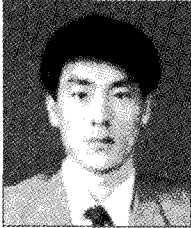


환경친화적 3차원 수송용 PIPE CONVEYOR 설비운전 및 요소기술



김성탄
포철산기(주)

1. 서론

1.1 개요

산업설비의 중요한 동맥 역할을 하는 설비중 하나인 CONVEYOR 설비에 대하여, 운송중에 발생하는 운반물의 비산, 넘쳐흐름, BELT 부착물 낙하등에 의해서 설비의 부식 및 마모가 발생하고, 심각한 환경오염으로 낙분처리 및 유지보수가 증가하여 제조원가에 큰 영향을 미치고 있다.

이러한 문제점을 해소하기 위해 최근 국내외적으로 관심이 고조되는 환경분야에 적극 대응하기에 적합한 PIPE CONVEYOR로서 종래 BELT CONVEYOR의 장점을 활용하고 그 단점을 보완하여 종합적인 경제성과 환경성이 높은 수송 설비 분야에 핵심적인 운전 및 요소기술을 논함으로써 최적운전과 작업환경개선 및 유지보수비 절감을 최소화시켜 수송설비의 조업도 향상 기여에 그 목적이 있다.

2. 본론

2.1 운전 기술

2.1.1 기본 이론

PIPE CONVEYOR는 일반 BELT CONVEYOR의 평면 (TROUGH TYPE), 직선 운반방식을 개량하여 운반물을 원형상태로 밀폐, 급경사, 3차원 곡선 운반이 가능하게 함으로써 설비투자비, 운영비를 절감시키고 환경오염을 극소화하는 PIPE형 신 CONVEYOR 설비임.

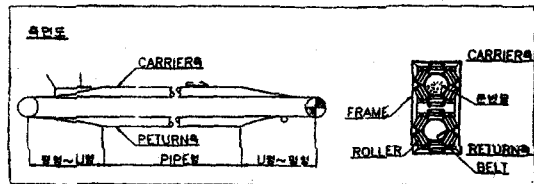


그림.1 PIPE CONVEYOR ARRANGEMENT

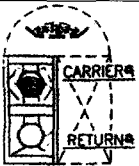
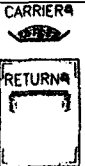
2.1.2 수송물

석탄, 코크스, 광석, 소결광, 시멘트, 석회석, 합성비료, 곡물 등.

2.1.3 경제성 비교

1) 구조

표.1 PIPE CONVEYOR와 BELT CONVEYOR의 구조 비교

항 목	PIPE CONVEYOR	BELT CONVEYOR(B/C)
구 동 방 법	B/C 와 동일함	
TAKE-UP 장치		
PULLEY		
BELT CLEANER		
BELT 가류방법		
각종안전 SWITCH		
FRAME		
	· BELT폭은 B/C GIDER 구조의 약1/2이고, 또 단면적은 BELT COVER를 포함하면 B/C 단면적의 약 1/3이 되기 때문에 설치면적이 감소하여 경제성이 유리함.	
PIPE DIA.(mm)	150 200 250 300 350 400 500 600 700 800	
BELT WIDTH (mm)	300 ~ 450 450 ~ 600 600 ~ 750 750 ~ 900 900 ~ 1,050	1,050 ~ 1,200 1,200 ~ 1,500 1,500 ~ 1,800 1,800 ~ 2,000 2,000 ~ 2,400
BELT 형상	원형 PIPE 형상	TROUGH 또는 평면형상
ROLLER 배치	· CARRIER, RETURN측 각 6개 · B.C에 비해 IDLER 배치 간격이 넓다. · 기장단측에 의한 경제성이 높다.	· CARRIER측 3개 · RETURN측 1개
설치 최대경사각	30°	22°
설치 최대평면각	0° ~ 90°	CURVE 불가
BELT COVER	없음	있음
BELT	특수 P.C용 BELT	일반 CONVEYOR용 BELT

2) 특성

가) 밀폐이송
BELT CONV
EYOR는 BE
LT 위에 운반
물을 실어 개
방 운송하기
때문에 BELT
COVER를 부
착해도 운송물
의 낙광, 비산
또는 RETU
RN에 의한 부
착물의 낙하가
심한데 비해
PIPE CONVE
YOR는 운반
물을 BELT가
원형 PIPE 상
태로 직접밀폐
수송함으로
BELT COVE
R가 불필요함.

나) CURVE 이송

BELT CONVEYOR는 CURVE 수송이 불가능함으로 평면(TROUGH TYPE), 직선 운반형태로 운반물을 수송함으로 공간 활용도가 적으나, PIPE CONVEYOR 수송이 가능하기때문에 입체적인 3차원 수송이 가능한 특징이 있어

직선 수송밖에 되지 않는 BELT CONVEYOR에 비해 LINE 구성 및 RELAY TOWER 개소를 최대한 줄일 수 있어 공장의 협소한 공간 이용도가 BELT CONVEYOR 보다 훨씬 경제적인 설비이다.

다) 설치 최대 경사각

BELT CONVEYOR 는 이론적으로 최대 22° 까지 가능하나, PIPE CONVEYOR는 경사 각도 30° 정도의 경사로 수송할 수 있어 CONVEYOR의 설치 LAY-OUT조건에 만족하는 범위가 넓으므로 경제적 설비이다.

리) 왕복이송

BELT CONVEYOR는 CARRIER측 수송만 가능하나, PIPE CONVEYOR는 BELT가 원형 PIPE상태에서 주행하기 때문에 CARRIER, RETURN측 모두 운반물을 수송이 가능하다.

3) MAINTENANCE성

가) BELT의 취부, 교환성과 가류방법

BELT CONVEYOR는 BELT를 수평상태로 삽입하나 PIPE CONVEYOR의 BELT는 FRAME ROLLER 선단에 PIPE SHAPE KEEPING TOOL에 취부해서 삽입한다.

나) BELT의 마모성

일반적으로 BELT CONVEYOR BELT와 동일하나, PIPE CONVEYOR는 대용량일 경우 특수 BELT를 사용하여 수명연장, 정비를 최소화 한다.

다) ROLLER의 마모성

BELT CONVEYOR는 CARRIER측 ROLLER 교환시 BELT를 들어 올려야 하나, PIPE CONVEYOR는 ROLLER 1조 6개로 구성되어 ROLLER마다 BRACKET에 2개의 BOLT가 설치되어 있어 BELT를 들어올리지 않아도 된다.

리) ROLLER의 내구성

BEARING SEAL은 원칙적으로 BELT CONVEYOR의 ROLLER와 같고, 내구성도 BELT CONVEYOR와 동일하다.

마) 운반물의 비산, 낙하에 대한 처리성

BELT CONVEYOR는 상시, 정기적으로 낙광 처리가 필요하고, PIPE CONVEYOR는 거의 낙광 발생하지 않으므로 낙광 처리가 불필요하다.

4) P/C와 B/C의 TYPE별 경제성 검토(지수)

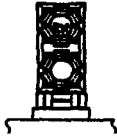
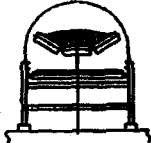
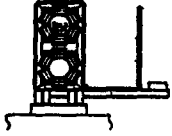

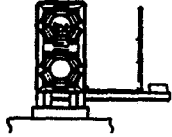
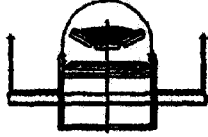
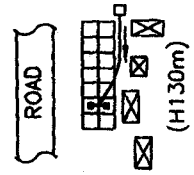
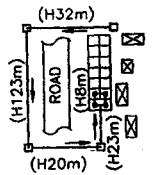
구분	PIPE CONVEYOR	BELT CONVEYOR
표준형 (BW 800 (Ø 150) 기장 30 ~ 40 m)	1.2 · BELT COVER 없음  (P.C)	1.0 · BELT COVER 부착  (B.C)
완전 밀폐 운송형 BW 800 (Ø 150) 기장 30 ~ 40 m	0.7 · FRAME COVER 부착 (100% 완전 밀폐)  (P.C)	1.0 · GALLERY내 설치형  (B.C)
	0.3 ~ 0.5 · FRAME COVER 부착 (100% 완전 밀폐)  (P.C)	1.0 · 중간 GIRDER내 설치형  (B.C)
운송 PLANT SYSTEM	0.8 ~ 1.0 · 경사각 최대 30° · 평면, CURVE 가능	1.0 · 경사각 최대 22° · 평면, CURVE 불가능
RUNNING COST	· 운반물의 낙광처리 비용이 불필요함.	· 운반물의 낙광처리 비용이 필요함.

표.2 P/C와 B/C의 형상별 경제성 비교

단, 긴 SPAN등의 GALLERY TYPE FRAME인 경우는 별도.

5) 실적치 분석 (포항제철소 3,4소결 무연탄 입조 설비)

항 목		PIPE CONVEYOR (개선)	BELT CONVEYOR (초기 발의안)
1. 공간 활용	LAY - OUT		
		신설 P.C : 1기	개조 B.C : 4기 신설 B.C : 5기
	CONVEYOR 수	1 기	신설 : 5기, 개조 : 4기
	CONVEYOR 길이	130m	222m
2. 투자개소			
- 구동부 개소 (1SET/LINE)		1	9
- 전장품 (1SET/LINE)		1	5, 유용 : 4
- CHUTE 개소 (1SET/LINE)		1	9
- PULLY 개소 (1SET/LINE)		1	5, 유용 : 4
- TOWER 개소		1(대), 1(소)	4(대), 5(소)
- GIRDER FRAME 개소 (m)		129	201
- 토건 FOUNDATION 개소		18 POINT	32 POINT
- 토건 기초 PILE 개소		11 POINT	24 POINT
3. 운전 및 사후 관리			
- 총전력량 (kw)		55 kw	132 kw
- 구동부개소 (1SET/LINE)		1	신설 : 5, 개조 : 4
- 낙광, 비상 발생 개소 (1SET/LINE)		1	신설 : 5, 개조 : 4

2.1.4 환경성 TEST

1) 운반물 운송 TEST

가) TEST 일시 : 1985년 4월 24일. 맑음. 바람강함(3m/sec)

나) TEST 장소 : 후쿠오카(福岡縣:일본).

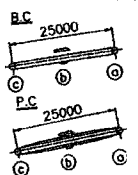
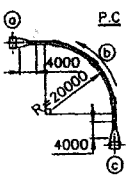
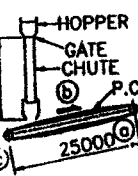
다) 설 비 : PIPE CONVEYOR & BELT CONVEYOR

라) TEST 운반물 : 생석회(200(mm)MESH의 통과량 80%)

2) 환경성 비교

가) P.C는 운반물의 운반시 BELT가 직접싸서 밀폐수송을 하기 때문에 분진, 운반물의 낙하, BELT 부착물의 낙하등이 발생하지 않으므로 무공해 수송이 가능하다.

나) P.C는 BELT가 원형(PIPE) 모양이므로 ROLLER와의 접촉면이 B.C보다 상대적으로 작아 ROLLER에 대한 저항이 작기 때문에 소음이 적다.

항목 및 BELT 배치	TEST 방법	TEST 결과(낙분)	비 고																																							
<p>CASE I CONVEYOR 배치</p> 	<p>CASE I. TEST 방법</p> <ul style="list-style-type: none"> · PIPE CONVEYOR 각도 23.5° · 속도 94m/min · 일반 BELT CONVEYOR 각도 8° · 속도 94m/min <p>※ 5분간 연속 운전 × 3회 (각부 평량은 1회마다)</p>	<p>CASE I. TEST 결과 (단위 : g)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>CONVEYOR 회 수</th> <th>P.C</th> <th>B.C</th> <th>특기사항</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">1</td> <td>Ⓐ</td> <td>2</td> <td>180</td> <td>HEAD하부에서 위치 및 높이를 이동하여 측정함.</td> </tr> <tr> <td>Ⓑ</td> <td>0</td> <td>25</td> <td>RETURN ROLLER 하부에서 위치 및 높이를 이동하여 측정함</td> </tr> <tr> <td>Ⓒ</td> <td>1</td> <td>55</td> <td>TAIL하부에서 위치 및 높이를 이동하여 측정함</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">2</td> <td>Ⓐ</td> <td>0</td> <td>340</td> <td rowspan="3">상동</td> </tr> <tr> <td>Ⓑ</td> <td>0</td> <td>205</td> </tr> <tr> <td>Ⓒ</td> <td>0</td> <td>205</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">3</td> <td>Ⓐ</td> <td>0</td> <td>310</td> <td rowspan="3">상동</td> </tr> <tr> <td>Ⓑ</td> <td>0</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>Ⓒ</td> <td>0</td> <td>230</td> </tr> </tbody> </table>	CONVEYOR 회 수	P.C	B.C	특기사항	1	Ⓐ	2	180	HEAD하부에서 위치 및 높이를 이동하여 측정함.	Ⓑ	0	25	RETURN ROLLER 하부에서 위치 및 높이를 이동하여 측정함	Ⓒ	1	55	TAIL하부에서 위치 및 높이를 이동하여 측정함	2	Ⓐ	0	340	상동	Ⓑ	0	205	Ⓒ	0	205	3	Ⓐ	0	310	상동	Ⓑ	0	200	Ⓒ	0	230	
CONVEYOR 회 수	P.C	B.C	특기사항																																							
1	Ⓐ	2	180	HEAD하부에서 위치 및 높이를 이동하여 측정함.																																						
	Ⓑ	0	25	RETURN ROLLER 하부에서 위치 및 높이를 이동하여 측정함																																						
	Ⓒ	1	55	TAIL하부에서 위치 및 높이를 이동하여 측정함																																						
2	Ⓐ	0	340	상동																																						
	Ⓑ	0	205																																							
	Ⓒ	0	205																																							
3	Ⓐ	0	310	상동																																						
	Ⓑ	0	200																																							
	Ⓒ	0	230																																							
<p>CASE II. R부 운송 TEST</p>  <p>CASE III. FLUSHING TEST</p> 	<p>CASE II. TEST 방법</p> <ul style="list-style-type: none"> · PIPE CONVEYOR 각도 0° · 속도 90m/min · PIPE CONVEYOR ②부에 가능한 운반물을 실어서 운송하고 회집상(낙분을 모으는 상자)과 육안으로 낙분 부착상태를 확인한다. <p>CASE III. TEST 방법</p> <ul style="list-style-type: none"> · PIPE CONVEYOR 각도 13° · 속도 120m/min · ※ 5m 높이에서 GATE를 개폐하여 미분을 낙하시켜 그때의 낙상상태 확인과 SKIRT부에서의 낙분 상태 확인 	<p>CASE I. TEST 주요 결과</p> <ul style="list-style-type: none"> · PIPE CONVEYOR 하부를 육안으로 확인 하였으나 낙분은 없음. · BELT CONVEYOR 낙분은 바람의 영향을 받아서 조금 발생함. <p>CASE II. TEST 주요 결과</p> <ul style="list-style-type: none"> · 운송중에 낙분은 없음(Ⓐ, Ⓑ, Ⓒ) <p>CASE III. TEST 주요 결과</p> <ul style="list-style-type: none"> · 본체의 낙하시 SKIRT 주위에 사람이 서 있을 수 없을 정도로 비산이 발생됨. · 운전시 PIPE CONVEYOR BELT상에 떨어진 낙분 및 비산 현상이 없음. 	<p>1. P·C의 HEAD, TAIL부(Ⓐ, Ⓒ)에 일반 BELT CONVEYOR로 되어있어 바람때문에 ROLLER부에서 낙분이 조금 발생함.</p> <p>2. PIPE CONVEYOR의 중간부 ⑦는 낙분이 없음.</p> <p>3. 일반 BELT CONVEYOR에 SCRAPER가 장착되어 있어 CLEANING 효과가 좋음.</p> <p>※ 일반 BRIDGE STONE(사) 기술 자료 인용</p>																																							

2.2 요소기술

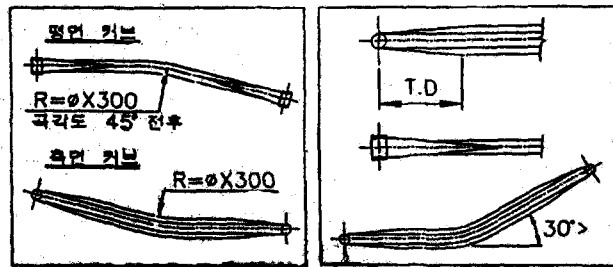
2.2.1 PIPE CONVEYOR의 설계기준

- 1) CURVE 각도 (0° ~ 90°) - 표준 45°
- 2) CURVE 반경 : PIPE 직경의 300배 이상 (표준 이상으로 하는 것이 좋다)
- 3) S CURVE의 CURVE 접합점은 다른쪽 접합점이 가까울 경우에는 직선부를 두고 R의 접선부에서 연결한다.
- 4) CURVE와 CURVE와의 직선부 길이

NYLON FABRIC BELT의 경우 : PIPE CONVEYOR 직경×최소 50배 이상
 STEEL CORD BELT의 경우 : PIPE CONVEYOR 직경×최소 100배 이상

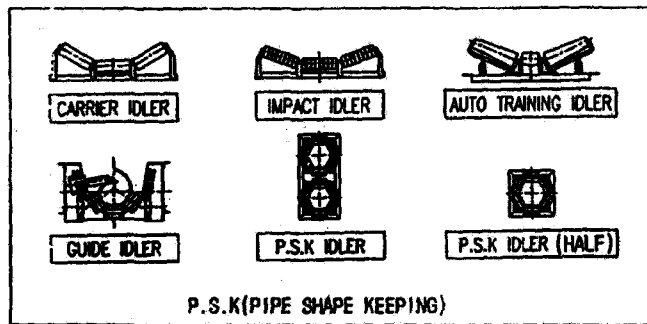
5) 경사 각도는 수송물과 수송조건에 따라 정한다.
 (PIPE CONVEYOR의 최대경사각도 30°)

6) TROUGH 변환거리 (T.D = PIPE DIA. × 25)



2.3 PIPE CONVEYOR-용 IDLER

1) 구조



2) 선정

가) 전제조건

- (1) 일반 BELT CONVEYOR-용(TROUGH TYPE) CARRIER IDLER는 적용하중의 70% 가 중간부 ROLLER에 받고, RETURN ROLLER는 적용하중의 100%를 적용하는 것으로 가정한다.
- (2) PIPE CONVEYOR-용(PIPE TYPE) IDLER는 CARRIER, RETURN측의 6분조 PIPE형에서 적용하중의 70%가 중간부 ROLLER에 받는다고 가정한다.

※ BEARING 수명은 BELT, PIPE DIA, 별 가장 악조건인 한 TYPE만 선정하여 일괄 동일한 사양으로 결정함.

3. 결론

3.1 경제성

- PIPE CONVEYOR의 단위 길이당 동일한 조건일 경우 일반 B.C에 비해 COST가 높으나, 장거리 운반시는 경제성에 유리하고,
- PIPE CONVEYOR는 입체적인 3차원 수송이 가능한 특징이 있기 때문에 직선 수송밖에 되지 않는 B.C에 비해 구성개소 및 RELAY TOWER개소를 최대한 줄일 수 있어, 공장이 협소한 장소에 이용도가 B.C보다 훨씬 높기 때문에 최적운전 및 경제성이 좋다.

3.2 환경성

- 운반물을 BELT가 원형 PIPE 상태로 직접 밀폐 수송함으로 운반물의 낙광, 비산 또는 RETURN에 의한 부착물의 낙하가 발생하지 않으므로 설비 유지비 및 작업 환경 개선 효과가 매우 크다.

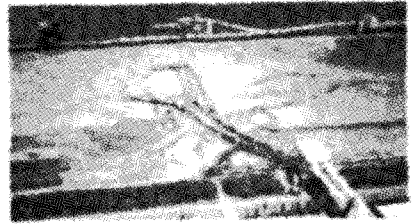
3.3 운전 시 고려사항

- PIPE CONVEYOR의 운전 중 운반물속에 철판이나, PIPE DIA.의 2/3이상 큰괴광이 들어가지 않도록 적절한 장치가 필요하고, 운전시 BELT의 TWISTING 및 사행이 발생 할 수 있으므로 정기적인 점검이 필요하다.

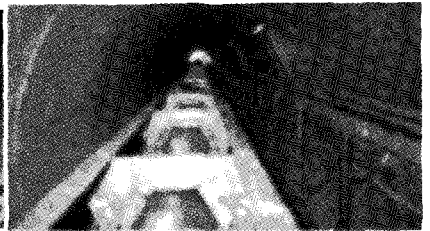
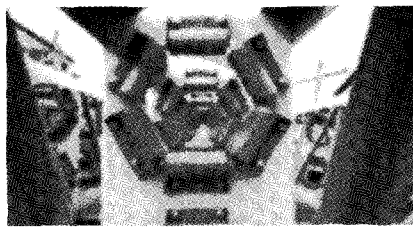
3.4 PIPE CONVEYOR용 IDLER, BELT

- PIPE CONVEYOR용 IDLER, BELT는 국내에서 POSMEC이 처음으로 개발하였고, 국내에서 개발하기 전에는 외국사에 의존함으로 정비품 적기 조달 및 설비비가 비싸 제조원가에 큰 영향을 초래하였다.
- 현재 국내에서 제작 할 수 있도록 기술 개발에 성공하여 POSCO 포항 제철소 3, 4소결에 적용 성공하였다.

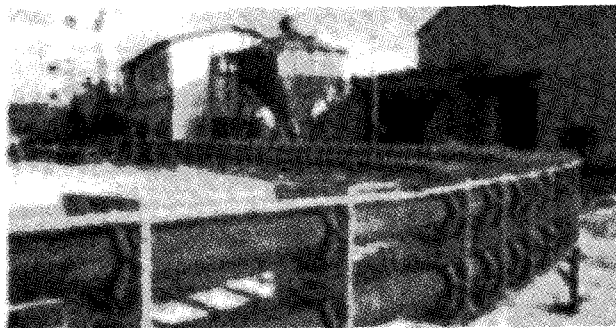
4.설치 사진



해안 매립설비 LAY-OUT 도면



PIPE SHAPE KEEPING PANEL



PIPE CONVEYOR CURVE 구간

[기술문의 : 02-554-8416/ www.posmec.co.kr]

