

高 丙 俊*

最近 우리나라의 isotope 利用은 醫學 및 農學을 비롯하여 여러 分野에서 活潑히 움직이고 있으나 工業面의 應用에는 아직 거의 없는 實情에 놓여있는 것이다. 그것은 計測器의 性能이 從來의 다른 方式과 比較할 때 大端히 優秀하여 計測單으로의 目的으로는 좋은 評價를 받았던 것이나 process 工業의 目的으로는 測定 判斷 그리고 制御를 하는 複雜한 體系로서 試作하여야 되는 故로 多少 高度의 技術을 要하는 難點이 있었기 때문이었다.

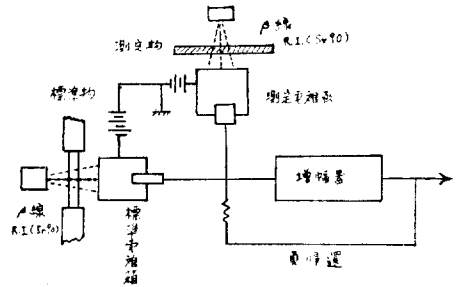
따라서 本誌에서는 實際 isotope 가 process 工業에 應用될 때 問題되는 點 卽 process 制御 精密度的 優劣을 가려내는 檢出端의 性能과 各 工業에서 使用할 수 있는 計測器의 制御系를 簡單히 解說하여 보기로 했다.

1. Isotope 利用 計測器의 制御特性

一般的으로 制御를 計畫할 境遇 于先 그 process 過程에서 任意의 情報를 制御量으로 檢出하는 것이 第一段이요, 그 다음 情報를 制御 對象으로 하여 一定한 信號로 變換하는 것을 第二段階로 하였다. 原來 變換하는 要素는 表 1과 같이 여러가지 있으나 isotope 를 利用한 計測器에 依한 變換方法은 放射線에서 얻는 情報가 G.M.計數管, 電離函, 比例計數管 그리고 scintillation counter 등에 依하여 電壓으로 變換되어 이것이 다시 電氣의 信號로 다음段階에 傳達해 가도록 되어 있다. 따라서 isotope 를 가지고 그림(1)과 같이 標準物과 測定物로 나누어 그 偏差를 測定하면 두께의 差度나 液位의

表 1. 基本變換要素

| | |
|--------------|--|
| 壓力—變位 | Spring etc. |
| 變位—壓力 | 油壓 jet spring etc. |
| 變位—Impedance | 容量型變換器, 誘導型變換器 etc. |
| 變位—電壓 | Potentiometer 差動期壓器, 壓電體 etc. |
| 光—Impedance | 光電管, phototransistor etc. |
| 放射線—電壓 | G.M. 計數管 Scintillation counter etc. |
| 溫度—Impedance | 測溫抵抗, 熱線 etc. |
| 溫度—電壓 | 熱電對 etc. |



그림(1) 差動式 電離函의 原理圖

變動과 같은 情報를 檢出할 수 있으며 이것으로 實際의 厚薄計 또는 液面計 등을 process 工業에 應用할 수도 있는 것이다. 그러나 이 過程에서 如何한 特性이 變換器에 要求되는가 그리고 isotope 利用의 計測器가 어느 程度 適合性을 가졌나를 알기 爲하여 于先 다음과 같은 靜特性과 動特性을 生覺하기로 하였다.

(1) 靜 特 性

一般的으로 制御 全體의 精密度는 feed back 要素가 되는 檢出端의 精密度에 依存되어 있으므로 變換의 gain 이 不安全하면 아주 精密度가 낮을 것이며, gain 이 적으면 적은 變化를 갖은 變化量을 檢出 할 수 없는 結果가 된다. 그러나 isotope 利用의 計測器는 gain 이 安全할 뿐만 아니라 큰 값을 갖고 있기 때문에 實上 그 條件은 滿足하고 있다. 그것은 電氣的 回路를 使用하므로서 檢出端의 溫度, 濕度 그리고 振動 등의 影響이 다른 方法에 比해서 훨씬 적고 또한 安全性을 가졌기 때문이다. 그림(1)은 實際로 使用할 수 있는 差動式 電離函의 原理로서 外境條件이 나쁜 工場에서 使用할 境遇 精密度를 높이고 溫度, 濕度 등의 影響을 除外하기 爲하여 만들어낸 것이다. 이것은 標準電離函과 測定電離函과 같은 外境條件으로 測定物이 標準値와 같이 될 때 出力이 零이 되게하고 測定值부터 떨어져 있을 때 正 或은 負의 偏差信號가 나오도록 한 것이다. 따라서 이때 이 信號가 零이 되면 正常이 되고 正 或은 負의 偏差信號가 되면 다시 다음段 制御系에 傳送할 必要를 갖게 된다.

* 原子力研究所 電子工學研究室

여기서 萬一 計測器의 內部 impedance 가 크면 偏差信號는 傳送의 歪曲이 生起므로 可及的 적은 impedance 를 가져야 된다. 이와같이 變換要素의 靜特性은 gain 이 큰 同時에 安全性을 갖고 그리고 impedance 가 적은 것 이라야 된다.

(나) 動 特 性

放射線을 電壓으로 變換하는 要素는 前項에서 說明한 바와 같이 여러가지 있으나 이들은 實上 process 속에 넣어 使用하기에는 쉬운 것 들이다. 이들의 動作에도 電離函을 使用한 積分動作과 G.M.計數管 및 scintillation counter 등을 使用한 pulse動作으로 나눌 수 있다. pulse動作을 할 경우 問題되는 것은 dead time 과 計數回路 등의 分解能이고 積分動作을 하는 電離函은 分解能 이 無限이므로 強한 放射線을 測定하기에 適合하게 된다. 따라서 精密度를 높이기 爲하여서는 電離函을 使用하여 放射線의 線量을 많이 얻는 것이 重要的 것이다.

以上과 같은 두 特性을 考慮하여 만들어진 것이 그림(2)와 같은 단계 製造機이다. 이것은 原料 葉煙草의 選良, 乾燥, 切斷이 끝나 後에 종이고 마는 最終的 段階를 取扱한 것이다. 즉 다 만들어진 卷煙草의 거리와 直徑을 一定하게 切斷하기 爲하여서는 筒上機의 直徑과 切斷機의 切斷長을 固定시켜 놓으므로 自然的으로 簡單히 解決할 수 있으나 눈에 보이지 않는 속에 들어있는 不均一한 煙草葉片과 粉末을 均一하게 配合시킨다는 것은 容易한 일이 아니다. 그러나 이것이 實際로 煙草의 良 或은 不良의 使命을 갖고 있는 것이므로 多少 어려운 工程이나마 이를 制御 할 必要가 있는 것이다. 이 方法은 그림과 같이 같은 放射能을 갖은 β 線源을 兩쪽에 놓고 한쪽에는 β 線을 減衰시키는 固定된 標準吸收物과 組面케 하고 다른쪽은 測定하고자 하는 煙草와 對面시킨다. 그것은 放射能 β 線이 任意的 物質을 透過할때 物質에 따라 減衰率이 달라져서 나오는 것을 利用한 것이다. 이때 萬一 兩吸收量이 같으면 厚薄의 差가 없는 正常值를 말하

고 差가 있으면 厚薄의 差가 있는 非正常을 말한다. 그러나 厚薄의 差는 前述한 바와 같이 直時 偏差信號로서 다음 段으로 傳送되어 servo motor 를 움직이며 原料 供給量을 加減시켜 다시 正常的 動作을 시킨다.

따라서 半減期가 긴 Sr^{90} 과 같은 同位元素를 使用하면 長期間을 걸쳐 一定한 品質의 煙草를 마라낼 수 있는 것이다.

이와같은 工程은 다음 項에서 說明하고자 하는 連續制御로 一種의 自動制御系에 屬하는 것이다.

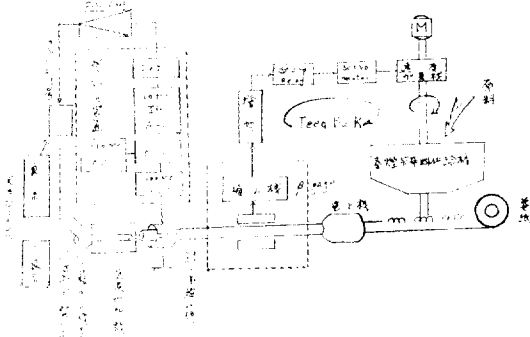
2. 自動制御에 放射線 利用의 計測器를 應用한 例

이것은 大概 3가지 種類로 나눌 수 있다. 첫째는 放射線을 오직 監視하는 目的으로된 制御이고 둘째는 on-off 制御 셋째는 連續制御인 것이다.

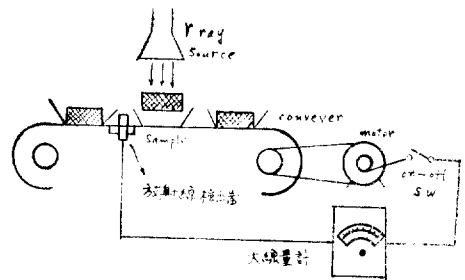
첫째것은 原子爐의 運轉用 monitor 와 原子爐, 放射線 發生裝置, 照射裝置 등의 健康管理用 monitor 그리고 照射放射線 線量計 등으로 이끄는 것이나 放射線의 線量率 또는 積算線량이 어느 一定值에 達하였는가 그렇지 못하였는가를 檢出하는 것이다.

그림(3)은 이의 工業的 實際利用으로 高分子 化合物에 γ 線 或은 electron beam 을 照射시키 그 性質을 改善하고자 할때 照射 試料를 conveyer 에 언저서 順次的으로 보내고자 한 것이다. 이때 一定 線량이 照射되었나 안 되었나를 電離函으로 檢知하여 萬一 照射 안되었을 때는 電離箱에서 얻은 情報가 警報를 울리도록하여 그 試料에 더 以上 照射를 안하도록 自動的으로 conveyer 의 輸送電源을 開閉하는 動作을 하겠끔 하였다.

둘째것은 前項에서 取扱한 警報信號를 適當히 制御 모오터에 組立하여 位置의 制御를 하는 것이다. 이 境遇의 檢出器, 測定器의 出力은 放射線의 存在 有無만을 알려주는 것이다. 따라서 制御方式으로는 檢出器 自體가 不連續인 境遇와 連續이지만 設定點을 適當히 하여 relay 出力만이 오직 不連續으로 하는 경우가 있다. 그



그림(2) 自動制御화된 卷煙製造機



그림(3) 連續照射裝置의 移動機構

러나 後者는 連續制御의 境遇와 비슷하기 때문에 여기서는 純粹한 on-off 制御에 對하여 說明하였다. 또한 前者의 境遇는 放射線의 存在의 有無만을 알으면 되는 것이기 때문에 計器自體의 精密度는 不必要하며 外境條件에도 거의 無關係하다. 그리고 放射能의 自然減衰에 對하여서는 檢出器의 感度를 計算하여 必要한 出力이 얻을 수 있게 미리 線源量의 餘裕를 보고 始作하여야 될 것이므로 이 方式는 價格도 싸고 故障도 적어 液面制御는 거의 이 方式를 使用하고 있는 實情에 있다. 아래 그림(4)는 어느

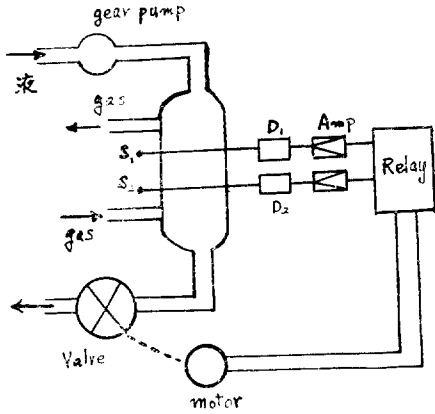


그림 (4) 反應塔의 液面制御의 例

反應塔의 液面制御의 例로서 上의 液入口로 부터 gear pump 로 一定量의 液을 보내고 있다. 下部로부터는 gas 를 壓入하여 上部로부터 gas 를 뽑아 내고 있다. gas 壓或은 液量의 變動이 外亂으로 化하여 들어 오기 때문에 下部開도가 一定한 境遇도 液面은 恒常 變動을 받는다. 只今 S_1, S_2 에 Co^{60} 線源을 두고 D_1, D_2 에는 檢出器를 놓았다. 液位(h)가 S_1D_1 線보다 차차 올라가 S_2D_2 에 到達된 時의 D_1D_2 의 出力을 曲線으로 表示하면 그림 5와 같이 된다. 그림에서 보는 바와 같이 S_1D_1 線, S_2D_2 線上의 부푸름기는 液面에 放射線이 照射되어 散亂을 일으킨 現象이고 Δh 는 檢出器의 液位方向의 두께이다. 이 두께는 普通의 檢出器로 測定하면 數 cm 程度 일는다. 따라서 液位檢出의 精密度는 이 Δh 로 定해지게 된다. 放射線源의 減衰에 對하여 生覺하여 보면, 減衰에 依하여 I_{1H}, I_{2H} 의 位置가 차차 내려와 I_{1L}, I_{2L} 이었다 하면 그림과 같이 이때는 完全히 檢出管에 放射線이 到達 안되었다는 뜻을 보여 준다. 故로 最低出力을 미리 計算하여 S_1, S_2 의 高를 決定지을 必要가 있는 것이다.

只今 液位를 S_1D_1 線과 S_2D_2 線間에 維持하고자 할 때 條件은 D_1 의 出力이 I_{1H} 와 같고 D_2 의 出力이 I_{2L} 과

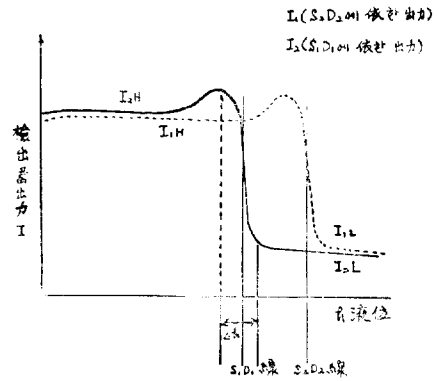
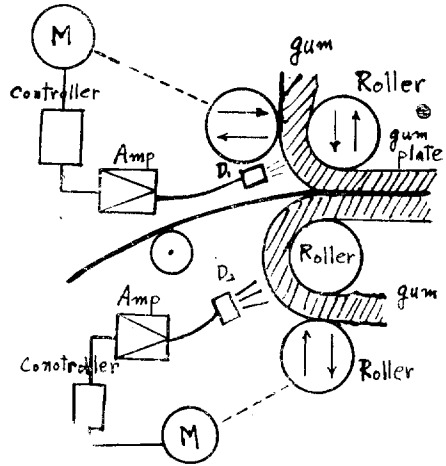


그림 (5) 液面과 檢出器 出力과의 關係



그림(6) Calendar Roll 自動制御의 例

같이 하게 하면 된다. 萬若 D_1D_2 가 I_{1H}, I_{2L} 로부터 떨어지면 各各의 relay 가 움직이기 motor 가 正逆轉하여 液의 排出하는 valve 가 開閉度를 加減한다. 따라서 第一인저 實驗에서 얻은 各各의 數値와 motor 의 廻轉時間은 適切히 選定하면 安全한 制御系로 使用할 수 있다는 것이다.

셋째것은 連續制御로서 이 경우는 當然히 連續指示가 必要로 하고 放射能의 減衰, 計器感度의 安全度의 確保 등을 爲한 特殊한 計器, 構成이 要求되어 on-off 制御와 달리 量의 制御로서 設計를 하여야 된다. 特히 高速 process 를 制御할 境遇에는 動特性이 重要視된다. 이것을 實例를 들어 說明하면 다음과 같다.

一般의 厚薄計는 透過型과 反射型이 있지만 測定位置와 制御裝置의 操作機構間의 時間늦음을 生覺할 境遇 roller 에 密着된 狀態에서 測定할 수 있는 反

射型 厚薄計가 有益한 것이다. 그림(6)은 calender roll 自動制御機로서 D_1D_2 에 反射型 厚薄計를 檢出部로 使用하여 이것을 間隙調整用的 roll에 各各 設置시켰다. 이때 D_1D_2 의 出力이 增幅되면 即時 controller에 들어가 controller의 指示로 間隙調節의 motor를 回轉하겠음 하였다. 이 過程에서 恒常 必要로 하는 制御動作은 比例 及 積分動作인 것이다. 故로 完全히 連續制御動作을 하기 爲하여서는 calender의 速度가 roll의 修正을 할 수 있는 時間까지 늦은 時間을 안 가져야 되는 것이다. 그러나 理想的 制御인 時間늦음의 無視는 不可能한 것이다. 따라서 다른 方式 即 pulse 制御나 sampling 制御(測定—制御—休止의 狀態를 反復하는 것)를 하여 이의 影響을 減少시키는 方式도 擇하게 되는 것이다. 이

와같이 連續制御는 變換器에서 計測器의 精密度가 나빠지는 경향이 많다. 原來 isotope 利用計測器는 다른 것에 比하여 連續指示 精密度나 安全性이 優秀하여 나빠지는 경향을 좋게 改良하고 있으나 더 짧은 時間늦음에 關하여는 앞으로 研究 對象으로 되어 있다.

以上과 같은 解説을 通하여 아는 바와 같이 isotope의 process 工業의 應用은 一律의 製品の 均一化, 材料의 節約, 多量生産의 工程이 高性能, 計測器에 依하여 可能하게 됨을 알 수 있는 것이다. 따라서 우리나라에서도 isotope 應用이 醫學 및 農學 등의 利用 外에도 工業의 利用에도 可能할 것이라 또 期待되는 것이다.

(1963年 12月 2日 接受)

編修委員會規程

第1條(目的) 本規程은 電氣學會誌를 編纂하기 爲하여 編修委員會(以下委員會라 稱함)를 두고 이에 關한 事項을 規定함을 目的으로 한다.

第2條(構成) 本委員會는 委員長1名 副委員長1名과 各分科委員長1名 式을 包含하여 20名以內의 委員으로 構成한다.

委員長과 副委員長은 編修理事會에서 理事會가 選出하고 分科委員長 및 委員은 委員長의 提請으로 理事會의 決議를 얻어 會長이 委囑한다.

第3條(分科) 各分科는 下記와 如히 定한다.

①電氣理論, ②發送配電, ③電氣機器, ④電氣應用
⑤電動力應用, ⑥電子制御工學

第4條(委員長 및 副委員長) 委員長은 會務를 總括하며 委員會를 召集하고 議長이 된다.

副委員長은 委員長을 補佐하고 委員長有故時는 此를 代理한다.

第5條(集會 및 議決) 委員會 및 分科委員會는 隨時召集한다.

委員會의 議決는 分科委員長會議(委員長, 副委員長 包含)의 議決로 代할 수 있다.

第6條(幹事) 委員會에 會務處理를 爲하여 幹事若干名을 定할 수 있다.

第7條(任期) 委員의 任期는 理事의 任期에 準한다.

附 則

本規程은 西紀1963年 11月 21日 부터 施行한다.

電氣用語制定委員會規程

第1條(目的) 本規程은 電氣用語를 制定하기 爲한 電氣用語制定委員會(以下委員會라 稱함)를 두고 이에 關한 事項을 規程함을 目的으로 한다.

第2條(構成) 本委員會는 委員長1名, 副委員長1名과 各分科委員長1名 式을 包含하여 40名以內의 委員으로 構成한다.

委員長, 副委員長은 理事會가 選出하고, 分科委員長 및 委員은 委員長의 提請으로 決議를 얻어 會長이 委囑한다.

第3條(分科) 各分科는 下記와 如히 定한다.

①電氣理論 및 電氣磁氣測定, ②電氣機器, ③發電工學 및 變電工學, ④送電工學 및 配電工學, ⑤電氣材料 및 高電壓工學, ⑥照明·電熱 및 電氣化學, ⑦電氣鐵道 및 電動力應用, ⑧電子工學 및 制御工學.

第4條(議長) 委員長은 會務를 統理하며 委員會를 召集하고 議長이 된다. 議長有故時는 副委員長이 이를 代行한다.

第5條(集會 및 議決) 委員會 및 分科委員會는 隨時召集한다.

委員會의 議決는 分科委員長會議(委員長, 副委員長 包含)의 議決로 代할 수 있다.

第6條(幹事) 委員會에 會務處理를 爲하여 幹事若干名을 定할 수 있다.

第7條(解散) 委員會는 電氣用語集 編纂 完成과 同時에 自然解散한다.

附 則

本規程은 西紀1963年 11月 7日 부터 施行한다.