

연구개발 과정의 ARIP 방법론의 적용

Application of ARIP to provide solution for research process

정 우 철

(재)포항산업과학연구원[RIST] / wcjung@rist.re.kr

연구개발 과정의 **TRIZ** 적용

- 해당분야의 전문가인 경우 대면한 문제점의 해결과정에서 심리적 관성이 강해짐
 - 이미 알고 있는 해결수단을 자원(resource)으로 도출하고 쉬운 모순상황을 전개
 - 해결 idea가 기존의 범주에 속하게 되며, 이상성(ideality)가 낮음
 - 해결된 결과에서 **STC** 등과 관련된 또 다른 문제가 유발되는 경우가 다수 발생
- 기존의 지식이나 경험 등에 기인하는 예측되는 결과로 모순을 수립하는 문제 발생
 - 효과적인 모순상황의 도출이 어려움
 - operation zone, Operation time 의 구성 내용이 복잡해짐(상호작용의 구분이 어려움)
 - 해결안이 종래의 상황과 타협하는 방식으로 얻어지는 경우가 다수 발생



문제상황의 올바른 정의(definition)와 상호작용에 따른 문제의 단순화 필요

-강한 상호적용을 지니는 문제상황의 분석(analysis) 필요

-단순화된 **O.Z. O.T.** 의 구성 및 상호관계(interaction)를 이용한 **Su-F model** 구성 필요



TRIZ 의 방법론 중 하나인 **ARIP** 을 이용하여 연구개발 문제의 효과적 대응 가능

ARIP [The algorithm for solving engineering problems]

[Алгоритм решения инженерных проблем]

Part 1. Basic description and establishment of formal problems

- Objective: - Get answers to your questions, "what", "where?" "When?" "WHY?"

Part 2. Test problems for falsities and disengagement

- Objective: - Identify the need to address the problem.

Part 3. Update problems

- Objective: - To identify the root cause of the problem. (define Operation Zone)

Part 4. Analysis of the substance-field of resources

- Objective: - Identify the resources to solve the problem.

Part 5. Formulation ideal final result

- Objective: - Be formalized texts tasks.

Part 6. Formulation physical contradictions

- Objective: - Identify the physical principle of contradiction and choose their permission.

Part 7. Physical settlement of controversy

- Objective: - Obtain the fundamental direction of solving the problem

Part 8: Analysis of the solution

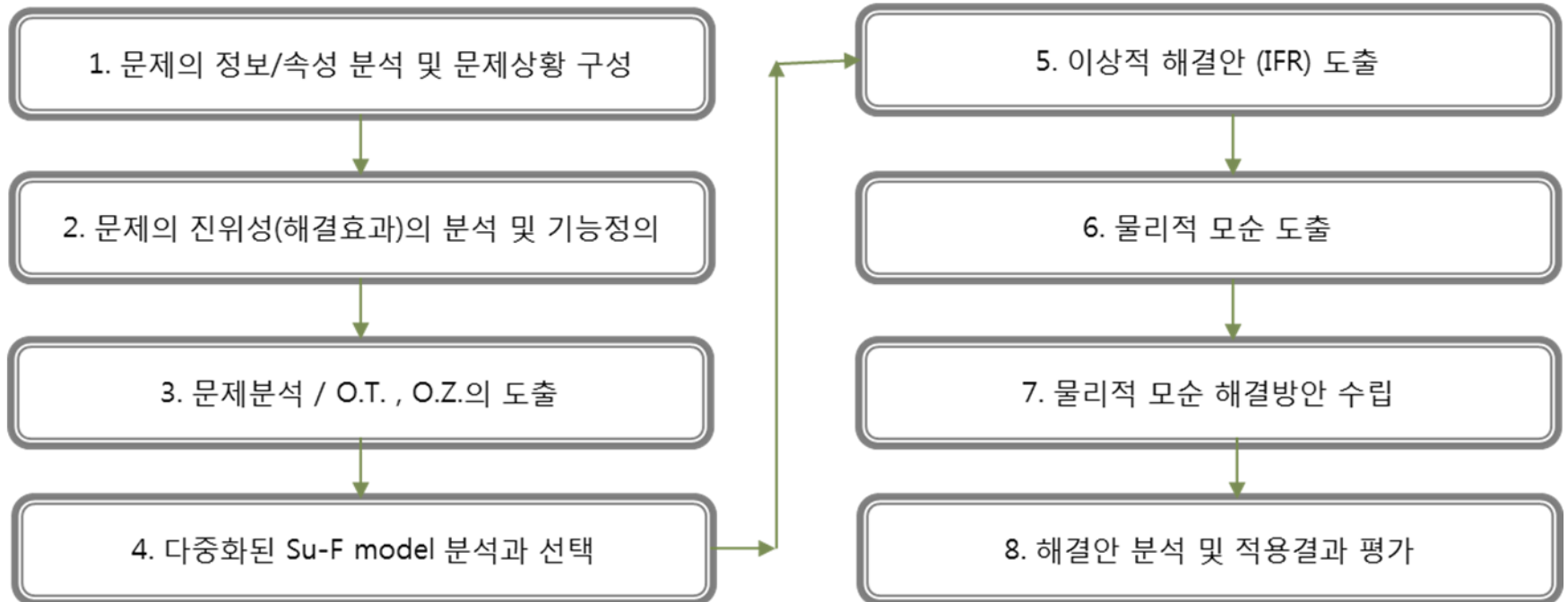
- Objective: - Choose from the most optimal solutions obtained.

Ivanov G.I.

The basic idea of the ARIP

- Do not try to solve the problem.
- Make a condition that does not cause a problem.
- The analysis of the problem will start in place of the first occurrence of the problem.
- Solving problem is using the resource of causing problem
- If modeled correctly problem, the problem answer is in it.

ARIP 방법론의 해결과정



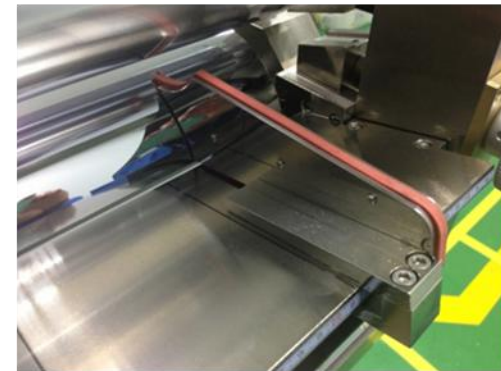
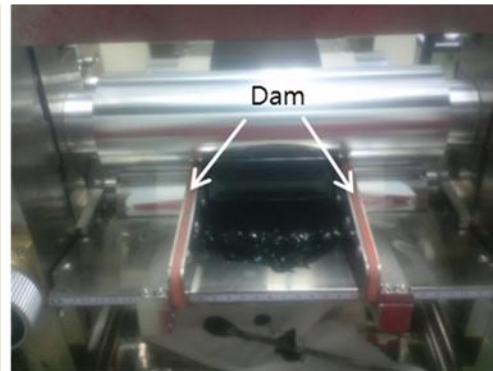
ARIP 을 이용한 연구개발 과정의 문제해결 사례

Problem Issue

Roll coater를 이용한 Slurry 상태 물질의 코팅과정에서 측면 퍼짐 방지 필요

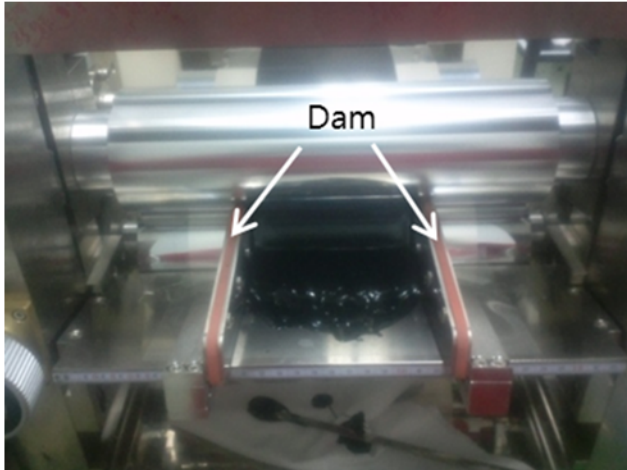
- Roll coater를 이용하여 전극물질(Slurry 상태)의 코팅 과정에서 측면 번짐 현상이 없어야 함
 - (1) roll coater 공정 slurry 도포 → 두께가 일정한 전극을 연속적으로 생산 가능 (Useful)
 - (2) 좁은 roll gap을 이용 → 잔류 slurry 가 측면으로 번짐 [방지 방안/장치 필요] (Harmful)
- ★ roll coater는 전극물질을 효과적으로 도포하여 목표에 도달, 하지만 측면 번짐 방지를 위해 공정비용 증가

전극 물질의 코팅을 위해서는 roll coater를 사용해야 하지만, 측면 퍼짐 방지를 위한 추가적인 장치 및 관리 방안이 필요함.



[전극 물질 coater의 구조]

Problem Issue



● Roll coater 와 edge dam 구조
(기존의 roll coater는 유지되어야 함)

● **Problem Issue** : 전극물질의 연속 coater 공정에서 점도를 지닌 slurry 상태의 전극 물질이 코팅영역 외부로(측면) 퍼지는 현상이 발생함.

★ Roll coating 중에 slurry의 측면방향 퍼짐 현상이 없어야 함



연속 slurry coating 과정에서 스스로 측면 퍼짐이 방지되는 공정이 필요함!

기존의 문제 해결방안

- Roll 측면에 퍼짐 방지용 edge dam 부착 → 기계적으로 slurry의 퍼짐 억제
- edge dam과 roll 의 밀착으로 퍼짐방지 / dam 효과저하(시간에 따라 퍼짐 발생)

Main function / useful

Harmful 증가

Problem Define

■ 문제정의

● 기존의 roll coater 는 그대로 두고 측면 퍼짐 현상은 방지되어야 함

(측면 퍼짐 현상 이외에는 coater는 유용하며 현장치의 유지가 필요)

- edge dam을 강하게 밀착시키는 경우 퍼짐은 개선되나 roll 에 영향을 미침

(시간이 흐르면 결국 edge dam 이 wetting 되고 slurry 가 퍼지게 됨, 관리가 어려움)



Problem 1 : Roll coater 는 slurry 와 코팅대상 foil 간에 압력을 유발
→ 과잉된 slurry의 압력 발생 → 측면 퍼짐 발생 (공정 모순 극복)

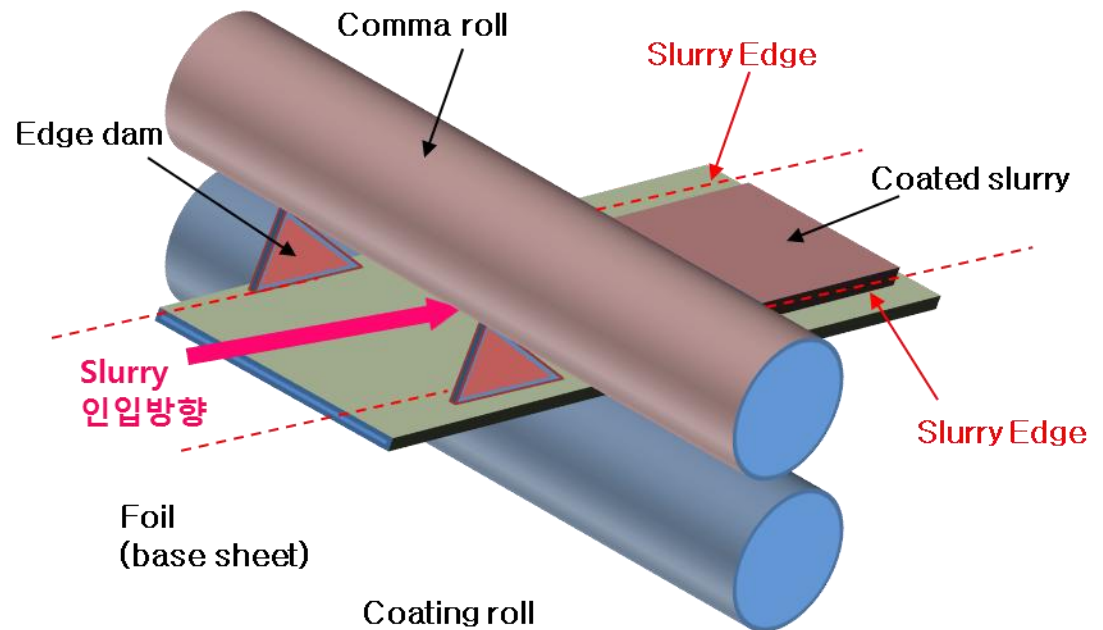
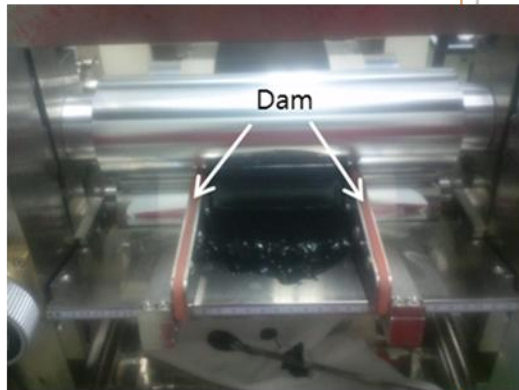
Problem 2 : 기존장치 보다 복잡한 구성(고가) 이 아닐 것 (시스템 단순화/가급적 기존장치 활용)



What I want ? : Roll coater에서 측면으로 퍼지는 slurry 가 없어야 함

System Analysis

●system 분석을 통하여 작용이 일어나는 부분만 단순화

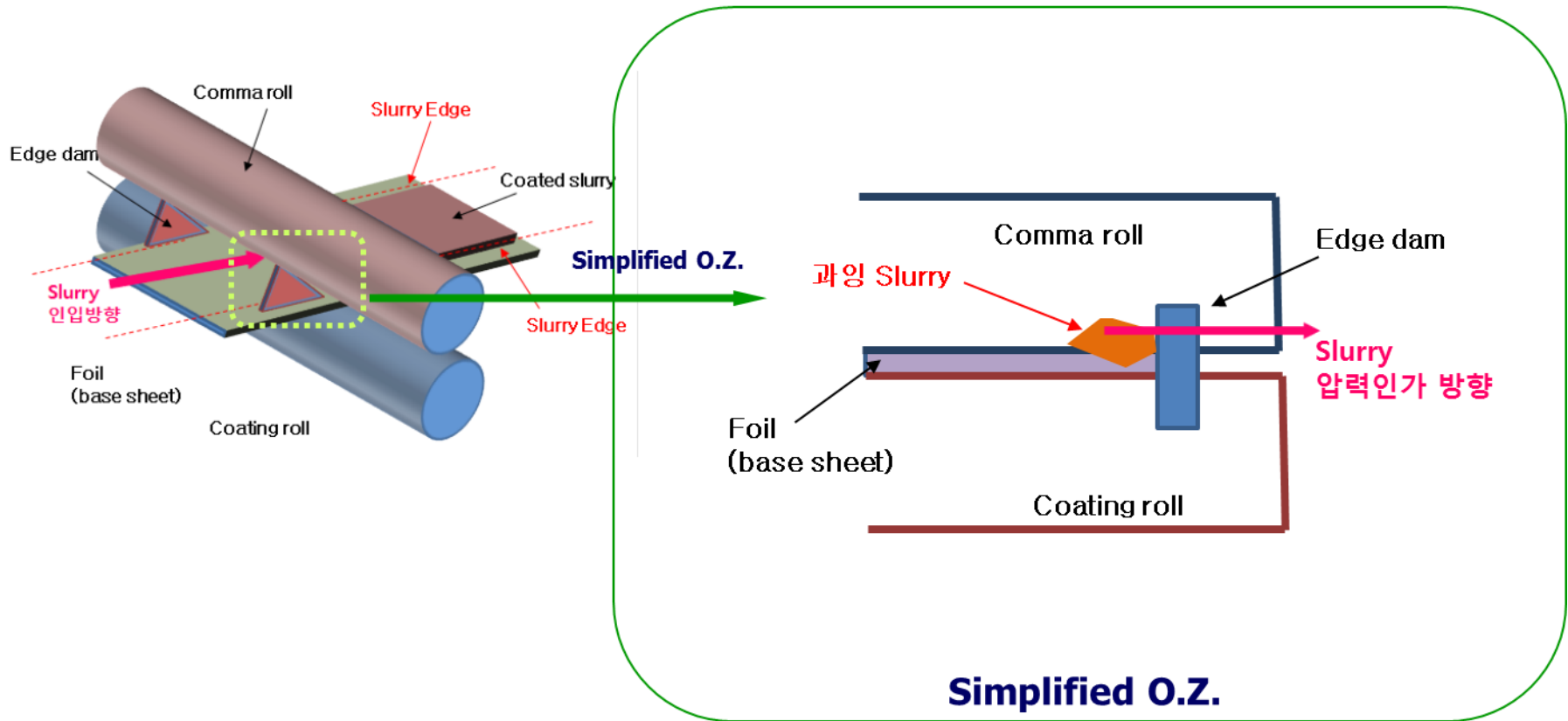


System simplifying

Operation Zone

● **Operation Zone (O.Z.)** : 어디에서 문제가 발생하는가

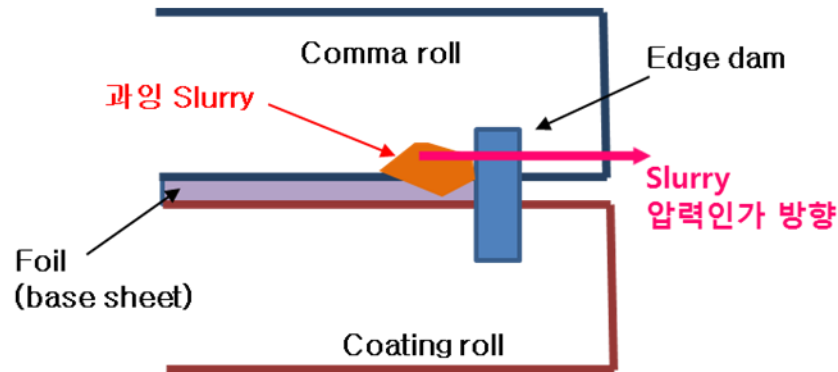
→ 문제가 발생하는 (상호작용이 있는) 부분만 단순화하여 나타냄



Resource Analysis

● 자원분석 : O.Z. 에서 나타나는 유형 / 무형 자원의 도출

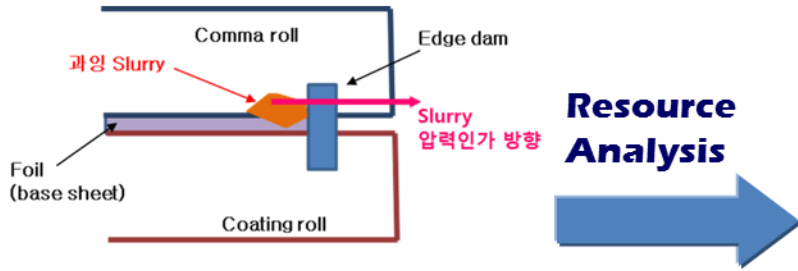
→ 문제가 발생하는 (상호작용이 있는) 자원(Substance, Field)만 나타냄



Sub.	F
Comma roll (top roll)	Temperature (T)
Coating roll (Bot. roll)	Pressure (roll pressure)
Edge dam	Pressure (between slurry to edge dam)
Foil (base sheet)	Gravity (g)
Slurry (과잉의)	Friction (between slurry to roll)
	Friction (Slurry to roll)
	Viscosity (Slurry binding force)

Resource Analysis [1]

TRIZ의 이상성(Ideality) 극대화 :
 -문제를 해결하는 것이 아니고 문제를 발생시키는 조건을 없애는 것
 -문제를 일으키는 대상 스스로 문제를 해결 하게 함



Sub.	F
Comma roll (top roll)	Temperature (T)
Coating roll (Bot. roll)	Pressure (roll pressure)
Edge dam	Pressure (between slurry to edge dam)
Foil (base sheet)	Gravity (g)
Slurry (과잉의)	Friction (between slurry to roll)
	Friction (Slurry to roll)
	Viscosity (Slurry binding force)

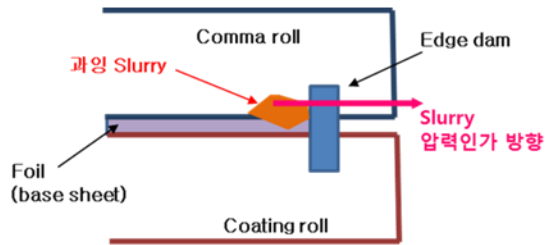
★ 과잉 slurry 와 edge dam 관계의 관점

Resource 중 (1)가장 많고 (2)cost 효과가 크고 (3)문제를 일으키는 대상 인 것?
 TRIZ 의에서는 문제를 일으키는 것 스스로가 해결하도록 하는 경우의 이상성이 가장 높음



- (1) 코팅되는 Slurry 가 시간변동에 대해 가장 많이 사용되며 공정(퍼짐)에 가장 큰 영향을 미침**
 (Roll coating 특성상 과잉의 slurry는 반드시 발생 → 초과된 slurry 가 결과적으로 퍼짐 현상의 원인임)
- (2) Slurry 가 edge dam에 인가하는 과잉의 압력이 문제를 일으키고 있음**
 (과잉 공급된 slurry 는 edge dam과 roll 사이에 적체 → roll 회전력에 의해 edge dam으로 압력을 주고 있음)

Resource Analysis [2]



Resource Analysis



Sub.	F
Comma roll (top roll)	Temperature(T)
Coating roll (Bot. roll)	Pressure(roll pressure)
Edge dam	Pressure(between slurry to edge dam)
Foil (base sheet)	Gravity(g)
Slurry(과잉의)	Friction(between slurry to roll)
	Friction(Slurry to roll)
	Viscosity(Slurry binding force)

★ Slurry의 점도에 의한 압력 발생의 관점

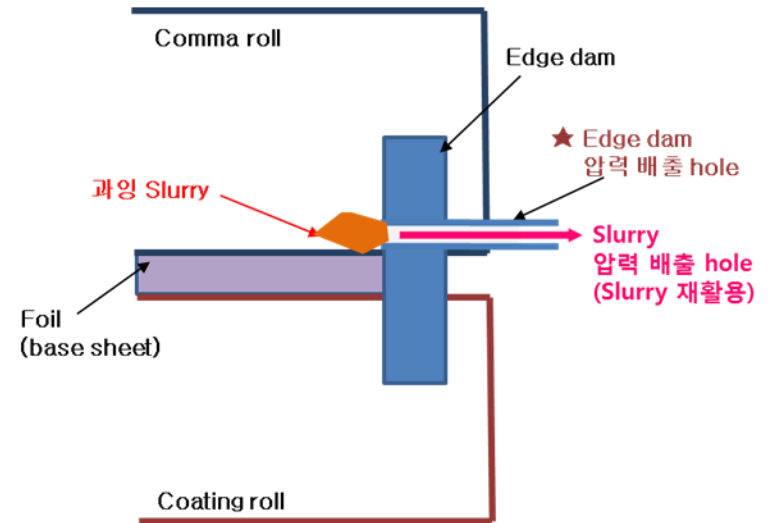
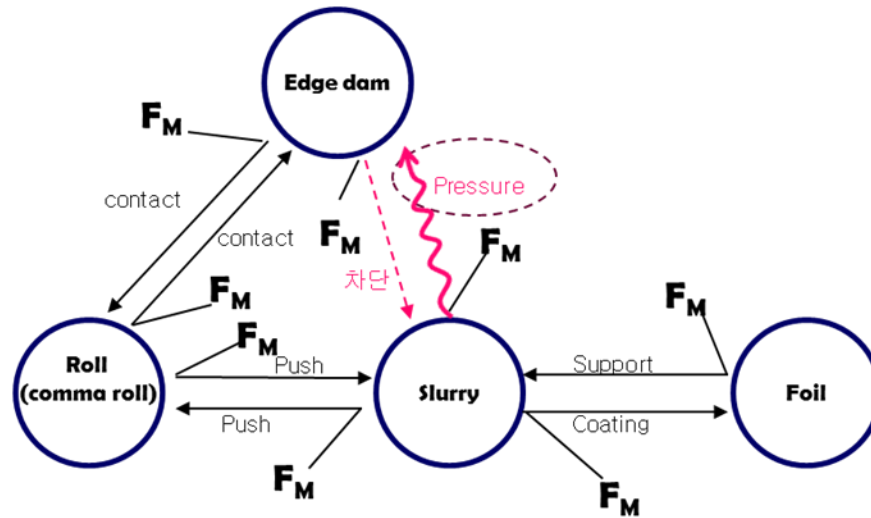
Resource 중 (1)가장 많고 (2)cost 효과가 크고 (3)문제를 일으키는 대상 인 것?

TRIZ 의에서는 문제를 일으키는 것 스스로가 해결하도록 하는 경우의 이상성이 가장 높음

- (1) 코팅되는 **Slurry** 가 시간변동에 대해 가장 많이 사용되며 공정(퍼짐)에 가장 큰 영향을 미침
(Slurry의 투입량은 일정하여야 함 → 과잉발생은 정상 → edge dam과의 상호작용만 없으면 됨)
- (2) **Edge dam** 에 인가되는 과잉 압력은 **Slurry** 의 점도와 **roll** 회전력으로 발생 됨
(slurry 점도가 높으면 → roll 회전력에 의해 roll 부분에 정체 → edge dam에 지속적 압력 인가)

Su-Field Model Analysis and Solution idea[1]

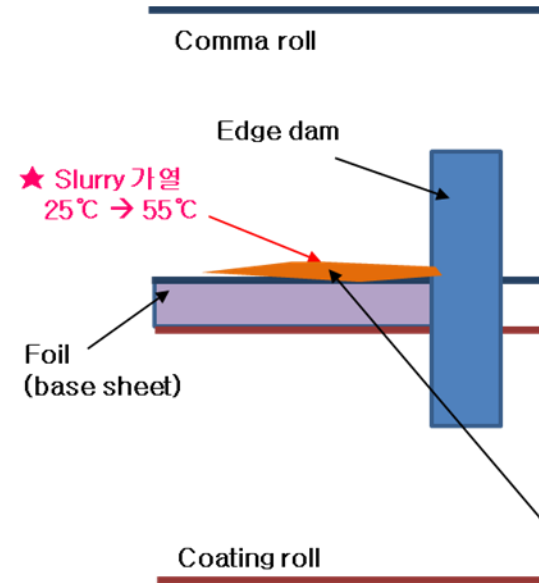
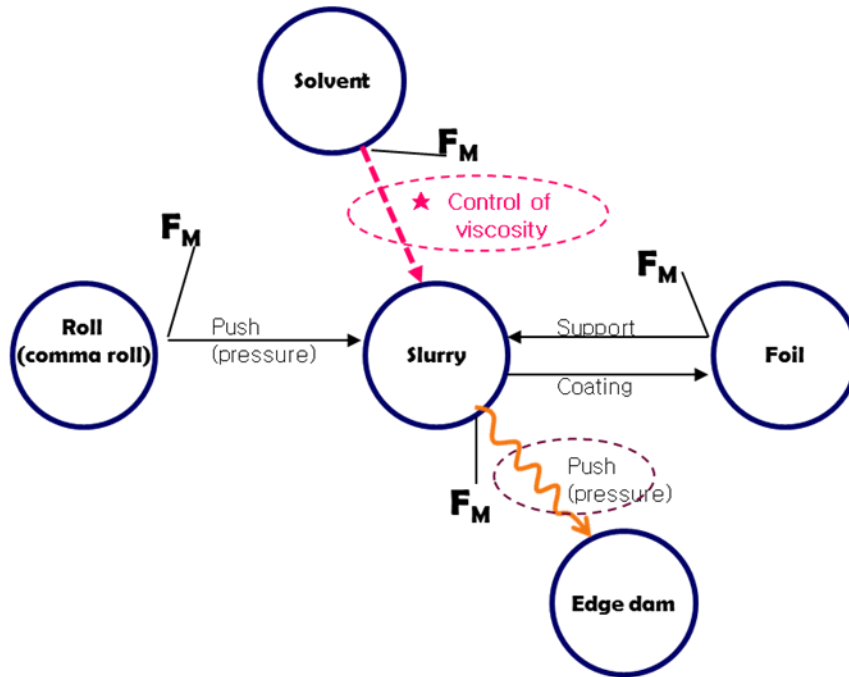
● Su-Field model 에서 불충분하거나 유해한 요인을 선택 개선



★ Slurry 가 과잉이 된 후 roll 에서 받은 압력을 edge dam 으로 인가 → 과잉압력 해결 필요
 -Steam의 열을 해수로 최대한 전달 가능하도록 함

Ideal Final Result : slurry 압력이 스스로 해결되는 edge dam 구조가 필요함
 (기존 시스템의 대규모 구조변동이 없어야 함)

Su-Field Model Analysis and Solution idea[2]



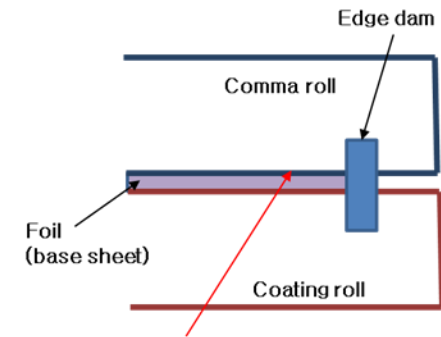
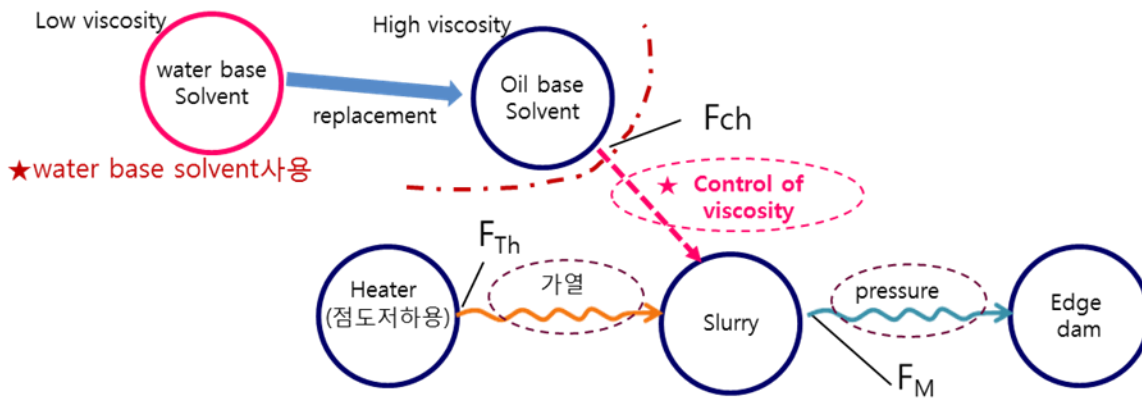
★ 기존 시스템 변경 없음
slurry 만 55°C로 가열

- ★ Edge dam에 인가되는 압력은 slurry의 점도에 의해 발생 → 점도 저하 필요
- slurry의 점도가 개선되면 edge dam 쪽의 압력이 낮아짐 → 시스템의 개선 없이 점도조절로 문제해결 가능

Ideal Final Result : Roll coating 중 slurry의 점도는 스스로 낮아져야 함
(기존 시스템의 대규모 구조변동이 없어야 함)

Ideal Final solution

- 상기 solution (1), (2)에서 온도를 통한 점도 조절로 slurry 측면 퍼짐 현상을 방지하였음
- Slurry 의 온도를 증가시키는 것으로 문제가 해결되었으나 가열장치가 필요
 - 가열장치를 통한 slurry 가열관리 및 부가 장치 필요
- 가열장치 없이 solvent 물질의 개선을 이용한 이상적 문제해결안 도출



Slurry의 solvent 성분만 water base로 변동
-기존의 roll coating 장치 변동 없음
-문제는 해결됨

★ Slurry의 점도저하 필요 → 기존의 유기용제 (oil base room temp. 12000cps) 대체 필요
-상온에서 slurry의 점도가 개선되면 가열장치조차 불필요 → 이상적 문제해결 가능

Ideal Final Result : Slurry의 점도는 상온에서 스스로 낮아져야 함
(기존 시스템의 대규모 구조변동이 없어야 함)

결론

대부분의 연구개발 과정의 중요 문제들은 다중문제이며 상호작용이 복잡함



- 연구개발 과정의 TRIZ 적용에서 심리적 관성의 해결이 중요
 - 문제의 해결에 앞서, 정확한 문제의 상황의 정의가 필요
 - 상호작용이 발생하는 대상에 국한된 단순화된 분석이 필요
 - 기존의 지식으로 예측 가능한 단순한 모순수립을 피하여야 함
 - 하나의 해결안의 도출 이후 해결안의 재 분석을 통한 다중처리 필요
 - 문제를 해결하는 것이 아닌 문제가 발생하지 않는 상황을 도출하여야 함
- TRIZ의 ideality 극대화 필요



ARIP 을 이용하여 연구개발 문제의 효과적 대응이 가능함