



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

문제유형별 트리즈의 문제해결
알고리즘 비교 연구

제주대학교 경영대학원

경영정보학과

신 원 식

2019년 2월

문제유형별 트리즈의 문제해결 알고리즘 비교 연구

지도교수 한정석

신 원 식

이 논문을 경영학 석사학위 논문으로 제출함

2018년 12월

신원식의 경영학 경영정보전공 석사학위 논문을
인준함

심사위원장 _____인

위 원 _____인

위 원 _____인

제주대학교 경영대학원

2018년 12월

제목 차례

Abstract	vii
제1장. 서론	1
1. 연구 배경 및 목적	1
1) 연구의 배경	1
2) 연구의 목적	2
2. 연구방법 및 논문구성	4
1) 연구방법	4
2) 논문구성	5
제2장 TRIZ의 발전사와 방법론들	6
1. TRIZ의 정의	6
2. TRIZ의 발전사	6
3. TRIZ의 방법론들	9
1) 모순	9
2) 40가지 발명원리	11
3) 물질-장 모델과 76가지 표준해	12
(1) 물질-장 모델	12
(2) 76가지 표준해 (76 Inventive Standards)	14
(3) 76가지 표준해를 사용하기 위한 알고리즘	15
4) 40가지 발명원리와 76가지 표준해간의 관계	16
제3장. 문제 인식의 중요성과 나비다이어그램	18
1. TRIZ의 문제해결 절차	18
2. 문제의 정의	19
3. 나비다이어그램	24
1) 나비다이어그램의 정의	24
2) 나비다이어그램의 용어 정의와 작성 방법	25

(1) 나비다이어그램의 용어 정의	25
(2) 나비다이어그램의 작성방법	25
4. 사례에 활용되는 TRIZ 방법론들에 대한 설명	27
제4장. 문제해결 사례	30
1. 범용 단일 압형 도구	30
1) 물질-장 모델	30
2) 나비다이어그램	32
3) 물리적 모순 제거 원칙	34
4) 76가지 표준해 적용	35
5) 40가지 발명원리 적용	37
2. 벽이 얇은 관을 구멍 내는 방법	37
1) 물질-장 모델	37
2) 나비다이어그램	39
3) 물리적 모순 제거 원칙	43
4) 76가지 표준해 적용	44
5) 40가지 발명원리 적용	46
3. 약이 든 앰플의 밀봉 문제	47
1) 물질-장 모델	47
2) 나비다이어그램	49
3) 물리적 모순 제거 원칙	50
4) 76가지 표준해 적용	51
5) 40가지 발명원리 적용	54
4. 수도관 동파 문제	55
1) 물질-장 모델	55
2) 나비다이어그램	56
3) 물리적 모순 제거 원칙	58
4) 76가지 표준해 적용	59
5) 40가지 발명원리 적용	61

5. 스스로 짐을 부리는 바지선 문제	61
1) 물질-장 모델	62
2) 나비다이아그램	63
3) 물리적 모순 제거 원칙	64
4) 76가지 표준해 적용	65
5) 40가지 발명원리 적용	66
제5장 결론	67
1. 연구의 의의 그리고 한계	67
2. 향후 연구 방향	68
<참고문헌>	70
<참고자료>	73
1. ARIZ-56	73
2. 40가지 발명원리	73
3. 물질-장 기호 정리	78
4. 기술적 모순의 도식 모델	79
5. 76가지 표준해	80
6. '표준해를 사용하기 위한 알고리즘'	88
7. 40가지 발명원리와 76가지 표준해와의 관계	91
8. ARIZ-85c	93
9. ARIZ-71의 제2부 : 문제의 더욱 정확한 정의	95

표 차례

<표 2-1> 물리적 모순 제거 원칙	10
<표 2-2> 40가지 발명원리	12
<표 2-3> ARIZ-85c에서 사용되는 물질-장 연결기호	14
<표 2-4> 40가지 발명원리와 표준해 관계	17
<표 3-1> 물리적 모순과 물리적 모순 선정 기준	27
<표 4-1> 벽이 얇은 관을 구멍 내는 방법의 40가지 발명원리와 76가지 표준해와의 관계	46
<표 4-2> 약이 든 앰플의 밀봉 문제의 40가지 발명원리와 76가지 표준해와의 관계	54

그림 차례

<그림 2-1> TRIZ 발전 역사	9
<그림 2-2> 최소 기술시스템의 요소들	13
<그림 2-2> 가장 간단한 완전한 물질-장 구조	13
<그림 3-1> TRIZ 문제해결을 위한 모델	18
<그림 3-2> 화승총 모순분석	20
<그림 3-3> 중절식 소총	21
<그림 3-4> 기능분석도	22
<그림 3-5> 화승총 물질-장 모델들의 집합(集合)	23
<그림 3-6> 나비다이어그램	24
<그림 3-7> 화승총 모순문제 나비다이어그램	26
<그림 4-1> 범용 단일 압형 도구 물질-장 모델	30
<그림 4-2> 범용 단일 압형 도구 기술적 모순 도식 모델	31
<그림 4-3> 범용 단일 압형 도구 물질-장 모델 기능 도식	31
<그림 4-4> 범용 단일 압형 도구 나비다이어그램-1	32
<그림 4-5> 범용 단일 압형 도구 나비다이어그램-2	33
<그림 4-6> 범용 단일 압형 도구 나비다이어그램-3	33
<그림 4-7> 범용 단일 압형 도구 표준해 2.2.2 적용 도식화	36
<그림 4-8> 벽이 얇은 관을 구멍 내는 방법 물질-장 모델	38
<그림 4-9> 벽이 얇은 관을 구멍 내는 방법 기술적 모순 도식 모델	38
<그림 4-10> 벽이 얇은 관을 구멍 내는 방법 물질-장 모델 기능 도식	38
<그림 4-11> 벽이 얇은 관을 구멍 내는 방법 나비다이어그램	39
<그림 4-12> 벽이 얇은 관을 구멍 내는 방법 표준해 1.2.4 적용 도식화	45
<그림 4-13> 약이 든 앰플의 밀봉 문제 물질-장 모델	47
<그림 4-14> 약이 든 앰플의 밀봉 문제 기술적 모순 도식 모델	48
<그림 4-15> 약이 든 앰플의 밀봉 문제 물질-장 모델 기능 도식-1	48
<그림 4-16> 약이 든 앰플의 밀봉 문제 물질-장 모델 기능 도식-2	48

<그림 4-17> 약이 든 앰플의 밀봉 문제 나비다이아그램	49
<그림 4-18> 표준해 1.2.1 도식	52
<그림 4-19> 약이 든 앰플의 밀봉 문제 표준해 1.2.1 적용 도식화	53
<그림 4-20> 약이 든 앰플의 밀봉 문제해결안 그림	53
<그림 4-21> 약이 든 앰플의 밀봉 문제 표준해 1.1.8 적용 도식화	54
<그림 4-22> 수도권 동파 문제 물질-장 모델	55
<그림 4-23> 수도권 동파 문제 기술적 모순 도식 모델	56
<그림 4-24> 수도권 동파 문제 물질-장 모델 기능 도식	56
<그림 4-25> 수도권 동파 문제 나비다이아그램	57
<그림 4-26> 수도권 동파 문제해결안 그림	60
<그림 4-27> 수도권 동파 문제 표준해 1.2.3 적용 도식화	60
<그림 4-28> 스스로 짐을 부리는 바지선 문제 설명 그림	61
<그림 4-29> 스스로 짐을 부리는 바지선 물질-장 모델	62
<그림 4-30> 스스로 짐을 부리는 바지선 문제 기술적 모순 도식 모델	62
<그림 4-31> 스스로 짐을 부리는 바지선 문제 물질-장 모델 기능 도식	63
<그림 4-32> 스스로 짐을 부리는 바지선 문제 나비다이아그램	63
<그림 4-33> 스스로 짐을 부리는 바지선 문제 표준해 1.1.4 적용 도식화	66

ABSTRACT

A Comparative Study on the Problem Solving Algorithm of TRIZ by Problem Type

Won Shik Shin

Dept. of Management Information Systems
The Graduate School of Jeju National University
Supervised by prof. Jung Suk Hyun

TRIZ (Teoriya Resheniya Izobretatelskih Zadatch in Russian) refers to the “Theory of Inventive Problem Solving”. Initially proposed by the former Soviet scientist Genrich Altshuller, TRIZ is a particularly remarkable technique to generate ideas for problem solving because it uses more systematic and concrete methodologies than other techniques and has a potential to produce feasible outcomes.

The wide application of TRIZ, however, is limited due to the diversity and complexity of methodologies, which make it difficult to understand.

The purpose of this study is to promote the understanding and utilization of TRIZ as an excellent tool to develop creativity in the age of 4th industry where intelligent talent is required.

First, this study established the concept of TRIZ by learning and understanding various methodologies emerged in the development process. Based on ARIZ-85c (a complete version of ARIZ), this study explained su-field modeling, the butterfly diagram for resolving contradictions, the principle of physical contradictions elimination, algorithm for using the standards, and mapping the 76 standard solutions onto the 40 inventive

principles.

The above-mentioned theories were applied to specific cases in Chapter 4, which include 'single universal stamping tool', 'punching holes in thin-walled tubes', 'sealing ampoules with drugs', 'preventing rupture of pipes', and 'self-unloading barge'.

The significance of this study is to provide a comprehensive understanding on TRIZ by synthesizing its relevant concepts and tools (problem solving techniques) and illustrating the case studies of applying TRIZ to solve specific problems in Chapter 4.

However, despite the fact that 'algorithm for using the standards' and 'mapping the 76 standard solutions onto the 40 inventive principles' are incomplete, this study used them for the smooth process of TRIZ. As a result, this study has a limitation to provide the logical rationale because there exist some discrepancies between theories and the case studies of applying these theories.

In the future, the ambiguity, incomprehensibility, and incompleteness of TRIZ should be improved so that TRIZ will be widely used in various fields including technical science as an important topic of education for creativity development.

Therefore, more studies and attempts should be made to enhance the general public's understanding and application of TRIZ. Future studies that modify and supplement Victor Fey's 'algorithm for using the standards' and Ellen Domb and John Terninko's 'mapping the 76 standard solutions onto the 40 inventive principles' will be a great help for the extensive application of TRIZ.

제1장. 서론

1. 연구 배경 및 목적

1) 연구의 배경

인류는 1780년대 증기기관의 발명으로 최초의 산업혁명을 맞이하게 된다. 이후 20세기 초반 전기 에너지를 이용한 컨베이어 벨트 방식인 대량생산 시스템의 2차 산업혁명을 거쳐, 1970년대 전기전자와 정보통신기술로 생산 공정의 자동화를 이룬 3차 산업혁명의 변혁을 겪었다(김인숙, 남유선, 2016). 이제 우리는 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT), 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터 등 지능정보기술이 기존 산업과 서비스에 융합되거나 3D 프린팅, 로봇공학, 생명공학, 나노기술 등 신기술과 결합하여 실세계 모든 제품·서비스를 네트워크로 연결하고 사물을 지능화하는 제4차 산업혁명의 시대를 맞이하고 있다(IT용어사전, 2018).

2016년 1월 다보스포럼(WEF : World Economic Forum)에서 처음 언급된 ‘제4차 산업혁명(The Fourth Industrial Revolution)’이란 용어가 이젠 산업과 일상에 광범위하게 이슈화되고 있다. 그 이유는 1차, 2차, 3차 산업혁명이 우리의 경제, 사회, 문화에 영향을 주었듯이, 4차 산업혁명 또한 우리의 현재와 미래를 근본적으로 변화시킬 것이기 때문이다(김인숙, 남유선, 2016). 이에 대한민국 정부는 우리 앞에 성큼 다가오는 변화에 대처하고자 대통령 직속의 ‘4차산업혁명위원회’를 설립하였으며, 제주특별자치도 역시 원희룡 도지사의 ‘4차산업혁명펀드’ 조성의 계획 등 다가올 미래를 준비하고 있다(시사제주, 2018).

4차 산업혁명에는 지능형 인재 양성의 필요성이 대두되고 있다(대한민국 정부 대표 블로그, 2017). 4차 산업혁명은 특정한 첨단기술이 가져온 기술혁명이 아닌, 여러 가지 기술의 연계와 융합으로 이루어지는 사회 전반적인 변화이므로 모든 분야에서의 변화는 불가피하다. 이에 따른 미래인재상도 한 분야에만 정통한 인

재가 아닌, 다양한 분야에 관심을 갖고 영역을 넘나들 수 있는 인재가 훨씬 더 필요하다. 즉 다양한 관점에서 사고할 수 있고, 복합적 문제해결 능력을 갖춘 창의적 융합인재가 미래의 인재상이 되는 것이다(최연구, 2018).

그렇다면 우리는 4차 산업혁명이 바라는 창의적 인재가 될 수 있을까? 동서고금의 많은 전문가의 주장처럼, <생각의 탄생>의 저자인 로버트 루트번스타인 역시 “흔히 사람들이 창의성은 타고난다는 모차르트 신화, 노력하지 않아도 저절로 나온다는 영감 신화, 지능과 연관이 있다는 천재 신화, 문제해결 능력이라는 생산 신화, 창의적인 사람들은 다 전문가라는 전문가 신화, 어렸을 때부터 신동이라는 신동 신화로 오해하고 있다. 하지만 창의성은 타고난 것이 아닌 교육을 통해 훈련을 받은 사람이다.”(시사위크, 2016)라고 말하고 있다. “천재는 1%의 영감과 99%의 노력으로 이루어진다.”라는 에디슨의 격언처럼, 창의적 인재는 선천적 재능보다는 후천적 노력으로 양성되는 것이다.

또한, 이러한 창의성 개발의 노력은 혁신(革新)의 발판이 된다. 혁신은 창의력과 실천력의 결합으로, 새로운 생각을 실행하여 새로운 가치를 창출해내는 창조적 과정이기 때문이다. 즉, 창의력은 혁신의 전제 조건이며 혁신은 창의력의 결과물인 것이다(정영교, 2006). 기업의 발전을 위한 혁신의 사례는 구글과 사우스웨스트, 혼다, 한라공조 등의 경우를 통해서 쉽게 찾을 수 있다. 이 기업들은 트리즈의 창의적 문제해결을 통해서 혁신경영을 이루어 가고 있다(하성민, 2016).

2) 연구의 목적

창의적인 문제해결을 위한 아이디어 발상 기법으로는 브레인스토밍, SCAMPER 등 180개 이상의 다양한 방법론이 개발되어있다. 그중에서 구소련의 Altshuller가 개발한 창의적 문제해결 이론인 TRIZ가 주목을 받는 것은 TRIZ가 다른 기법에 비해 체계적이면서 구체적인 방법론으로서, 실행 가능한 산출물을 낼 가능성이 크기 때문이다. 그렇지만 이러한 우수성에도 불구하고 TRIZ가 기대만큼 확대되고 있지는 않고 있다. 그 주요 원인이 TRIZ의 방법론들이 다양하면서도 너무 복잡하여, 이해가 어려워 실제 적용하기가 힘들기 때문이라는 것이다(박일우, 2015).

본 연구의 목적은 지능형 인재가 요구되는 4차 산업의 시대에 창의성 개발의 탁월한 도구가 될 수 있는 TRIZ의 이해와 활용을 도모하고자 함이다. 먼저 TRIZ의 발전과정에서 탄생한 다양한 방법론들을 접하고 이해함으로써 전반적인 TRIZ의 개념을 정립하고, 본 연구에서 언급된 방법론들을 ARIZ-85c 기반으로 설계한 프로세스를 사례에 적용하여 봄으로써 TRIZ를 더욱 쉽게 이해하고 실제 문제 상황에서 적극적으로 활용할 수 있도록, 그 방향을 제시하고자 하였다.

2. 연구방법 및 논문구성

1) 연구방법

TRIZ는 다양한 문제해결 방법론들과 이론의 난해성, 용어들의 생소함으로 인하여, 일반인들이 접근하기 힘든 실정이다(김호중 등, 2015). 따라서 TRIZ의 실질적인 이해와 정착을 위해서는 TRIZ 활용에 대한 적절한 제안이 필요하다.

그런데, 1998년부터 2010년까지 발행된 국내 학술지와 학위논문을 중심으로 분석한 ‘국내 트리즈 연구 동향 분석’(박수진 등 2011)에 따르면, 국내 TRIZ 연구의 연구 주제 동향은 TRIZ를 적용하여 신제품을 개발하거나 변경 설계하여 제품을 개발한 연구 논문이 가장 많았으며, 주로 사례연구와 개발연구, 문헌연구의 방법으로 연구되었고, 이후 2011년부터 2018년 현재(검색일 2018년 6월 28일)까지 발표된 학위논문 160건과 학술지 270건 역시 비슷한 연구 주제 동향을 보였다. 이러한 논문들은 각각의 분야에서 높은 가치를 가지고 있겠으나, TRIZ를 이해하고 활용하고자 하는 입문자들의 절실함을 만족시키는 것은 아니므로, TRIZ의 이해와 활용을 도울 수 있는 가이드의 필요성이 절실하다.

물론 국내 TRIZ 전문가들은 국내 환경에 적용될 수 있는 모델들을 개발하거나 개량하여 TRIZ를 전파하고 있다. 대표적으로 김익철의 모순도(김익철, 2010), 김호중의 실용트리즈(김호중, 2007), 신정호의 다이아몬드 모델(신정호, 2017) 등이 있다. 이 국내 TRIZ 모델들은 문제를 직관적인 도식으로 모델링하여 TRIZ의 핵심인 모순을 파악하고 분리의 적용에 효과적이다. 그러나 TRIZ가 난해하다는 이유로 물질-장(substance-field) 분석, 76가지 표준해, ARIZ 등의 고전적 TRIZ 방법론들을 생략하고 있다. 또한, 문제의 모순을 선정한 이후, 이후 단계를 분리의 원칙이나 40가지 발명원리로만 문제해결을 시도하고 있어 TRIZ 입문자가 스스로 문제해결책에 도달하는 단계까지 이르기에는 어려운 점이 있다.

이에 본 논문에서는 고전적 TRIZ의 방법론들과 Altshuller 이후 발표된 방법론들을 선별하여 ARIZ-85c를 기준으로 문제해결의 절차적 흐름에 맞게 구성하였다. 이렇게 구성된 문제해결 프로세스는 구체적인 사례를 통하여 연구하도록 함

으로써 사례의 현상과 관련 원리를 이해, 발견하도록 하는 교수상의 한 방법인 케이스메서드(case method) 방법을 통하여 설명하였다. 이를 통해 본 연구는 TRIZ의 이론적 이해와 실질적 활용을 도울 수 있도록 도모하였다.

2) 논문구성

본 논문은 총 5장으로 구성되어 있다.

제1장은 서론이다.

제2장은 본 논문의 배경이론인 TRIZ의 발전사와 방법론들에 관한 것이다.

제3장은 문제 인식의 중요성과 나비다이어그램에 관한 것이다.

제4장은 본 논문에서 제시한 문제해결 프로세스를 사례를 통해 전개하였다.

제5장은 결론이다.

제2장 TRIZ의 발전사와 방법론들

1. TRIZ의 정의

TRIZ는 러시아어 Teoriya Resheniya Izobretatelskih Zadatch (제오리아 레세니아 이조브레따쩨스키흐 자다취)의 첫 글자를 연결한 약어이다. 영어로 번역하면 ‘Theory of Inventive Problem Solving’으로 ‘발명문제를 해결하기 위한 이론’ 정도로 해석되며(신정호, 2017), ‘창의적 문제해결론’, ‘발명문제해결론’ 등으로 번역되어 사용되고 있다.

2. TRIZ의 발전사

TRIZ를 개발한 발명가이자 작가였던 Genrich Altshuller는 1926년 10월 15일 타슈켄트(구소련)의 언론가 집안에서 태어났다. 1931년에 가족이 바쿠로 이주하여 그곳에서 학창시절을 보낸 Altshuller는 어린 시절부터 발명에 재능을 보였는데, 그의 초기 발명품 중에는 로켓엔진이 장착된 보트, 권총 화염 방사기, 우주복 등이 있었다. 그는 고교 시절 잠수함 관련 특허를 받았는데, 이것이 계기가 되어 카스피해군(1944년 입대)에서 발명부서에 배치받게 된다.

당시엔 발명이 우연한 사건이나 분위기, 또는 ‘혈액형’의 결과라는 주장을 할 정도로 발명에 대한 이론이 전혀 없었는데, 이러한 주장을 받아들일 수 없었던 Altshuller는 1946년부터 발명방법론에 관해 연구하게 된다. 그는 기술시스템은 특정 법칙에 따라 진화되며, 이러한 법칙은 진보적인 문제를 해결하기 위한 알고리즘을 생성하는데 사용될 수 있다는 것을 알게 되었고, ‘발명이란 이러한 원리의 도움으로 기술적 모순(technical contradiction)을 제거하는 것’에 지나지 않는

다는 것을 깨닫게 된다.

Altshuller는 자신의 연구결과를 동료인 Rafael Shapiro와 함께 공유하였고 Shapiro는 이러한 사실을 알고는 흥분하여 즉시 스탈린에게 편지를 써서 지원을 얻어내자고 Altshuller에게 제안했다. 그러나 그들의 의도와는 다르게 편지 내용 중에 정부의 비판이 담긴 내용이 있던 것이 문제가 되어, 1950년 7월 28일 체포되어 25년 형을 선고받아 복역하게 된다.

그런데 아이러니하게도 Altshuller는 수용소 생활 동안, 함께 수감되었던 각계각층의 지식인들과 교류를 통해 폭넓은 지식들을 습득하는 기회를 갖게 된다.

1953년에 스탈린이 사망하고, 후르시초프의 해빙기(Khrushchev Thaw)를 맞이하면서 Altshuller는 1954년 10월 22일 석방되어 바쿠로 돌아왔다.

1956년 Altshuller는 Shapiro와 함께 "창의적 독창성의 심리에 대하여(On the psychology of inventive creation)"란 발명 이론에 대한 첫 번째 글을 발표하게 되는데, 이때 최초의 ARIZ(АРИЗ;Алгоритм решения изобретательских задач, Algorithm for Inventive Problem Solving) 버전인 ARIZ-56을 발표한다(상세 내용은 참고자료 1 참고). 당시 발표된 ARIZ-56은 알고리즘이라기보다는 문제해결을 위한 일련의 단계라고 할 수 있는 초보적인 단계였다. 그렇지만 당시만 해도 시행착오 적인 방법을 사용하여 발명하는 시기였으므로 기술 진화의 객관적인 패턴에 기반을 둔 방법이 소개된 건 획기적인 일이었다. 특히, 문제를 해결한다는 것은 기술적 모순을 드러내고 해결하는 것을 의미한다고 명시되었다는 점에서 ARIZ-56의 의미를 찾을 수 있다(Boris Zlotin, Alla Zusman, 1999). 이후, ARIZ는 40여 년 동안 다양한 문제해결법들이 가감되어가며, 알고리즘 방식의 변형을 거쳐 ARIZ-59, ARIZ-61, ARIZ-64, ARIZ-65, ARIZ-68, ARIZ-71, ARIZ-75, ARIZ-77, ARIZ-82 (a, b, c, d) ARIZ- 85a, ARIZ-85b, ARIZ-85c 등의 버전으로 개발되었다.

Altshuller는 살아가면서 실제로 TRIZ를 이용하여 자신이 처한 문제를 해결하곤 하였다. 일례로 Altshuller는 석방 직후 생계를 위해 일을 해야 했지만, 수용소 전과자들이 직장을 구한다는 것은 거의 불가능한 시기였다. 이에 Altshuller는 고용 문제를 "우리는 일해야 하며, 일하지 않아야 한다."란 창의적 과제의 형태로 전환하였고, 과학 소설을 쓰는 작가가 됨으로써 문제를 해결하였다. 그는 과학적

지식과 아이디어를 바탕으로 Heinrich Altov라는 가명으로 “이카루스와 다달루스 (1958)”, “스타 캡틴의 전설”(1961) 등의 공상과학 소설들을 출판하였다.

1958년에 Altshuller는 IFR(Ideal Final Result) 개념이 처음으로 공식화된 TRIZ 세미나를 개최하였고, 1970년까지 소련 전역을 거쳐 세미나와 트레이닝 프로그램을 진행하였다.

1969년에 Altshuller는 40가지 발명원리를 소개한 ‘The Innovation Algorithm’을 출간하였고, ARIZ-71에서는 39가지 공학 파라미터와 40가지 발명원리로 구성된 모순행렬표를 활용한 문제해결을 도모하였다.

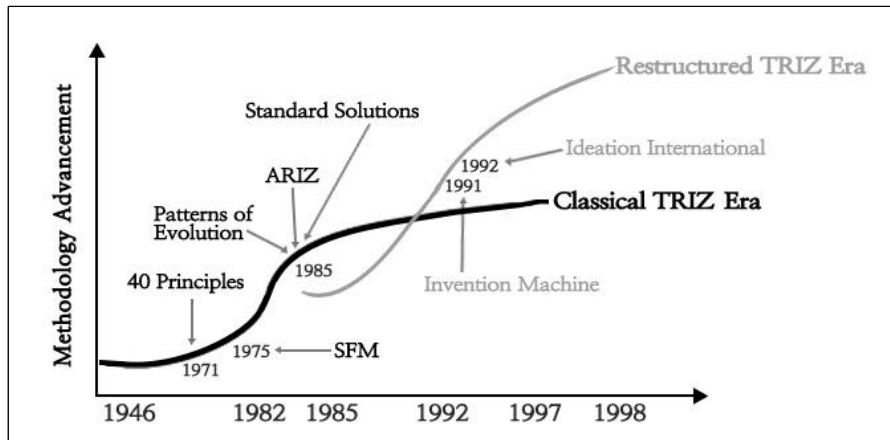
1970년에 Altshuller는 바쿠에 최초의 TRIZ 훈련 센터인 청년발명가학교(1971년에 아제르바이잔 발명 창의성 공립 연구소로 승격됨)를 설립하였고, 이후 소련 전역의 500개가 넘는 학교에 TRIZ를 전파하였다.

1984년에 Altshuller는 12년간 청소년 학생들을 위한 TRIZ 교육과 50만 건의 발명문제해결에 대한 분석을 통한 경험을 바탕으로 “And then the inventor appeared”를 출간했다.

1989년에 러시아트리즈협회가 설립되었고, Altshuller는 1998년에 생을 마감할 때까지 회장직을 맡았다.

TRIZ의 발전사는 곧 ARIZ의 발전과 맥을 같이 하고 있다(Boris Zlotin, Alla Zusman, 1999). Altshuller 생전동안, 40가지 발명원리, 모순해, 난쟁이 모델, 76가지 표준해 등 여러 문제해결책이 나왔고, 철저한 연구를 통한 유용성을 입증한 후에 여러 ARIZ 버전들 안에 적용하였다(Genrich Altschuller, 1984). Altshuller는 모순의 추출과 이를 해결하기 위한 76가지 표준해 등으로 이루어진 ARIZ-85c를 끝으로 ARIZ의 완성을 선언하였다.

<그림 2-1> TRIZ 발전 역사



3. TRIZ의 방법론들

Altshuller가 ‘발명은 기술적 모순의 제거’라고 하였던 것처럼, TRIZ는 기술적 모순을 제거하는 것에 목적을 두고 있다. Altshuller는 수많은 특허 연구를 통해, 우수한 특허는 해당 기술이 가지고 있는 모순들이 있음을 발견하였고, 이들 모순의 공통분모들을 정리하고 이에 따른 해결책들을 개발하였다. 따라서 TRIZ의 다양한 방법론들을 소개하기 위해서는 모순에 대하여 먼저 알아야 할 것이다.

1) 모순

모순은 행정적 모순(Administrative Contradiction), 기술적 모순(Technical Contradiction), 물리적 모순(Physical Contradiction)으로 구분한다(Genrich Altschuller, 1984).

행정적 모순은 이미 발명문제의 근원에 존재하고 있는 모순을 말하는 것으로, 문제의 초기 단계로 문제를 인지하고 있지만, 어떻게 해야 할지를 알 수 없는 경우이다. 모순이 문제의 표면에 있으므로 행정적 모순을 찾을 필요가 없으며, 이

모순은 어느 방향에서 해결책을 찾아야 하는지 알려주지 못한다.

기술적 모순은 만약 어떤 방법으로 기술시스템의 한 부분(또는 한 파라미터)을 개선한다면, 이것은 공정에서 다른 부분(또는 다른 파라미터)을 악화시키는 경우를 말한다. 즉 문제의 원인이 인식되고 개선하고자 할 때 발생하는 부작용들을 인식하는 단계이다.

물리적 모순은 기술적 모순보다 더욱 상위 단계의 모순이다. 물리적 모순은 어떠한 물리적인 파라미터 또는 특성에 정확히 반대되는 요구사항이 충돌하는 상황으로 임의의 구성요소가 반대되는 두 가지 조건을 동시에 만족시켜야 하는 상황이다.

정리하자면, 기술적 모순은 문제의 구조(구성)에 관한 것이고, 물리적 모순은 문제의 상황에 대한 것이다.

TRIZ에서는 초기 문제인지 단계인 행정적 모순을 제외한 기술적 모순과 물리적 모순을 통한 문제해결 프로세스를 하고 있다.

Altshuller는 물리적 모순의 해법을 시간과 공간 분리 원리로 제시하고 있다 (Genrich Altshuller, 1984). 우리가 시간과 공간으로 이루어진 3차원의 세상에서 살고 있다는 사실을 생각해 본다면, Altshuller가 제시한 시간 분리와 공간 분리는 당연하지만 탁월한 발상이 아닐 수 없다.

Altshuller(1984)는 물리적 모순을 제거하기 위한 11가지 원칙을 제시한다.

<표 2-1> 물리적 모순 제거 원칙

1	Separation of conflicting properties in space. 공간에서 모순되는 특성을 분리
2	Separation of conflicting properties in time. 시간에서 모순되는 특성을 분리
3	System transition 1a: By merging homogeneous or heterogeneous systems to a single system. 시스템 전이 1a: 동질 혹은 이질 시스템들을 하나의 시스템으로 병합
4	System transition 1b: The use of anti-system, or combination of a system with anti-system. 시스템 전이 1b: 반대 시스템의 사용, 혹은 반대 시스템과 시스템의 조합
5	System transition 1c: The entire system has a property X whiles its

	parts have a property opposite to X. 시스템 전이 1c : 전체 시스템이 X라는 특성을 갖지만, 때때로 시스템 일부가 X와 반대되는 특성을 갖는다.
6	System transition 2: transition to system working on micro-level 시스템 전이 2: 미시수준에서 작동하는 시스템으로 전이
7	Phase transitions 1: replacement of the phase state of a system's part or external environment. 상전이 1: 시스템의 일부분 혹은 외부 환경의 상(相) 상태의 교체
8	Phase transitions 2: the use of two phase states of the same substance. 상전이 2: 동일한 물질의 두 가지 상(相) 상태의 사용
9	Phase transitions 3: the use of effects resulting from phase transition. 상전이 3: 상전이의 결과로 인한 영향을 사용
10	Phase transitions 4: the use of two substances in different phase states. 상전이 4: 다른 상(相) 상태의 두 개의 물질을 사용
11	Physical-chemical transition: appearance-disappearance of the substance due to solution-dissolution, combination-recombination 물리적-화학적 전이: 용해-소멸, 조합-재조합에 의한 물질의 생성-소멸

2) 40가지 발명원리

Altshuller(1998)는 수많은 특허를 분석하여 기술적 모순과 이 모순문제를 해결할 수 있는 공통분모들을 도출하였는데, 이것이 40가지 발명원리이다(상세 내용은 참고자료 2 참고). 발명원리의 간략한 내용은 다음과 같다.

<표 2-2> 40가지 발명원리

40가지 발명원리				
1. 분할	2. 추출	3. 국소적 품질	4. 비대칭	5. 통합
6. 다용도	7. 포개기	8. 공중부양	9. 사전 반대 조치	10. 사전 조치
11. 사전 예방 조치	12. 높이 맞추기	13. 반대로 하기	14. 곡선화	15. 역동성 증가
16. 초과나 부족	17. 차원 변화	18. 진동	19. 주기적 작용	20. 유용한 작용의 지속
21. 급히 통과	22. 전화위복	23. 피드백	24. 중간매개체	25. 셀프서비스
26. 복사	27. 값싸고 짧은 수명	28. 기계시스템을 대체	29. 공기 및 유압 사용	30. 박막
31. 다공성 물질	32. 색깔변화	33. 동질성	34. 폐기 및 재생	35. 속성변화
36. 상전이	37. 열팽창	38. 산화제	39. 불활성 환경	40. 복합재료

3) 물질-장 모델과 76가지 표준해

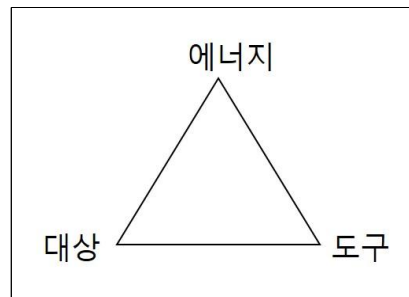
Altshuller는 40가지 발명원리를 쉽고 효과적인 활용을 위해 39모순행렬표를 개발하였으나 비효율적이라는 지적에 따라 1975년 이후에는 39모순행렬표의 사용을 중단하였다. 이후 Altshuller는 협력자들과 함께 수십만 건의 특허들을 물질-장 모델로 분석하여 18개의 물질-장 모델(Substance-Field Model)이 포함된 76가지 표준해(76 Standard Solution)를 제시하였다(김효준, 2004).

(1) 물질-장 모델

창의적 문제해결이나 아이디어 발상에서 모순이라는 개념과 나란히 쌍벽을 이루는 개념이 자원의 활용이다. TRIZ에서는 자원의 활용에 있어서 물질-장 분석 기법이 가장 돋보인다(김효준, 2004). 도구와 대상 사이의 상호작용은 에너지의

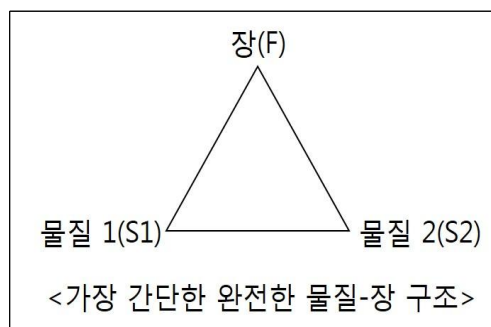
생성, 흡수 또는 전달로 인해 수행된다. 그래서 도구, 대상, 그리고 상호작용 에너지는 최소한 하나의 기능을 수행하는 최소 기술시스템 모델을 세우는데 필요 충분조건이 된다.

<그림 2-2> 최소 기술시스템의 요소들



효과적으로 기능을 수행하기 위해서는 이러한 세 요소와 이들 사이의 상호작용이 필요하다. “물질(substance)”이라는 용어는 약간 넓은 의미가 있다. 종종, 물질은 복잡성 정도가 다른, 예를 들어 못, 키보드, 배 등과 같은 기술시스템이다. “장(field)”이라는 용어는 두 물질 사이에 상호작용을 위해 필요한 에너지와 관련이 있으며, TRIZ는 기계장(Mechanical field), 열장(Thermal field), 전기장(Electric field), 자기장(Magnetic field), 화학장(Chemical field)과 같은 공학장으로 다룬다(Victor Fey, 2005). 대상 물질은 항상 S1으로, 도구 물질은 S2로, 장은 F로 나타낸다. 두 개의 물질 S1, S2와 상호작용 장 F로 구성되는 물질과 장 구조를 물질-장이라 한다(Victor Fey, 2005).

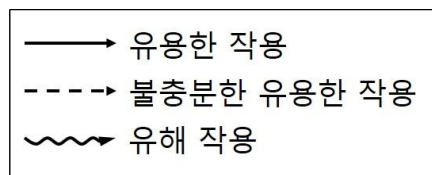
<그림 2-2> 가장 간단한 완전한 물질-장 구조



물질-장 분석만으로 문제에 대한 구체적인 답을 얻기 어렵지만, 일련의 개념 해결책들을 생각하게 되는 토대가 된다. 그러한 대안들에 대한 이어지는 공학 및 비용 분석은 우리에게 최선의 해결책을 찾을 수 있도록 한다(Victor Fey, 2005). 더욱이 기술적 모순과 물리적 모순을 선정할 때 도구-대상 분석을 하면 물리적 모순을 선정하기가 쉬워진다. 도구와 대상은 시스템을 구성하면서 상호작용을 하는데, ‘도구’는 원하거나 원하지 않는 기능을 수행하는 주체이고 ‘대상’은 도구의 영향을 받는 객체이다(현정석, 2018).

그런데, TRIZ 저서의 물질-장 연결기호의 정의가 서로 달라 혼란을 일으킬 수 있어(상세 내용은 참고자료 3 참고), 본 연구에서는 ARIZ-85c의 물질-장 분석 연결기호로 통일하여 사용한다.

<표 2-3> ARIZ-85c에서 사용되는 물질-장 연결기호



또한, 물질-장 모델의 도구-대상 분석을 통해 기술적 모순의 도식 모델(Typical Graphic Models of Technical Contradictions)을 설명할 수 있는데(상세 내용 참고자료 4 참고) (Genrich Altshuller, 1984), 이러한 기술적 모순의 도식 모델을 통해 기술적 모순을 보다 직관적으로 이해할 수 있다.

(2) 76가지 표준해 (76 Inventive Standards)

76가지 표준해는 위에 언급된 물질-장 모델을 이용한 문제해결 기법으로, 물질-장 모델에 따라 문제를 해결하기 위해 시스템의 물리적 구조를 수정하는 방법에 대한 76가지 패턴이다. 문제와 해결책의 도식화라는 개념으로부터 시작된 표준해지만 그것을 개발하면서 Altshuller는 또 하나의 중요한 개념을 기준으로 76가지 표준해를 정리해 나갔다(김효준, 2004). 76가지 표준해는 5개의 Class로 분류되는

데, 다음과 같다(Victor Fey, 2005). (상세 내용은 참고자료 5 참고)

Class 1. 물질-장의 합성 (13개 표준해)

Class 2. 물질-장 모델의 내부적 진화 (23개 표준해)

Class 3. 상위 수준 시스템과 미시수준으로 진화 (6개 표준해)

Class 4. 검출과 측정을 위한 표준 (17개 표준해)

Class 5. 표준해를 적용하기 위한 도움 (17개 표준해)

(3) 76가지 표준해를 사용하기 위한 알고리즘

76가지 표준해의 적용은 우선 도구(Tool), 대상 (Object), 장(Field)의 물질-장 모델의 구성요소를 확인하고, 물질-장 삼각형 모델을 구축으로 시작된다. 이후 76가지 표준해를 참고하여 적용 가능한 해법을 찾는데, 76가지 표준해가 발명문제를 해결하는 효과적인 도구(tool)이지만(Davide Russo, Stefano Duci, 2014) 발명자는 당면한 문제해결을 위해 76가지 표준해 중 어떤 표준해를 적용할 것인지에 대한 막연함에 봉착하게 된다. 다행스럽게도 Victor Fey(2005)는 ‘76가지 표준해를 사용하기 위한 알고리즘’을 제시하고 있다(상세 내용은 참고자료 6 참고). 그렇지만 ‘Innovation on Demand’의 역자 박성균(2011)의 지적처럼, 여기 표기되지 않은 1.1.4, 1.1.5, 1.2.3, 2.4.1, 2.4.7, 2.4.12, 4.3.1, 4.4.5, 5.2.3, 5.3.1~5.3.5, 5.4.1, 5.4.2의 검토가 필요하고, ‘표준해 사용을 위한 알고리즘’ 일부가 논리의 흐름에 맞지 않는 등의 문제가 있다.

그런데도 본 연구에서는 효과적인 76가지 표준해의 사용을 위해 역자에 의해 오류가 수정된 Victor Fey의 ‘76가지 표준해를 사용하기 위한 알고리즘’을 본 연구에 활용하여 적용 가능한 표준해를 찾고자 한다.

최초의 물질-장 모델에서 첫 번째 질문은 D/M(detection/measurement) 여부를 묻는다. Yes를 택하게 되면, A로 이동하게 되는데, A는 측정과 검출의 문제에 대한 해결책을 제시하는 Class 4영역으로 이루어진 알고리즘이다.

D/M(detection/measurement) 여부에 No를 택하게 되면 물질-장의 완전성 여부를 묻는 말이다. 물질-장이 불완전한 경우에는 S2(도구) 혹은 F(장)를 이용한 해결책을 제시하며, 물질-장의 구성이 완전할 때는 순서도의 흐름에 따라 최적의

작용 필요성과 해로운 상호작용의 여부에 따라 해당하는 모순해를 제시하고 있으며, 물질-장이 강화해야 하는 경우에는, 알고리즘 [B]로 이동하여 해결책을 제시하고 있다. Victor Fey의 ‘표준해를 사용하기 위한 알고리즘’은 당면한 과제를 해결하기 위하여 활용되는 76가지 표준해 중 어떤 표준해를 선택하는지에 대한 훌륭한 지표가 되고 있다.

5) 40가지 발명원리와 76가지 표준해간의 관계

40가지 발명원리와 76가지 표준해는 기술적 모순을 해결하기 위한 TRIZ의 방법들이다. 그런데 이 둘 간의 확연히 다른 모습에서 공통분모를 찾기는 쉽지 않다. 그렇지만 40가지 발명원리는 기술적 모순을 해결하기 위한 ‘원리’, ‘구체적인 행동수단’이고, 76가지 표준해는 기술적 모순을 해결하기 위한 ‘방향’, ‘추상적 행동지침’의 성격을 가졌기 때문에 서로의 관련성이 없어 보이지만, 서로 밀접한 관계를 갖는다(김호준, 2004).

이 두 방법 간의 관계를 Ellen Domb 등(1999)은 “The Seventy. Six Standard Solutions: How They Relate to the 40 Principles of Inventive Problem Solving”에서 설명하고 있다. 40가지 발명원리와 76가지 표준해와의 관계 도표는 다음과 같다(상세 내용은 참고자료 7 참고).

<표 2-4> 40가지 발명원리와 표준해 관계

1. 분할	5.1.2 2.2.2 2.2.4 3.2.1	2. 추출		3. 국소적 품질	1.1.8.2 1.2.5 2.2.6 5.1.1.5	4. 비대칭	2.2.6	5. 통합	1.1.2-1. 1.5 3.1.4
6. 다용도		7. 포개기		8. 공중 부양		9. 사전 반대 조치		10. 사전 조치	
11. 사전 예방 조치	1.1.8.1	12. 높이 맞추기		13. 반대로 하기	2.4.6	14. 곡선화		15. 역동성 증가	2.2.4. 2.4.8
16. 초과나 부족	1.1.6 5.1.4	17. 차원 변화		18. 진동	2.3.1. 2.4.10 4.3.2	19. 주기적 작용	2.2.5 2.4.10	20. 유익한 작용의 지속	2.3.3.

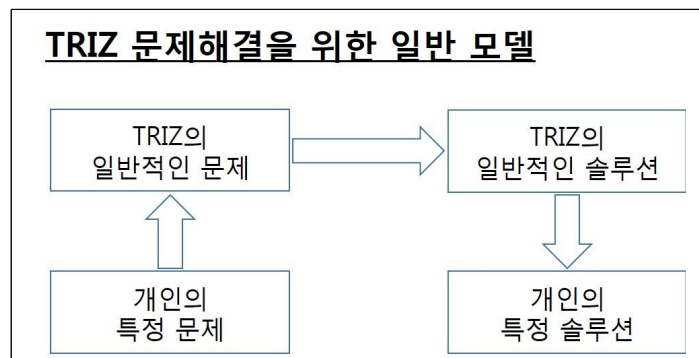
Ellen Domb 등(1999)의 ‘40가지 발명원리와 76가지 표준해와의 관계’는 아직 채워지지 않은 빈칸들이 있고, 일부 수정이 필요하다고 여겨진다. 그렇지만 40가지 발명원리와 76가지 표준해 사이의 밀접한 관계가 있음을 증명하는 훌륭한 자료이며, 두 방법론 간의 연결을 통해 문제를 보다 효과적으로 풀 수 있다.

제3장. 문제 인식의 중요성과 나비다이어그램

1. TRIZ의 문제해결 절차

TRIZ는 당면한 문제의 모순을 해결함으로써, 문제를 풀어나가는 원리이다. TRIZ의 문제해결의 순서는 개인의 특정한 문제를 TRIZ에서 분류된 일반화 된 문제 유형으로 바꾸고, 해당 문제 유형에 제안되는 솔루션을 따라 개인의 문제를 해결하는 절차를 가지고 있다(Ellen Domb, 1998).

<그림 3-1> TRIZ 문제해결을 위한 모델



일반적으로 연구자는 개발이나 발명을 진행하는 중에 쉽게 해결되지 않는 모순을 가지고 있는 문제를 만나는 난관에 봉착하게 된다. TRIZ는 이러한 모순을 이끌어내고, 정리함으로써 연구자의 개별적인 문제를 TRIZ의 일반화된 문제로 전환한다.

모순은 앞서 설명했던 것처럼, 기술적 모순과 물리적 모순으로 구분을 한다.

기술적 모순은 서로 다른 두 가지 기술적 특성이 서로 충돌하는 것이다. 예를 들면, 자동차의 엔진 성능과 연비와의 관계에서, 엔진의 출력 성능을 높게 하면 연비가 낮아지고, 연비를 좋게 하면 엔진 출력 성능이 낮아지는 문제가 발생하게 된다. 이렇게 서로 다른 두 개의 변수가 충돌할 때 이러한 모순을 기술적 모순이

라 한다.

물리적 모순은 어떤 하나의 기술적 변수가 서로 다른 값을 동시에 가져야 한다. 예를 들면, 비행기 바퀴는 이착륙을 위해서는 반드시 있어야 하지만, 비행 중 공기저항을 최소화하기 위해서는 없어야 한다.

하나의 문제에는 하나, 혹은 그 이상의 기술적 모순과 물리적 모순의 요소들이 존재한다. 따라서 하나 이상의 요소들이 존재할 경우, 어떤 요소를 기술적 모순과 물리적 모순으로 설정해야 할지 혹은 우선순위를 둘지를 파악해야 한다.

Altshuller(1984)는 ‘ARIZ가 생각의 필요성으로부터 발명가를 해방시켜 주지는 않으며, 같은 문제가 발명가들의 개성에 따라 다른 수준에서 풀릴 수 있다.’라고 하였다. 즉 ARIZ가 문제해결을 위한 알고리즘이지만, 발명가가 문제를 어떻게 인식하는지에 따라 기술적 모순과 물리적 모순이 정해지고, 이에 따른 수준의 문제해결책이 도출될 수 있음을 언급하였다. 그러므로 경우에 따라서는 자칫 해결해야 할 근본적인 문제를 제대로 파악하지 못하고 피상적인 문제에만 매달려 해결하려는 경우가 생길 수 있다. 그래서 당시에는 문제가 해결되는 듯이 보이지만, 결국 문제가 발생했던 주변에 또 다른 문제들이 다시 발생하는 일들이 벌어지곤 한다.

이러한 이유로 ARIZ-85c는 최초 문제 서술(1-1)과 모순 요소 정의(1-2)를 통해 기술적 모순 도식화(1-3)하고, 이를 통해 해당 문제의 기술시스템 기본기능과 가장 밀접한 모델을 기술적 모순으로 선정하는 (1-4) 과정을 통해 문제의 본질은 무엇인지, 어떤 부분이 개선 혹은 해결되어야 하고, 어떤 부분이 변하거나 사라져서는 안 되는지에 대한 가이드라인을 제시하고, 이를 통한 기술적 모순을 선정한다(상세 내용은 참고자료 8 참고).

2. 문제의 정의

‘문제를 어떻게 인식하냐’는 문제해결의 가장 중요한 시작점이다. 문제를 정확히 파악하기 위해서는 도구와 대상의 속성과 기능에 대한 이해가 필요하다. 이러한

기능분석을 통해 본질적 문제의 정의를 할 수 있다.

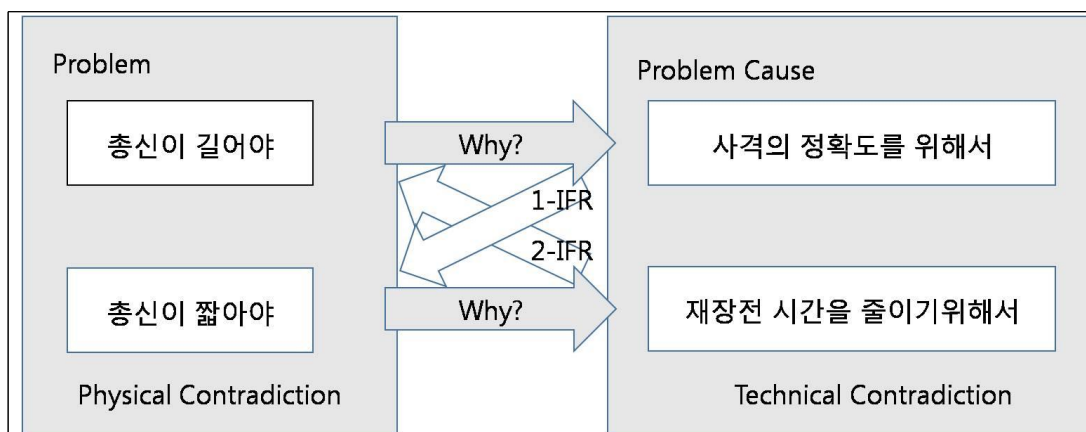
김효준의 [생각의 창의성 1, 2, 3권]에서 전장식소총에서 후장식소총으로 발전되는 과정을 모순해결로 소개되고 있는데 내용은 다음과 같다.

‘16세기까지 화승총은 한번 발사한 후 총을 세우고 긴 막대기로 화약을 장전한 후에 방아쇠를 당기는 전장식소총이었다. 그래서 발사 후 장전을 거쳐 재발사까지의 시간이 길었다. 만일 장전시간이 짧아진다면 전투력은 급격히 향상될 것이다. 총신이 길어서 총을 세워야만 긴 막대기로 화약을 장전하므로, 총신이 짧아지면 재발사까지의 시간이 짧아진다. 그래서 총신이 짧아야 한다. 하지만 그렇다고 총신을 짧게 할 수도 없다. 총신이 짧아지면 재장전 시간은 줄어들지만, 사격의 정확도가 형편없이 저하된다. 또한, 전투에서의 백병전을 대비하여 칼을 총신의 끝에 붙이는데 이러한 백병전 때 총검술 향상을 위해서도 총신은 길어야 했다. 총신은 짧아야 하고 또 길어야 한다. 재장전의 시간을 줄이기 위해서 총신은 짧아야 하고, 사격의 정확성과 사정거리를 위해서 총신은 길어야 한다. 이러한 그것이 모순(Contradiction)이다…….’

위의 내용을 읽고 나면 화승총의 문제를 총신의 길고 짧음의 문제로 이해할 수 있다.

생각의 창의성3(김효준, 2016)에서는 모순분석도 총신이 길어야 하거나, 짧아야 하거나의 문제로 전개하고 있다.

<그림 3-2> 화승총 모순분석



이렇게 물리적 모순을 ‘총신이 길어야 하고, 총신이 짧아야 한다.’라고 규정하게 된다면, 문맥과 의식의 흐름으로는, ‘장전할 때는 총신이 짧고, 사격할 때는 총신이 길어야 한다.’라고 해결 과제를 정하게 된다. 그렇게 된다면 장전 시 총신의 중간부를 꺾어 총알을 장전하는 중절식(브레이크액션) 소총으로 문제를 해결하는 결론에 도달하게 될 것이다.

<그림 3-3> 중절식 소총



중절식소총은 총열과 총몸이 힌지(경첩)로 연결되어 있다. 탄환을 장전할 때는 힌지 부위를 꺾어 총열의 하단에 탄환을 장전한다. 그러므로 장전할 때에는 총의 전체 길이가 짧아지므로, ‘장전할 때 총신의 길이가 짧아야 한다.’라는 조건을 충족시킨다. 탄환이 장전된 후에는 총열과 총몸이 결합되므로, ‘사격의 정확도를 위해서 총신이 길어야 한다.’라는 조건에 부합한다. 물론 중절식소총은 전 장식소총보다 재장전 시간이 빠르고, 편리하다. 그렇지만, 소총의 발전사를 보자면, 전장식소총의 뒤를 이어, 후장식소총인 드라이제소총이 나오게 된다.

이에 우리는 전장식소총에서 후장식소총으로 개발되는 과정을 앞서 전개했던 것과는 다르게 인식함으로써 화승총의 발전과정을 이해할 수 있다.

먼저 소총의 원래 기능에 대한 이해이다. 소총의 원래 기능은 정확하게 목표물을 맞히거나, 재장전 시간을 줄이기 위한 것이 아니다. 본래 목적은 사수가 선택한 목표물의 부위에 정확하게 강력한 타격을 주는 것이다. 비록 총알이 목표물에 정확히 도달하더라도, 그 충격(파괴력)이 약하다면, 무용지물이 된다. 그래서 전장식소총은 총알의 파괴력을 높이기 위해 화약을 총구에 붓고 꼬질대로 쏘아서

화약을 다졌다. 심지어는 좀 더 큰 파괴력을 얻고자 한 사수가 꼬질대로 무리하게 다지는 바에 총안에서 폭발하는 사고가 빈번하게 일어나기도 했다.

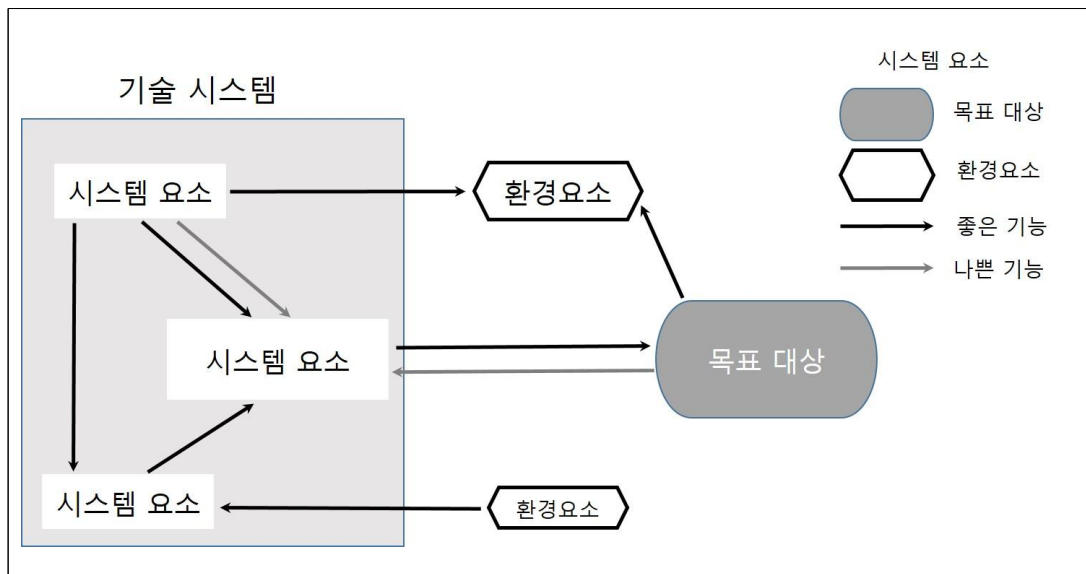
그런데 소송의 문제 제기를 [생각의 창의성]에서처럼, 총신의 길이로 서술할 경우, 혹은 소송의 본 목적에 대한 이해가 부족할 경우, 해결 논점을 총신에 집중하게 된다.

이럴 경우, ARIZ-71의 제2부 : 문제의 더욱 정확한 정의 (Define the problem more precisely)를 이용한 문제의 본질을 파악하는 것이 유효할 수 있다(상세 내용은 참고자료 9 참고).

Altshuller(1984)는 문제를 ‘단지 인간에 의해 밝혀진 기술시스템의 요구사항 중에 있는 한 형태’라고 하였으며, ‘모든 것은 특별한 조건에 달려 있고, 대개는 문제를 해결하려는 발명가나 조직이 설정한 목표에 달려 있다.’라고 하였다. 결국, 총신의 길고 짧음을 문제로 인식하고, 해결안을 도출한다면 후장식 소송이 아닌 중절식 소송의 발전으로 전개되었어야 할 것이다. 따라서, 문제의 더욱 정확한 접근이 중요하다.

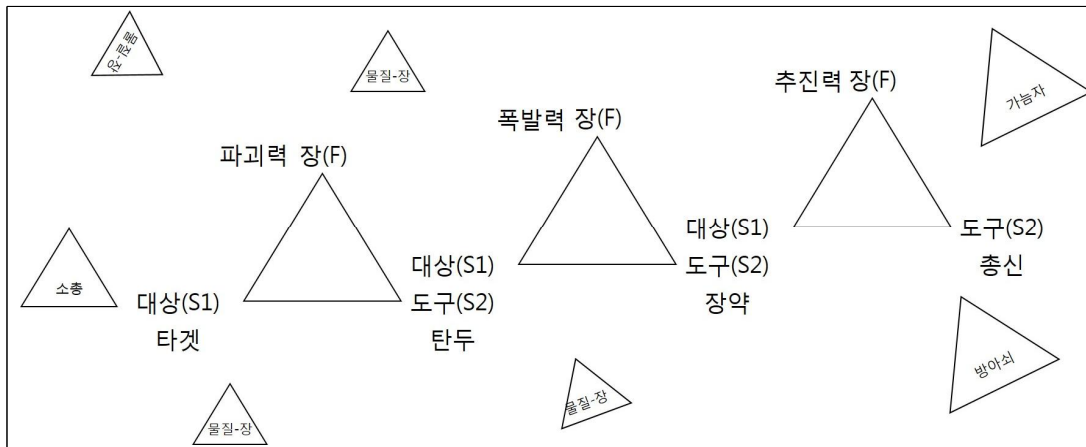
이러한 문제의 정확한 인식은 기능분석도(김호중, 2015)를 통해서도 이루어질 수 있다.

<그림 3-4> 기능분석도



그런데 기능분석도는 하나의 시스템에서 이루고 있는 각각의 요소들에 대한 물질-장 모델들의 집합(集合)이라 할 수 있다.

<그림 3-5> 화승총 물질-장 모델들의 집합(集合)



이렇게 물질-장 모델 분석해 본다면, 소총 본연의 역할은 탄두가 과녁에 강력한 파괴력을 주는 것이라는 것을 알 수 있다. 사수가 선택한 목표물의 부위에 정확하고 강력한 타격을 주기 위해서는 폭발에 의한 추진력이 필요하다. 이렇게 문제를 인식하게 되면 총신이 길고 짧음 문제가 추진력을 위한 폭발력의 문제로 전환하게 된다.

따라서 재장전 시간을 빠르게 하기 위해서는 탄약을 총구가 아닌 총신의 후면에 넣는 방법이 제안된다. 그렇게 될 경우, 재장전의 시간은 비약적으로 단축된다. 그렇지만 후면이 개방되어 있으면, 충분한 폭발력을 얻을 수 없게 된다. 결국, 소총의 문제는 ‘장전할 때는 소총의 후면이 열려있고, 발사될 때는 닫혀있어야 한다.’이다. 이러한 문제는 1836년 독일의 드라이제가 후장식 소총을 개발함으로써 해결되었다.

이렇게 물질-장 모델의 구성을 통해 문제를 정의하고, 기술적 모순을 이끌어낼 수 있는데, Altshuller(1984)는 ARIZ에서 기술적 모순을 제거하기 위해 아래에 나와 있는 네 가지 기법을 제시하였다.

① 주어진 모델 문제로 규정된 기술시스템을 이상적인 최종 결과(IFR)의 정형화에 의해서 이상 시스템을 바꾼다.

- ② 기술적 모순을 물리적 모순으로 바꾼다.
- ③ 물리적 모순을 제거하기 위해 물질-장 변형을 사용한다.
- ④ 기술적 모순이나 물리적 모순을 가장 효과적으로 극복할 수 있는 집중된 정보 형태로 제시된 시스템 연산자를 적용한다.

즉, TRIZ는 물질-장 모델 분석을 통해서 문제의 정의와 기술적 모순을 파악하고, 기술적 모순을 물리적 모순으로 변환하며, 물질-장의 변형을 통해 물리적 모순을 제거하는 프로세스 관계를 갖는다.

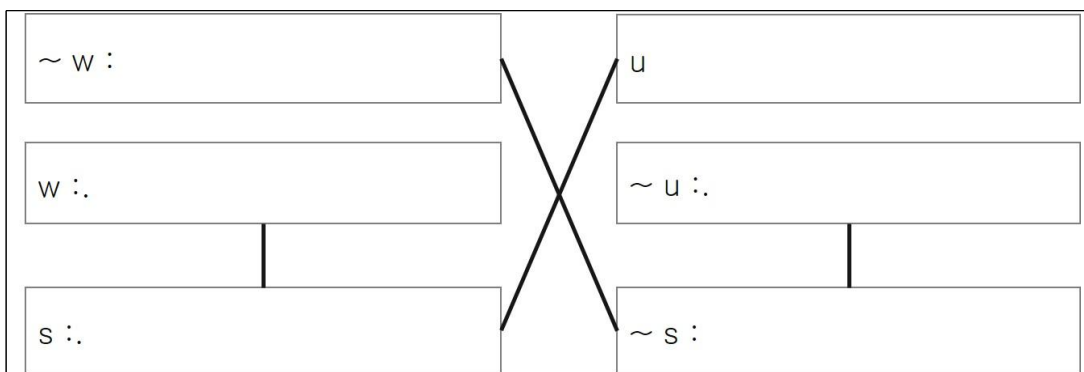
3. 나비다이어그램

1) 나비다이어그램의 정의

나비다이어그램은 [창의혁신을 위한 나비대교 모형](현정석, 2008)을 통해서 발표된 TRIZ Tool로써, 기존의 기술적 모순과 물리적 모순만을 기술하여 분석했던 것에 비해, 기술적 모순의 각각 조건과 결과에 대한 변수를 더 설정함으로써, 문제를 바라보는 시야와 사고의 폭을 넓게 확장해준다. 이러한 효과는 궁극적으로 더 빠르고 적절한 문제의 해법을 찾는 실마리가 된다.

나비다이어그램의 구성은 다음과 같다.

<그림 3-6> 나비다이어그램



2) 나비다이아그램의 용어 정의와 작성 방법(현정석, 2018)

(1) 나비다이아그램의 용어 정의

나비다이아그램의 구성요소는 $w, u, s, \sim w, \sim u, \sim s$ 이며 용어의 정의는 다음과 같다.

- ① w : 시스템이 수행하기를 원하는 기능 (wanted function)
- ② u : 시스템이 수행하지를 원하지 않는 기능 (unwanted function)
- ③ s : w 와 u 를 수행한 후 발생하는 특정 시스템 구성요소의 상태 (state)
- ④ $\sim w$: w 의 반대 상황(상태)
- ⑤ $\sim u$: u 의 반대 상황(상태)
- ⑥ $\sim s$: s 의 반대 상황(상태), $\sim u$ 와 $\sim w$ 를 수행하는 특정 시스템 구성요소의 상태이다.

* 시스템은 특정 기능을 수행하거나 특정 목적을 갖는 어떤 구성요소들의 집합체를 의미한다.

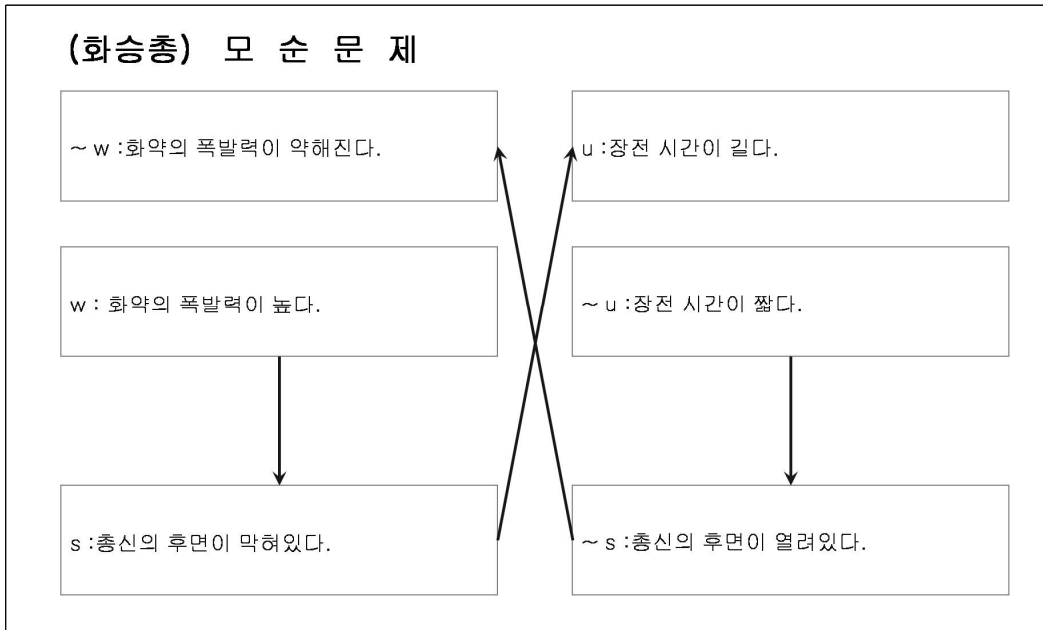
* ‘ \sim ’는 ‘...이 아니다(not)’의 부정(negation)을 뜻한다.

(2) 나비다이아그램의 작성방법

나비다이아그램은 모순문제의 구성요소 $w, u, s, \sim u, \sim s, \sim w$ 간의 논리적 관계를 시각적인 다이어그램으로 나타낸다. 이때 $\sim w$ 와 u, w 와 $\sim u, s$ 와 $\sim s$ 를 같은 행에 마주 보도록 그린다. 나비다이아그램에서 화살표 \rightarrow 는 조건명제의 충분조건과 필요조건을 나타내고, 양방향 화살표 \leftrightarrow 는 조건명제의 필요충분조건 관계를 나타낸다.

나비다이아그램의 구성과 용어 정의에 따라 3.2절의 소총 문제를 나비다이아그램을 나타내면 다음과 같다.

<그림 3-7> 화승총 모순문제 나비다이어그램



이 나비다이어그램의 해석은 ‘장약의 폭발력이 높아야 하므로 (w), 총신의 후면이 막혀있어야 하는데 (s), 총구에 탄약을 장전해야 하므로 장전시간이 길어진다 (u). 장전시간이 짧아지려면 (~u), 총신의 후면이 열려있어야 하는데 (~s), 그렇게 되면 장약의 폭발력이 약해진다 (~w).’가 된다.

나비다이어그램에서는 기술적 모순을 ‘상충관계’로, 물리적 모순을 ‘매개모순’으로 표현하는데, 현정석은 물리적 모순(매개모순)과 기술적 모순(상충관계)을 선정하는 기준을 제시하고 있는데 도표로 정리하면 다음과 같다(현정석, 2018).

<표 3-1> 물리적 모순과 물리적 모순 선정 기준

기술적 모순(상충관계) w/~w. u/~u	물리적 모순(매개모순) s/~s
결과	원인
목적	수단
추상적인 기능	구체적인 조작 / 행위 / 조치
영향을 받는 대상	영향을 주는 도구
변경이 어려운 것	변경이 가능한 것
조정이 어려운 것	조정이 가능한 것
조치를 취할 수 없는 것	조치를 취할 수 있는 것
값싸게 구할 수 없거나 가까운 곳에 없는 자원	값싸게 구할 수 있거나 가까운 곳에 있는 자원
효율성이 낮은 자원	효율성이 높은 자원

w와 ~w, u와 ~u의 상충관계(기술적 모순)는 결과, 목적, 추상적인 기능, 영향을 받는 대상, 변경이 어려운 것, 조정이 어려운 것, 조치를 취할 수 없는 것, 값싸게 구할 수 없거나 가까운 곳에 없는 자원, 효율성이 낮은 자원 등을 기준으로 선정한다. s와 ~s의 매개모순(물리적 모순)은 원인, 수단, 구체적인 조작(행위, 조치), 영향을 주는 도구, 변경 가능한 것, 조정 가능한 것, 조치를 취할 수 있는 것, 값싸게 구할 수 있거나 가까운 곳에 있는 자원, 효율성이 높은 자원 등을 기준으로 선정한다.

그러나, 위에 기술했던 것처럼, 연구자가 선택한 문제의 정의와 설정한 목표에 따라, w와 ~w, u와 ~u의 선정이 달라질 수 있다.

따라서, 문제의 본질을 파악하여 더욱 정확한 w와 ~w, u와 ~u의 선정에 심혈을 기울여야 할 것이다.

4. 사례에 활용되는 TRIZ 방법론들에 대한 설명

본 연구에서 TRIZ 적용은 Altshuller가 ARIZ의 최종 완성 버전으로 선언한 ARIZ-85c를 모델로 하여 지금까지 언급한 방법들을 구성하여 문제를 해결하고

자 한다. 그렇지만 ARIZ가 TRIZ 도구 중에서 가장 난이도가 높고(김효준, 2004), 모호한 부분이 있다는 지적이 있다. ARIZ-85c의 단계 1.4는 “시스템의 주요 기능에 부합되는 기술적 모순을 선택하라.”라고 제시하고 있다. 이 단계에서 어느 기술적 모순을 선택하느냐에 따라 이상적인 최종결과가 달라진다는 점에서 중요한 문제해결 단계이지만 ARIZ-85c는 구체적인 지침을 제시하지 않고 있다(현정석, 2018). 이러한 개선 과제들을 본 연구에서는 다음의 문제해결 프로세스를 통해서 해결하고자 하였다.

제1단계 :

문제 사례를 ‘물질-장 분석’을 통하여 기능분석과 핵심이 되는 문제를 파악하고 기술적 모순을 도출한다.

ARIZ-85c 단계 1.1 최소문제와 단계 1.2 모순 요소 지정에 해당된다.

제2단계 :

한국형 TRIZ 모델들을 아우르면서도 사고의 확장성을 쉽게 하는 모순해결을 위한 ‘나비다이어그램’(현정석, 2018)을 이용하여 기술적 모순과 물리적 모순을 도출하며, 요소들의 조합을 통해 가능 해결안들을 제안한다.

이 과정은 ARIZ-85c 단계 1.2부터 단계 1.6 문제모델링 과정에 해당되며, 넓은 의미로 적용하면 단계 3.3 매크로 수준의 물리적 모순까지 포함된다. 물론 나비다이어그램의 구성요소 간의 조합을 통해 단계 3.5 이상해결책(IFR)을 이끌어낼 수도 있다.

제3단계 :

‘물리적 모순 제거 원칙’을 적용하여, 나비다이어그램의 분석을 통해 얻은 해결안들을 더욱 확장 시키며 구체적으로 접근한다.

세 번째 과정은 ARIZ-85c 단계 3.5 과정에 해당된다.

제4단계 :

ARIZ-85c의 주요 요소인 76가지 표준해 중 문제해결에 필요한 표준해를 Victor Fey의 ‘76가지 표준해를 사용하기 위한 알고리즘’을 참고하여 적용 가능한 표준

해를 선택하고 문제를 해결한다.

이는 ARIZ-85c 단계 3.6 과정에 해당한다.

제5단계 :

Ellen Domb 등(1999)의 ‘40가지 발명원리와 76가지 표준해와의 관계’를 통하여 제4단계에서 적용한 표준해가 40가지 발명원리 중 어떤 원리와 관계있는지 알아본다. 이를 통하여 40가지 발명원리가 제시하는 보다 구체적인 문제해결책을 확인한다.

제4장. 문제해결 사례

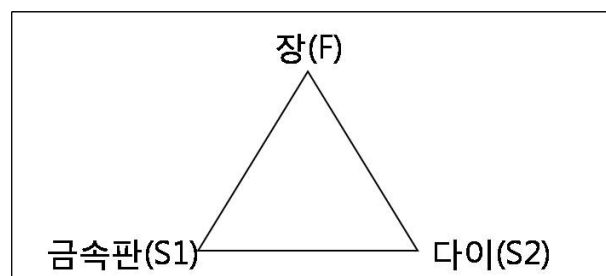
1. 범용 단일 압형 도구(Victor Fey, Eugene Rivin, 2005)

일정한 형태를 가진 금속판 부품의 생산을 위해서는 오랜 시간과 비용을 들여 설계하고, 제작을 위한 다이(die)를 만들어야 한다. 그런데 적은 양의 금속판이 필요할 경우, 생산량 대비 시간과 경비의 투입이 비효율적이라는 문제가 있다. 따라서 효율적으로 적은 양의 금속판을 생산할 수 있는 방법이 필요하다.

1) 물질-장 모델

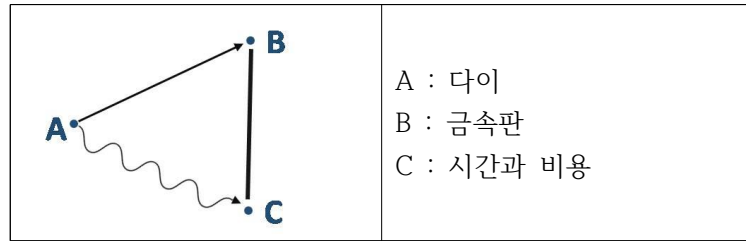
‘도구’는 원하거나 원하지 않는 기능을 수행하는 주체이므로 ‘다이(die)’가 되고, ‘대상’은 도구의 영향을 받는 객체이므로 ‘금속판’이 된다..

<그림 4-1> 범용 단일 압형 도구 물질-장 모델



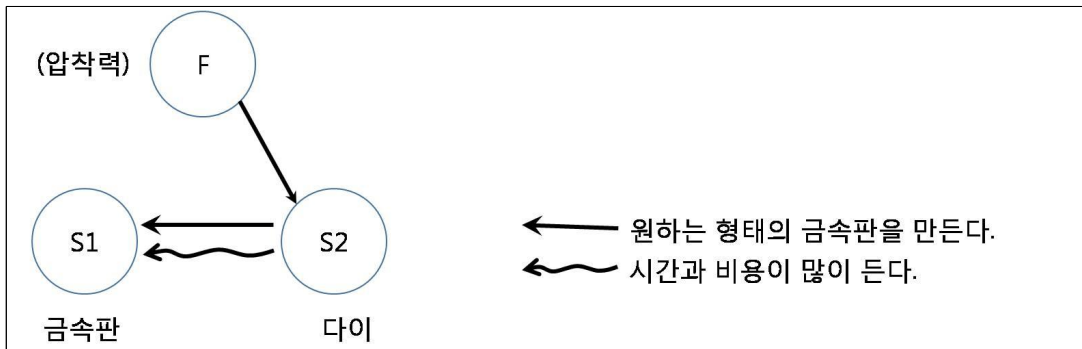
물질-장 모델을 통해 알 수 있듯이 기술적 모순의 도식 모델로는 [4. 한 쌍으로 작용: A에서 B로의 유용한 작용은 C에게 유해한 영향을 끼친다. A, B, 그리고 C는 시스템의 한 부분이다. 시스템을 파괴하지 않는 범위 내에서 유해한 작용을 제거하고 유익한 작용을 보존하는 것이 필요하다.]에 해당한다.

<그림 4-2> 범용 단일 압형 도구 기술적 모순 도식 모델



범용 단일 압형 도구의 물질-장 기능을 도식화하면 다음과 같다.

<그림 4-3> 범용 단일 압형 도구 물질-장 모델 기능 도식



지금까지의 과정을 ARIZ-85c 단계 1.1과 1.2를 적용하여 설명하면, 다음과 같다.

단계 1.1 최소문제 - 금속판을 만들기 위한 기술시스템은 [재료가 되는 금속판, 원하는 금속판 형태의 설계, 설계된 다이]로 구성되어 있다.

기술적 모순 1 : 만약 소량의 일정한 형태의 금속판을 생산하기 위해서 설계를 거쳐 다이를 만들어 생산한다면, 완성도 있는 금속판을 만들 수 있는 좋은 점이 있지만, 생산 대비 많은 시간과 비용이 들어가는 나쁜 점도 있다.

기술적 모순 2 : 만약 설계와 다이를 이용하지 않거나 대충 만든 설계와 다리로 금속판을 만든다면 적은 시간과 비용으로 만들 수 있는 좋은 점이 있지만, 정확한 형태의 금속판을 만들기 어려운 나쁜 점도 있다.

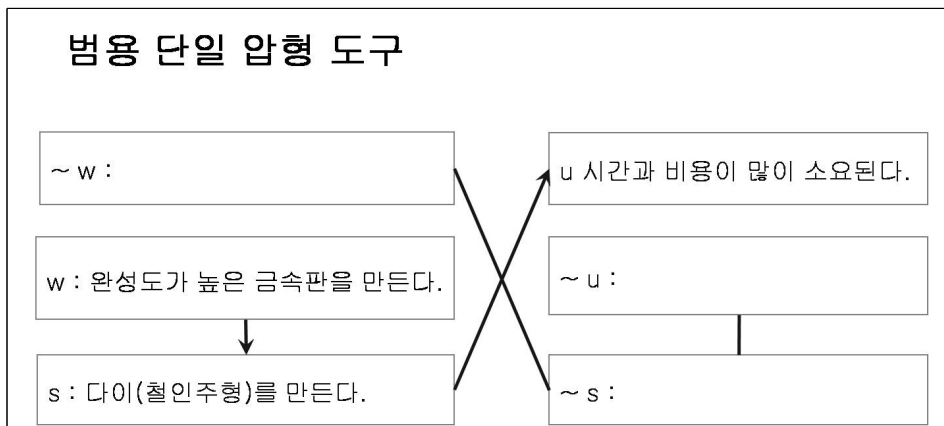
우리는 최소한의 시스템을 변경하여 시간과 비용면에서 효율적인 양질의 형태인 금속판 부품의 결과를 얻고자 한다.

단계 1.2 모순 요소 지정 - 대상 : [금속판]
 도구 : [다이]

2) 나비다이아그램

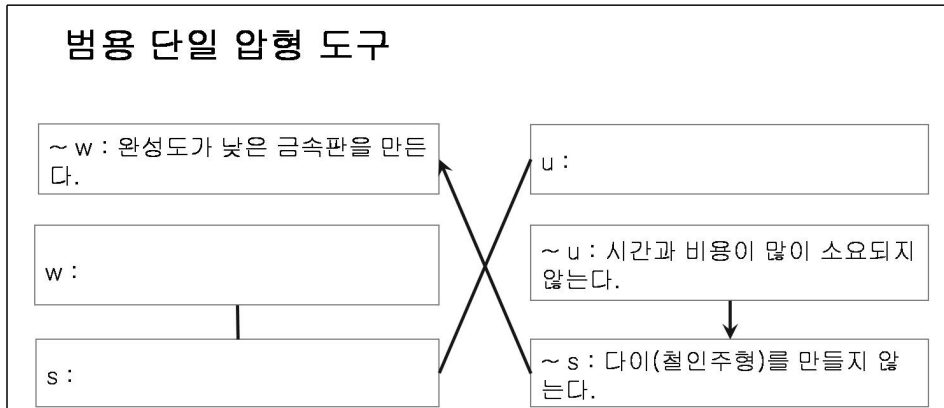
물질-장 모델의 도식화로 알 수 있듯이 제작자의 의도대로 설계된 다이(철인주형)는 정확한 금속판을 만드는 유익한 작용(좋은 점)을 하지만, 많은 시간과 비용이 들어가는 해로운 작용(나쁜 점)을 한다. 이 같은 상황을 나비다이아그램으로 그리면 다음과 같다.

<그림 4-4> 범용 단일 압형 도구 나비다이아그램-1



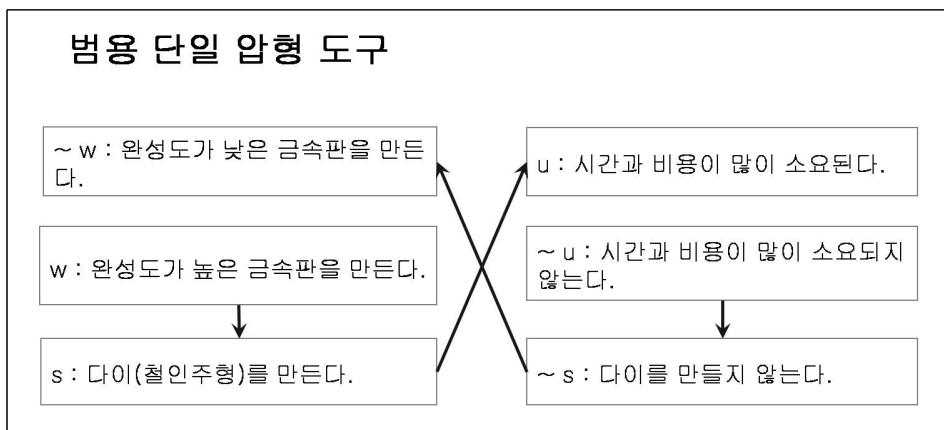
시간과 비용이 많이 소요되지 않기 위해서는(~u), 다이(철인주형)을 만들지 않으면 되지만(~s), 완성도가 떨어지는 금속판을 만드는 (~w) 문제를 갖게 된다. 이 같은 상황을 나비다이아그램으로 그리면 다음과 같다.

<그림 4-5> 범용 단일 압형 도구 나비다이어그램-2



이 두 개의 나비다이어그램을 결합하게 되면 다음과 같다.

<그림 4-6> 범용 단일 압형 도구 나비다이어그램-3



위의 나비다이어그램을 통해서 구체적인 기술적 모순과 물리적 모순을 규정할 수 있다.

기술적 모순은 완성도가 높은 소량의 금속판을 만들기 위해서는 다이(철인주형)를 만들게 되는데, 많은 시간과 비용이 소모되므로 효율적이지 않다. 그러므로 완성도가 높은 금속판(w)과 시간과 비용이 많이 소요되지 않는 것(~u)이 서로 충돌하게 된다.

물리적 모순은 '다이를 만든다.(s)'와 '다이를 만들지 않는다.(~s)'가 된다.

나비다이아그램의 분석을 통해 이상적 해결책들을 제안할 수 있다.

① w와 ~s의 조합

‘완성도가 높은 금속판을 만드는데, 다이를 만들지 않는다.’

즉, 다이가 없이, 완성도가 높은 금속판을 만들 방법을 찾는다.

② s와 ~u의 조합

‘다이를 만들지만, 시간과 비용이 많이 소요되지 않는다.’

즉, 설계 방법과 다이 재질 등의 변경을 통해 시간과 비용이 많이 소요되지 않는 다이를 만든다.

③ s와 ~s의 조합

‘다이를 만들기도 하고, 만들지 않기도 한다.’

즉, 금속판을 만들 때는 다이였다가 만들지 않을 때는 다이가 아닌 상태가 되는 환경이나 물질이나 방법을 찾는다.

④ w, ~w, ~u의 조합

완성도가 높은 금속판을 만들면서도, 완성도가 낮은 금속판을 만들기도 하여, 시간과 비용이 많이 소요되지 않도록 한다.

즉, 완성도가 높아야 하는 부분과 낮아도 되는 부분을 구분하여, 시간과 비용을 줄일 방법을 찾는다.

3) 물리적 모순 제거 원칙

물리적 모순 제거 원칙은 이상해결책(IFR)의 원칙이라고 할 수 있다. 나비다이아그램 분석 과정에서 이미 이상해결책들을 추출했지만, 문제를 물리적 모순 제거 원칙에 맞춰 적용해봄으로써 적용 가능한 이상해결책(IFR) 안(案)들을 더욱 폭넓고, 구체적으로 제시할 수 있다. 11개로 구성된 물리적 모순 제거 원칙을 모든 문제에 적용하여 기술하는 것이 어렵거나, 문제 상황에 맞지 않을 수 있다. 그렇지만 이러한 경우에도 강제적으로 기술하는 것이 와이팅(Whiting)의 강제연결법과 같은 효과를 기대할 수 있다.

①공간에서 모순되는 특성을 분리 : 다이가 필요한 부분과 필요 없는 부분을 생각해 본다.

- ② 시간에서 모순되는 특성을 분리 : 시간에 따라 다이가 있고, 없기도 한 경우를 생각해 본다.
- ③ 시스템 전이 1a: 금속판과 다이를 하나의 시스템으로 합치는 경우를 생각해 본다.
- ④ 시스템 전이 1b: 다이를 사용하지 않는 시스템, 혹은 다이를 사용하거나 사용하지 않는 시스템의 결합을 생각해 본다.
- ⑤ 시스템 전이 1c : 전체적으로는 다이의 형태를 갖지만, 필요 없는 부분에 대해서는 다이 형태를 갖지 않는 시스템을 생각해 본다.
- ⑥ 시스템 전이 2: 미시수준의 다이 시스템을 생각해 본다.
- ⑦ 상전이 1: 다이 일부분이나 환경의 상(相) 상태를 바꾸는 경우를 생각해 본다.
- ⑧ 상전이 2: 다이의 구성을 두 가지의 상(相) 상태로 하는 것을 생각해 본다.
- ⑨ 상전이 3: 다이의 상(相)전이 결과로 얻어지는 효과를 이용하는 것을 생각해 본다.
- ⑩ 상전이 4: 다른 상(相) 상태의 두 개의 물질을 사용한 다이를 만드는 것을 생각해 본다.
- ⑪ 물리적-화학적 전이: 다이를 구성하는 물질의 용해-소멸, 조합-재조합에 의한 물질의 생성-소멸의 경우를 생각해 본다.

4) 76가지 표준해 적용

ARIZ-85c의 단계 3.6인 표준해 적용은 Victor Fey의 ‘표준해 사용을 위한 알고리즘’을 활용하여 적용 가능한 표준해를 찾고자 한다.

D/M (detection and/or measurement)의 문제가 아니고, 물질-장의 강화가 필요할 수 있으므로 B로 이동한다. S2(다이)를 바꿀 수 있으므로 제시하는 표준해는 2.1.1, 2.2.2, 2.2.3, 2.2.4, 2.2.6가 된다.

표준해 2.1.1은 새로운 물질-장을 추가하여 기존 물질-장의 효율을 향상하는 것이다. 즉 다이에 새로운 도구(S2)를 추가하는 것으로, 기존 시간과 경비의 비효

유효성을 제거하고자 하는 의도와는 맞지 않음으로 제외한다.

표준해 2.2.2는 다이(S2)의 분할도를 높이는 것으로 기존의 일체형인 다이를 나누어, 다양한 금속판의 형태로 맞출 수 있으므로, 표준해 2.2.2를 문제해결안으로 고려한다.

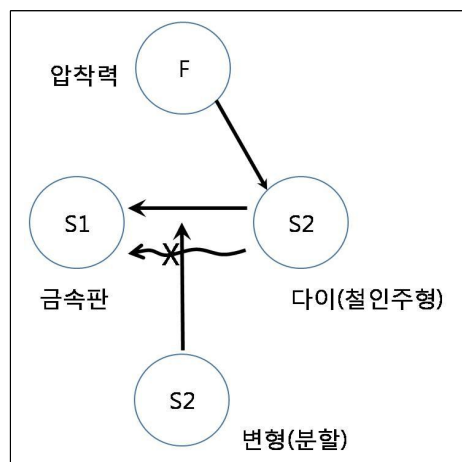
표준해 2.2.3은 다이(S2)의 다공성 물질로 전이인데, 시간과 경비의 효율성을 위한 의도와는 맞지 않음으로 제외한다.

표준해 2.2.4는 다이(S2)의 유연성과 역동성의 전이이므로 본 문제와는 관련이 없으므로 제외한다.

표준해 2.2.6은 다이(S2)를 공간상 특별한 구조를 갖는 물질로 전이하는 것으로, 어떠한 구조의 물질로 만드는 것에 따라 시간과 경비의 효율성을 향상시킬 수 있으므로 문제해결안으로 고려한다.

표준해 2.2.2의 물질-장 모델의 도식화는 다음과 같다.

<그림 4-7> 범용 단일 압형 도구 표준해 2.2.2 적용 도식화



도구인 다이(철인주형)의 변형(분할)을 통하여, 원하는 금속판 형태에 맞게 다이 부품들을 위치시킨다면, 빠른 시간에 적은 비용으로 문제를 해결할 수 있다. 이 경우, 표준해 2.2.6의 공간상의 특별한 구조와도 연관되어 있다고 할 수 있다.

Walczyk와 Hardt(1998)는 둥근 끝부분을 갖는 21인치 길이의 2688개 핀으로 구성된 범용 단일 압형 도구를 개발함으로써 위의 문제를 해결하였다. 각각의 핀들

은 컴퓨터의 제어로 다양하게 설계된 금속관의 형태로 빠르게 변형될 수 있어, 시간과 비용적 면에서 비효율적이었던 기존의 문제를 해결하였다.

5) 40가지 발명원리 적용

‘범용 단일 압형 도구’에 적용되는 표준해는 2.2.2와 2.2.6이다. Ellen Domb 등 (1999)의 ‘40가지 발명원리와 76가지 표준해와의 관계’를 참조하여 40가지 발명원리 중 적용되는 경우를 알아본다.

표준해 2.2.2는 40가지 발명원리의 ‘1. 분할’과, 표준해 2.2.6은 ‘3. 국소적 품질’, ‘4. 비대칭’, ‘30. 박막’, ‘31. 다공성 물질’과 관계가 있다.

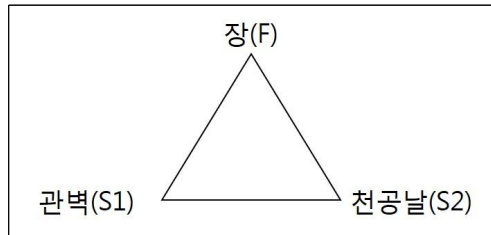
2. 벽이 얇은 관을 구멍 내는 방법(Victor Fey, Eugene Rivin, 2005)

벽이 얇은 관에 구멍을 뚫는 것(천공)은 관 벽이 찌그러져서 원하는 구멍을 잘 뚫기가 어렵다. 고형체로 관 벽을 지지하면 관의 찌그러짐을 막을 수 있다. 그러나 굴곡이 많은 관에서는 관을 지지하기 위해서 관 내부에 고형체를 넣기가 어렵다. 관을 구부리기 전에 구멍을 내는 해결책은 관을 구부릴 때, 구멍을 일그러뜨릴 수 있으므로 적절하지 못하다.

1) 물질-장 모델

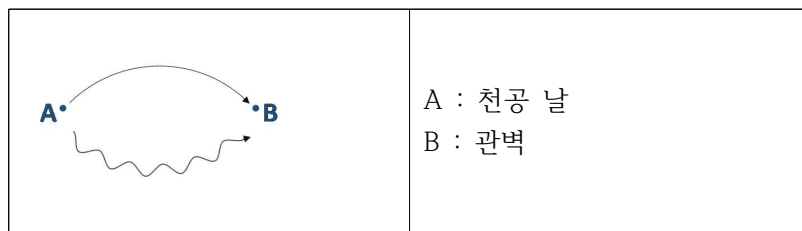
‘도구’는 원하거나 원하지 않는 기능을 수행하는 주체이므로 ‘천공 날(비트)’이 되고, ‘대상’은 도구의 영향을 받는 객체이므로 ‘관 벽’이 된다.

<그림 4-8> 벽이 얇은 관을 구멍 내는 방법 물질-장 모델



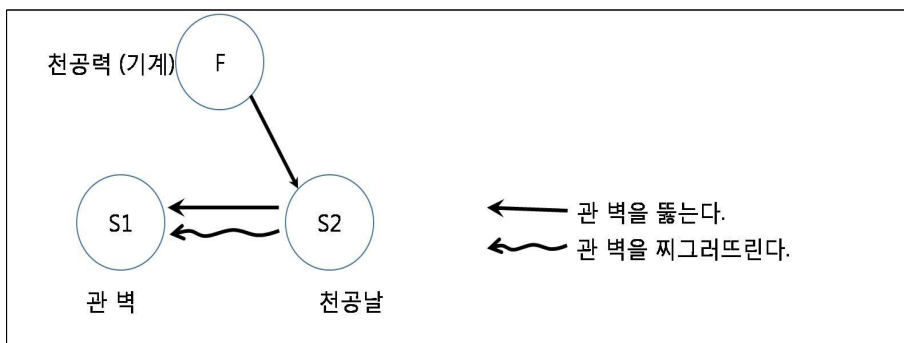
물질-장 모델을 통해 알 수 있듯이 기술적 모순의 도식 모델로는 [2. 한 쌍으로 작용 (CONJUGATE ACTION) : A에서 B로의 유용한 작용은 B에 유해한 작용을 한다. (작용단계에 따라 유용하거나 유해할 수 있다.) 유해한 작용을 제거하고 유용한 작용을 보존하는 것이 필요하다.]에 해당한다.

<그림 4-9> 벽이 얇은 관을 구멍 내는 방법 기술적 모순 도식 모델



벽이 얇은 관을 구멍 내는 방법의 물질-장 모델의 기능을 도식화하면 다음과 같다.

<그림 4-10> 벽이 얇은 관을 구멍 내는 방법 물질-장 모델 기능 도식



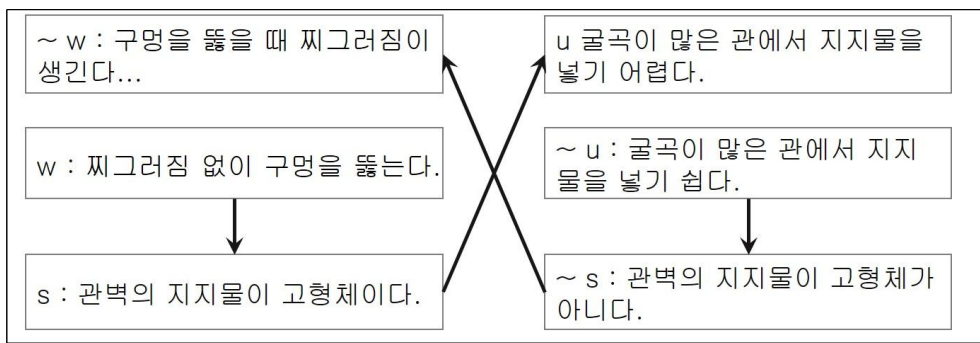
2) 나비다이아그램

물질-장 모델의 도식화로 알 수 있듯이 고행체의 지지물은 천공작업 시 벽이 얇은 관에 찌그러짐이 없이 구멍을 낼 수 있는 유익한 작용(좋은 점)을 하지만, 굴곡이 많은 관에서 지지물을 넣기 어려운 해로운 작용(나쁜 점)이 있다.

굴곡이 많은 관에서 지지물을 넣기 쉽게 하기 위해서는($\sim u$), 관벽의 지지물이 고행체가 아니면 되지만($\sim s$), 천공작업을 할 때, 충분히 지지를 해주지 못하므로 찌그러짐이 발생할 수 있는 ($\sim w$) 문제를 갖게 된다.

이와 같은 문제를 나비다이아그램으로 나타내면 다음과 같다.

<그림 4-11> 벽이 얇은 관을 구멍 내는 방법 나비다이아그램



위의 나비다이아그램을 통해서 구체적인 기술적 모순과 물리적 모순을 규정할 수 있다.

기술적 모순은 천공할 때, 얇은 관의 벽이 찌그러지지 않도록 벽을 지지하기 위해서는 내관에 지지대 역할을 하는 고행체를 넣어야 하는데, 관 내부에 고행체를 넣기가 어렵다. 즉, 찌그러짐으로부터 얇은 관의 보호와 지지물 작업의 용이성이 서로 충돌하게 된다.

물리적 모순은 ‘관벽의 지지물이 고행체이다. (s)’와 ‘관벽의 지지물이 고행체가 아니다. ($\sim s$)’가 된다.

나비다이아그램의 분석을 통해 이상적 해결책들을 제안할 수 있다.

① w와 $\sim s$ 의 조합

‘찌그러짐 없이 구멍을 뚫는데, 관벽의 지지물이 고형체가 아니다.’

즉, 관벽의 지지물이 고형체가 아닌 액체이거나 기체이지만, 찌그러짐 없이 구멍을 뚫을 방법을 찾는다.

② s와 ~u의 조합

‘관벽의 지지물이 고형체지만 굴곡이 많은 관에서 쉽게 넣을 수 있다.’

즉, 천공 날의 압력을 충분히 견딜 수 있는 고형체의 지지물이지만, 굴곡이 많은 관에서 목표 지점까지 쉽게 이동할 방법을 찾는다.

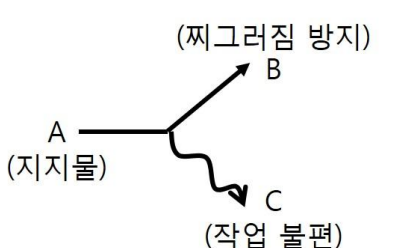
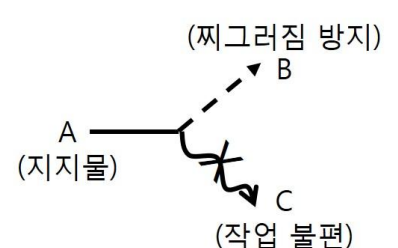
③ s와 ~s의 조합

‘관벽의 지지물이 고형체이면서도 고형체가 아니다.’

지지물이 내관에서 이동할 때는 고형체가 아니었다가 천공할 때는 고형체이다. 혹은 지지물의 천공 지점은 고형체이고, 나머지 부위는 고형체가 아니다.

벽이 얇은 관을 구멍 내는 방법 나비다이어그램을 ARIZ-85c 단계 1.3~3.5 과정을 적용하여 설명하면, 다음과 같다.

단계 1.3 (기술적 모순 도식화)-

<p>기술적 모순1- 고형체 지지물</p> 	<p>기술적 모순2- 비고형체 지지물</p> 
---	---

단계 1.4 도식 모델 선정

[지지물]이라는 기술시스템의 기본기능은 [관벽의 찌그러짐 방지]이다. 따라서 [찌그러짐 방지]에 가장 부합하는 [기술적 모순 1]을 선정한다.

단계 1.5 모순의 심화(STC)

[고형체의 지지물]이 없다. [지지물이 액체, 혹은 기체]이다. →0(zero)

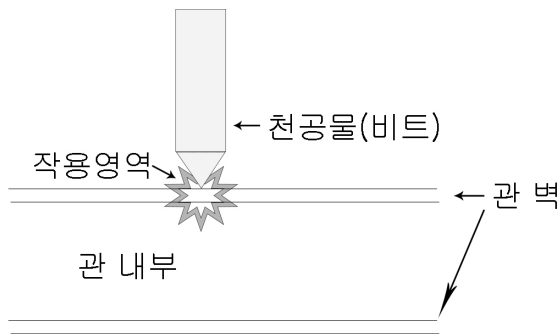
[고형체의 지지물]이 관 내를 다 채운다. [지지물이 아주 단단한 고형체]이다. →∞

단계 1.6 문제 모델링

- 1) [찌그러짐도 없고 작업이 원활하지만, 고형체의 지지물이 없다.]
- 2) [고형체의 지지물은 찌그러짐이 없게 관벽을 보호]하지만 [내관에 지지대 역할을 하는 고형체를 넣기 어려우므로 작업이 불편하다.] [고형체의 지지물이 전혀 없는 상황]에서는 [작업이 원활하게 이루어지지만] [천공작업에 관벽을 보호할 수 없다]
- 3) [고형체의 지지물이 전혀 없는 상황]에서 [작업이 원활하게 이루어지면서도] [천공작업 시, 관벽이 찌그러지지 않게 보호할] 뭔가 어떤 X-자원이 필요하다.

단계 1.7 표준해 적용 - 1차적 표준해 적용을 시도해 본다.

단계 2.1 작용영역(Operational Zone) 정의



단계 2.2 작용시간(Operational Time) 정의



단계 2.3 사용 가능한 물질-장 탐색

[벽이 얇은 관을 구멍 내는 방법에 있어서 고형체의 지지물이 전혀 없는 상황을 고려하고 있다. 따라서 주위 환경의 물질과 장만을 고려하면 된다. 이 경우 관 내부의 공간과 관 외부의 작업 환경 등이 있다.]

문제에서 물질-장 자원은 다음과 같이 검색할 수 있다.

1. 시스템 내부 물질-장 자원

1-1 도구(tool)의 물질-장 자원

1-2 생성물(product)의 물질-장 자원

2. 문제에서 제시된 주위 환경의 물질-장 자원

2-1 문제조건에 의해 주어지는 주위 환경의 물질-장 자원

2-2 지구의 중력장, 자기장 혹은 물과 같은 아주 보편적인 주위 환경의 물질-장 자원

3. 상위시스템 (Super-system)의 물질-장 자원

3-1 불필요하다고 생각하는 부산물

3-2 공기, 바람과 같이 비용이 무시될 정도의 저렴한 외부 자원

단계 3.1 이상해결책(IFR) 정의 1 - X요소는 [벽이 얇은 관]을 복잡하게 하지 않고 동시에 추가적인 해로운 작용이 없이, [천공작업을 하는 시간 T1 또는 다음 천공작업을 하는 시간 T2 전] 동안 [고형체의 지지물이 차지하던 공간] 내에서 [고형체의 지지물]이 수행하는 [관벽이 찌그러짐으로부터 보호하는 유익한 작용]을 계속하면서 [작업을 불편하게 하는 해로운 작용]을 제거한다.

단계 3.2 이상해결안(IFR) 심화 - [벽이 얇은 관의 구멍 내는 법]에서 고형체의 지지물이 전혀 없는 상황이므로 도구가 없는 상황이다.

이상해결책-1을 좀 더 구체적으로 표현하기 위해서는 x-요소는 “액체 또는 기체” 또는 “액체 또는 기체 지지물”이라는 단어로 대체할 수 있다.

단계 3.3 매크로 수준의 물리적 모순 - [액체 또는 기체]는 [작용영역인 천공물과 관벽]에서 [천공작업 중인 T1과 T2 전] 동안 [관벽의 찌그러짐을 방지]하기 위해서 [매크로 수준의 지지력이 있다]이어야 하고, [작업의 용이성]을 위해 [매크로 수준의 유연성이 있다]이어야 한다.

단계 3.4 마이크로 수준의 물리적 모순 - [작업이 편하면서도 천공작업 시 충분한 지지력을 가지기] 위해 [천공작업 중] [액체 또는 기체 지지물]에는 [고형체의 지지력] 물질 입자가 있어야 하고 [작업의 어려움을 피하기] 위해 [천공작업을 하지 않는 동안] [액체 또는 기체 지지물]은 [고형체]의 물질 입자가 없어야 한다.

단계 3.5 이상해결안(IFR) 정의 2 - [액체 또는 기체 지지물]은 [천공작업] 동안 스스로 [충분한 지지력을 가진 지지물]이 되어야 하며 [천공작업 후]에는 스스로 [작업이 편리하게 유연한 상태가 되어야] 한다.

이상의 과정을 정리하자면, 단계 1은 문제를 명확화하기 위한 과정으로 나비다이어그램의 w 와 u , $\sim w$ 와 $\sim u$ 의 관계를 통해서 알 수 있다. 단계 2는 문제해결을 위한 자원을 분석하는 과정이다. 단계 3은 이상해결책(IFR)과 물리적 모순의 탐색을 통해서 76가지 표준해 중 어떤 표준해를 적용하여 물리적 모순을 해결할 것인지를 제안하고 있는 것으로 나비다이어그램의 s 와 $\sim s$ 는 물리적 모순이 되고, w 와 $\sim s$, s 와 u , s 와 $\sim s$ 의 조합은 이상해결책(IFR)이 된다.

3) 물리적 모순 제거 원칙

76가지 표준해를 적용하는 단계에 들어가기 전에, 문제를 물리적 모순 제거 원칙에 맞춰 적용해봄으로써 적용 가능한 이상해결책(IFR)을 보다 구체적으로 제안할 수 있으며, 문제해결을 위한 표준해 선택이 명료해진다.

① 공간에서 모순되는 특성을 분리 : 지지물의 고행체 부분과 비고행체 부분을 생각해 본다.

② 시간에서 모순되는 특성을 분리 : 시간에 따라 고행체이기도 하고, 비고행체이기도 한 경우를 생각해 본다.

③ 시스템 전이 1a: 동질 혹은 이질 시스템들을 하나의 시스템으로 병합 : 지지물이 고행과 비고행의 성질을 가지고 있는 경우를 생각해 본다.

④ 시스템 전이 1b: 반대 시스템의 사용, 혹은 반대 시스템과 시스템의 조합 : 비고행체의 사용, 혹은 비고행체와 고행체 간의 조합을 통하여, 지지물이 형성될 수 있는 경우를 생각해 본다.

⑤ 시스템 전이 1c : 전체 시스템이 X라는 특성을 갖지만, 때때로 시스템 일부가 X와 반대되는 특성을 갖는다. : 지지물 전체적으로는 고행체이지만, 때때로 지지물 일부가 유연한 비고행체의 특성을 갖거나, 그 반대의 특성을 갖는다.

⑥ 시스템 전이 2: 미시수준에서 작동하는 시스템으로 전이 : 천공될 지점에만

고형체의 성질로 작동하는 시스템으로 전이되는 조치를 한다.

⑦ 상전이 1: 시스템의 일부분 혹은 외부 환경의 상(相) 상태의 교체: 천공이 이루어지는 관벽 지점의 상태를 전체 관벽의 강도보다 더 약하게 하여 천공이 쉽게 작업 될 수 있도록 하는 것을 고려해볼 수 있다.

⑧ 상전이 2: 동일한 물질의 두 가지 상(相) 상태의 사용 : 지지물은 단단하지만, 다지류(예 : 지네, 노래기)처럼 유연한 결합부위가 있어 굴곡이 많은 관에서 작업이 쉽게 할 수 있다.

⑨ 상전이 3: 상전이의 결과로 인한 영향을 사용 : 고체인 지지물을 액체나 기체로 상전이 했을 때의 결과와 영향을 고려한다.

⑩ 상전이 4: 다른 상(相) 상태의 두 개의 물질을 사용 : 지지물을 고형체와 비고형체를 이용하여 만들어 본다.

⑪ 물리적-화학적 전이: 용해-소멸, 조합-재조합에 의한 물질의 생성-소멸 : 지지물이 필요한 지점에서 생성되었다가 작업이 완료되면 소멸하는 방법을 생각해 본다.

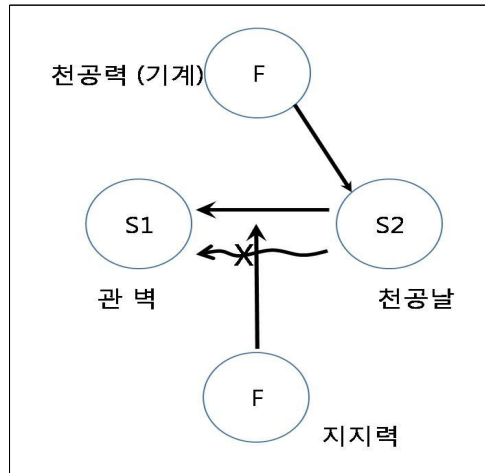
4) 76가지 표준해 적용

벽이 얇은 관을 구멍 내는 방법을 ‘표준해 사용을 위한 알고리즘’에 적용한다.

D/M (detection and/or measurement)의 문제가 아니고, 해로운 상호작용이 일어나므로 ‘S1(관벽)과 S2(천공 날)가 접촉해야 하는가?’에 대한 Yes/No를 선택하게 된다. 관벽에 구멍을 뚫기 위해서는 ‘Yes’를 선택하게 되며, 적용되는 표준해는 1.2.4와 1.2.5가 된다.

표준해 1.2.5는 자기장을 갖는 물질-장에 관한 것으로, 벽이 얇은 관을 구멍 내는 방법에는 해당하지 않으므로 표준해 1.2.4를 선택한다. 표준해 1.2.4의 물질-장 모델은 다음과 같다.

<그림 4-12> 벽이 얇은 관을 구멍 내는 방법 표준해 1.2.4 적용 도식화



이에 지지력을 얻을 수 있는 요소나 환경이 필요하다. 기존 물질-장 모델에서는 지지력을 얻을 수 있는 요소나 환경이 없으므로 제3의 물질을 외부에서 도입해야 할 것이다. 즉 ‘표준해 사용을 위한 알고리즘’에는 빠진 표준해 1.2.3을 선택한다. 그렇다면, 어떤 것이 제2의 물질이 될 수 있는 조건들을 고려한다면, 선택 가능한 물질을 찾을 수 있다.

- ① 천공작업의 압력을 견딜 수 있는 지지력이 있는 고형체 물질이어야 하고, 수월한 작업을 위해 관 내부로 쉽게 넣을 수 있는 비고형체 물질이어야 한다.
- ② 주위 환경에서 쉽고 값싸게 구할 수 있는 자원이어야 한다.
- ③ 천공작업 시 파손으로부터 안전해야 하고, 작업이 끝나고 쉽게 제거가 가능한 자원이어야 한다.

각각의 조건에 가장 부합하는 것은 ‘물’이다. 물은 영하의 온도에서는 고체이었다가 영상의 온도에서는 액체로 변한다. 관 내부에 액체(물)를 채운 다음, 그것을 얼린다. 구멍을 뚫는 동안에 고체화된 액체(얼음)가 관 벽을 지지해 준다. 구멍을 뚫은 후에 얼음을 녹이고, 관에서 물을 빼낸다. 그린빌 툴앤다이 (Greenbille Tool and Die Co.)사는 이러한 공정을 개발하여 특허(미국특허 5,974,846)를 받았다. 이러한 해결책은 표준해 5.1.1.6에도 해당된다. 물론 이 문제는 표준해 2.2 물질-장의 강화로도 해결될 수 있다. 이것은 TRIZ의 주요 이론 중의 하나인 기술 진화법칙(The Law of Technology Evolution)에 해당된다.

장(Field)의 진화는 기계장(Mechanical Field) → 음파장(Acoustic Field) → 화학장(Chemical Field) → 전기장(Electric Field) → 전자기장(Electromagnetic Field)으로 이루어지는데, 러시아식 발음을 빌려 “마첼(MAChEM)”이라고 부른다. 즉, 천공 날의 기계장을 고주파, 레이저 등의 장으로 바꾼다면, 벽이 얇은 관에 찌그러짐 없이 구멍을 낼 수 있다.

5) 40가지 발명원리 적용

‘벽이 얇은 관을 구멍 내는 방법’에 적용되는 표준해는 1.2.4, 1.2.3, 5.1.1.6, 2.2.1이다. Ellen Domb 등(1999)의 ‘40가지 발명원리와 76가지 표준해와의 관계’를 참조하여 40가지 발명원리 중 적용되는 경우를 알아본다.

<표 4-1> 벽이 얇은 관을 구멍 내는 방법의 40가지 발명원리와 76가지 표준해와의 관계

76가지 표준해	40가지 발명원리
5.1.1.6	24. 중간매개체
2.2.1	28. 기계 시스템을 대체

‘40가지 발명원리와 76가지 표준해와의 관계’에서는 나와 있지는 않지만, 물의 고체화와 액체화는 40가지 발명원리의 36. 상전이에 해당하기도 한다.

Victor Fey는 ‘벽이 얇은 관을 구멍 내는 방법’의 해결 표준해로 1.2.2를 제시하고 있는데, 표준해 1.2.2는 ‘유용한 작용과 해로운 작용이 동시에 물질-장의 두 물질 사이에 있고, 물질 사이에 직접적인 접촉을 유지할 필요가 없지만, 외부 물질의 도입이 금지되거나, 바람직하지 않다면, 문제는 원래 물질(S1, S2)의 변형물인 제3의 물질을 도입함으로써 해결될 수 있다.’이다. 그런데 관벽(S1)에 구멍을 뚫기 위해서는 천공 날(S2)의 접촉이 필요하므로, 표준해 1.2.2의 도입은 재검토가 필요하다. ‘40가지 발명원리와 76가지 표준해와의 관계’에서 표준해 1.2.2는 22. 전화위복에 해당한다.

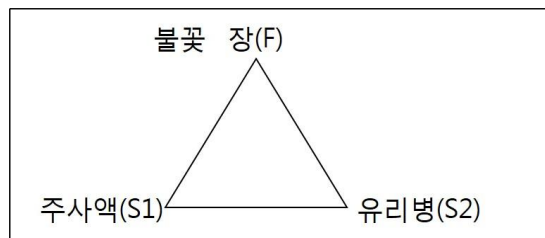
3. 약이 든 앰플의 밀봉 문제(김호준, 2004)

주사약은 각별한 위생이 필요하여 외부와 철저히 차단되어야 하므로 유리로 밀봉된 앰플을 사용한다. 주사약이 앰플 내에 투입될 때에는 앰플의 윗부분은 개봉되어있다. 주사약이 투입된 후 불꽃을 가하여 앰플의 상단 부분 유리를 녹여서 밀봉한다. 그런데 강하게 불꽃을 가하여 확실하게 밀봉을 하려 하면 불꽃의 열이 주사약까지 전달되어 약이 변질된다. 만일 불꽃을 약하게 가하면 밀봉하는데 너무 오랜 시간이 필요하여 생산성이 떨어지는 문제가 발생한다. 즉 앰플을 확실하게 밀봉하기 위해서(w), 강한 불꽃을 가하게 되면(s), 주사약이 변질되는(u) 문제에 봉착하게 된다.

1) 물질-장 모델

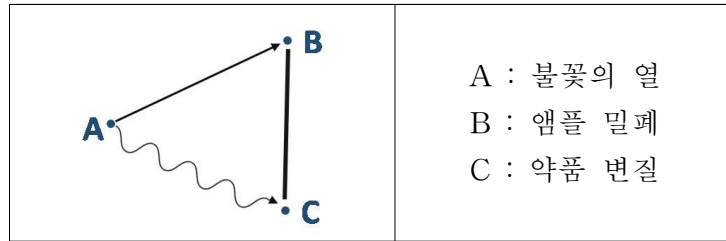
‘도구’는 원하거나 원하지 않는 기능을 수행하는 주체이므로 ‘유리병’이 되고, ‘대상’은 도구의 영향을 받는 객체이므로 ‘주사액’이 된다.

<그림 4-13> 약이 든 앰플의 밀봉 문제 물질-장 모델



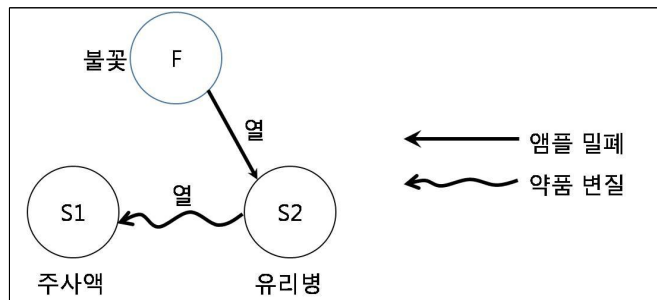
물질-장 모델을 통해 알 수 있듯이 기술적 모순 도식 모델로는 [4. 한 쌍으로 작용(CONJUGATE ACTION) : A에서 B로의 유용한 작용은 C에게 유해한 영향을 끼친다. A, B, 그리고 C는 시스템의 한 부분이다. 시스템을 파괴하지 않는 범위 내에서 유해한 작용을 제거하고 유익한 작용을 보존하는 것이 필요하다.]에 해당된다.

<그림 4-14> 약이 든 앰플의 밀봉 문제 기술적 모순 도식 모델



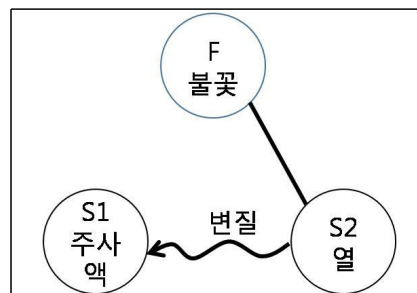
약이 든 앰플 밀봉 문제를 물질-장모델로 기능 도식화하면 다음과 같다.

<그림 4-15> 약이 든 앰플의 밀봉 문제 물질-장 모델 기능 도식-1



위의 물질-장 모델에서 확인할 수 있듯이, 불꽃의 열이 유리병 입구를 밀봉하고, 유리병으로 전도된 열이 주사액을 변질시킨다. 문제를 더욱 집중한다면, 열이 주사액을 변질시키는 것을 알 수 있으므로 다음과 같이 물질-장 모델을 구체화할 수 있다.

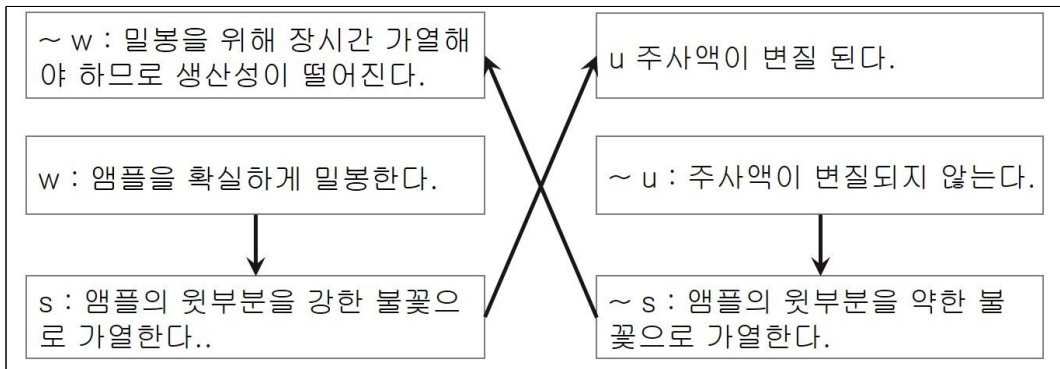
<그림 4-16> 약이 든 앰플의 밀봉 문제 물질-장 모델 기능 도식-2



2) 나비다이어그램

물질-장 모델의 도식화로 알 수 있듯이 불꽃의 열은 유리병에는 밀봉하는 유익한 작용을 하지만, 주사액을 변질시키는 해로운 작용도 한다. 주사액이 변질하지 않기 위해서는($\sim u$), 앰플의 윗부분을 약한 불꽃으로 가하면 되지만($\sim s$), 밀봉하기 위해서는 오랜 시간 가열해야 하므로 생산성이 떨어지는($\sim w$) 문제를 갖게 된다. 이 같은 상황을 나비다이어그램으로 그리면 다음과 같다.

<그림 4-17> 약이 든 앰플의 밀봉 문제 나비다이어그램



위의 나비다이어그램을 통해서 기술적 모순과 물리적 모순을 규정할 수 있다. 즉, 기술적 모순은 주사액의 앰플을 밀봉하기 위해서 강한 불꽃으로 가열을 할 경우, 주사액이 변질되는데, 이렇게 되면 주사액을 쓸 수 없으므로, ‘주사액의 위생을 위한 앰플 밀봉’과 ‘주사액의 변질로부터 보호’가 서로 충돌하게 된다.

물리적 모순은 ‘앰플의 윗부분을 강한 불꽃으로 가열한다. (s)’와 ‘앰플의 윗부분을 약한 불꽃으로 가열한다. ($\sim s$)’가 된다.

나비다이어그램의 분석을 통해 문제의 해결방안들을 제안될 수 있다.

① w와 $\sim s$ 의 조합

‘앰플을 확실하게 밀봉하지만, 앰플의 윗부분을 강하게 가열하지 않는다.’

즉, 앰플의 윗부분을 강하게 가열하지 않지만, 앰플이 확실하게 밀봉될 방법을 찾는다. 이럴 때 앰플의 윗부분에 강하지 않은 열을 가하더라도 우리가 반응할 수 있는 물질을 미리 도포하는 경우를 생각해 볼 수 있을 것이다.

② s와 ~u의 조합

‘애플의 윗부분을 강하게 가열하지만, 주사액이 변질하지 않는다.’

즉, 애플의 윗부분에 가해지는 강한 열이 주사액에는 전달되지 않는 것을 생각해 볼 수 있다. 이럴 경우 열이 주사액까지 전달되는 것을 차단하는 물질을 추가하거나, 열이 주사액에는 영향을 미치기 전 다른 곳으로 전이되거나 발산될 방법을 연구해야 할 것이다.

③ s와 ~s와의 조합

‘애플의 윗부분을 강한 불꽃으로 가열하기도 하고, 약한 불꽃으로 가열하기도 한다.’

애플을 잘 밀봉하기 위해서는 강한 불꽃으로 가열해야 한다. 그렇지만 그렇게 하면 애플 안의 주사액이 변질하는 문제점이 있다. 애플의 부분이 주사바늘 크기의 구멍이 남을 정도까지는 강한 불꽃으로 가열하고, 주사기로 애플에 주사기로 주사액을 넣은 후, 약한 불꽃으로 가열해서 밀봉을 마무리한다면 주사액의 변질 없이 애플을 밀봉할 수 있다.

④ ~w 혹은 w, 그리고 ~u의 조합

‘애플을 확실하게 밀봉하지만, 주사액이 변질하지 않는다. 밀봉을 위해 장시간 가열하지만, 생산성이 떨어지지 않는다.’

즉, 애플의 윗부분을 장시간 가열하여 확실하게 밀봉하고 주사액이 변질하지 않지만, 생산성이 떨어지지 않는 방법을 생각해 본다.

혹은 주사액이 변질할 시간대에는 애플이 확실하게 밀봉되었다가, 주사액이 변질로부터 안전할 시간대에는 밀봉상태가 확실하지 않아도 되는 것, 상황에 따라 유동적으로 애플의 밀봉상태가 바뀌는 것을 고려할 수 있다.

혹은 애플 밀봉을 위한 온도와 주사액이 변질하지 않을 수 있는 온도의 간격을 찾아내어, 그 온도로 불꽃을 정밀하게 조절이 가능한 장비를 도입하여 문제를 해결할 수도 있을 것이다. 또한, 파스퇴르의 저온살균법의 예를 떠올려 여러 가지 상황을 고려해 볼 수 있다. 이 이외에도 유리 애플을 다른 재질을 이용하여 애플을 제작함으로써 문제를 해결할 수 있을 것이다. 그러나 TRIZ에서는 문제의 주변에 존재하는, 혹은 쉽게 가져다 쓸 수 있는 자원을 활용할 것을 권장한다.

3) 물리적 모순 제거 원칙

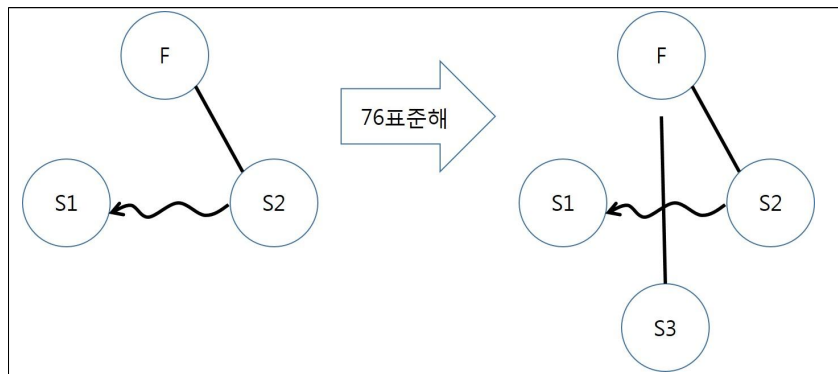
- ① 공간에서 모순되는 특성을 분리 : 불꽃의 가열이 필요한 앰플 윗부분과 주사액의 변질을 막기 위해 불꽃의 가열을 피해야 할 앰플 부분을 생각해 본다.
- ② 시간에서 모순되는 특성을 분리 : 시간에 따라 강한 불꽃이기도 하고, 약한 불꽃이기도 한 경우를 생각해 본다.
- ③ 시스템 전이 1a: 동질 혹은 이질 시스템들을 하나의 시스템으로 병합 : 불꽃이 강함과 약함의 성질을 모두 가지고 있지만, 조건에 따라 성질이 바뀐다.
- ④ 시스템 전이 1b: 반대 시스템의 사용, 혹은 반대 시스템과 시스템의 조합 : 강한 불꽃과 약한 불꽃의 조합을 생각해 본다.
- ⑤ 시스템 전이 1c : 전체 시스템이 X라는 특성을 갖지만, 때때로 시스템 일부가 X와 반대되는 특성을 갖는다. : 불꽃이 강한 열의 특성을 갖지만, 때때로 불꽃 일부가 약한 열의 특성을 갖거나, 그 반대의 특성을 갖는다.
- ⑥ 시스템 전이 2: 미시수준에서 작동하는 시스템으로 전이 : 밀봉될 지점에만 강한 열의 불꽃 성질로 작동되도록 한다.
- ⑦ 상전이 1: 시스템의 일부분 혹은 외부 환경의 상(相) 상태의 교체: 밀봉이 이루어지는 앰플 윗부분 상태를 전체 앰플의 두께(강도)보다 더 약하게 하여 밀봉이 쉽게 작업 될 수 있도록 하는 것을 고려해볼 수 있다.
- ⑧ 상전이 2: 동일한 물질의 두 가지 상(相) 상태의 사용 : 유리는 평시에는 딱딱한 고체의 상태이지만, 고온에서 액상 상태가 된다. 이 두 가지 상 상태를 이용한 해결책을 고려해볼 수 있다.
- ⑨ 상전이 3: 상전이의 결과로 인한 영향을 사용 : 고체인 유리가 액체로 상전이 했을 때의 결과와 영향을 고려한다.
- ⑩ 상전이 4: 다른 상(相) 상태의 두 개의 물질을 사용 : 유리를 고체와 액체 상태를 이용하여 만들어 본다.
- ⑪ 물리적-화학적 전이: 용해-소멸, 조합-재조합에 의한 물질의 생성-소멸 : 유리 앰플의 윗부분에 화학물을 첨가하여 불꽃에 화학적 반응을 일으켜 다른 부위보다 강한 열을 발생하게 해서 밀봉을 하게 한 후, 화학물은 소멸하는 방법을 생각해 본다.

4) 76가지 표준해 적용

Victor Fey의 표준해 사용을 위한 알고리즘을 활용해서 적용 가능한 표준해를 찾는다. D/M 문제가 아니고, 완전한 물질-장 구조로 되어있으며, 해로운 상호작용을 하고 있으며, S1(주사액)과 S2(열)는 접촉이 필요 없으므로, 표준해 1.2.1과 1.2.2가 적용되는 것을 제시되고 있다. 표준해 1.2.1은 유리병의 열이 주사액에 전달되지 않도록 제3의 물질을 도입한다. 표준해 1.2.2는 주사액(S1)과 유리병(S2)에 변형물을 도입한다는 것은 안정성의 우려가 되므로 배제한다.

따라서 표준해 1.2.1에 따라 두 물질 사이에 도입할 제3의 물질을 찾는다.

<그림 4-18> 표준해 1.2.1 도식



표준해 도식에서 알 수 있듯이 열(S2)이 주사액(S1)에 전달되지 않도록 막는, 혹은 열을 흡수하는 제3의 물질(S3)이 필요하다. 76표준해가 제시하는 해결책은 ‘s와 ~u의 조합’으로 강한 불꽃으로 앰플의 윗부분을 가열하여 밀봉하지만, 주사액에는 영향을 주지 않는 방법이다.

쉽게 구할 수 있는 자원을 활용하여 열을 제거할 수 있는 물질이 무엇일까?

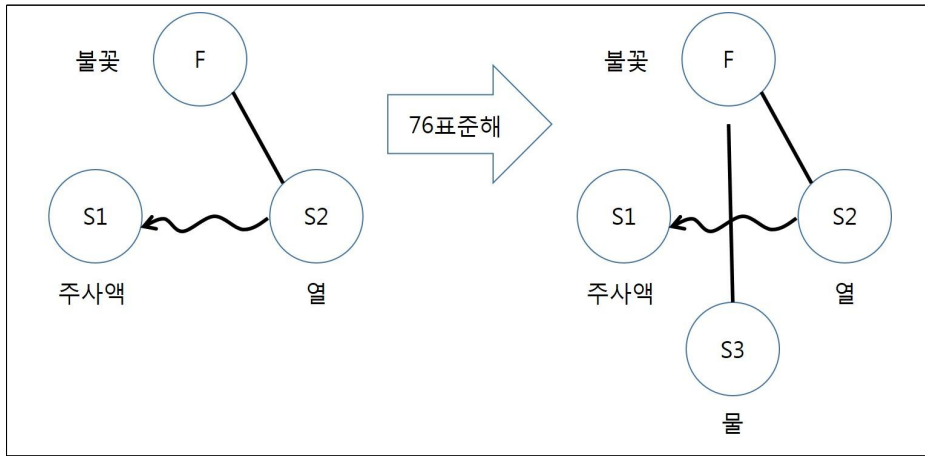
열을 제거하는 물질, 차갑다, 얼음, 물...

우리는 의식에 흐름에 따라 자연스럽게 얼음과 물이라는 물질을 생각하게 된다.

작업의 용이성을 위해서 얼음보다는 물을 선택한다.

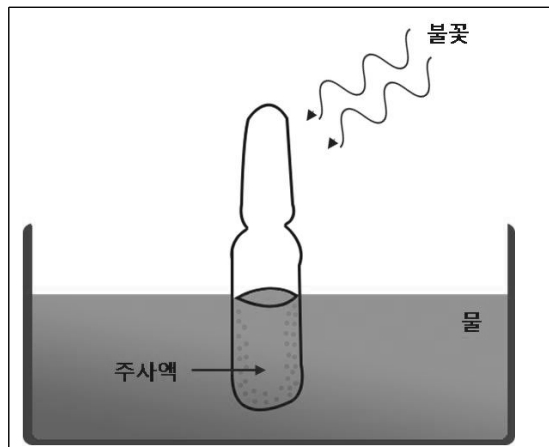
76표준해 1-2-1에 주사액 앰플 봉합 문제를 적용하면, 다음과 같다.

<그림 4-19> 약이 든 앰플의 밀봉 문제 표준해 1.2.1 적용 도식화



즉, 제3의 물질인 물을 이용하여 주사액의 변질을 막는 것이다. 이 문제에 대한 그림은 다음과 같다.

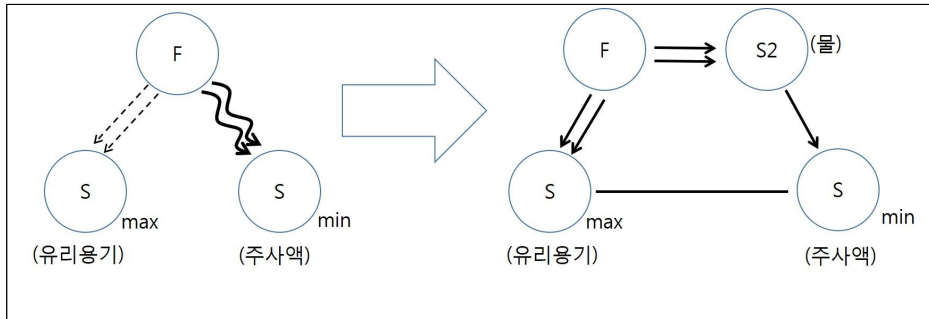
<그림 4-20> 약이 든 앰플의 밀봉 문제해결안 그림



이상의 표준해 분석을 통해서 S2인 열이 물리적 모순이라는 것을 알 수 있다. 적용되는 물리적 모순 제거 원칙으로는 ‘5. 시스템 전이 1c : 전체 시스템이 X라는 특성을 갖지만, 때때로 시스템 일부가 X와 반대되는 특성을 갖는다.’이다.

그런데 주사액 앰플 문제에 대하여 김호준과 Victor Fey는 76표준해 1.1.8을 적용하여 설명하고 있다.

<그림 4-21> 약이 든 앰플의 밀봉 문제 표준해 1.1.8 적용 도식화



이는 Altshuller가 ‘같은 문제가 발명가들의 개성에 따라 다른 수준에서 풀릴 수 있다.’라고 했던 것처럼, 발명가(TRIZ 활용자)의 문제를 보는 관점에 따라 문제의 인식이 달라질 수 있고, 문제해결의 방향과 수준이 달라질 수 있다. 마찬가지로 문제해결의 분석을 놓고도 서로 다른 TRIZ의 적용례를 주장할 수도 있다.

이러한 점은 TRIZ가 가지고 있는 다양성의 장점이지만, TRIZ를 공부하기에 어려운 점이라고 할 수 있다.

5) 40가지 발명원리 적용

‘약이 든 앰플의 밀봉 문제’에 적용되는 표준해는 1.2.4, 1.1.8, 1.1.8.1이다. Ellen Domb 등(1999)의 ‘40가지 발명원리와 76가지 표준해와의 관계’를 참조하여 40가지 발명원리 중 적용되는 경우를 알아본다.

<표 4-2> 약이 든 앰플의 밀봉 문제의 40가지 발명원리와 76가지 표준해와의 관계

76가지 표준해	40가지 발명원리
1.2.4	
1.1.8	3. 국소적 품질
1.1.8.1	11. 사전예방 조치

‘40가지 발명원리와 76가지 표준해와의 관계’에서는 나와 있지는 않지만, 물을 매개체가 사용하여 열을 흡수하고 주사액으로 열이 전달되는 것을 막으므로 40가지 발명원리의 ‘24. 중간매개체’에 해당하기도 한다.

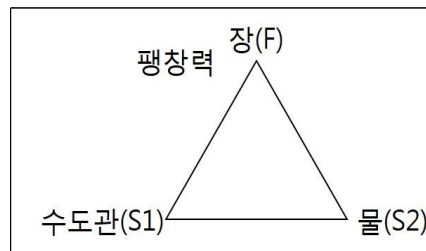
4. 수도관 동파 문제(Victor Fey, Eugene Rivin, 2005)

수도관은 높은 압력을 이용해 물을 흘려보낸다. 영하의 추운 겨울에 수도관 안에 있던 물이 얼면서 부피가 커지는 바람에 수도관이 동파된다. 수도관을 가열하거나 수도관 벽을 두껍게 하든지, 재질을 바꾸려면 큰 비용이 든다. 높은 압력으로 물을 흘려보내려면 수도관은 견고하여 일정한 형태를 유지하여야 한다. 추운 겨울에 물이 얼면서 부피가 커지는 바람에 신축적이지 못한 수도관이 동파된다. 추운 겨울에 수도관이 동파되는 것을 막으려면 수도관이 신축적으로 늘어나야 한다. 하지만 수도관이 신축적으로 늘어나게 되면 높은 압력으로 물을 흘려내지 못한다.

1) 물질-장 모델

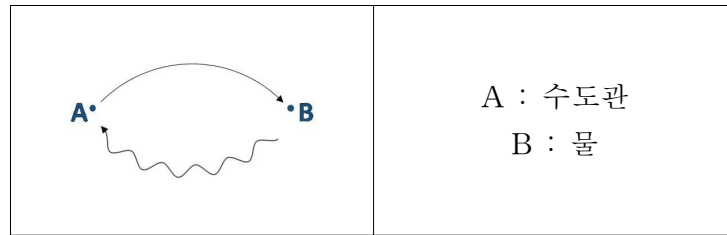
‘도구’는 원하거나 원하지 않는 기능을 수행하는 주체이므로 ‘물’이 되고, ‘대상’은 도구의 영향을 받는 객체이므로 수도관이 된다.

<그림 4-22> 수도관 동파 문제 물질-장 모델



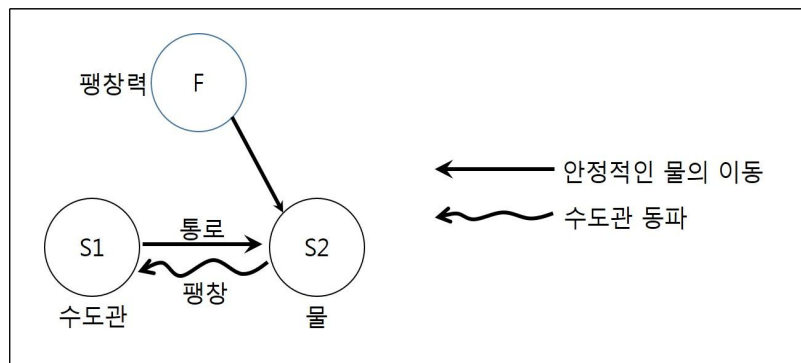
기술적 모순의 도식 모델로는 [1. 반작용(COUNTERACTION) : A는 B에 유용한 작용(실선 화살표) 하지만, B는 A에 영구적으로 또는 어떤 단계에서 유해하게 작용한다.]에 해당한다.

<그림 4-23> 수도관 동파 문제 기술적 모순 도식 모델



수도관 동파 문제를 물질-장 모델로 기능 도식화하면 다음과 같다.

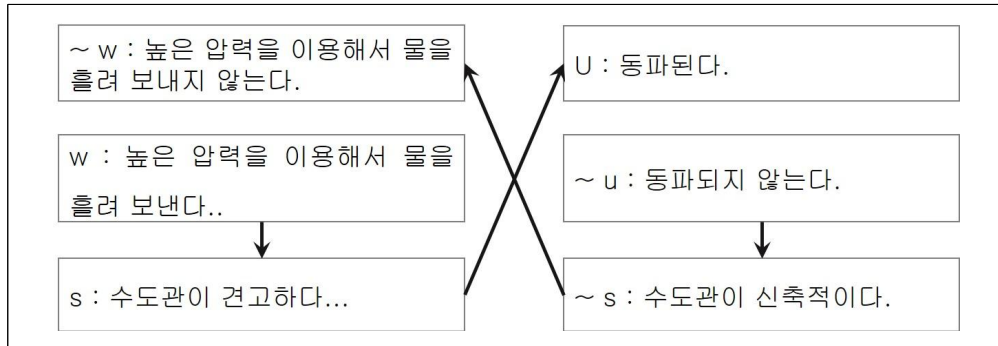
<그림 4-24> 수도관 동파 문제 물질-장 모델 기능 도식



2) 나비다이어그램

물질-장 모델의 도식화로 알 수 있듯이 수도관은 높은 압력으로 물을 흘려보내는 유익한 작용이 있지만, 겨울철 물이 얼음으로 응고되면서 부피가 커지면서 수도관이 동파되는 해로운 작용이 있다. 이 같은 문제를 나비다이어그램을 이용하여 표현하면 다음과 같다.

<그림 4-24> 수도관 동파 문제 나비다이어그램



위의 나비다이어그램을 통해서 구체적인 기술적 모순과 물리적 모순을 규정할 수 있다. 즉, 기술적 모순은 높은 압력을 이용해서 물을 흘려보내려면 수도관이 견고해야 하는데, 영하의 추운 겨울에 수도관 안에 있던 물이 얼면서 부피가 커지는 바람에 ‘수도관 동파’와 얼음의 부피 팽창하게 되어 ‘수도관 보호’가 서로 충돌하게 된다.

물리적 모순은 ‘수도관이 견고하다. (s)’와 ‘수도관이 신축적이다. (~s)’가 된다.

나비다이어그램의 분석을 통해 이상적 해결책들을 제안할 수 있다.

① w와 ~s의 조합

‘높은 압력을 이용해서 물을 흘려보내고, 수도관이 신축적이다.’

즉, 수도관이 신축적이지만 높은 압력을 이용해서 물을 흘려보내는 방법을 찾는다.

② s와 ~u의 조합

‘수도관이 견고하고, 동파되지 않는다.’

즉, 높은 수압을 견딜 수 있는 견고한 수도관이지만, 동파는 되지 않는 방법을 찾는 것이다.

③ ~w 혹은 w, 그리고 ~u의 조합

‘높은 압력을 이용해서 물을 흘려보내지 않기도 하고, 높은 압력을 이용해서 물을 흘려보낸다. 모든 상황에서 수도관은 동파되지 않는다.’

즉, 추운 겨울에는 낮은 압력으로 물을 흘려보내고, 평상시에는 높은 압력을 이

용하여 흘려보내면 동파를 예방할 수 있다.

④ s와 ~s의 조합

수도관이 견고하고, 신축적이다.

물을 흘려보낼 때는 견고하고, 물을 흘려보내지 않을 때는 신축적이다. 혹은 수도관이 어느 부분은 견고하고, 다른 부분은 신축적이다.

3) 물리적 모순 제거 원칙

① 공간에서 모순되는 특성을 분리 : 수도관의 단단한 공간(부분)과 신축적인 공간(부분)을 생각해 본다.

② 시간에서 모순되는 특성을 분리 : 시간에 따라 단단해지기도 하고, 신축적이기도 한 경우를 생각해 본다.

③ 시스템 전이 1a : 수도관이 단단함과 신축성을 동시에 가지고 있지만, 조건에 따라 성질이 바뀐다.

④ 시스템 전이 1b : 수도물이 어는 것을 막기 위해, 수도관을 가열한다.

⑤ 시스템 전이 1c : 수도관이 전체적으로는 견고하지만, 때때로 수도관 일부가 신축성을 가지는 특성을 갖는다.

⑥ 시스템 전이 2 : 동파가 일어날 지점을 알려주는 시스템을 만들어 해당 지점에 조치를 취한다.

⑦ 상전이 1: 수도관의 외부는 단단하지만, 얼음의 부피 팽창에 대응할 수 있도록 수도관의 길이에 따라 신축성 재료를 첨가한다.

⑧ 상전이 2 : 물은 액체이지만, 영하가 되면 고체가 된다. 이 두 가지 상(相) 상태를 이용할 방법을 생각해 본다.

⑨ 상전이 3 : 물(액체)이 얼음(고체)으로 바뀌는 결과는 부분적으로 흐름이 정체되므로 이러한 현상을 점검하여 동파를 예방한다.

⑩ 상전이 4 : 물은 액체, 얼음은 고체이므로 제3의 물질인 기체를 활용할 수 있는 방법이 있는지 생각해 본다.

⑪ 물리적-화학적 전이 : 흐르는 물을 이용하여 생성되어가는 얼음을 녹일 방법을 생각해 본다.

4) 76가지 표준해 적용

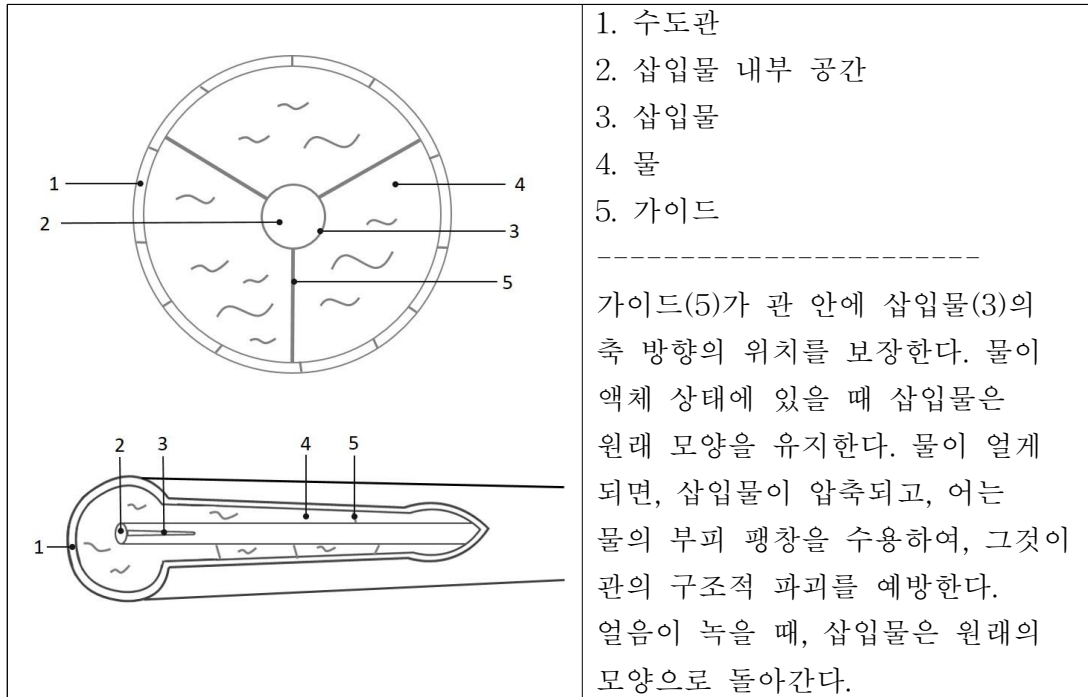
Victor Fey의 ‘표준해 사용을 위한 알고리즘’을 활용하여 적용 가능한 표준해를 알아본다. D/M (detection and/or measurement)의 문제가 아니고, 물질-장이 완전하다. 해로운 상호작용이 일어나므로 ‘S1(수도관)과 S2(물)가 접촉해야 하는가?’에 Yes/No를 선택해야 한다. 일반적으로는 수도관과 물이 접촉하지만, 수도관과 물의 접촉을 막는 제3의 물질이 들어가도, 기능상의 문제는 없으므로 표준해 1.2.1과 1.2.2가 적용되는 표준해가 된다.

표준해 1.2.1은 제3의 물질을 수도관(S1)과 물(S2) 사이에 제3의 물질을 도입하여 동파를 막는 것이다. 표준해 1.2.2는 수도관과 물의 변형물인 제3의 물질을 도입하라고 하는데, 수도관과 물이 반응해서 생성되는 변형물이라는 것이 녹(rust) 같은 것이 있을 수 있으나, 동파에 적합한 물질을 생성하는 것이 어려우므로 배제한다.

따라서 표준해 1.2.1에 따라 두 물질 사이에 도입할 제3의 물질(S3)을 찾는다.

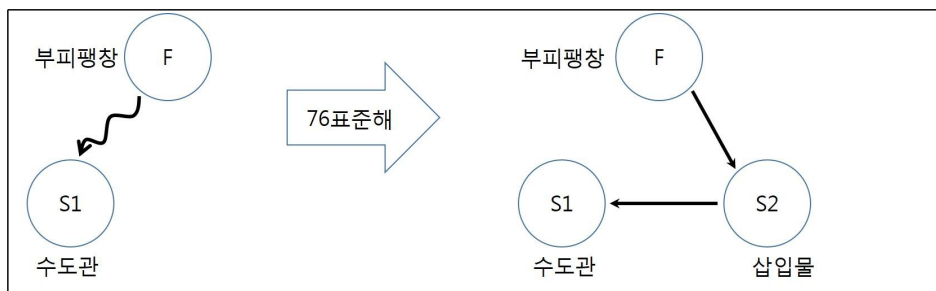
즉, 제3의 물질이 물이 응고되면서 커지는 부피를 감당할 수 있는 신축성 있는 물질이면, 문제를 쉽게 해결할 수 있을 것이다. 미국특허 6,338,364는 유연한 원형 플라스틱 삽입물을 수도관 안에 넣음으로써 이 문제를 해결했다.

<그림 4-26> 수도관 동파 문제해결안 그림



Victor Fey는 표준해 1.2.3의 예로 ‘수도관 동파를 막는 삽입물’을 제시하고 있다.

<그림 4-27> 수도관 동파 문제 표준해 1.2.3 적용 도식화



수도관 동파의 경우, 도구-대상 분석을 통하여 기술적 모순과 물리적 모순을 선정하는 것이 편리하다. 자연물과 인공물이 상호작용하는 경우, 자연물의 유해작용을 인공물이 차단할 수 있도록 시스템을 변경하는 것이 필요하다(현정석,

2018). 즉 수도관(S1)이 물리적 모순이 되게 된다.

5) 40가지 발명원리 적용

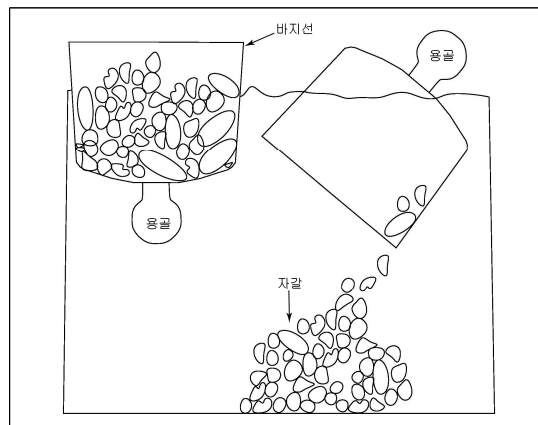
‘수도관 동파 문제’에 적용되는 표준해는 1.2.1, 1.2.3이다. Ellen Domb 등(1999)의 ‘40가지 발명원리와 76가지 표준해와의 관계’를 확인한 결과, 서로 관계되는 것들이 명시되지 않고 있다.

그렇지만 신축성 있는 삽입물을 매개체가 사용하여 부피 팽창에 의한 수도관 동파를 예방하므로, ‘11. 사전예방조치’와 ‘24. 중간매개체’에 해당하기도 한다.

5. 스스로 짐을 부리는 바지선 문제(Victor Fey, Eugene Rivin, 2005)

스스로 짐을 부리는 바지선이 댐 건설에 종종 사용된다. 바지선에 자갈, 돌과 같은 짐을 실으면, 예인선이 짐 실은 바지선을 끌어서 필요한 곳까지 이송한 다음, 바지선이 스스로 뒤집혀서 짐을 부린다. 무거운 용골과 부력이 모멘트를 일으켜, 빈 바지선을 원래 위치로 되돌려 준다. 용골이 무거울수록, 더욱 빠르게 원 위치로 뒤집지만, 무거운 용골은 바지선의 이송 용량을 줄인다.

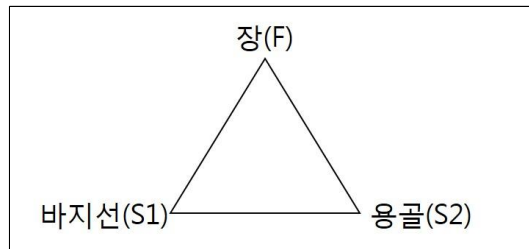
<그림 4-28> 스스로 짐을 부리는 바지선 문제 설명 그림



1) 물질-장 모델

‘도구’는 원하거나 원하지 않는 기능을 수행하는 주체이므로 ‘용골’이 되고, ‘대상’은 도구의 영향을 받는 객체이므로 ‘바지선’이 된다.

<그림 4-29> 스스로 짐을 부리는 바지선 물질-장 모델



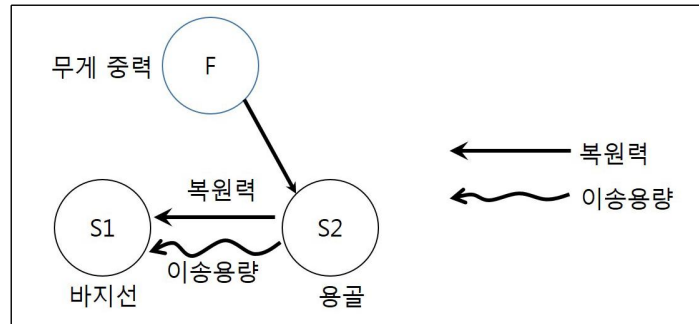
물질-장 모델을 통해서도 알 수 있듯이 기술적 모순 도식 모델로는 [2. 한 쌍으로 작용 (CONJUGATE ACTION) : A에서 B로의 유용한 작용은 B에 유해한 작용을 한다. 유해한 작용을 제거하고 유용한 작용을 보존하는 것이 필요하다.]이 해당된다. 그렇지만 바지선의 구성요소인 용골이 무거우면 바지선의 복원력을 향상하게 시키면서도 이송 용량을 줄이는 해로운 영향을 끼치므로 [5. 한 쌍으로 작용 (CONJUGATE ACTION) : A에서 B로의 유용한 작용은 A 자신에게 유해한 영향을 끼친다. 유해한 작용을 제거하고 유용한 작용을 보존하는 것이 필요하다.]에 해당하기도 한다.

<그림 4-30> 스스로 짐을 부리는 바지선 문제 기술적 모순 도식 모델

	<p>A : 용골 B : 복원력 C : 이송 용량</p>
	<p>A : 바지선 용골 B : 복원력</p>

스스로 짐을 부리는 바지선 문제를 물질-장 모델로 기능 도식화하면 다음과 같다.

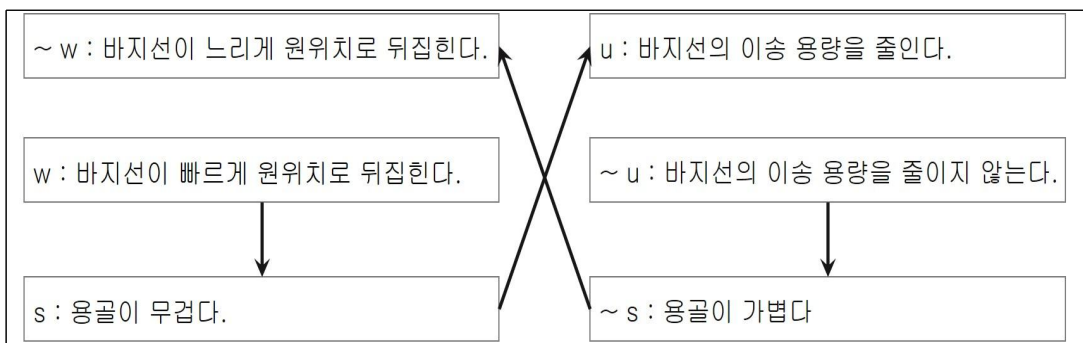
<그림 4-31> 스스로 짐을 부리는 바지선 문제 물질-장 모델 기능 도식



2) 나비다이아그램

물질-장 모델의 도식화로 알 수 있듯이 용골이 무거울수록 뒤집혔던 바지선이 더욱 빠르게 원위치로 회복하는 좋은 점이 있지만, 바지선의 이송 용량이 줄어드는 나쁜 점도 있다. 바지선의 이송 용량을 줄이지 않기 위해서는(~u), 용골이 가벼우면 되지만(~s), 바지선이 느리게 원위치로 뒤집힌다(~w). 이 같은 문제를 나비다이아그램을 이용하여 표현하면 다음과 같다.

<그림 4-32> 스스로 짐을 부리는 바지선 문제 나비다이아그램



위의 나비다이아그램을 통해서 기술적 모순과 물리적 모순을 규정할 수 있다.

즉, 기술적 모순은 스스로 짐을 부리는 바지선이 짐을 부린 후, 빠르게 원위치로 뒤집히기 위해서는 용골이 무거워야 하지만, 용골의 무게가 무거워지면 바지선의 이송 용량이 축소되게 되므로 이송 용량을 효과적으로 유지하려는 의도와 충돌이 일어나게 된다.

물리적 모순은 바지선이 빠르게 원위치로 뒤집히기 위해서는(w) ‘용골이 무겁다. (s)’와 바지선의 이송 용량이 줄지 않고 유지되기 위한 (~u) ‘용골이 가볍다. (~s)’로 정의된다.

나비다이아그램의 분석을 통해 문제의 해결방안들을 제안될 수 있다.

① w와 ~s의 조합

‘바지선이 빠르게 원위치로 뒤집히지만, 용골은 가볍다.’

② s와 ~u의 조합

‘용골이 무겁고, 바지선의 이송 용량을 줄이지 않는다.’

③ ~w 혹은 w, 그리고 ~u의 조합

‘바지선의 이송 용량을 줄이지 않으면서 바지선이 느리게 원위치로 뒤집히거나, 빠르게 원위치로 뒤집힌다.’

④ s+~s

‘용골이 무겁기도 하고, 가볍기도 하다.’

즉, 이송할 때는 용골을 가볍게 하여 이송 용량을 줄이지 않고, 짐을 부릴 때는 바지선이 빠르게 원위치로 뒤집힐 수 있도록 용골을 무겁게 한다.

3) 물리적 모순 제거 원칙

① 공간에서 모순되는 특성을 분리 : 용골에서 무거워야 하는 공간과 가벼워야 하는 공간을 생각해 본다. 혹은 바지선의 무거운 부분을 용골로 활용할 수 있는지 생각해 본다.

② 시간에서 모순되는 특성을 분리 : 시간에 따라 용골이 무겁기도 하고, 가볍기도 한 경우를 생각해 본다.

③ 시스템 전이 1a: 용골이 무겁기도 하고, 동시에 가볍기도 한 경우를 생각한다.

- ④ 시스템 전이 1b: 용골이 무거워야 할 때 가벼운 상태를 이용하거나, 반대의 경우를 생각해 본다.
- ⑤ 시스템 전이 1c : 용골이 전체적으로 무거운 특성이 있지만, 때때로 가벼운 특성을 갖게 되는 경우를 생각해 본다.
- ⑥ 시스템 전이 2: 바지선이 복원력이 필요한 시점에서만 용골의 무게가 증가하도록 미시적 시스템의 전이를 생각해 본다.
- ⑦ 상전이 1: 바지선 혹은 용골의 일부분이나 외부 환경의 상(相) 상태를 바꾸는 경우를 생각해 본다.
- ⑧ 상전이 2: 용골의 무겁기도 하고 가볍기도 한, 두 가지 상(相) 상태를 갖는다. 상황에 따라 이 두 가지 상 상태가 교차하는 해결책을 고려해볼 수 있다.
- ⑨ 상전이 3: 용골의 외부 혹은 내부에 상전이 결과를 통해 무게가 증감되는 방법을 고려해볼 수 있다.
- ⑩ 상전이 4: 서로 다른 상(相) 상태의 두 개의 물질로 이루어진 용골을 고려해볼 수 있다.
- ⑪ 물리적-화학적 전이: 용골의 무게를 증가시키기 위해 화학물을 사용하고, 바지선이 원위치 된 후, 화학물은 소멸하는 방법을 생각해 본다.

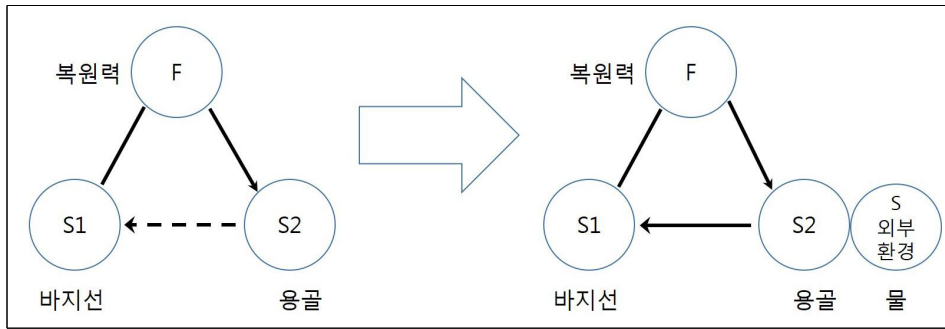
4) 76가지 표준해 적용

Victor Fey의 ‘표준해 사용을 위한 알고리즘’을 활용하여 적용 가능한 표준해를 알아본다. D/M (detection and/or measurement)의 문제가 아니고, 물질-장이 완전하다. 용골이 무거우면 바지선의 복원이 늦어지긴 하나 해로운 상호작용이 일어난다고 볼 수 없으므로 새로운 물질(S3)을 용골(S2) 혹은 환경(E)에 추가할 수 있는지를 결정한다. ‘바지선 복원 문제’에는 용골(S2)과 환경(E)에 새로운 물질(S3)을 추가하는 것이 가능하므로, 표준해 1.1.2를 먼저 적용하고, 표준해 1.1.3을 고려한다.

표준해 1.1.2는 물질 내부에 1.1.3은 물질 외부에 첨가물을 도입하는 것으로, 용골의 무게 변화시키기 위해서는 대량의 첨가물이 필요하다. 이런 경우 주변의 환경에서 쉽게 구할 수 있고 값싼 재료를 우선하여 고려하게 되는데, 바다에서 작업하는 바지선에 용골의 무게를 쉽게 변화시킬 수 있는 물질은 바닷물이 된다.

그러므로 ‘표준해 사용을 위한 알고리즘’에는 빠진 표준해 1.1.4를 이용해 문제를 해결한다. 스스로 짐을 부리는 바지선 문제를 표준해 1.1.4에 적용하면 다음과 같다.

<그림 4-33> 스스로 짐을 부리는 바지선 문제 표준해 1.1.4 적용 도식화



5) 40가지 발명원리 적용

‘스스로 짐을 부리는 바지선 문제’에 적용되는 표준해는 1.1.4이다. Ellen Domb 등(1999)의 ‘40가지 발명원리와 76가지 표준해와의 관계’에서 표준해 1.1.4와 연결되는 40가지 발명원리는 ‘5. 통합’, ‘24. 중간매개체’, ‘35. 속성 변화’이다. 그렇지만 용골에 무게를 주어 바지선을 원위치시키는 것은 무게를 통한 역동성을 증가하는 것이므로, ‘15. 역동성 증가’가 해당된다. 또한, 비용이 거의 들지 않는 바닷물을 바지선이 원위치로 복원할 때 사용하므로, ‘27. 값싸고 짧은 수명’과 ‘29. 공기 및 유압 사용’에 해당된다.

그리고 ‘바지선 스스로 원상회복’은 40가지 발명원리의 ‘25. 셀프서비스’에 해당된다. Victor Fey는 이 문제의 해결 표준해로 1.1.4 제시한다. 용골의 무게를 바닷물을 이용하여 무게를 변경하는 것이다. 나비다이어그램의 ‘s와 ~s의 조합’이 이에 해당한다.

제5장 결론

1. 연구의 의의 그리고 한계

본 연구에서는 TRIZ의 개념과 도구(문제해결 방법)들을 소개하고, 제4장에서 ARIZ-85c 기반으로 설계한 트리즈 방법론들의 프로세스를 통하여 각각의 문제들을 결합함으로써 보다 구체적인 이해와 활용 방안을 제시하였다.

사례를 통한 문제해결의 순서는

첫째, 해결해야 할 문제에 대하여 물질-장 모델을 만들어 문제 영역과 문제의 본질을 파악하였다.

둘째, 나비다이아그램으로 문제를 정리하고, 기술적 모순과 물리적 모순을 명확히 도출하고, $w / s / u / \sim u / \sim s / \sim w$ 의 조합으로 해결방안을 모색하였다.

셋째, 11개의 물리적 모순 제거 원칙들을 문제에 적용해봄으로써, 나비다이아그램에서 도출한 해결방안과 함께 구체적인 해결방안을 갖게 하였다.

넷째, Victor Fey의 '표준해 사용을 위한 알고리즘'을 활용하여 적용 가능한 표준해를 찾아 문제해결을 하였다.

다섯째, Ellen Domb 등(1999)의 '40가지 발명원리와 76가지 표준해와의 관계'를 통해 문제해결을 위해 활용되었던 표준해가 40가지 발명원리와는 어떤 관계가 있는지 알아봄으로써 TRIZ 발명 이론들의 관계를 이해할 수 있도록 하였다.

그동안 TRIZ는 그 안의 많은 도구들이 개별적으로 활용되거나, ARIZ 안의 단계들로 이용되어왔다.

TRIZ 도구들이 독립적 문제해결 방법으로 활용되는 경우, 사용자가 택한 도구에 대하여 어떤 항목을 선택하여 문제를 풀어야 하는지 정하기가 쉽지 않다. 예를 들면, '범용 단일 압형 도구'의 문제에 있어서, 사용자는 40가지 발명원리 중 몇 번째 원리를 적용해야 하는지, 사용자가 76가지 표준해를 선택하여 문제를 해결하고자 한다면, 당면한 문제가 몇 번째 표준해에 해당하는지 신속히 알기가 힘

들다.

또한, TRIZ 전반의 이해가 부족한 상황에서 각각의 도구들을 상호 교환하면서 사용하기에도 어렵다.

ARIZ는 문제해결의 알고리즘으로 단계에 따라 문제해결과정을 수행하게 되는데, Altshuller도 ARIZ를 공부하기 위해서는 80시간 이상의 선행학습이 필요하다고 할 정도로 TRIZ 경험자들도 접근하기가 쉽지 않은 알고리즘이다.

따라서 본 연구의 의의는 ARIZ-85c를 기반으로 한, 다섯 단계의 문제해결과정을 제시함으로써 TRIZ를 접하는 이들이 TRIZ를 더 쉽고 구체적으로 당면한 문제에 적용할 수 있도록 하였다는 점에 있다.

그런데 문제해결 전개 과정에서 원활한 문제해결 프로세스를 위해 채택되었던 '76가지 표준해를 사용하기 위한 알고리즘'과 '40가지 발명원리와 76가지 표준해와의 관계'의 단계에서 두 이론과 저자와의 의견이 불일치되는 부분들이 발생하였다. 이러한 이유는 언급하였듯이 발명가가 문제를 보는 관점에 따라 문제의 인식이 달라질 수 있고, 문제해결의 방향과 수준이 달라질 수 있기 때문이지만 결국 논문의 원활하지 못한 전개가 논문의 한계점이 되었다.

2. 향후 연구 방향

TRIZ는 창의력의 중요성이 대두되는 시대에 더욱 관심받는 이론이다. 그렇지만 일반인이 접근하기에는 아직 TRIZ는 너무 어렵고 모호하다. 이제는 이러한 TRIZ의 모호성과 난해함, 그리고 불완전성을 개선하여, 기술 과학은 물론이고 다양한 분야에서 활용되며, 창의성을 발전시키는 교육의 중요한 주제가 되도록 해야 할 것이다.

이에 TRIZ가 일반인에게 더 쉽고 구체적으로 활용될 수 있도록 다양한 연구와 시도가 이루어져야 한다.

본 연구에서 채택되었던 Victor Fey의 '76가지 표준해 사용을 위한 알고리즘'과 Ellen Domb 등(1999)의 '40가지 발명원리와 76가지 표준해와의 관계'는 보다

깊은 연구를 통해 수정과 추가를 해나간다면, 향후 TRIZ를 적용하는 데 큰 도움이 될 것이다.

<참고문헌>

1. 국내문헌

- 김인숙, 남유선(2016), “4차 산업혁명, 새로운 미래의 물결”, 호이테북스, 2016, 21~23.
- 김익철, “TRIZ와 Open Creativity”, *한국HCI학회 학술대회 논문집*, 2010.
- 김호종, “실용트리즈의 창의성 과학”, 두양사, 2007.
- 김호종, 김기정, 강일찬, 조영덕, “실용트리즈 창의공학 설계입문”, 진샘미디어, 2015, 15~25.
- 김효준, “생각의 창의성1”, 도서출판 지혜, 2004, 83, 252-256, 269, 286, 304, 318.
- 김효준, “생각의 창의성3”, 도서출판 지혜, 2016, 165~166.
- 박수진, 김태훈, 왕유진, “국내 트리즈 연구 동향 분석”, *韓國實科教育研究學會* 2011, 제17권, 제2호.
- 박일우, “실용 ARIZ 개발 및 적용”, 상명대학교 대학원 석사학위 논문, 2015.
- 신정호, “트리즈씹킹”, 와우팩토리, 2017.
- 정영교, “창의적 사고의 기술”, (주)크레듀, 2006, 33~34.
- 최연구, “4차 산업혁명과 인간의 미래”, 살림Friends, 2018, 198.
- 하성민, “비즈니스 트리즈를 활용한 경영혁신 방안에 관한 연구”, 한양대학교 기업 경영대학원 석사학위 논문, 2016, 57~62.
- 현정석, “창의혁신을 위한 나비대교 모형”, *한국경영학회 통합학술발표논문집*, 2008.
- 현정석, “창의적 모순해결의 원리와 실제”, 도서출판 청람, 2018, 55-88, 71-76.
- Genrich Altshuller, “새로운 방식의 트리즈 (The Innovation Algorithm)”, 도서출판 GS인터비전, 2011.
- Genrich Altshuller, “TRIZ는 과학이다”, 도서출판 GS인터비전, 2012.
- Victor Fey, Eugene Rivin), “TRIZ 창의성 공학의 길잡이”, 도서출판 GS인터비

전, 2011.

IT용어사전, [https://terms.naver.com/entry.nhn?docId= 3548884&cid=42346&categoryId=42346](https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=3548884&cid=42346&categoryId=42346).

4차산업혁명위원회, <https://www.4th-ir.go.kr/>

시사제주(2018.06.08.), 원희룡 “2천억 규모 ‘제주4차산업혁명펀드’ 조성”,
<http://www.sisajeju.com/news/quickViewArticleView.html?idxno=298160>.

대한민국 정부 대표 블로그(2017.12.22.), ‘공무원, 데이터직? 4차 산업혁명 시대에
맞춰 지능형 인재를 양성합니다!’.

<https://blog.naver.com/hellopolicy/221168967702>

브릿지경제(2018.06.21.), ‘4차 산업혁명 시대...나는 어떤 인재가 될 것인가’,

<http://www.viva100.com/main/view.php?key=20180621010007061>

시사위크(2016.01.30.), “창의성은 타고난 것이 아닌 교육을 통해 훈련하는
것이다.”,

한국트리즈협회, 트리즈의 역사, <http://www.triz.or.kr/sub02/page1.php>

위키피디아, TRIZ, <https://en.wikipedia.org/wiki/TRIZ>

2. 국외문헌

Genrich Altshuller, “40 Principles”, Technical Innovatin Center, Inc.
1998, 11~13.

G.S.공식 재단 웹사이트, Altshuller의 생애,
<https://www.altshuller.ru/biography/>

G.S.공식 재단 웹사이트, 아리즈-56, <https://www.altshuller.ru/triz/ariz56.asp>

Boris Zlotin and Alla Zusman(1999), ARIZ on the Move,
<https://triz-journal.com/ariz-move/>

<https://www.p41.be/develop/triz/76-inventieve-standaarden/>

Davide Russo, Stefano Duci (2014), From Altshuller’s 76 Standard
Solutions to a new Set of 111 Standards,
<https://core.ac.uk/download/pdf/82432081.pdf>

Ellen Domb, John Terninko, Joe Miller, MacGran (1999), The Seventy-Six
Standard Solutions: How They Relate to the 40 Principles of
Inventive Problem Solving,
<https://triz-journal.com/seventy-six-standard-solutions-relate-40-principles-inventive-problem-solving/>

Ellen Domb, Ph.D. (1998), QFD and Tips/triz,
<https://triz-journal.com/qfd-tipstriz/>

G.S.Altshuller, “The Innovation Algorithm”, Technical Innovation Center,
Inc., 1999, 174~178.

〈참고자료〉

1. ARIZ-56

<p>창조적 과정의 계획은 다음과 같다.</p> <p>-----</p> <p>I. 분석 단계</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 작업(과제)을 선택. 2. 작업의 주요 요소를 정의. 3. 결정적인 모순을 확인. 4. 모순의 직접적인 원인을 결정. <p>II. 운영 단계</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 일반적 해결책 (프로토타입)에 대한 연구: <ol style="list-style-type: none"> a) 자연(본질)에서, b) 기술에서. 2. 변경을 통한 새로운 해결책 검색. <ol style="list-style-type: none"> a) 시스템 내에서, b) 외부 환경에서, c) 인접한 시스템에서. <p>III. 합성 단계</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 시스템에 기능적으로 결정된 변경 사항 소개. 2. 시스템 사용 방법에 대한 기능적으로 결정된 변경 사항 소개. 3. 다른 기술적 문제를 해결하기 위한 원칙의 적용 가능성 확인. 4. 도출된 발명의 평가. 	
---	--

2. 40가지 발명원리

1.	<p>분할 :</p> <ol style="list-style-type: none"> a. 한 물체를 독립된 부분으로 나눈다. b. 물체를 분리 가능하게 만든다. (조립과 분해가 쉽게) c. 분할의 정도를 높인다.
2.	<p>추출 :</p> <ol style="list-style-type: none"> a. 물체로부터 (방해가 되는 부분이나 물성을 추출한다. b. 물체로부터 필요한 부분이나 물성만 추출한다.
3.	<p>국부적 품질 :</p> <ol style="list-style-type: none"> a. 물체 또는 환경을 균질상태에서 비균질 상태의 구조로 바꾼다.













	<p>b. 다른 부품에 대해서는 다른 기능을 설정한다.</p> <p>c. 물체의 각 부위가 최상의 동작 조건이 되도록 한다.</p>
4.	<p>비대칭 :</p> <p>a. 대칭형을 비대칭으로 대체한다.</p> <p>b. 물체가 이미 비대칭이면 그 비대칭의 정도를 높인다.</p>
5.	<p>통합 :</p> <p>a. 동질적인 물체 또는 연속적으로 작동하게 되어있는 물체를 공간적으로 통합한다.</p> <p>b. 동질적이거나 연속적인 동작을 시간적으로 통합한다.</p>
6.	<p>다용도 :</p> <p>a. 하나의 물체로 다른 기능을 수행하게 한다. 그러면 나머지 다른 요소를 제거할 수 있다.</p>
7.	<p>포개기 :</p> <p>a. 한 물체를 다른 물체 속에 넣는다. 그 물체를 다시 다른 물체 속에 넣는다.</p> <p>b. 한 물체가 다른 물체의 구멍을 통과한다.</p>
8.	<p>공중부양 :</p> <p>a. 물체의 무게를 상쇄하기 위하여 물체의 양력(들어 올리는 힘)을 내는 다른 물체와 결합한다.</p> <p>b. 물체의 무게를 상쇄하기 위해, 외부 환경의 영향을 받는 공기역학적/유체역학적인 힘을 이용한다.</p>
9.	<p>사전반대조치 :</p> <p>a. 너무 크거나 바람직하지 않은 응력을 상쇄하기 위해, 물체에 미리 항력을 가한다.</p>
10.	<p>사전조치 :</p> <p>a. 물체에 필요한 변화를 미리 (전부 또는 부분적으로) 가한다.</p> <p>b. 가장 편리한 위치에서 즉시 작동할 수 있도록 물체의 위치를 미리 잡아둔다.</p>
11.	<p>사전예방조치 :</p> <p>a. 어떤 물체의 신뢰성이 그다지 높지 않은 경우, 미리 준비된 비상수단을 써서 보완한다.</p>
12.	<p>높이 맞추기 :</p> <p>a. 물체를 들어 올리거나 내릴 필요가 없도록 작업 조건을 바꾼다.</p>
13.	<p>반대로 하기 :</p> <p>a. 문제가 요구하는 직접적 조치 대신에 반대 조치를 취한다.</p> <p>b. 물체나 외부 환경에서 움직이는 부분을 고정시키고 고정된 부분을 움직이게 한다.</p> <p>c. 물체의 위와 아래를 뒤집는다.</p>
14.	<p>곡선화 :</p> <p>a. 직선을 곡선으로, 평면을 곡면으로 입방체를 구체로 바꾼다.</p> <p>b. 롤러, 볼, 나선형을 이용한다.</p> <p>c. 직선운동을 회전운동으로 바꾼다. 원심력을 이용한다.</p>
15.	<p>자유도증가 :</p> <p>a. 물체나 외부 환경의 특성을 변화시켜 자동단계마다 최상의 성능을 얻을 수 있게</p>

	<p>한다.</p> <p>b. 물체가 움직일 수 없으면 움직일 수 있게 한다.</p> <p>c. 물체를 상대적 위치를 서로 바꿀 수 있는 요소들로 분할한다.</p>
16.	<p>초과나 부족 :</p> <p>a. 원하는 효과를 100% 달성하는 것이 어렵다면, 그보다 많이 또는 적게 달성한다.</p>
17.	<p>차원변화 :</p> <p>a. 1차원적 이동 배치를 2차원적으로, 2차원적인 것을 3차원적인 것으로 바꾼다.</p> <p>b. 물체의 다층구성을 활용한다.</p> <p>c. 물체를 기울이거나 옆으로 눕힌다.</p> <p>d. 표면의 반대쪽을 활용한다.</p> <p>e. 광선을 물체의 주변 영역 또는 반대쪽으로 투사한다.</p>
18.	<p>진동 :</p> <p>a. 진동을 이용한다.</p> <p>b. 이미 진동을 이용하고 있다면, 그 주파수를 초음파까지 높인다.</p> <p>c. 공명 주파수를 이용한다.</p> <p>d. 기계적 진동을 압전진동으로 바꾼다.</p> <p>e. 초음파 진동을 전자기장과 함께 사용한다.</p>
19.	<p>주기적 작용 :</p> <p>a. 연속적 동작을 주기적인 순간 동작으로 대신한다.</p> <p>b. 동작이 이미 주기적이면, 그 주파수를 바꾼다.</p> <p>c. 추가적인 동작을 할 수 있도록, 순간작동 사이의 쉬는 시간을 이용한다.</p>
20.	<p>유용한 작용의 지속 :</p> <p>a. 중단 없이 작동하게 한다.</p> <p>b. 헛된 동작 또는 중간 동작을 제거한다.</p> <p>c. 전진/후퇴의 왕복 동작을 회전 동작으로 대체한다.</p>
21.	<p>급히 통과 :</p> <p>a. 해롭고 위험한 작용은 고속으로 처리한다.</p>
22.	<p>진화위복 :</p> <p>a. 해로운 요소(특히, 환경적인 요소)를 이용하여 바람직한 효과를 얻는다.</p> <p>b. 해로운 요소를 다른 해로운 인자와 결합하여 제거한다.</p> <p>c. 해로운 작용의 세기를 증가시켜 해로움을 해소한다.</p>
23.	<p>피드백 :</p> <p>a. 피드백을 도입한다.</p> <p>b. 피드백이 이미 존재하면 그것을 변화시킨다.</p>
24.	<p>중간 매개물:</p> <p>a. 매개체를 사용하여 작용을 전달하거나 수행한다.</p> <p>b. 쉽게 제거할 수 있는 물체를 원래 물체에 임시로 연결한다.</p>
25.	<p>셀프서비스 :</p>

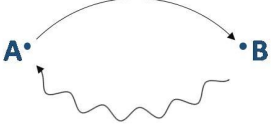
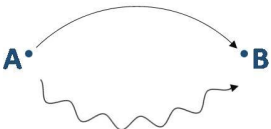
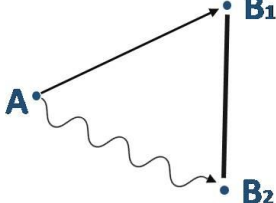
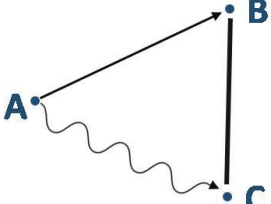
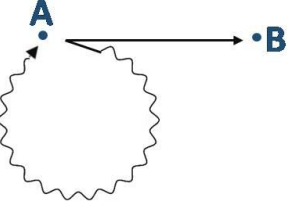
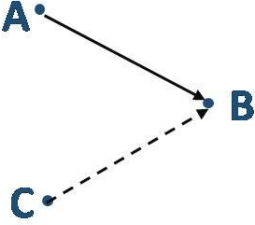
	<p>a. 물체 스스로 보충 및 수리 작업을 수행한다.</p> <p>b. 버리는 재료와 에너지를 이용한다.</p>
26.	<p>복사 :</p> <p>a. 깨지기 쉽고 다루기 불편한 원래의 제품 대신에 단순하고 값싼 복제품을 사용한다.</p> <p>b. 가시광선이 사용되고 있으면 적외선 또는 자외선으로 대체한다.</p> <p>c. 물체(또는 시스템)를 광학적 이미지로 대체한다. 그러면 그 이미지를 축소하거나 확대할 수 있다.</p>
27.	<p>값싸고 짧은 수명 :</p> <p>a. 값비싼 물체를 값싼 물체로 대체하고 다른 특성들(즉, 수명)은 악화시킨다.</p>
28.	<p>기계시스템의 대체 :</p> <p>a. 기계시스템을 빛, 소리, 열, 냄새로 된 시스템으로 대체한다.</p> <p>b. 물체를 전기장, 자기장, 또는 전자기장과 상호작용하게 한다.</p> <p>c. 장(Field)을 정지된 장은 움직이는 장으로, 고정된 장은 시간에 따라 변하는 장으로, 고정된 장은 시간에 따라 변하는 장으로 바꾼다.</p> <p>d. 장을 강자성 입자와 함께 사용한다.</p>
29.	<p>공기 및 유압사용 :</p> <p>a. 물체의 고체 부분을 기체나 액체로 대체한다. 그러면 공기나 물을 사용하여 팽창시키거나, 공기쿠션 또는 수압 쿠션을 사용할 수 있다.</p>
30.	<p>박막 :</p> <p>a. 통상적인 구조물을 유연한 막이나 얇은 필름으로 대체한다.</p> <p>b. 유연한 막이나 얇은 필름을 이용하여 물체를 외부 환경과 격리시킨다.</p>
31.	<p>다공성 물질 :</p> <p>a. 물체를 다공질로 만든다. 다공성 보조 요소(삼입재, 덮개 등)를 사용한다.</p> <p>b. 다공성 재료의 구멍을 다른 물질로 채운다.</p>
32.	<p>색깔 변화 :</p> <p>a. 물체나 외부 환경의 색깔을 변화시킨다.</p> <p>b. 물체나 외부 환경의 투명도를 변화시킨다.</p> <p>c. 관찰하기 어려운 물체나 과정을 관찰하기 위해 유색 첨가제를 사용한다.</p> <p>d. 만약 그러한 첨가제가 이미 사용되고 있다면 발광 추적자 또는 추적 원자를 이용한다.</p>
33.	<p>동질성 :</p> <p>a. 본체와 작용하는 주변 물체를 본체와 같(비슷)은 재료로 만든다.</p>
34.	<p>폐기 및 재생 :</p> <p>a. 물체의 요소가 그 기능을 마쳤거나 쓸모없게 되면, 그 요소를 폐기하거나(버리기, 녹이기, 증발시키기) 작동 도중에 개조한다.</p> <p>b. 물체 중에서 이미 사용된 부분은 작동 중에 원위치한다.</p>
35.	<p>속성변화 :</p> <p>a. 시스템의 물리적 상태를 변화시킨다.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> b. 농도나 밀도를 변화시킨다. c. 유연성 정도를 변화시킨다. d. 온도나 부피를 변화시킨다.
36.	<p>상태 전이 :</p> <ul style="list-style-type: none"> a. 상전이 현상(부피의 변화, 열의 흡수/발산)을 이용한다.
37.	<p>열팽창 :</p> <ul style="list-style-type: none"> a. 온도 변화에 의한 물질의 팽창 및 수축을 이용한다. b. 열팽창 계수가 다른 여러 가지 재료를 이용한다.
38.	<p>산화제 :</p> <ul style="list-style-type: none"> a. 한 수준의 산화로부터 더 높은 수준의 산화로 바꿔 간다.
39.	<p>불활성 환경 :</p> <ul style="list-style-type: none"> a. 정상 환경을 불활성 환경으로 바꾼다. b. 물체에 중성 물질이나 첨가제를 넣는다. c. 진공 속에서 작업을 처리한다.
40.	<p>복합 재료 :</p> <ul style="list-style-type: none"> a. 동질성 재료를 복합 재료로 대체한다.

3. 물질-장 기호 정리

물질-장 기호	설명		
	Creativity As an Exact Science	Innovation on Demand	ARIZ 85 Table 1->Diagrams for typical conflicts of problem models
	물질-장(전체적 관점)	물질-장	
	작용 또는 상호작용(구체적이지 않은 전체적 관점)	일반적인(지정되지 않은) 작용	
	작용	구체적인 작용	유익한 작용
	상호작용		
		불충분한 작용	제어가 불가한(특히 과도한 작용)
			불충분한 작용
		해로운 작용	
			해로운 작용
		초기 물질-장 구조에서 바람직한 구조로 전이	
			과도적 기능
	문제 상황에 따라 도입되어야 하는 작용 또는 상호작용		
	문제 상황에 따라 대체되어야 하는 바람직하지 않은 작용 또는 상호작용		
$F \rightarrow$	입력 측에 있는 장 : <장이 작용한다.>	물질에 작용하는 장	
$\rightarrow F$	출력 측에 있는 장 : <장이 작용(또는 변화, 노출, 측정)에 잘 반응한다.>	물질이 일으킨 장	
F'	입력 측에 있는 장	수정된 장	
F''	출력 측에 있는 장(피라미터가 변화하지만, 장의 특성은 바뀌지 않는다.)		
S'	입력 측에 있는 물질	수정된 물질	
$S'-S'$	S' 또는 S'' 상태에서 스스로 얻을 수 있는 <일시적인> 물질 (예를 들면, 일시적 인장의 영향 하에서)		
$(S1S2)$		결합된 물질 (예를 들어, 바이메탈)	
\tilde{F}	일시적인 장		

4. 기술적 모순의 도식 모델

<p>1. 반작용</p>		<p>A는 B에 유용한 작용(실선 화살표) 하지만, B는 A에 영구적으로 또는 어떤 단계에서 유해하게 작용한다.</p>
<p>2. 한 쌍으로 작용</p>		<p>A에서 B로의 유용한 작용은 B에 유해한 작용을 한다. (작용단계에 따라 유용하거나 유해할 수 있다) 유해한 작용을 제거하고 유용한 작용을 보존하는 것이 필요하다.</p>
<p>3. 상호 유해하고 유익한 작용</p>		<p>A가 B의 한 부분에 유용하게 작용하는 것이 B의 다른 부분에 유해한 작용을 한다. B2에 대한 유해한 작용을 제거하고, B1에 대한 유익한 작용을 보존한다.</p>
<p>4. 한 쌍으로 작용</p>		<p>A에서 B로의 유용한 작용은 C에게 유해한 영향을 끼친다. A, B, 그리고 C는 시스템의 한 부분이다. 시스템을 파괴하지 않는 범위 내에서 유해한 작용을 제거하고 유익한 작용을 보존하는 것이 필요하다.</p>
<p>5. 한 쌍으로 작용</p>		<p>A에서 B로의 유용한 작용은 A 자신에게 유해한 영향을 끼친다. (예 장치의 복잡성 증가) 유해한 작용을 제거하고 유용한 작용을 보존하는 것이 필요하다.</p>
<p>6. 모순작용</p>		<p>A에서 B로의 유용한 작용은 C에서 B로 유용한 작용과 모순된다. (예, 취급법이 측정법과 모순된다.) A에서 B로 작용을 변화시키지 않고, C에서 B로 작용을 제공할 필요가 있다.</p>

7. 불완전한 작용 또는 작용 안 함		<p>A는 B에 하나의 유형으로 작용한다, 그러나 동일한 두 작용이 필요하다. A는 B에 작용하지 않는다. 때때로 A가 존재하지 않는다: B를 변화시킬 필요가 있으며 방법은 알려져 있지 않다. 가장 단순한 A로써 B에 대한 작용을 제공할 필요가 있다.</p>
8. 침묵작용		<p>A, B 또는 A와 B 사이의 상호작용에 대한 정보가 없다. 때로는 B에 관한 정보만 존재한다. 필요한 정보를 얻는 것이 필요하다.</p>
9. 제어가 불가능한 작용		<p>A와 B 사이의 상호작용은 제어 불가능하다 (예, 영구적인 운동), 그러나 제어 가능한 상호작용이 필요하다(예, 가변적인 운동). A에서 B로의 작용을 제어 가능하도록 하는 것이 필요하다.</p>

5. 76가지 표준해

<p>Class 1. 물질-장의 합성 (13개 표준해)</p> <p>(1) 1.1 개선과 유용한 자원의 도입</p> <p>1) 1.1.1 불완전한 물질-장의 효율과 제어능력을 향상시키기 위해서는 없는 요소를 도입하여 물질-장을 완성해야 한다.</p> <p>2) 1.1.2 만약 필요에 따라 바꾸기가 어려운 물질-장이 있고, 주어진 물질에 첨가제의 도입이 금지되어 있지 않다면, 문제는 내부 복합 물질-장으로 영구 또는 일시 전이함으로써 해결될 수 있다.</p> <p>3) 1.1.3 만약 필요에 따라 바꾸기가 어려운 물질-장이 있고, 주어진 물질에 첨가제의 도입이 제한된다면, 문제는 외부 복합 물질-장으로 영구 또는 일시 전이함으로써 해결될 수 있다.</p> <p>4) 1.1.4 만약 필요에 따라 바꾸기가 어려운 물질-장이 있고, 주어진 물질에 추가 물질의 도입 또는 부착이 제한된다면, 문제는 기존의 주위 매체(환경)를 도입 물질로 사용함으로써 해결될 수 있다.</p> <p>5) 1.1.5 만약 주위 매체가 표준 1.1.4에서처럼 물질-장 구성에 필요한 물질을 포함하고 있지 않다면 주위 매체를 다른 매체로 대체하거나, 매체의 화학적 분해 또는 첨가제의 도입 때문에 이 물질을 얻을 수 있다.</p> <p>6) 1.1.6 만약 최소(최적) 작용이 필요한데, 문제의 제약으로 수행하기 어렵거나 불가능하다면, 매우 강한 작용을 사용하고, 초과분을 제거해야 한다. (장의 초과분은 물질로 제거하고, 물질의 초과분은 장으로 제거한다.)</p> <p>7) 1.1.7 물질에 최대 작용을 적용할 필요가 있지만, 약간의 이유 때문에 그것이 불가능하다면 최대 작용을</p>
--

첫 번째 물질과 연결된 다른 물질에 적용해야 한다.

8) 1.1.8 만약 선택적으로 최대 작용이 필요하다면(예를 들어 어떤 영역에서는 최대 작용, 다른 영역에서는 최소 작용을 유지), 장이 최대 또는 최소 강도를 가져야 한다. 전자의 경우에 최소 장을 받아야 하는 영역을 보호 물질로 가린다. 후자의 경우에 국부적인 장을 일으키는 특별한 물질을 최대 장이 필요한 영역에 도입한다.

① 1.1.8.1 만약 최대한의 조치가 최소한의 조치가 선택적으로 작용해야 된다면, 우선 최대한의 조치를 취한 후, 최소한의 조치가 필요한 곳에 보호 물질을 추가한다.

② 1.1.8.2 만약 최대한의 조치와 최소한의 조치가 선택적으로 작용해야 된다면, 우선 최소한의 조치를 취한 후 최대한의 조치가 필요한 곳에만 추가적인 장을 생성할 수 있는 새로운 물질을 추가한다.

(2) 1.2 해로운 작용의 제거

9) 1.2.1 유용한 작용과 해로운 작용이 동시에 물질-장의 두 물질 사이에 있고, 물질 사이에 직접적인 접촉을 유지할 필요가 없다면, 문제는 외부로부터 제3의 물질을 두 물질 사이에 도입함으로써 해결될 수 있다.

10) 1.2.2 유용한 작용과 해로운 작용이 동시에 물질-장의 두 물질 사이에 있고, 물질 사이에 직접적인 접촉을 유지할 필요가 없지만, 외부 물질의 도입이 금지되거나, 바람직하지 않다면, 문제는 원래 물질(S1, S2)의 변형물인 제3의 물질을 도입함으로써 해결될 수 있다.

11) 1.2.3 만약 물질에 대한 장의 해로운 작용을 제거할 필요가 있다면, 문제는 장의 해로운 작용을 반대로 돌리는 제2의 물질을 도입함으로써 해결될 수 있다.

12) 1.2.4 유용한 작용과 해로운 작용이 동시에 물질-장의 두 물질 사이에 있고, 물질 사이에 직접적인 접촉을 유지해야 한다면, 이중 물질-장으로 전이함으로써 해결될 수 있다.

13) 1.2.5 만약 자기장을 갖는 물질-장을 꺼야 한다면, 문제는 물질을 충격 소자(消磁) 시키거나 큐리 온도 이상으로 가열함으로써 물질의 강자성 특성을 “없애는”, 물리효과를 사용함으로써 해결될 수 있다.

Class 2. 물질-장 모델의 내부적 진화 (23개 표준혜)

(3) 2.1 복합 물질-장으로 전이

14) 2.1.1 만약 물질-장의 효율을 향상시켜야 한다면, 그것은 물질-장에서 하나의 물질을 독립적으로 제어되는 물질-장으로 변환하여, 사슬 물질-장으로 만듦으로써 얻을 수 있다.

15) 2.1.2 만약 물질-장의 제어능력을 향상시켜야 하지만, 이 물질-장 요소들의 교체가 허락되지 않는다면, 문제는 잘 제어할 수 있는 제2의 물질-장의 도입에 의해 이중 물질-장을 합성함으로써 해결될 수 있다.

(4) 2.2 물질-장의 강화

16) 2.2.1 물질-장의 효율은 제어할 수 없거나, 제어가 잘 안 되는 장을 제어가 잘되는 장으로 교체함으로써 향상될 수 있다.

17) 2.2.2 물질-장의 효율은 도구 물질(S2)의 분할도를 올림으로써 향상될 수 있다.

18) 2.2.3 물질 분할의 특별한 경우는 고품질로부터 모세관 또는 다공성 물질로 전이이다. 이 전이는 다음과 같은 진화 라인을 따라 진행된다. : 고품질 → 하나의 구멍이 있는 고품질 → 다중 구멍이 있는 고품질(구멍 뚫린 물질) → 다공성 또는 모세관으로 채워진 물질 → 규칙성 구조의 모세관 또는 세공(細孔)으로 채워진 물질

19) 2.2.4 물질-장의 효율은 시스템의 유연성을 증가시킴으로써 향상될 수 있다. 이것은 시스템 구조를 보다 유연하고 빠르게 변화할 수 있는 구조로 전이한다는 의미이다.

20) 2.2.5 물질-장의 효율은 균일한 장을 불균일한 장으로, 또는 무질서한 장을 일시적인 특별한 공간 구조로 전이함으로써 향상될 수 있다.

21) 2.2.6 물질-장의 효율은 균일한 물질을 공간상 특별한 구조를 갖는 물질로 전이함으로써 향상될 수 있다.

(5) 2.3 리듬, 조화를 따르는 진화

22) 2.3.1 완전한 물질-장의 효율은 장 작용의 진동수를 대상 또는 도구의 진동수와 동조시키거나 동조를 껌으로써 향상될 수 있다.

23) 2.3.2 복합 물질-장의 효율은 장의 진동수를 다른 장의 진동수와 동조시키거나 동조를 껌으로써 향상될 수 있다.

24) 2.3.3 변경과 측정과 같은 두 가지 작용이 양립할 수 없다면, 한 작용의 휴지기 동안에 다른 작용을 수행한다.

(6) 2.4 자성-장(ferfield)과 전기-장(efields)

25) 2.4.1 물질-장 시스템의 효율은 강자성(ferromagnetic) 물질과 자기장을 사용해서 향상될 수 있다.

26) 2.4.2 물질-장 또는 원시 자성-장의 제어능력은 물질 중 하나를 자성 입자로 대체하거나, 칩, 알갱이, 낱알 같은 강자성 입자를 첨가하고, 자기장 또는 전자기장을 사용함으로써 향상될 수 있다.

27) 2.4.3 자성-장의 효율은 자기유변 유체(실리콘, 물, 도는 기름에 떠다닐 수 있는 강자성 입자가 포함된 액체)로 전이함으로써 향상될 수 있다.

28) 2.4.4 자성-장의 효율은 모세관이나 다공성 구조를 사용함으로써 향상될 수 있다.

29) 2.4.5 만약 자성-장으로 전이해서 제어능력을 향상시킬 필요가 있지만, 강자성 입자로 물질의 교체가 불가능하다면, 물질 중에 하나에 강자성 입자를 첨가하여 내부 또는 외부 복합 자성-장을 구성함으로써 향상될 수 있다.

- 30) 2.4.6 만약 제어능력이 물질-장에서 자성-장으로 전이함으로써 향상되어야 하지만, 강자성 입자로 물질의 교체나 물질에 강자성 입자의 추가가 불가능하다면, 강자성 입자를 주위 매체(환경)에 추가해야 한다.
- 31) 2.4.7 자성-장 시스템의 제어능력은 물리효과를 사용함으로써 향상될 수 있다.
- 32) 2.4.8 자성-장 시스템의 효율은 시스템을 역동화시키거나 유연한 가변 구조로 전이시킴으로써 향상될 수 있다.
- 33) 2.4.9 자성-장 시스템의 효율은 균일한 구조를 갖는 장을 이질 구조를 갖는 장으로, 또는 무질서한 구조를 갖는 장을 윤곽이 분명한 3차원 구조를 갖는 장(일정 또는 가변)으로 전이함으로써 향상될 수 있다.
- 34) 2.4.10 “원시 자성-장” 또는 자성-장 시스템의 효율은 시스템 구성 성분들의 리듬 조화로 향상될 수 있다.
- 35) 2.4.11 강자성체의 도입이나 자화(magnetization)를 제공하기 어려우면, 직접 전도 또는 유도 전류와 외부 전자기장의 상호작용, 또는 그러한 전류들 사이의 상호작용을 사용해야 한다.
- 36) 2.4.12 자기장을 사용할 수 없다면, 전기유변 유체를 사용할 수 있다.

Class 3. 상위 수준 시스템과 미시수준으로 진화 (6개 표준해)

(7) 3.1 이중, 다중 시스템으로 전이

- 37) 3.1.1 진화의 어느 단계에서 시스템의 효율은 시스템이 다른 시스템과 결합해서 이중(Bi) 또는 다중(Poly) 시스템이 됨으로써 향상될 수 있다.
- 38) 3.1.2 합성된 이중, 다중 시스템의 효율은 우선적으로 그러한 시스템 성분들 사이의 연결이 계속해서 진화함으로써 향상될 수 있다.
- 39) 3.1.3 이중, 다중 시스템의 효율은 시스템 성분들의 다양성이 다음 라인을 따라 증가할 때 향상된다: 동일한 성분들 → 변형된 특성을 갖는 성분들 → 다른 성분들 → ‘성분과 반대 성분’의 반대특성의 조합
- 40) 3.1.4 이중, 다중 시스템의 효율은 시스템의 융합과정에서 향상된다. 그 핵심 이유는 보조 부품이 줄기 때문이다.
- 41) 3.1.5 이중, 다중 시스템의 효율은 시스템이 그 성분들 사이에 모순 특성을 분배함으로써 향상될 수 있다.

(8) 3.2 미시수준(Micro Level)으로 전이

- 42) 3.2.1 진화의 어느 단계에서 시스템의 효율은 거시 수준에서 미시수준으로 전이함으로써 향상될 수 있다.

Class 4. 검출과 측정을 위한 표준 (17개 표준해)

(9) 41 우회

43) 4.1.1 시스템에 측정이나 검출이 필요한 문제가 있다면, 측정과 검출이 필요 없도록 시스템을 바꾸어야 한다.

44) 4.1.2 만약 표준 4.1.1을 사용할 수 없다면, 물체와 직접적인 상호작용을 물체의 복사품 또는 사진 이미지와의 상호작용으로 대체하는 것이 바람직하다.

45) 4.1.3 만약 표준 4.1.1과 표준 4.1.2를 사용할 수 없다면, 그 문제를 변화를 연속적으로 검출하는 문제로 변환하는 것이 바람직하다.

(10) 42 물질-장의 합성

46) 4.2.1 만약 불완전한 물질-장 요소를 측정하거나 검출하기 어렵고, 표준 4.1.1을 사용할 수 없다면, 물질-장을 완성하며, 출력 측에 장을 갖게 한다.

47) 4.2.2 만약 시스템이나 그 부분들이 검출 또는 측정하기 어렵다면, 검출이 쉬운 첨가제를 도입함으로써 문제를 내부 또는 외부 복합 물질-장으로 전이한다.

48) 4.2.3 만약 검출과 측정 절차가 어떤 순간에 수행하기 어렵고, 쉽게 검출하거나 측정할 수 있는 장을 일으키는 첨가제를 도입할 수 없다면, 첨가제를 외부 매체에 도입해야 한다.

49) 4.2.4 표준 4.2.3에서처럼 외부 매체에 첨가제를 도입할 수 없다면, 물질-장의 물질을 그 구성요소로 분해하거나, 물질의 응집상태를 바꿈으로써 물질-장의 물질에서 그러한 첨가제를 만들어야 한다.

(11) 43 물질-장의 강화

50) 4.3.1 물질-장 시스템의 검출과 측정의 효율은 물리효과를 사용함으로써 향상될 수 있다.

51) 4.3.2 만약 시스템의 어떤 변화를 직접 검출하거나 측정할 수 없고, 장을 시스템에 적용할 수 없다면, 시스템이나 그 부분에서 공명진동을 일으킴으로써 문제를 해결할 수 있다.

52) 4.3.3 표준 4.3.2를 적용할 수 없다면, 제어하고자 하는 시스템에 연결된 물체(외부 매체)의 자연 진동수 변화를 측정함으로써 시스템 상태를 평가할 수 있다.

(12) 44 자성-장으로 전이

53) 4.4.1 자기장이 없는 측정 물질-장은 원시 자성-장으로 전이하는 경향이 있다.

54) 4.4.2 원시 자성-장과 물질-장의 검출과 측정의 효율은 물질 중 하나를 강자성 입자로 대체한 다음 (또는 강자성 입자를 첨가한 다음) 자기장의 검출이나 측정을 수행함으로써 향상될 수 있다.

55) 4.4.3 표준 4.2.2를 사용할 수 없다면, 자성-장으로 전이는 물질에 첨가제를 도입하여 복합 자성-장을

만들어서 실행된다.

56) 4.44 표준 4.43을 사용할 수 없다면, 강자성 입자를 외부 매체에 도입해야 한다.

57) 4.45 자성-장 측정 시스템의 효율을 향상시키기 위해서 큐리 온도를 지나는 전이, 홉킨스 효과, 마크하우젠 효과와 같은 물리효과를 사용할 수 있다.

(13) 4.5 물질-장의 진화 방향

58) 4.5.1 진화의 모든 단계에서 측정 시스템의 효율은 이중 또는 다중 시스템으로 전이함으로써 향상될 수 있다.

59) 4.5.2 측정 시스템은 다음 방향으로 진화한다. : 기능의 측정 → 기능의 1차 미분 계수의 측정 → 기능의 2차 미분 계수의 측정

Class 5. 표준해를 적용을 위한 도움 (17개 표준해)

(14) 5.1 물질의 도입

60) 5.1.1 시스템에 물질을 도입할 필요가 있지만, 그것이 문제의 상세설명이나, 시스템의 성능 조건 때문에 받아들일 수 없다면, 약간의 간접적인 방법을 사용해야 한다.

- ① 5.1.1.1 물질 대신에 빈 공간을 사용하라.
- ② 5.1.1.2 물질 대신에 장을 사용하라.
- ③ 5.1.1.3 내부 첨가제 대신에 외부 첨가제를 사용하라.
- ④ 5.1.1.4 극히 활성이 높은 첨가제를 아주 적게 도입하라.
- ⑤ 5.1.1.5 보통의 첨가제를 물체의 필요한 부분에 전략적으로 집중해서

아주 적게 도입하라.

- ⑥ 5.1.1.6 일시적으로 첨가제를 도입하라.
- ⑦ 5.1.1.7 물체 대신에 첨가물의 삼입이 가능한 대체품

(실물 크기의 모형; 모조품)을 사용하라.

- ⑧ 5.1.1.8 화학조성물 형태로 첨가제를 도입하고,

조성물의 분해에 의해 필요한 첨가제를 얻어라.

- ⑨ 5.1.1.9 주위 매체 또는 물체를 분해시켜서 (예를 들어 전기분해에 의해서),

또는 물체 일부분 또는 주위 매체의 응집상태를 바꿈으로써 첨가제를

만들어라.

61) 5.1.2 만약 시스템이 바람직한 변화에 반응하지 않고, 도구의 변경과 첨가제의 도입이 불가능하다면, 도구를 서로 상호작용할 수 있는 부분으로 나눈다.

62) 5.1.3 시스템에 도입된 물질은 기능을 수행한 후에 사라지거나, 시스템이나 환경에 이미 존재하는 물질과 같아져야 한다.

63) 5.1.4 만약 많은 양의 물질을 도입해야 하지만, 그것이 문제의 상세설명에 의해 금지되었거나, 시스템의 성능 조건 때문에 받아들일 수 없다면, 물질 대신에 빈 공간(팽창할 수 있는 구조 또는 거품)을 사용한다.

(15) 5.2 장(Field)의 도입

64) 5.2.1 물질-장에 장을 도입할 필요가 있다면, 먼저 이미 존재하는 장을 사용해야 한다. 시스템을 구성하는 물질이 이러한 장의 원천이다.

65) 5.2.2 물질-장에 장을 도입할 필요가 있고, 표준 5.2.1을 적용할 수 없다면, 환경에서 가용한 장을 사용해야 한다.

66) 5.2.3 물질-장에 장을 도입할 필요가 있고, 표준 5.2.1을 적용할 수 없다면, 시스템이나 환경에 이미 존재하는 물질이 유도하는 장을 사용해야 한다.

(16) 5.3 상전이

67) 5.3.1 물질의 사용 효율은 다른 물질의 도입 없이 상전이 1에 의해, 즉 기존 물질의 상 상태를 바꿈으로써 향상될 수 있다.

68) 5.3.2 “이중” 특성은 상전이 2의 활용에 의해, 즉 작업 조건에 따라 한 상 때에서 다른 상 상태로 전이할 수 있는 물질을 사용함으로써 실현될 수 있다.

69) 5.3.3 시스템 효율은 상전이 3의 활용에 의해, 즉 상전이가 수반하는 현상에 의해서 향상될 수 있다.

70) 5.3.4 시스템의 “이중” 특성은 상전이 4의 활용에 의해, 즉 하나의 상 상태를 두 가지 상 상태로 대체함으로써 향상될 수 있다.

71) 5.3.5 기술시스템의 효율은 상전이 4의 활용에 의해, 즉 시스템의 부분들 또는 상 사이의 물리적, 화학적 상호작용의 도입으로 향상될 수 있다.

(17) 5.4 물리효과 활용의 특징

72) 5.4.1 물질이 주기적으로 다른 물리적 조건으로 존재해야 한다면, 물체 스스로가 상전이, 이온화/재결합, 분해/결합과 같은 물리적 가역 변형에 따른 전이를 해야 한다.

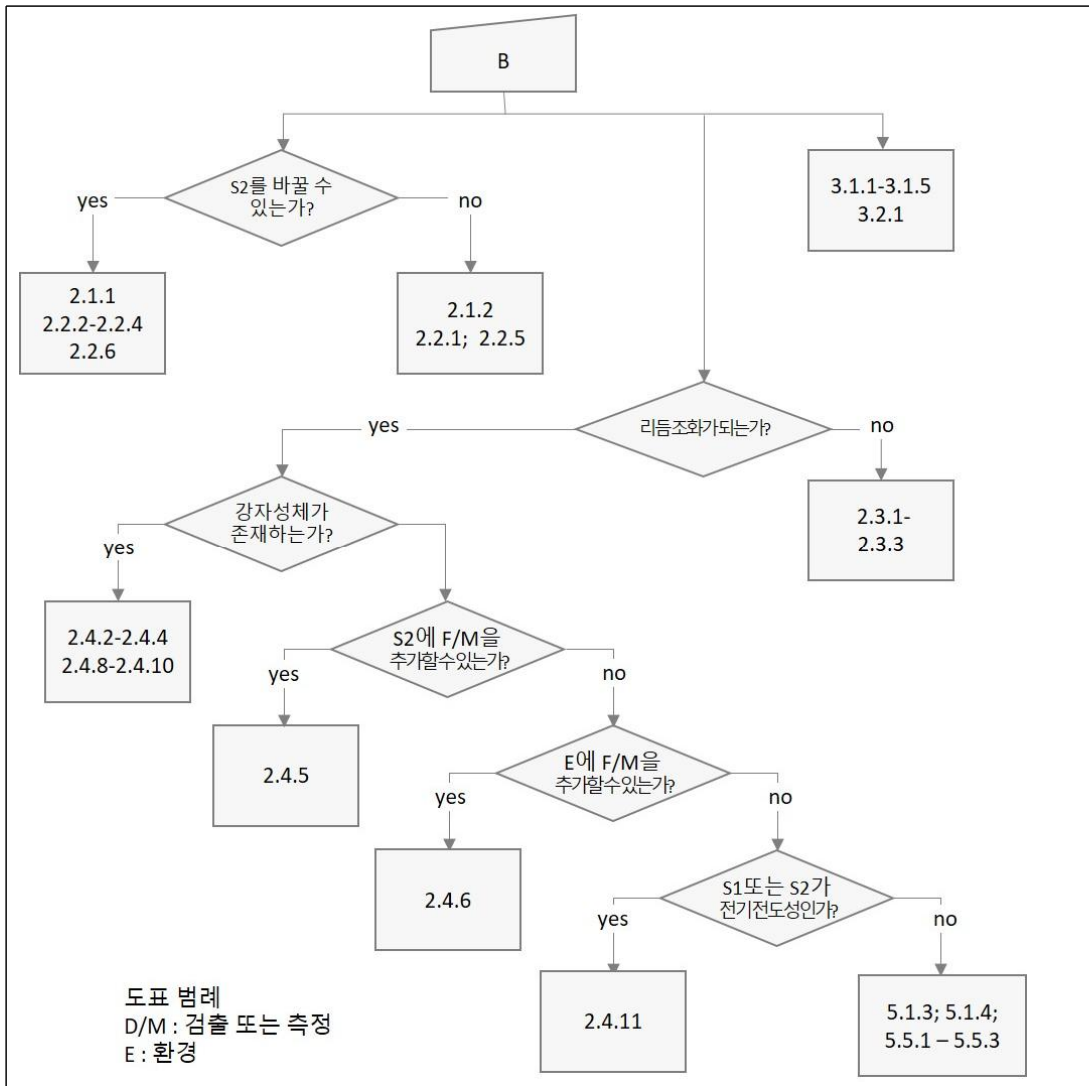
73) 5.4.2 만약 약한 입력장에 반응하여 강력한 출력장 작용이 필요하다면, 변환기 물질을 임계 조건 가까이 가져가야 한다. 그러면 약한 신호조차도 강해진다.

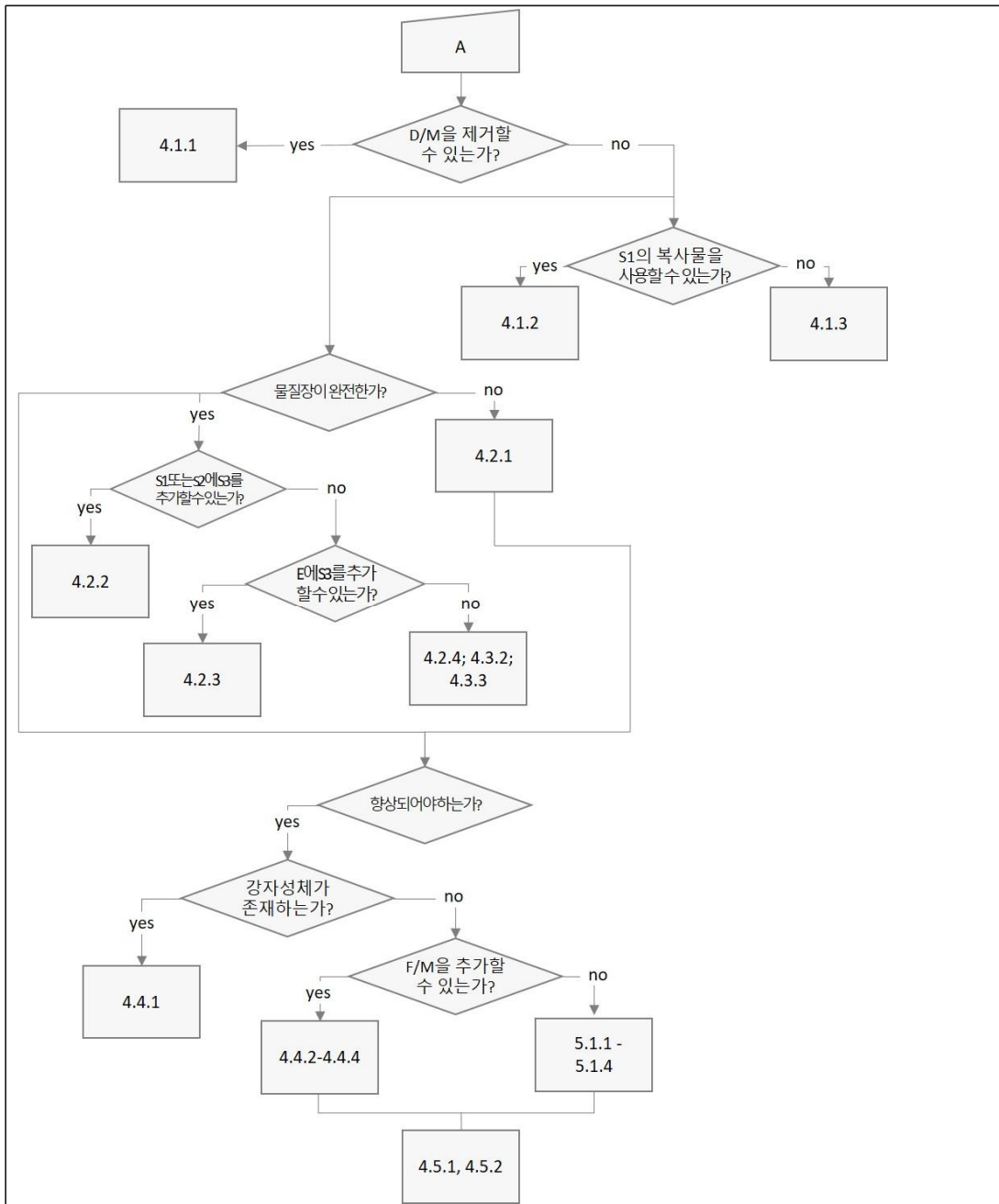
(18) 5.5 물질 입자 얻기

74) 5.5.1 이온과 같은 입자가 문제해결을 위해 필요하지만, 문제조건 때문에 직접 얻을 수 없다면, 분자와 같은 높은 수준의 물질을 분해해서 필요한 입자를 얻어야 한다.

75) 5.5.2 어떤 물질 입자(예, 분자)가 필요하지만, 직접 또는 표준 5.5.1을 사용해서 얻을 수 없다면, 이온과 같은 낮은 수준의 입자들을 늘리거나, 결합시켜서 그러한 입자를 만들어야 한다.

76) 5.5.3 표준 5.5.1을 적용하는 가장 간단한 방법은 가장 가까운 상위 “완전한” 또는 “초과” (음이온) 수준을 파괴하는 것이다. 표준 5.2.2를 적용하는 가장 간단한 방법은 가장 가까운 하위 “불완전한” 수준을 완전한 것이 되게 하는 것이다.





7. 40가지 발명원리와 76가지 표준해와의 관계

40가지 발명원리		76가지 표준해	
1	분할	5.1.2 2.2.2 2.2.4 3.2.1	요소를 더 작은 단위로 나눔 전체 개체 대신 입자 사용 객체를 파트로 나누고 파트를 연결하여 유연하게 만들 미시수준으로 전이
2	추출		
3	국소적 품질	1.1.8.2 1.2.5 2.2.6 5.1.1.5	행동으로 인한 모든 영향으로부터 특정 지역 보호 일부 필요에 따라 자장을 켜거나 끄 확일적인 구조에서 상황에 맞는 구조로 변경 한 곳에 첨가제 집중시키기
4	비대칭	2.2.6	확일적인 구조에서 상황에 맞는 구조로 변경
5	통합	1.1.2-1.1.5 3.1.4	임시 또는 영구, 내부 또는 외부, 환경 또는 환경 변화에 의한 첨가물 복수, 다중 시스템의 단순화
6	다용도		
7	포개기		
8	공중부양		
9	사전 반대조치		
10	사전조치		
11	사전 예방조치	1.1.8.1	잠재적인 유해 상황으로부터 약한 물질을 보호하기 위해 물질을 사용
12	높이 맞추기		
13	반대로 하기	2.4.6	물체가 아닌 환경에 자성 재료를 도입
14	곡선화		
15	역동성 증가	2.2.4. 2.4.8	시스템을 유연하게 만들기 다이내믹 자기장 사용
16	초과나 부족	1.1.6 5.1.4	잉여분을 적용하고 제거하여 소량을 제어 받아들일 수 있는 이상을 도입하는 것을 시물레이션
17	차원변화		
18	진동	2.3.1. 2.4.10 4.3.2	물질이 가지고 있는 장의 고유 진동수와 일치 자기장과 함께 진동 사용 공진 주파수의 변화를 통해 시스템의 변화를 측정
19	주기적 작용	2.2.5 2.4.10	통제되지 않은 필드를 구조화된 필드로 대체 자기장 공진을 사용
20	유용한 작용의 지속	2.3.3.	다른 가동 중단 시간 동안 한 번의 작업을 수행
21	급히 통과		
22	전화위복	1.2.2	유해한 효과 제거 (표준해 1.2의 다른 항목들)
23	피드백	5.4.1 2.4.8	셀프 컨트롤 변경 다이내믹 자기장 사용
24	중간매개체	1.1.7	다른 객체의 동작을 만들기 위해 하나의 물체를 사용

		2.4.9 2.4.5 1.1.2-1.1.5 5.1.1.6 4.1.2	자성 입자를 사용하여 구조물 생성 일시적으로 강자성 첨가제 도입 내부 또는 외부 임시 첨가제 사용 임시로 첨가물 도입 복사본 측정
25	셀프서비스	5.4.1 2.4.8	셀프 컨트롤 변경 다이나믹 자기장 사용
26	복사	4.1.2 5.1.1.7	복사본 측정 원본 대신 사본에 첨가제 도포
27	값싸고 짧은 수명		
28	기계시스템을 대체	2.2.1 2.4(all) 2.4.11 4.2(all) 5.1.1.2	통제가 잘 안 된 분야를 더욱 쉽게 관리할 수 있는 분야로 대체하거나 보완 강자성 물질 사용 자성 입자 대신 전류 사용 감지 또는 측정할 수 있는 장(field) 구성 물질 대신 장(field) 사용
29	공기 및 유압 사용	2.4.3 5.1.1.1 5.1.4	자성 액체 사용 빈 공간 사용 구조를 시뮬레이션하기 위해 빈 공간 사용
30	박막	2.2.6	일정한 구조에서 상황에 맞는 구조로 변경
31	다공성 물질	2.2.3 2.2.6 2.4.4	다공성 또는 모세관 재질 사용 균일한 구조를 비균일 구조로 변경 자성 재료에 모세관 또는 다공성 구조를 사용하거나 자성 유체를 포함
32	색깔변화	4.1.3 4.3.1	측정 대신 감지 사용 자연 현상을 이용한 시스템 측정
33	동질성		
34	폐기 및 재생	5.1.3	첨가제는 사용 후 소멸
35	속성 변화	5.3.1 1.1.2-1.1.5 2.4.12	상(相) 변화 내부 또는 외부 임시 첨가제 사용 유변적 액체 사용
36	상전이	5.3.2, 4, 5 2.4.7 4.1.1 4.3.1	상(相)변화에서 수반되는 효과 사용 자기(磁氣) 전이의 물리적 효과 사용 온도, 압력, 자기장 등을 측정하는 대신 상전이를 사용하여 시스템 제어 자연 현상을 이용한 시스템 측정

37	열팽창	4.1.1	온도 측정 대신 열팽창을 통해 시스템 제어
		4.3.1	온도 대신 확장 측정
38	산화제	5.5	필요한 이온, 분자 등을 획득
		5.1.1.4	소량의 활성 첨가제 사용
39	불활성 환경	1.1.3	일시적 혹은 영구적 외부 첨가제
		1.1.5	첨가제, 임시 또는 영구, 외부
40	복합재료	5.1.1.1	빈 공간 활용 - 폼(foam), 벌집 등.

8. ARIZ-85c

1. 문제분석 Analyzing The Problem

1-1 최소문제 (Mini-problem)

- 1) [어떤 목적을 수행]하는 기술시스템은 [기술시스템의 주요 요소들]로 구성되어 있다.
- 2) 기술적 모순1
만약 [어떤 상황]에선, [이러한 좋은 점]은 있지만 [이러한 나쁜 점]도 있다.
- 3) 기술적 모순2
만약 [반대로 어떤 상황]에선, [이러한 좋은 점]이 있지만, [역시 이러한 나쁜 점]도 있다.
- 4) 우리는 최소한으로 시스템을 변경하여 [필요한 결과의 내용]을 얻고자 한다.

1-2. 모순 요소 지정

- 1) 생성물(product) : 대상
- 2) 도구(tool)

1-3. 기술적 모순 도식화

기술적 모순을 그림으로 도식화
*그림의 왼쪽은 도구, 그림의 오른쪽은 생성물 : 대상

1-4. 도식모델 선정

- 1) []라는 기술시스템의 기본 기능은 []이다. 따라서 []에 가장 부합하는 [기술적 모순-?]을 선정한다.
- 2) 선정이 어려우면 상위시스템의 목적을 고려한다.

1-5. 모순의 심화

선택된 기술적 모순 특성을 극단적 상황으로 심화
[]이 없다→0(Zero)
[]이 매우 강하다→∞

1-6. 문제 모델링

- 1-7. 표준해 적용
- 2. 자원분석 Analyzing Resources
 - 2-1. 작용영역 (OZ) 정의
 - 2-2. 작용시간 (OT) 정의
 - 2-3. 사용 가능한 물질과 장(Field)의 탐색
- 3. 이상해결책(Ideal Final Result)과 물리적 모순의 정의
 - 3-1. 이상해결책 (IFR)-1 정의
 - 3-2. 이상해결책 (IFR)-1 심화
 - 3-3. 매크로 수준의 물리적 모순
 - 3-4. 마이크로 수준의 물리적 모순
 - 3-5. 이상해결책 (IFR)-2 정의
 - 3-6. 표준해 적용으로 물리적 모순해결
- 4. 물질-장-자원의 활용
 - 4-1. 작은 사람 모델
 - 4-2. 이상해결책으로부터 한 발짝 물러나기
 - 4-3. 물질-장-자원들을 결합하여 활용
 - 4-4. 공간, 기공(void) 활용
 - 4-5. 유도된 자원 활용
 - 4-6. 전기장 활용
 - 4-7. 장(field)과 그 장에 민감한 물질 활용
- 5. 지식 DB의 활용
 - 5-1. 표준해 활용
 - 5-2. 유사 문제 활용
 - 5-3. 물리적 모순해결에 분리의 원리 활용
 - 5-4. 물리적 모순해결에 물리적 효과 활용
- 6. 문제의 변경 혹은 재구성

- 6-1. 구체적 해결안으로 전환
- 6-2. 해결하고자 하는 문제가 여러 문제가 결합된 문제인지 확인
- 6-3. 문제를 변경
- 6-4. 최소문제 재서술
- 7. 물리적 모순 해결방법 분석
 - 7-1. 개념 해결안을 점검
 - 7-2. 개념 해결안을 예비평가
 - 7-3. 특허를 검색하여 특허등록 가능성 점검
 - 7-4. 개념 해결 안의 실행 시 발생할 수 있는 부가문제를 추정
- 8. 도출된 해결안의 적용
 - 8-1. 상위시스템이 어떻게 변경되어야 하는지 추정
 - 8-2. 도출된 해결안의 새로운 유용한 효과 검색
 - 8-3. 다른 문제에 개념 해결안을 적용
- 9. 문제해결과정 분석
 - 9-1. 이론적 문제해결과정과 실제 문제해결과정을 비교한다.
 - 9-2. 도출된 개념해와 TRIZ의 지식을 비교한다.

9. ARIZ-71의 제2부 : 문제의 더욱 정확한 정의

- 제2부 문제를 더 정확하게 정의한다.
- 제2-1단계 : 특허 정보 활용으로 문제 더 정확한 문제 정의한다.
- a. 기존 문제와 유사 문제를 다른 특허에서는 어떻게 해결하는가?
 - b. 유사한 문제를 선도 산업은 어떻게 해결하는가?
 - c. 반대의 문제는 어떻게 해결되는가?
- 제2-2단계 : STC(Size, Time, Cost) 연산자를 이용용 한다.
- a. 객체의 크기를 주어진 값에서 0으로($S \rightarrow 0$) 바꾼다고 상상하자. 이제 문제를 해결할 수 있겠는가? 만일 그렇다면, 어떻게?
 - b. 객체의 크기를 주어진 값에서 0으로($S \rightarrow \infty$) 바꾼다고 상상하자. 이제 문제를 해결할 수 있겠는가? 만일 그렇다면, 어떻게?
 - c. 공정 시간(또는 객체의 속도)을 주어진 값에서 0으로($T \rightarrow 0$) 바꾼다고 상상한다. 이제

문제를 해결할 수 있겠는가? 만일 그렇다면, 어떻게?

d. 공정 시간(또는 객체의 속도)을 주어진 값에서 0으로($T \rightarrow \infty$) 바꾼다고 상상한다. 이제 문제를 해결할 수 있겠는가? 만일 그렇다면, 어떻게?

e. 객체나 공정의 비용(수용 가능한 비용)을 주어진 값에서 0으로($c \rightarrow 0$) 바꾼다고 상상한다. 이제 문제를 해결할 수 있겠는가? 만일 그렇다면, 어떻게?

f. 객체나 공정의 비용(수용 가능한 비용)을 주어진 값에서 0으로($c \rightarrow \infty$) 바꾼다고 상상한다. 이제 문제를 해결할 수 있겠는가? 만일 그렇다면, 어떻게?

제2-3단계 : 다음 형식을 이용하여 문제의 조건을 두 구절로 진술한다(전문 용어의 사용을 피하고, 정확히 무엇을 생각해내고 발견하고 개발해야 하는지에 대해서는 진술하지 않는다.):

a. "시스템은 (구성요소를 설명한다)으로 구성되어 있다."

b. "구성요소(구성요소를 설명한다)는 조건 하에서 바람직하지 않은 효과(효과를 진술한다)를 일으킨다."

제2-4단계 : 2-3a단계의 구성요소들을 기입한다.

a. 변경, 재설계, 또는 재조정이 가능한 요소 (이 문제의 조건 하에서)

b. 바꾸기 어려운 요소 (이 문제의 조건 하에서)

제2-5단계 : 2-4a 단계부터 변경, 재설계, 또는 조정이 가장 쉬운 구성요소를 선택한다.