

시멘트공정에서의 경제성과 융통성을 갖춘 2차연료 투입설비

고 재 응

<세일교역>

1. 서 론

시멘트 산업에서 2차 연료의 사용은 지난 10년 동안 눈에 띄게 증가하였다.

2차 연료의 이용은 산업의 경제적 측면뿐만 아니라 기본적인 에너지 자원의 보존을 통해서 이산화탄소(CO₂)를 줄이려 하는 환경적 요구의 결과와 산업생산품의 잔여물을 안정적이며 실용적 에너지로 활용하고자 하는 필요로써 중요한 역할을 한다.

잘게 자른 플라스틱과 카페트로부터 동물용 사료에 이르는 다양한 종류의 2차 연료들은 물성도 다양하고 처리방식도 다양하다.

따라서 시멘트 공장의 킬른버너 가까이서 신속하게 조립할 수 있는 “반 이동식 일괄 공장”의 설계도 이처럼 다양한 종류의 2차 연료들을 시멘트 공장에서 요구하는 양만큼 공급 할 수 있도록 할 목적으로 개발되었다.

반 이동식 설계로 2차 연료의 저장고, 인출장치 및 이동장치를 포함하는 값비싼 구조물의 설치비를 줄일 수 있다. 이런 “반 이동식 일괄공장”은 유럽을 비롯한 여러 나라의 많은 시멘트 제조공장에 이미 설치되어성공적으로 사용되고 있다.

2. 본 론

2차 연료로 사용 가능한 물질의 범위는 꾸준히 확장되고 있다.

잘게 자른 플라스틱과 분말페인트와 같은 전통적인 2차 연료에 환경적이유로 안전한 폐기방법을 찾아야만 되는 동물용 사료가 최근 들어 2차 연료에 새롭게 추가되었다.

2차 연료의 타입과 양의 지속적인 변화를 극복하기 위해서 공장 운영자는 2차 연료 공급자들과 공정의 성격을 잘 이해하고 있어야 어떻게 하면 가장 저렴한 비용으로 이 대체물들을 연소실에투입할지에 대하여 좋은 방안을 구상할 수 있다.

고형체 2차 연료들의 상이한 물성은 시멘트 공장의 킬른에 많은 종류의 물질들을 안정적으로 투입 할 수 있는 설비를 요구하게 되는 환경에서 위에 언급한 조건을 충족시키는 “반 이동식 일괄 공장”이라는 새로운 설비가 독일 쉐크 프로세스주식회사 (Schenck Process GmbH)에 의해서 출시되었다.

이 제품은 기존의 운전공이 추가운전공 없이 최소한 4 개월 간의 실험을 통해서 상용할수 있는 여러 고형체 2차 연료들에 관한 탁월한 적응성으로 저렴한 운전비용으로 2차 연료를 안정적으로 투입할 수 있음이 입증되었다.

2.1 사용중인 2차 연료의 특성

2차 연료들은 매우 광범위한 산업생산공정에서 다양한 연소성을 얻을수 있는 물질과 잔여물들로 이루어진다.

2차 연료공급계약은 종종 이웃하는 재활용(재생)업체와 이루어지며 이 업체는 물류운송도 직접 책임진다.

2.1 이동식 저장고를 갖는 기블 설계 안

2.2.1 반 이동식 일괄공장

<그림 1>은 헝가리소재 홀심 헝가리아 시멘트파리사의 미스콜크공장에 설치 가동중인 “반 이동식 일괄공장”을 보여준다.

앞의 그림이 보여주는 바와 같이 2차 연료를 위한 저장고와 추가적인 건물들이 전혀 필요치 않다. 최대 시간당 2톤의 대패밥과 톱밥이 워킹플로워가 장착된 세미트레일러들로부터 “반 이동식 일괄공장”으로 직접 이송될 수 있다.

이 공정에 관하여 아래의 워킹플러워 배출설비를 참조하시기 바랍니다.

2차 연료는 정량공급기(weighfeeder)를 지나서 시멘트 킬른의 메인 버너로 투입된다.

“반 이동식 일괄공장”은 가로세로9미터 x 6미터와 두 2대의 세미트레일러를 주차할 공간만 있으면 설치가 가능하다.

“반 이동식 일괄공장”을 세우기 위해서 특별한 바닥 기초공사는 필요치 않으며 대형화물차들이 다닐 정도의 바닥강도만 있으면 된다.

“반 이동식 일괄공장”은 길큰 바로 곁에 위치할 수도 있으며 버너로부터 최대거리는 150미터까지 가능하다.

“반 이동식 일괄공장”은 아주 짧은 시간에 분해하여 공장의 다른 장소에 재설치 가능하다.

탁월한 이동능력 뿐만 아니라 정량공급기(weighfeeder)의 뛰어난 계량능력이 또 다른 장점이다. 모든 고형체물질들은 1퍼센트 이내의 정확도로 계량되어질 수 있다. 계량물질이 건조한 것이든, 수분이 있는 것이든, 분말이든 그리고 덩어리 형태이든 또는 그것의비중이 아주 낮은 물질이든 전혀 상관없다. 비중이 0.1 t/m³보다도 낮은 아주 가벼운 물질도 계량이 가능하며 비중이 0.8 t/m³만큼 높은 무거운 물질도 계량이 가능하다.

“반 이동식 일괄공장”에서 처리할 수 있는 물질의 최대 입자크기는 50 밀리미터 이다. 보다 큰 입자가 전체 투입량의 1퍼센트 이내로만 투입 된다면 그 입자의 최대크기는 100 밀리미터 까지도 처리가 가능하다.

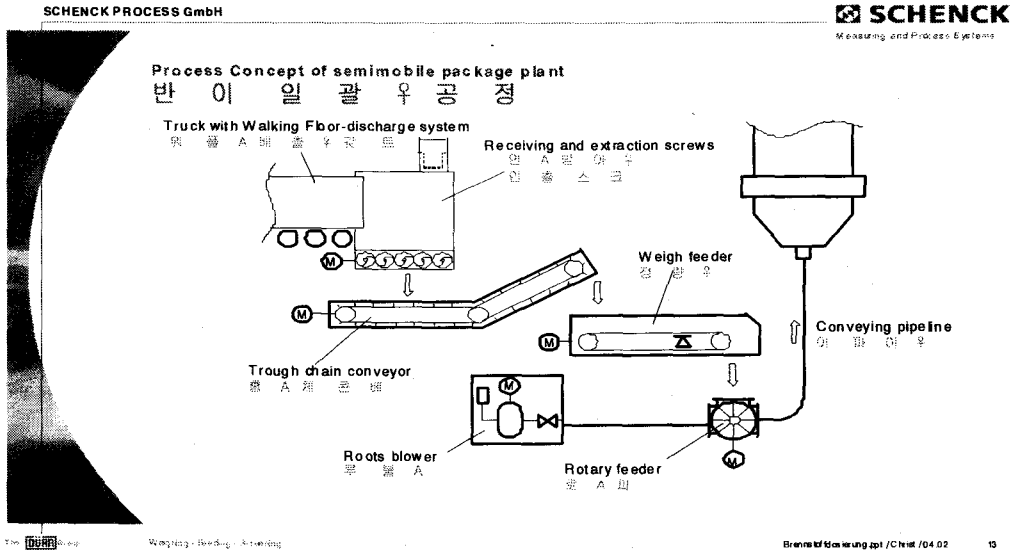
일반적으로 2차 연료들은 상당히 크기가 작아서 큰 입자의 물질은일반적으로 문제를 일으키지 않는다. 2차 연료의 입자크기는 에어록로터피더에 의해서 투입되는 하부공정에서 결정된다.

“반 이동식 일괄공장”의 커다란 횡단면은 2차 연료흐름의 막힘을 거의 영(zero)으로 줄이며 내부까지 쉽게 접근이 가능하여 정비가 간단하다.

<표 2>에 물질특성과 소형공장을 위한 전형적인 설계자료를 정리하였다.

<표 2> 2차 연료 투입공장에 쓰이는 특성과 설계자료

항 목	단 위	값
투입량	[t/h]	0.25 ~ 5
투입량의 정확도	[%]	±1 제어비율이 1:20 이하인 경우
투입물질		상업적으로 준비된 2차 연료
투입물질의 크기	[mm]	0 ~ 50 (<1%<100)
비중	[t/m ³]	0.1 ~ 0.8
수분함량	[%]	최대 10
물질 흐름의 특성		흐름이 약간 둔함. 브릿지 현상이 있음
압축공기 이송거리	[m]	약 150



<그림 2>

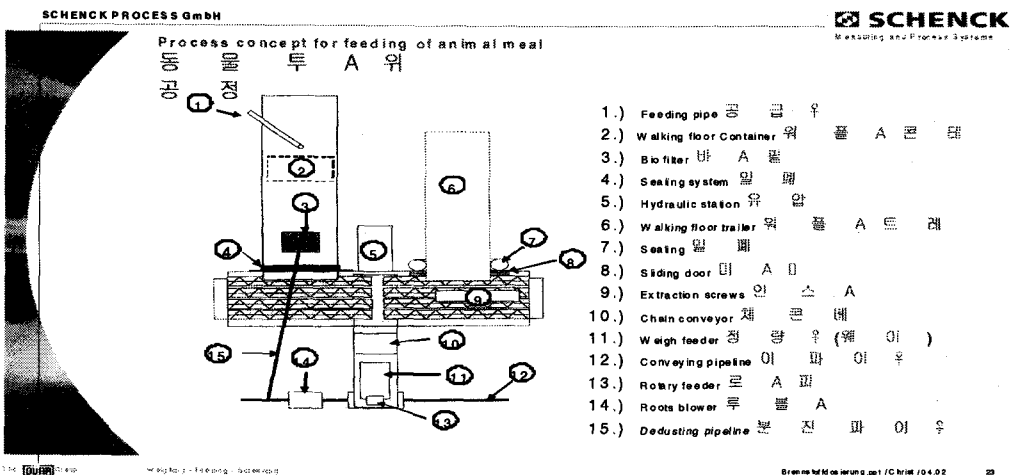
2차 연료의 최대투입량은 킬른의 최대 생산량에 의해서 결정되며 이때 유념할 것은 공정상의 변수들과 2차 연료의 타입이다.

추가되는 2차 연료의 실제량은 운전실에 의해서 설정된다. 표준 투입범위는 1:20 이지만 투입되는 2차 연료에 따라서 비율은 높일 수 있다. 상대적으로 2차 연료는 적은 양이 저장되기 때문에 공장전체의 안전을 위한 요구사항은 줄어든다.

2.2.2 모듈구성

기본적 공장의 구성은 아래에 열거된 주요 요소들로 이루어진다.

- 워킹 플로워 배출설비를 갖춘 세미트레일러
- 워킹 플로워 배출설비를 가동하기 위한 유압장치
- 밀폐체계를 갖춘 연료배출을 위한 2개의 도킹스테이션



<그림 3>

- 각 도킹스테이션 바닥에 설치된 4개의 배출 스크류
- 홈통형 체인 콘베이어
- 정량공급기(weighfeeder)
- 특수 에어록로타리피더
- 버너로 2차 연료를 이송하는 파이프라인
- 전기판넬

모듈구성의 개념은 <그림 2>에서 볼 수 있다

만약 공장이 동물사료와 blood meal로 운전된다면 중앙집진기에 생물학 필터를 받듯이 설치해야 한다. 생물학 필터에서 깨끗한 공기가 나와야 하며 이 깨끗한 공기를 이송 공기로 사용해야 한다. 도킹스테이션과 세미트레일러 사이에는 한 차원 높은 특수한 밀폐장치를 해야 한다.

일반적으로 2차 연료로 쓰일 물질들은 워킹플로워가 장착된 세미트레일러나 특수한 세미트레일러로 공급되지 않기 때문에 도킹스테이션에 연결된 특수저장용기가 설치되어야 한다

이런 물질들을 2차 연료로 사용하기 위한 개조된 공장의 개념을 <그림 3>이 보여준다

필요하다면 이들 선택사항은 언제든지 간편하게 공장을 개조해서 만들 수 있다.

2.2.3 운전방식

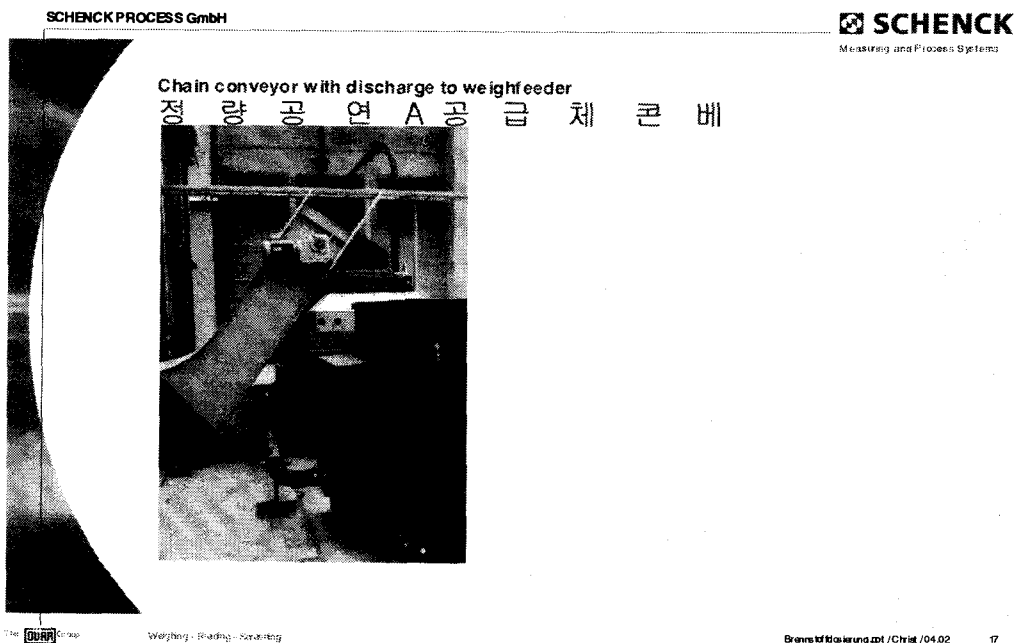
2차 연료는 워킹 플로워 배출설비를 장착한 세미트레일러에 의해서 적재화물로 배달되어진다. 90 입방미터의 표준 배달 체적을 갖는 이들 세미트레일러는 전세계적으로 사용되며 적재화물을 수송하기 위해서 특수하게 제작된다.

세미트레일러에 있는 가이드는 제한된 정착지점에 맞게 양 옆에 있으며 이것은 운전자가 도킹스테이션 앞부분의 하역위치에 후진으로 정확하게 닿을 수 있도록 한다.

밀폐장치는 트레일러의 모든 면을 둘러싸서 하역중 먼지가 유출될 수 있는 틈을 없애준다.

그런 다음 화물차의 구동부는 세미트레일러로부터 분리되고 워킹 플로워 배출설비는 이중벽 유압호스에 의해서 유압장치에 연결된다.

운전실은 세미트레일러의 문이 개방되면 곧바로 공장가동준비가 완료되었다고 통보를 받는다. 운전실로부터 운전을 허락 받은 후에, 공장은 현



<그림 4>

장에있는 “시작”단추에 의해서 가동되어진다. 이 단계까지의 일은 세미트레이러 운전자에 의해서 수행된다. 최신 PLC가 간편한 공장의운전을 도맡아서 한다.

로타리 피스톤 블로어와 에어록 로타리 피더가 일차적으로 가동을 시작하면 정량공급기(weighfeeder), 흡통형 체인 콘베이어와 인출 스크류가 2차적으로 가동된다.

워킹 플로워 배출설비가 작동하면 곧바로 2차 연료로 사용될 물질들이 도킹스테이션안으로 떨어진다.

도킹스테이션에서 정량공급기(weighfeeder)로 2차 연료를 이송해주는 흡통형 체인 콘베이어로 <그림 4> 2차 연료를 4개의 스크류가 밀어넣는다

투입된 2차 연료는 에어록 로타리 피더를 <그림 5> 통한후 압축공기에 의해서 킬른으로 이송된다.

이 특수 에어록 로타리피더는 균일하고 맥동 현상이 없는 압축공기이송을 위해 특수제작 된 것으로써 연료투입의 불안정으로 인해서 킬른운

전에 악영향이 생기지 않도록 한다. 투입되는 연료의 양은 운전실에서 조정할 수 있다.

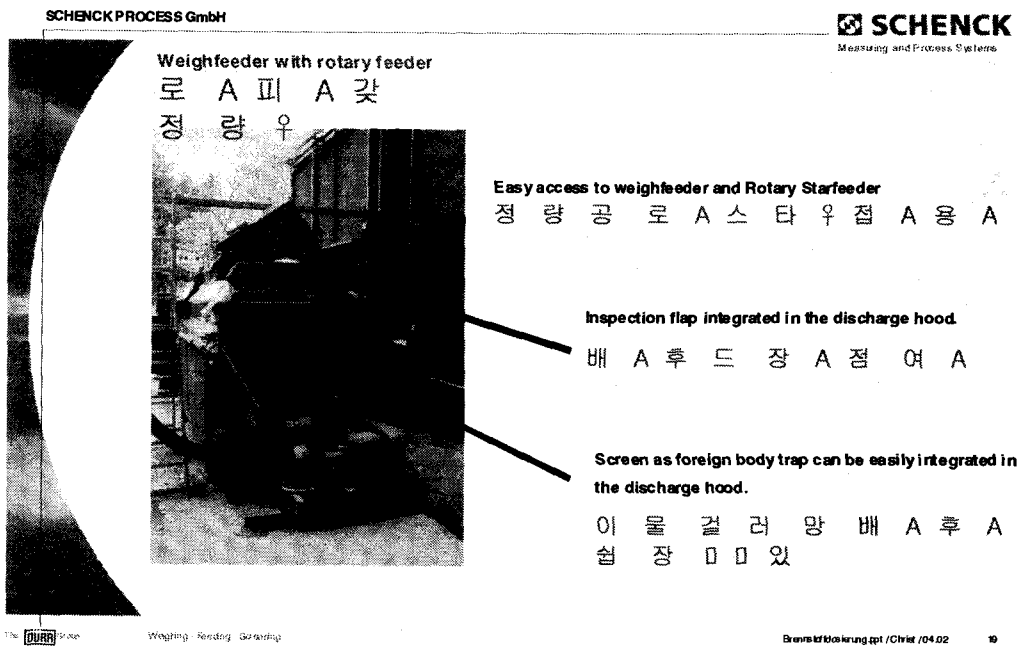
이송되는 연료의 양은 정량공급기(weighfeeder)에 의해서 정해지며 이송되는 연료의 양은 주파수 변환 조정기에 의해서 한조로 조정되는 4개의 스크류 속도를 통제한다. 흡통형 체인 콘베이어도 주파수 변환 조정기를 갖고 있다.

워킹 플로워 배출설비는 “정지” “시작”으로 운전되며 도킹스테이션의 저장물 높낮이를 측정하는 센서에 의해서 통제된다.

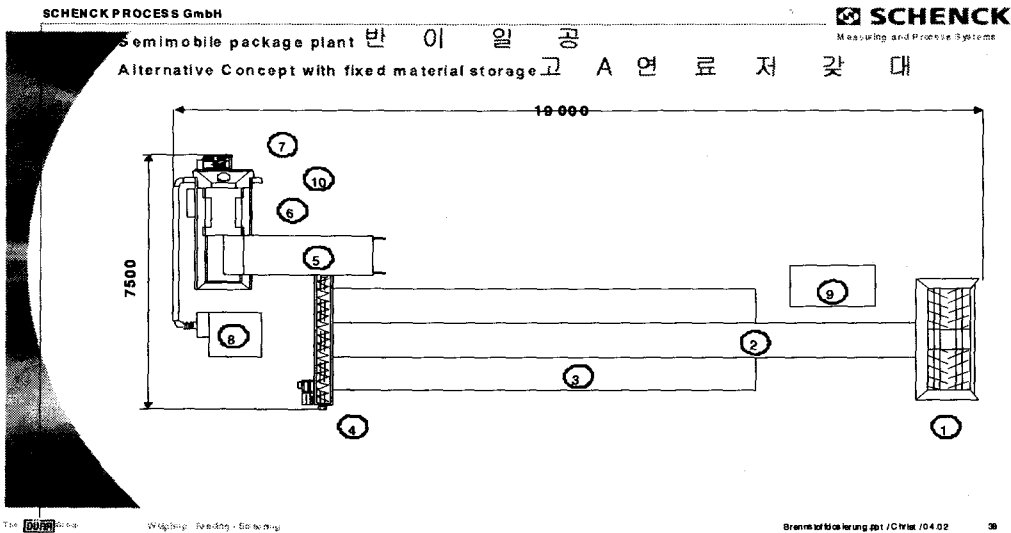
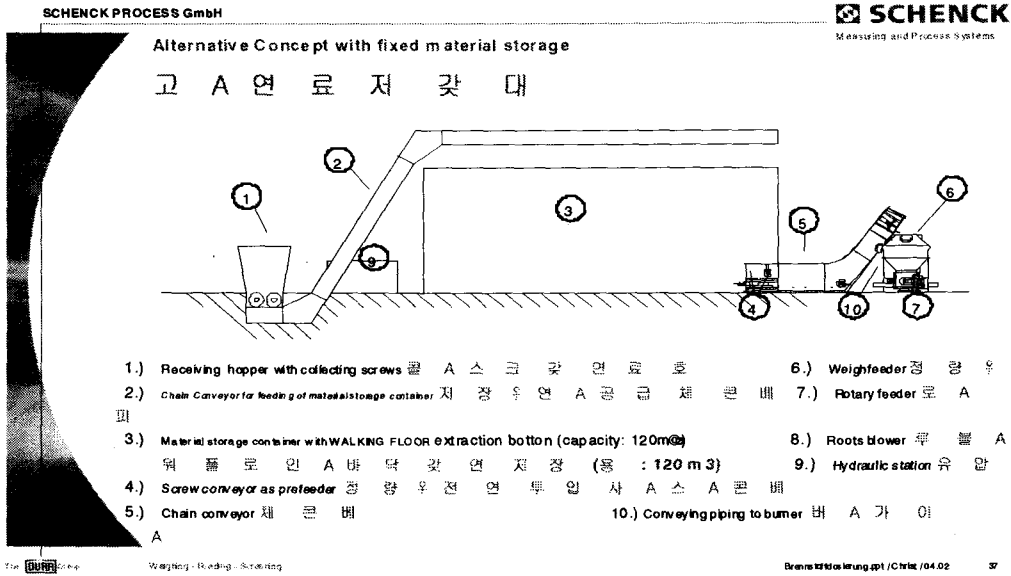
2.3 고정식 저장고 방식의 대안개념

기본안이 반 이동성과 모듈의 특성을 지니고 있기 때문에 예외적으로 다양한 조건들에 알맞게 적용하도록 하였다.

만약 적당치 않은 산업구조 또는 이웃하는 재활용(재생)업체의 부족 등으로 이동식 저장고를 활용하는 것이 극히 어려울 때는 워킹 플로워가 장착된 세미트레이러를 이용하는 대안으로 고정식저장고를 설치할 수 있다.



<그림 5>



<그림 6>

고정식저장고 방식의 대안개념은 위와 같이 구성된다. <그림 6>

- 워킹 플로워 배출설비가 있는 용적이 약 120 입방미터가 되는 고정식 저장고
- 수집용 스크류가 있는 투입호퍼
- 물질을 고정식 저장고로 이송하는 흡통형 체인 콘베이어
- 이송용 스크류 콘베이어

- 정량공급기(weighfeeder)
- 특수 에어록 로타리 피더
- 로타리 피스톤 블로워
- 저장고안의 워킹 플로워 배출설비를 가동하기 위한 유압장치
- 버너로 가는 이송파이프라인
- 전기콘트롤판넬

연료저장고로 연결되는 콘베이어는 필요한 조

건들을 각각 만족시키도록 설계되어있다.

예를 들어 투입호퍼는 투입용 로우더에 의한 기계적 투입이 가능하도록 되어있다.

고정식 저장고의 장점은 워킹 플로워가 장착된 세미트레일러가 필요치 않다는 것과 물질의 저장량을 조정할 수 있다는 것이다. 저장고 바닥은 모든 종류의 2차 연료를 균일하고 완벽하게 배출할 수 있는 워킹 플로워 배출설비가 장착되어있다. 이 배출설비는 중앙유압실에서 운전된다.

물질이 저장고에서 배출된 후에는 홈통형체인 콘베이어로 물질을 이송해주는 스크류 콘베이어를 통과한다. 이 지점에서부터는 2차 연료의 이동이 기본 개념의 2차 연료이동과 동일하다.

고정식 저장고 개념에서 필요한 공간은 가로 세로 19 미터 x 7.5 미터 이지만 저장고의 크기는 현장여건에 맞출 수 있다.

고정식 저장고 개념도 저장고를 고정장치로 고정치 않으면 반 이동식 저장고 개념과 기본적으로 같다.

투입호퍼는 하역작업에 도움이 되도록 다른 공장들과는 다르게 낮게 설치 할 수있다.

명심할 것은 피드 콘베이어를 갖춘 저장고는 워킹플로워를 갖춘 세미트레일러를 이용하는 기본 개념보다는 금전적으로 훨씬 비용이 많이 든다. 그 이유는 고정식 저장고개념은 기계적인 구동부가 훨씬 많으며 이것은 정비할 곳이 많고 정비 비용도 많이 든다는 것을 의미한다.

1. 결 론

웬크프로세스주식회사가 개발하여 출시한 “반 이동식 일괄공장”은 많은 양의 2차 연료를 처리하는 혁신적인 개념으로 평가된다.

“반 이동식 일괄공장”은 2차 연료의 이송, 저장 그리고 투입량의 계량을 하도록 설계 되었으며 2차 연료를 버너로 직접 이송할 수 있다.

이러한 “반 이동식일괄공장”의 설계는 저장고, 하역 및 이송설비를 포함하는 값비싼 구조물의 설치 비용을 줄일 수 있게 되었다.

기본안에 의하면 가로 세로 9미터 X 6미터의 작은 공간에 “반 이동식 일괄공장”을 설치할 수 있다.

기본장치의 모듈구성과 개별요구에 부응할 수 있는 설비능력을 통해서 공장의 운영자는 특정 물질에 맞춰 주문제작을 해야 하는 추가적 특수설비에 투자하지 않아도 된다.

이러한 공장은 안정적인 이송 설비와 아주 정확한 계량투입기술을 갖추고 있기 때문에 연속적으로 맥동현상 없이 2차 연료를 버너로 직접 보내는 것이 가능하다.

4개월간의 실험과 승인을 얻기 위한 경험은 “반이동식 일괄공장”을 가동하기에 충분한 결과를 얻어냈다.

- 소형 공장은 완전한 분해가 가능하며 새로운 장소에 다시 세울 수 있다.
- 이 공장을 운전하기 위한 추가 운전공이 필요치 않다.
- 모든 부품은 쉽게 손이 닿아 정비가 용이하도록 설계되어있다.
- 이 공장의 또 다른 장점은 전력량 소비가 낮다는 것이다. 예를 들어 이송거리가 70미터이고 시간당 2.5톤을 이송하는 경우 소비 전력량은 12 킬로와트이다.

유럽의 경우에는 “반 이동식 일괄공장”의 투자비 회수율은 값비싼 저장고들과 건물들을 갖고 있는 고정식 공장으로 이루어진 전통적인 공장보다 3~4배나 높다.

저자명 : 조지 크래머 (웬크프로세스주식회사)