 와류가 발생하는 현상이 발생한다. 이는 사용자의 신체에 유해 폼이 유출될 수 있어, 본 연구에서는 트리즈를 활용하여 사용자가 폼 후드의 도어를 여닫을 때 발생하는 와류 문제를 해결하고자 하였다.

2. Define

2.1 과제 추진 배경

이화학 실험실에서 폼 후드를 사용할 당시, 연구원들이 빠른 작업과 실험을 위해서 빠르게 도어를 여닫는 와중 도어 부분에서 와류가 발생하여 안전상의 오류가 발생한다는 문제가 있었다.

2.2 기대 효과

연구원들이 편리하게 사용할 수 있으면서도 와류가 생기지 않는 도어의 설계

†대광발명과학고등학교

E-mail : kimbeom1997@naver.com

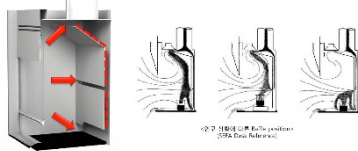
TEL : +821037654511

흡 후드의 와류 발생 문제를 해결한 트리즈 적용사례

2.3

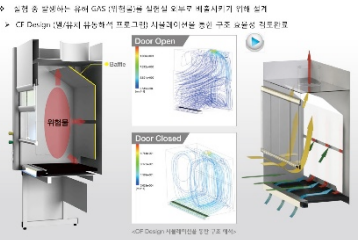
관련 시스템 구조

3.안전 설계 - ② Baffle 구조 (1/2)

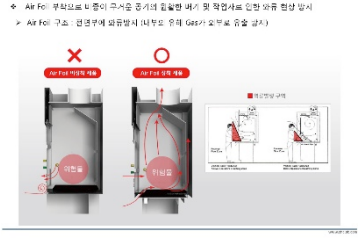


- 챔버 내부의 공기를 균일하게 배분하기 위한 구조
- 각각 열도가 다른 Chemical의 파손을 방지하기 위한 구조

3.안전 설계 - ② Baffle 구조 (2/2)



3.안전 설계 - ③ Air Foil 구조 (1/2)



2.4 문제 상황

제작의 의도와 달리 사용자들이 도어의 문을 빨리 여닫음으로써 와류가 발생, 에어 포인이 제 기능을 하지 못해 사용자에게 유해 품의 위험성이 노출.

2.5 과제 목표

트리즈 기법을 이용해 사용자가 편리하게 문을 개폐할 수 있지만 와류가 발생하지 않는 도어의 구조를 만드는 것.

2.6 종래해결안/관련 특허

3.안전 설계 - ⑤ Safety Door Stopper

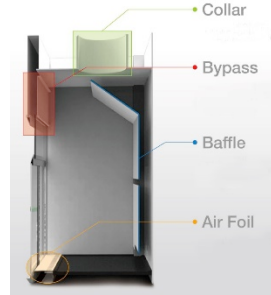


- Sash stopper
- Sash의 높이는 500mm가 선호되며, 600mm는 넘지 않는다. (안전 위치를 표시한다. EN14175)
- 수직 sash의 경우 sash stopper를 이용하여 sash가 최대위치를 넘지 않도록 한다.

3. Analyze

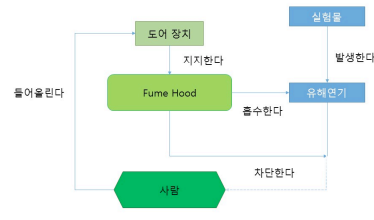
3.1 Function Analysis

3.1.1 도어 구조도



흡 후드는 위와 같은 구조로 이루어져 있으며, 상단부는 건물의 공조 구조와 이어져 있어 환기가 되도록 한다. 때에 따라서 상단부에 필터를 장착하여 유해한 흡을 정제할 목적으로 사용할 수 있다.

3.1.2 흡 후드 도어 기능분석



흡 후드의 기본은 발생된 유해 흡을 사용자에게 가지 못하도록 차단하는 것으로, 그 과정 중 흡을 빨아들이는 기능 외에 사용자를 지키는 도어가 사용자와 후드 사이에 위치한다.

3.2 근본원인분석 (Root Cause Analysis)

3.2.1 Why Sheet

현상	Why1	Why2	Why3	Why4
와류가 발생한다.	하단 도어 개폐 저점으로부터 와류 발생	1.1 에어 포일이 역류하여 와류가 발생	X	
		1.2 배플의 구조로 공기를 제대로 배출하지 못한다.	?	1.2.1 유체 흐름으로 인해 배플이 정상적으로 작동한다.
		1.3 도어의 구조로 공기가 밀려올라가면서 와류가 발생된다.	X	
		1.4 사람이 빠르게 여닫음으로 인해서 와류가 발생된다.	?	1.4.1 사람이 문을 천천히 연다. X
			1.4.2 사람이 문을 빠르게 연다. O	1.4.2.1 작업이 편해야 한다. O

근본적인 원인을 분석하기 위해서 why sheet를 대입해 보았다. 와류가 발생하는 이유를 여러가지로 추측하여 보았으나, 구조적으로는 문제가 없고, 사용자의 문제점으로 인하여 이러한 와류가 발생함을 알게 되었다. 작업이 편해야 하므로 작업자는 문을 빠르게 열게 되고, 고로 와류가 발생하게 되는 것이다.

3.2.2 와류 발생 시스템 모델

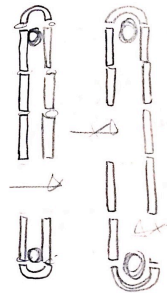
흡 후드 도어 와류 발생 모델 (1/2)

흠 후드의 와류 발생 문제를 해결한 트리즈 적용사례

Hypothesis	Effects/Standards/Principles 및 Action/Tool 검색시트 활용	Ideas
H1 : 기존의 문이 아닌 다른 형태의 문을 사용한다	발명원리 - 분할	Idea1 : 도어를 플렉시블한 재질로 만든다. Idea2 : 도어를 세분화하여 회전할 수 있도록 만든다. Idea3 : 도어를 비균형적으로 나누어 사용한다. Idea4 : 도어를 대각선으로 분할하여 사용한다.
H3 : 문의 구조를 변화시키거나 작업자의 동선을 변화시킨다.	발명원리 - 분할, 통합&동시 작업, 역방향	Idea5 : 적은 힘으로 열 수 있는 도어의 기계적 구조를 도입한다.

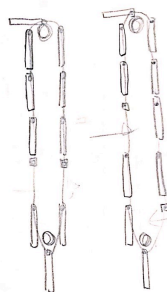
핵심문제를 바탕으로 모순을 도출, 모순은 ‘사용자가 도어를 신속하게 여닫아야 하지만 와류가 발생함으로 빠르게 여닫아서는 안 된다’ 이에 대한 분석 결과, 아이디어 5 개가 도출되었다.

Idea 1 : 도어를 플렉시블한 재질로 만든다.



기존의 도어는 강화유리 재질의 딱딱한 문이 상하로 여닫기는 구조였다면, 문 자체를 셔터처럼 여러 조각으로 나누고, 이 각각을 플렉시블한 재질로 만듦으로써 유동적으로 도어를 움직일 수 있게 하고, 이중적 구조를 구성함으로써 조각이 결속되지 않은 부분끼리 만나면 열리고, 결속된 부분끼리 만나면 닫히도록 만듦으로써 도어의 개폐를 조절할 수 있도록 하였다.

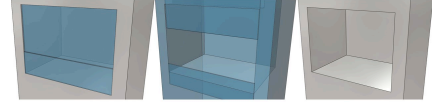
Idea2 : 도어를 세분화하여 회전할 수 있도록 만든다.



Idea1 과 비슷하나, 플렉시블한 재질을 사용한 것이 아닌, 기존의 도어를 분리한 상태로 존재하지만, 레일에 매달아 부드러운 운동이 가능하도록 하였다.

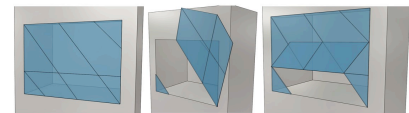
Idea3 : 도어를 비균형적으로 나누어 사

용한다.



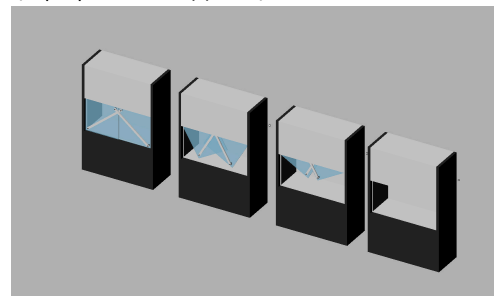
기존의 도어는 하나의 파트로 이루어진 단일 도어였다면, 단순히 위의 모식도처럼 불균형한 비율로 도어를 나누는 것만으로도 해결책이 될 수 있다. 쓰임새에 따라서 아래의 작은 문만을 개방하거나 전체 문을 개방할 수 있다.

Idea4 : 도어를 대각선으로 분할하여 사용한다.



불균형하지만 규칙성 있게, 문을 8 조각의 비대칭 형 사선으로 나누고, 각각을 힌지로 결합함으로써, 사용자가 사용하는 부분만 열 수 있도록 하여 사용의 융통성을 주었다.

Idea5 : 적은 힘으로 열 수 있는 도어의 기계적 구조를 도입한다.

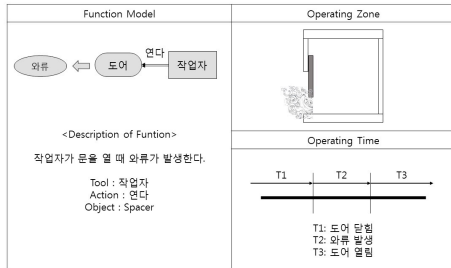


기존의 문이 단순한 상하운동을 통해 개폐가 결정되었다면, 이 도어는 두 개의 정사각형과 두 개의 고정점, 두 개의 지지대로 내부에서 회전 운동을 한다. 내부에서 이 고정점을 끌어주는 운동을 하는 댐퍼를 작용하여 한쪽 문에 힘을 실어주게 되면, 그 힘을 지지대가 다른 쪽 문에 작용하여 전체 문의 개폐가 이루어진다.

4.2 Core Problem 2 : 흡 후드의 도어 부분에 와류가 발생한다.

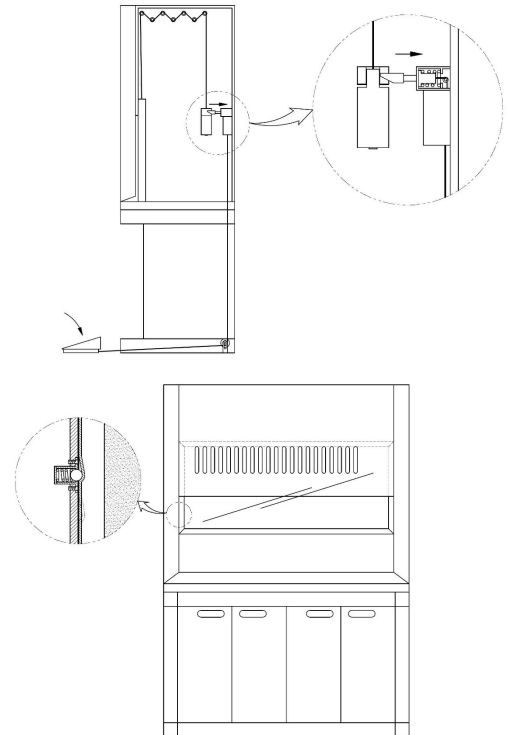
4.2.1 모순 분석 Contradiction Analysis

(1) Problem Model, Operating Zone, Operating Time



기존의 모순과는 다른 분석으로, 사용자가 문을 열 때 와류가 발생하지만 문을 열 때에는 사용자가 열어야 한다는 모순이 존재한다. 이를 분석 결과 사용자 = 손이라는 관념을 깨고 발로 이를 열 수 있는 장치를 장착하는 아이디어가 도출되었다.

Ideal : 도어를 발로 열 수 있도록 한다.



(2) Resource Analysis

Level of System	Name of Substance /Field	Name of Attribute	Value of Attributes			Remarks
			T1	T2	T3	
System	Tool	작업자	속현도	-	-	
	Action	연다	경신상태	△	○	
	Object	도어	형상	-	○	-
Super-System	실형실	실형실 안	-	-		
	공조장치	환기장치	-	-		
	흡 후드	내부 구조				

4.2.2 모순 해결 Solving Contradiction

4.2.2.1 기술적 모순 해결 : 작업자가 문을 열 때 와류가 발생한다.

(1) Problem Model, IFR, Hypothesis

Function Model	IFR	Hypothesis	채택
외류 ← 도어 연다 (작업자)	IFR1 : 문을 열 때 와류가 생기지 않도록 한다.	H1 : 기존의 문이 아닌 다른 형태의 문을 사용한다.	X
작업자가 문을 열 때 와류가 발생한다.	IFR2 : 문이 스스로 열리도록 한다.	H2 : 사용자에게 반응하여 문이 열리는 장치를 사용한다.	X
	IFR3 : 최소한의 움직임으로 문이 열리도록 한다.	H3 : 손이 아닌 다른 신체 부위로 문을 여닫을 수 있도록 한다.	○

기존의 도어는 손으로 열어야 했다. 하지만 손으로 열게 되는 데에서 발생하는 모순으로 인하여 와류가 발생해 사용자에게 위해를 끼칠 수 있었다. 하지만 손이 아닌 다른 신체 부위로 간단한 자극을 주게 되면, 무게중심을 이루고 있던 추와 문의 균형이 깨져 문이 올라가게 된다. 하지만 문을 다시 내리게 되면 추가 내려와 걸림으로써 안정적으로 문을 지지할 수 있게 된다. 또한, 문을 지지하는 와이어에 저항을 달아 문을 서서히 올라가게 함으로써 배기 장치의 기능을 방해하지 않아 와류가 생기지 않는 해결책이다.

(2) Hypothesis, Tools and DBs, Solution Ideas.

Hypothesis	Effects/Standards/Principles 및 Action/Tool 검색시도 활용	Ideas
H3 : 손이 아닌 다른 신체부위로 문을 여닫을 수 있도록 한다.	발명원리 - 분할, 통합&동시 작업.	Idea1 : 도어를 발로 열 수 있도록 한다.

5. 평가

평가준거 아이디어	비용	수용가능성	자원	시간	공간
Idea1	E	C	C	C	C
Idea2	D	B	D	E	D
Idea3	B	A	B	C	E
Idea4	B	A	B	C	A
Idea5	B	B	C	D	D
Idea6	A	A	B	C	A

A/B/C/D/E

최종적으로 위의 평가행렬 법을 통해서 분석해 본 결과, 상당수의 아이디어가 비용과 시/공간적 면에서 기존의 흡 후드 공정에 끼우기 부적합한 결과를 보였다. 하지만 Idea6의 경우, 비교적 간단한 공정이나 실험을 할 때 위해를 끼칠 만한 어느 위험요소가 없어 수용 가능성이 크게 평가되었고, 이에 따라 실시 비용이 적어져 다른 아이디어들 보다 IFR에 근접한 해결책으로 선정되었다.

(주) Idea 6: 4.2.2.1 기술적모순 해결 - Idea 1

결론

본 연구에서는 창의적 문제해결 기법인 트리즈 기법이 흡 후드의 와류 발생에 대한 문제를 해결할 수 있는 해결책을 제시할 수 있는지에 대해 탐구하였다. 분석 단계에서 비교적 문제의 핵심이 드러나게 되어 모순도 간단하게 도출되었다. 모순 분석 결과 나온 6가지의 아이디어에서 손이 아닌 신체의 일부, 발을 사용하여 흡 후드를 개폐하는 아이디어로 와류의 발생을 해결할 수 있는 것으로 평가되었다.

참고문헌

- (1) Isak Bukhman (강병선, 송상기, 오동환, 김태수, 문용은, 김신구, 김영기 역), 2013, “TRIZ 혁신을 위한 기술 (Technology for Innovation)” pp. 77~112
- (2) 김호중, 김기정, 강일찬, 조영덕, 2012, “창의 공학 설계 입문 실용 트리즈 (Practical TRIZ)”, pp. 139~171
- (3) 김효준, 2001, “생각의 창의성 TRIZ” pp. 92
- (4) 안세훈, 오경철, 2012, “생각이 열리는 나무 트리즈 마인드맵”, pp. 54~67