



# 産業用 로봇 “MELFA”의 最新技術과 應用

## 1. 머리말

'90년대가 되어 저품經濟 붕괴에 따른 경기가 둔화된 경향에 있으나, 製造業에 있어서는 여유있는 노동환경 창출과 생산효율 향상이라는 상반되는 과제가 있어 省力化·合理化가 보다 질적인 면에서 중요하게 되고 있다.

이와 같은 배경하에 로봇은 요사이 수년간 일손부족 해소수단으로서 多方向, 多分野에서 적극적으로 도입이 되어 왔다. 다만, 지금까지 그 도입형태를 보면 周邊裝置를 배치한 Stand-alone적 셀 시스템 안에서 사용되는 것이 고작이었다. 그러나 최근의 니즈로서 생산형태의 질적개선 특히 多品種 소량생산으로의 대응력 강화가 요구되고 있다. 예를 들면 품종 제작순서의 교체시간 단축, 시스템의 간소화 등 종합적인 생산관리 체제를 실현하기 위한 최적의 로봇의 요구 등이다.

또한, 物流分野에서는 생산 그 자체에 비해서 附加價値가 낮고 자동화 투자가 보상되지 않는다고 했었으나 근년에는 제품다양화, 노동력 부족 등으로 인하여 物流 코스트가 증대하여 生産 이 상으로 自動化를 부르짖게 되었다.

이 글은 이와 같은 市場 니즈에 부응하여 개발한 산업용 로봇 “MELFA”의 최신기술과 그 응용에 대하여 설명한다.

## 2. N 시리즈

### 2·1 技術的 특징

N 시리즈는 “사람과의 置換(바꿔놓기)”을 基本 개념으로 한 中容量 워크의 組立 핸들링 로봇이다. 로봇 本體는 공작기계나 각종 장치에 워크를 공급하는 “立體作業”을 想定해서 置換이 용이하도록 배려했다. 또, 컨트롤러는 맨머신 인터페이스나 통신기능을 강화하여 쓰기 쉽도록 개선하고 擴張性을 향상시켰다.

### 2·2 로봇 本體

N 시리즈 로봇 本體는 철저하게 機構部의 유닛 構造化를 꾀하고 시리즈 機種들 사이의 部品共用率을 높임과 아울러 기본구조를 통일했다. 基本이

<표 1> “N 시리즈” 로봇 본체의 概略仕樣

形 式	單 位	RV-N4	RV-N10	RV-N6H
構 造		垂直多關節形	垂直多關節形	垂直多關節形
動 作 自 由 度		6	6	4
驅 動 方 式		AC 서보모터에 의한 電氣 서보方式		
암 길 이	肩 시 프 트	160	200	-160
	上 膊	315	500	400
	下 膊	400	630	315
動作範圍 (最大速度)	腰 旋 回 J1	±170(180)	±170(150)	±140(180)
	上 膊 旋 回 J2	240(113)	240(113)	±140(113)
	下 膊 旋 回 J3	150(150)	150(113)	+15~-30(150) : 上下
	손목흔들기 J4	±160(270)	±160(270)	- (-)
	손목굽히기 J5	±130(300)	±130(270)	- (-)
	손목비틀기 J6	±180(432)	±180(432)	±180(432)
最 大 合 成 速 度	mm/s	4,500	5,800	4,000
定 格 負 荷	N {kgf}	39.2 {4}	98.0 {10}	58.8 {6} : 最大 98.0 {10}
位 置 반 복 精 度	mm	±0.05	±0.1	±0.03
周 圍 溫 度	℃	0 ~ 40	0 ~ 40	0 ~ 40
本 體 質 量	kg	98	180	92

되는機種은 6軸 垂直關節型的 “RV-N4”이며 사람의 팔 길이에 거의 가까운 팔 길이를 갖는다.

현재까지 “RV-N4” 軸數를 4軸으로 삭감한 “RV-N6H”와 암(팔) 길이가 약 1.5배 큰 “RV-N10”을 시리즈化하고 있다. 표 1에 N 시리즈 로봇 본체의 概略仕樣을 표시한다.

N 시리즈 로봇 본체의 특징은 다음과 같다.

(1) 全軸 공히 브레이크附 AC 서보모터와 세미 앵슬류트 엔코더를 채용했다.

AC化함으로써 브러시 교환은 불필요하게 되었으며 또 세미앵슬류트 엔코더 채용으로 인해 始業時 등에 電源 투입시의 原點 복귀시간이 대폭적으로 단축된다.

(2) 全軸 공히 驅動 유닛에 防塵型 오일실을 사용해서 외부로부터의 먼지나 오일미스트 등을 방지함과 아울러 윤활용 그리스 漏出을 방지했다. 이로 인하여 기계공장 등 3K 環境에서의 작업은 물론 電子機器 조립 등을 위한 깨끗한 환경조건에도 적용된다.

(3) 로봇 본체 안에는 핸드나 툴링을 에어驅動

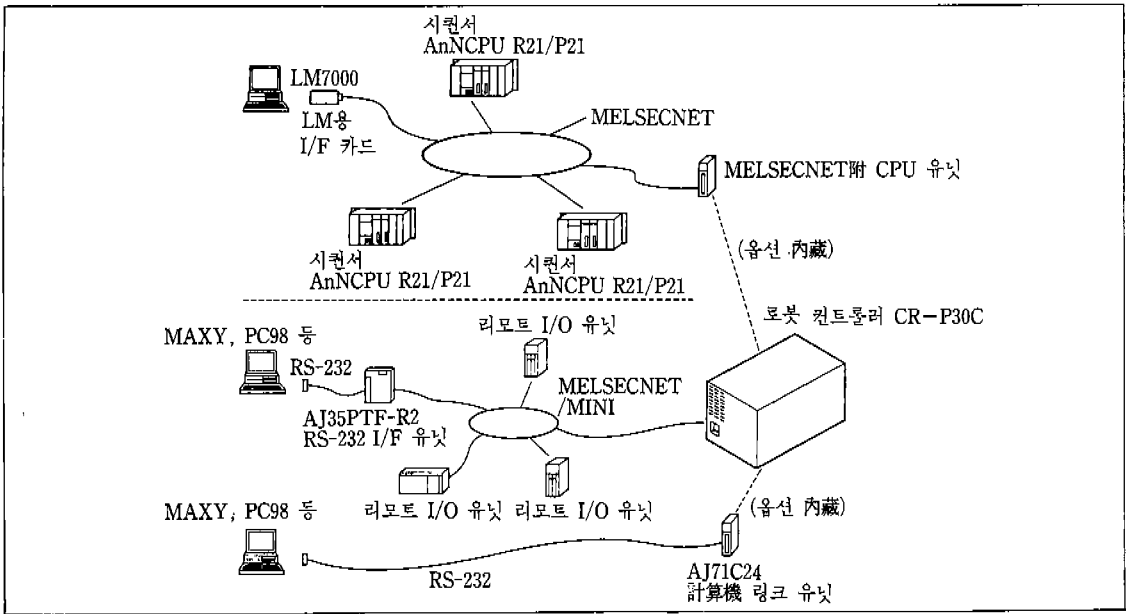
하기 위한 툴링用 信號配線, 에어配管을 표준장비로 하고 있다. 또 신호전송에는 다음에 설명하는 시리얼 네트워크 시스템을 이용, 고속 리모트 I/O(入出力) 유닛을 암 안에 내장하여 配線 절약을 실현했다.

### 2.3 컨트롤러

N 시리즈에서는 공통의 컨트롤러 “CR-P30C”를 사용하고 있다. 로봇 본체의 구조형태와 용량에 맞추어 서보앰프의 교환 및 소프트웨어를 변경하여 변화에 쉽게 대응할 수 있도록 했다. “시퀀서”(프로그램 로직 컨트롤러) 機能의 내장으로 미쯔비시電機의 시퀀서 機器의 사용과 上位 네트워크와의 접속이 간단하게 되어 CIM(Computer Integrated Manufacturing)化에의 대응을 용이하게 했다.

표 2에 “CR-P30C”의 개략사양을 나타낸다. CR-P30C 특징은 다음과 같다.

(1) 시퀀서 기능내장과 AC 서보화를 실현하면



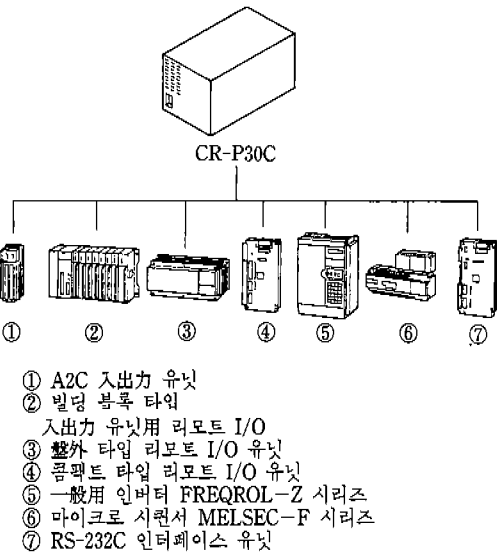
<그림 1> 外部機器와의 接續形態

에 탑재하는 모터에 대응하는 용량을 구비함으로써 구조형태가 다른 로봇의 시리즈화에 용이하게 대응된다.

(3) 미쯔비시電機의 “MELSEC A2C”에 상당하는 시퀀서 기능을 내장했으므로 종래와 같은 정비용 기구 등 周邊機器制御用 시퀀서를 별도로 준비할 필요는 없다. 시퀀서의 內藏化는 시퀀서처리 專用 프로세서의 並列動作(멀티프로세서 방식)에 의한 처리의 高速化, 走行軸用 위치결정 유닛 등 시퀀서용선 기기의 활용이 도모된다. 그림 1에 外部機器와의 接續형태, 그림 2에 “MELSECNET/MINI-S3” 接續機器를 표시한다.

(4) 주변장치와의 信號入出力用으로 시퀀서와 下位機器와의 사이에서 사용되고 있는 고속 시리얼 네트워크 MELSECNET/MINI-S3의 마스터/슬레이브 기능을 내장하고 있다. 이로 인하여 周邊裝置間 및 로봇 本體內의 배선 가닥수가 대폭 감소되어 배선 신뢰성, 耐노이즈性を 향상시켰다.

(5) 上位 시스템과의 接續용에 MELSECNET 인터페이스를 옵션으로 마련했다. 이로 인하여 미쯔비시電機 “MELSEC-LM 7000”으로 대표되는



<그림 2> MELSECNET/MINI-S3 接續機器

서 容積 0.18㎡과 종래 機種의 약 1/2 이하의 콤팩트 사이즈를 실현했다.

(2) 서보앰프는 각 軸마다에 빌딩 블록화하여 유지보수성을 향상시켰다. 앰프 유닛은 로봇 本體

< 표 2 > “CR-P30C” 컨트롤러의 概略仕様

項 目	摘 要	
形 式	CR-P30C	
制 御 軸 數	最大 6軸	
經 路 制 御 方 式	PTP 制御, CP 制御	
驅 動 方 式	AC 서보모터에 의한 세미크로스 돌프 方式 트랜지스터 PWM 制御	
位 置 檢 出	펄스 인코더 方式(세미암술루트 方式)	
補 間 機 能	關節補間, 直線補間, 3次元 円弧 補間	
프로그래밍記憶容量	62K바이트(1,000點 상당)	
프로그래밍本數	최대 30가닥	
教 示 方 式	티칭박스, 퍼스컴에 의한 티칭 플레이박스 方式 또는 MDI 方式 共用	
프 로 그 램 言 語	로봇言語 “MELFA BASIC II”	
시 퀀 서 機 能	프 로 그 램 言 語	시퀀서 專用言語
	處 理 速 度	1.25 $\mu$ s/스텝
	프 로 그 램 容 量	最大 8K 스텝
	入 出 力 點 數	312點
	外 部 릴 레 이	2,048點(로봇용 특수 348點을 포 함)
	타 이 머	256點
	데 이 터 레 지 스텝	1,024點(로봇용 특수 348點을 포 함)
局 間 傳 送 距 離	最大 30m	
周 圍 溫 度	0~40℃	
電 源	3相 AC 200/220V $\pm$ 10%, 50/60 Hz, 4.5kVA	
外 形 치 수	약 W380×D670×H410 (mm)	
本 體 質 量	52kg	

FA 컨트롤러나 高機能 시퀀서와의 접속이 이루어져 CIM化에의 대응이 용이하게 되었다.

## 2·4 소프트웨어

(1) 로봇 言語는 “MELFA-BASIC II”를 사용한다. 이것은 사용하기 쉬운 BASIC 言語를 로봇용으로 콤팩트하게 종합한 종래의 것을 유저가 컨트롤러 능력을 마음껏 引出할 수 있도록 改良

強化한 것이며, 프로그래밍 작업과 시스템 일을 시작할 때 디버그作業이 용이하게 되도록 하였다.

(2) 시퀀서의 프로그래밍은 종래의 支援 S/W나 프로그래밍 장치 등을 그대로 사용할 수 있으며 더욱이 로봇과 시퀀서와의 제휴가 言語레벨에서 간단하게 記述 가능하게 되었다.

(3) 프로그램의 작성은 專用 티칭박스에 추가하여 市販의 일반용 퍼스컴도 이용할 수 있도록 하였다. 이로 인해 유저는 현장에 적합한 방법을 선택할 수 있다. 또 퍼스컴에서의 프로그램 작성이 됨으로써 티칭박스는 키 數를 최소한으로 줄여, 작업현장에서의 Handling 性を 증시킨 輕量·薄型이 실현되어 사용하기 편리하게 되었다.

## 3. N 시리즈 應用

### 3·1 入力作業의 置換

제조현장은 사람이 사용하기 쉽도록 설계된 스페이스와 작업조건을 구비한 기계장치나 도구가 절대적으로 많다. 따라서 로봇 本體는 사람이 가까운 형태 즉 휴먼라이크로 하는 것이 유효하다. 휴먼라이크한 로봇을 제조하는 것은 “사람과의 置換”을 쉽게 함으로써 로봇의 적용범위를 확대시킬 수 있다.

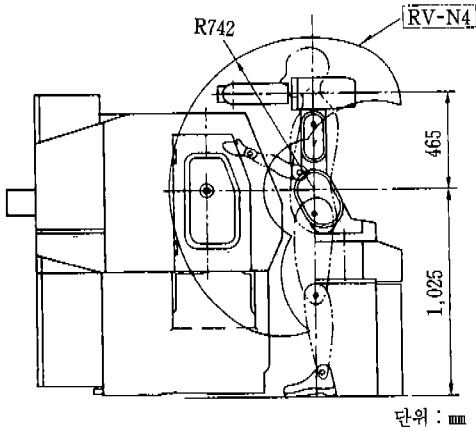
N 시리즈에서는 휴먼라이크한 로봇을 실현하기 위하여 다음 기본사상을 바탕으로 製品設計를 했다.

(1) 사람의 팔은 直動機構가 없다. 따라서 關節構造만으로 本體를 구성하면 置換時的 간섭이 적게 된다.

(2) 基本을 6軸으로 함으로써 位置, 姿勢의 최소한도의 自由度가 만족할 수 있어, 거의 사람에게 가까운 기교를 실현할 수 있다.

(3) 암 길이와 오프셋량을 사람 팔에 가까운 길이와 比率로 함으로써 据置가 標準化될 수 있다.

그림 3에 “사람과의 置換”을 形象化한 소형 선반에서의 적용예를 표시한다.



<그림 3> 小型旋盤에서의 “사람과의 置換”

作業順序 交替 시스템을 소개한다.

이 시스템은 多品種 少量生産라인의 모델이 되고 있다. 시스템 構成은 上位에 FA 컨트롤러 MELSEC-LM 7000을 설치하여 光데이터 링크 MELSECNET를 거쳐 端末 CR-P30에 作業순서 교체 情報를 送信한다.

이 정보를 기본으로 로봇은 핸드 交換, 프로그램 變更을 자동적으로 행한다. 또 生産량이나 不良率 등 生産指標管理 데이터도 컨트롤러에서 리얼타임으로 送信할 수 있다.

그림 4에 시스템 構成을 표시한다.

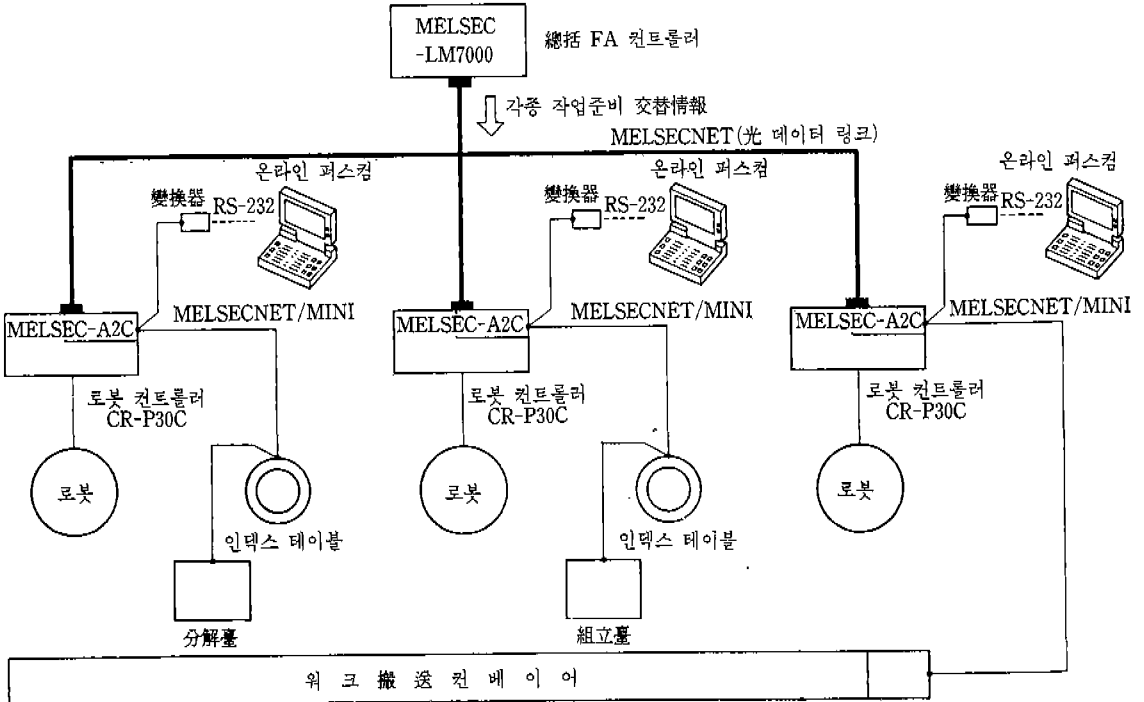
### 3.2 네트워크 應用에 의한 作業順序 交替 시스템

CR-P30C 컨트롤러의 장점을 활용한 예로서

## 4. “RH-T 시리즈” 팰리타이즈 로봇

### 4.1 技術的 특징

팰리타이즈(Palletize) 作業에서 요구되는 동작 범위, 동작속도, 동작패턴 등을 분석해서 팰리타



<그림 4> 작업준비 交替 시스템 構成

이즈 作業에 特化한 로봇으로서 RH-T 시리즈를 개발했다.

設計의 基本 概念으로서 “덕트타임의 短縮”을 내걸고 機構의 최적화, 速度配分の 최적화, 可搬重量 증대에 의한 複數個搬送化, 가감속도의 최적화를 실시하여 2,600개/시간(4개 搬送時)을 실현했다.

#### 4·2 로봇 本體

설치면적 최소, 동작범위 최대를 고려한 機構를 채용함과 동시에 식품, 약품공장 등에서도 위화감 없이 사용할 수 있도록 디자인에서도 충분히 배려했다.

또 다양한 니즈에 맞추어 可搬重量, 上下 스트로크 및 軸數가 선택될 수 있도록 합계 10종류의 베어리에이션을 준비했다. 표 3에 RH-T 시리즈 로봇 本體의 概略仕樣을 나타낸다.

RH-T 시리즈 本體의 특징은 다음과 같다.

(1) 旋回機構의 小型化로 설치면적을 0.64㎡로 적게 함과 아울러 水平面에서의 동작범위를 360° 회전이 가능하게 해서 팔릿(Pallet) 3개가 편하게 배치될 수 있도록 했다(“RH-T100B/T150B”).

(2) 최대 150kg까지 搬送可能토록 하여 複數個搬送, 多機能 핸드로의 적용을 용의하게 했다.

(3) 암부의 케이블 實裝을 암 下方式으로 하여 낮은 천장높이에서도 대응이 가능하도록 했다(RH-T60B).

#### 4·3 컨트롤러

컨트롤러는 종래의 “R-230R”을 기본으로 하여 누구나 간단하게 사용되고 인간에게는 안전하고도 고장이 적은 로봇을 목표로 개발한 “R-250R”로서, “RH-T 시리즈”를 시작으로 하는 中·大型 MELFA 인텔리전트 시리즈 로봇에 적용된다.

R-250R의 장점은 다음과 같다.

<표 3> “RH-T 시리즈” 로봇 本體 概略仕樣

形 式		單 位	RH-T60B		RH-T100B		RH-T150B	
構 造			水平多關節形					
動作自由度			4°				4	
驅 動 方 式			AC 서보모터에 의한 電氣  서보方式					
암  길  이	上  膊	mm	1,200		1,150			
	下  膊		750		1,000			
動作範圍 (最大速度)	上  下	mm (mm/s)	1,900 (1,200)	1,400 (1,500)	1,900 (1,200)	1,400 (1,500)	1,900 (1,200)	1,400 (1,500)
	旋回(上膊)	°(°/s)	±125 (135)		±150 (135)			
	下  膊		±165 (140)		±145 (135)			
	비  틀  립		±190 (180)		±190 (180)			
	급  힘		-		-			
最 大 可 搬 重 量		N {kgf}	588 {60}		980 {100}		1,470 {150}	
位 置  반 복 精 度		mm	±0.5					
周 围 溫 度		℃	0 ~ 45					
本 體 質 量		kg	1,550	1,450	1,900	1,800	1,950	1,850

주) \*T60B, T100B에는 5軸 仕樣도 있음.

(1) 操作性 향상

중래의 컨트롤러에 비해서 操作버튼 수를 1/2로 삭감. 버튼조작 횟수로 보면 電源投入에서 자동운전 기동까지의 횟수를 약 1/4로 감소해서 사용하기 쉽도록 했다.

(2) 安全性 향상

데드맨스위치의 표준장비, 자동운전 許可信號의 추가 등에 따른 인간에 대한 안전성을 보다 향상시켰다.

(3) 信賴性 향상

直列傳送되는 절대치 인코더 信號를 位置 피드백 信號로 하는 서보 制御系를 구성하여 인코더 信號線數를 2/3로 삭감하고 신뢰성 향상시켰다.

(4) 加減速度의 최적화

로봇의 動作패턴에 관계없이 항상 모터의 파워를 유효하게 이용할 수 있도록 可變이 되도록 함으로써 덕트타임 단축을 도모하였다.

(5) 다운타임 短縮

非常停止 및 停電後에도 프로그램의 계속 실행이 가능하게 하기 위해 시스템 정지시간 단축화를 실현. 다만, 계속 可否를 판단할 수 있는 기능을 부가해서 安全性 확보도 배려했다.

(6) 퍼스컴으로 프로그래밍 可能

노트 퍼스컴 普及 그리고 퍼스컴으로 하게 되면 操作性 향상의 유력한 무기인 일반용 GUI(그래피컬 유저 인터페이스)가 사용 가능하다는 이유로 로봇의 프로그래밍 장치로서 퍼스컴을 채용했다.

(7) 네트워크 對應

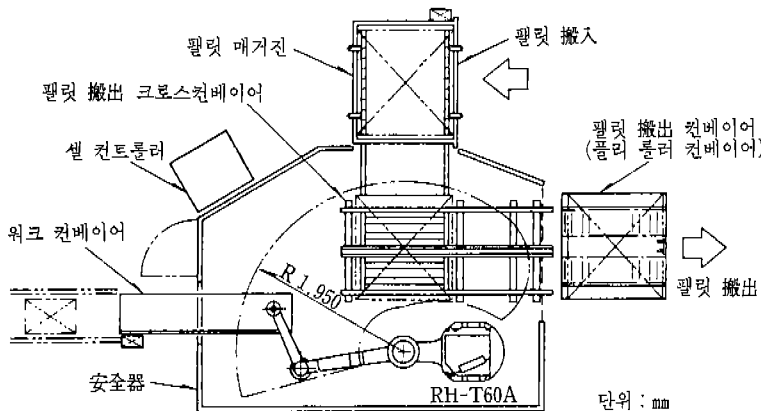
시퀀서 네트워크 MELSECNET와의 접속을 가능하게 함으로써 周邊機器와의 접속線數를 삭감, CIM 대응을 가능하게 했다.

5. RH-T 시리즈를 應用한 팰리타이즈 시스템

미쯔비시電機에서는 팰리타이즈 分野에서의 토털 시스템 인터그레이터를 지향하여, 팰리타이즈 로봇 RH-T 시리즈를 核으로 한 셀 컨트롤러, 積置計劃 S/W, 핸드, 컨베이어 등을 포함시킨 표준 팰리타이즈 시스템을 개발, 완성한 시스템을 제공할 수 있도록 했다.

5.1 標準 팰리타이즈 시스템 構成

팰리타이즈는 그림 5에 표시하는 바와 같이, 기



<그림 5> 표준 팰리타이즈 시스템의 예

본적으로는 셀 컨트롤러, 팔리타이즈 로봇 그리고 핸드, 팔릿 供給, 排出機構, 워크 供給機構의 要素로 구성된다.

미쯔비시電機는 워크 供給라인數 및 팔릿數에 따라 그림 5의 例示를 포함한 7종의 표준 시스템을 설정했다. 이하에 팔리타이즈 시스템을 구성하는 주된 요소에 대하여 설명한다.

### 5.2 팔리타이즈 로봇 셀 컨트롤러

종래의 팔리타이즈 시스템에서는 전체의 셀을 制御하는 로봇 컨트롤러와 별도로 되어 있어, 레이아웃, 操作, 價格面에서 문제가 있었고 또한 로봇 컨트롤러가 일반용이기 때문에 팔리타이즈용으로 사용하기가 어려웠다는 지적이 있었다.

팔리타이즈 로봇 셀 컨트롤러 "R-251C"는 그림 6에서 보는 바와 같이 로봇 컨트롤러 R-250을 베이스로 셀 操作패널 및 셀 制御用 시퀀서를 추가한 것으로 종래의 로봇 컨트롤러와 셀 컨트롤러를 일체화한 것이다.

操作 패널에는 터치패널을 채용하여 팔리타이즈 작업지시, 로봇 수동조작, 주변기기 수동조작에 대응하는 화면을 준비함으로써 사용이 편리하도록 하였다.

더욱이 팔리타이즈 作業의 지시는 종래와 같이 로봇을 起動시키기 위한 일련의 조작후 로봇의 프로그램을 番號로 지시하는 것과 같은 귀찮은

<표 4> 積置計劃 S/W

名稱	機能	混載	워 크 類	패 턴 類	필요한 H/W
랜덤 팔리타이즈		○	999	-	퍼스킵
인텔리전트 팔리타이즈		×	999	50	퍼스킵
스마트 팔리타이즈		×	30	15	R-251C

조작은 하지 않고 어느 워크를 몇 개 쌓는다는 단순한 작업지시만으로 가능하므로 로봇에 대한 지식이 없는 보통 작업자라도 위화감없이 조작할 수 있게 하였다.

### 5.3 積置計劃 S/W

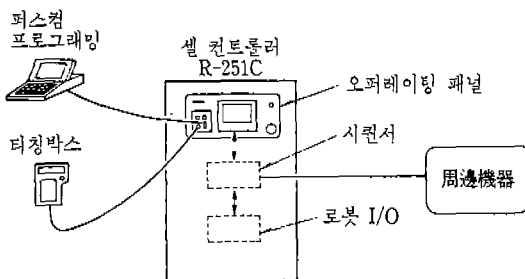
미쯔비시電機의 팔리타이즈 시스템에서는 기본적으로 터치레스方式을 채용하고 있으며 워크마다 積置(쌓아올림) 위치를 가르쳐 줄 필요가 없다.

셀 컨트롤러 또는 퍼스킵에서 동작하는 積置計劃 S/W가 자동적으로 積置 위치를 계산해서 로봇에 지시한다. 이 積置計劃 S/W에는 混載(하나의 팔릿에 外形이 틀리는 複數種의 워크를 쌓음)의 有無, 워크 종류의 수, 積附패턴의 종류 수에 의하여 표 4에 표시하는 3종류가 있으며 시스템 규모에 따라 선택이 가능하게 했다.

## 6. 맺음말

사람과의 置換(바꿔놓기)과 周邊制御의 容量化를 콘셉트로 한 組立 핸드링 로봇 N 시리즈와 物流의 자동화를 先取한 팔리타이징 로봇 RH-T 시리즈의 최신기술과 응용기술에 대하여 설명했다.

금후에도 사용 간소화를 포함한 기술을 개발해서 여러 가지 용도에 대응하는 니즈에 부응할 수 있는 로봇의 발전에 더욱 노력하고자 한다.



<그림 6> 팔리타이즈 로봇 셀 컨트롤러 R-251C 구성

本稿는 日本 三菱電氣(株)의 諒解下에 번역한 것으로서, 著作權은 上記社에 있고 翻譯責任은 大韓電氣協會에 있습니다.