

TRIZ를 활용한 가정용 가스보일러 배기통의 연결부 이탈문제해결

임사환*, 허용정**

Solving for Missing Link of Exhaust Tube at the Household Gas Boiler USING TRIZ

Sa Hwan Lee* and Yong Jeong Huh**

ABSTRACT

There have been 3E problems of energy, economy and environment since the earth has its history. Especially, the energy and environment problems have been getting serious after the modern industry revolution. Therefore, the demand of gas as an eco-friendly energy source is getting increased. With the demand of gas, the installation and use of gas boiler is also increased, so human life injury by the waste gas(CO) of boiler goes on increasing every year. It is the content about a life of the exhaust tube which is used at Gas boiler in this paper. We explain also the course to apply the 6SC(6 Step Creativity)of practical TRIZ and evaluate the resolution.

Key words : GAS Boiler, Exhaust Tube, TRIZ(Theory of Inventive Problem Solving), 6SC(6 Step Creativity)

1. 서 론

산업사회가 발전하면서 난방기술도 급변하고 있다. 인간의 삶에 대한 안정성과 편리성을 위하여 에너지원도 가스로 점진적으로 변화하였으며, 그 수요현황은 Table 1과 같다^[1]. 또한 가스보일러의 설치현황도 가스의 소모량과 비례하여 수요가 빠르게 증가하

고 있는 실정이다.

이와 더불어 가스사고가 증가하면서 가스사고에 대한 많은 연구가 수행되었으며, 가스보일러 사용에 의한 CO중독사고로 인한 인명피해도 매우 심각한 수준에 이르렀다. 최근 5년간 가스보일러에 의한 시설미시사고는 급·배기통 설치기준 미준수가 15건(55.6%)으로 가장 많고 다음은 배기통 연결부 이탈 12건에 의한 사고로 나타났다.

이러한 CO 중독사고의 인명피해는 Table 2에 나타난 것처럼 타 형태의 사고보다 무려 4.3배가 높게 나타났다^[2].

이러한 기술적인 문제를 해결하기는 쉽지 않았으며, 이는 발상의 전환을 위한 훈련보다는 생산성 향

Table 1. Consumption of energy (Units : kiloton)

Year	2001	2002	2003	2004	2005
Energy Consumption	198,409	208,636	215,066	220,238	229,333
LNG	20,787	23,099	24,194	28,351	29,989
Oil (LPG)	100,385 (11,390)	102,414 (12,272)	102,380 (11,912)	100,638 (11,937)	101,553 (12,240)
Hydraulic	1,038	1,327	1,722	1,465	1,297
Nuclear	28,033	29,776	32,415	32,679	36,695
Coal	45,711	49,096	51,116	53,127	54,791
Other	2,456	2,925	3,241	3,977	5,007

Table 2. Accident for boiler

Section	CO Poisoning	Explosion	Comparison (CO Poisoning / Explosion)
Death / Wound	43 / 64	- / 4	- / 16 times
Damage / Case	107 / 36	4 / 6	26.8 times
/ 6 times			
Damage rate for each accident	3.0	0.7	4.3 times

*교신저자, 정희원, 한국가스안전공사 가스안전교육원

**정희원, 한국기술교육대학교 메카트로닉스공학과

- 논문투고일: 2007. 06. 14

- 심사완료일: 2007. 09. 30

상에 초점을 맞추어 경영이 이루어지고 있기 때문이다.

최근 식스시그마를 위한 설계(DFSS)를 통하여 고객만족과 기술품질을 갖추어 높은 수익을 창출하였다¹³⁻⁶. 여기에 트리즈를 접목하면 더욱 빠르고 강력한 결과를 잉태할 것이다. 이러한 트리즈는 모순을 이상적인 설계가 되도록 혁신 프로세스를 체계적으로 구성한 것이다. 따라서 누구나도 쉽게 창조적으로 문제를 해결할 수 있도록 하고 있다¹⁷⁻¹⁰.

본 논문에서는 실용트리즈의 6단계 창의성(6SC : 6 Step Creativity)^{11,12}을 적용하여 가스보일러 배기통의 연결부 이탈 문제를 해결하는 방안을 설명하고 문제 해결에 대한 기술적인 평가를 실시하고자 한다.

2. 창의적 문제해결 이론

2.1 창의적 문제해결 이론

트리즈(TRIZ)는 창의적 문제해결 이론(Theory of Inventive Problem Solving)이라는 뜻의 러시아어 약자이다. 이 이론은 1946년 러시아의 알트슐러 박사에 의하여 개발되었다. 그는 과학기술의 발전 속에는 예측 가능한 유형이 있다는 사실을 발견하였다¹³⁻¹⁴. 즉 과학기술분야의 발전에는 반복되는 일정한 법칙이 존재한다는 것이다.

문제해결에 사용되는 TRIZ 도구로는 40가지 발명원리, 모순 도출과 해결, 이상성, 자원사용, 과학적 효과사용, 기술 시스템 진화법칙, 물질-장 분석과 76가지 표준해 등이 있으나^{15,16}, 여기서는 문제를 해결하기 위한 트리즈의 방법에 대한 것으로 Fig. 1의 6단계를 거치면서 보일러 배기통의 연결부 이탈 문제해결을 빠르게 검토하기로 한다.

2.2 실용트리즈 6단계

실용트리즈의 6단계는 Fig. 1과 같이, 1) 그림으로

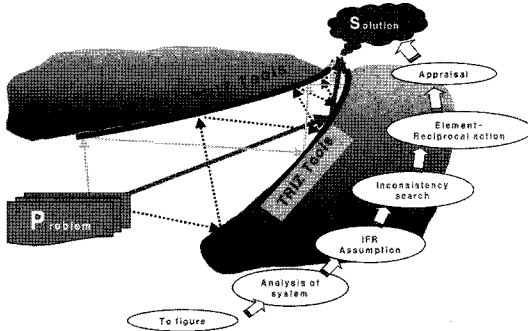


Fig. 1. Application of 6SC method.

표현, 2) 시스템의 기능분석, 3) 이상해결책, 4) 모순과 분리원리, 5) 요소-상호작용, 6) 해결책과 평가 단계를 거치면서 창의성을 하나씩 적용하여, 각 원리에서 문제 해결에 대한 다른 해결방법을 찾아봄으로써 좀 더 창의적인 해결방법을 모색할 수 있다.

3. 6SC 적용 및 평가

가스보일러 배기통의 연결부 이탈 문제를 6SC를 적용하여 단계별로 분석하고 해결책을 찾아보았다.

3.1 그림으로 표현

사람의 생각을 구체화시키는 가장 좋은 방법은 그림이나 도표 등을 이용하는 것이며, 그림으로 표현하면 문제의 상황을 쉽게 분석하고 문제의 원인을 정확히 파악할 수 있다¹⁷.

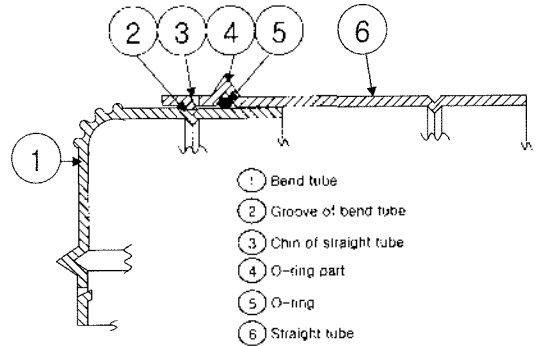


Fig. 2. The linked form of existing exhaust tube.

가스보일러에서 사용되는 기존배기통의 접속 형태는 Fig. 2와 같이 직관(6)과 곡관(1)이 체결되는 부분이 한곳뿐으로 보일러가동 등에 의하여 배기통이 쉽게 분리가 되어 폐가스가 누출할 우려가 많음을 파악할 수 있다. 이러한 배기통은 현장에서 시공함에 있어서 공간상의 거리가 길어지면 체결부위에 직관배기통에 설치되어 있는 턱(3)부분과 곡관배기통에 설치되어 있는 홈(2)부분이 정상적으로 체결되지 않는다. 이로 인하여 보일러 가동에 의한 진동으로 쉽게 분리가 일어나 폐가스(CO)를 누출하게 된다. 또한 현장여건상 장소가 협소한 경우에는 직관배기통을 곡관배기통에 깊이 삽입하여 직관배기통에 설치되어 있는 턱(3)부분과 곡관배기통에 설치되어 있는 홈(2)부분이 정상적으로 체결되지 않는다. 이로 인하여 배기통의 틈새를 통한 폐가스가 누출하여 인체에 피해를 유발시킨다.

3.2 시스템의 기능분석

시스템의 기능분석은 해결해야 할 기술과제가 복잡하게 얽혀있거나 문제가 명확하지 않은 경우 매우 중요하게 작용한다. 특히 복잡한 시스템의 부품이나 모듈들의 모순 관계를 도식적으로 나타내는데 유용하다.

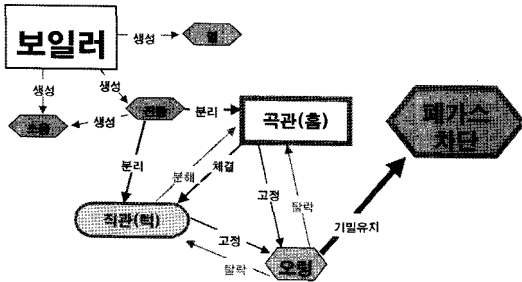


Fig. 3. Function analysis of the system.

Fig. 2에서 보듯이 취관배기통(취)과 직관배기통(덕)의 체결과 분해는 쉽게 이루어져야 하며, 보일러 가동 등으로 인하여 발생하는 열, 진동, 소음 등으로 취관배기통(취)과 직관배기통(덕)이 분리가 되면 폐가스(CO)가 누출하여 인체에 상해를 유발시킨다. 이를 사전에 예방하기 위해서는 오링부위에 의한 기밀유지와 진동에 의한 직관배기통과 취관배기통의 분리가 일어나지 않도록 고려해야 한다. 따라서 Fig. 3의 기능분석을 실시하면 보일러사용으로 인한 진동에 의하여 직관배기통의 덕 부분과 취관배기통의 취 부분이 분해 및 이탈되지 않아야 하며, 보일러 배기통을 시공할 경우에는 직관배기통의 덕 부분과 취관배기통의 취 부분이 쉽게 체결이 이루어져야 한다. 또한 오링부위에서 기밀을 유지하여 폐가스가 누출되지 않도록 시공되어야 한다.

3.3 이상해결책

이상성(ideality)은 유용한 기능들의 합을 유해한 기능들의 합으로 나눈 값이라고 정의한다. 모든 시스템은 유용한 결과와 유해한 결과를 동시에 유발시키는 기능들을 수행하며, 유용한 기능은 시스템에서 원하는 모든 기능이고 유해한 기능이란 시스템의 비용, 공간, 각종 공해, 에너지 소모값이 시스템이 유발시키는 원하지 않는 결과를 말한다. 이러한 개념을 바탕으로 이상성을 공식화하면 다음과 같다.

$$Ideality = \frac{\sum Useful\ function}{\sum Harmful\ function}$$

이상성의 목표는 시스템의 유효기능을 최대화하면

서 유해기능을 최소화하는 것이다. 공식을 살펴보면 분자의 유용한 기능을 무한대로 증가시키고, 분모의 유해한 결과는 0으로 감소시킴으로써 이상성을 달성할 수 있다. 이상성의 극대값이 바로 이상적인 최종결과이다.

이상해결책(IFR : Ideal Final Result)은 문제에 대한 고정 관념을 벗어나는 좋은 방법론으로 이상적인 시스템은 요구되는 기능을 수행하면서도 존재하지 않는 시스템인 것이다^{[8],[9]}.

특히 모순으로 표현되는 복잡한 문제의 해결에 IFR을 적용하면 심리적인 장벽을 쉽게 넘어 실수 있다.

Fig. 2에서 보듯이 취관배기통(취)과 직관배기통(덕)은 체결되어 오링부위에 의하여 기밀을 유지하고 있다. 하지만 체결부분이 한곳뿐으로 진동에 의하여 쉽게 분해가 일어날 수 있다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위한 이상적인 방법은 진동에 의하여 쉽게 분해되지 않아야 하며, 현장여건에 따라 배기통의 길이가 길어져도 짧아져도 체결부분이 존재해야 한다.

3.4 모순과 분리원리

모순은 트리즈의 중요한 개념 중의 하나로서, 시스템의 어느 한 특성을 개선하고자 하면 그 시스템의 다른 특성이 악화되는 상황을 말하며, 트리즈의 모순에는 기술적 모순과 물리적 모순의 두 가지가 있다.

3.4.1 기술적 모순(Technology Contradiction)

하나의 시스템 내에 존재하는 어떤 특성을 향상시키면 다른 특성이 악화되는 것이다. 보편적인 공학적 접근방법은 기술적 모순을 타협과 최적화방법을 사용하지만 TRIZ는 두 가지 모순특성을 동시에 완전히 제거하여 기능을 향상시키는 것이다.

3.4.2 물리적 모순(Physical Contradiction)

하나의 시스템 내에서 어떤 상황에서는 시스템을 구성하는 특성이 향상되어야 하고, 다른 상황에서는 그 특성이 악화되는 것을 말한다.

- ① 시간의 분리 원리 : 시스템의 파라미터나 요소가 시간에 따라 존재하기도 하고 존재하지 않게 하는 것.
- ② 공간의 분리 원리 : 시스템의 파라미터나 요소가 공간이나 방향에 따라 존재하기도 하고 존재하지 않기도 하는 것.

위의 기술적 모순과 물리적 모순은 한 시스템 내에서 함께 존재하는 경우가 대부분이다.

본 논문에서의 모순은 실용성이 높은 '물리적 모순'

을 해결함으로써 문제를 해결하였다.

기존 보일러 배기통의 체결부는 곡관배기통의 홈과 직관배기통의 턱이 한곳뿐으로 길이가 짧아지거나 길어지면 직관배기통의 턱 부분과 곡관배기통의 홈 부분이 정상적으로 체결되지 못한다. 또한 보일러 가동에 의하여 발생하는 진동에 의하여 쉽게 분리가 일어날 수 있다. 이는 현장여건(상소가 넓거나 협소)이 변화할 경우 배기통의 길이가 길어지거나 짧아지거나 직관배기통의 턱 부분과 곡관배기통의 홈 부분이 정상적으로 체결되어야 하는데 길이의 변화에 의하여 정상적으로 체결되지 못하는 물리적 모순을 내포하고 있다. 따라서 TRIZ에서 공간의 분리에 해당하며, 이를 개선하기 위하여 턱의 개수를 일정간격으로 설치하면 현장여건이 변화하더라도 배기통의 길이가 길어져도 체결할 수 있고 짧아져도 체결이 가능하게 되어 물리적 모순을 해결할 수 있다.

3.5 요소-상호작용

요소-상호작용은 문제를 일으키는 각 요소의 성질을 깊이 있게 분석할 수 있는 새로운 방법론이며, 잘 활용하면 기존의 기술과는 다른 새로운 신기술을 찾을 가능성이 높다.

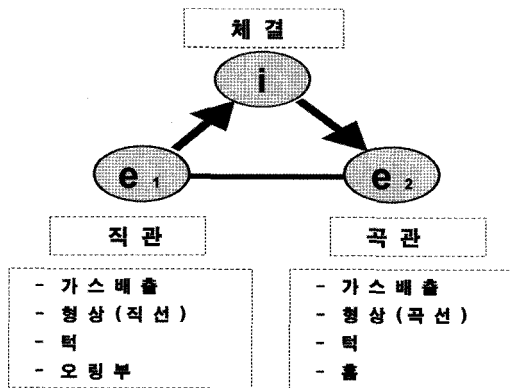


Fig. 4. Elements-Interaction.

Fig. 4는 직관배기통과 곡관배기통의 체결에 대한 요소-상호작용에 항목들이다. 곡관배기통과 직관배기통의 요소-상호작용에 해당하는 항목에서 중요하게 작용하는 턱 부분과 홈 부분 그리고 오링부에 대하여 밀접한 관련이 있다. 직관배기통의 턱 부분과 곡관배기통의 홈 부분이 정상적으로 체결되면 보일러가동에 의하여 발생하는 진동에도 분해가 되지 않고, 오링부분에 의하여 폐가스(CO)의 누출을 차단할 수 있다. 따라서 보일러가동에 의하여 발생하는 진동 등으로

배기통이 분리 및 이탈되지 않아 폐가스 누출에 의한 인명피해를 사전에 차단할 수 있다.

3.6 해결책과 평가

6SC의 5단계를 통하여 도출된 문제에 대한 여러가지 해결책을 최종적으로 선택하고 평가하는 단계이다.

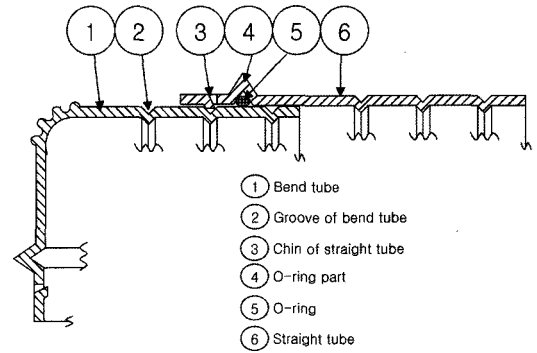


Fig. 5. The linked form of improving exhaust tube.

Fig. 2는 기존배기통의 곡관과 직관의 결합 모습으로 체결부위가 한곳으로 보일러가동 등으로 인하여 발생하는 진동에 쉽게 분리가 될 수 있다.

현장에서 길이 조절이 되지 않기 때문에 현장여건에 따라 배기통의 길이가 길면 협소한 공간에서는 체결부위를 절단하여 사용하므로 체결력이 존재하지 않아 보일러가동에 의한 진동으로 쉽게 분리가 일어나는 문제점을 가지고 있다. 또한 보일러 설치현장이 넓은 경우에는 배기통을 조금 빼내어서 조립하므로 곡관보일러의 홈과 직관보일러의 턱 부분이 체결되지 않아 진동으로 쉽게 분해가 되는 문제점을 내포하고 있다.

Fig. 5는 직관배기통과 곡관배기통에 설치되어 있는 홈과 턱의 개수를 일정간격으로 설치하여 현장여건에 상관없이 물리적인 모순 문제점을 해결할 수 있다.

현장여건이 넓은 부분에 배기통의 길이가 길어져야 할 경우라도 체결되고, 협소한 장소에서는 배기통의 길이가 짧아져도 곡관배기통에 설치되어 있는 다수의 홈이 설치되어 있으므로 길이 조절이 가능하여 보일러가동에 의하여 발생하는 진동이나, 현장여건에 관계없이 체결력을 유지할 수 있어 폐가스 누출을 사전에 차단할 수 있다.

4. 결 론

본 논문에서는 가스보일러 배기통의 연결부 이탈

문제해결을 위하여 실용트리즈 6단계를 실시하였다. 본 논문에서 이러한 6SC를 이용하여 배기통의 문제를 해결하였으며 다음과 같은 효과가 기대된다.

1. 보일러 가동으로 인하여 발생하는 진동에 대하여도 배기통이 쉽게 분해되지 않을 것이며, 이로써 배기통 분리로 인한 폐가스 누출사고를 예방할 수 있을 것이다.

2. 길이조절이 가능한 배기통을 통하여 현장에서 시공에 편리성을 가져올 수 있으므로, 현장에서 길이조절에 대한 공정을 줄여서 빠른 시공으로 경제적 효과가 기대된다.

또한, 본 논문의 내용은 실용신안 20-0407021-00-00에 등록되었으며, 2006년 08월 14일에 기술평가 유지결성이 되었다.

추후 배기통의 턱 부분의 증가로 인한 폐가스 유동평가를 실험 및 시뮬레이션을 통하여 연구코자 한다.

후 기

본 연구는 산업자원부 지방기술혁신사업(RT104-01-02)지원으로 수행하였습니다. 관계사 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. Korea Statistical Information System Consumption Data of Energy source. <http://kosis.nso.go.kr>
2. Korea Gas Safety Corporation. "2005 Gas Accident Yearbook", O-Sung Printing, 2006.
3. Domb, E., "The Role of TRIZ in Six Sigma Management", TRIZCON2000, The Altshuller Institute, 2006.

4. Fisher, A., "Rules for Joining the Cult of Perfection", Fortune, Feb. 7, 2000.
5. Perez-Wilson, M., "Six Sigma", Scottsdale AZ, Advanced Systems Consultants, 1999.
6. Harry, M. and Schroeder, R., "Six Sigma", Doubleday, NewYork, 2000.
7. 김호중, "실용트리즈의 창의성 과학", 두양사, 2006.
8. 한국표준협회, "창의적 문제해결 이론", 2005.
9. Altshuller, G. S., "Creativity as an Exact Science", Gordon and Breach, NewYork, 17, 1988.
10. 김호중, "신제품 개발을 위한 실용트리즈의 창의성 과학", 두양사, 2006.
11. 김호중, "6단계 창의성을 적용한 실용트리즈", 캠프트리즈, 2006.
12. 오재준, 인사환, 허용정, 김호중, "트리즈 기법을 활용한 LCD 이송장치용 우레탄 휠의 문제해결에 관한 연구" 2007 한국CAD/CAM학술 발표회 논문집, pp. 333-336, 2007.
13. 이홍석, 이경원, "창의적 문제해결 기법의 물리적 모순 해결에 의한, 초절수형 양변기 시스템의 설계", 한국CAD/CAM학회 논문집, 제6권, 제3호, pp. 193-197, 2001.
14. 박성균, "40가지 원리 '그림으로 보는 발명과 문제해결법'", 아이디어브레인, 2002.
15. 박성균 외 2명 역, "40가지 원리", 아이디어 브레인, 2002.
16. 유병청, 이진상, 최준호, "트리즈를 이용한 스케이트 보드의 개발", 한국CAD/CAM학회 논문집, 제12권, 제3호, pp. 200-207, 2007.
17. 인사환, 허용정, "TRIZ를 활용한 가스보일러 배기통 문제해결", 한국반도체및디스플레이장비학회 2007년도 춘계학술대회 논문집, pp. 297-300, 2007.
18. John Terninko 외 2인, "체계적인 이노베이션 - 창의적 문제해결 이론(TRIZ)소개(System Innovation)", (사)한국트리즈협회 역, 초판.
19. 서승우, 박강, 김병재, "TRIZ 도구를 이용한 유리병 표면부식장치 홀더 설계", 한국CAD/CAM학회 논문집, 제10권, 제5호, pp. 365-374, 2005.



허 용 정

1980년 2월 부산대학교 기계설계학과 공학사
 1982년 2월 서울대학교 대학원 기계설계학과 공학석사
 1991년 2월 : 한국과학기술원 기계공학과 공학박사
 1993년 1월~현재 한국기술교육대학교 메카트로닉스공학부 교수

관심분야: 지능형 설계, 사출성형의 CAD/CAE, 기계설계, 반도체 패키징



임 사 환

1999년 8월 부경대학교 기계설계학과 공학사
 2004년 2월 부경대학교 컴퓨터공학과 공학석사
 2007년 2월 한국기술교육대학교 대학원 기계공학과 박사과정수료
 2003년~현재 한국가스안전공사 가스안전교육원 교수

2005년 7월 기술지도사 21기 동기회 교육이사
 2007년 8월 2007년 직업능력개발 훈련기관 평가사업(집체부문) 평가위원(팀장)

관심분야: 임력용기의 CAD/CAE, 안전관리 및 평가, 지능형 설계, 최적화설계