

## Conveyor Belt Scale 및 Weigh Feeder 의 整備

Ducan Gilmore  
Merrick scale Mfg. Co.

Minerals Processing  
1966年11月号에서 記載

秤量機 및 供給裝置의 整備는 시멘트工業에서 量産과 製品均一의 열쇠가 되어 있다. 시멘트工場이 서로 모두 同一할 수 없으며 따라서 目的하는 바를 達成할 수 있는 魔法의 公式이 있을 수 없다.

整備를 担当하고 있는 部署는 目的하는 바를 達成하기 爲해 어떤 種類의 機械設備를 使用하던지 그 設備에 對한 責任이 있다.

本 論文은 各種의 供給 및 秤量機械 裝置와 그들의 作動에 對한 基本概念이며 또 目的하는 正確性을 達成기 爲해 必要한 整備活動을 어떻게 어디로 가장 適切히 接近할 수 있는가를 論하고자 한다.

整備를 担当한 사람들은 대개 그가 말고 있는 機械設備가 어떻게 動作되는지를 알고 있으나 設計의 基本概念에 關하여는 充分히 理解하고 있지 못한것 같다. 不幸하게도 Instruction Manuals 는 가끔 이와 같은 根本을 理解할 수 있도록 充分히 叙述되어져 있지 않다. 設備가 어떻게 動作하는가를 完全히 把握하고 있는 整備業務 担当者는 作業을 보다 훌륭히 完遂해낼 수가 있다.

大部分 整備에 關한 知識이 없는 사람은 問題를 一時的으로만 解決하기 쉽다. 設備의 作動에 보다 깊은 理解가 있으면 꾸준한 注意力으로 그 問題를 解決해낼 수가 있다.

Belt Scale 과 Weigh feeder의 相異点:

Belt Scale 이란 自動秤量 — 供給調節 系統에서 ( 機械裝置의 使用  
으로 任意로 選擇하여서 ) 根本要素로서 Scale 을 活用하여 自動連續  
運搬되는 物体의 무게를 連續的으로 計量하기 爲해 Conveyor 위에  
設置한 自動連續 計量裝置이다.

Weigh-Feeder란 Process ( 工程 )에 注入할 物質의 量이 이미  
決定되고 그 速度도 調節되어 一定하게 運搬되도록 比較的 짧은  
Pully Center ( 滑車軸의 中心 )을 가진 回轉軸과 Conveyor 를 갖  
춘 自動連續計量裝置이다.

Conveyor belt scale 에는 根本的으로 다섯가지 다른 形態가 있  
다. 即 機械的인것, 電子的인것, 水力的인것, 壓縮空氣式 ( Pneumatic )  
或은 放射「게이지」인데 이들은 使用된 重量探知 技術型은 서로 비  
슷하나 다만 Design이 다르다.

Weigh-feeder는 belt scale 과 元來 同一한 技術을 利用한 것이  
지만 應用面에서 세가지 다른 種類의 調節概念이 利用되고 있다.

即 速度調節은 運搬의 1피트당 무게를 一定하게 維持하고 (여러가  
지 調節方法을 使用함) 目的하는 比率에 達하도록 Conveyor 의  
速力を 變化시킨다.

두번째는 進度調節이다. 1피트당 무게와 belt 의 速度表示를  
Multiplier ( 齒輪機械 )에 感知 伝達하고 ( 機械的이나 또는 電子的으  
로 ) 그 Multiplier 에 나타난 實際速度의 表示는 調節을 하거나  
或은 結果를 아는데 利用된다.

마지막으로 重量調節이 있다. 結局 belt 의 速度가 一定하고  
運搬되는 物質의 積荷量을 願하는 比率이 되도록 調節한다. 그림 1  
은 代表的인 Conveyor belt scale 의 圖解와 系統圖이다. 이 系  
統圖에서 볼 수 있는 바와 같이 belt scale 은 Conveyor belt

上の物質의 무게를 알아내는 裝置 W 即 重量과 速度를 곱하도록 하는 Multiplier (公式에 나타나는 바와 같이 進度(運搬된 量)는 速度와 重量의 곱에 該當된다)와 belt의 速度를 알아내는 裝置 S 即 進度를 計算하고 Scale 上을 通過하는 總重量을 알아내도록 하는 求積器를 볼 수 있다.

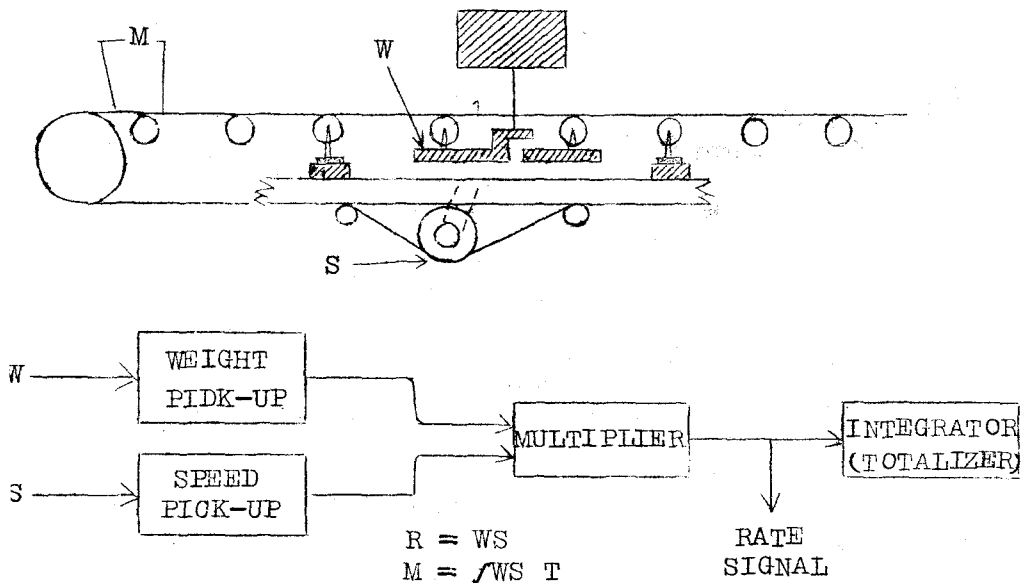


그림 1. Conveyor belt scale.

進度表示器 R은 調節目的으로 使用할 수도 있다. 簡略하게 要約하면 進度는 重量과 時間의 곱에 該當한다. Scale 上 通過되는 總物質量 M은 重量 W, 速力 S 및 時間의 微分値  $\Delta T$  와의 곱으로 나타난다.

그림 2는 機械的인 belt scale의 圖解다. Conveyor 上의 負荷가 變化됨에 따라 그것이 計量台를 通하여 感知된 後 變化되는 重量과 같은 比例로 움직이는 대저울 (beam)으로 伝達된다. beam에 連結된 裝置가 材料負荷 (foot 당 Pound)를 積算器에 伝達시킨다.

速度測定은 Pulley와 Sprocket Chain이 積算機械裝置를 作動시키도록 하므로서 이루어 질 수 있다. 積算計는 重量과 速力を 곱하여 總重量 結果를 나타내 준다.

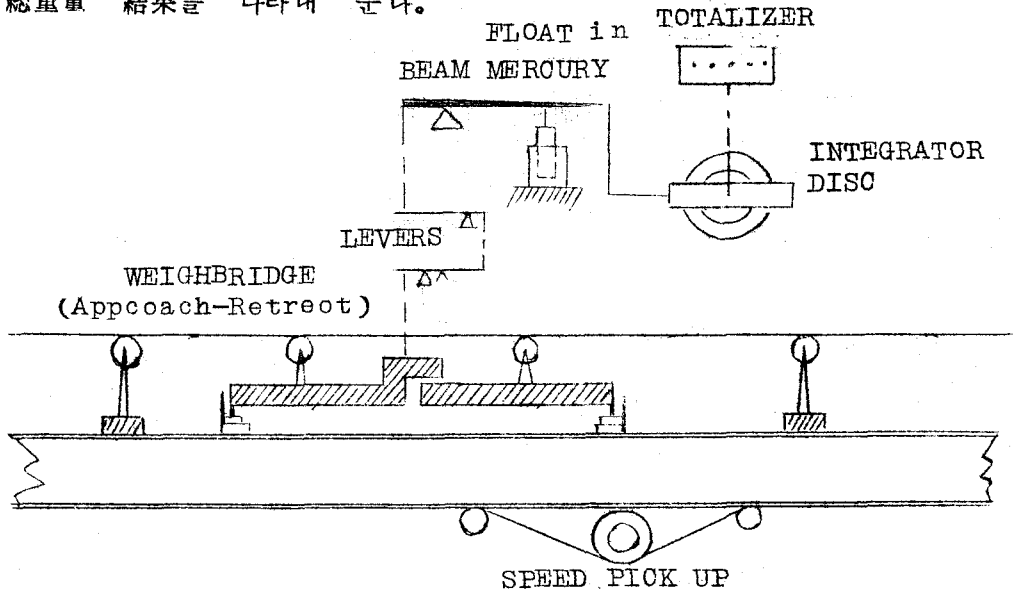
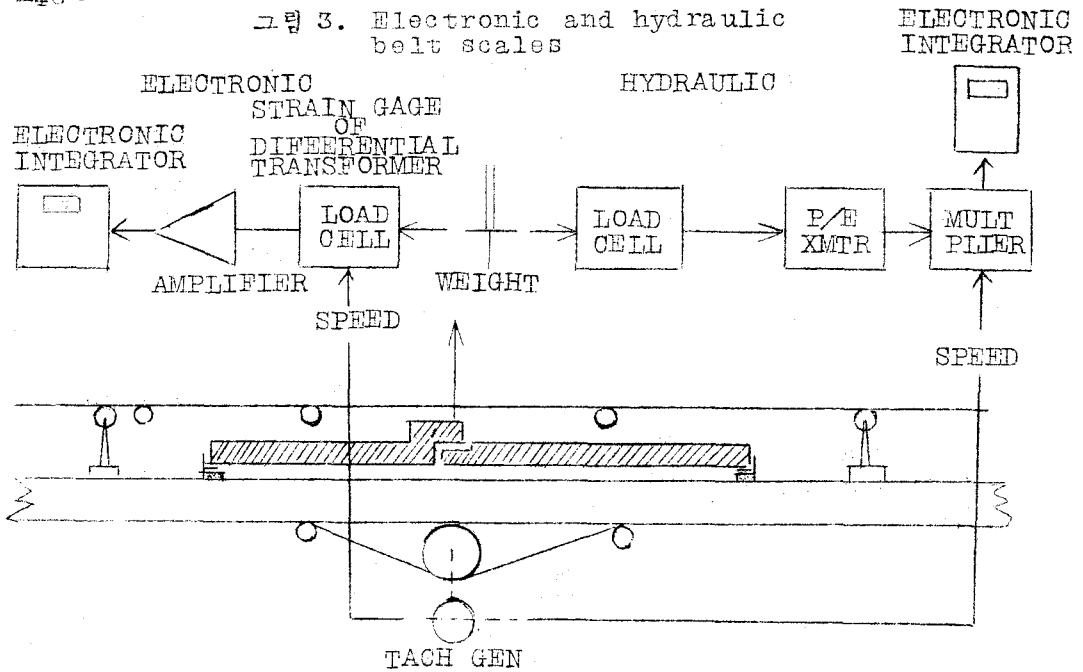


그림 2. Mechanical belt scale.

그림 3은 belt scale의 두 種類를 보여준다. 即 電子的인 것과 水力的인 것이 있다. 電子形式의 것은 張力 게이지나 differential transformer 形式의 load cell을 使用한다. 水力型은 hydraulic load cell을 使用한다. 重量을 나타내는 裝置는 兩形式에서 모두 機械的인 것으로 되어 있다. load cell에 伝達된 重量은 電子的으로나 水力的으로 Out put signal을 變化시킨다. (使用된 形式에 따라서)

張力게이지의 設計에서는 Pulley와 tacometer generator로서 速度를 測定한다. Tach의 Signal이 belt 速度에 比例하여 load cell에 伝達되고 여기서 곱셈이 이루어 진다.

그림 3. Electronic and hydraulic belt scales



Cell로 부터의 out put signal (出力表示)는 運搬되는 物質의 量에 正比例한다. 왜냐하면 張力게이지의 抵抗이 重量의 變化에 따라 均衡을 잃게 되고 load cell에 誘發되는 電圧은 直接 belt의 速度에 比例하게 된다.

따라서 Cell의 出力은 物質運送量에 正比例하게 된다. 이와 같은 것은 普遍的으로 low level signal이므로 增幅을 要하게 된다.

回路上의 增幅器가 出力 Signal의 level을 增加시켜 준다. 增幅器에서 나오는 出力 Signal은 普通 積算器에 依達되어 進度表示를 積算하고 計量台를 지나간 物質의 重量을 連續적으로 合算한다.

水力 System에서는 重量은 同一한 方法으로 依達되고 Cell이 水力的이라는 것과 Cell出力의 最終結果는 水圧 Signal이라는 것이 唯一한 相異点이다.

이와 같은 것은 完全히 Fluid-filled system이고 重量의 變化는 出力壓의 增減으로 나타낸다. 이 psi 出力은 壓力을 電子的으로 變化시키는 Trans mitter

에 伝達되고 이 Transmitter 는 压力Signal을 電子的이나 또는 Pneumatic 出力으로 變化시킴과 同時에 이 出力은 belt 上的 材料 重量에 正比例하게 된다. Transmitter 出力 Signal은 Servo-multiplier에 伝達되어 Potentiometer slide의 位置를 決定하여 준다. Potentiometer를 通하여 나오는 電圧은 Tachometer에서 誘發되어 Conveyor의 速度에 比例하게 된다.

Multiplier의 出力은 水力の 進度에 正比例하는 進度 Signal이다. 利用되는 Multiplier 中에서 다른 形態의 것들은 그의 機能이 全적으로 電子的인 것이다. 여기에는 自動制御 (Servo-mechanism)가 없다. Multiplier는 冪셈을 行하기 爲하여 Magnetic amplifier를 使用한다. 出力Signal은 電子設計에서의 같이 積算計에 伝達된다.

放射 게이저形態의 belt scale은 核게이저의 吸光原理를 利用한다. 源 (Source)이 放射하면 目標物이 그것을 吸光하게 된다. belt 上的 重量增加는 供給源에서 나오는 빛을 더 많이 吸光하게 되고 感知器에 들어오는 Signal을 減少시키게 된다. 感知器로 부터 나오는 出力은 增幅되어 Multiplier에 伝達하게 된다. 速度測定은 電子 또는 水力Scale에서와 同一한 方法으로 이루어진다.

運搬되는 物質의 比率에 正比例하는 Multiplier의 出力 Signal은 電子 積算計 (electronic integrator)에 伝達되어 이 積算計의 出力이 運搬되는 모든 物質의 重量을 읽을 수 있도록 해 준다.

圖表 4는 重量의 計量給送裝置에서 使用하는 두가지 다른 方式을 說明한다. 公式에서 調節의 差異를 明示하여 주고 있다.

左側에서부터 : 進度 R은 상수 K (重量)와 速度 S와의 곱에 該當된다. 重量은 이와 같은 特殊型의 根本設計에 따라 상수로 된다.

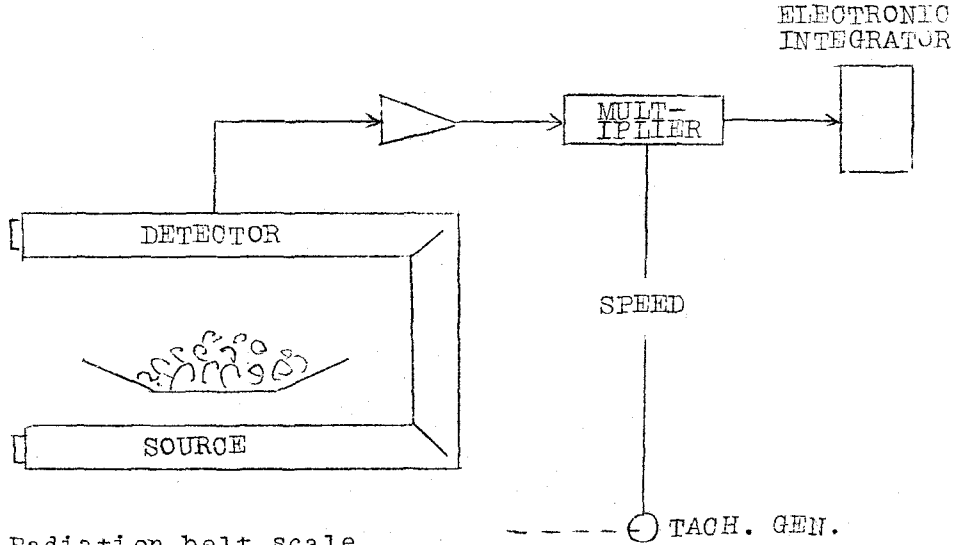


그림 4. Radiation belt scale.

負荷를 感知하는 Idler는 物質의 重量을 Zero balance beam에 伝達시키고 이것은 負荷가 1 foot 당 設計한 Pounds가 될 때만 平衡을 維持하게 된다. (重量調節機) 피드당 負荷가 變化될 때 (比重變動에 따라서) beam은 均衡에 벗어나고 平衡에서 벗어나므로서 調節機를 動作시켜서 出力으로 供給口를 開閉하여 (最終動作機) beam은 다시 제 자리로 平衡을 갖도록 한다.

供給進度는 belt의 速度를 變化시키므로서 이루어질 수 있다. 速度를 普通 Drive에 카플링되어 있는 Tachometer로 測定한다.

다시 말하면 速度는 重量이 K상수일 때와 關聯이 된다. 따라서 drive의 速度를 變更시킴으로써 正確한 物質運送 進度를 drive의 動作範圍 내에서 維持할 수 있다. 重量調節形態의 供給裝置에서는 公式는 다음과 같다.

$$\text{進度} = \text{상수 (速度)} \times \text{變數 (重量)}$$

Set Point는 運搬되는 物質의 進度이며 重量은 重量感知機에 依하여 測定된다. 「重量調節機는 實際 進度를 Set point에 比較하

고 다음 最終 動作機를 調節하게 한다」 感知된 重量은 調節機에 傳達되고 運搬되는 進度를 要求하는대로 開閉器를 調節하여 맞춘다.

belt의 速度는 一定하다. 다시 말하면 1피트당 重量을 一定하게 維持하는 것이 아니고 重量을 變更시켜서 調節한다.

이와 같이 供給量의 實際進度를 決定한다. 同位上的 모터가 定速度를 維持하는데 利用된다. 시멘트 工業에서 Weigh-feed system에 關하여 여러가지 變化가 發生되고 있다. 其中的 한 例가 Weigh-feeder로 부터 算出되는 實際進度 Signal을 利用함으로써 運搬되는 材料의 進度를 調節하는 것이다. ( Fig. 5 參照 )

이와 같은 경우에는

$$\text{進度 } R = \text{重量 } W \times \text{速度 } S \text{이다.}$$

여기서는 假定한 상수는 없다. 進度 Signal은 工程調節機에 傳達되어 몇몇 最終作動器 即 普通의 경우 SCR型 drive나 DC모터를 通하여 belt의 速度를 調節하므로써 運搬進度를 調整하게 된다.

belt의 速度를 變化시킴으로써 運搬進度의 어병한 變動도 矯正시킬 수 있다. belt上을 지나가는 物質의 두께는 門을 裝置함으로써 이루어진다. 그리고 重量은 計量臺로써 測定한다. 重量과 Belt의 速度가 計量裝置 ( Scale mechanism )에 傳達되고 正確한 進度產出表示가 나타난다.

進度產出 Signal은 調節器를 通하여 belt 速度를 增減하도록 出力 Signal의 必要한 矯正을 行하여 준다. 이와 같은 Weigh feed-System의 重要한 利點은 正確한 進度 產出Signal을 實際로 나타내 준다는 것이다. 또 다른 하나의 利點은 調節에 要하는 時間이 거의 瞬間的이라는 點이다.

重量調節 System에서 볼 수 있는 바와 같은 最終 動作機 또는 出口사이의 Transportaton lay은 없다. 重量과 速度의 變化가 모



두 繼統的으로 매우 빠르고 正確한 調節 System 을 保障하도록 作用한다.  
<어떻게 正確度を 얻을 수 있는가?>

Conveyor belt scale.

때때로 어떤 工場에서는 Scale 의 設置에 있어 必要한 最適度를 達成하기 爲한 設計를 考慮하지 않는다. 많은 實例로서 現在 또는 將來에 Scale 을 設置할 것을 考慮하지 않고 不注意하게 Conveyor belt 를 設置하여 버린다.

다시 말하면 Scale 이 設置될 때 (最上의 結果를 가져올 수 있는) 理想的인 位置를 利用할 수 없게 된다. 多幸하게도 現在로서는 Scale 供給者들이 좋은 Scale 結果를 가져 오는데 必要한 Conveyor 의 根本要素들을 推薦해 주고 이와 같은 경우 關聯되는 모든 點에 對해서 適切한 連絡이 도움이 된다.

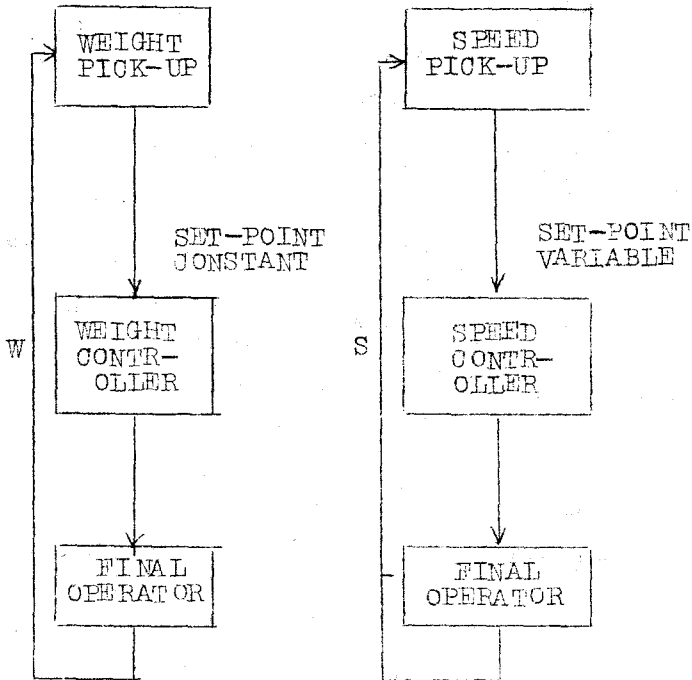
原則적으로 Scale 은 可能한 (가장 一定하고 belt 의 張力이 가장 적은) 限 供給하는 軸의 마지막部分 가까운 곳에 設置되어야 한다. Scale 은 Belt conveyor 의 Curve 에서 될수록 멀리 떨어져 있어야 한다. 萬若의 경우 計量台(Weigh-bridge)를 벗어나서 belt 가 올라가는 것을 防止하게 된다.

一定한 belt 의 張力을 維持하도록 自動으로 팽팽하게 하는 裝置를 推薦한다. Scale 을 設置할 때는 說明書에 充實히 따라야 하며 설혹 變更이 必要하다 할 경우라도 必要한 水準과 場所를 따라야 한다. 甚한 不正確性이 생길지도 모르기 때문에 計量台를 한 줄로 꼭 바르게 連結하는 것은 重要한 일이다.

計量台와 隣接한 Idler 사이의 不正確한 連結은 Conveyor 構造가 아래로 처지는 結果를 가져오므로 종종 點檢(Recheck)하여야 한다 지나치게 팽팽해도 不正確性의 原因이 된다.

(SPEED CONTROL TYPE)

$$R = \frac{KS}{w}$$



(WEIGHT CONTROL TYPE)

$$R = \frac{KW}{s}$$

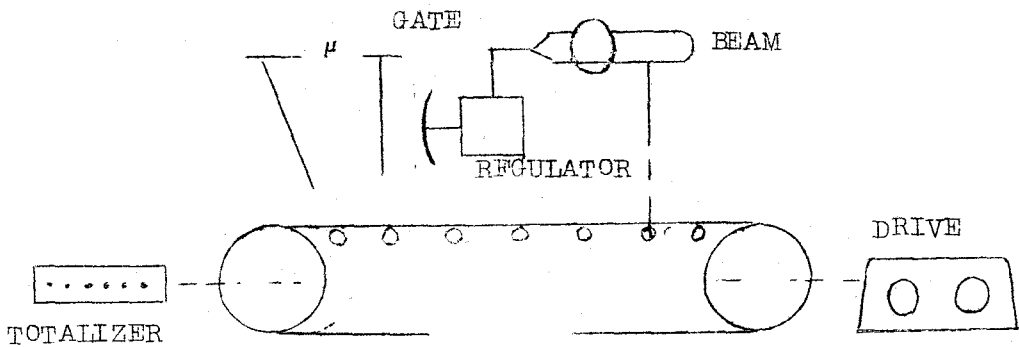
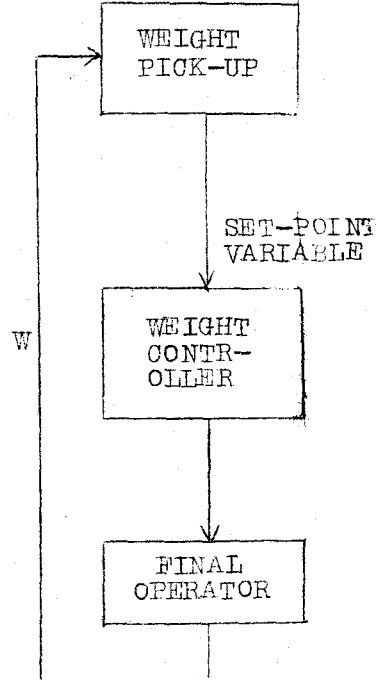


그림 5. Gravimetric feeders.

이를 빨리 点檢하는 方法은 Belt를 空轉시켜서 Belt가 idler trough와 完全히 接觸하여 돌아가고 있는가를 觀察하는 것이다.

萬一 完全히 接觸하지 않을 때에는 무게 錘를 낮추어서 (Take-up screw) Belt를 더 팽팽하게 하던가 무게 錘 나사를 풀어서 낮추어 준다. 이때 注意하여야 할 點은 고치고 있는동안 belt가 drive pulley를 긋들리지 않도록 하여야 한다.

設置中 이와 같은 點에 事前 注意를 하면 正確한 Belt의 空轉 均衡을 確信할 수 있게 된다. (새로 設置를 하였을 경우) 整備 時 여러 간일로 因하여 消費되는 有用한 時間을 節約하기 爲하여 效率的인 Pattern이 成就될 때까지 하루에 몇번씩 자주 Zero Balance를 点檢하여야 한다.

最適의 正確性을 期하기 爲하여 Scale을 보정하는 것은 우리에게 設置의 完全함을 가져다 준다. Test chain은 普通의 경우 各 Scale과 함께 供給되며 (Calibration 目的에 物質을 使用하지 않는 경우) 實際 負荷와 類似하게 된다 (피트당 파운드).

Roller chain의 設計는 Belt가 空轉하는동안 Belt가 計量台의 領域을 지나가는동안 Chain은 回轉하지 않는다. 簡單히 Test Chain의 피트당 무게를 Belt가 돌아간 거리와 淸한 生産량이 Scale 指針이 가리키는 實際무게와 同一하여야 한다.

萬若 同一하지 않는 경우 Scale의 指針이 許用範圍와 一致할 때까지 Scale의 Calibration을 行하여야 한다. 다시 Zero balancing로서 behavior pattern (機械作動型) 形態가 생겨진 때까지 可能한 限 자주 Calibration을 再点檢하여야 한다. 또 하나의 試驗方法은 實際로 物質을 使用하여 試驗하는 方法이다.

物質試驗이 끝난 後에도 당신들은 아마 다음과 같은 것들을 發見할 것이다. 卽 test-Chain으로 먼저 Calibration을 行하였다

해도 test chain 이 實際 負荷가 걸려진 belt 條件의 一部에 단 類似하다는 事實때문에 생긴 誤差가 아직도 남아 있을 可能性이 있다.

物質試驗을 하고 있는 동안 正常的인 運輸 容量으로 belt 에 負荷를 실어야만 한다는 注意가 必要하다. 試驗을 完全히 끝마치기 爲하여서는 物質의 무게를 믿을만한 truck 이나 track scale 에서 秤量한 後 運搬되는 實際의 무게로 Scale 을 Calibration 하여야 한다.

萬一 Scale 이 代置된다면 test chain 은 belt 上에 놓여 있어야 하고 Chain 에 利用될 正確한 factor 를 決定하기 爲하여 test chain 을 belt 에 걸어서 더욱 實驗을 行하여야 한다.

그런 다음에 予定된 時間間隔에 따라 許用範圍內的 結果를 얻도록 Chain Test 를 行한다. "어떻게 正確性を 얻을 수 있는가" 關한 討議에서 나타난 點들은 前述한 速度調節形態의 것을 除外하고는 오늘날 製造되는 重量秤量 供給裝置 및 Conveyor 上에 裝置되는 Scale 에 關해서도 妥當하다.

速度調節形式의 것에는 test chain 이 使用되지 않고 必要도 없다.

停止狀態에서의 試驗에서는 調節된 物質의 퍼트당 設計值 무게에 類似한 既知의 重量을 weigh-idler 上에 올려 놓는다. beam 위에 실려진 重量은 試驗할 무게와 代置되어 平衡되게 놓는다. (belt 의 空轉時와 같이)

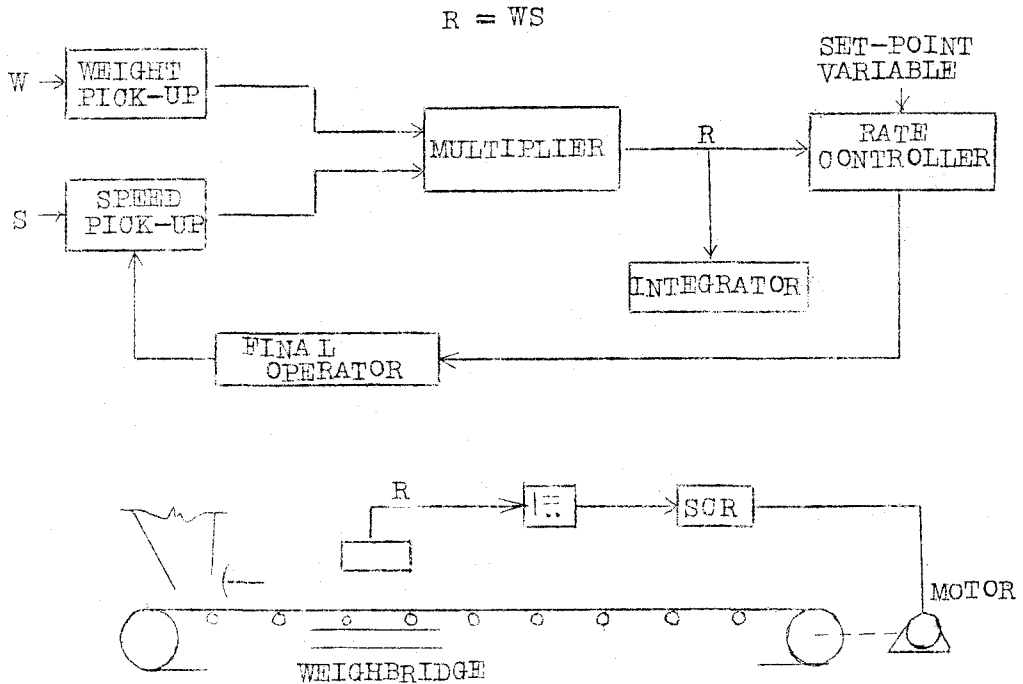
Material Test 를 行하기 爲해 既知의 무게의 物質을 Weigh-Feeder 上에 供給하여야 한다. 萬一 積算指針計가 物質 무게와 一致하지 않는 경우 beam 위에 올려진 무게를 再調節하여 供給口의 開閉을 調節하여 Weigh-feeder 上 지나가는 物質의 正確한 量을 保正하여 주어야 한다.

"trouble 의 追跡" (Trouble shooting)

그림 6은 Weigh-feed system 에서 難問題를 追跡하기 爲한 系統

圖 (Block Diagram)이다. 이 System은 適切한 Blending(混合)比率 Pre-feeder와 같은 混合된 物質의 供給調節 등을 達成하기 爲한 標準標示源을 包含한 一連의 機器 등을 包含하고 있다.

그림 6. Gravimetric feeder(rate control type)



때때로 trouble의 正確한 點을 찾아 내기가 困難하다. 이와 같은 trouble은 不適當한 bin의 設計때문에 生길 수도 있다. 萬若 bin이 適切히 設計되지 못하면 그 物質은 bin속에서 bridg 또는 rat-hole을 만들게 된다. bin이 不適當하게 設計되었을 경우는 供給機는 不適當한 設計에 對한 責任이 있을 수 없다. 어떤 難點을 解決해 나가는데 가장 좋은 方法은 機器에 對한 知識이다. 補助試驗 部分을 오늘날 實際적으로 急한 注意를 要하는

어떠한 問題点이라도 除去해 내는데 有用한 것이다. 經驗에 비추어 보면 Weigh-feeder System의 大部分의 問題点들은 調整되는 物質의 特性에 基因된다.

다시 말하면 物質을 어떻게 取扱하느냐 하는 問題다. 이 方面에 엄청난 研究와 또 研究와 開發을 爲하여 많은 돈이 消耗되었다.

그 結果로써 Mass-flow bin의 設計가 나왔는데 여러가지 Weigh-feed System의 material Handling의 bottleneck의 解決策으로 漸次 利用되고 있다. bin을 通하여 安全하게 物質이 흘러 내릴 수 있도록 特殊裝置를 必要로 하는 物質들이 지금은 vat-holing이나 flooding이 없이 適切히 流動되도록 만들어져 있다.

高價의 Prefeeder device는 現在 大部分의 경우 Weish feed system에서 除外되고 있다. 簡略히 말하면 生産을 中斷하는 重要한 原因은(物質의 流動性) 現在(將來에는 더욱 그렇게 될 것이다) 漸次 整備를 担当하는 負荷의 難点目錄에서 除外되어져 가고 있다.

#### 整備와 Service

機器 保存에 대한 Program이 計劃되어야 하고 適切히 뒷받침되어야 한다. 機器 保存에 대한 体系的인 approach(研究) 뒤 따를 때 最小의 破損 或은 Stopage 등을 經驗으로 찾아내고 끊임없는 報告書에 依해 確認될 수 있다.

비록 이러한 形態의 自動機의 더 좋은 材料와 設計와 設置가 使用된다 할지라도 belt scale과 Weigh feeder는 原則적으로 計器이며 그것이 要求하는 程度의 注意力을 주어야 한다.

供給者의 Service 問題에 關한 限 이 機器의 運輸은 比較的 간단

하며 特殊한 Service 技術을 要하는 것은 아니다.

中斷되지 않고 繼續적으로 運轉되려던 整備計劃, 採用된 技術者의 熟練技術 即 그들 自身 belt scale 또는( Weiger-feeder )의 整備 Calibration 等等을 行할 수 있는가에 달려 있다.

그리고 이와 같은 System에 關聯한 問題를 解決하기 爲하여 工場에서 訓練받은 Service man 이 必要한 部分이 分明히 存在하게 된다. 萬若 이 機器의 運轉에 必要한 充分히 熟練된 技術者가 있는 工場에서는 別로 問題될 것이 없다.

電子 또는 水力機器의 整備는 Calibration 을 할 수 있는 사람과 計器의 뒷받침이 있어야 함을 알 수 있다. 機械적으로 整備가 操縱되는 SGR과 같은 Associated drive equipment 에서는 機械적으로 熟達된 機器修理工이라도 trouble 의 根源이나 必要한 調節을 行할 수 없다.

Spare part 에 對하여는 어떠한 Scale 또는 機器의 製造業者라도 Spare part list 를 推薦하고 있다.

이와 같은 Spare parts 를 保有하고 있으면 좋다는 것은 自명한 일이다. 前述한 바와 같이 自己 機器의 根本機能을 把握하고 있다는 點은, 機器가 正確히 設置된 경우 設計의 限界點, 磨滅에 依한 部分品問題, belt 의 張力影響, Weigh-bridge Alignment에 belt tracking 保正調節問題, test chain 의 注意點等等 모든 것들에 對해 整備를 賢明하게 計劃하고 그에 對한 注意力에 도움을 줄 것이다.