

벨트 콘베이어 제진방법 고찰

丘 琪 煥

〈星信洋灰 丹陽工場〉

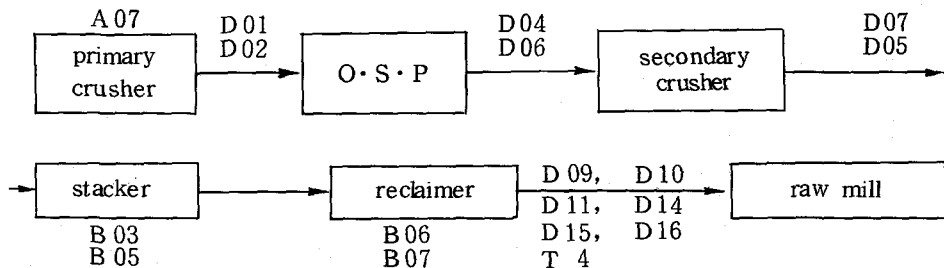
1. 서 론

벨트콘베이어에서 가장 어려운 점은 벨트의 청소라할 수 있다. 벨트에 부착된 운반물을 그대로 두면 리턴측의 푸울리나, 로울러에 부착되어 그 외형이 변형됨으로 벨트의 사행이나, 기울기 주행이 생겨 벨트장력에 변화를 만들고 심재에 국부적 응력증대가 일어나 나중에는 벨트전단 등 생각지도 않은 재해를 유발하게 된다.

또 벨트의 청소 불완전은 운전저항의 증대에 따른 기체의 파손이나, 운전비용의 손실을 초래하는것 외에 운반물의 손실을 나타내며 특히 운반물중에 이러한 손실은 콘베이어의 가동부터 운휴까지에 1초의 쉽없이 반복되어 누적됨으로 벨트콘베이어의 청소불충분으로 인한 숨은코오스트에 대해서 관심이 높아가고 있는 요즘 숨은코오스트는 콘베이어 벨트당 연간 \$ 5,000 - \$ 10,000 (400 만원 - 800 만원)으로 집계되고 있다.

2. 벨트콘베이어 시설

가) 공 정



나) 개 요

공정별로 석회석의 조쇄, 혼합, 저장을 위하여 조쇄과에 시설된 벨트콘베이어는 모

두 19개 라인 (총 길이 5,000 미터)으로 설치되어 있으며 라인별 평균 길이는 260 미터로 상당량의 더스트가 벨트 표면에 부착되어 리턴측으로 떨어지고 있어 더스트 제거에 많은 시간을 소비하고 있다.

특히 전체 벨트길이의 46%인 2,300 미터는 오. 에스. 피와 프렉믹싱시설의 노천설치로 비가오면 타 벨트보다 더 많은량의 더스트가 부착되어 리턴측으로 떨어짐으로 벨트 콘베이어 청소에 관한 꾸준한연구 개선이 요구되고 있다.

3. 벨트에 달라붙는 더스트 문제

가) 운 전 면

벨트위에 있는 운반물의 부착은 필연코 존재한다. 실제로 운반물의 응집성이 있거나 습기가 있을 때 아이들러에 미치는 장애와 벨트에 부착되는 운반물은 콘베이어의 전체 길이에 연하여 바닥에 떨어져 건물과 트러스와 후레임에 쌓이게 된다.

이물질에 의해서 장애를 받는 아이들러들은 돌지 못하게 되어 결국에는 벨트를 손상시키게 되고 드럼은 더스트가 부착되어 벨트에 인장력이 미칠 때 기복이 일어나는 벨트는 중심선을 이탈하여 운반물을 흘리게 되어 콘베이어의 구조물에 상당한 마모작용을 하는 일이 많다.

이렇게 계속적으로 축적하게 되면 불시 정지현상이 일어나서 공장을 갑자기 세우는 현상이 일어남으로 생산코오스트의 증대를 가져온다.

또한 푸울리와 벨트의 슬립이 증대해서 벨트의 마모를 촉진하고 기동마력이 허무하게 소비되는 등 비경제적인 면이 많다.

나) 안 전 면

벨트콘베이어와 같이 장거리 기계설비에서는 안전성에 대해서 다른 기계이상으로 충실하게 보수관리 되지 않으면 안된다.

벨트의 재해는 오랫동안 서서히 축적된 위험요소가 어느날 갑자기 발생할 때가 많으며 또한 피해상태도 대단히 큰 것이다.

예를들면 앞서 말한바와 같이 벨트의 국부응력 증대는 서서히 심체를 피로시켜서 돌발적으로 벨트를 절단하나, 그것을 외부에선 점검할 수 없다. 이것은 대형벨트의 심체가 약한 소재의 집합체에 의해 구성되고 항장력을 유지함으로 결합의 벨런스가 흐트러지면 맥없이 절단되는 것이다.

또한 프랑스시멘트와 석회제조협회 통계에 따르면 벨트콘베이어 운전중 청소 작업으로 인한 사고 발생율이 전체 벨트사고의 49%를 차지하고 있다는 것이다.

다) 위생면

건조 미분말을 함유한 석회석을 운반하는 콘베이어에서 미립자의 비산을 방지한다는 것은 대단히 중요하다.

~ 벨트에 부착한 미립자가 푸올리나, 로울러에 의해 굴러 떨어져서 산란함으로 분진이 옥내에 가득찬 속에서 마스크를 한 작업원이 먼지를 뒤집어쓰고 일하고 있는 것은 작업자의 건강을 해치는 것이다.

또 미립자가 옥외로 날라서 부근의 집이나 식물들이 먼지투성이가 된 상태를 공장부근에서 볼 수 있다. 이것은 단지 외관이 나쁘다는 것만이 아니라 위생적·경제적으로 주는 악영향이 대단히 크며 어느 시기에는 방지할 수 없는 중요한 문제다.

4. 운반로스의 발생

벨트콘베이어로 운반중 원료가 비산 소실되거나 바닥이나 도로에 떨어짐으로 운반로스를 발생한다.

가) 운반로스의 계산적(전연 벨트청소를 양할 때의 손실)

$$Q = q \cdot v \cdot 60 \cdot n$$

Q = 1 시간당 바닥에 떨어지는 양……t/hr

q = 단위면적당 낙하물의 무게 = $A \cdot r \cdot K$ ……t/m²

A = 부착물의 걸보기 단면적 = $0.7 \cdot B \cdot h$ ……m²

r = 걸보기 비중 (1.05)

K = 보정계수 (0.01)

v = 벨트의 속도 …… m/min

B = 벨트의 폭 …… m

h = 부착물의 높이 …… m (0.1 mm)

n = 벨트콘베이어의 갯수

나) 각 벨트콘베이어 운반로스 계산량

라인 별	(m/min) 벨트 속도	(mm) 벨트 폭	(kg/hr) 시간당 로스량	라인 별	(m/min) 벨트 속도	(mm) 벨트 폭	(kg/hr) 시간당 로스량
A 07	60	1,400	3.704	B 06	120	1,200	6.351
D 01	120	1,200	6.350	B 07	120	1,000	5.292
D 02	120	1,200	6.350	D 09	96	1,000	4.234
D 04	94.2	1,000	4.154	D 10	144	800	5.080
D 06	96	1,000	4.234	D 11	144	800	5.080
flat belt	78	1,600	3.440	D 14	85.8	800	3.027
D 07	144	1,000	5.080	D 15	144	800	5.080
D 05	108	1,000	4.763	D 16	96	800	3.387
B 03	120	1,000	5.292	T 4	96	800	3.387
B 05	120	1,000	5.292	계	-	-	89.577

다) 1일 운전에 따른 운반 로스량 (24시간 배정일 경우)

$$0.090 \text{ 톤/시간} \times 24 \text{ 시간} \times 80 \% (\text{가동률}) = 1.728 \text{ 톤/일}$$

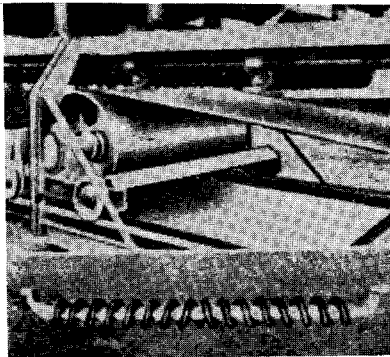
5. 벨트의 더스트 제거 대책

가) 벨트콘베이어에 부착된 더스트 낙하를 억제시키기 위한 기구

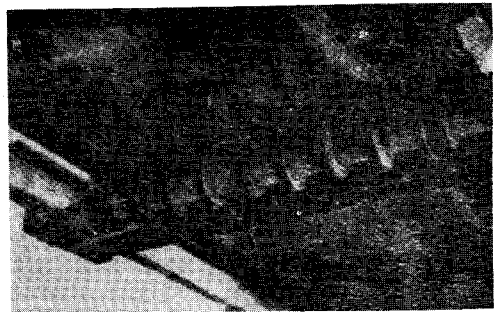
벨트에 실접촉면을 감소시켜 주도록 설계 제작된 여러가지 모형의 아이들러를 부착하였는데 이것은 운반물이 떨어지는 것을 가급적 적게하려는 것이다. 그러나 벨트는 여전히 청결화되지 않았으며 운반물의 낙하는 전환점에서 대부분 모이게 되는데 이곳에서의 문제도 해결되지 않았다.

*종 류 1) 스파이어럴 로울러

2) 스프리트 로울러



<그림-1>



<그림-2>

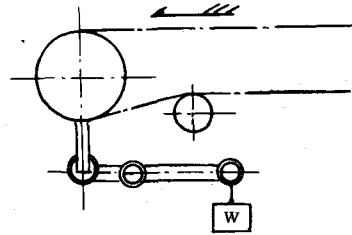
나) 벨트콘베이어에 부착된 더스트 제거 기구

운반물의 접착도는 벨트위에 가해지는 충격에 정비례 한다. 벨트하부에 운반물이 부착되는 것을 감소시키기 위한 더욱 효과적인 방법으론 배출슈트에 흡착물 제거장치를 부착시키는 것이다.

1) 스크레파 : 균형추를 달아매어 벨트콘베이어의 인장력에 신축성을 부여한다(〈그림-3〉).

- 가) 종 류 (1) 단식 스크레파
- (2) 복식 스크레파
- (3) 원반형 스크레파

- 나) 재 질 (1) 고 무
- (2) 벨 트
- (3) 강 판



〈그림-3〉

다) 가 설 : 배출슈트의 드럼에 대하여 직각으로 부착하며 스크레파는 벨트의 전체 폭에 대해서 쓸어낼 수 있도록 설치한다.

라) 조 정 : 청소효율은 원칙적으로 벨트의 전체폭에 가해지는 접촉압력에 달려있으며, 이 압력은 균형추에 의해서 스크레파에 가해지고 있다. 이 압력을 조정하는 것은 매우 힘든 것으로 대부분의 경우 대략적으로 조정하고 있는 상태이고 어떤 때는 조정미숙으로 벨트가 매우 급속도로 마모됨으로 마모율이 높아진다.

마) 보수관리 : 운반물의 경화나 접착량은 대체로 벨트의 축을 따라서 가장 두껍게 된다. 필연적으로 스크레파 날개 깃은 가운데 부분이 제일먼저 마멸된다. 스크레파의 가운데 부분이 마멸되는 즉시 스크레파는 벨트에 대해서 틈이 남게 됨으로 청소가 가장 필요한 중앙부분에서 비효과적인 결과가 남게 된다.

재래식 스크레파의 효율성은 이상과 같이 단수명임으로 자주 교체하여야 한다.

2) 회전브러쉬 : 가장 기본적인 더스트제거기구는 아직도 강력회전 소제기이다. 이 기구에는 벨트의 폭에 대해 수많은 회전브러쉬를 갖추고 있으며 일반적으로 보조모터로 작동하고 벨트의 진행방향에 대해서 같은방향 또는 역방향으로 돌아가게 한다. 이것은 일반적으로 입상물에 좋으나, 운반물이 진흙이 많거나 접착성이 많을 때는 심한 제한을 받는다.

또한 브러쉬 폭은 벨트 폭에 대해서 서로 꼭 합치되어야 한다.〈그림-4〉

가) 장 점 (1) 전조 분말에 가장 효과적이다.

나) 단 점 (1) 습성·점성의 세분일 때는 털사이에 가루가 들어어 응고해서 막대기 모양이 되어 효율이 떨어진다.

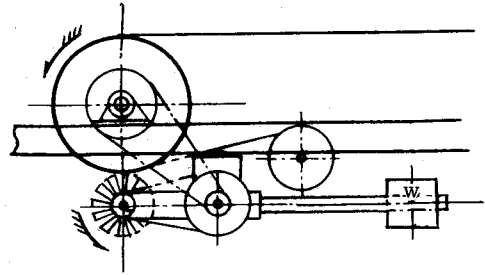
(2) 고속회전에 따른 작업으로 마모가 심하다.

(3) 나이론 털은 열에 약해 잘 뭉쳐진다.

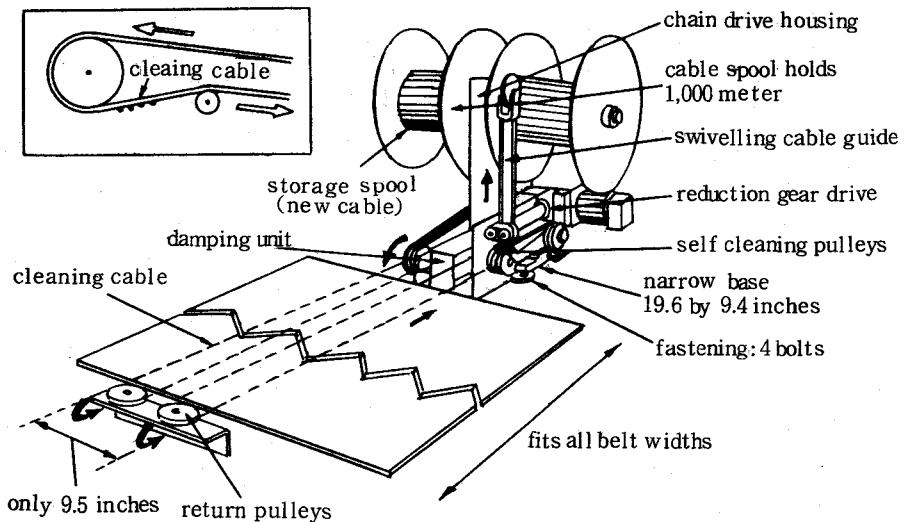
(4) 브러쉬 보수가 곤란하며 가격이 비싸다.

3) 금속 케이블의 사용 : 리턴측 벨트 사이에 케이블선을 넣는 원리로 케이블의 마모 속도가 빨라서 지속적인 교환이 필요함에 따라, 시간 조절장치로 측정된 마모율에 따라 주어진 시간간격으로 마모된 케이블을 풀라서 자동제어로 맞추어 두대의 케이블감개에 (1,000 미터까지) 감아두었다가 사용함으로 거의 1년간 무인운전작동할 수 있다.

* 케이블이 적당히 조정되므로 더스트제거 효과가 좋아진다(〈그림-5〉)



〈그림-4〉 회전 브러쉬



〈그림-5〉 금속 케이블식

4) 디프레손 로울러 : 이 장치는 고무제 브레이드를 부착한 회전 로울러임, 연차성브레이드 사이에 부분적인 진공을 만드는 것으로 부착된 더스트를 흡입 제거토록 되어 있다. <그림-6>

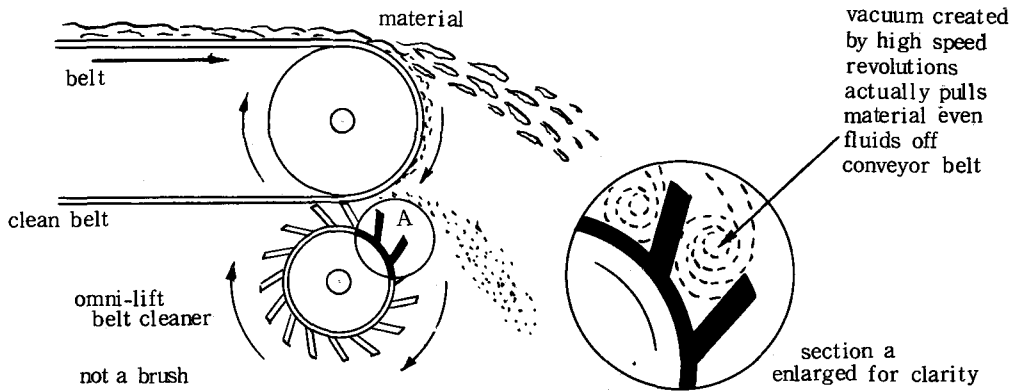
가) 장점 (1) 부착물의 건·습에 관계없이 효율이 좋다.

(2) 콘베이어 벨트의 마모가 안된다.

(벨트와 크린나를 접촉시키지 않음으로)

나) 단점 (1) 설치 면적이큼으로 장소에 구애를 받는다.

(2) 가격이 비싸다.

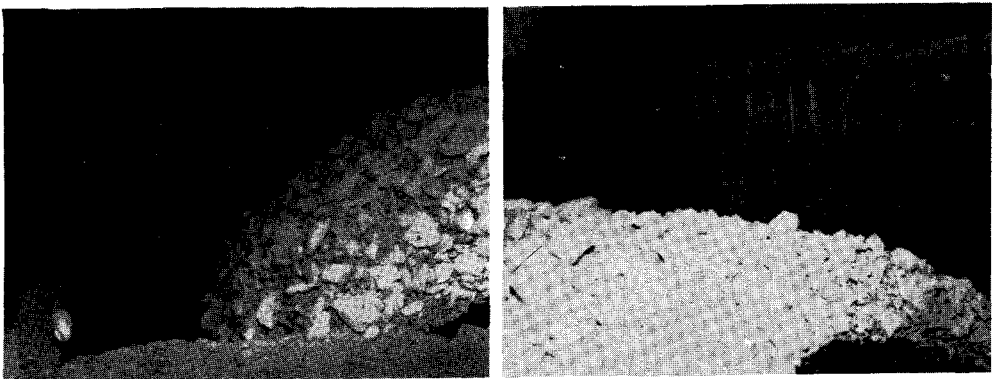


<그림-6> 디프레이손 로울러

6. 현재 사용중인 더스트제거 기구

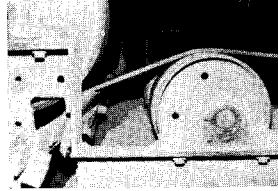
가) 스프레이 시설

각 슈트부분에서 비산되는 더스트를 막고자 워터 스프레이 라인을 시설하여 작업자의 위생환경을 개선함. <사진>



나) 스크레파 시설

1) 드라이브와 스넵 푸울리 사이에 설치하여 벨트의 리턴 측에 부착된 더스트를 제거함. (일자스크레파), < 사진 - 1 >



< 사진 - 1 >

2) 리턴측 푸울리나 로울러를 직접 긁어내는 강판제 스크레파설치로 부착된 더스트를 제거한다. < 사진 - 2 >



< 사진 - 2 >

3) 테일 푸울리 전면에 설치되어 있어 유입되는 더스트 및 이 물질을 사전제거함으로 푸울리의 변형을 미연에 방지함. (삼각 스크레파). (사진)

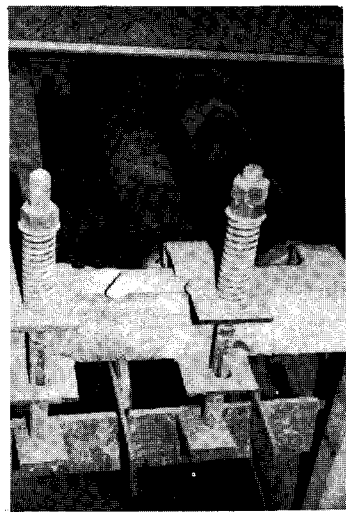
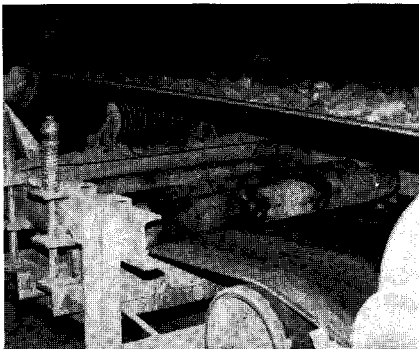


다) 신형 스크레파

드라이브 푸울리 후면에 설치한다.

벨트하면(부착물이 붙어있는 면)에 3 개의 스크레파를 밀어붙이고 그 반대쪽에 3 개의 로울러를 부착하여 눌러내림으로 벨트에 부착된 더스트를 제거하도록함. (사진)

* 제거된 더스트는 스크레파 밑에 설치된 슈트에 투입된다.



(슈트)

1) 설치전후 비교

가) 벨트 운전 암페어 비교

단위 : 암페어

회수	구분	설 치 전		설 치 후		비 고
		최 대	최 소	최 대	최 소	
1		46.0	32.8	45.1	33.9	설치전 : 44.86 - 34.34 = 10.52
2		45.8	36.5	43.3	33.9	
3		45.9	35.8	44.5	32.5	
4		42.6	34.0	46.1	35.5	
5		44.0	32.6	45.5	35.1	
	계	224.3	171.7	224.5	170.9	설치후 : 44.90 - 34.18 = 10.72
	평 균	44.86	34.34	44.90	34.18	

나) 더스트 낙하량 비교(4시간 가동 기준)

단위 : 키로그램

회수	구분	설 치 전 1 번 로울러 하부	설 치 후		비 고
			1 번 로울러 하부	스크레파 하부	
1		4.300	0.210	84.400	
2		4.010	0.180	63.760	
3		4.100	0.160	45.680	
4		4.230	0.120	32.800	
5		4.500	0.140	36.640	
	계	21.140	0.815	263.280	
	평 균	4.228	0.163	52.656	

$$* 4.228 \div 0.163 = 25.9$$

- 2) 장점 가) 부착물이 건·습해도 제거효과가 크다.
 나) 스크레파 교환이 간단하다. (소요시간 : 5 분)
 다) 수명이 길다. (다른 스크레파의 5 - 6 배)
 라) 스크레파는 벨트로 제작이 가능하다.
- 3) 단점 가) 설치면이 크므로 장소에 구애를 받는다.
 나) 스크레파 압력조절 볼트의 방청에 주의해야 한다.
- 4) 효과 : 신형 스크레파를 제작설치하여 벨트콘베이어 하부에 떨어지는 더스트량 감소로 아래와 같은 효과를 얻었음.
 가) 작업자의 더스트 제거시간 감소. (2,190 시간/년)
 나) 작업자의 기계점검·정비시간 증가. (2,190 시간/년)
 다) 운전저항 감소.

라) 운반물의 로스 방지. (약 1,000,000 원/년)

마) 벨트의 내용년수 연장.

바) 안전조건의 개선.

사) 작업자의 환경위생 개선.

아) 생산 코오스트 절감.

* 일 일 더스트 제거시간 감소 (교대당 약 2시간)

2시간/교대 × 3교대 = 6시간/일

* 년 더스트 제거시간 감소 비용 (벨트 근무자 평균시급 : 765 원)

6시간/일 × 365일 × 765원 = 1,675,350 원/년

7. 결 언

벨트를 항상 청결하게 하는 문제에 관한 요소는 매우 다양하기 때문에 완전한 벨트 콘베이어의 청소는 매우 어렵다.

최근 신형스크레파를 제작설치하여 부착물을 제거 차벨트(투입 슈트)로 보냄에 따라 벨트콘베이어 하부로 떨어지는 더스트량을 감소시킴으로, 운전능을 향상과, 작업자의 환경위생개선 등 작업 안전 조건을 개선하여, 운반물의 손실을 감소함에 따라 많은 코오스트의 절감을 기대해 본다.

참 고 문 헌

1. 벨트 콘베이어 설계 핸드북: 이 찬 형 (역)
2. 월 드 마이닝 (1982 - 7), (광업 기술 정보 '19)
3. 채 광 학: 정 영 식 (저)