

High Level Control에 의한 Cement Mill 의 최적화 기술

클라우스 버겐펠트

<F.L.S Automation>

FLS Automation 사에서는 시멘트 산업 분야에 FuzzyExpert NTech 시스템 이라고 불리우는 새로운 세대의 High Level Control 시스템을 개발하였다.

이번 시간에는 Cement Mill 최적화 방안을 위해서 ECS/FuzzyExpert 시스템의 응용에 대하여 발표하고자 한다.

1. 도 입

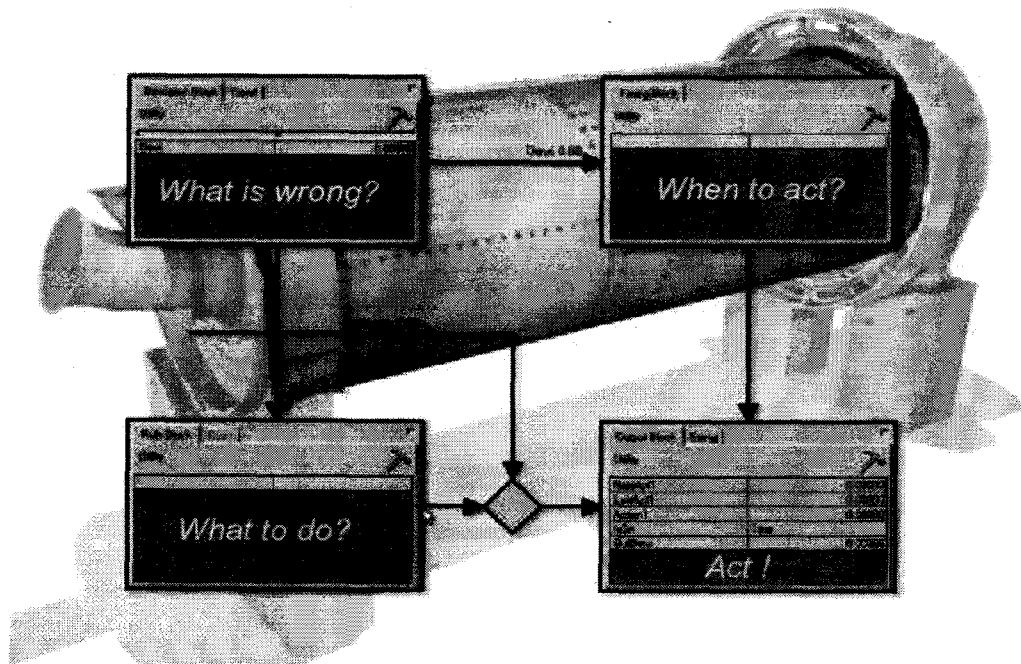
시멘트 공장에 High Level Control 방안을 소개하려는 중요한 목적은 다음과 같다.

- 생산량 증대
- 에너지 소모의 절감
- 생산 품질 향상
- 운전자의 설비 관리 향상

이러한 목적은 우선순위에 차이가 있다 할지라도 어느 공장이나 중요한 요소이다.

그 우선순위는 실제적인 공장 상황에 의해서 가동중에 가끔 변화할 수 있다.

우리는 가끔 배출 물질이 초과 되지 않는 범위에서 가격에 상관없이 생산성 증대의 요청을 직면하게 된다.



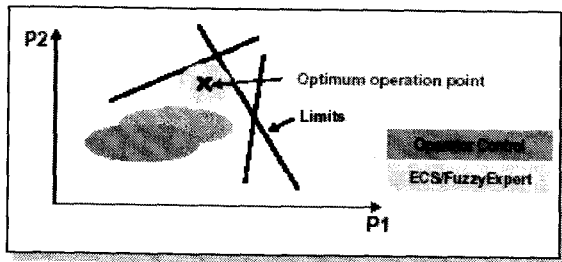
High Level Control 이란, 운전자와 기본 Control Loop 사이에 삽입된 피라밋 형태 Control 시스템의 Extra Layer(특별 층)이라고 할 수 있으며, 이것은 여러 다른 각도에서의 다음과 같은 접근을 할 수 있는 복합 방식이다.

- 즉, - Model based Control
 - Fuzzy Control
 - Prediction
 - 기타

운전자에 의해서 Control 되는 전형적인 운전 분야는 생산 차단을 피하기 위한 '보수적인' Control 전략을 기초로 하고 있다.

그러나, 최적의 운전 조건이 공정상 제한점에 도달할 때에는, 수동 운전에 의한 생산 이익은 더 이상 최대화를 보장할 수 없게 된다.

이에 High Level Control 방식은 아래에 표시된 바와 같이 최적 운전 지점을 찾기 위한 운전 경향을 돌파하는데 목적이 있다.



High Level Control 방식은 소성 공정과 분쇄 공정에 적용할 수 있는 FLS automation사의 ECS/FuzzyExpert System을 기초로 하고 있다.

2. 적 용

Cement Mill 공정에서의 최적화는 최근에 와서 그 관심이 증가되고 있는 상황이다. 이 최적화는 환경 국면과 또한 생산성 국면을 의미한다. 에너지 절감, 품질의 향상과 함께 생산성 증대 등은 이러한 요구의 전형적인 예시이다.

ECS/FuzzyExpert - Cement Mill 최적화는 이러한 요구에 부응하는 일괄적인 Control 시스

템이다.

이 Control 시스템은 Fuzzy Logic 에서부터 체계적(계층적) Control 조직 및 Model을 기초로 한 기술 중에서 최고의 기술이라고 할 수 있다.

이러한 Control 방식은 표준적인 Building Block이라는 방식을 가지고 있기 때문에, 주어진 Cement Mill 에 설치가 용이하게 적용되도록 되어 있다.

이러한 최적화 Control 방식은 신규 설비뿐 아니라 기존 설비에도 설치가 가능하며, Project 가 개시된 후 수개월 이내에 완성이 가능하다.

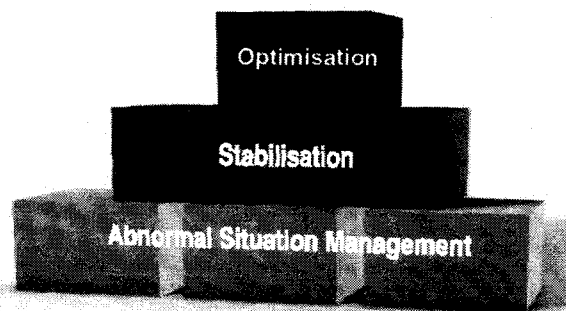
공장 사정에 따라서 차이는 있겠으나, 최소한의 성능 보장에 의한 이익은 다음과 같다.

- 3 % 생산량 증대
- 4 % 전력비 절감
- 시멘트 생산 품질의 변화에 따른 최소한의 전환시간
- 운전의 안정성 증대
- 1년 이내의 투자 회수기간

상기 사항에 대한 결정은 공장 운전 자료에 대한 분석을 기초로 하며, 이는 잠재되어 있는 개선점에 대해서 실제적인 판단을 하기 위함이다.

3. 생산성에 대한 Control

Cement Mill의 생산성은 아래와 같이 세가지 카테고리로 구분할수 있다.



안정적인 운전 조건이 설정되지 않으면, 최적화는 도달할 수가 없다.

그러므로, 공정의 정상화는 운전의 안정화로 가는 초석이다.

ECS/FuzzyExpert System은 이러한 원칙을 지키기 위하여 설계되었다.

3.1 최적화

생산성 Control 피라미트의 최고봉에는 '배움의 장'이 있어서 Mill이 최적의 재순환 요소를 찾기 위해서 구동된다. Index가 Mill sound, Elevator Load 등을 기초한 Filling Degree를 계산하고 최대한의 충진율을 유지하며, 최적의 운전이 조정된다.

또 다른 유형으로는, 다른 품질의 시멘트를 생산시, Control System은 최적의 목표치와 설정치를 배우게 된다. System이 배운 수치는 저장되어 다른 특정 품질의 시멘트가 다시 생산될 때 시작점으로 사용된다. 지속적으로 최적점과 설정치로 가동됨으로써, Mill은 생산량을 증가시키고 전력소모를 절감할 것이다.

3.2 안정화

시멘트의 생산량과 시멘트의 품질을 고려하여, Mill이 가능한 안정적으로 운전되어야 한다는 것은 상당히 중요하다.

안정적인 운전은 생산 Control 체계의 중심에 있는 Control 객체에 의해서 생산된다.

이러한 안정적인 Control 객체는 시멘트 품질을 저하시키는 일없이 Separator 속도와 Fresh Feed 속도의 조합으로 설정할 수 있다. 더 안정적인 운전은 또한 시멘트 품질을 지대하게 향상시킨다.

3.3 비정상 상태의 관리

생산 Control 체계의 하단부는 소위 'Upset Control 객체'라는 것이 있어서, 비정상 상황에서 특화된 Control Scheme을 사용한다.

그 목적은 Control Algorithm을 활용하여 Mill의 상태를 가능한한 빠르고도 안전하게 정상 운전 상태로 되돌리는 것이다.

예를 들어서, Mill이 Over-filling 하면, 생산 Control 체계가 Control Mode를 자동으로 변경하여서, Mill의 안정성과 시멘트 품질상 최소한의 간격이외에는, Mill을 정상 Filling Degree로 돌아 가도록 한다.

4. 품질에 대한 Control

품질 Control 은 매 시간 또는 두시간 간격으로 실시하는 수동식 Sampling 또는 매 10분 또는 더욱 자주 측정하는 On-Line식 Sampling을 하는 시멘트 Fineness의 Control 이다.

석고의 양은 SO₃을 규칙적으로 분석함으로써, 조정 가능하며, Fly-Ash 나 Limestone과 같은 다른 부원료는 품질 분석 Input Data 에 기초해서 할당할 수 있다.

4.1 Fineness Control

Fineness Control은 통계적 품질 관리(SQC) 방법이다. Blaine 측정, 표면적 및 Sieve 잔사 측정방법이 사용된다.

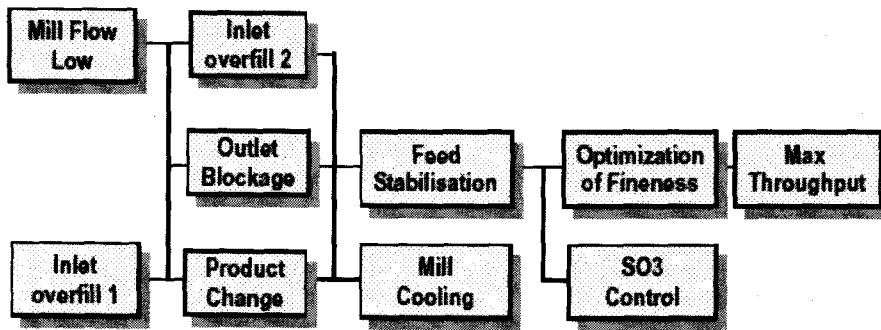
기본적인 SQC 방법은 최신식 Fineness 측정방법을 활용하여 계산에 의거하여 조정을 하고, 설정치나 주기를 다음 분석치에 적용을 하는 방법이다.

FLS Automation 사는 기본적인 SQC를 확장하여 Fineness 측정의 유효한 규정과 함께 분석치의 경향을 Control Scheme에 포함하고 있다.

Control Action 은 Separator 의 속도나 Fresh Feed에 의해 결정된다.

본 Control System은 이 두가지를 모두 또는 각각을 사용하여 설정을 한다.

ECS/FuzzyExpert - Cement Mill Optimization를 활용한 Fineness Control은 매일 매일의 Fineness 편차를 35 % 까지 감소시킬수 있다.



4.2 SO3 함량의 Control

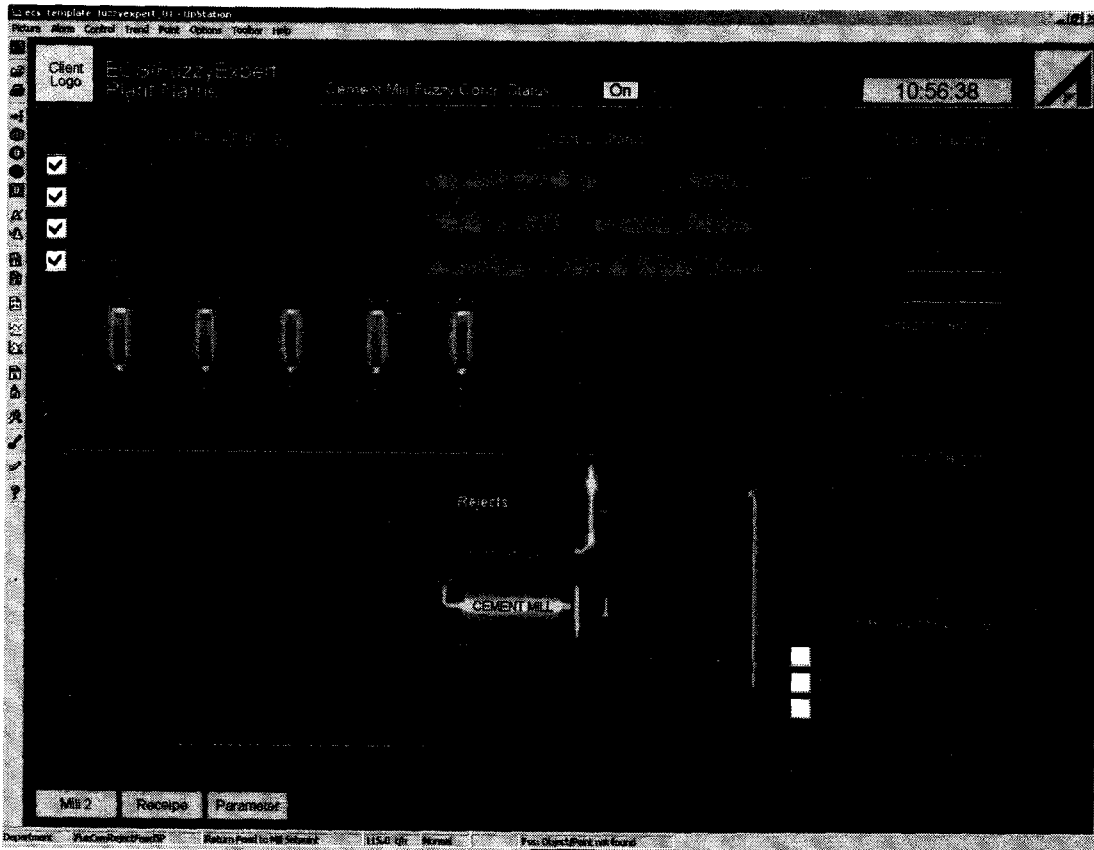
석고양의 Control 은 Dead Stock을 포함한 간편한 비례 계산방법이다.

또한, 본 Control 시스템은 SO3 함량을 평균치와 조합하여서 가능한 한 일정하도록 한다.

새로운 Control 시스템에 의하여 매일 매일의 SO3 함량의 편차를 35 % 이상을 감소시킨다.

ECS/FuzzyExpert을 활용한 생산 관리 및 품질 관리는 모든 Cement Mill Plant 에 적용된다. 그러나, 다양한 목적을 성취하는 것은 실제적인 관리 철학의 창의적인 해석과 일치하여야 하는데 즉, '안정적인 공정의 유지' 라는 최적화 과제에 부합되어야 한다.

비상시에는 품질 목표보다는 비상시 조치사항에 대한 공정이 설정되어야 한다.



5. Change-Over 의 Control

ECS/FuzzyExpert-Cement Mill Optimization의 전형적인 운전 영역은 Mill의 매일의 운전 Control에 필요한 가장 유용한 정보를 포함하고 있다. (앞 페이지 그림 참조)

6. 요약

6.1 응용분야의 특징

- 비정상 상태의 관리
- 안정화
- 최적화
- SO3 함량 관리
- Fineness 관리
- 원료 관리
- 원료 선택 및 공정 관리
- 생산 변경 관리
- 측정 규정

6.2 소프트웨어의 특징

- Graphical Control Strategy Design
- 신속한 Configuration을 위한 Pre/defined Building Blocks
- ECS/OpStation에 기초한 운전자 영역
- 선진화된 경향 및 보고서 산출
- OPC 영역 보완
- Major Supplier의 PLC 와 교신 가능

이것은 각각의 다른 Control 시스템이 주어진 상황에 대한 결과를 달성한다는 것을 의미한다. 생산과 품질사이에 필요한 조정이 ECS/Fuzzy Expert을 응용한 소위 '우선순위 관리자' 에 의해서 수행된다.

우선순위에 기초한 객체의 구성은 수행 Control 전략을 향후에 유지보수를 이해하는데 큰 도움을 준다.