

壓縮空氣에 依한 粉體輸送裝置의 現場調查研究

— Pneumatic Conveyor Arrangements at Cement works —

雙龍洋灰工業株式會社
東海工場 生産課

成 秀 慶
宋 錫 奎

<Abest's>

Pneumatic conveying arrangements usually employed in the Cement Industry are one of big trouble makers. The trouble is, most of them are metal wears, on account of the high pressure and speed of the fluids inside of the conveying pipe and pressure vessel.

In this papers, a comprehensive survey is presented of pneumatic handling with regard to its theoretical principles and the many special problems that have been dealt with in the technical literature.

By

Sung, Soo Kyung & Song, Suck Kyu

壓縮空氣에 依한 粉體輸送裝置는 시멘트工業에서 빼 놓을 수 없는 重要裝置中의 하나이다. 그러므로 工業 규모가 大型化함에 따라 압축공기 수송장치도 急發展을 서두르게된 것이며 종전까지는 주로 混合비가 10 근처의 低濃度 수송장치이던 것이 開發을 서두르게 된 후부터 점차 混合비가 높은 高濃度수송장치가 出現케 되고 完全自動 및 無人運轉을 위하여 産業用방사능동 워원소(코발트 60)까지도 이용하는 단계에 들어왔다.

現在 여러 學術문헌과 잡지들이 각종 工業裝置問題를 많이 취급하고 있으나 압축공기 분체수송장치에 대하여는 資料가 그리 충분치 못할뿐더러 그나마 있는 것도 大多數가 低濃度의 것만을 다루고 있는데 이는 아직도 이분야가 開發期에 있는 까닭으로 未知의 事項이 대단히 많고 또 研究해야할 점이 많이 남아있기 때문이다. 이러한 추세에 비추어 拙者들은 그간 現場에서 調查한 各種 장치에 관한 資料와 비교적 최신장치에 속하는 Pneumex의 Case study를 통한 資料의 정리를 해봄으로서 技術上의 問題點, 특징, 실적비교등을 全般에 걸쳐 살펴 보고자 한다.

차 례

1. 展開方向
2. 壓縮空氣粉體輸送의 一般
3. 裝置 種類別 諸般考察
4. 輸送管內의 流動機構와 諸般事項의 考察
5. 各種裝置의 綜合的 實績調查比較
6. 結 論

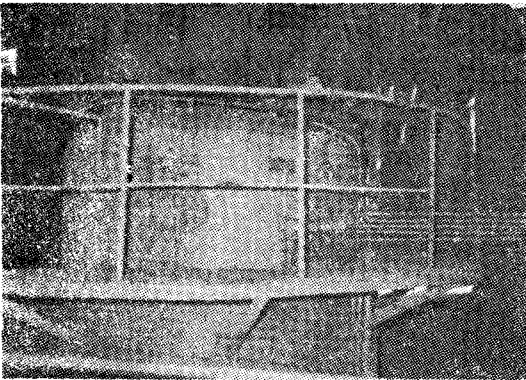
1. 展開方向

오늘날은 工業의 發展이 날로 加速化하는 상태이므로 오늘의 새것이 내일엔 이미 낡은 것으로 變해버리는데 特히 이는 裝置問題에서 뚜렷하다. 여기서 拙者들은 가장 최신에 出現된 空氣輸送裝置까지를 모두 종합하여 광범위하게 살펴보기로 하였는데,

(1) 理論式에 依한 Mechanism 설명은 아직미 확인 事項이 그 大部分이므로 생각하고 그 개략 圖을 살펴보기로 한다.

(2) 現場 Case study 資料와 研究室資料에 依한 설명으로 展開한다.

(3) 혹시 이분야에 흥미를 갖고 계신분들은 나중에 소개하는 Reference를 참고하기 바란다.



사 名 : Pneumax pump by Polysius A.G.
용 량 : 95t/h(東海工場)
수송거리 : 310m

2. 壓縮空氣 粉體輸送의 一般

2-1. 압축공기 수송의 특징

여기서 論하려는 공기수송장치라는 것은 高速으로 空氣가 흐르고 있는 輸送管中에 粉體가 적당히 混入되어 完全한 浮遊상태로 轉후 一定目的地까지 수송되는 장치라할수 있는데 보통 1Kg/cm²G 이상 10kg/cm²G 미만의 것을 高壓輸送裝置라 한다.

이는 크게 두가지로 나누어 壓送式과 吸引式(혹은진공식)으로 區分되며 前者는 生産品의 分配용으로, 後者는 集荷용으로 使用되고 있다.

따라서 여기서 兩者공통적인 특징을 간단히 추려보면 대략다음과 같다.

(1) 輸送路를 比較的 任意로 할 수 있고 따라서 工場의 Lay-out을 合理的으로 할 수 있다.

(2) 다른 種類의 수송장치로는 수송키 곤란한 場所에도 수송할 수 있다는 長點이 있다(협소한 角, Curve, Corner等).

(3) 低壓 혹은 高壓 Pressure Vessel에도 수송이 가능하며,

(4) 수송물질의 吸濕, 汚損 및 異物의 混入등을 막을 수 있으므로 品質管理上 유리하다.

(5) 大量, 장거리의 集約的 수송이나 分散수송이 가능하다.

(6) 기후조건 주변환경에 제약을 받지않고 설치가 간단하며 장치의 점유면적이 작고 보수유지가 용이하다.

(7) 完全自動, 無人運轉이 가능하므로 所要人件費가 거의없고 大量장거리 일수록 他種類기계적 수송장치에 比하여 위와같은 長點들을 충분히 발휘할 수 있다.

(8) 그러나 경우에 따라 所要動力관계로 인한 Running cost가 높은 때가 있고

(9) 수송물질의 粒도가 너무크거나 점착성이 있으면 수송할수가 없다.

2-2. 問題點(設計 및 運轉上)

粉體를 空氣로 수송하는경우, 이수송 Energy는 결국 空氣의 壓力 Energy를 利用하는 것이다.

따라서 大氣壓以上の 壓力을 갖인 空氣속에 어떠한 方法으로 수송코저 하는 粉體를 混入시키느냐 하는, 즉 空氣와 粉體의 混入장치가 가장 중요한 문제점중의 하나인데 여기서 이러한 문제점들을 요약해 보면,

(1) 空氣와 粉體의 접촉 混入장치문제

(2) 輸送 pipe의 clogging문제

(3) 目的地까지 수송된 후 空氣와 粉體의 分離장치문제(시멘트工業에선 別 문제 가 없음).

(4) 粉體 접촉부의 제반금속 磨耗문제 등이 될 수 있다.

以上과 같은 문제점들은 주도장치 設計時와 運轉時에 대두되는 사항들인데 이들에 對하여 좀더 구체적으로 살펴본다면 앞에서 말한바와

같이 空氣와 粉體의 混入裝置문제는 다시 말해서 高壓空氣호름內에 수송하려는 粉體를 混入시키려면 적어도 粉體가 高壓空氣內에 흘러들어갈 流入口가 必要하고 反面에 수송을 진행시키기 위해서는 空氣의 Leak部分을 없애야 하므로 完全한 容器的 밀폐가 이루어 져야한다. 즉 이러한 상반되는 두가지 조건들을 충분히 만족시키는 混入機의 構造가 문제가 되며 따라서 이 混入機의 優劣이 高壓輸送裝置의 性能을 決定시키는 要素가 된다.

다음 수송 pipe의 clogging은 수송량에 비례하여 管內를 流動하는 粉體의 量이 많을수록 粉體는 管內에서 浮遊되지 않고 堆積되어 버리므로서 管內가 clogging될 우려가 있다는 것인데 高濃度 수송의 경우 管內의 粉體群은 一般的으로 浮力을 잃은 集團狀으로 되어 있는 流動管面積을 막기 때문에 空氣의 흐름이 막혀지게 되는故로 壓力이 상승된다. 따라서 粉體集團은 이 上昇壓力에 依해서 밀려나갈 수 있는데 이 集團추진에 필요한 힘이 集團前後의 壓力差보다 크면 clogging이 發生되게 된다. 그러므로 集團의 크기가 문제가 되는데 이것은 氣流의 速度, 粉體의 수송량 수송관의 길이와 직경, 曲管部數等에 따라서 決定되어지기 때문에 이들을 적당히 調整設計하고 運轉하므로서 粉體群의 集團濃度の 限度를 어느한계 以下로 맞추도록 해야할 것이 요구된다.

3. 裝置의 種類別 諸般考察

이미 前述한바와 같이 混入機의 구조가 문제가 됨에 따라서 各種空氣輸送裝置 메이커들은 自己들이 開發한 독특한 混入機를 만들고 이 混入機에 명칭을 붙여 商品名으로 사용해오고 있다. 원래는 壓送式, 吸引式(혹은 진공식) 別로 나누고 분류하여 설명해야겠으나 여기서는 일괄하여 各種류별로 살펴보기로 한다.

3-1. Kinyon Pump

역시 混入機 구조에 따라 Kinyon pump도 fuller Kinyon(美國 fuller社開發)과 Muller Kinyon의 두종류가 있다(Fig 1 참조).

Kinyon은 Screw conveyor를 使用한 것으로서 2次大戰後에는 日本에서도 제작이 始作되었으며 Cement 및 Clinker Raw meal粉, 微粉炭 輸送等に 使用되어 왔으나 수송거리가 짧고(보통 200~250m) 消費動力이 크며 磨耗가 심하기 때문에 앞으로 계속적인 각광을 받게되기는 어려울 것으로 내다보여진다. 즉 사양화단계에 접어들었다고 볼 수 있다.

그러나 現在 Kinyon pump는 연속수송이 가능한 有一한 實用的 方法이라는 點으로 인정받고 있으며 Screw-shaft의 回轉數를 增減시키므로서 比較的 간단히 수송을 제어할 수 있다는 長點을 가지고 있기 때문에 이를 통한 동력절감의 가능성은 남아있다.

또한 Kinyon의 “스크류” 회전동력은 “컴퓨터샤” 동력의 40~80% 가량이 必要한데 이 동력은 粉體를 高壓管 Nozzle入口까지 보내는데만 使用

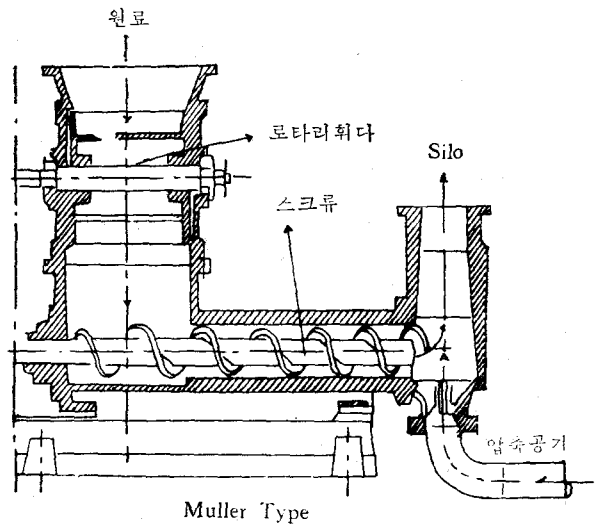
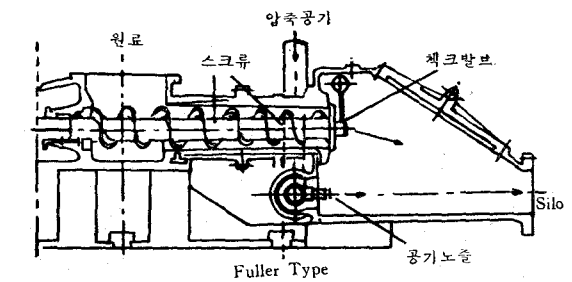


Fig 1. Kinyon pump

되는 것이므로 結局 수송장치까지 보내는데 必要한 Energy가 수송 Energy만큼 크다는 것을 알 수 있다.

Screw의 shaft는 shaft-shaking運動의 경향이 있기 때문에 粉體出口部分의 shaft 및 Blade의 磨耗도 극심하다.

3-2. Fluxo

混入裝置의 구조가 Kinyon과는 달리 Tank型의 容器(Blow-Tank)를 使用하여 이 容器內에 粉體를 충전한 후 密閉시킨다음 高壓 Air를 불어넣어 內部の 粉體를 Turbulence시켜 Air와 混合시킨 후 輸送管으로 보내는 方法을 보통 Blow-Tank式이라 한다.

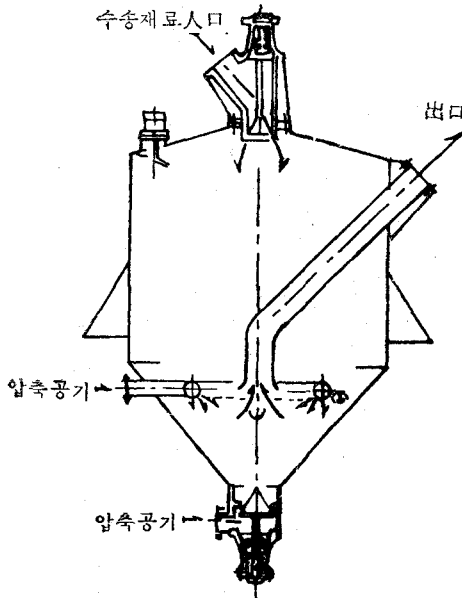


Fig 2 fluxo transportor

Fluxo, Cera, Pneumex 등이 바로 이것으로 Fluxo는 Denmark의 F. S. Smidth社에 依해 開發되었다.

內部구조는 Fig 2에서 보는 바와 같으며 Tank內 壓力變化 상황과 기 유동기구들은 “뉴맥스”와 유사하므로 다음에서 論하겠다.

3-3. Cera pump

Fig 3에서 보는바와 같이 Blow-Tank式의 하나로써 Polysius에 依해서 開發되었는데 Tank의 低部에서 불어넣는 高壓 Air의 힘으로 粉體를 輸

送管入口로 불어넣는 것으로서 수송관 入口, 즉 Nozzle部에는 濃度가 큰 粒體群이 통과하게 되기 때문에 별도로 2次空氣를 도입하여 수송관內 粉體濃度를 調節한다.

“세라”型은 Tank內의 粉體 Turbulence가 比較

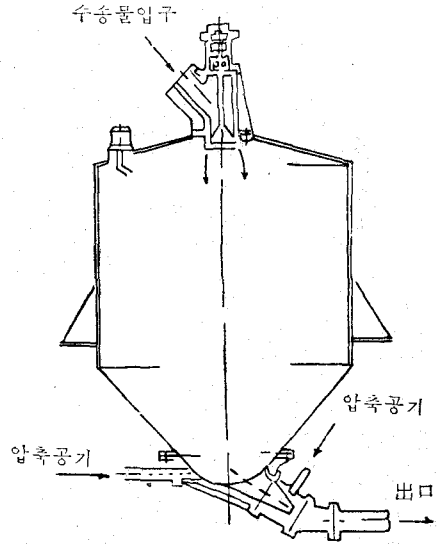


Fig 3 Cera Pump

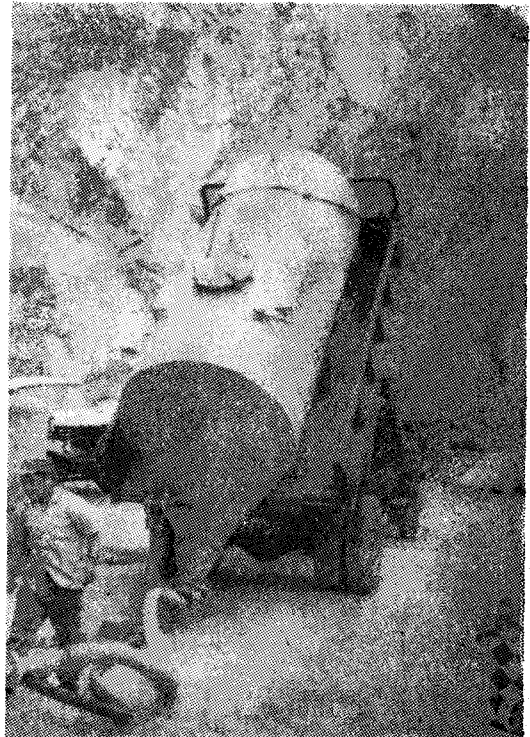


사진 : Cera pump(포타블型)특수 Hose를 통하여 Silo에 入庫

的 적고 空氣의 壓力 Energy는 그 大部分이 粉體수송에 使用되기 때문에 수송능력은 아주 크다 現在 最高 7atm까지의 高壓空氣가 使用되며 수송거리는 1000m 以上이다. 이 “세라 펌프”는 自動車에 固定장치하여 Bulk Cement를 수송하는데도 널리 쓰이고 있다.

Tank內 壓力 變化상태와 流動기구는 “뉴맥스”와 비슷하므로 다음은 참조하기 바란다.

3-4. Pneumex pump(現場 Case study)

比較的 最近 Polysius에 依해서 開發된 Blow-Tank型式을 取한 高壓, 장거리, 大量輸送 가능한 장치로서 그 특징은 다음과 같다.

(1) 大量을 장거리 수송할 수 있으며 1000t/h에 1500~2000m까지 수송가능하다.

(2) 취급 할 수 있는 모든 粉體와 粒體의 大部分을 수송시킬 수 있어 Dust狀에서 곡식류, 각종 鑛物質(저비중)粉 等に 이르기까지 광범위하여 지금까지 約 80종류의 粉粒體狀물질을 수송시험한 실적이 있음.

(3) 방사능 Cobalt 60(産業用 방사능 동위원소)을 채택하여 γ -Ray利用으로 完全自動化的 無人運轉.

(4) 수송 Energy가 적게 들므로 動力 소모가 적다는 點等으로 最近 각광을 받고 있다.

그러나 이와 反面에 금속磨耗가 병행되므로 이데결에 對하여는 계속 研究검토해야할 여지가 남아 있다.

最近 雙龍 東海工場에서는 이 Pneumex를 도

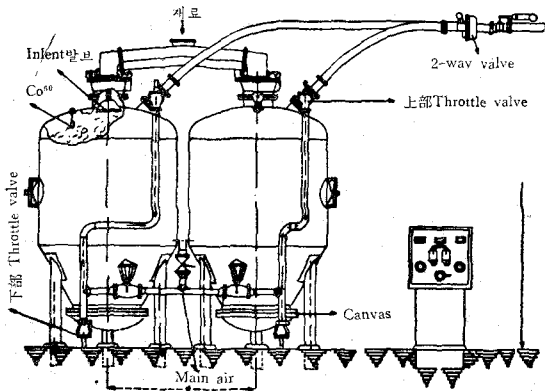


Fig 4 Pneumax pump

입하여 使用中에 있는바 여기서 수집한 資料에 依한 諸般특성과 部品磨耗에 對하여 검토한 case study를 考察해 보고져 한다.

3-4-1. 東海 “뉴맥스”의 규격(計算조건)

Type 10 S D	용량 : 95t/h
수송管직경 : 154mm(6B)	수직 50 수평 260 총 310m

※ 1Batch 19t 수송에 평균 12分 소요(실측치)

空氣 공급원 “콤푸렛사”

Type : 왕복형 I.H.I Joy-compressor

壓力 : 7kg/cm²G

Air Volume: 56m³/min by Suction Air volume

3-4-2. Tank內 壓力變壓

上記 東海 “뉴맥스”에서 拙者들에 依하여 調査된 Tank內 壓力 變化 曲線은 Fig 5와 같다.

이 “커브”는 結局 輸送에 必要한 Energy의 變化를 表示하는 것이기 때문에 수송량의 變化로 생각하여도 큰 差가 없다.

이 “커브”의 說明은 처음에 高壓空氣가 Tank內의 下部 Canvas를 通하여 流入되고 上部에도 Air가 공급되어 Tank內의 粉體는 Agitate되어 空氣와 함께 수송관 Nozzle로 들어가게 되며 따라서 수송관內도 Tank壓과 거의 같은 空氣 壓과 流速으로 變化하나 最初 얼마 간은 Conveying pipe의 始發部만 粉體로 되어 있고 管路의 大部分은 空氣만의 흐름으로 되어 있기 때문에 Pipe line의 全 저항은 별로 크지 않다.

그러나 粉體의 흐름이 점차 管內를 밀고 나가게 됨에 따라 저항이 증대되고 Tank內 壓力도 上昇된다. 따라서 이 粉體群이 점점 수송管路 全體에 충만하게 되면 管路의 저항은 最大로 되

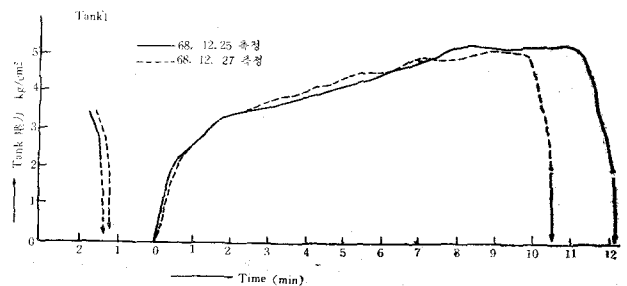


Fig. 5 Pneumex pump의 Tank壓力 變化線圖

고 Tank壓도 最高가 된다.

이러한 壓力上昇과 소멸 과정이 바로 fig 5의 plot된 壓力 特性 曲線이다. Tank의 最高壓은 Tank內의 粉體群의 거의 다 없어질 때까지 계속되기 때문에 管路의 體積에 比하여 Tank의 용량이 크면 클수록 最高壓 유지 時間이 오래 계속된다.

끝으로 Tank內의 粉體가 비게 되면 Pipe內는 空氣만의 흐름이 되는 고로 저항이 급격히 감소되어 결국은 壓力이 最低에 이르게 되며 이로써 1회(1Tank分)의 수송이 完了되었음을 의미한다.

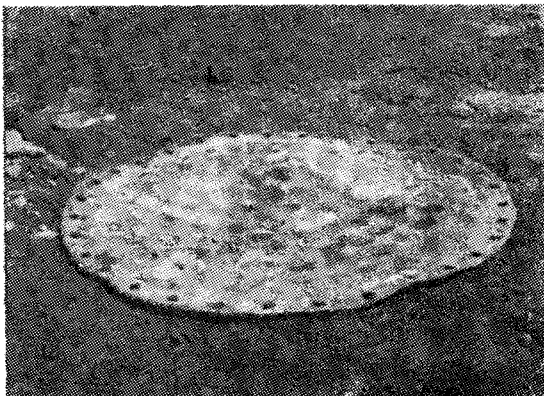
拙者들이 조사한 東海 뉴맥스는 1Batch(1Tank) 19t 수송에 대략 11.5分 정도 所要되었다.

3-4-3. 뉴맥스 部品の 磨耗

뉴맥스에서 部品の 磨耗 문제도 역시 一般 고압 공기 수송 장치에서 항상 發生되고 있는 현상 중의 하나로서 拙者들의 경험으로는 뉴맥스의 경우 Tank內 下部 Canvas의 磨耗와 수송管 中曲管部の 磨耗로 大別 시킬 수 있는데 이들에 對하여 살펴본 바는 다음과 같다.

a. Canvas磨耗

Canvas의 材質은 테트론과 면絲의 混合으로 짜여진 것인데 三菱 製공 Canvas는 그 自體 저항치가 350mmHg×400m³/m²/h의 것으로서 좀더 효율화 시키기 위하여 상기 저항치들 보다 낮은 저항치를 가진 Canvas로 代치하고 마모를 最少化 시키기 위해 Canvas 위에 特殊 장치를



사 진 : 뉴맥스 보수작업시 교환키 위해 빼 놓은 캔버스

재 질 : 테트론과 면의 混合
장항치 : 350mmHg×400m³/m²/h

고안 설치 하므로써 어느정도 수명 연장의 方法이 강구되었다.

b. 曲管部の 磨耗와 管徑검토

“뉴맥스”에서 Bend part 磨耗의 極少化를 위하여 拙者들은 다음과 같은 方向으로 수송 管徑의 확대를 검토해 본바 있는데 이는 現在의 실비(東海 뉴맥스 규격 참조)로서 수송 管徑을 키울 수 있는 最大 限界를 살펴 본 것으로서 수송관 내 수송물질의 속도를 늦추면 수송 時間의 지연이 發生되어 곤란하고 그 대신 Air와 Dust의 混合比를 낮추어 즉 風量을 증가시켜 Dust의 混度を 낮추므로써 管內 수송속도와 量은 變하지 않고 管의 磨耗 속도만을 현동량하에서 最大한 낮출수 있는 方向으로 살펴 본 것이다.

(1) 混合比

$$m = \frac{Gs}{Ga} = \frac{Gs}{Q \cdot r_a \cdot 12} = \frac{19 \times 10^3}{3.8 \cdot 1.2 \cdot 12} = 34.7$$

※ 여기서는 One Tank 19~20t 수송에 11~12分 수송되는 현운전상태를 가지고 한 단위로 함.

where

Gs...단위시간당 시멘트 수송량

Q...所要風量 m³/min

r_a...공기, 비중

(“뉴맥스” 및 Kinyon의 一般 混合比 범위 20~50)

(2) 所要風量

$$Q = K \cdot \frac{Gs}{m} = 13.9 \times \frac{90}{34.7} = 36 \text{ m}^3/\text{min}$$

where

K...상수 13.9

Gs...시간당수송량 90t/h

(뉴맥스 용량은 95t/h이나 보통 90t/h를 수송한다)

여기서 風量은 36±2m³/min범위로 추정되나 현재 Air공급량 조절장치인 Throttle Valve 開閉度로 살펴보아 이보다 적은 량의 Air가 사용되고 있을 것으로 豫想된다.

(3) 空氣速度

<理論式은>

粒子의 부유속도(Umg)를

$$Umg = \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{gd}{C} \cdot \frac{rs}{ra} \right)^{\frac{1}{2}}$$

다음 理論空氣速度(Ua)는

$$U_a = \left(\frac{m \cdot L \cdot g \cdot U_{mg}}{m \varphi^2 \left(1 + \frac{\lambda mL}{D}\right) + \varphi \left(1 + \frac{\lambda a L}{D}\right)} \right)^{\frac{1}{2}}$$

를 써서 計算케 되나 φ (공기속도와 분체속도의 비)는 上記 公式이 說明되어 있는 문헌(粉粒體의 空氣輸送)에서 fig Curve를 찾아 計算해야 하므로 여기서는 理論式에 依한 空氣速度 計算은 생략한다.

<실제 空氣速度>

주어진 條件을 利用하여

$$A = \frac{G_s}{m \cdot r_a \cdot u_a}$$

식을 바꾸면

$$\left(A = \frac{\pi}{4} D^2 \text{에서 } D = 154 \text{mm} \right)$$

$$U_a = \frac{G_s}{m \cdot r_a \cdot A} = \frac{19 \times 10^3}{34.7 \times 1.2 \times 0.0185 \cdot 720} = 34.4 \text{m/sec}$$

where

A...수송관 단면적(6B Pipe)

$$\frac{\pi}{4} D^2 = 0.0185 (\text{m}^2)$$

(4) 輸送物質의 速度(Cement+Air의 速度)

① min當 Air량은...36(m³/min)

② min當 Cement수송량은(One Tank 20t경우)

$$\left(\frac{20}{3.15} \right) \div 12 \text{分} = 0.529 (\text{m}^3/\text{min})$$

3.15...시멘트의 진비중

그러므로 Total 分當 수송량은

Air량 36m³/min

Cement량 0.529m³/min > 36.529m³/min

③ 수송물질(Cement+Air) 速度는

$$Q = A \cdot V \cdot 60$$

$$36.529 = 1.11 V$$

$$\therefore V = \frac{36.529}{1.11} = 32.9 \text{m/sec}$$

그러므로 粉體自體의 速度는 이보다 늦어 約

30~31m/sec가 될 것으로 豫想되며 따라서

速度比 φ 는

$$\varphi = \frac{30.0}{34.3} \approx 0.87$$

즉, 速度비는 0.85~0.90범위로 추정된다.

(Dust의 比重이 크므로(진비중 3.15) 速度비

가 높을 것임)

(5) 現容量下에서 最大管徑檢討

條件: 현재 콤퓨렛샤 Suction Volume 56m³/min에서 50m³/min까지 使用(여유 10%)한다고 본다.

① (Cement+Air)의 수송속도에 의한 計算 50m³/min경우 混合比 m 은

$$m = \frac{19}{50 \cdot 1.2 \cdot 12} = 26.4$$

故로 管徑은

$$Q = A \cdot V \cdot 60 \text{에서}$$

$$A = \frac{Q}{V \cdot 60} = \frac{50}{32.9 \times 60} = 0.0253 \text{m}^2$$

$$0.0253 \text{m}^2 = \frac{\pi}{4} D^2$$

$$D^2 = \frac{0.0253}{0.784} = 0.0323$$

$$\therefore D = \sqrt{0.0323} \approx 0.180 \text{m} = 180 \text{mm} (\approx 7B)$$

② 空氣速度 및 混合比로 부터의 計算(管徑)

$$A = \frac{\pi}{4} D^2 = \frac{G_s}{m r_a \cdot u_a}$$

$$= \frac{19 \times 10^3}{26.4 \times 12 \times 34.3 \times 12 \times 60} = \frac{19 \times 10^3}{7825}$$

$$= 0.0243 \text{m}^2$$

$$0.0243 = \frac{\pi}{4} D^2$$

$$D^2 = \frac{0.0243}{0.7840} = 0.0310$$

$$\therefore D = \sqrt{0.0310} = 0.176 \text{m} = 176 \text{mm} (\approx 7B)$$

①과 ② 計算을 通해보아 결국 176~180mm를

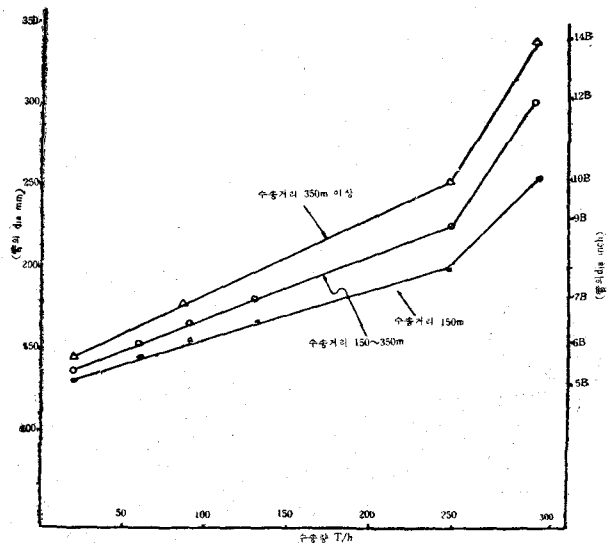


Fig. 6 Pneumax 수송량과 수송 Pipe dia 관계圖 (設計자료용 실험치)

키울수 있다는 결론인데 現在の 것이 154mm이므로

$$180 - 154 = 26(\text{mm})$$

내략 linch 정도를 키울수 있음.

(6) 수송관 曲管部の 곡률반경과 내경 관계

低速時 $R/D=5\sim 10$

高速時 $R/D=10\sim 15$

R : 곡률반경

D : 내 경

c. Schmelz Basalt Lining

앞의 b항에서 東海뉴맥스의 輸送管徑은 현용량하에서 約 1 Inch 정도는 더 키울수 있다는結論을 얻게 되었으나 결국 Air Volume을 더 많이 사용케되는 것으로서 動力소모의 증가를 뜻하는 것이다. 또한 管의 磨耗問題가 主로 曲管部에 集中되어 있다는 事實을 生覺할때 管徑의 확대보다는 曲管磨耗部에 單 특수窯業體(Ceramic Body)로 된 라이닝을 使用하므로써 이들 문제의 해결을 추구하게 되었는데, “특수라이닝”으로는 Schmelz Basalt Lining을 채택키로하여 현재 시공예정중에 있는바 이 특수 窯業體“라이닝”에 對하여는 工業材料로서의 위치를 고려하여 좀더 確實히 밝혀둘 必要가 있다.

(1) 開發

이 S. B(Schmelz Basalt)는 독일의 Schmelz Basalt werk kalenbon社에서 發明된 후 1927年以來 공급되기 始作한 것으로서 現在 독일은 約 1,000t/M의 生産능력을 갖고 있고 이들과 기술 제휴하고 있는 日本은 1964年부터 約 400t/M의 生産설비를 保有하여 아시아지역에 獨점 공급하고 있다.

(2) S.B의 제조와 특성

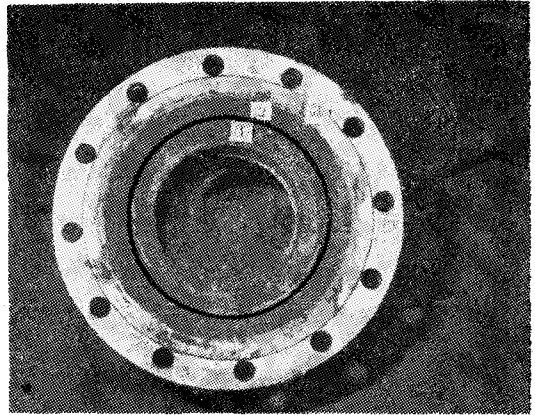
이 S.B라이닝의 主原料는 鹽基性 火山岩에 속하는 玄武岩으로서 이 主原料에 所定の 硬度和 韌性を 부여하기 위하여 特殊한 添加劑를 加하여 용융한 후에 主조한다음 다시 熱處理하여 結晶구조를 형성시킨다.

이 특수 窯業體의 耐磨耗性은 輝石의 量과 結晶구조에 따르는 것으로서 그 결정 조직이 매우 치밀하기 때문에 diamond cutter에 依해서 절단된다.

또한 제조 과정중 溶融時의 S.B는 그 粘度가

사진 : Schmelz Basalt “라이닝”을 시공한 曲管部

- ①...S.B “라이닝”
- ②...“몰탈”(시멘트 몰탈)
- ③...“후렌”지부



높기 때문에 길이가 200mm를 초과하는 圓筒은 成型에 곤란하며 完제품도 內部표면의 1.0~1.5 mm程度의 두께는 主組成과는 다른 glass質의 弱한 組成으로 형성되어 있으므로 內部표면에서 1.5mm 두께정도는 短時間內에 磨耗되어 버리고 그다음 部分부터 특성을 발휘하게 된다.

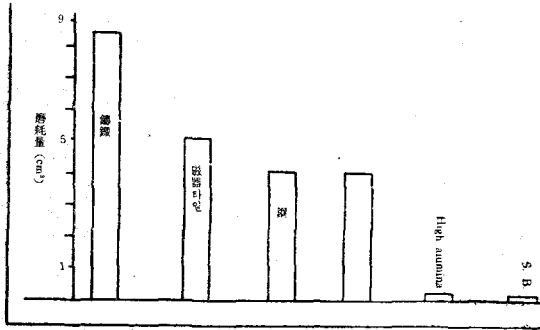
또한 曲管部에서의 流體흐름은 충격마찰을 격

별표 S.B.의 一般的 성질

항	목	Schmelz Basalt
Hardness (Sohr)		87~100
압 축 강 도(kg/cm ²)		2,000이상
비 중		2.9
흡 수 율		0.1—
軟 化 點(°C)		1197
線 팽 창 계 수		0.11×10^{-4}
熱 전 도 율		(at 250°C) 0.700
(Kcal/m hr °C)		(at 450°C) 0.946
전기 절 연 저항		$10^{13} \sim 10^{15} \Omega \text{cm}$
化 學 成 分	SiO ₂	47.18
	Al ₂ O ₃	14.49
	Fe ₂ O ₃	10.17
	FeO	5.29
	TiO ₂	0.94
	CaO	8.17
	MgO	10.19
	MnO	0.37
Na ₂ O K ₂ O	3.45	
礦 物 組 成		輝 石

별표 耐磨耗性 比較

(一定 條件下에서 一定시간 동안 Test해본 시험치)



화시켜 이로인한 Turbulance의 영향이 曲管部가 끝난 직후의 2~4m部까지의 직관부까지 磨耗를 일으키므로 曲管部 직후의 直管部도 2~4m程度를 연장 “라이닝” 해야한다.

이 S.B의 物理, 化學的 性能특성과 磨耗量비교는 別表에 정리된바와 같다.

(3) S.B의 사용처

이 S.B의 용도는 매우 다양하여 岩石, 鑛石, Sand lime stone, Bauxite, Coal, Cement, Clinker 등을 수송하는 장치중 특히 磨耗가 심한 部分에 라이닝으로 쓰인다. 즉 Hopper, Chute, Screw conveyor casing, Flow conveyer casing, Pipe elbow, Cyclone內部, drum mill內部 鐵製라이나의 代用 등 광범위하게 쓰여지고 있으며 통상 安全使用溫度는 350°C까지이나 급격한 溫度變化가 없는한 600°C까지도 무방한 것으로 알려져 있다.

3-5. Injection feeder

Fig 7에서와 같이 nozzle에서 高壓空氣를 噴出시켜 粉體供給部단을 負壓으로한 壓送式 空氣輸送式方法을 Injection feeder라하는데 이는 高壓空氣를 使用한 低速輸送裝置의 一種이라 Air噴出用 nozzle에서의 空氣壓은 1~2氣壓 程度가 適當하다 輸送 Energy는 噴出空氣速度 Energy가 靜壓으로 變換된 것을 使用하는 것이므로 利用可能한 壓力은 400~600mmAq程度가 最高가 되기 때문에 空氣輸送으로써는 低壓壓送에 屬한다. 따라서 輸送距離도 짧아 水平管으로 50m 以下밖에 不되며 混合比도 普通 $m < 5$ 程度밖에 不되나 短

距離의 경우는 $m \approx 10$ 까지 可能한 것으로 알려져 있다.

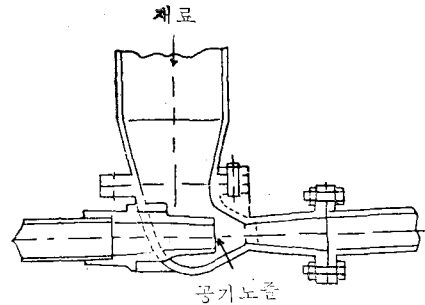


Fig 7 Injection feeder

3-6. Pneumatic elevator (Air lifter)

역시 Injection feeder와 같이 壓縮空氣를 利用한 空氣輸送 低速裝置으로써 構造는 Fig 8에서 보는바와 같은 型態이라 混合管內에서의 氣流上昇速度는 낮아서 普通 粉體의 浮遊速度 程度이다.

粉體混入部는 供給-탱크의 粉體에 의해서 維持되는 壓力단이 大氣보다높고 이 壓力增加分이 바로 粉體를 垂直上昇시키는 Energy으로써 使用된다. 垂直上昇管에서는 粉體와 空氣가 같은 型態로 混合되어 一種의 流動層과 비슷한 狀態로 되어 上昇되며 管內의 Turbulance (agitation)로 인한 部分的인 速度變動에 의해서 管內部에서 粉體의 落下가 防止된다. 그러므로 空氣와 混合時 浮遊狀態가 되기 쉬운 微粉의 垂直輸送에 適當한데 (水平輸送은 不可), 當初 開發 初期에는 混合比 10程度에서 上昇높이 30m程度였다. 이 輸送法의 原理는 氣泡 Pump와 비슷하여 上昇管內의 混合比의 比重量에 의한 靜壓이 供給-탱크內의 粉體에 의해서 維持되고 있는 空氣壓과 同等한 높이까지 上昇이 可能하다. 따라서 混合비가 크고 速度가 빠를수록 그 上昇높이는 낮아진다.

最近 Polysius社에서 더욱 이를 開發시켜 시멘트工業에 利用되기 始作하였으며 유럽에는 이미 많이 普及되었고, 國內에서도 一部 新設시멘트工場에 普及되기 始作했다. 특히 시멘트工業에서는 종래까지는 原料싸이로에서 Suspension-Preheater上部의 原料投入口까지 Raw-Meal輸送用으로 Kinyon-Pump나 Bucket-elevator 등을 使

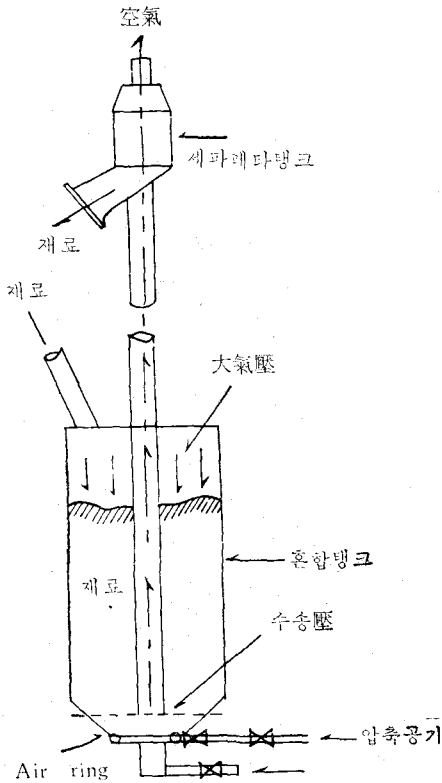


Fig. 8 Pneumatic Elevator (or Air Lifter)

用해 왔으나, 이 Pneumatic-elevator를 利用하므
로서 이들 裝置에 代置品으로 등장하고 있는 것
으로 보여진다. Pneumatic-elevator의 垂直上昇
높이는 最近開發에 따라 90m(豫熱器의 높이는
보통 70~80m)까지는 無難히 上昇시킬 수 있게
되었기 때문이다

3-7. 二重管輸送裝置

數年間 독일 “카레스”社에서 低速 高濃度 輸送
方法으로 開發시킨 것이다.

이는 輸送管內部에 다 輸送管 管徑의 1/3~1/5
程度의 空氣管에 여러개의 구멍을 뚫어 管을 裝
置(Fig 9 參照)한 것으로서 여기에 그 氣壓程度의
壓縮空氣를 通過시켜 粉體를 輸送시키도록 設計
된 裝置이다.

混入機는 Cera-pump와 같고 密閉“탱크” 低部
에서 粉體를 壓縮空氣로 밀어 輸送管에 送入한
다. 管內空氣速度는 10~13m/sec程度이며 混合比
는 매우 높아 50~110範圍의 高濃度이다. 이 方法

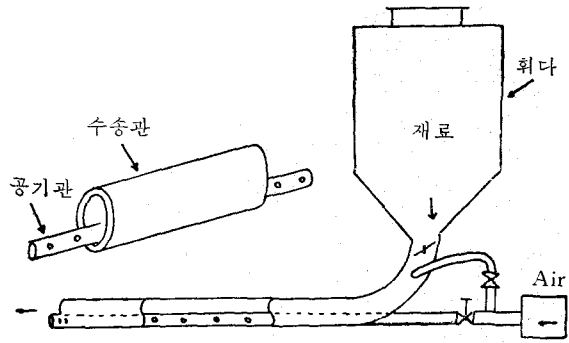


Fig. 9 dual Pipe Type Conveying System.

의 特徵을 살펴보면,

(1) 輸送速度가 느리기 때문에 粉粒體粒子的
破碎가 적고 金屬磨耗가 매우 적다.

(2) 輸送空氣量이 적기때문에 動力消耗量이 적
다.

(3) 高混合比 輸送이므로 輸送管徑을 적게할
수 있다.

(4) 輸送管이 Clogging되는 경우가 전연없고
따라서 管에 輸送物質이 積차 있을 경우에도 起
動이 可能하다.

(5) 附着水分이 있는 物質이나 脂肪分이 많은
粉粒體도 輸送이 可能하다는 點等이다.

現在까지는 容量面으로 큰 것이 없고 max 30
t/h까지의 實績이 있으나 아직 完全한 實用단계
는 들어가 있지 못하고 더욱 시멘트工業에서 使
用된 實績은 없다.

3-8. 吸引式 輸送裝置

이 裝置는 輸送管內 空氣壓力이 大氣壓 以下
인 것으로서 眞空式輸送이라고도 한다. 따라서
管內壓力變化狀態도 Blowtank type과는 正反對
가 된다(Fig. 10 參照).

이 裝置의 特徵과 問題點을 要約하여 보면,

(1) 여러 곳의 粉粒體 物件을 한곳으로 集約
輸送時 利用된다.

(2) 壓送式으로는 混入機가 設置되기 어려운
경우에도 適用可能하다.

(3) 粉粒體의 投入口는 開放된 狀態가 좋으며
追加投入하여 輸送을 繼續할 수 있다.

(4) 粉粒體中에 眞空 Pump의 油分이나 drain
水分等이 混入될 수 없어서 좋다.

(5) 壓送式에 比하여 輸送完了後 粉體와 空氣

를 分離시킬때 이 分離器의 構造가 複雜하다.

(6) 壓送式에 比하여 輸送量, 輸送距離의 制限을 받는다.

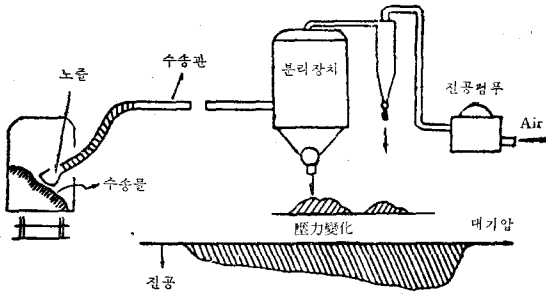


Fig. 10 흡인식 수송장치 설명圖

4. 輸送管内 流動機構와 諸般事項의 考察

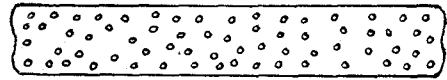
空氣에 依한 粉體輸送裝置에선 앞서서도 언급한 바와 같이 開發단계에 있기 때문에 아직도 確實히 밝혀지지 않는 點이 무척 많으며 結局 메이카의 研究室이나 Pilot Plant에서 이러한 原理를 導入, 實驗해본 裝置가 成功하고 實用化가 可能해질때 Scale-up이 되어 普及되게 되는 것이고 具體적인 理論式等은 그 後에 追加되는 경우가 많다.

여기서 말하려는 流動機構等은 Blow-tank type의 경우를 中心으로 살펴본 內容이다.

4-1. 管内의 粒子流動

도대체 粉자들이 어떻게 管内에서 運搬되고 있는 것인지 이 方面의 研究가 아직도 未完成狀態이므로 確實히 알려지지 않고 있으나 水平管의 경우 粒子의 數가 적고 速度가 작을때에는 대체로 管壁을 따라 굴러가고 速度가 어느程度 빨라지면 跳躍하면서 運搬되고 다시 增大되면 跳躍의 距離가 길어져 飛躍하면서 運搬된다고 生覺된다. 이러한 管内輸送狀態를 粒子群의 運動에 依해 크게 나누면 大略 Fig 11과 같은 5개의 流動樣狀으로 分類할수가 있다. 이러한 管内 粒子流動에 對해서는 未確認 理論式이 나와있는데, 여기서 式의 展開는 省略키로 하고 興味있는 分은 나중에 소개하는 參考文獻들을 보기 바

란다.



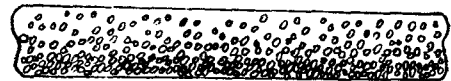
(a) 均一流 (D.F.)



(c) 疏密流 (G.F.)



(d) 集團流 (P.F.)



(e) 部分流 (P.F.)

Fig. 11 수송관내의 粒體 流動상태

4-2. 탱크壓력과 輸送量과의 關係

탱크의 壓力이 커지게 되면 内部的 粉體 turbulence(agitation)가 甚하게 되고, 따라서 混合比도 增加하게 되며 이와 더불어 輸送量의 增加도 어느程度까지는 增大한다. 그러나 以上の 모든 增大狀態는 어느 限界를 가지고 있는 것이며 反對로 탱크壓력이 지나치게 높으면 탱크内の 空氣量은

$$G_a = \gamma_a \cdot Q_a = Q_a \frac{P}{RT}$$

의 關係에서 壓力에 比例하여 增加하기 때문에 混合比 m은 壓力에 反比例하여 적어진다.

이와 同時에 Air供給 nozzle에서의 空氣噴出 速度도 빠르게 되므로 周圍粉體의 送入速度도 빨라지게 되는데 바로 이때 탱크上部쪽에 있는 粉體의 落下供給이 맞지 않게 되면 補給이 均衡을 잃게 되어 混合比도 減小되는 것으로 추측된

다.

4-3. 탱크용량과 물질충진률의 영향

Fig 12와 Fig 13은 “탱크”의 용량이 0.087m³인 소형 Blow-tank인 Pilot장치에서 그 용량을 0.05~0.13m³로變更시키고 이에 따라 충전률도變化시켜 가면서, 實驗해본 結果이다. 따라서 混合比는 “탱크”의 용량과 충전률에 比例하여 變한다는 것을 알 수 있으며 輸送量도 탱크용량에 比例하여 增加되는 傾向이 있는데 그 程度는 탱크의 壓力과 反比例한다. 이는 “탱크”內의 turbulence(agitation)가 壓力에 比例한다고 生覺될 때 壓力이 클수록 turbulence(agitation)가 充分하여서 輸送量이 크고 “탱크”용량에는 거이 相關없게 된

Fig. 12 탱크용량과 분체수송량의 관계

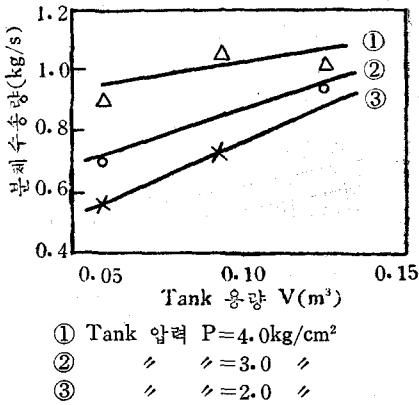
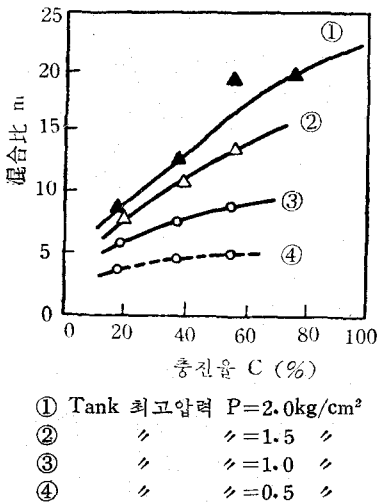


Fig. 13 粉體충진율과 混合比의 관계

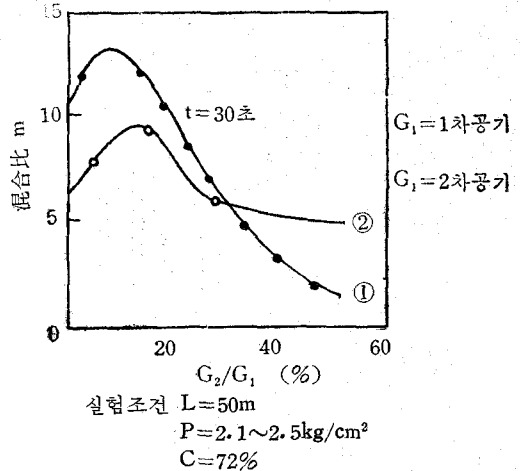


다. 反對로 壓力이 작은 경우 turbulence(agitation)의 影響이 적게되는고로 主로 粉體壓等 때문에 輸送量이 增加된다고 生覺된다.

4-4. Agitating Air量(二次空氣量)의 比率

Blow-tank type中 fluxo의 경우를 들어 說明해 본다면 이 “탱크”胴體의 中央部에서 Air를 불어주는 turbulence用 空氣를 2次空氣라 하고, “탱크”低部 Nozzle에서 나오는 Air를 1次空氣라 하는데, 이들의 比率이 混合比에 어떠한 影響을 주고 있는가를 Pilot장치에서 調査한 것이 Fig. 14이다. 이 調査에서는 탱크壓力 2.1~2.5 atm 충전率 72%도 一定하게 唯持하고, 2次 空氣量만을 0~100%까지 變化시켰을 경우의 1,2次 空氣量比와 平均混合比와의 關係를 나타내고 있다. Fig. 14

Fig 14 2次공기와 混合比의 관계



에서 보는바와 같이 2次 空氣量이 지나치게 적으면, agitating의 不足으로 混合比가 적어지며 反對로 20% 以上이면 agitating(turbulence)이 지나쳐 粉體는 “탱크” 上部쪽으로 올라와 集中되므로 Nozzle 附近의 粉體量이 적어지게 되어, 混合比는 다시 작아지게 된다. 따라서 本實驗의 結果로써는 Fig. 14에서 보는바와 같이 2次 空氣量이 全空氣量의 10~15%일때가 混合比가 最大가 될을 알 수 있다(Fig. 14中 線 2).

4-5. “탱크”內 Nozzle의 位置(높이와 直徑關係)

Blow-tank內에서 1次 空氣를 噴出하는 Nozzle (d)로부터 輸送管 Nozzle(D)까지의 距離(H)와

輸送管 Nozzle의 直徑(D)사이와는 어떠한 比例關係가 成立하고 있다고 볼 수 있다. Fig 15는 各種條件을 一定하게 維持한 狀態에서 H와 D와의 關係를 살펴본 曲線인데, 이 實驗 結果에 의하면 $H/d \cong 1$ 附近이 混合比가 最大로 되고, H가 1보다 커도 或은 작아도 混合比는 減少한다는 結論을 얻었다.

또한 이 경우 $D > d$ 인고로 H가 작을 때는 Nozzle에서의 1次 空氣가 直接 輸送管 Nozzle에 流入되고, 粉體가 混合되는 機會가 적어지게 된다.

또한 H가 $H > d$ 일때는 兩者의 距離가 지나치게 떨어져 있기 때문에 Air Nozzle로부터의 1次 空氣는 그大部分이 輸送管 Nozzle을 벗어나서 탱크내의 粉體를 turbulence(agitating)시켜 粉體를 탱크위쪽으로 불어올려버리는 作用을 하게 되므로 이때의 混合比는 H가 커질에 따라 점차로 減少된다고 生覺된다. fig 16은 위에서 말한바와는 反對로 Nozzle에서의 輸送管入口까지의 距離 H를 一定($H=0.5d$)하게 維持하고, 이때 空氣 Nozzle과 輸送管 Nozzle과의 直徑比 D/d 를 變化시켰을 경우의 混合比變化狀態를 實驗해본 結果 이 경우도 $D/d \cong 1$ 附近에서 平均混合比가 最大가 되고, $1 < D/d$ 의 경우엔 粉體가 混入되는 機會가 적어진다. 또한 D가 $1 > D/d$ 의 경우엔 1次 空氣가 粉體 turbulence(agitation)에 使用되어 버리므로

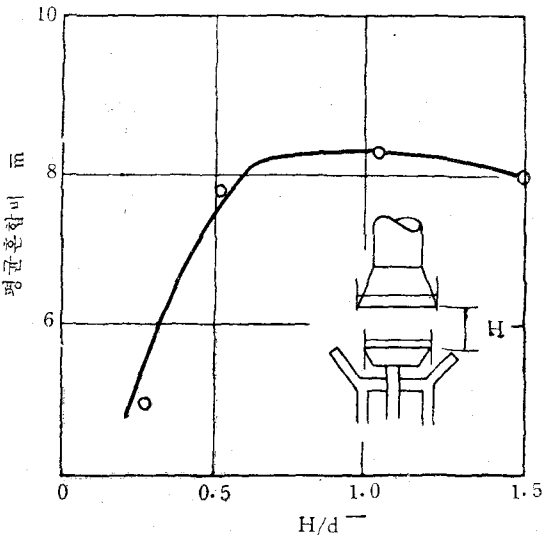


Fig. 15 Nozzle의 높이와 混合比의 관계

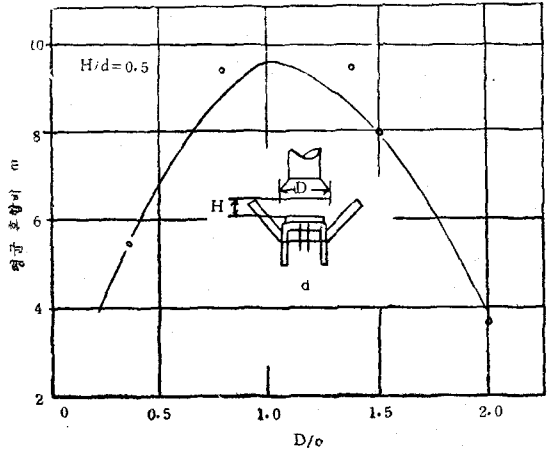


Fig. 16 Nozzle의 직경比와 混合比의 관계

역시 混合比는 減少한다.

이러한 實驗結果로 살펴보면, 結局 탱크內의 最大混合比를 形成키 위해서는 各部에 一定한 Scale比가 存在해 있다는 것이 分明하며 그 값은 탱크의 型狀, 容量, 充塡率等에 의해서 달라진다는 것을 알 수 있다.

4-6. 輸送管徑의 저항과 壓力損失

탱크內에서 壓出된 空氣와 粉體의 混合粒子群은 輸送管에 흘러 目的地까지 보내지는데, 이때 管의 直徑, 길이 및 曲線部(Bend Part)의 수효等에 따른 管路의 저항을 받게된 것은 當然한 일이다.

따라서 탱크內의 壓力와 turbulence(agitating) 狀態가 變化함에 따라서 輸送量도 變하고 있다고 生覺할 수 있다.

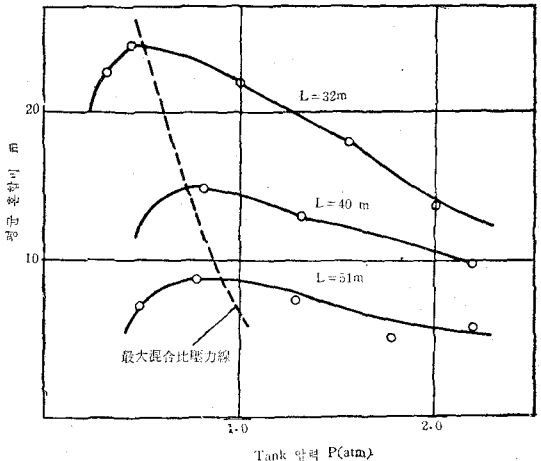


Fig. 17 Tank壓力 P와 平均 : 混合比 \bar{m} 와의 관계

Fig 17은 Pilot裝置의 實驗値로써 最大混合比의 壓力은 管의 長이가 長수록 조금씩 커지고 있음을 나타내고 있다. 輸送管內에서의 壓力損失은 空氣自體에 의해서 생기는 壓力損失과 粉體에 의한 壓力損失을 別度로 하여 求하게 되는데 高壓輸送時의 경우는 普通 다음과 같은 式이 使用된다.

① 空氣管의 壓力損失; ΔP_a

$$P_a = \lambda_a \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{\gamma_a}{2g} \cdot U_a^2 (kg/m^2)$$

λ_a ; 管磨察係數(普通 0.027)

L; 輸送管長이(m)

D; 輸送管徑(m)

g; 9.8m/sec

U_a ; 空氣速度(m/sec)

γ_a ; 空氣比重

② 加速損失; ΔP_{ac}

$$\Delta P_{ac} = (c+m) \cdot \frac{\gamma_a}{2g} \cdot U_a^2 (kg/m^2)$$

c; 粉體의 供給方法에 따른 定數(1~10 範圍)

m; 混合比

③ 輸送管中の 定常輸送時의 壓損; ΔP_m

$$\Delta P_m = \alpha \cdot \Delta P_a (kg/m^2)$$

α ; 粉體의 物理的 性質 管의 경사, 角度, 內徑, 空氣速度等에 따라 다르지만 同一種 粉體, 同一管의 경우에는 普通 混合比와 定比列한다.

故로 全壓力損失은 (ΔP)

$$\Delta P = \Delta P_a + \Delta P_{ac} + \Delta P_m$$

以上の 數值들은 모두 實驗的으로 求한 正確한 데이터를 使用하므로써 보다 確實한 計算結果를 얻을 수 있다.

5. 各種輸送裝置의 使用實績과 綜合的 比較 調査

5-1

他種類機械의 水송장치와 空氣輸送裝置의 特長比較

항 목	장 치	空 氣 輸 送	벨트콘베아	체인콘베아	스크류콘베아	바퀴에레베타
수 송 물 의 飛 散		없 음	있 음	있 음	있 음	있 음
異 物 混 入 과 汚 損		없 음	있 음	없 음	없 음	없 음
輸 送 物 의 自 由 輸 送 路		없 음	없 음	있 음	있 음	있 음
輸 送 路		自 由	직 선 적	직 선 적	직 선 적	직 선 적
카 브		自 由	곤 란	곤 란	곤 란	不 可
傾 斜 水 送		自 由	경 사 도 제 한	구 조 복 잡	可 能	可 能
水 送 路 斷 面		小	大	大	大	大
水송물의최고온도°C		600	50	150	150	150
補 修		용 이 함	비 교 적 적 음	全 面 的	全 面 的	바 켓 체 인
水송물의 最大粒徑mm		30	物別한 제한 없 음	50	50	50
最 大 水 送 거 리 m		2,000	8,000	150	50	30
설 비 비 와 동 력 비		(一例로서 아무거나 10t/h를 500m 수송할 경우를 계산으로 함)				
동 력 kw		150	25	45	—	—
동 력 비 교		100	16.7	30	—	—
균 액 비 교		※ 總合적으로 살펴보면 공기수송쪽이 싸다.				

5-2

Kinyon Pump의 性能 比較

수 송 량 (T/h)	회 전 수 (r.p.m.)	驅 動 動 力 KW(HP)	수 송 管 徑 (mm)	모타를 포함한 大략치수(mm)			콤투렛사동력 KW(HP)
				길 이	폭	높 이	
10	900	22(30)	80	3,800	800	900	30(40)
	1,000						
20	900	30(40)	90	4,000	900	950	45(60)
	1,000						

30	900	37(50)	100	4,300	1,000	1,100	75(100)
	1,000						
50	900	45(60)	140	4,800	1,200	1,300	110(150)
	1,000						

概略寸法(含電動機) mm

5-3

예를들어 살펴본 輸送方式의 經濟比較

			高 壓 壓 送 式			低 壓 壓 送 式			吸 引 式		
수	송	량 t/h	10	10	10	10	10	10	10	10	10
수	송	거 리 m	30	150	300	30	150	300	30	150	300
수	송	관 徑 B	2	2.5	3	4	7	10	4	8	10
콰	루	렛 샤	왕복형 압축기			fluxo			fluxo		
동		력 kW	19	30	37	11	30	45	15	37	60
동		력 比 ※	146	100	100	100	107	127	131	130	167

(注) ※ 動力比는 다른방식의 同一한 수송거리 것과의 比를 나타낸 것임.

5-4

空氣輸送裝置의 使用실적조사와 主要부분스펙크

型式	輸送物	輸送量 t/h	混入機	輸 送 管				分 離 裝 置		콰 루 렛 샤			혼합비 m	動力消費率 K = $\frac{HP}{t/h \times L}$	
				직경 D in	수평 Lh m	수직 H m	총계 L m	分 離	排 出	명 칭	馬力 HP	壓力 mm Hg			風量 Nm ³ /min
吸 引 式	穀 類	80	흡입노즐	6	18	15	33	사이크론	Turbo	450	-300	250	3.6	0.212	
	粉 炭	100	〃	7	22	10	32	〃	Kinyon	300	-300	133	8.9	0.095	
	消 石 灰	40	〃	6	4	7.5	12	〃	—	100	-250	83	6.8	0.218	
	2~3	〃	3	—	7	20	〃	Root Blow	10	-150	9.8	4.2	0.167		
壓 送 式	로 시 멘 트	7	로타리발브	2	—	7	25	〃	직접 silo 왕 복 형	50	2기압	13.5	7.2	0.286	
	〃	12	〃	2.5	—	7	30	〃	〃	75	〃	15.8	10.5	0.208	
	流 安	2	〃	3	8	95	112	〃	〃	15	100	10.8	2.6	0.067	
	Acetate	5	〃	7	210	13	223	〃	Root Blower	68	0.6 기압	25.5	2.3	0.062	
送 入 式	키 시 멘 트	15	키니온콰루	5	336	110	436	Bag Filter	〃	왕 복 형	100	7기압	16.4	37.5	0.025
	〃	19	〃	4	58	16	74	〃	〃	50	〃	8	20.8	0.089	
	〃	40	〃	5	75	24	100	〃	〃	87	〃	14.9	33.7	0.034	
	微 粉 炭	20	〃	5	160	12	174	사이크론 2단	〃	〃	100	〃	12.5	12.7	0.046
送 入 式	후 시 멘 트	50	후락스탱크	6	80	24	140	Bag Filter	〃	〃	200	〃	33.4	20.8	0.029
	fly ash	15	〃	3.5	80	20	110	〃	〃	100	〃	15.8	13.2	0.061	
	Alumina	6	〃	4~5	463	18	503	〃	〃	150	〃	21.4	3.9	0.050	
	〃	25	〃	5	200	30	250	〃	〃	100	〃	14.5	20	0.017	
送 入 式	fly ash	7	세 라 탱 크	3.5		7	475	사이크론	〃	〃	100	〃	16.4	5.9	0.030
	〃	12	〃	4.5		7	600	〃	〃	100	〃	15.8	10.5	0.014	
送 入 式	뉴 시 멘 트	60	뉴맥스탱크	6	130	55	185	Bag filter	〃	〃	165	4기압	30	32.0	0.0148
	〃	95	〃	6	260	50	310	〃	〃	311	7기압	42	34.7	0.0105	
	〃	250	〃	8.9.10	500	55	555	〃	〃	1,000	9 〃	140	31.6	0.0072	
	〃	250	〃	8.9	280	55	335	〃	〃	725	7 〃	107	38.6	0.0087	

6. 結 論

高壓空氣輸送에 대하여 大略 살펴본 結果, 現在의 高壓輸送의 開發方向은 高濃度 및 低速化로 特徵지어지게 되는 추세인데 管內의 粒子舉動이 지금까지의 狀況처럼 浮遊狀態에서의 高壓이 아니고 集體狀이 되어 Sliding-conveying으로 變하게 하는 傾向이다.

따라서 이들을 要約하면

(1) 粒子群을 輸送하는 Energy는 粒子에 作用하는 空氣의 저항력이 아니고 管路를 막는 集團의 前後에 생기는 空氣의 壓力差이다.

(2) 高壓輸送管 안으로 粒子群을 連續적으로 供給할 수 있는 저렴한 動力消耗裝置, 즉 이러한 條件을 滿足시킬 수 있는 混入機의 開發이 要求된다.

(3) 現在보다 經濟성이 더욱 養好한 連續輸送式의 裝置開發로 보다 小型化, 簡略化, 能率化시킬 것이 要望된다.

(4) 粉體輸送을 目的으로 壓縮空氣, 輸送裝置

를 擇하려는 경우에는 輸送物質의 種類 輸送距離 輸送物의 特性, 輸送位置, 動力消耗狀況, 人員, 保守, 唯持事項等を 綜合적으로 調查하여 經濟적인 바탕을 充分히 考慮하는 技術檢討가 必要하다.

Reference

- (1) 上滝具貞; 粉粒體의 高壓輸送, 火力發電 Vol.18 No.10 907 914 (1967)
- (2) 上滝具貞; 粉粒體의 空氣輸送, 機械の研究第20卷 第5號 689 696 (1968)
- (3) J.H. JONES & W.G. BRAUN; Estimation of pressure drop for Vertical pneumatic Transport of Solids, AIChE Journal 608 611 (1967)
- (4) 南宮寔; 化學機械設計原論, 77, 78 (1965)
- (5) Von H, Maier; Zement-Kalk-Gips, Nr 1/Januar 1968
- (6) 西岡富士夫, 上滝具貞; 粉粒體의 空氣輸送(1967)
- (7) 粉粒體供給裝置委員會編; 粉粒體의 貯槽と供給裝置(1967)

토막소식

Cement 空氣輸送을 爲한 新裝置

Cement & Line Manufacture

壓축 공기로 Pipe 中에 Cement 등을 輸送하는 경우 어떻게하면 系內에 粉體를 送達하느냐 다시말해서 Pumping의 問題가 重要하지만 [連續적으로 이와같은 것을 행하는 새로운 機械가 最近 英國에서 開發되었다.

“Zero-Clearance Airlook Feeder”라고 불리는 이裝置는 圓筒狀이며 그중에 6個의 “포 킬”을 가진 “로-타”가 回轉한다. Spring 으로 保持되어있는 Blade의 動作에 依하여 豫想되는 差壓에 對하여 充分한 “시-루”가 可能하다. 이 Blade는 本體보다도 연한 材質로 되어 있기 때문에 定期的으로 交換이 必要한

것이다.

따라서 經費面에서도 대체로 싼 便이며 로 타의 回轉速度는 粉體의 摩耗力에도 影響을 받으나 7.5~30rpm이다. 本裝置의 能力은 1 回轉에 對하여 0.15~12ft³이다.

本裝置는 火力發電所에서 돌가루 같은 먼지 들을 處理하기 위하여 使用되었지만 現在 40 t/h의 速度로 mill로부터 Cement를 輸送하기 위해서 使用하고자 하고있는데 이런경우에 Cement는 Gage 壓 20psi로 6inch 管속을 通過한다.