

中小工場の省力化와 産業用 Robot

Energy Conservation for Small and Medium Industrial Plants and Industrial Robots

1. 머리말

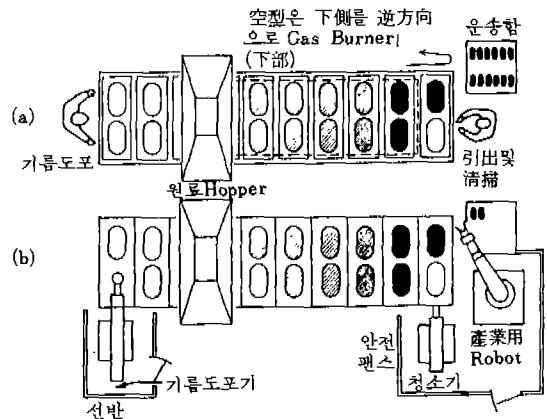
人間이 하는 일을 機械가 대행하도록 하는 발상의 배경에는 여러가지 理由가 있다 하겠다. 勞動力이 絶對적으로 不足했던 과거에는 말할 것도 없이 現在에는 良質의 勞動力의 求得難에 對處하고자 하는 것이 機械化·省力化導入의 큰 이유중에 하나라고 할 수 있겠다. 즉 Electronics化로 代表되는 工業製品의 高機能化에는 人間에 의한 것보다는 機械에 맡기는 것이 安心이 된다는 사고방식이다.

특히 機械工業 關聯分野만이 아니고 예를 들자면 食品工業에 있어서는 高熱等の 惡環境으로 作業이 敬遠시 될뿐만 아니라 製品의 衛生確保라는 면에서도 機械化가 要望되고 있다.

본고에서는 機械化·自動化·省力化를 위한 手段의 하나로서 注目을 받고 있는 産業用 Robot에 對하여 若干의 例를 들어 그 活用의 방안을 찾아 보 고자 한다.

個(1個 250g)를 구어내고 있다.

간격 移送식 機械로서, 빵틀에 液狀의 原料를 흘려 넣으면 Gas爐의 위로 순차적으로 진행하여 冷却후에 구어진 「카스테라」를 人間이 꺼내는 방식이다. (그림 1) 이러한 狀態에서 人間이 하지 않으면 안 되는 作業은 다음의 3가지다.



〈그림-1〉 과자 製造 Line의 産業用 Robot 의 도입(모형도)

2. 産業用 Robot 導入에 關한 「에 피소드」

2.1 人間이 行하고 있는 方法을 그대로 機械로 代치해서 좋을런지?

A 製菓工業은 同社의 獨特한 形狀의 「카스테라」를 社內에서 開發한 半自動機를 使用하여 1日 약 1萬

① Hopper에 原料인 小麥粉·계란液·설탕등의 混合物인 반죽을 공급하는 일 이것은 Level計를 보고 適切당히 補給하면 되는 것으로 人間이 기계에 사역 당하는 것은 아니다.

② 原料가 흘러가기전 빵틀에 기름을 치는 일, 이것은 약 5초 단위로 (Cycle Time) 機械의 움직임에

맞추어 행하여야 한다.

③ 구어진製品을 꺼내어 운송함에 배치하는 일, 이때 빵틀에 달라 붙어있는 가스가 있으면 완전히 털어 내고 자국을 완전히 닦아낼 필요가 있다.

①의 作業은 사람의 힘이 들어가지만 그렇게 힘든 작업은 아니다. 문제는 ②와 ③으로 연소부로부터 열이 떨어지지 않는 場所에서의 作業으로 복사熱의 影響도 있어 인간에게는 상당한 苦痛을 동반한 작업이다.

특히 機械의 움직임에 맞추어 일을 하지 않으면 안되고 또 틈사이에 끼이거나 火傷을 입을 열려가 있어 産業用 Robot의 導入을 檢討하게 됐다.

대부분 Robot가 처음인 사람들로서 Robot의 導入 檢討가 시작되었다.

1台的 산업용 Robot로 기름도 치고 製品을 꺼내는 일을 함께 할 수 있다면 더할 나위 없겠으나 실제로는 2명이 그 일을 해왔기 때문에 1대로 해결한다는 생각은 고려하지 않기로 했다.

기름치는 용으로 1대, 製品을 꺼내며 빵틀을 청소하는데 1대를 설치한다는 방식 즉 사람 1인을 産業用 Robot 1대를 代置시킨다는 計劃을 세웠다.

곧 産業用 Robot Maker에 연락하여 가능성 여부를 打診해 보았더니 처음에는 흥미를 느꼈으나 詳細한 것을 듣고나서는 주저하기 시작했다. 왜냐? 약 4,550萬원 정도의 6自由度의 범용 産業用 Robot 2대의 도입으로써 사람이 하는 방법 그대로 産業用 Robot로 實現하려고 하는한 作業시간의 制約이 있어 處理가 불가능한 것이다.

製品을 꺼내어 所定の 位置에 놓고 빵틀을 닦는다. 이러한 중에 다음 製品이 밀려와 도저히 처리할 수 없게 된다.

結論부터 말하자면 범용 産業用 Robot는 1대만 사용하기로 하여 製品을 꺼내고 이동상자에 나란히 정리만 하고 기름을 치고 빵틀을 닦고 하는 일은 固定 Sequence 自由도 3의 것으로 했다(양쪽다 빵을 집는 손부분은 부드럽게 하는 대책을 강구했다)

作業의 형태는 인간이 하는 方法과는 어느 정도 다른 방법이 되었으나 約5초라는 Cycle time의 制約하에서의 機械化라는 점에서 볼 때 이는 當然하

다 하겠다.

「機械를 만들 때의 생각을 확실히 알지 못하였기 때문에 시간이 걸렸으나 기계라는 것은 어떠한 것인지, 이제 겨우 알것 같은 단계가 됐다」라는 것은 담당자의 말이기도 하나 처음 단계인 半自動機로서는 잘 만들어진 것이라 하겠다.

2·2 相對를 해주는 機械란 어떠한 것인가?

B精密加工工場은 직경 20mm, 길이 20mm의 円柱(母會社로 부터의 支給品)의 端面을 凹面의 球面切削加工을 하고 있다. 部品의 形狀이 獨特한 것으로 Bolt를 만드는 것과 같이 自動機으로 둥그런 棒을 끝부분부터 절삭 한다는 방법으로는 되지 않는다.

特殊旋盤에 사람이 하나씩 손으로 설치해 가면서 加工해 왔다. 이것을 産業用 Robot를 使用해서 自動化 하기로 한 것이다.

이동상자에 마구 쌓아올린채 운반되어 오는 被加工品 피스를 10행 10列의 파레트에 整列하여 納品하도록하는 下請業체와의 이야기는 간단하게 合意했다.

이 파레트가 10枚(2列×5段) 들어가는 선반을 만들어 그중에 1枚를 産業用 Robot가 旋盤의 옆까지 가져다 놓고, 1個의 加工이 끝나면 꺼내어 팔을 90° 회전하여 다른 손에 미리 잡고 매기하고 있었던 未加工品 피스를 裝入하여 加工완료된 것은 천천히 파레트에 넣고, 未加工品 피스 1個를 집어 C-huck 옆에서 待機하는 것을 反復한다. 100個(1파레트)의 加工이 다 끝나면 그것을 선반에 쌓고 다른 未加工의 파레트를 가져온다. 손은 90°의 각도로 2組의 손가락을 가지고 있어 加工이 끝난 제품을 꺼내어 파레트에 넣고 未加工의 것을 피칭(Pitching)한다는 식으로 旋盤의 유희시간이 길어지는 것을 피하는 방법을 쓰도록 한다. 이것이 Cycle Time 短縮을 위한 Point가 된다.

하나하나의 被加工 Piece의 Handling은 이것으로 좋으나 파렛트의 交換時는 어떻게 될 것인가. 100個에 1회의 파레트 交換이기 때문에 이때는 선반이 쉬는 것으로 했다. 파레트 交換 作業中에 旋盤이 切削을 하고 있어도 좋겠으나 品質管理上, 파레트

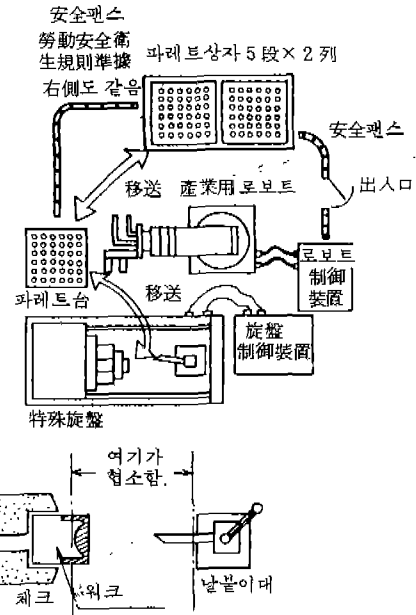
單位로 일을 하는 것이 바람직하다. 이때 파렛트 교환의 손은 一辺의 길이가 40cm의 파렛트는 직경·길이 모두 2cm의 円柱와 같은 손가락으로 Handling 하기가 어렵다. 또 한종류의 손가락을 붙이게 되어 결국 3種類의 손이 필요하게 됐다.

産業用 Robot Maker에 具體的인 Advice를 받아 가며 손가락을 設計, 製作은 産業用 Robot Maker에 一任했다. 旋盤은 既設의 것을 使用하기로 하고 制御를 위한 Interlock回路는 數値制御裝置에 그以前부터 붙어있는 것을 使用키로 했다. 現場에서는 産業用 Robot를 接續해 連動運轉했을 때 잘 동작할 지 別 自信이 없었다.

Dry接點레벨에서의 적용이기 때문에 雜音이 들어가는 등의 염려는 別로 없었다.

Maker에 改造를 依頼해야 되나 經費문제로 断念하지 않을 수 없었다.

3個月쯤 되어 産業用 Robot가 納品되었다. 旋盤 硯의 바닥에는 Maker가 指定한 位置에 指定된 尺寸로 設置용의 Anchor Bolt가 박혀 있었다. 「맞지 않으면 어떻게 하나」는 걱정과는 달리 잘 맞았다. 우선 産業用 Robot의 動作을 單獨으로 시운전 해보고자 動力源을 접속하고 선반과는 연결하지 않고 手動으로 操作하던 中 예상치 못한 事故가 발생했다. 一般의 旋盤과는 달리 Chuck의 正面에 요동할 수 있는 절삭공구대가 붙어 있으나 이것을 최대로 먼 위치로 밀쳐도 치수가 짧아서 로보트의 손을 被加工品을 Setting하기 위하여 Chuck와 절삭공구대가 있는 곳에 가져가려고 하나 손가락과 손목은 구조 체에 들어갈 수 있으나 손가락을 동작시키는 Air Cylinder에 공기를 供給하는 호스다발이 걸려서 作業이 불능했다. 부착金具를 느슨히 하여 호스다발을 움직여 보았으나 처음부터 좁은 장소에서 機械加工을 다시하여 Robot의 손목부분의 構造를 一部 변경시킬 필요가 있다는 결론을 얻게 되었다. Robot손부분의 設計時에 치수상의 制約이 있다는 것은 미리 알고 있어 여러가지로 고심을 했으나 動力傳達用 호스가 많아진다는 문제는 미처 고려를 못했던 것이 실수였다. 한편 걱정을 했던 制御의 Interlock는 아무런 트러블이 없었고 作成된 Program의 修



〈그림-2〉

正 및 裝置의 변경등의 필요는 전혀 없었다.

2.3 過大仕様

C社는 自動車 部品을 製品하고 있는 中堅 企業으로 製品의 重量은 10kg 부터 때로는 50kg 으로 比較的 컸었다. 金屬Press와 Plastic成型機械도 상당히 큰 容量의 것을 導入하고 있으나 当然 이들의 作業은 사람으로서 는 상당히 힘겨운 것으로 製品의 Loading 및 Unloading을 위하여 大形의 産業用 Robot를 導入하여 自動化를 추진하여 왔다.

이들 部品을 組合하여 自社製品으로 母企業에 出荷하는 것이 있으나 이 作業은 順序가 다소 복잡할 뿐만 아니라, 組立하면서 檢査도 해야 하므로 지금 까지는 사람 의 손에 의하여 실시되어 왔다.

이 作業을 産業用 Robot化 할 수 없겠는가 하여 具體的인 檢討가 시작되었다. 그 결과 다음과 같은 性能의 産業用 Robot를 도입해야 한다는 결론에 도달했다.

- ① 定格可搬重量에 있어 현재, 산업용 Robot에 현

드링 시키는 대상인 被加工物의 크기는 5~15kg의 중량이다. 그러나 장래 Model 變更등을 고려하면 25kg 정도의 것을 도입하는 것이 좋을 것이다.

② 位置의 精度에 있어서는 再確精度(敎示와 再生의 一致性)는 Operator로서는 고생이 되겠으나 敎示를 수정하여 補正할 수 있다는 점에서 참기로 하고 반복精度(多數回 反復할 때의 一致性)는 $\pm 1\text{mm}$ 정도면 될 것이나 만일의 경우를 생각해서 $\pm 0.5\text{mm}$ 정도로 하기로 했다.

③ 以下略...

한편 이 仕様을 접수한 Robot Maker는 생각하기를 「User의 要求仕様은 이렇게 되어 있으나 과거의 경험으로 보아서 User의 요구 仕様에 딱 맞추어 납품했으나 User측의 檢査 불충분으로 Trouble을 야기한 적이 수차 있었다. 당사로서는 User의 요구보다 한급이 높은 것을 추천하기로 했다. 가격이 높은 것은 후에 조정하면 될 것이고..., 性能이 불충분한 것을 무리하게 팔아 Trouble을 일으키는 것보다는 낫다...」고.

그러면 導入된 후에 어떠한 일이 생겼는지? 過大 仕様의 Robot가 納品하게 된 결과 2 台째 부터는 適正 仕様의 것이 導入되었다. 現場에는 1 台만이 매우 큰 고급 Robot가 「일반용으로서」 움직이고 있었다. User가 失敗의 경우를 우려하여 한급을 올리고 Maker 역시 같은 생각으로 한급을 더 올리는 결과이다.

일반적으로 이러한 半失敗은 「경험을 위하여 필요한 과정」이라고 일컬어진다.

3. 導入의 Point

전장에서 소개한 導入時의 에피소드를 기초로 산업용 Robot를 導入할 시의 要點에 대하여 몇가지 소개하고자 한다.

우선 「사람 한사람當 연건얼마」 「산업용 Robot와 이에 부속되는 機器의 年間償却費 및 運轉經費는 얼마」 이것을 比較해서 換算性의 檢査를 하는 것은 년센스일 뿐만 아니라 해보아도 소용이 없는 것이다.

사람의 機能과 Robot의 機能이 同一機能 이라면 좋으나 사람이 훨씬 高機能 (危險과 異常작업 조차도 할 수 있는 것등이 좋은 例)이기 때문이다. 導入前後의 生産에 소요되는 總經費를 가지고 比較하지 않으면 안된다. 實際로 이 계산을 하는데는 아주 많은 不確定要素가 있기 때문에 극히 개략적인 見積을 해보는 정도로 그칠 수밖에 없다.

다음으로 單位動作은 빠르지만 이를 몇개인가 組合해서 希望하는 作業을 하도록 하자면 意外로 時間이 걸리게 되는 경우가 많다. 대부분의 경우 Cycletime을 檢査基準으로 하나 이것도 1日當의 生産數量을 檢査基準으로 해야한다. 人間の 勞動狀態와 産業用 Robot와는 다르다(기체는 쉬지 않는다).

세번째로 前章에는 언급하지 않았으나 본래 인간이 견디어낼 수 없는 惡環境에서도 使用가능하여야 될 것이나 실제로는 예상대로 되지 않을 경우가 있다. 특히 먼지가 많은 곳, 高溫, 振動, 高溫度(結露) 등에는 注意를 할 필요가 있다.

네째에는 産業用 Robot만으로 作業이 가능한 例는 드물다는 것을 염두에 두어야 한다.

熔接이나 塗裝등의 경우에도 Positioner나 Turntable 등이 필요하며, 工作機械, 鍛壓機械, Plastic 成型機械등에는 거의 부속물 정도의 기본으로 使用된다.

따라서 關聯機器(作業對象機器)와의 Plant Layout, 制御信號의 교환등(Interlock로 부터 시작하여 協調運轉을 위한 제어정보의 교환, 심지어 System 전체의 제어에 있어서는 位置設定-예를 들면 MAP等)을 충분히 배려하여 System설계를 하지 않으면 안된다.

産業用 Robot가 主役이 되어야 하는지 아닌지에대하여서는 확실한 正설은 없으므로 擔當者의 裁量에 따라 가장 적합하다고 생각되는 方法을 채택하지 않으면 안된다.

다섯번째로는 産業用 Robot의 選擇基準이다. 價格이나 性能이 主條件이 되겠으나 性能에 있어서는 現在 눈으로 봐서 알 수 있는 比較기준은 없다고 보아야 한다.

Catalog나 技術資料를 읽어서 比較검토하는 것도

불가능하다고 본다. 이런 것에는 User가 필요로 하는 情報은 大部分의 경우 담겨 있지 않다고 생각해야 할 것이다. Maker에게 「이러한 일을 할 수 있습니까」라고 실제의 被加工物의 Sample을 보여주며 可能性을 타진하는 식이 많은 현상으로서는 잠재적인 도입의 Need를 Maker가 對處하기는 어렵지 않겠는가.

6 번째로 産業用 Robot 또는 自動化 System에 있어서 Man-Machine System은 어떻게 할 것인가가 문제가 된다. 아무 것도 하지 않아도 生産이 進行되는 自動化 System이 존재할 리는 없으므로 사람에게 의한 어떠한 操作이 필요하게 된다. 運轉과 保守 安全, 그리고 敎示業務-어떻게 하여 産業用 Robot가 해야 하는 일을 가르킬 것인가 등이 있다.

詳細한 것은 省略하나 擔當作業者가 다루기 쉬운 機械여야 한다.

「이렇게 어려운 機械는 나에게 는 맞지 않는다」는 상태가 되면 生産이 가능할 리가 없다.

이와 관련하여 7 번째의 Point로서는 要員敎育의

문제가 있다. 단순한 生産作業의 담당인 Operator에 대해서는 그렇게 문제가 되지 않으나 敎示나 保守 安全要員의 養成은 쉬운 일 만은 아니다. 가르쳤을 위치에 있지 않음으로써 試行錯誤的 敎示의 修正作業의 번거로움과 故障등의 A/S시 즉시 解決등의 要求는 이들 擔當者에게 자칫하면 작업에 실증을 느끼게 한다.

또한 Maker의 Service 体制도 문제로서 産業用 Robot의 故障는 즉 生産의 停止이며 또한 큰 損害를 초래하므로 조급한 對處가 필요하나 故障연락으로부터 Service가 開始될 때까지 많은 時間이 걸려서는 곤란하다. 「가까운 거리에 있는 Maker에서 製造한 Robot를 구입한다. 性能上 다소 다른 것과 比較하여 못하더라도 故障時의 對處가 重要하다」라고 말하는 User도 적지 않다.

産業用 Robot 導入에 있어서는 準備段階에서 신중히 추진하고 일단 導入이 결정되면 과감하게 일을 추진해 나가야 할 것이다. *

(13페이지에서 계속)

積極推進하고 對日貿易逆調 改善을 爲한 輸入代替 및 市場多邊化 政策이 적극 推進될 것이다.

重電機器 分野의 對日 輸入比重은 過去 3年間 平均 45% 水準이었으나 '86年 上半期에는 恩高의 영향등으로 오히려 62% 水準으로 높아졌다. 따라서 新製品開發과 品質向上으로 輸入代替를 積極 推進하고 輸入先 多邊化와 技術導入先의 多邊化 政策을 強力히 推進해 나갈 것이다.

끝으로 政府가 推進하는 이러한 施策에 앞서 民間自律에 依한 公正去來가 이루어질 수 있도록 業界와 關聯機關의 協力体制을 強化해 나갈 것이다.

輸入이 自由化되고 技術革新 速度가 빨라지면서 國內外의 市場概念이 無意味하게 되고 있기 때문에 國內 業界간의 相互協力과 技術·情報交換 등을 통

해서 先進國 企業에 積極對處해 나가야 할 것이다. 또한 從前의 폐쇄적인 企業經營에서 보다 開放적인 方向으로 轉換하여 長期的인 비전을 갖고 企業과 企業·企業과 關聯團體, 企業과 政府의 緊密한 協調가 이루어지도록 분위기를 造成해 나가야 할 것이다.

이상과 같은 重電機器 業界의 現況과 對應方案은 우리 모두가 피부로 절실히 느끼고 있는 點들이다. 따라서 이러한 施策하나 하나를 具體的인 實踐을 통하여 實現해 가는 것이 더욱 重要하며, 그 實現의 責任은 어느 누구의 잘못이 아닌 바로 우리 모두의 責任임을 痛感하여 「모든 施策이 살아 움직이는」 그러한 共同의 努力이 더욱 要求되는 것이다. *