

| 창의적 문제해결을 위한 TRIZ기법 소개



김 홍 연

삼부토건(주) 기술연구실
hykim74@sambu.co.kr

1. 서언

우리가 살고 있는 21세기에 엔지니어에게 가장 중요시 되는 요소 중 하나가 바로 창의성(creativity)일 것이다. 그럼에도 불구하고 지반공학자를 포함한 엔지니어들이 그들의 분야에서 충분한 창의력을 발휘하지 못하고 있다는 사실은 대다수가



알트슐러 박사

인정하고 있으며 안타까운 현실이다. 이러한 시대적 요구를 인지하고 최근 대학에서도 창의력을 자극함으로써 기술과의 시너지 효과를 기대하는 측면에서 창의성에 기초한 교과목들이 개설되기도 한다. 이는 우리가 중시하고 있는 설계, 시공, 연구 등의 분야에서도 특히 및 신기술 개발, 미적 설계, 설계 및 시공과정에서 발생하는 문제의 해결

등 다양한 아이디어 생산과 의사결정이 요구되고 있기 때문이다. 본 고에서는 토목섬유에 관심이 있는 지반공학자의 견지에서 체계적인 방법으로 창의적 문제해결에 도움을 주는 TRIZ에 대하여 소개하고자 한다.

TRIZ는 러시아어로 Teoriya(이론), Reshniya(해결), Izobretatelskikh(발명), Zadatch(문제)의 줄임말로써 우리말로 “창의적 문제해결 이론(Theory of Inventive Problem Solving)” 정도로 칭할 수 있다. 1946년 러시아의 알트슐러(Genrich Altshuller)에 의해 창안된 TRIZ는 문제의 근본원인인 모순(contradiction)의 극복을 통하여 가장 이상적인 해결안을 추구하는 방법론이다. 즉, “창의적 문제”는 최소한 하나 이상의 모순을 가지고 있는 동시에 그 해결안이 알려져 있지 않은 문제로 정의되고, 이의 혁신적 문제해결을 위해서는 문제에 내재하는 근본적 모순의 제거를 통해서만 해결할 수 있다. 알트슐러는 창조적 발상은 시·공간을 넘어 반복적으로 발생한다는 점에 착안하여 전 세계 25만 건 이상의 특허를 분석하였다. 그 결과

표 1. TRIZ의 기본원리

기본원리	주요내용	비고
모순(contradiction)의 극복	<ul style="list-style-type: none"> · 타협이나 최적화가 아닌 극복 방안 모색 · 기술적 모순(서로 다른 기술요소의 충돌) · 물리적 모순(같은 기술요소 내 특성의 충돌) 	<ul style="list-style-type: none"> · 기술적 모순 : 플래시 메모리 용량을 늘리면서 정확도를 높혀라 · 물리적 모순 : 단단하면서도 유연한 철강소재를 개발하라
분리의 원리(Separation Principle)	물리적 모순을 극복한 특허를 분석하여 공통된 해결책을 추출한 것	40가지 발명 원리

표 2. TRIZ의 특허 5단계 분류(발명의 수준 분류)

특허단계	내용	비율	시행착오 방식의 수준	필요지식
1	<ul style="list-style-type: none"> · 해당분야에서 누구나 쉽게 도달할 수 있는 해결책 · 발명이라기보다는 실질적 변화가 없는 좁은 확장 및 개선 · 해당분야 전문가들의 익숙한 방법을 이용한 해결책 	32	1~10회	개인적 지식
2	<ul style="list-style-type: none"> · 기존 시스템의 개선 · 해당 산업분야의 지식을 이용 	45	10~100회	협동적 지식
3	<ul style="list-style-type: none"> · 모순의 해결, 동일한 기술 분야에서 모순이 해결됨 · 현재시스템의 획기적 개선 	18	100~1,000회	동일산업 내 지식
4	<ul style="list-style-type: none"> · 새로운 디자인 개념 제시, 신개념의 시스템 창조 · 해당 산업분야 밖의 지식을 이용하여 모순 해결 	4	1,000~10,000회	타 산업 내 지식
5	<ul style="list-style-type: none"> · 해결책이 동시대 과학적 지식 밖에 존재 · 획기적 신개념의 선구자적 발견 	1	10,000~100,000회	새로운 과학

높은 수준의 특허는 대부분 모순을 해결한 결과라는 문제 해결의 규칙성을 발견하고 공학적인 문제에 대한 표준 문제모델과 표준 해결안모델을 추출해 내었다.

TRIZ적 사고방식에 따르면 문제를 창조적이고 효과적으로 해결하지 못하는 이유는 다음과 같다.

- 심리적 관성(psychological inertia)의 사고영역 제한
- 잘못된 문제해결 방향의 설정
- 기술적 지식의 부족(lacks of knowledge)
- 기술적 모순(technical contradiction)에 대한 접근법 부재

따라서, 바람직한 문제해결 방법 즉, 시스템적인 접근이 필요하다는 것이다.

2. 모순(contradiction)

TRIZ적 사고에서 문제의 해결은 문제가 가진 근본적인 모순을 제거함으로써 가능하다. 모순은 다음과 같이 크게

세 가지로 구분할 수 있다.

(1) 행정적 모순(Administrative Contradictions)

행정적 모순은 문제를 해결 하려고 하는 사람이 초기에 직면한 본질적인 모순이다. 즉, 조직에서 경영진이 얘기하는 바람직 하지만 파악이 쉽지 않은 상황을 말한다.

예) 우리는 OO를 달성해야 한다. 그런데 어떻게 해야 할지 도무지 감을 잡을 수 없다.

(2) 기술적 모순(Technical Contradictions)

기술적 모순은 어느 한 시스템 내에서 몇 개의 요소나 파라미터가 대립하는 상황이다. 우리 주변에 대부분의 시스템은 여러 개의 본질적인 기술적 모순을 갖고 있다. 이를 테면 하나의 파라미터를 개선하면 다른 것이 나빠지는 경우로 다음과 같은 예가 흔하다.

예) 힘과 연료 소모량, 중량과 강도, 바짝 면도함과 피부 안 베기



(3) 물리적 모순(Physical Contradictions)

물리적 모순은 어떤 파라미터가 서로 상반되거나 배치되는 상태에 있어야 하는 상황이다. 기술적 모순 내에는 대체로 물리적 모순이 상존하며, 물리적 모순을 해결하면 더 우수한 결과가 얻어질 수 있다. 물리적 모순을 해결한 예들은 다음과 같다.

예) 뜨거우면서 차야 함(커피잔), 거칠면서 매끄러워야 함(사포), 두꺼우면서 얇아야 함(등산화), 딱딱하면서 부드러워야 함(타이어), 강하면서 약해야 함(자동차 범퍼), 날카로우면서 무더야 함(피겨스케이트 날) 등

예) 지오그리드 : 보강재에 구멍을 내어 마찰력을 증대시킨다.

(4) 비대칭(Asymmetry) : 비대칭으로 바꾼다.

대칭형을 비대칭으로 바꾼다. / 이미 비대칭이라면 비대칭의 정도를 더 높인다.

예) 강널말뚝 단면

(5) 통합(Consolidation, Merging) : 한 번에 여러 작업을 한다.

동일, 유사 또는 연관된 기능을 수행하는 물체들을 가깝게 또는 한데 모은다.

동일, 유사 또는 연관된 기능을 동시에 수행하도록 동작들을 결합한다.

예) 식생형 옹벽 : 벽체와 화분을 결합한다.

3. 시스템의 대립극복을 위한 원리 (40가지 발명의 원리)

다음은 기술적 모순을 극복하기 위해 제안된 40가지 원리들과 주변에서 접하는 공법이나 제품을 고안할 때 그들이 적용된 예들을 찾아보았다.

(1) 분할(Segmentation, Division) : 쪼개어 사용한다.

물체를 독립적인 부분으로 나눈다. / 물체를 분해가 쉽도록 설계한다.

물체의 분해 정도를 증가시킨다.

예) 프리캐스트 부재, 보강토 옹벽

(6) 다기능, 범용성(Multifunction, Universality) : 하나의 부품을 여러 용도로 사용한다.

하나의 객체가 여러 가지 서로 다른 기능들을 수행할 수 있다.

예) 지오텍스타일 : 분리, 보강기능 등

(2) 추출(Taking out, Extraction) : 필요한 것만을 뽑아 쓴다.

물체로부터 원치 않는 부분이나 물성(property)을 추출한다.

물체로부터 필요한 부분이나 물성만 추출한다.

예) 연약지반 내 간극수의 배출

(7) 포개 넣기 구조(Nesting, Nested dolls) : 하나의 객체를 다른 객체의 속에 넣는다.

하나의 객체가 다른 객체의 구멍을 통과한다.

예) 지오텍스타일을 이용한 성토체 / 지오투브

(3) 국부적 품질(Local quality) : 전체를 똑같이 할 필요 없다.

물체의 구조나 환경을 균질 상태에서 비균질(non-uniform) 상태의 구조로 바꾼다.

(8) 무게 없애기(Anti-weight, Counterweight) : 지구 중력으로부터의 무게를 회피한다.

올리는 힘이 커질 수 있는 다른 물체와 연결하여 대상의 무게를 상쇄시킨다.

환경(공기·유체 역학적 힘, 부력 등)과 상호작용하여 물체의 무게를 상쇄시킨다.

예) EPS블록 / 부잔교 구조물 / 경량 성토재 / 압성토 공법(반대개념)

(9) 사전대응조치(Prior counter action) : 미리 반대방향으로 조치를 취한다.

미리 요구되는 작용의 반대 작용을 수행한다.
예) 프리스트레스 부재 / 어스앵커 / PHC 말뚝

(10) 사전조치(Prior action) : 미리 조치한다.

필요한 동작의 전부나 일부를 미리 수행한다.
물체를 편리한 위치에 적절한 방식으로 동작하도록 배열하여 시간을 줄인다.
예) 블록에 보강재의 결속장치를 미리 만들어 설치시간을 줄인다.

(11) 사전예방조치(Cushion in advance) : 미리 예방 조치를 취한다.

물체의 신뢰성이 낮으면 미리 준비된 비상수단으로 상쇄시킨다.
예) 지오투브 : 물의 접근을 막지는 못하지만 해안의 침식피해를 완화한다.

(12) 등위성(Equipotentiality) : 위치변화를 제한한다.

물체를 들어 올리거나 내릴 필요가 없게 작업 조건을 변화시킨다.
예) 케이스 기초

(13) 역방향(Do it reverse, The other way round) : 반대로(거꾸로) 해본다.

문제 해결에 요구되는 작용을 거꾸로 한다.
고정 부품은 움직이게, 유동 부품은 고정시킨다.
물체를 돌려라, 뒤집어라.
예) 강널말뚝의 전후면

(14) 곡선화, 구형화(Curvature increase, Spheroidality) : 직선을 곡선으로 바꾼다.

직선을 곡선으로, 평면을 곡면으로, 입방체를 구체로 바꾼다.

롤러, 볼, 나선형, 돔을 이용한다.
직선운동을 회전운동으로 바꾼다.
예) 띠형 섬유보강재(폴드락)

(15) 자유도 증가, 역동성(Dynamicity, Dynamics) : 부분, 단계마다 움직이게 한다.

물체의 특성이나 외부환경을 동작단계마다 최상이 되도록 가변시킨다.
물체를 서로 상대적으로 움직이도록 분리한다.
예) 옹벽벽체를 블록으로 대체함으로써 침하에 순응

(16) 초과 또는 과부족(Partial or Excessive actions) : 더 많거나 더 적게 한다.

100% 완벽한 것을 얻기 위해 비싼 대가를 치르기 보다 '조금 더' 혹은 '조금 덜' 하는 방법으로 해결한다.
예) 호퍼

(17) 차원변화(Dimension change, Another dimension) : 공간에 변화를 준다.

1층 대신에 다층을 활용한다.
물체를 기울이거나 돌린다.
1차원 물체의 배치나 운동을 2차원, 3차원으로 바꾼다.
예) 덤프트럭, (다단식)보강토 옹벽

(18) 기계적 진동(Mechanical vibration) : 진동을 이용한다.

물체의 고유 진동수 및 공진을 이용한다.
예) 진동롤러, 착암기, 진동기(vibrator)에 의한 널말뚝 압입, 초음파 세척기

(19) 주기적 작용(Periodic action) : 연속적으로 하지 않고 주기적으로 한다.

연속적 작용은 주기적 순간작용으로 바꾼다.
작용이 이미 주기적이면 주파수를 바꾼다.
작용과 그 다음 작용사이의 시간 터울을 이용하여 주기적 작용을 한다.



예) 단계성토, 시공/신축이음

(20) 유용한 작용의 지속(Continuity of useful action) : 유용한 작용을 지속한다.

작용이 쉬지 않고 진행되도록 한다.
 병목현상을 제거한다.
 예) 레미콘, 연속타설

(21) 급히 통과(Rushing through, Skipping) : 유해하다면 빨리 진행해 버린다.

가장 위험하고 유해한 영향에서 벗어나기 위해서 고속 진행한다.
 예) 굴착 후 버팀보 설치, 터널 굴착 후 슛크리트 타설

(22) 전화위복(Convert harmful to useful, Blessing in disguise, Turn lemons into lemonade) : 유해한 것을 유익한 것으로 바꾼다.

바람직한 효과를 얻기 위해서 해로운 요소를 활용한다. 유해한 요소를 또 다른 유해한 요소와 결합하여 제거한다. 더 이상 유해하지 않을 범위까지 유해한 정도를 증가한다.
 예) 재생(순환)골재, 폐기물 재활용

(23) 피드백(Feedback) : 피드백을 도입한다.

이미 피드백이 존재하면 그 크기나 영향을 바꾼다.
 예) 침하안정관리에 의한 연약지반 개량

(24) 중간 매개물(Intermediate, Intermediary) : 중간 매개물 혹은 중간공정을 이용한다.

작용을 수행하거나 전달하기 위해 중간 매개물을 사용한다.
 쉽게 제거될 수 있는 다른 객체를 임시로 물체에 결합한다.
 예) 말뚝 향타 시 해머쿠션, 굴삭기

(25) 셀프서비스(Self-service) : 저절로 기능이 수행되게 한다.

물체 스스로 유익한 작용을 하고 유지보수할 수 있게 한다.

버리는 자원, 물질과 에너지를 이용한다.

예) 지열이용, 풍력발전기

(26) 복사, 복제(Copy, Copying) : 복잡하고 비싼 것 대신 간단한 것으로 복제한다.

비싸거나, 얻기 어렵거나, 깨지기 쉬운 원래 객체 대신에 값싼 복제품을 사용한다.
 객체나 프로세스를 사진으로 대체한다.
 예) BIM기술, 모형실험

(27) 값싸고 짧은 수명(Cheap short life, Cheap short living objects) : 한번 쓰고 버린다.

비싸고 수명이 긴 물체 대신 값싸고 수명이 짧은 일회용품 사용한다.
 예) P.P매트나 대나무 매트를 이용한 연약지반 가설도로 플라스틱 보드드레인(PBD)

(28) 기계시스템의 대체(Replacing mechanical system, Mechanics substitution) : 기계적 시스템을 광학, 음향시스템으로 바꾼다.

기계적 수단을 시각, 청각, 미각, 후각과 같은 수단으로 바꾼다.
 물체와 상호작용 할 수 있는 전기적, 자기적, 전기자기적 장(Field)을 이용한다.
 고정장은 유동장으로, 불규칙장은 규칙장으로 바꾼다.
 예) 수심측량

(29) 공기 및 유압사용(Pneumatics and hydraulics system) : 공기나 유압을 사용한다.

물체의 고체 부분을 기체나 액체로 대체한다.
 기체나 액체 부분은 팽창을 위해 공기나 물을 사용한다.
 예) 뉴매틱 케이슨의 시공

(30) 얇은 막(Flexible membrane and thin films, Flexible shells and thin films) : 얇은 막 또는 필름을 사용한다.

통상적인 구조물을 유연한 막이나 얇은 필름으로 대체한다.

유연한 막이나 얇은 필름을 이용하여 격리시킨다.

예) 폐기물 매립지 내의 지오�멤브레인

(31) 다공성 물질(Porous materials) : 미세한 구멍을 가진 물질을 사용한다.

물체를 다공성으로 만들거나 다공성 물질을 사용한다.

물질에 있는 구멍을 이용한다.

이미 물질이 다공성이라면 구멍을 유익한 어떤 물질 또는 기능으로 채운다.

예) 타원형 구멍을 형성한 지오그리드 실트펜스(silt fence)

(32) 색깔변화(Changing color, Color changes) : 색깔 변화 등 광학적 성질을 변화시킨다.

물체 또는 환경의 색을 바꾼다.

물체 또는 환경의 투명도를 바꾼다.

관측을 용이하게 하기 위해 색 첨가제, 형광 첨가제를 사용한다.

예) 보강토 블록의 색깔을 다양화, 아스콘에 색, 형광 첨가제를 사용하여 포장

(33) 균질성(Homogeneity) : 같은 재료를 사용한다.

본체와 상호작용하는 주변 물체는 본체와 동일한 재료로 만든다.

동일한 재료가 불가능하면 비슷한 특성을 지닌 재료로 만든다.

예) 녹색토 공법

(34) 폐기 및 재생(Rejection and regeneration, Discarding and recovering) : 다 쓴 것은 버리거나 복구한다.

사물이 기능을 다하면 폐기하거나 도중에 개조한다.

폐기하는 것에는 버리기, 녹이기 증발시키기 등이 있다.

기 사용된 부품은 작동 중에 직접적으로 원위치한다.

예) 재생 polyester를 이용한 지오텍스타일

(35) 속성변화(Parameter changes) : 물질의 속성을 변화시킨다.

시스템의 물리적 상태(기체, 액체, 고체)를 변화시킨다. 농도나 일관성을 변화시킨다.

유연성의 정도를 변화시킨다.

온도를 변화시킨다.

예) 지오텍스타일의 열 용착 및 접합

(36) 상전이(Phase transformations, Phase transitions) : 상전이

상전이 현상을 이용한다.

상전이때 부피 변환, 열의 발산, 형상의 변화 등을 이용한다.

예) 문양거푸집

(37) 열팽창(Thermal expansion) : 물질의 팽창과 수축을 이용한다.

온도변화에 의한 물질의 팽창 및 수축을 이용한다.

열팽창계수가 다른 여러 가지 재료를 이용한다.

예) 시공시 발포우레탄 이용

(38) 산화제(Oxygen, Strong oxidants) : 산화도를 향상시킨다.

활성화 시킨다.

한 수준의 산화로부터 더 높은 산화로 바꾼다.

일반공기는 산소로, 산소는 오존으로 바꾼다.

예) 합성섬유 제조에 이용되는 오일, 가스제

(39) 불활성 환경(Inert environment, Inert atmosphere) : 불활성 환경을 바꾼다.

정상적인 환경을 불활성 환경으로 바꾼다.

사물에 중성 물질이나 중성의 첨가제를 넣는다.

진공 속에서 작업한다.

예) 합성섬유 제조에 이용되는 산화방지제



(40) 복합재료(Composite materials) : 복합 재료

동질의 재료를 복합재료로 바꾼다.

예) 합성섬유 고분자 재료(polyester계 등)

등 검토'에서는 VE(가치공학) 활동이 적극적으로 활용된다. 그 중에서도 창조단계(creative phase)는 수집된 정보와 기능분석(function analysis)을 통하여 원가절감 또는 성능향상이 가능한 기능들을 대상으로 대체방안에 대한 아이디어를 창출하는 주요한 단계이며 아이디어 발상기법으로서 브레인스토밍(brainstorming)이 가장 흔히 활용되고 있다. 그와 함께 본 고에서 소개한 TRIZ는 지금까지 VE 전문가들 사이에서 일부 관심을 받아왔으나 지반공학과 토목섬유에 관심이 있는 독자들에게도 가치공학적 아이디어 발상을 비롯하여 공법 또는 제품을 개발하는데 적용하는 습관을 가진다면 매우 유용하게 문제를 해결할 수 있을 것으로 판단된다.

4. 결론

이상 TRIZ의 개념과 시스템 대립극복을 위한 원리 및 그 예를 들어보았다. 필자가 상기 언급한 예는 최초에 불합리하거나 불편한 문제를 해결하고자 할 때 40가지의 원리에 각각 적용해 봄으로써 보다 다양한 발상을 할 수 있도록 도움을 준다는 점에서 매우 유용하다고 판단된다. 최근 공공공사에서 의무적으로 시행되고 있는 '설계의 경제성