空気コンベヤに依る石灰窒素の輸送に就て

(昭和 9 年 9 月 12 日 第 259 回機械学会講演會に於て講演)

准員 世 良 隆 二⁽¹⁾

On the Transportation of Powdered Calcium Cyanide by a Pneumatic Conveyor

By Takeji SERA, Associate Member

摘 要

スミス社製フラックソー・トランスポーターを使用し、乾燥窒素ガスの密閉循環式に依る石灰窒素の輸送設備並に輸送機の構造及び機能を述べ、従来の輸送機との経済的比較をなす。

1. 緒 言

輓近各工業方面に於て、勞力節約の聲が高くなり、各工場における原料や製品の輸送設備は、著しく機械化され、同時に多量生産のため、工場設備は非常に大規模となつた結果、最早従来のエレベータやコンベヤ等の輸送機のみでは、到底満足出來ず、近來は空気コンベヤが著しく進歩して盛んに各方面で使用されるに至つた。この空気コンベヤは、衆知の

2. 空気コンベヤ採用の動機

總ての肥料は施肥の時期があつて、この石灰窒素肥料も主として春秋二期に用ひらるゝ關係上、不需要期の生産量、即ち 1 ケ年生産量の約 60% は貯藏せねばならぬ。従來は未製品の儘、塊狀にて貯藏し、又は製品として包裝したものを貯藏し居たが、塊狀貯藏は、大氣と絶縁した密閉式取扱ひが不可能で、前述の如く大氣中の濕氣に依つて、損失を招く

第 1 圖

如く、粉末を圧縮空気にて、流體の状態に於て、管中を圧送する装置にして、セメント工場方面に於て最も多く使用される。然し何れもこの圧縮ガスは大氣を圧縮したるものを用ひて、何等差支へ無く輸送し居るも、この石灰窒素にあつては、大氣中の僅かな濕氣も、折角石灰窒素中に固定したる窒素分を、アンモニアガスとして失はしめ、成分の低下を來さしむるばかりでなく、元來石灰窒素は、炭火物の變成品にして、その中に幾分の炭火物の殘留は免れず、これが亦濕氣と反應して、アセチレンガスを發生し、空氣中の酸素の存在に依つて、恐るべき爆發を誘起するから、石灰窒素の輸送には、濕氣ある空氣は勿論、酸素の存在をも許されず、これ等のために空気コンベヤに依り石灰窒素を最も安全に且經濟的に輸送するには特別の研究と設計を要する。

第 2 圖

のみならず取扱ひが非常に不便である。又包裝品のまゝ貯藏する事は、一見積出の際大變都合の様であるが包裝費の金利や包裝の損傷を招くのみならず、廣い貯藏場所を要する缺點があり。これ等のため、石灰窒素の不需要期間の貯藏は粉末の儘密閉式タンクに入れ置くことが最も得策である。然るに我が工場 1 ケ年間の石灰窒素生産量は 6~7 萬 t に達し到底 500~1,000 t の小タンクにては間に合はず、先づ試みに 4,000 t 入の貯藏槽 1 基を製作した。然るに將來この 3~4 萬 t の貯藏品に相當する貯藏槽を建設する時は、輸送距離は 100 m 以上、高さ 21 m 以上に及び、従来のバケツ・エレベータやコンベヤにては、非常なる設備の複雑化と、莫大なる經費を要するに到るべく、茲に於て石灰窒素の輸送は空気コンベヤに依る外無きに到つた。

(1) 電気化学工業株式会社 大牟田工場

出弁より圧送する。この吸込と排出の2段の操作を2基のホッパー交互に自動的に行ひ連続輸送をなす構造で、その略圖を第3圖及び第4圖に示した。

スミス社は貯蔵槽への送込みには固定式輸送機を、取出しには吸込挿入移動式輸送機を、推奨したが我が装置にて於て石灰窒素は不需要期に貯蔵槽へ送込んで貯蔵し、需要期に取出しを行ふべきであるから上記二様の輸送機を設備する必要なく、移動式のものの1種にて兼用することを考へ且輸送量の関係上、2基のホッパーを必要としないの思ひ、その上懸念された弁に就ての故障をも出来るだけ少くするため、単一ホッパー移動式の、特殊型式のものを製作する事とした。尙この吸込送込式輸送機は、吸引階段と排出階段とが、輸送操作上の各一工程をなして、吸引階段には92~93%の真空度を有する真空ポンプを要し、又排出階段には圧力5気圧の圧縮機を要す。然るにこれ等の兩機は同時に操作することは絶対に無く、その上兩機は、機構相似寄つたものであるから真空ポンプと圧縮機とを兼用したものを1台設備すれば、極めて經濟且合理的であるため種々取調べたる所、かなり真空度高きため、不可能事ではないが内地に經驗ある製作者が無く、従つて新設計に多くの時日を要し、却つて高價となり、遂に遺憾乍ら實現に到らなかつた。

第5圖 単一ホッパー移動式輸送機

ブル・ホースを具備する。その構造は第7圖の如くである。

機能

先づ石灰窒素は、真空に依り吸入弁ノより、ホッパー内に吸込れ、ホッパー内が粉末で一杯になれば、真空弁 V_2 が開され、圧力弁 T_1 が開いて、圧縮ガスの一部は環状管10より噴出して粉末を攪拌し、又一部は底部弁11より入り、排出管12より粉末を排出圧送する。ホッパー内が空虚になれば圧縮ガスは断たれ、真空弁が開いて、最初の動作に戻りこの工程を繰り返すものであつて今これを次の4段の工程に分ち、系統圖に依り説明する。

第6圖 制御器函

- 第1段 タンク空虚 吸引開始
- 第2段 タンク充滿 排出開始
- 第3段 排 出

第8圖 1 及び 1_a

第8圖 2 及び 2_a

第8圖 3 及び 3_a

第4段 タンク内殆ど空虚
吸引への轉換

第8圖 4 及び 4_a

第1段 タンク空虚 吸引開始
第8圖 1 及び 1_a 參照

主開閉器 Z を入れ、起動開閉器 S を“運轉”に入れると線輪 A は作動し嚮導弁 S_{22} が開き、制御ガスが流れて、真空弁 V_2 を開き、同時に制御気筒 C のピストンを押下げて排出弁(13)は閉じる然る時は真空に依つて吸入弁ノを経て石灰窒素はタンク内に吸引される。この時制御器函内の圧力繼電器 E 、 G 、 T は圖の如き位置にあつて開閉器 E は開き G 、 T は閉じるこの際制御器函内における電氣的動作は(附圖第8圖 1_a 參照) Z の開閉器を入れ、起動開閉器

底部弁の断面

第7圖

6. 単一ホッパー移動式輸送機の構造及び機能

この輸送機の構造及び機能はホッパー2基の輸送機と大差なく、既に衆知の事なれば構造に就いての説明は略するがこの輸送機は、直径1.6m、高さ2.0mで、2m³の容積を有する鉄製ホッパーが台車上に乗し、自由に移動し得る構造であつて吸込用、排出用、圧縮ガス用、真空用の4本のフレキシ

昭和10年8月]

- 5. 真空管 6. 圧縮空気管 7. 吸上管 10. 環状管 11. 底部弁 12. 吐出弁 13. 出口弁 14. 制御函 15. 高位表示器 18. 圧力計 19. 安全弁 20. 減圧弁 21. 安全弁 22. 逆止弁 23. 手廻し減速器 30. フレーム 40. 制御空気管用安全弁 41. 同上止め弁 A. S_{22} 先立弁用電磁器 B. S_{21} C. 制御気筒 F. 高位表示器用フラップ GET. 水銀開閉器 H₁. 圧力弁用自動制御弁 H₂. 真空管 J. 入口弁 M. 高位表示器用電動器 O. 電動機用過負荷重リレー S. 始動開閉器 S_{21} 圧力弁用先立弁 S_{22} 真空管用 T_1 圧力弁 V_2 真空弁 W. 空気溜め X. 遮断布 Z. 主開閉器

を“運轉”に入れば線輪 A は作動してそのソレノイドは引上げられ、これに連絡せる嚮導弁 S_{22} は開き、同時に電動機 M は回轉し斯くして石灰窒素はタンク内に吸込まれる。

第2段 タンク充滿 排出開始 第8圖 2 及び 2_a 參照

石灰窒素は次第にタンク内に充滿し、遂に高水準面指示計に達して、 F を押倒し、その中の水銀開閉器を閉じる。

a) 線輪 A は回路が切れ嚮導弁 S_{12} を閉じる。このため

第 8 圖 1

に制御ガスは断たれ真空弁 V_2 は閉じるこの時排出弁 (13) は猶閉ぢたる儘である。

b) 線輪 B が作動して嚮導弁 S_{11} は開き、ために制御ガスが流れて圧力弁 T_1 及び排出弁 (13) を開いて、タンク内の粉末の排出を開始する。

これを電気的圖表 $2a$ に依れば、タンク内が一杯になると、高水準面指示計 F 内の水銀開閉器が閉じ、繼電器 R が働いて、 T の開閉器を切り、 G, Q の回路を通ずる電動機 M は停止し線輪 A は力を失ひ真空弁を閉じる。その代り線輪 B が作動して、圧力弁 T_1 を開き、タンク内の圧力は増加して、圧力繼電器 E, G, T を傾ける。

第 8 圖 1a

第 3 段 排出 第 8 圖 3 及び 3a 参照

タンク内の圧力増加と共に、圧力繼電器 E, G, T は漸時傾けられ、タンク内の圧力が約 $\frac{1}{2}$ 気圧となると、 T は回路を断たれ、尙圧力が増加して約 2 気圧となれば、水銀開閉器 E が閉じられ線輪 B は E を通して作動し、然る後 G 開閉器は切れる。但し圧力弁 T_1 は依然として開いて居るから、粉末が押出されてその中の水準が下れば高水準面指示計の F は舊位置に歸る。

この動作を電気圖表 $3a$ に依れば圧力繼電器 E, G, T は

静止の状態では T, G は回路を閉じ、 E は開いて居るがタンク内の圧力増加と共に圧力繼電器は傾けられ、 T, G は開いて E は閉じる。但しこの場合 G が開く前に必ず E が

第 8 圖 2

第 8 圖 2a

閉じることが肝要である。 G が切れると E は力を失つて舊位置に歸り、 T 回路は閉ぢ、 Q, G の回路は開く。故に G は切れても B 線輪は E を通して作動し、圧力弁は開いた儘でタンク内は空虚となつて行く。タンク内の原料面が下ると、 F 開閉器

は直ちに切れても E が代りに閉じて B 線輪は E が切れる迄は力を失はない。即ち圧力弁は開いた儘である。

第 4 段 タンク殆ど空虚

吸引への轉換 第 8 圖 4 及び 4a 参照

タンク内が殆ど空虚となれば、タンク内の圧力は落ち、圧力繼電器はばねの力にて、水銀開閉器 E, G, T の傾きを舊位置に戻す。即ち 2 気圧にて G は回路を通じ、開閉器 E は切れ、線輪 B は回路を断たれて、圧力弁 T_1 は閉づ、 $\frac{1}{2}$ 気圧となれば T 開閉器は接触して、線輪 A は回路を作り、最初の第 1 段の操作に歸り反覆する。

停止の場合 第 8 圖 5a 参照

起動開閉器を停止の位置に歸して手を放すと、發條の作用で開閉器は自動的に“停止”の位置に歸る。

イ) 若し吸引の場合は

K 回路は閉じられ、F が閉じた同一状態となり、吸引の工程は直ちに上り排出が始る。タンクが空虚となれば、E 開

空気コンベヤ内に真空中に依り吸込み、圧縮ガスにて輸送管を通じ、貯藏槽に輸送し貯藏する。又粉末を貯藏槽より取出しの場合は、空気コンベヤを貯藏槽周囲に移動しつゝ、貯藏槽

閉器が切れ、GT が閉されて、運転は自動的に停止する。その後開閉器 Z を切る。

ロ) 若し排出の場合は

排出操作はその儘行し、タンク内が空虚となると自動的に操作が止り、その後開閉器 Z を切る。

不時停止の場合

圧縮機が止ると、排出中なれば排出管中に粉末が詰り、所謂“糞詰り”を起す。この時は運転を中止して、輸送管に沿つて敷設された 1 in 径の、補助高压ガス管の枝管を排出側から順次に吹込まして、“糞詰り”を壊し、輸送管中に粉末が皆無となつた後再び運転を始める。

7. 輸送設備の概要

石灰窒素粉末は、先づレシーピングタンクに受け、これを昭和 10 年 8 月]

底部に配置せる数本の吸入管より、真空中に依り吸出し、空気コンベヤに受けて、圧縮ガスにて圧送し、袋詰タンクに輸送して包装する。この輸送設備の平面圖を第 10 圖に示す。

この輸送設備に要する圧縮ガスは、既述の如く乾燥窒素ガスを密閉循環せしむるものであつて

イ) 貯藏槽へ輸送の場合

空気コンベヤを通して吸つたガスは、布面濾過器を通じて、真空ポンプに入れ、レシーピング・タンク内に排出して、粉末とガスを置換する。次の段階で、圧縮機は装置内のガスを吸込みて圧縮し、圧力ガス溜を経て、空気コンベヤのタンク内に吹込み粉末と共に、貯藏槽内に入り、粉末は貯藏され、汚れたガスは多數の布製管を有する濾過器に入り、微粉を除かれて再び圧縮機に吸込れ、斯くして循環使用される。その循環系統圖を第 11 圖に示す。

ロ) 貯蔵槽より取出しの場合

空気コンベヤを通して、吸込んだガスは、布面濾過器を通して、真空ポンプに入り、貯蔵槽に排出されて、粉末とガスを置換する。次の段階で圧縮機は装置中のガスを吸込み、圧縮して高圧ガス溜を経て、空気コンベヤのタンク内に吹入れ、粉末をヘッドタンクに送込み、汚れたガスは、ガス濾過器を通して再び圧縮機に歸り、斯くしてガスは反復使用される。この設備に用いた機械及びタンク類を挙げれば、

- 1) 圧縮機 18 mm³/mm
圧力 -5 気圧
電動機 125 IP 1 台
- 2) 真空ポンプ 13.5 m³/m 真空度 92~93 %
- 3) 真空ポンプ用ガス濾過器—2 台
内側布 800 mm 径×
1,800 mm/高さ
外側布 1,000 mm 径×
2,000 mm/高さ
濾過面積 5 m²
- 4) 圧縮機用ガス濾過器—2 台
布管 6½ 径×6'~9½'
高さ×25 本
濾過面積 24 m²
- 5) 圧縮機用第 2 ガス濾過器—1 台
布袋 800 cm 径×1,880 mm/高さ
- 6) レシーピング・タンク—1 基
容量 10 t 太さ 2.5 m 径×3 mm 高さ
- 7) ヘッド・タンク—1 基
容量 8 t 太さ 2 方径×3.7 mm/高さ
- 8) 空気コンベヤ
容量 25 t/h ホッパー容積 2 m³
- 9) パイピング
輸送管 152 mm 径 ガス管
圧縮ガス管 127 mm 径 ガス管
真空ガス管 127 mm 径 ガス管
- 10) 貯蔵槽—1 基
容量 4,000 t
軟鋼板製 15.5 mm 径×21 mm 全高

8. 従来の輸送機との経済的比較

1) 上家の不要

従来のコンベヤやエレベータに依る時は、これが上家を必要とし、結局貯蔵槽の大佛殿の如き上家を必要とするも、空気コンベヤに依る時は、パイプのみでその必要がない。

2) 滑動部の損傷少し

石灰窒素中の CaO や、CaC₂ のために潤滑剤は殆どその用をなさず。然るに従来のスクリウ・コンベヤや、エレベータ

タにては、軸受部に絶対に粉末の浸入を防ぐことは構造上困難で滑動部の修理取替に経費を要することが多いけれども空気コンベヤにありては、殆ど滑動部無く、従つて以上の如き憂がない。

3) 貯蔵槽の基礎費低廉である

貯蔵槽より粉末を排出するに、スクリウ・コンベヤを使用する時は、貯蔵槽底板数ヶ所に取出口を設け、自重に依り排出輸送するより外方法なく、これがため貯蔵槽底板外にトンネルを作る必要を生じこれは基礎費を著しく高價ならしめる。然るにこのフラクソー・トランスポートは底板上に配列した数本の吸入管から、吸出するのでその必要なく、著しく建設費を低減する。

4) 貯蔵槽中の残粉量を減ずる

既述せる如く貯蔵槽底板上に多数配列せる吸入管に依り取出すため、貯蔵槽中の残粉量を減じ、ために貯蔵槽容量の 8~12% を増す。

以上の諸項の利益のため建設費に於て 30~40% を減ずる。今石灰窒素適当輸送費を調べると、

項目	スクリウ・コンベヤ	空気コンベヤ
工賃	円 0.104	円 0.026
消耗品費	0.016	0.015
動力費	0.0308	0.01
窒素ガス費	0.0125	0.01
修繕費	0.02	0.01
計	円 0.1833/t	円 0.091/t

9. 結 論

セメント粉末輸送には先年より廣く空気コンベヤを利用し居たのであるから我が石灰窒素粉末の輸送にも等しくその恩恵に浴し、廣く切望し居たが、

今回スミス社のフラクソー・トランスポートを使用し、乾燥窒素ガスを密閉循環することに依つて、安全且経済的にその目的を達したので此處にその経験を發表した次第である。

[第 1 卷 第 3 號]

第 9 圖 全景圖寫眞

第 10 圖 輸送設備パイプ配列圖

第 11 圖