

# ARIZ와 ADRIGE 알고리즘의 실천적 고찰

윤정규<sup>1\*</sup>, 송용원<sup>1</sup>

## A practical study on the application of ARIZ and ADRIGE algorithm

J. K. Yoon\*, Y. W. Song (\*yjg094@kpu.ac.kr)

한국산업기술대학교 나노-광공학과<sup>1</sup>

**Key Words** : ADRIGE, ARIZ, Problem solving case(문제해결사례), TRIZ

### 1. 서론

#### 1.1 ARIZ

ARIZ에서는 문제 분석, 문제모델 분석, IFR과 물리적 모순 정의, 물질장 자원의 활용, 지식정보 데이터 사용 등, 총 9가지의 파트와 40가지의 스텝으로 과정이 이루어져 있다.<sup>(1)</sup>

ARIZ 문제알고리즘은 초기의 기술적 모순을 정의하고 이를 기반으로 물리적 모순을 도출해 나아간다. 과정 중에 작은사람모델을 활용하거나, 효과(effects)나 표준해를 통해 해결안을 도출하기도 한다.

ARIZ의 핵심은 하나의 기술적 모순에서 시작하여 기술적 모순을 심화시켜 물리적 모순을 도출하고, 분리의 원리를 통해 해결안을 도출하는 것이다. 그 과정에서 적용한 문제 해결법을 통해 사용자가 하나의 문제에 대해 깊게 생각하게 하고, 창의적인 해결안 도출을 돕는 창의적 사고 프로세스다.

#### 1.2 ADRIGE

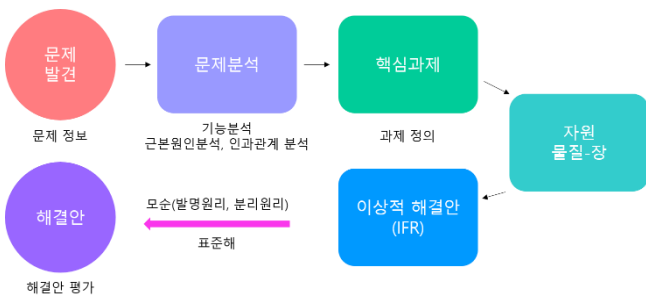


Fig. 1 Schematic Diagram of ADRIGE Analysis method

ADRIGE(Analysis, Define, Resource, IFR, Generate, Evaluate) 알고리즘은 문제분석, 문제정의, 자원분석, IFR, 해결안 도출, 평가의 과정을 갖는 창의적 사고 프로세스 중 하나다.<sup>(2)</sup> 그 과정에서 기능분석, 원인분석(CECA, RCA), 기술적 모순(Technical contradiction, TC)과 물리적 모순(Physical contradiction, PC) 정의, IFR 및 모순의 해결안을 제시하는 프로세스를 갖는다.

ADRIGE는 문제분석 과정에서 ARIZ와 큰 차이를 드러낸다. 문제분석에서 다양한 Operating zone(OZ)과 Operating time(OT)을 지정하는 ADRIGE 분석은, 하나의 기술적 모순에 집중하며 시작하는 ARIZ와는 달리, 다양한 측면에서 해결안을

도출할 때 큰 도움이 되는 문제해결 알고리즘이다. 따라서, ADRIGE 알고리즘은 문제분석과 해결안 도출까지 다양성과 효율성의 특성을 갖는다. 이 같은 특성으로 보았을 때, ADRIGE 알고리즘은 실제 산업현장에서 적용하기에 이상적인 문제해결 프로세스라 할 수 있다.

### 2. 본론

#### 2.1 비교를 위한 실제 현장사례 제시

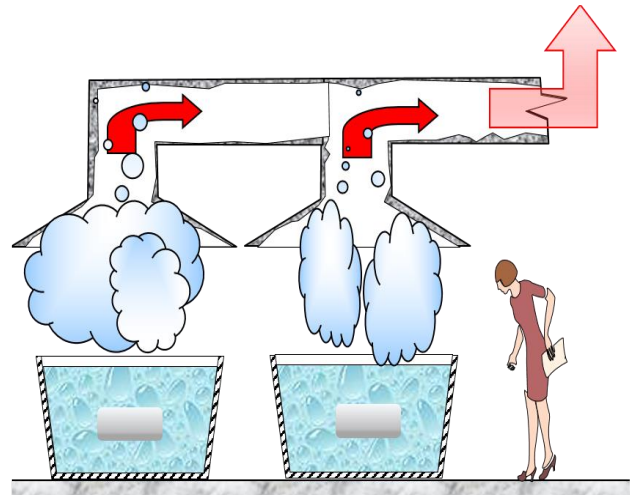


Fig. 2 Issue of output trouble caused by replacing ventilation pipe

- ① 위 그림은 산업현장의 산 처리 공정을 나타낸 것이다
- ② 산 처리가 되는 동안 발생된 산성증기가 후드를 지난다
- ③ 산성 증기는 후드와 접촉하면서 후드의 부식을 촉진한다
- ④ 산 처리 온도를 올리면 제품의 생산성이 좋아지지만, 후드의 부식이 촉진되어 후드의 교체를 유발하여 가동률을 떨어뜨린다.
- ⑤ 산 처리 온도를 내리면 후드의 교체 빈도가 떨어져 가동률은 증대하지만, 산처리 능력이 떨어져 제품의 생산성이 떨어진다.

#### 2.2 실제 산업현장 사례에 적용한 ARIZ 분석

##### 2.2.1 Part1 문제분석

**Table 1 Identifying Problem factors associated with Industrial cases**

요소	가열기, Bath, 산성 용액(산성 증기), 공기, 산 처리 금속, 후드, pump
대상	후드, 산 처리 금속
도구	산성 용액(산성 증기)

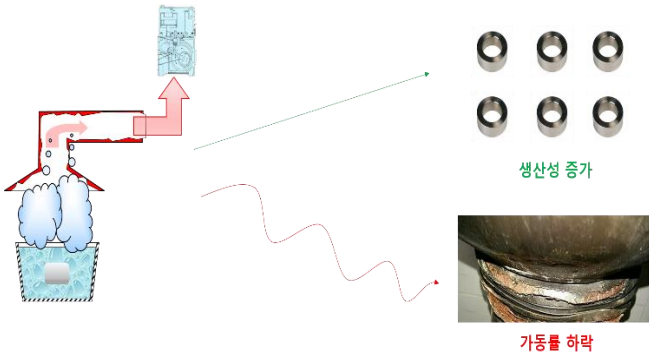
ARIZ Part 1에 해당하는 문제분석 과정에서는 문제요소 파악, 대상(Object) · 도구(Tool) 선정, 두 가지 TC 도출 등의 과정으로 이루어져 있다. <sup>(1)</sup>

본 사례에서 시스템 요소, 대상(Object)과 도구(Tool)는 다음과 같이 선정하였다.

특히, 대상과 도구의 선정은 Altshuller가 제안하는 ARIZ 규칙을 따랐으며, 선정된 대상과 도구는 다음 과정에서 두 가지 TC를 선정하는 데 기준이 된다. <sup>(1)</sup>

**TC-1:** 산성용액(Tool)의 온도가 높을 때 생산성이 좋지만, 후드(Object) 교체로 생산 시스템의 가동률이 떨어진다.

**TC-2:** 산성용액(Tool)의 온도가 낮을 때 가동률이 좋지만, 산 처리 금속(Object)의 생산성이 떨어진다.



**Fig. 3** Illustration of the selected Technical contradiction (TC-1)

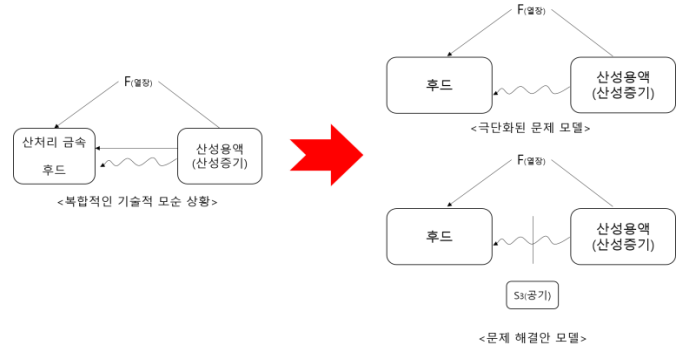
TC 선정은 시스템의 기본 기능에 충실하여 선정한다. <sup>(1)</sup> 본 사례에서 시스템의 기본 기능은 생산성이기 때문에 TC-1을 기술적 모순으로 선정하였다.

선정된 TC-1은 “산성용액 온도가 매우 높으면, 산 처리가 매우 빠르게 일어나지만, 후드가 빠르게 부식된다”고 점예화시켰으며, 과제 모델 정의 과정에서 문제분석 상황을 종합적으로 정의하였다.

- ① **모순 쌍:** 도구-산성용액(산성 증기) / 대상-후드, 금속
- ② **TC 정의:** 산성용액 온도가 매우 높으면, 산 처리가 매우 빠르게 일어나지만, 후드가 빠르게 부식된다.
- ③ **X-요소<sup>(1)</sup>의 조건:** 산 처리 능률 유지/ 후드의 부식억제

최종적으로 ARIZ 문제분석 과정에서는 1차 표준해결법을 적용하여 다음과 같은 해결안을 도출할 수 있었다.

**해결안 :** 후드와 산성 증기 사이에 공기 흐름을 차단하는 장치를 설치한다.



**Fig. 4** Su-Field using the 1st standard solution

2.2.2 Part 2 과제 모델 분석

ARIZ Part 2에서는 OZ와 OT의 선정, 자원분석의 과정을 다룬다. <sup>(1)</sup> 본 논문에서 제시하고 있는 실제 현장의 사례에서는 Part 1에서 선정된 대상(Object)과 도구(Tool)를 기준으로 다음과 같이 OZ와 OT를 선정하였다.

- OZ:** 산성 용액(산성 증기)과 후드가 접촉하는 지점
- OT:** 산성 용액(산성 증기)과 후드가 접촉하고 있는 시간

OZ와 OT는 내부 시스템을 결정하는 기준이 되며, 자원분석을 통해 내부 시스템, 외부 시스템, 상위 시스템에 존재하는 자원을 정리하였다. 자원 내부에서 X-요소를 선정하기 위함이다. <sup>(1)</sup>

**Table 2. Resources and Hidden resources obtained through Resource analysis**

위치	자원	숨은자원
시스템 내부	후드(Object)	표면형상, 합금물질, 두께
	산성용액(산성증기, Tool)	조성물질, 기화온도
시스템 외부	공기	공기의 조성물질
상위 시스템	Bath	Bath의 조성물질
	가열기	가열 온도
	Pump	배출량(Volume/sec)

2.2.3 Part3 IFR과 물리적 모순의 정의

ARIZ의 Part 3에서는 Part 2에서 분석한 자료를 토대로 X-요소 결정, IFR-1정의 및 심화 등의 과정을 따른다. <sup>(1)</sup>

X-요소는 Part 2에서 제시한 자원분석표를 이용하여 선정하였다. 한편, ARIZ 알고리즘에서는 X-요소를 선정할 때 시스템 내부, 시스템 외부, 상위 시스템 순으로 선정하는 것을 추천한다. <sup>(1)</sup> 이에 따라, 본 논문에서는 시스템 내부에 해당하는 산성용액(산성 증기, Tool)을 X-요소로 선정하였으며, IFR-1의 정의는 선택된 X-요소를 통하여 정의하였다.

**IFR-1:** 산성 증기가 후드와 접촉하고 있는 시간 중에(OT), 산성 증기(Tool)는, 후드의 부식을 제거하고(해로운 작용 제거),

산성 증기의 산 처리 능력이 유지되어야 한다(유용한 작용유지).

이때, IFR-1 심화의 의미는 새로운 자원을 도입하는 것을 금지하고, 분석된 자원만을 사용해야 한다는 것을 의미한다. (1) 다음으로 진행되는 거시적·물리적 모순은 ARIZ 규칙을 따라 정의하였다. (1)

**거시적 수준에서의 물리적 모순:** 산성 증기(Tool)는, 산성 증기와 후드가 접촉하는 시간 동안(OT), 산 처리 속도를 높이기 위해서 산성 증기는 높은 온도를 가져야 하며(거시적 특성), 후드 부식을 없애기 위해서는 산성 증기가 낮은 온도를 가져야 한다(거시적 특성).

**미시적 수준에서의 물리적 모순:** 산성 증기(Tool)는, 산성 증기와 후드가 접촉하는 시간 동안(OT), 높은 온도를 가지기 위해서 산성 입자가 빠르게 운동해야 하고(미시적 특성), 낮은 온도를 가지기 위해서는 산성 입자가 느리게 운동해야 한다(미시적 특성).

위에서 정의된 거시적·물리적 모순에 따라 다음과 같이 IFR-2를 정의할 수 있었다.

**IFR-2:** 산성 증기는, 산성 증기와 후드가 접촉하는 시간 동안, 스스로 산 처리 속도를 높이기 위하여 산성 입자가 빠른 운동을 해야 하며, 후드 부식을 없애기 위해서는 산성 입자가 느린 운동을 해야 한다.

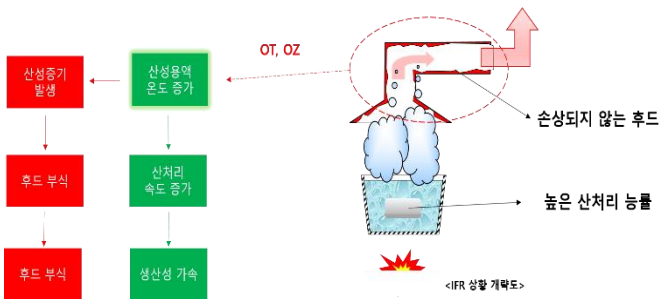


Fig. 5 Schematic Diagram of IFR-2

이렇게 도출한 IFR-2는 초기 TC에서 PC를 도출한 결과물이다. 즉, 2차 표준해결법을 적용하여 해결안을 얻거나, 분리의 원리를 적용하여 해결안을 얻어낼 수 있다. (1)

**해결안:** 후드에 표면을 차갑게 만들어 줄 수 있는 장치를 연결하여 표면에서 산성 입자의 운동 에너지를 떨어뜨린다.

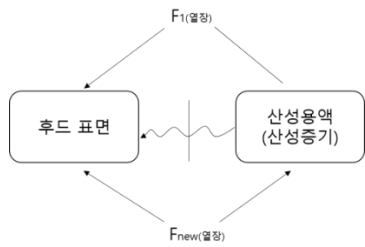


Fig. 6 Su-Field using the 2nd standard solution

## 2.3 실제 산업현장 사례에 적용한 ADRIGE 분석

### 2.3.1 Part 1 원인분석(Analysis)

ADRIGE 알고리즘은 원인분석, 과제정의, 물질장 활용, IFR, 모순, 해결안 선정 등의 과정을 이룬다. (2,3)

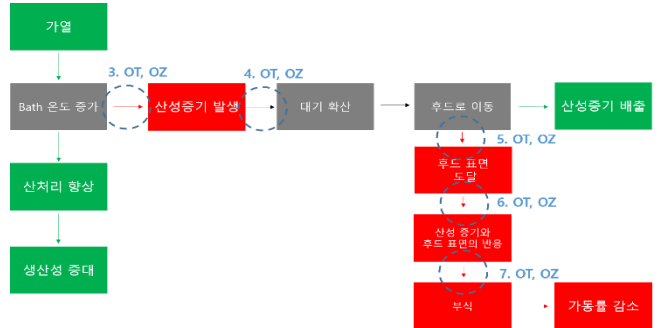


Fig. 7 CECA analysis in Industrial problem cases

CECA 분석에서는 위 그림처럼 다양한 지점에서 OT와 OZ를 선정할 수 있다. 이는, ARIZ 분석과정과 비교하였을 때 가지는 ADRIGE 알고리즘의 큰 차이점이며, 최종 도출되는 해결안의 다양성의 특성을 살릴 수 있다.

### 2.3.2 Part 2 과제정의(Define)

과제정의에 있어서 CECA 분석이 기준이 되어 기술적 모순과 물리적 모순을 도출해내며, 원인분석에서 선정한 OZ, OT에서 각각 과제를 정의할 수 있다. (2,3)

**과제1:** 가열하지 않고 생산성을 향상시킬 방법을 찾는다

**과제2:** 온도의 물리적 모순을 해결한다

**과제3:** 온도의 물리적 모순이 있음에도 불구하고 산성 증기가 발생하지 않는 방법을 찾는다.

**과제4:** 산성증기가 발생하여도 확산이 되지 않는 방법을 찾는다.

**과제5:** 후드로 이동하여도 산성 증기와 후드 표면이 반응하지 않는 방법을 찾는다.

**과제6:** 후드 표면에 도달하여도 산성 증기와 후드 표면이 반응하지 않는 방법을 찾는다

**과제7:** 산성 증기와 후드 표면이 반응하여도 부식이 되지 않는 방법을 찾는다

### 2.3.3 Part3 자원탐색(Resource)

Table 3 Materials and MATCEM using Resource analysis

위치	물질	MATCEM 및 특성
시스템	후드(Object)	열장, 화학장, 나노장
	뜨거운 산성용액(산성증기,Tool)	화학장, 열장
	흐르는 공기	화학장, 기계장, 나노장
	가열된 Bath	기계장, 열장, 화학장
	가열기	열장
	Pump	기계장
	환경 및 상위 시스템	뜨거운 공기 / 차가운 공기
	또 다른 용액	기름
	다른 가열장치	전자기파 가열장치

과제를 정의하고 나면 다음 단계로 과제를 정의한 OZ를 중심으로 자원을 분석하며, 자원은 시간, 공간, 물질, 장(Field) 측면에서 분석한다.<sup>(2,3)</sup>

### 2.3.4 Part4-5 이상적해결안(IFR)과 아이디어 도출(Generate)

과제정의 과정에서 얻어낸 7가지의 과제에서 각각 이상적 해결안을 도출하고, 아이디어 도출을 진행하였다. 아이디어 도출은 각각의 과제에 표준해결법을 적용하여 도출하며, 물리적 모순에 대한 과제에는 분리의 원리 해결법을 적용한다.<sup>(2,3)</sup>

**과제2 해결안:** 물리적 모순의 해결안인 분리의 원리 즉, 공간분리를 이용한다. 프로세스가 가속되기 위해 높은 온도가 필요한 곳은 cleaning이 필요한 금속부품 표면이다. 따라서 금속 부품을 가열하여 산성용액에 넣고, 산성용액은 차갑게 하여 산성가스가 기화되어 나가지 않도록 한다(적은 양이 나가게 한다).

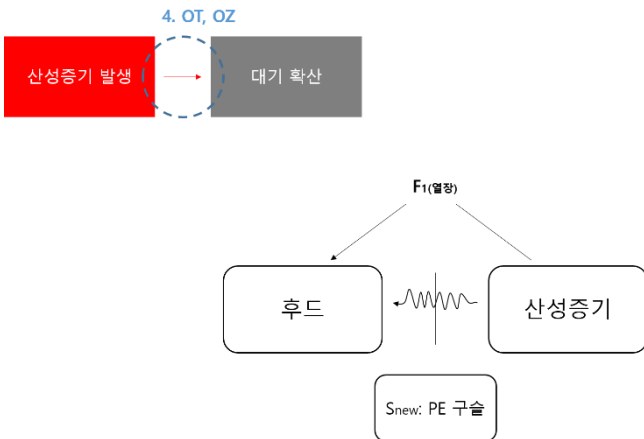


Fig. 8 The Rule 3 in Su-Field was applied to Task 4

**과제4 해결안:** 산성 용액에 녹지 않는 PE 작은 구슬을 만들어 표면에 덮어 놓으면 기화하는 산성가스가 액화되어 밖으로 날아가지 않고 다시 액체가 되어 bath 안으로 돌아온다.

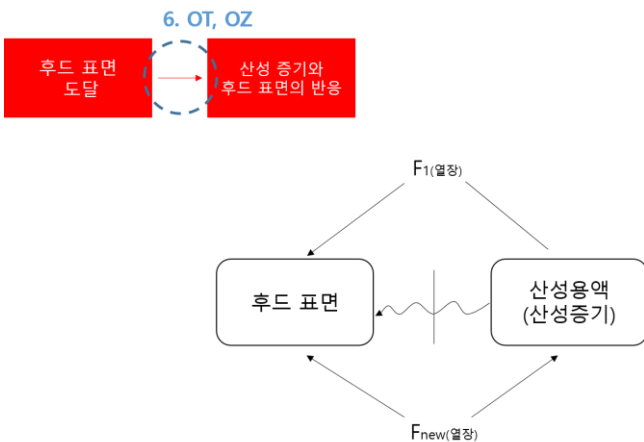


Fig. 9 The Rule 4 in Su-Field was applied to Task 6

**과제6 해결안:** 후드에 표면을 차갑게 만들어 줄 수 있는 장치를 연결하여 표면에서 산성 증기의 활성화 에너지를 떨어뜨린다.

이처럼 각 과제에서 다양한 해결안이 도출하는 것이 가능한 것이 ADRIGE 알고리즘이며, 이후에는 최종 해결안을 도출하고 평가하는 과정을 진행한다.<sup>(2,3)</sup> 이때, 도출한 각 과제에 따라 수요자(Who)가 달라질 수 있으며, 수요자에 따라 IFR과 해결안을 제시할 수 있다. 즉, 하나의 시스템에서 각각 연결된 수요자에게 알맞은 해결안을 도출할 수 있다는 장점이 존재한다.

### 3. 결론

본 논문에서는 실제 현장사례에 각각 ARIZ와 ADRIGE 알고리즘을 적용해 봄으로써, 각각의 알고리즘이 가지는 특성과 장점에 대해 고찰할 수 있었다. ARIZ 알고리즘의 경우에는 기술적 모순에서 시작하여 하나의 물리적 모순을 도출하는 과정을 거치면서, 창의적인 해결안을 도출할 수 있었다. 이러한 ARIZ의 특성은 창의적인 해결안을 요구하는 분야에서는 효과적이지만, 효율성과 다양성을 추구하는 실제 현장 산업의 사례에는 긍정적 효과를 극대화 시키기에는 어려울 것으로 판단된다. 반면, ADRIGE의 경우에는 문제분석 과정에서 ARIZ 알고리즘과 가장 큰 차이점을 보였다. 특히, CECA 분석을 통한 다양한 OZ와 OT의 선정은, 실제 현장 사례 적용에 있어서 다양한 과제선정을 할 수 있는 좋은 기반이 됐다. 효율성과 다양성을 추구하는 기업의 실제 현장환경에 따라, 일반적으로 쓰이는 ARIZ뿐만 아니라, ADRIGE 알고리즘 또한, 더욱 빛을 발하고 많은 분야에 적용될 수 있다고 여겨진다.

### 후기

TRIZ는 전공지식을 체계화 시키는데 도움이 된다. ARIZ와 ADRIGE의 알고리즘이 산업현장의 문제해결뿐만 아니라 R&D과정에서 효율적으로 활용되어 창의성이 증시되는 현대 사회에 좋은 도구로 활용되길 기대한다.

### References

- (1) Altsuller, 2003, Nalczi Ideyu(Russian), Scandinavia.
- (2) 송용원 저, 2017, 창의적 문제해결이론 TRIZ, 한국표준협회미디어
- (3) 송용원 저, 2014, 창의성의 기술, 써네스트