

# 자동차부품 생산라인의 설비자동화에 대한 생산기술적 고찰

—소중 다량 생산의 고능률화의 실현을 위한 트랜스퍼 라인의 적용—

韓 相 俊

<現代自動車(株) 工作事業部 理事>

## 1. 머리 말

오늘날 세계 상품시장에서의 요구는 점점 다  
양화되고 있다. 과거 물량이 부족하던 시대에는  
상품선택의 기준이 품질위주이거나 가격위주이  
었으나 제품기술과 생산기술이 발달하면서 품질,  
가격 모두가 만족되지 못하면 이미 상품으로서  
의 가치를 상실하게 되었다. 시장의 욕구는 여  
기서 더욱 진전되어 저차적(低次的)인 욕구로부  
터 고차적(高次的)인 욕구로 즉, 기본적인 상품  
의 기능적 욕구로부터 부차적(副次的) 욕구로 바  
뀌고 있다. 다시 말하면 사용자의 물건에 대한  
가치관이 제품으로서의 가치를 초월하여 상품으  
로서 가치로 변천되고 있는 것이다.

이와 같은 상품패션시대에서 다량생산분야의  
생산형태는 시장의 요구에 대응하기 위하여 종  
래의 소품종다량생산에서 다품종다량생산형태로  
탈바꿈하지 않으면 안되게 되었다. 그러면서도  
소중다량생산에 못지않은 생산성을 이루지 못하  
면 경쟁력을 얻을 수 없으므로 다중생산의 성력  
화(省力化)를 목적으로 하는 각종 공장자동화  
(FA; Factory Automation)가 도입되고 있다. 이  
를테면 NC 공작기계, IR(Industrial Robot), 가  
공셀(processing cell), FMS(Flexible Manufac  
turing System), FTL(Flexible Transfer Line)  
등이 그것이다.

최근 우리나라에서 새로운 수출전략산업으로

부상(浮上)하고 있는 자동차공업에 있어서도 국  
제경쟁력을 갖추기 위해서는 자동차로서의 기본  
적인 기능을 넘어 상품으로서의 가치를 충족시  
키는 것이 시급한 과제라 할 수 있다. 따라서  
제품기술의 개발은 물론 생산기술적인 연구를  
통한 생산성 향상이 절실히 요구되고 있는 것이  
다. 필자는 본 지면을 통하여 아직은 다중보다는  
소중다량에 머물고 있는 자동차 엔진부품의 생  
산라인에 있어서의 생산성 향상을 위한 라인자  
동화의 기본단계인 트랜스퍼라인(transfer line)  
에 대하여 생산기술적인 측면에서 분석, 소개하  
고자 한다.

## 2. FA의 필요성과 배경

### 2.1. 제품 및 시장측의 요청

제품 및 시장측의 요청으로서 첫째, 수요는  
담보상태에서 오히려 서서히 감소추세에 있고,  
마켓트 쉐어(market share)의 확대 또한 크게  
기대할 수 없으며 둘째, 제품가격의 인상도 어  
려우며 셋째, 재료비의 인상은 앞으로도 계속될  
전망이어서 원가의 상승압력을 인건비의 절감  
즉, 성력화로 흡수하지 않으면 안된다. 따라서  
이제까지는 증산을 설비의 강력화, 고속화로 대  
응해 왔으나 이제 한계에 이르렀다.

### 2.2. 자동화의 기술적 배경

자동화의 기술적 배경으로서는 첫째, 반도체

기술의 진보로 저가격, 대용량의 메모리(memory) 및 마이크로 컴퓨터가 출현하였고, 둘째, 컴퓨터 기술의 진보로 인하여 데이터 베이스(data base)의 확립 및 컴퓨터간의 결합기술이 진보되었으며 셋째, 자동가공, 자동제어 기술의 진보로 NC 가공기, 머시닝 센터(machining center), 자동반송기(自動搬送機), 자동창고(自動倉庫; auto storage)의 출현 등이다.

### 2.3. 자동화의 사회적 배경

자동화의 사회적 배경으로서는 노동인구의 고령화(高齡化), 고학력화(高學力化) 및 기업의 일인당 인건비의 증가 등을 들 수 있다.

## 3. FA 의 계획

### 3.1. 부품의 종류, 생산량과 생산시스템의 타입

생산시스템의 자동화 레벨(level)을 결정하는 것은 부품의 종류수와 생산량이다. 표 1은 부품의 종류, 생산량과 생산시스템의 타입(type)을 선정하는 가이드 라인(guide line)을 표시한다. 각종 생산시스템에서 부품의 종류가 적고 생산량이 많을수록 전용성(專用性) 및 생산의 고능률이 요구되고 부품종류가 많고 생산량이 적을수록 생산의 플렉시빌리티(flexibility)가 요구된다. 그림 1은 각종 생산시스템의 플렉시빌리티

표 1 부품의 종류, 생산량과 생산시스템의 타입

부품의종류수	생산량/년	생산 시스템
少(1~2)	15만 이상	전용 트랜스퍼 라인
少(1~3)	5,000~15만	전용기+범용기 수동라인
中(3~10)	1,000~1만	FTL(flexible transfer line)
中(4~50)	50~2,000	FMS(flexible manufacturing system)
中(30~500)	20~500	가공셀(processing cell)
多(200이상)	1~50	NC공작기계, 범용공작기계

주) 가공셀=머시닝센터+로봇 등  
 FMS=머시닝센터, NC수대(數臺)+로봇+컴퓨터 콘트롤(computer control)  
 FTL=트랜스퍼 라인을 NC화 한 것

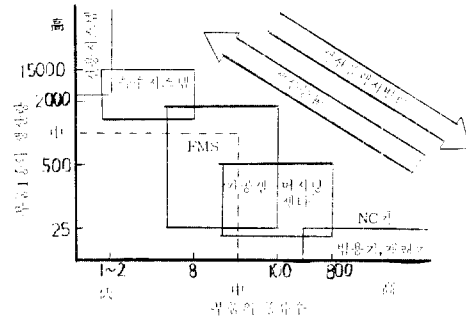


그림 1 각종 생산시스템의 플렉시빌리티

레벨을 나타낸다. 여기서 보는 바와 같이 전용시스템쪽으로 갈수록 생산능률이 증가하는 반면 플렉시빌리티가 떨어지며 범용기나 NC기쪽으로 갈수록 생산능률이 감소하는 반면 플렉시빌리티가 증가한다. 따라서 자동차의 엔진부품과 같이 단일부품을 다량생산하고자 할 경우는 플렉시빌리티보다 생산능률향상이 요구되므로 전용시스템을 자동화한 전용트랜스퍼 라인이 바람직하다.

### 3.2. FA의 요구조건

생산능률증대를 위한 생산시스템 즉, FA를 계획하는데 전제로 하는 조건들을 들면 인원을 얼마나 절감하느냐 하는 성력성, 시스템의 고장율과 제품의 불량율에 대한 신뢰성, 투자이익 및 제품원가의 절감으로 나타나는 경제성, 자동화로 인한 사고에 대비한 안전성, 제어성능 및 제어범위를 위한 제어성, 신속한 고장발견 및 신속한 수리에 대처하는 보수성, 그리고 가동율, 면적효율, 관리성 등이다.

### 3.3. 방책레벨의 선정

기업환경, 경영요구로부터 성력화의 목표가 정해지면 이의 달성을 위하여 몇가지 성력화 방책을 설정한다.

(1) 신규 공장의 건설—제품설계, 공장계획, 입지선정, 내외자체제의 검토, 공장간 자재의 흐름 등

(2) 신설비 도입형/라인개조형—가공장비의 도입, 설비선택문제

■ 解 說

(3) 부분적 개선형—단순한 구조, 치공구개선 등

(4) 현상설비를 전제한 작업개선형

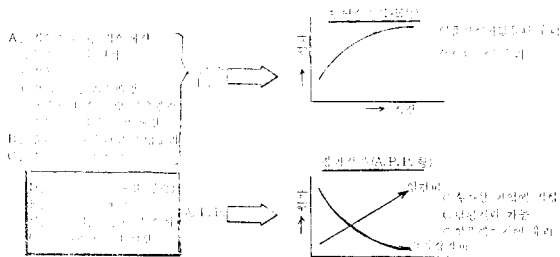
일반적으로 성력화의 기대수준 및 성력화정도는 다음과 같이 대비(對比)된다.

(가) 20% 수준; 동작개선+환경개선

(나) 30% 수준; 치공구개선+부분적 레이아웃(lay out)의 변경

(다) 50% 수준; 설비비드입+공정개선+레이아웃개선—물건의 흐름개선

이상을 도표로 정리하면 그림 2와 같다.



(주) APP: advanced products production system

그림 2

다음 장부터 소개하고자 하는 전용트랜스퍼라인시스템은 주로 신제품의 설계에 의한 신규라인의 설비로서의 APP형의 FA에 관한 것이다.

4. 전용 트랜스퍼 라인에 관하여

4.1. 트랜스퍼 머시인과 트랜스퍼 라인

트랜스퍼머시인이란 기계공작의 자동화로서 유력한 수단의 하나로서 피가공물의 가공공정 분석결과에 의하여 전용의 가공 스테이션(station)을 순차적으로 배열하여 한쪽끝에서 피가공물을 공급함으로써 자동으로 반송, 위치결정, 가공, 계측 등을 연속적으로 행하는 공작기계이다. 이의 형식에는 메리고라운드(merry go round)형, 드럼형, 직선형 등이 있으나 일반적으로는 직선형을 트랜스퍼 머시인이라 칭한다. 또한 이 직선형 트랜스퍼 머시인에는 인디펜던트 시스템(independent system)과 인라인 시스템(inline system)의 두 가지로 대별되며 각각의 특징을 비교하면 표 2와 같다.

표 2 트랜스퍼 머시인의 특성 비교

	인디펜던트 시스템 (그림 3)	인라인 시스템 (그림 4)
1.	수백의 단독 전용기계를 연결하여 자동화한 것으로 제어는 별도로이다.	수백의 가공 유닛(unit)를 조합한 것으로 제어는 집중이다.
2.	공구교환시 해당 기계만을 정지시킬 뿐으로 다른 기계는 가동되므로 가동율이 높다.	공구교환시 전기계를 정지시키므로 가동율이 낮다.
3.	스테이션 수에 제한이 없다.	스테이션 수가 증가하면 가동율이 저하하므로 그 수가 제한된다.
4.	동일 스테이션 수에 비하여 설치면적이 커진다.	설치면적이 좁다.
5.	주로 선삭이나 센터링 가공을 필요로 하는 경우에 사용된다. (예: 크랭크축, 캠축)	주로 밀링, 드릴링, 탭핑, 브링 등의 공정에 사용된다. (예: 실린더 블럭, 실린더 헤드)

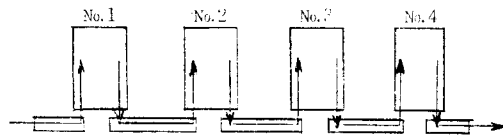


그림 3 인디펜던트 시스템

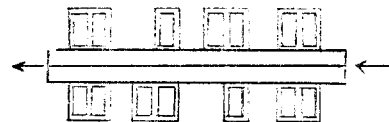


그림 4 인라인 시스템

tem)의 두 가지로 대별되며 각각의 특징을 비교하면 표 2와 같다.

두 가지 시스템의 트랜스퍼 머시인을 연결하여 최초공정부터 최종공정까지 가공, 계측 및 피가공물의 반송 등을 자동화하면 트랜스퍼 라인이 된다.

4.2. 트랜스퍼 머시인의 구성요소

트랜스퍼 머시인의 구성요소에는 직접 절삭가

공을 행하는 절삭유닛(cutting unit) 또는 이송 유닛(feed unit)와 같은 일차적 유닛과 피가공물의 반송, 위치결정 및 고정, 방향전환, 청소, 계측 등과 이들을 작동하기 위한 유공압유닛 등의 이차적 유닛으로 분류된다.

4.3. 트랜스퍼 라인의 레이아웃

어떤 부품의 기계가공 라인을 구성할 때 기계의 각각에 대한 능력을 충분히 검토한 후 레이아웃을 계획하지 않으면 생산가동율에 큰 영향을 미치게 된다. 특히 트랜스퍼 라인은 일단 설치하면 레이아웃의 변경이 어려우므로 세밀한 사전 검토가 요구된다. 따라서 레이아웃을 검토할 때에는 다음 사항들에 유의하여야 한다.

즉, 생산량, 기계의 설비비, 플렉시빌리티, 기계의 공용성(共用性), 공구교환의 용이성, 자주점사의 용이성, 칩(chip)의 처리방법, 절삭유처리장치, 보수성, 장래 추가할 기계의 증설 스페이스(space), 차후 자동화의 용이성, 자재의 흐름 등이다.

4.4. 트랜스퍼 머시인의 레이아웃

트랜스퍼 머시인의 본체는 수개의 베드의 조합(組合)으로 구성된다. 베드의 조합에는 공통 베드(common bed)형과 중앙 베드(center bed)형의 두 가지 타입이 있는데 전자는 피삭재가 위치하는 스테이션을 포함하여 좌우 베드가 일체형(一體形)으로서 이것을 길이방향으로 연결하

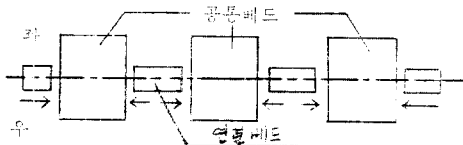


그림 5 공통 베드형

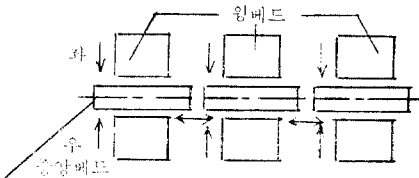


그림 6 중앙 베드형

여 조합한 형태(그림 5)이며 후자는 피삭재가 위치하는 스테이션(center bed)에 분리된 좌우 베드(wing bed)를 조합한 형태이다.(그림 6)

트랜스퍼 머시인의 레이아웃 계획시 장비의 길이단축 및 가공유닛의 공용화를 위해 2개의 유닛을 통합하여 하나의 베드로 하고(그림 7) 거티상 공구교환이나 보수상의 문제가 없을 경우 3개의 유닛까지 통합할 수도 있다.(그림 8)

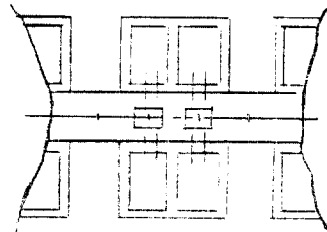


그림 7

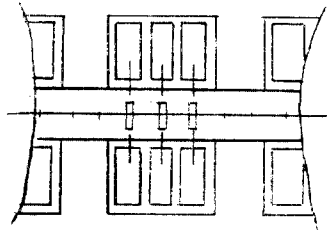


그림 8

베드와 베드의 간격은 공구교환 및 보수시 사람이 들어갈 수 있도록 중간에 아이들 스테이션(idle station)을 두어 최소 500 미리 이상을 띄운다. 또한 스테이션과 스테이션간의 거리 즉, 트랜스퍼 피치(transfer pitch)가 짧아 1개의 아이들 스테이션으로는 공간확보가 안될 경우 연속으로 2개 이상의 스테이션을 아이들로 할 수도 있다.

가공유닛의 배치는 될 수 있는대로 가공 스핀들(spindle)의 수가 많은쪽 혹은 공구교환빈도가 많은 쪽을 작업자동로측으로 하는 것이 공구교환을 위해 라인을 횡단하는 횟수를 줄일 수 있다.(그림 9)

4.5. 트랜스퍼 머시인 레이아웃의 예

트랜스퍼 머시인에 대한 이해를 돕기 위하여 엔진의 기본부품인 실린더 블록의 가공라인 중 전

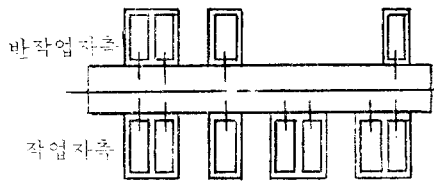


그림 9

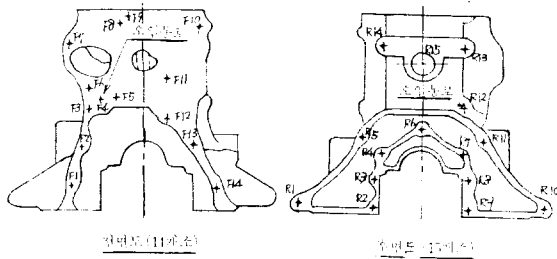


그림 10 실린더 블록 전후면 가공 블록

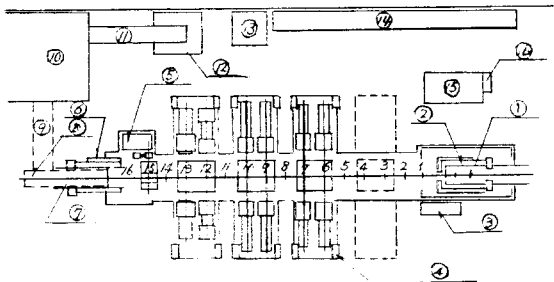


그림 11 실린더 블록 전후면드릴, 탭핑 트랜스퍼 머시인

후면에 각종 부품들의 조립을 위한 볼트구멍들의 드릴가공 및 탭핑가공용 트랜스퍼 머시인에 관한 예를 들어본다. 그림 10은 실린더 블록의 전면 및 후면의 가공부위를 나타낸다.

그림 11은 실린더 블록의 전후면 드릴 및 탭 가공용 트랜스퍼 머시인의 레이아웃의 예이다. 각 장치별 내용은 표 3과 표 4와 같다.

### 5. 트랜스퍼 라인의 생산성

앞장에서는 트랜스퍼 머시인의 정의, 구성, 레이아웃 및 그 실제(實例)를 소개하였다. 이제 실린더 블록의 가공라인을 전용 트랜스퍼 라인에 의해 자동화할 경우의 생산성을 중심으로 분석 평가해 보기로 하자.

표 3 각 스테이션별 내용

스테이션 번호	장 치 내 용
#1	실린더 블록을 90° 회전시키기 위한 회전대가 있다.
#2	아이들 스테이션
#3	증설용 예비 스테이션
#4	증설용 예비 스테이션
#5	아이들 스테이션
#6, 7	전면 F4 및 후면 R12의 오일 통로 드릴링 스테이션
#8	아이들 스테이션
#9	F1, F6, F7, F9, F12, F13, R2, R4, R6, R7, R9, R12, R13, R14 구멍 드릴링 스테이션
#10	F1, F3, F5, F8, F10, F11, F14, R1, R3, R5, R8, R10, R11, R15 구멍 드릴링 스테이션
#11	아이들 스테이션
#12	드릴의 파손 검지(檢知) 및 청소 스테이션
#13	전면 14개 구멍 및 후면 12개 구멍의 탭핑 스테이션
#14, 15	아이들 스테이션
#16	실린더 블록을 90° 회전시키기 위한 회전대가 있다.

표 4 기타 부속장치별 내용

(1) 반입 컨베이어	드내 설치)
(2) 반입장치(피삭재 한 개씩 공급)	(9) 절삭유 트랜치(trench)
(3) 주조작반	(10) 절삭유 탱크
(4) 보조작반(유닛별 수 등조작용)	(11) 칩 컨베이어(절삭유 탱크내 칩 배출)
(5) 트랜스퍼 반송 구동 장치)	(12) 칩 박스(chip box)
(6) 반출장치	(13) 트랜스장치(변압기)
(7) 반출 컨베이어	(14) 제어반
(8) 칩 컨베이어(중앙배	(15) 유압 탱크
	(16) 윤활유 탱크

#### 5.1. 설비의 전제조건

- (1) 신제품의 가공라인 신설(新設)
- (2) 생산량—연(年) 30 만대
- (3) 작업조건—280 일/년, 18 시간/일(9 시간×2 교대)
- (4) 사이클 타임(cycle time)—대당 40 초

5.2. 실린더 블록의 주요 공정

- (1) 기준면 가공—밀링
- (2) 전후상하면 황, 사상가공—밀링
- (3) 크랭크 하프 보아(crank half bore)가공—밀링
- (4) 베어링 캡좌면(bearing cap seat)가공—밀링, 브로치(broach)
- (5) 실린더 보아(cylinder bore)가공—보링, 호우닝(boring, honing)
- (6) 전후좌우상하면 구멍가공—드릴, 림, 탭(drill, ream, tap)
- (7) 베어링캡 조립
- (8) 크랭크 보아(crank bore)가공—보링
- (9) 기타—세척(washing), 리크테스트(leak-test), 계측 및 식별(measuring, marking) 등.

5.3. 공정 분할

이상과 같은 실린더 블록의 전공정을 전제된 사이클 타임 40초 내로 분할하여 전용기에 의한 수동라인으로 구성하면 표 5와 같고, 이것을 실린더 블록의 공정별 자세(姿勢) 및 황, 사상을 고려하고 사이클 타임 내로 공정분할하여 트랜스퍼 머시인으로 자동화하면 표 6과 같다.

표 5 전용기로 구성된 실린더 블록 라인

공정수	장비수	라인 길이	인원수	물 전 취 급 (material handling)
48	48	250M	16명	수동(手動)

주) 장비 1대당 평균 소요시간  
 로딩 및 언로딩 (loading, unloading) .....5초  
 푸시 버튼(push button) .....1초  
 브로칭(왕복) .....6초  
 계 13초/대  
 1인당 평균 담당 장비수; 40초÷13초=3(대)

표 6 트랜스퍼 머시인으로 구성된 실린더 블록 라인

공정수	장비수	라인길이	인원수	물 전 취 급 (material handling)
48	16	180M	5명	공정간; 자동(自動) 소재, 완성품, 조립 부품; 수동(手動)

주) 작업자의 일은 소재, 완성품, 조립부품 등의 정리 및 운반, 자주검사, 공기교환, 장비고장에 대한 조치 등으로 축소된다.

5.4. 생산성의 비교

표 6에 표시된 트랜스퍼 라인에서 소재의 투입을 소재자동공급장치를 사용하여 자동화하고, 베어링 캡의 조립공정에 베어링 캡의 공급을 자동화하고, 완성 가공된 실린더 블록의 종류별 선별 적재 및 엔진조립 라인으로 공급하는 것을 자동화하면 머티리얼 핸들링(material handling)에 소요되는 인원 1명을 줄일 수 있어 작업인원은 5명에서 4명으로 줄어든다. 이제 3가지의 라인유형별로 해당 소요 맨아우어(man-hour)를 비교하면 표 7과 같다. 이 표에 의하면 실린더 블록을 연간(年間) 30만대 생산하는 데 있어 전자동 라인의 경우 전용기 수동 라인에 비해 4배의 생산성 향상을 기대할 수 있다.

표 7 라인 유형별 맨-아우어 비교

1. 전용기에 의한 수동 라인의 해당 맨-아우어	$M/H(a) = \frac{16명 \times 9시간 \times 2교대 \times 280일}{300,000대} = 0.2688$
2. 트랜스퍼 반자동 라인의 해당 맨-아우어	$M/H(b) = \frac{5명 \times 9시간 \times 2교대 \times 280일}{300,000대} = 0.084$
3. 트랜스퍼 전자동 라인의 해당 맨-아우어	$M/H(c) = \frac{4명 \times 9시간 \times 2교대 \times 280일}{300,000대} = 0.0672$

6. 트랜스퍼 라인의 관리

이제까지는 주로 트랜스퍼 라인의 이점(利點)에 관하여 소개된 듯하나 트랜스퍼 머시인에도 상당한 결점이 있는 것이다. 이 장에서는 트랜스퍼 라인의 결점과 이를 보상하기 위한 대책 및 관리요령에 관하여 소개하고자 한다.

6.1. 트랜스퍼 머시인의 결점 및 대책

(가) 플렉시빌리티의 부족

트랜스퍼 라인 특히 인라인시스템의 경우 생산기종의 변경에 대처하기 위한 리툴링(retooling) 소요시간이 길기 때문에 소중다량생산에 유용(有用)하다. 여기서 다량이면서도 비교적 다종

## ■ 解 說

생산에 대처하기 위해 트랜스퍼 라인을 NC 화한 생산시스템이 FTL이다.

(나) 가공정도(加工精度)의 신뢰성 부족

트랜스퍼 머시인이란 사이클 타입을 줄일 목적으로 동일부위의 가공을 수개의 공정으로 분할한 것이므로 스테이션을 옮기면서 클램프(clamp), 언클램프(unclamp)를 반복하므로 한번 클램핑(clamping)하여 일시에 가공하는 단독 전용기에 비해 가공정도의 신뢰도가 떨어진다. 또한 한대의 트랜스퍼 머시인에는 각 스테이션마다 가공물이 있고 일시에 자동반송되므로 중간 스테이션에서의 검사가 곤란하여 최종 스테이션에서 검사를 하게 되므로 일시에 다량불량(多量不良)의 요인이 되기도 한다. 따라서 주요공정에는 자동계측장치(自動計測裝置) 및 공구마멸에 대한 자동보상장치(tool compensating system) 등을 부착하지만 이들의 신뢰성이 또한 문제가 된다.

(다) 공구교환시간이 길다.

레이아웃상 공구교환시 기계내부에 들어가야 하는 등 교환작업이 불편하고 일시에 전장비의 가동이 중단되므로 소요시간을 단축시키기 위해 각종 공구는 중량감소, 프리세트(preset)화, 퀵체인지(quick change)화 등을 채택한다.

(라) 고장율이 높다.

구조가 복잡하고 동작부위가 많으며 제장치가 복잡하므로 고장율이 높아 가동율저하의 원인이 된다.

(마) 안전사고(安全事故)의 위험이 크다.

작동부위가 많고 길이가 길어 기계주변 확인이 곤란하므로 사고발생 위험이 크므로 동작부위에 안전망 설치, 비상정지용 와이어(emergency stop wire)설치, 기계의 기동시 자동으로 부저(buzzer) 및 회전경광등(回轉警光燈)으로 경고하는 등 각종 인터록(interlock)장치가 증가한다.

(바) 기계의 작동상태 확인이 어렵다.

안전망 설치개소가 많고 길이가 길게 반해 작업인원수가 적어 내부확인 어렵고 각부 작동상태를 확인하기가 어려워 비상시에 대처하기가 곤란하므로 기계동작 시퀀스(sequence)에 안전조건을 부여한 인터록장치, 공구의 돌발적 파

손시 다량불량발생의 방지를 위한 공구파손검지장치, 가공물이 강자세(定姿勢)로 반입되었는지를 확인하는 자세확인장치 제어회로상의 고장부위를 신속히 파악하기 위한 고장진단장치, 기계각부의 동작상태를 램프(lamp)로 파악하기 위한 운전표시판, 공구교환, 자주점사, 소재투입시기 등을 미리 예고하고 경고하는 장치 등의 설치를 요한다.

(사) 제어장치가 복잡하다.

이상과 같은 각종 부속장치 및 표시장치들을 제어하려면 종래의 릴레이(relay)식의 제어방법은 이미 효용가치가 없어진다. 릴레이식은 회로변경시 부품의 교환 혹은 추가가 불가피하여 제어부품이 차지하는 공간이 엄청나게 커지기 때문이다. 따라서 트랜스퍼 머시인에는 시퀀스(sequence)의 변경이 용이하고 소요공간이 적은 PLC(Programmable Logic Controller)를 사용하는 것이 유리하다.

### 6.2. 트랜스퍼 라인의 가동을 향상대책

앞에 지적한 바와 같이 트랜스퍼 머시인에는 여러 가지 요인으로 인하여 생산중단시간이 발생한다. 예를 들면 고장율이 높고 공구교환 빈도가 많기 때문이다. 트랜스퍼 라인에 있어서 가장 이상적인 상태는 기계는 부지런히 움직이고 작업자는 쉬고 있는 상태이다. 작업자가 나쁘다는 것은 그만큼 가동율이 떨어져서 있다는 것이다. 트랜스퍼 라인에서 작업자가 할 일은 각 장비에 부착되어 있는 경광등의 신호에 따라 자주점사, 공구교환, 장비고장 및 돌발사고에 대한 대처이기 때문이다. 따라서 경광등이 신호하지 않는 상태 즉, 작업자를 부르지 않는 상태에서 각 공정의 기계들은 열심히 일을 하고 작업자는 쉬고 있는 사이 마지막 공정에서는 양품이 쏟아져 나오고 있는 것이다. 그러나 이것은 이상적(理想的)인 상태일 뿐이다.

트랜스퍼 라인의 자동율의 정의는 여러 가지가 있으나, 그중 하나는

$$\eta = \frac{\text{완성된 양품의 수}}{\text{총 생산시간/기계 사이클 타입}} \times 100(\%)$$

표 8 트랜스퍼 라인의 가동율

가동율 저해요인	현상기 (現狀機)	PLC제어기
전기적 고장	5.5%	3.0%
기계적 고장	5.2%	4.0%
정기 공구 교환	7.0%	2.0%
불발 공구 교환	9.3%	9.3%
공구조정, 정도검사	5.9%	5.9%
기 타	4.1%	4.1%
total down time	37.0%	28.3%
가동율	63%	71.7%

으로서 이것을 실효율(net efficiency)로 칭하고 있다. 이 공식에 의하여 가동율을 계산할 경우 평균 60~65% 정도로서 특수한 여건이 없는 한 70%를 초과하는 것은 거의 기대하기 어렵다. 이와 같이 가동율이 저하되는 원인은 앞에 설명한 바와 같이 공구교환 및 기계적·전기적인 기계고장 또는 불량율에서 기인되므로 가동율은 전적으로 기계의 성능 및 신뢰성, 작업자의 확인 및 조치능력을 향상시키는 관리방법에 달려 있는 것이다. 표 8은 트랜스퍼 라인에서의 가동율의 평균치를 나타낸다. PLC를 사용하는 효과는 표 5에 의하면 약 9%의 가동율 향상으로 나타나고 있으며 이는 모니터링(monitoring) 효과에 인한 것으로서 종합 가동율에는 큰 차가 없으나 고장의 원인으로서는 전기적 사고건수는 기계적 사고건수의 약 2배 정도 발생하고 있어 특히 2교대 야간작업시 발생율이 높고 보수요

원과도 관련되어 원인 추구에 시간이 걸리므로 PLC 모니터링의 효과는 좀 더 증가할 것으로 평가되고 있다. 따라서 가동율의 유지 및 향상을 도모하려면 철저한 PM(pre-maintenance), 공구교환 및 자주검사의 표준화 등이 절실히 요구되며 특히 초기 트랜스퍼 라인의 도입시 작업자의 훈련 및 숙련이 매우 중요하다.

### 7. 맺음말

지금까지 가공라인 자동화의 필요성과 조건 및 라인자동화의 한 수단인 트랜스퍼 라인에 관하여 정의와 설비요령 및 관리에 관하여 생산기술적 측면에서 개략적으로 소개하였다. 물론 소종 다량생산인 경우 자동차 엔진부품의 가공라인 위주의 소개이므로 FA의 한 단면에 지나지 않는다. 어쨌든 트랜스퍼 라인은 소종 다량생산의 생산성 향상을 위하여 매우 유력한 시스템으로서 세계의 각 자동차 메이커들의 부품가공 라인에 적용되고 있는 것이다. 다만 마이크로 컴퓨터(micro computer) 기술의 소산인 PLC를 적용시킨 트랜스퍼 라인은 설비를 계획하는 단계부터 기술적인 개발을 통하여 세밀한 검토를 요하는 것이나 설비 후 빠른 시일내 정상 가동율까지 향상시키기 위해서는 트랜스퍼 라인의 특징 및 결점을 충분히 이해하여 속히 이에 적응하여 관리하는 것이 더욱 중요한 것이다.

