

電子産業의 로봇導入과 問題點

1. 로봇導入의 背景

요즈음 新産業革命이라는 거대한 技術革新의 물결이 일어나고 있다. 太陽光發展, 光合成, 바이오테크노로지, 新素材, 高에너지-物理學, 高速增殖爐等 이루다 열거할 수 없을 정도로 많으나 그 가운데 하나가 마이크로 컴퓨터를 機能部品으로 하여 機械에 組立한 메카트로닉스 技術이라고 할 수 있다. 時計, 카메라, 自動車, 家電 등 消費材와 함께 생산자동화 설비 등의 生産財에도 메카트로닉스 技術이 보급되어 FA (Factory Automation) 과 FMS (Flexible Manufacturing System) 발전의 기초가 되었다. 수년 전에 부터 메카트로닉스 제품의 대표격이라 할 수 있는 産業用로봇이 등장하였으나 今後의 경제, 사회환경과 技術의 발전을 생각할 때 산업용로봇의 생산현장에서의 도입은 차츰 活發化되어 질 것이다. 지금까지 産業用로봇의 도입 주역은 자동차 산업으로서 보디의 溶接과 塗裝이 중심이었다. 人間에 있어 重勞動, 惡環境의 작업이 산업용로봇의 보급을 확대하는 배경이 되었다. 이러한 산업용로봇은 近年 모든 산업에 걸쳐 溶接, 塗裝에서 다시 큰 요구가 있는 搬送, 組立, 檢査 등의 各作業分野에 적용범위가 확대되고 있다. 産業用로봇이 이러한 여러가지 生産現場에 實用영역이 확대되는 배경은 다음과 같다고 생각한다.

(1) 電機産業, 精密機械工業 등에도 部品加工에 있어서는 汎用 自動化設備과 NC 工作 機械의 도입에 있어서는 상당히 자동화가 이루어지

고 있으나 組立作業과 檢査作業은 사람의 손으로 작업하는 경우가 많아 合理化가 한층 늦어지고 있는 工程이다.

(2) 市場의 성숙에 따라 要求의 다양화가 이루어져 多品種 少量生産에로 이행하는 것과 商品의 Life Cycle이 짧아짐에 따라 高額으로 大規模한 自動化專用 設備는 經濟性面을 따져 도입하지 않으면 안되게 되었다는 점이다.

(3) 技術적으로는 마이크로 컴퓨터를 중심으로 한 일렉트로닉스의 진보에 의하여 産業用로봇의 기능이 비약적으로 發展되고 있으며 이것을 베이스로 하여 종래의 自動化技術과 로봇 技術의 融合에 이르러 가능하게 되었다.

(4) 經濟的 技術的인 사유외에 노동환경면으로부터도 高學歷化에 따른 젊은 노동자부족, 숙련 노동자 부족, 단순노동과 위험한 작업환경(고온, 악취 등)으로부터 작업자를 해방할 필요성, 인건비의 상승등이 표면화 하고 있다는 점이다.

2. 로봇 普及의 經緯

현재 일본에서 가동되고 있는 産業用로봇은 6萬台에서 10萬台로 추정되나 로봇의 생산과 활용의 양면에서는 세계에서도 주도적 입장에 서 있다. 日本에 처음으로 美國의 AMF社에 의해 "비트란"이라는 플레이백 로봇이 소개된 것은 1967年이었다. 다음 68년에는 美國의 先發로봇 메이커인 유니메이션社와 川崎重工業이 技術 제휴하여 국산화한 결과 이에 자극받은 國內의 有力電機, 機械, 造船 등 各分野의 메이커

가 서로 신규참가하여 産業用로봇의 기술개발을 개시하였다. 이후의 보급 과정은 다음 3기로 나누어 진다.

第1期는 60年代의 고도성장시대에 있어서 생산증가에 따른 노동력을 보충 할 필요가 있으며 人海戰術을 合理化하여야 한다는 企業의 願望에 따라 로봇의 도입시기를 맞이하였다. 71년에는 日本産業用로봇工業會가 加盟 44社로서 발족해 産業용로봇의 진흥을 향한 활동을 시작하여 업계로서 一應의 形態를 갖추었다. 그러나 개발당초는 고장, 誤動作 등 기술적 문제가 많으며 오일쇼크로 유저의 설비투자 의욕이 저하되어 産業용로봇의 생산은 빛을 보지 못하고 일부기업은 로봇 분야로부터 撤退하는 경우도 보였다.

第2期는 76年頃부터로 石油危機가 일단락되고 동시에 安定成長으로 移行하여 需要의 양적 확대는 기대가 희박하였으나 同時에 合理化, 省力化 등 질적 생산성 향상이 급선무가 되었다. 이러한 배경으로 다시 成長軌道를 달리기 시작하였다.

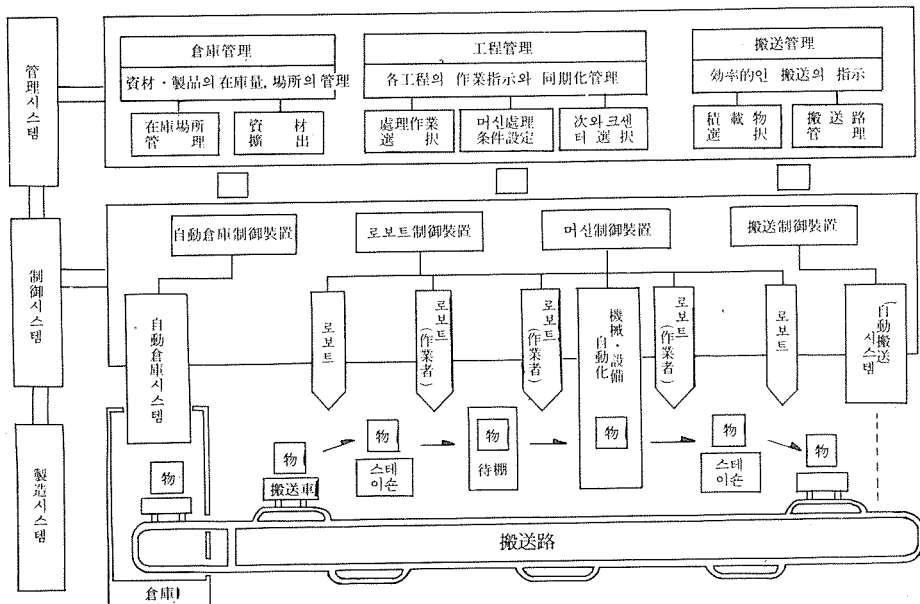
또한 어떠한 신문, 잡지 등에서 화제에 올리기 시작한 것은 美国 TIME誌로서 80年 12月 8日號에서 로봇 리포리슨이라는 특집호를 발행하여 지금부터 로봇時代之가 도래한다고 떠들어

되므로서 한층 붐을 조성하는 듯 하였다. 타임誌에 따르면 日本의 로봇 設置台數는 美國, 유럽諸國을 합친 것 보다도 많다는 사실이 세계의 산업계에 충격적 뉴-스로 되었으며 日本은 로봇 붐에 불을 당기는 역할을 하였다. 이러한 소란속에서 81年 10月에 開催된 81國際産業用 로봇展에는 33万名이라는 기록적인 내방객이 모여져 実感있게 로봇의 새로운 時代의 開幕을 느끼게 하였다. 현재 들어가고 있는 第3期는 로봇과 加工機械, 自動倉庫와 無人搬送車 CAD, CAM 등을 組合한 無人化工場(FA)와 多樣한 製品을 효율 좋게 생산할 수 있는 融通性 있는 生産시스템(FMS)을 구축하는 時代가 되었다. 컴퓨터(情報處理)를 中心한 各種管理시스템, 制御시스템, 製造시스템이 유기적으로 결합된 FA시스템의 도입이 今後에 主流를 이루고 있다고 생각된다. 自動化시스템 機能 構造를 圖 1에 表示한다.

3. 技術의 進歩와 産業用로봇

증기기관의 이용에 따른 第1次 産業革命, 금세기초의 대량생산 기술의 확립에 따른 第2次 産業혁명에 이어서 現在는 第3次 産業革命의 한 가운데에 있다. 第3次 産業革命의 특징은 第1

圖 1 自動化 시스템 機能 構造



로 電子技術의 進歩, 즉 마이크로프로세서, 메모리, 周邊 LSI 등의 出現 등이며, 第 2로는 서-보 모터, 大容量 트랜지스터, GTO, FET 등 大出力用 電子部品の 進歩에 따라 第 3에 活用 技術, 특히 소프트웨어의 발전에 있다.

특히 산업용 로봇의 制御技術은 質的으로 이와 같은 電子化, 集積化, 디지털化, 소프트웨어化의 綜合인 것이다. 또한 기능적으로는 소망의 운동 형태와 精度와 함께 對象物을 이동, 위치를 옮기는 것 등이 가장 重要한 內容이다. 産業用로봇에는 敎示를 갖는 手法에 따라 動作機能部를 希望하는 곳으로 움직이게 할 수 있으며 로봇 固有의 언어로서 동작순서, 동작위치, 동작경로 등 복잡한 운동 데이터를 유-저가 용이하게 가르쳐줄 수 있기 때문에 一般의 專用設備, 自動機械 등과 달리 널리 活用性을 갖는다는 特徵이 있다. 圖 2에 보는 것과 같이 最近의 制御裝置의 시스템構成은 마이크로 프로세서, 메모리를 中心으로 하여 CRT, TTY, 敎示機構, 驅動機構 및 外部 인터페이스를 접속시켜 運轉데이터의 登錄, 變更과 시스템업에 유리하게 되는 것과 같이 구성된다. 일반적으로 産業用로봇은 2-6軸의 自由度를 가져 高速度로서 위치의 결정을 行할 必要가 있다.

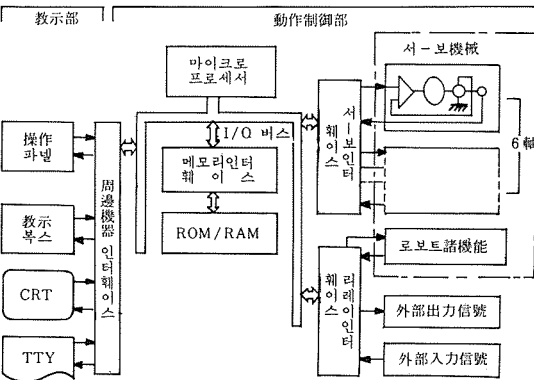


圖 2 最近의 制御裝置의 시스템構成例

종래 이를 위하여 서-보회로는 아날로그회로 主体의 하드웨어 구성으로 서-보 인터페이스를 통하여 프로세서로부터 서-보회로에 위치指令 速度指令을 印加한다.

또한 多關節形과 極座標形의 로봇에는 어떤 關節을 어디 밖에는 움직일 수 없는 動作機構部가 어떤 위치에 있으나 姿勢에 따라 서-보機構

에 시시각각 指令에 따라 움직이지 않으면 안되기 때문에 必要에 따른 리얼 타임 演算회로를 附加시킨 것이다. 그러나 LSI技術의 進歩는 이 方面에 있어서도 變化를 가져 왔으며 즉 高速프로세서와 커스텀 LSI에 따라 附加演算회로로 된 서-보機構에의 指令데이터 發生으로 종래의 아날로그 방식의 固定化된 서-보 기구가 마이크로 컴퓨터化되어 확실히 유연하고 고성능의 制御動作이 가능하게 되었다. 이 결과 로봇本體部分의 구조가 多關節形, 直交座標形, 円筒座標形, 極座標形 등으로 다양화 되었으며, 制御部는 同一의 하드웨어로부터 모두 소프트웨어에 對應할 수 있는 것과 같이 되므로서 크나큰 前進을 이루었다. 産業用로봇의 기능을 보다 고도화하여 知能을 높이기 위하여는 로봇이 作業할 對象과 그 주위의 狀況인 外部環境을 알 수 있는 감각센서가 不可缺하다.

로봇에 感覺센서를 付與함에 따라 종래의 간단한 반복성 로봇에 비하여 그 適應性 汎用性의 方面에서 비약적으로 우월한 知能 로봇이 出現되었다. 로봇에 필요한 感覺機能을 表 1에 나타낸다. 이러한 로봇에 요구되는 機能을 종합하면 다음과 같다.

- ① 5軸 이상의 自由度
- ② 高性能制御裝置와 作業內容을 容易하게 기술할 수 있는 프로그래밍 言語
- ③ 組立部品, 可搬重量에 적합한 剛性
- ④ 高速性
- ⑤ 廣範圍의 作業공간에 있어서 正確한 位置 決定
- ⑥ 外界認識用 感覺센서의 裝備
- ⑦ 센서시스템과 크로스토프 制御에 의한 適應制御

表 1. 로봇에 必要한 感覺

感覺	人間의 器官	檢出對稱	센서
視覺	目	物體形狀	撮像管 (비지콘) 固体撮像素子 (CCD, MOS)
		物體色	컬러-센서
		距離	近接센서, 撮像素子
聽覺	耳	可聽音波	마이크로폰
		超音波	超音波센서, 壓力센서
觸覺	皮膚	接觸, 壓力, 力, 重量	壓力센서, 스트레케이저
		溫度, 湿度	溫度計, 湿度計

4. 電子産業의 로봇適用 分野

電子産業에 있어서도 그 製品系列과 作業영역은 무척 다양함에 따라 類以製品도 있으며 製造會社마다 生産方式과 生産시스템이 다르다. 코스트, 品質, 納期로서 他社보다도 優位에 선기 위하여 各社 獨自의 製造 Know How 를 開發, 保有하고 있으며 이 優劣이 企業의 存續과 發展에 크나큰 影響을 미치게 한다. 로봇의 도입에 있어서도 다만 作業者의 代替뿐만 아니라 自社의 生産시스템에 적합하게 하며 多品種少量 生産시스템 가운데 어떠한 것을 로봇으로 배치하여 活用할 것인가? 등 工場 전체 상황을 파악하여 시스템으로 디자인 하는 것이 重要하다. 産業用로봇을 포함한 生産시스템은 多品種 少量生産을 效率 좋게 행하기 위하여 不可缺한 것이며 그 構築에 있어서는 다만 現場의 技術者에 맡기는 것보다는 經營全體의 問題로서 포착하고 분석할 必要가 있다.

이상과 같은 배경에 따라 로봇의 適用分野에 있어 어떠한 問題가 있으며 電子産業에서 현재 가장 요구가 높은 組立로봇에 있어서 導入의 着眼點을 기술한다. 電子産業의 組立作業을 크게 분류하면 대략 다음과 같다.

(1) IC, LSI 製造工程에 있어서 페레트 마운팅作業, 리드 본딩作業 등의 超微細 精密組立

(2) 電磁리레이, 스위치 등 大量으로 사용되는 貴金屬 接點의 파네의 抵抗溶接까지 接合.

(3) 各種表示管, 螢光灯, 램프, 封入接點스위치 등에 있어서 金屬과 유리의 융착에 의한 組立.

(4) 프린트配線板上에의 各種 전자부품의 插入 납땜 붙임 (패킷이지 組立)

(5) 電磁리레이, 메카니칼 스위치, 콘넥타 등 小形機構部品の 組立 (파일업, 插入, 납땜 붙임 등)

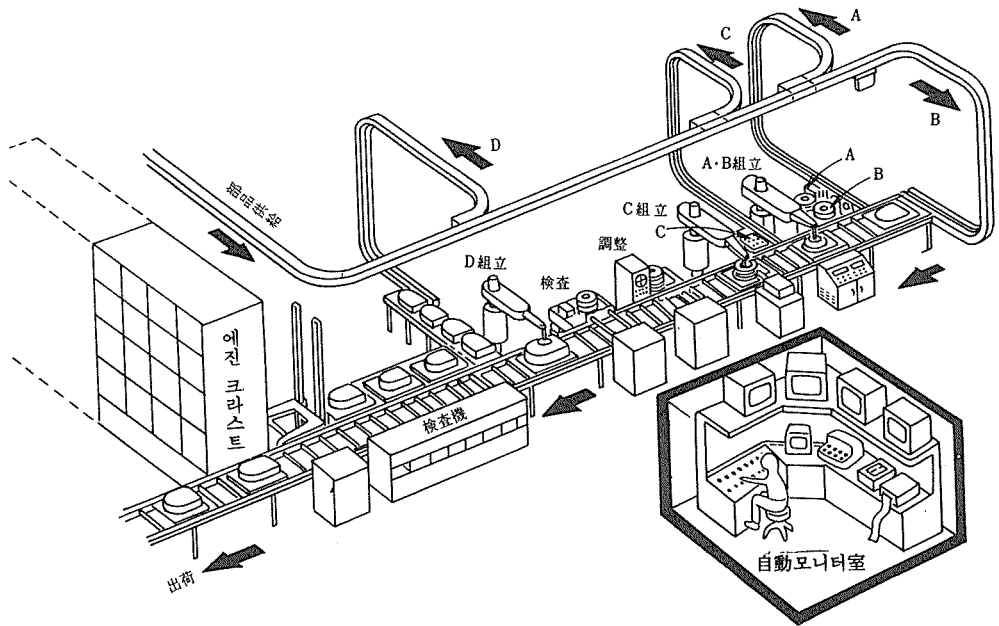
(6) 各種裝置, 機器類의 電氣配線과 端子部와의 結合 (납땜붙임, 테이핑, 圧着 등)

(7) 接着劑, 樹脂塗布 作業 등.

(8) 電話機, 팩시밀, 프린터 등 各種宅內機器 周辺端末裝置組立 (精密接合, 납땜 붙임)

(9) 선풍기, 냉장고, TV, 비디오 등 家電製品 組立.

(1)의 IC, LSI의 組立은 超微細 作業으로서 이전은 顯微鏡을 써서 숙련된 여자 作業자가 機器를 쓰는 生産方式이었으나 最近에는 視覺센서를 구비한 고성능한 全自動페레트 마운팅과 본딩이 보급되어 工場도 거의 無人化되었다. 이러



● 3 로봇을 이용한 自動組立 検査라인

한 마운터와 본더는 IC, LSI의 변경에도 용이하게 대응할 수 있어 人間の 能力을 넘는 精度와 속도로서 作業을 行하며, 組立 로봇의 일종으로 볼 수 있다.

(2), (3) 分野의 作業에는 자동멀티 接點溶接機와 멀티 헤드 자동封入機 등 製品마다 專用 自動機가 도입되고 있다. 이러한 專用設備는 고성능으로서 形狀과 다른 品種 바꿈에 對하여는 설비 그 자체도 크게 改造할 需要가 많으며 多品種 少量生産에 부적하다. 이러한 전용설비의 前後 工程에 있어서 위-크의 搬送, 핸드링, 트레이 結合 등 종래 사람의 손으로서 하던 作業을 포함하여 専用설비가 달라지는 로봇시스템의 도입이 急先務이다.

(4)의 패키지 組立은 Insertion Machine 이 상당히 보급됨에 따라 合理化, 省力化에 크나큰 효과를 얻고 있다. 한편 차츰 小形化, 高密度実裝化, 部品種類의 多樣化 등이 이루어짐에 따라 종래까지의 汎用 Insertion Machine 은 對應이 충분하지 못하게 된다. 今後は 高密度実裝이 가능하며 多品種의 小形 電子部品の 高能率로 삽입 될 수 있는 Flexibility가 풍부한 패키지 組立 로봇시스템이 開發導入되어야 할 것이다.

(5),~(9)의 作業은 부분적으로 자동화되고 있는 것이 一般的이나 (a)組立部品の 형상이 복잡, 어떠한 조립작업은 곤란하며 人間の 機器와 視覺, 촉각 등의 感覺이 不可缺하다.

(b) 多品種少量生産으로 기술적, 경제적인 專用機의 도입이 困難

(c) Life Cycle이 짧다 등의 이유에 따라 가장 자동화가 늦어지고 있는 分野로서 사람 손으로 하는 勞動集約的 作業이다. 前項에서 말한 로봇 기술의 進전에 따라 이러한 作業에도 각종의 로봇이 組合되어 其他의 설비등과 함께 시스템으로서 급속히 도입이 늘어날 것으로 생각된다. 로봇을 이용한 자동조립 Line 의 一例를 圖 3에 나타내었다.

5. 産業用로봇의 課題와 方向

現在 生産工場은 CAD·CAM의 一般化, 로봇利用의 活發化, 이러한 것을 베이스로 한 Factory Automation의 普及, 多品種少量生産에 적

응할 FMS의 導入등 生産형태가 크게 변하였다. 로봇 導入의 背景은 이미 말한 것과 같으나 로봇을 포함한 生産自動화에 따라 人間을 배제할 수 없으며 로봇이 어떠한 것을 하는 것이 편리하다고 하더라도 創造性을 포함한 그때 그때 高度한 判斷이 필요한 것은 人間이 하는 것과 같이 工場의 시스템을 구축하여야 한다. 이와 같은 것을 배려하여 今後의 産業用로봇의 技術的 課題를 고려하여야 한다.

또한 第1은 로봇의 自重과 可搬重量이다. 人間은 거의 自己의 体重과 同程度의 重量을 가지고 있으나 現在의 로봇은 自己重量의 數十分의 1의 重量밖에는 올릴 수 없다. 이것은 로봇의 機械構造의 問題와 구성재료에 關係하는 문제이다. 前者는 人間の 上肢構造, 骨格과 筋肉 등의 연구로부터 해결되었다. 後者는 현재 쓰여지고 있는 材料 및 소형으로서 강력한 阿克테터 등이 개발되는 것이 必要條件이다.

최근은 素材革命에 따라 스틸製 로봇으로부터 強化 플라스틱과 세라믹 등을 쓴 輕量化 로봇의 연구가 盛行되고 있음에 따라 이제는 로봇의 可搬重量도 로봇의 自重에 상당히 접근하고 있다고 생각한다. 第2는 로봇의 동작패턴과 동작속도이다. 로봇의 팔과 핸드부의 동작은 이것을 驅動할 阿克테터와 콘트롤 기능의 진보에 따라 상당히 사람에게 가까워지고 있다.

그러나 사이바레틱스 모순이라는 生物學的인 움직임은 사람의 손과 손가락 움직임 속도에 비교하면 아직도 해결하지 않으면 안 될 문제가 많다. 공장내의 機械現場과 組立現場에서 쓰여지고 있는 産業用로봇으로서 동작의 한층 고속화가 필요하다. 第3은 로봇 構造의 모-줄화이다. 로봇의 구성, 특히 作業내용에 따른 로봇의 핸드부와 이것에 關係되는 周辺部는 標準化와 同時에 모-줄 구성으로 作業목적, 요구에 따른 이러한 組合의 시스템을 구성하여야 한다.

핸드부와 周辺部가 모-줄화 된다면 作業내용이 달라져도 신속하고 유연하게 대처할 수 있는 동시에 만일 고장이 발생하여도 그 부분의 모-줄만을 교환하면 되므로 補修時間의 단축과 보수 的 자동화가 가능하여 지며 로봇과 구성시스템의 가격인하에 대한 효과가 있다. 第4는 知能化에 對應하는 센서와 소프트웨어의 開發이다.

(P. 100으로 계속)

기능이있다. 규격은 幅 50cm, 높이 1.3m, 중량은 120kg이다.

한편 빌딩의 바닥 청소용 로봇은 本田技術研究所가 개발한 자이로케이터를 位置認識裝置로 搭載, 환경 인식을 위해 超音波센서를 사용하고 있다 자이로케이터로 청소 위치를 알고 청소 범위를 기록하여 장애물이나 벽을 超音波센서로 檢知하면서 청소작업을 한다. 중량 50 kg, 청소 능력은 每秒 15m이다.

金地金 製造工程에 업계에서는 처음으로 로봇을 도입한 업체가 田中貴金屬工業이다. 도입된 로봇은 大日棧工이 제작한 것으로 ① 鑄造 후에 冷却盤에 놓여진金地金を 계량기로 운반, ② 계량치가 天秤端末장치에 전해져 중량에 따라 합격, 불합격품으로 분리된다, ③ 합격품을 刻印棧로 운반, ④ 刻印金地金を 케이스에 나란히 配例하는 工程에 도입된다. 종래에는 이와 같은 工程에는 2~3명의 작업원이 필요했으나 로봇의 도입으로 完全自動化되었다. 總費는 附帶설비를 포함하여 약 2,000만円이다.

또한 熔解炉에서 용해된 유리를 꺼내는 工程

의 로봇化를 추진하고 있는 데가 日本硝子製品工業會이다. 日本産業用 로봇工業會와 共同으로 노동환경이 나쁜 工程의 로봇化를 企圖하고 있다.

化學會社인 아이코사는 鐵鋼連鑄用 탠디슈 대상으로 高盜吹付로봇을 개발하고 있다. 이 吹付로봇은 500℃의 탠디슈의 冷却을 기다리지 않고 高温에서 자동으로 작업한다. 종래에는 耐火物의 整備에는 20~40명(4 팀)이 전적으로 작업에 임했으나 이 로봇은 탠디슈 등에 1基당 30분~1시간에 耐火材를 吹付할수 있다. 1台당 7,000 만円이다.

豊電子工業은 陶磁氣 분야를 대상으로 로봇을 개발, 타일의 組立에서부터 選別, 포장까지 5대의 로봇으로 할 수 있는 無人化 시스템을 완성했다.

이 밖에 富士通의 오피스 로봇, 電電公社의 전화번호부의 페이지를 넘겨주는 로봇, 共同印刷所가 第一勸業銀行을 대상으로 개발한 복권의 印刷 미스를 檢出하는 로봇 등의 특이한 것들도 개발되고 있다.

..... (P. 94에서 계속)

今後의 産業用로봇의 主流는 종래까지 人間의 손으로 機器과 감각등 본질적인 人間の能力에 의존하는 作業으로 바뀌기 위하여는 로봇의 知能을 높일 必要가 있다. 日本通産省이 今年부터 着手할 計劃으로 있는 極限作業 로봇은 民間과 共同으로 開發을 진행하고 있으며 將來로봇의 하나의 典型으로서 특기할 만하다.

極限作業 로봇은 原子力, 海洋, 大規模 災害 등의 分野에 있어서 極히 엄중하고 가혹한 환경하에서도 적용을 생각하는 것으로 大型프로젝트(大型工學技術開發 制度)의 일환으로서 스타트 하는 것이다. 人間작업을 代行할 高度作業시스템의 개발을 추진함에 따라 開發計劃의 중심

은 높은 수준의 放射能, 高水圧, 高温, 炭塵, 可燃性 가스등의 가혹한 환경하의 작업을 상정하고 있다. 開發의 課題는 다음과 같다.

(1) 移動技術, 마니피레이손 기술 등 구성요소 技術開發

(2) Advanced Operation 등의 制御技術開發

(3) TOTAL SYSTEM 開發

國家프로젝트로서 이러한 작업영역의 로봇化 開發에 힘을 기울이고 있는 日本의 이 大型 프로젝트의 成果는 국제적으로도 주목을 받고 있다. 同時에 본프로젝트를 통하여 얻어지는 각종의 成果는 今後의 産業용로봇의 발전에 여러 가지 각도에서 많은 영향을 미치게 할 것이다.