

TRIZ이론과 응용

이 장 용*

The TRIZ Theory and it's Application

Jang Yong Lee*

요약 제품의 개념설계 단계에서 효과적으로 사용될 수 있는 TRIZ 이론이 소개 되었으며, 그것의 몇가지 응용 예를 기술하였다. 제품의 개념설계 단계에서는 지금까지 비정형화된 방법 기존의 설계결과물 및 설계자의 경험과 직관에 상당부분 의존하여 작업이 수행되었는데, TRIZ이론에서는 이것을 체계적인 방법으로 수행할 수 있는 기법들을 제공한다. 본 논문에서는 이런 기법들 중 공학 설계 부분에 많이 이용되는 것들을 중심으로 설명하였으며 이것을 고속철도 개념설계 단계에 적용하여 기존의 설계결과를 TRIZ 이론을 통하여도 얻어낼 수 있음을 보여주었다.

Abstract The TRIZ theory which was invented by Russian scientist Genrich Altshuller provides a systematic methodology for innovative engineering design in place of brainstorming, synectics, analogical thinking, which seemingly high efficiency are still variations of the trials and errors method. TRIZ theory gives designer the ability to explore design solutions in fields other than his (her) own experience. Among several TRIZ theories, most widely used techniques in engineering field are contradiction theory, Su-Field analysis, physical phenomenon and effect and directed production evolution, which are described in this thesis and its application to conceptual design of high-speed train is performed as a case study of TRIZ theory.

Key Words : TRIZ, Innovative design, Conceptual design, Contradiction, High-speed train, Bogie

1. 서 론

빠르게 변하는 산업환경에서 경쟁력을 갖추기 위해서 기업은, 새로운 기술을 신속히 개발하여 기술 혁신적인 상품을 시장에 내놓아야 한다. 그러나 새로운 설계개념을 장안해 내는 것은 쉬운 일이 아니며 정형화된 설계 방식이 없는 제품인 경우 제품의 개념설계 단계에서 설계자는 브레인스토밍(brainstorming), 시넵틱스(synectics) 등과 같은 방법을 사용하여 설계개념을 형성하게 된다. 이러한 방법들은 상당히 효율적인 측면이 있으나, 근본적으로 시행착오에 근거한 설계방법 이다. 따라서 요구되는 제품설계가 기존제품을 단순히 수정하는 것이 아닌 경우에, 실제 초기단계에서 잘못된 개념설정은 결과적으로 막대한 시간과 인적, 재정적 손해를 초래하게 된다. 특히 소비자의 요구에 맞으면서도 상대적으로 저렴한 제품을 개발할 필요가 있는 중소기업 들은 생산원가

를 낮추는 것이 절실히 필요하다. 결론적으로, 개념설계 과정은 실제 설계에 소모되는 시간의 95% 이상을 차지 하는데, 이 과정에서 설계자에게 효과적으로 도움을 줄 수 있는 방법이 TRIZ 이론(이하 TRIZ) 이다[1,2].

TRIZ는 제품의 개념설계 단계에서 설계자가 창의적인 설계작업을 체계적으로 수행할 수 있도록 도와주는 방법인데, 1946년 러시아 과학자인 알트슐러에 의하여 처음으로 주장 된 후, 40년에 걸쳐, 알트슐러와 그의 동료 및 전세계의 TRIZ 연구자들에 의하여 지속적으로 개발되어 왔다[1,2].

TRIZ란 단어는 창조적 문제해결 이론(Theory of Inventive Problem Solving)이란 뜻의 러시아말 머리글자인데, 기술분야에서 발생하는 다양한 문제점들의 해법을 체계적인 방법론에 입각해서 찾으려는 시도로 처음 시작되었고, 이를 위해 알트슐러 및 동료 연구자들은 150만 건에 달하는 특허들을 분류하고 연구하여 이것으로 부터 일반적 문제해결의 방법론을 수립하였다[2,3].

이러한 TRIZ 이론이 문제에 대한 세부적인 해답까지

*한국생산기술연구원 청정기술팀

본 논문은 TRIZ의 이론을 소개하고, 그것의 응용 예를 수록 하였다. 소비자의 다양한 취향을 만족시키기 위한 다품종 소량생산이 강조되는 현실에서 TRIZ의 효과적 활용은 기업의 제품개발 능력과 생산성 향상에 많은 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.
(Tel: 041-589-8417)

는 제시해 주지 않지만, 설계자가 정형하지 못하거나 알지 못하던 영역의 지식까지도 이용가능 하게 함으로서 설계 초기단계에서 다양한 가능성을 검토할 수 있고 지식기반 설계의 유용한 방법으로 사용될 수 있다. 이러한 TRIZ 이론을 이용하여 비교적 단기간에 설계문제에 대한 창의적인 해법이 가능하다.

TRIZ 이론은 90년대 초부터 미국과 유럽으로 건너가 이제는 그곳의 유수한 기업과 대학과 일본, 중국, 인도, 대만 등에서 활발히 연구되고 있으며 국내는 1998년부터 대기업이 주축이 되어 실무에 적용하고 있다[1].

소비자의 다양한 취향을 만족시키기 위한 다품종 소량생산이 강조되는 현실에서 TRIZ의 효과적 활용은 기업의 제품개발 능력과 생산성 향상에 많은 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

2. TRIZ 기법

2.1. TRIZ 구성

TRIZ의 창시자 알트슐러는 발명의 수준(levels of invention)을 5가지로 분류하고, 1964년부터 1974년 사이에 전세계의 특허들을 발명의 수준에 따라 상대적인 빈도를 조사했다[1]. Table 1에 알트슐러의 조사결과를 나타내었는데 발명의 수준이 높아질수록 고려해야 할 해결책의 수는 급격히 증가하고 실제로 찾아낸 해답의 숫자는 줄어든다. TRIZ는 Table 1의 단계들 중, 2-4단계의 계층에 속한 문제들에 효과적으로 사용될 수 있도록 고안되었으며, 공학문제에 가장 많이 사용되고 있는 대표적인 TRIZ 기법을 Figure 1에 나타내었다.

2.2. 모순해결 기법

TRIZ는 창의적인 해결책이 요구되는 문제에는 항상

Table 1. 발명의 계층

Level	Degree of inventiveness	% of solutions	Source of knowledge	Approximate # of solutions to consider
1	Apparent solution	32%	Personal knowledge	10
2	Minor improvement	45%	Knowledge within company	100
3	Major improvement	18%	Knowledge within the industry	1000
4	New concept	4%	Knowledge outside the industry	100,000
5	Discovery	1%	All that is knowable	1,000,000

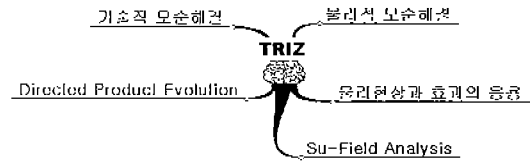


Figure 1. TRIZ의 주요 기법.

모순(contradiction)이 존재하며 이러한 모순을 해결하는 것이 곧 발명이라고 전제한다. 새로운 제품을 설계할 때, 모순은 다양한 형태로 존재하게 되는데, 모순의 종류는 크게 기술적 모순과 물리적 모순으로 나누어진다 [1,2].

기술적 모순은 어떤 시스템의 설계변수 a를 개선하면 설계변수 b가 악화되는 경우에 해당한다. 물리적 모순은 어떤 시스템의 동일한 구성부품 때문에, 서로 모순되는 요구조건이 발생하는 경우이다. 예로서 자동차 에어백의 팽창속도와 승객의 안전과의 관계를 보면, 팽창속도가 낮으면 안전벨트를 착용한 사람은 보호되지만 착용하지 않은 작은 사람은 부상을 입는다. 반대로 팽창속도가 빠르면 안전벨트 미착용 승객은 부상을 입지 않지만, 안전벨트를 착용한 승객은 에어백과의 충돌로 부상을 입는다. 결국 에어백 팽창속도와 안전벨트 착용여부는 서로 기술적 모순을 일으킨다. 한편 이 경우에 에어백이라는 동일한 부품 때문에 물리적 모순이 발생하는 데, 승객의 안전을 위해서 에어백의 팽창속도는 빨라야 하면서도 동시에 느려야 하는 것을 요구 받는다.

TRIZ에서는 어떤 시스템의 기술적 특성을 표현하는 특징을 39가지로 분류하였고 이것을 '표준특징' (standard technical characteristics)이라 부른다[4]. Table 2에 39가지 표준특성을 나타내었다.

TRIZ에서의 기술적 모순은 이러한 표준 특징들 사이의 모순을 의미하며 이런 모순들에 대한 40가지 해결책 발명원리(40 inventive principles)이 제시되었고 이것을 알기 쉽게 행렬의 형태로 나타낸 것이 모순행렬(Table of contradiction)이다. 이 행렬은 첫번째 열에는 어떤 시스템의 개선하려는 특징들이 놓이고, 첫번째 행에는 이에 수반되어 악화되는 특징들을 놓아서, 이것의 해결책을 행과 열이 만나는 지점에 나타낸다. Table 3에는 40가지 발명원리를 나타내었으며 Table 4에 모순행렬¹⁾을 개략화 하여 나타내었다.

물리적 모순의 해결책은 분리의 원칙을 이용한다. [1,2]. 분리의 원칙은 시간에 의한 분리, 공간에 의한 분

1) web 상에서 모순행렬을 사용할 수 있는 java applet 및 모순행렬 전체 자료분 www.triz.co.kr 에서 얻을 수 있음[5].

리, 부분과 전체에 의한 분리, 조건에 의한 분리를 의미 하는데 예를 들어 자전거가 처음 개발될 때는 Figure 2(a)와 같이 페달이 앞 바퀴에 직접 연결되어 있었다.

이런 형태에선, 자전거의 속도를 높이기 위해선 앞 바퀴의 지름이 커야 하고, 운전자가 페달을 쉽게 밟도록 하기 위해선 바퀴의 지름이 작아야 한다. 여기서 물리적 모순상황이 발생하는데, 동일한 부품인 자전거의 앞 바퀴는 지름이 크기도 하고 한편으로 작아져야 한다.

Table 2. 39가지 표준특징

분류	표준특징
형태적 특 성	1. 움직이는 물체의 무게
	2. 고정된 물체의 무게
	3. 움직이는 물체의 길이
	4. 고정된 물체의 길이
	5. 움직이는 물체의 면적
	6. 고정된 물체의 면적
	7. 움직이는 물체의 부피
	8. 고정된 물체의 부피 12.모양
물리적 특 성	9. 속도 10. 힘 11. 압력 13. 물체의 안정성
	14. 강도 15. 움직이는 물체의 내구력
	16. 고정된 물체의 내구력
	19. 움직이는 물체가 소모한 에너지
	20. 고정된 물체가 소모한 에너지
	21. 동력 22. 에너지의 낭비
제작 특 성	29. 제조의 정확성 32. 제조 용이성
	36. 장치의 복잡성 39. 생산성
기 타 특 성	17. 온도 18. 밝기 23. 물질의 낭비
	24. 정보의 손실 25. 시간의 낭비
	26. 물질의 양 27. 신뢰성 28. 측정의 정확성
	30. 물체에 작용하는 유해한 요인
	31. 유해한 부작용 33. 사용 편의성
	34. 수리가능성 35. 지용성 37. 조절의 복잡성
	38. 자동화의 정도

Table 3. 40가지 발명원리(40 inventive principles)

1. segmentation 2. extraction 3. local quality 4. asymmetry 5. merging 6. universality 7. nesting 8. counterweight 9. preliminary anti-action 10. prior action 11. beforehand cushioning 12. equipotentiality 13. inversion 14. spheroidality 15. flexibility 16. partial or excessive action 17. another dimension 18. mechanical vibration 19. periodic action 20. continuity of useful action 21. skipping 22. convert harm into benefit 23. feedback 24. intermediary 25. self-service 26. copying 27. cheap short-living objects 28. replace a mechanical system 29. pneumatics and hydraulics 30. flexible shells and thin films 31. porous materials 32. color changes 33. homogeneity 34. discarding and recovering 35. parameter changes 36. phase transitions 37. thermal expansion 38. use strong oxidizers 39. inert environment 40. composite materials

이것의 해결책은 앞 바퀴에 페달을 체인과 기어를 이용하여 공간적으로 분리함으로써 얻어진다(Figure 2(b)).

또 다른 예로 Figure 3에 나타내었다. 말뚝을 땅에 박기 위해서 그 끝이 날카로워야 하며, 그것을 지탱하기 위해선 동시에 무더야 하는데, 이것은 말뚝의 끝부분에 폭발물질을 장착하여 말뚝을 박은 뒤에 폭발 시켜 끝을 무너지게 하여 해결할 수 있으며 이는 물리적 모순을 시간에 의해 분리한 것이다.

2.3. Su-Field Analysis

어떤 시스템의 기능(function)상의 문제점을 파악하고 개선하기 위해서는 TRIZ 기법 중 하나인 Su-Field (Substance Field Analysis)가 효과적으로 사용될 수 있다[1-3]. 이 방법은 시스템을 2개의 물질(substance)과 하나의 장(field) 이라는 3가지 구성요소로 파악한다. 여기에서 물질은 광범위한 의미로 사용되는데, 간단한 도구로부터 복잡한 시스템까지 모두 물질에 속한다. (예

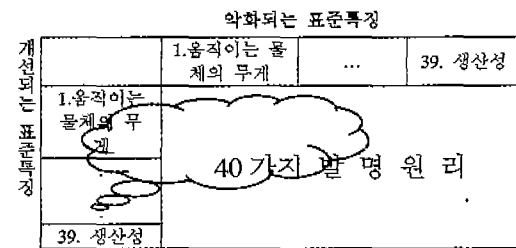


Table 4. 모순행렬(Table of contradiction)

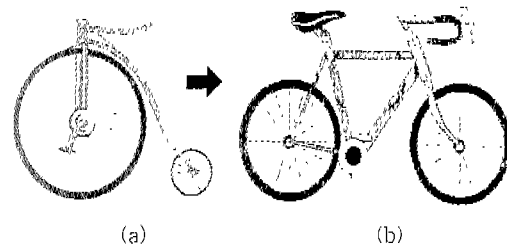


Figure 2. 물리적 모순해결(공간에 의한 분리).

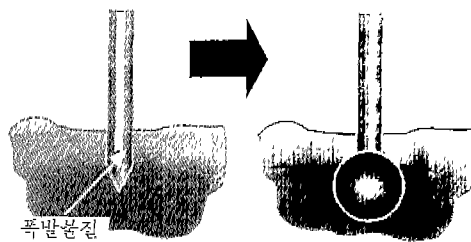


Figure 3. 물리적 모순해결(시간에 의한 분리).

들 들어 펜, 못, 컴퓨터, 우주선 등) 장(field)은 두 개의 물질들이 상호 작용하는데 필요한 에너지를 말하는데 불리함 및 공학적으로 사용되는 모든 에너지를 사용하는 작용을 망라한다(예, 전자기, 중력, 압력, 음향, 열, 기계 등).

두개의 물질을 각각 S1, S2, 이들 사이에서 상호작용하는 장(field)을 F라고 할 때, 망치로 못을 박는 간단한 상황을 Figure 4와 같이 나타낼 수 있다.

TRIZ의 Su-Field Analysis 의 결과로서 개선할 필요가 있는 시스템은, 불완전 시스템, 유해한 완전시스템, 불충분한 완전시스템의 세가지 기본 유형으로 나눌 수 있다. TRIZ에서는 위에 제시한 각각의 유형에 대한 76 가지 해결책이 제시하였는데[6,7] Su Field Analysis 를 적용하는 단계를 Figure 5에 나타내었다.

예를 들어, Figure 6(a)에 나타낸 것처럼 공압에 의해 파이프 속을 이동하는 금속 볼의 경우에 Su-Field Analysis를 적용하여 도식화한 결과는 Figure 6(b)와 같다. S2로부터 S1으로 연결된 화살표가 곡선인 것은 금속 볼이 파이프에 부정적인 영향을-금속 볼이 파이프와 충돌함으로써 파이프 내부 표면을 손상시킴-미친다는 것을 나타낸다.

이러한 손상을 방지하기 위하여 TRIZ에서 제시하는 해결책은 제 3의 물질(S3)을 도입하여 파이프에 가해지는 부정적인 효과를 제거하는 것이다.²⁾ (Figure 7)

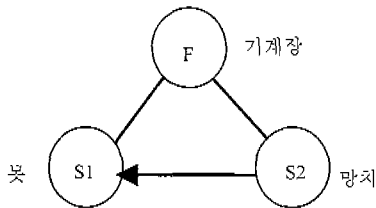


Figure 4. 시스템의 구성요소.

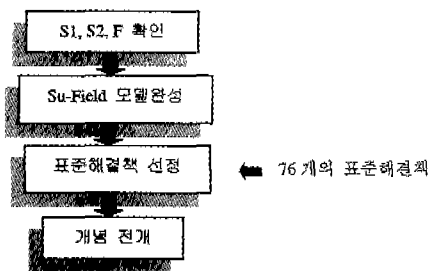


Figure 5. Su-Field Analysis 순서.

2) 76가지 해결책에 자료 및 TRIZ이론에 대한 자료를 www.triz-journal.com 에서 얻을 수 있음.

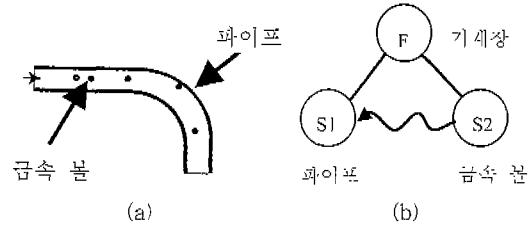


Figure 6. 금속 볼 이동 파이프의 Su-Field Analysis.

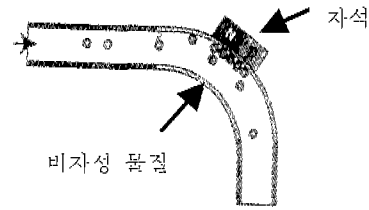


Figure 7. Su-Field Analysis 에 의한 해결책.

자석과 비자성 물질을 파이프의 곡면부분에 각각 첨가함으로써, 금속 볼이 파이프의 굴곡진 부분에 자력에 의해 달라붙어 보호막 작용을 함으로써 파이프 내부의 손상을 방지할 수 있다.

2.4. 진화의 유형(Directed Production Evolution)

TRIZ에서는 시스템이 일정한 유형을 따라 발전한다는 것을 전제로, 8개의 진화 유형을 제시했다[2,8]. 이러한 유형은 사람들이 생각하는 방식을 연구해서 미래의 기술진보를 예측만 하는 것뿐만 아니라, 그것을 앞당기는 것을 구조적으로 도와주는 방법인데, 이러한 시스템 진화의 유형을 알게 되면, 현재의 시스템이 어디를 향하고 있고, 어느 단계에 있으며 경쟁사의 시스템이 향후 어떻게 변하거나, 조만간 시장에 어떤 상품이 등장할지를 보다 쉽게 예측할 수 있다. TRIZ에서 정의한 8가지 시스템의 진화의 유형은 다음과 같다.

- 시스템은 진화의 4단계(유아기, 성장기, 성숙기, 쇠퇴기)를 거치면서 진화한다.
- 이상(ideality)을 증가시키는 방향으로 진화한다.
- 시스템의 구성요소들이 불균등하게 발전하면서 진화하며, 궁극적으로는 모순을 야기한다.
- 역동성과 조종성을 증가시키는 방향으로 진화한다.
- 복잡성이 증가된 후 다시 통합화에 의한 단순화를 향하여 진화한다.
- 조화와 부조화를 거치면서 진화한다.
- 에너지 영역(energy field)의 사용을 증가시켜서 거시적 시스템(macro-system)에서 미시적 시스템

(micro system)으로 진화한다.

- 자동화를 증가시켜서 인간의 개입을 줄이는 방향으로 진화한다.

2.5. 물리현상과 효과의 응용

교통의 엔지니어들은 약 50~60개의 물리현상과 효과들을 이용한다고 하는데, 실제로는 일반적인 문헌상에 기록된 것만 6,000개 이상의 물리효과가 있다고 한다. TRIZ에서는 공학적인 문제의 해결에 위하여, 이런 물리현상과 효과들을 효과적으로 이용할 수 있는 방법을 제안하였는데, 이런 효과들을 기능에 따라 분류하여 어떤 기능을 수행하기 위해 이용할 수 있는 여러 가지 현상과 효과들을 제시함으로써, 문제를 해결하는데 많은 도움을 준다. Table 5에 기능적 분류에 따른 물리현상과 효과의 예를 일부 제시하였다.³⁾

3. TRIZ의 응용

3.1. 고속철도 전장품 배치

고속철도의 동력은 철로를 따라 설치된 가선으로부터 얻게 되는데, 차량 외부에 설치되어 가선과 접촉하는 판토프라프로부터 집전된 전기는 변압기와 모터블럭을 거쳐 전동기에서 열차를 견인하는 기계적 에너지로 변형된다(Figure 8). 이러한 구성요소들을 전장품 -EMU (Electric Multiple Unit)-이라고 하며, 전장품의 배치는 고속철도의 개념설계를 할 때, 가장 먼저 고려되는

Table 5. 물리현상과 효과

원하는 기능	물리현상과 효과
물체의 이동	<ul style="list-style-type: none"> • 자기장의 이용 • 직류가 흐르는 도체에 적용되는 자기장 • 전기적으로 대전된 불체에 적용되는 전기장 • 가스나 액체에 압력을 가함 • 기계적인 진동 • 원심력 • 열 팽창 • 빛에 의한 압력
치수(dimension)의 변화	<ul style="list-style-type: none"> • 열 팽창 • 변형(deformation) • magentostriction • 압전효과(piezoelectric effect)

3) 물리현상과 효과에 대한 상세한 자료를 www.cobrain.com에서 얻을 수 있음

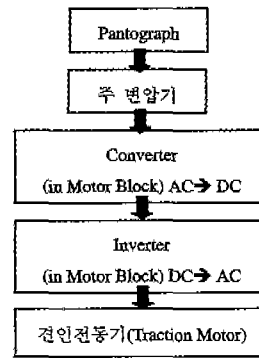


Figure 8. 고속철도의 전장품.

설계요소의 하나로서, 구성 요소들 중 단위 부품으로는 가장 큰 중량을 차지한다[9,10].

세계적으로 고속철도의 최고속도는 300 km/h 이상으로 점차 빨라져 가고 있는 추세이며, 빠른 속도를 내기 위해서는 열차에 동력을 공급하는 전장품의 중량이 커지게 된다. 이러한 전장품이 열차의 앞, 뒤 1대씩 있는 동력차에 집중될 경우, 레일에 대한 영향을 고려하여 규정되어 있는 동력차의 제한 하중을 초과하게 된다.

이런 문제의 해결책으로 쉽게 생각할 수 있는 방법이 전장품의 성능을 개선하여 단위 무게 당 에너지 효율을 증대시키는 것을 생각할 수 있으며 실제로 이런 방향으로 많은 연구가 있어왔다.

만약 TRIZ의 기술적 모순해결 기법을 여기에 응용한다면, 이 경우엔 개선하려는 표준특징은(Table 2참조) '속도'이고 악화되는 표준특징은 '움직이는 물체의 중량'이다. 모순행렬에서는(Table 4) 40가지 발명원리 중에서 2, 13, 28, 38번이 해법으로 제시되었다.

위에 제시된 해법들 중에서 2번, '분리(extraction)'의 원리가(Table 3참조) 당면한 문제에 대해 효과적으로 이용될 수 있다. 즉, 방해가 되는 부분이나 속성을 물체로부터 분리하여 모순을 제거하는 것이다.

이것은 전장품의 배치를 동력차에 집중하지 않고 차량 전체에 걸쳐서 분산시키는 '동력 분산식 전장품 배치'를 의미하며 실제로 일본의 신간선이나 독일의 ICE3에서 사용하고 있다.

국내의 경우, 현재 건설 중인 경부고속철도(KTX)는 최고속도가 300 km/h 이며 전장품이 열차 앞, 뒤에 총 4대의 동력차 및 동력객차에 탑재되어 있으나, G7프로젝트로서 개발 중인 고속철도(KHST20)는 최고속도가 350 km/h이며 전장품이 6대의 열차에 분산되어 있다. 속도를 증가시키기 위해 중량이 무거워지는 전장품을 보다 많은 차량에 분산시킨 결과이다. Table 6에 고속철도 종류별로 각각의 전장품 탑재차량 비율을 나타내었다.

Table 6. 전장품의 차종별 분산비율

고속철도	총 열차수	전장품 탑재 차량 수	전장품 분포비율
TGV-Thalys	10	2	20%
ICE 3	8	6	75%
신칸센 700	16	12	75%
KIIST20	20	6	30%
KTX	20	4	20%

3.2. 고속철도 대차의 제동장치

대차(bogie)는 철도차량을 지지하면서 직립 선로와 접촉하며 이동하는 장치로서 장착된 모터로부터 구동력을 얻게 된다. Figure 9에 대차를 도시하였다.

대차의 주요 구성품은, 구동력을 전달하는 건인장치(모터, 기어), 제동장치, 현가 장치로 분류할 수 있는데, 제동장치는 바퀴와 레일의 마찰력에 의존하는 점착 브레이크가 주로 이용되었다. 그런데 이러한 공기압에 의한 제동장치는 작동 시 소음 및 고열이 발생하여 부품의 수명이 짧을 뿐만 아니라, 고속에서 사용할 경우, 제동거리가 길어지는 단점도 있다[9].

보다 효과적인 제동장치의 개발을 위해서 TRIZ의 Su-Field Analysis가 적용해 보면, Figure 6(b)와 같이 주어진 기능을 하기위해서 부작용이 발생하는 ‘유해한 완전시스템’ 이거나 제동효과를 충분히 달성하지 못하는 ‘불충분한 완전시스템’에 해당한다. 이것의 해결을 위해 TRIZ에서 제시하는 표준해결책은 Figure 10 에 나타낸 것처럼, 새로운 장(field)을 더 첨가하여 효과를 강화하는 방법이다.

같은 문제에 대하여 2.4 절에 기술한 진화의 유형 중에서 해당되는 항목을 찾아보면, ‘에너지 영역(energy field)의 사용을 증가시켜서 거시적 시스템(macro-system)에서 미시적 시스템(micro system)으로 진화하는’ 유형에 해당한다.

앞서 기술한 Su-Field Analysis 와 진화의 유형에 따른 구체적인 해결책을 찾기 위해선 TRIZ의 지식 데이

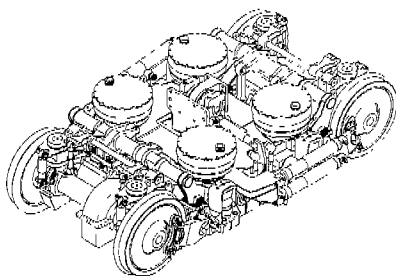


Figure 9. 고속철도의 대차.

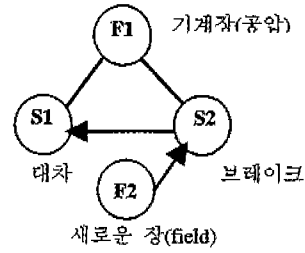


Figure 10. 대차 제동장치의 표준해결책.

터 베이스 중 하나인 ‘물리현상과 효과’에서 새로운 에너지 장을 찾는 것이 가장 적절하다.

개발하려고 하는 새로운 제동장치를 위해, 요구되는 효과가 ‘물체의 속도 변화’라고 할 때, 응용 가능한 물리 현상은 맴돌이전류(eddy current) 현상 이라는 결과를 얻을 수 있는데 (www.cobrain.com에서 제공하는 자료 참조), 이를 대차의 제동시스템에 적용할 수 있으며 이 경우 새로운 에너지 장은 전자기장이라고 할 수 있다.(2.3절 참조)

맴돌이전류 제동이란 대차 밑면에 장착되는 전자석과 (Figure 11) 레일의 상대운동에 의해 레일면에 유기되는 맴돌이전류에 의해 발생하는 제동력을 이용한 것이다. 제동력은 차체측 전자석의 여자전류를 변화시킴에 따라 연속적으로 조절할 수 있으며 제동력이 휠과 레일의 접촉으로 발생하지 않고 대차에 부착되어 있는 전자석에 직접 작용함으로써 앞서 지적하였던 공기압에 의한 제동장치의 단점을 극복할 수 있다.

세계적으로 고속철도의 대차에서 공압 제동 및 맴돌이전류 제동을 운행속도 및 제동거리에 따라 적절히 혼합하여 사용하는 추세가 확산되고 있다.

4 결 론

공학분야의 개념설계 단계에서 널리 사용될 수 있는 TRIZ 이론을 소개하고 고속철도의 전장품 매치 문제와

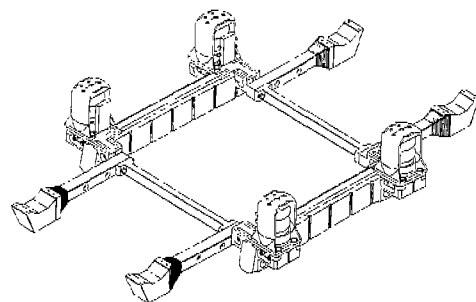


Figure 11. 맴돌이전류 제동장치.

대차의 제동장치 설계에서 그 이론의 적용 가능성을 살펴보았다. TRIZ 이론은 발 빠른 제품 개발과 시장의 변화 예측에 많은 도움을 줄 수 있는 이론으로 세계적으로 많은 관심을 모으고 있으며 그 적용범위는 공학적 문제해결에서부터 새로운 발명 그리고 일반 사회학적인 문제의 해결에 이르기까지 광범위하다.

본 논문에서 소개한 TRIZ 기법 중에서 '물리현상과 효과', '기술적 모순'에 관한 '40가지 발명원리', 'Su-Field Analysis'에 따른 '76개의 표준해결책'과 이러한 이론들을 적용했거나, 적용 가능한 기존의 설계문제가 모두 지식 베이스화 하는 것이 가능하며 이를 이용하여 창의적인 설계를 수행하는데 많은 도움을 줄 수 있다. 향후 연구되어야 할 부분으로, 이러한 TRIZ의 지식베이스를 전문가 시스템(expert system)과 연계하여 어떤 특정 분야에 대한 설계지식(domain knowledge)이 부가된 설계 전문가 시스템을 구성하는 것으로서, 이것을 통하여 설계자는 해당 분야의 설계에서 보다 다양한 설계 가능성을 검토할 수 있으며 체계적으로 개념설계를 수행할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 박영택, 박수동 "발명특허의 과학" 현실과 미래, 1999.
- [2] G. Altshuller, "And suddenly the Inventor Appeared," Technical information center, worcester, MA, USA. 1994.
- [3] G. Altshuller, "Creativity as an Exact Science," Gordon and Breach, N.Y. 1988.
- [4] Victor R. Fey, "Glossary of TRIZ," Altshuller Institute, Autumn 2000.
- [5] Graham Rawlinson, "TRIZ and Software," preceedings of TRIZCON2001, march 2001.
- [6] John Terninko, Ellen Domb, "The seventy-six standard solutions, with examples," TRIZ journal. March, May, June, July 2000.
- [7] Ellen Domb, John Terninko, Joe Miller, Ellen MacGran, "The seventy-six standard solutions: how they relate to the 40 principles of inventive problem solving," TRIZ journal, May, 1999.
- [8] Victor R. Fey, Eugene I. Rivin, "Guided Technology Evolution," Proceedings of the 4th International Conference on Total Product Development, City of Industry, CA, November 17 ~20, pp. 1~19. 1998.
- [9] 김선호, "철도 시스템의 이해," 자작아카데미, 1997.
- [10] Satoru Ito, Klemens Heumann, "Optimal Formation of Trainset," WCRR '99, 1999.