

技術資料

주조에서의 자동화 기술(2)

최 상호

Factory Automation Technics in Foundry

S. H. Choi

3. 모래 품질관리 모니터 시스템

앞에 설명한 바와같이, 모래처리 시스템은 모래분급, 예비비빔, 수분조정, CB에 의한 최종비빔 또는 조형 전의 모래조정이 있다. 이들 공정간이 모래 품질관리는 그 이력이 중요하다. 또 설비의 예비보전, 예지보전을 하는데 있어서의 각 공정에서 사용하고 있는 기기의 가동상황, 전후공정의 모래품질 등의 모니터링, 분석 또는 판단이 중요하게 된다. 표 2는 모래 품질관리 모니터 시스템의 계측 항목과 그 모니터 내용을 나타냈다.

그림 8은 이러한 기능을 갖춘 모래처리라인 종합생산정보 시스템이다. 각 유닛은 독립하여 제어, 감시하고, 각각의 유닛에서 각종 정보를 LAN으로 Work Station에 집약하고 있다. 또 모래처리 라인 제어반에서도, 그 가동정보를 수집하여 Work Station에서 집중 감시하고 있다. Work Station의 처리내용은 데이터 검색, 표시, 데이터 해석과 함께 설비전체의 종합 모니터 기능이 있다. 특히 주간 단위, 월간 단위로 검토할 필요가 있는 미분(입도분포)조정, 활성 점토분조정은 해석방법과 함께 장기간의 데이터 수집과

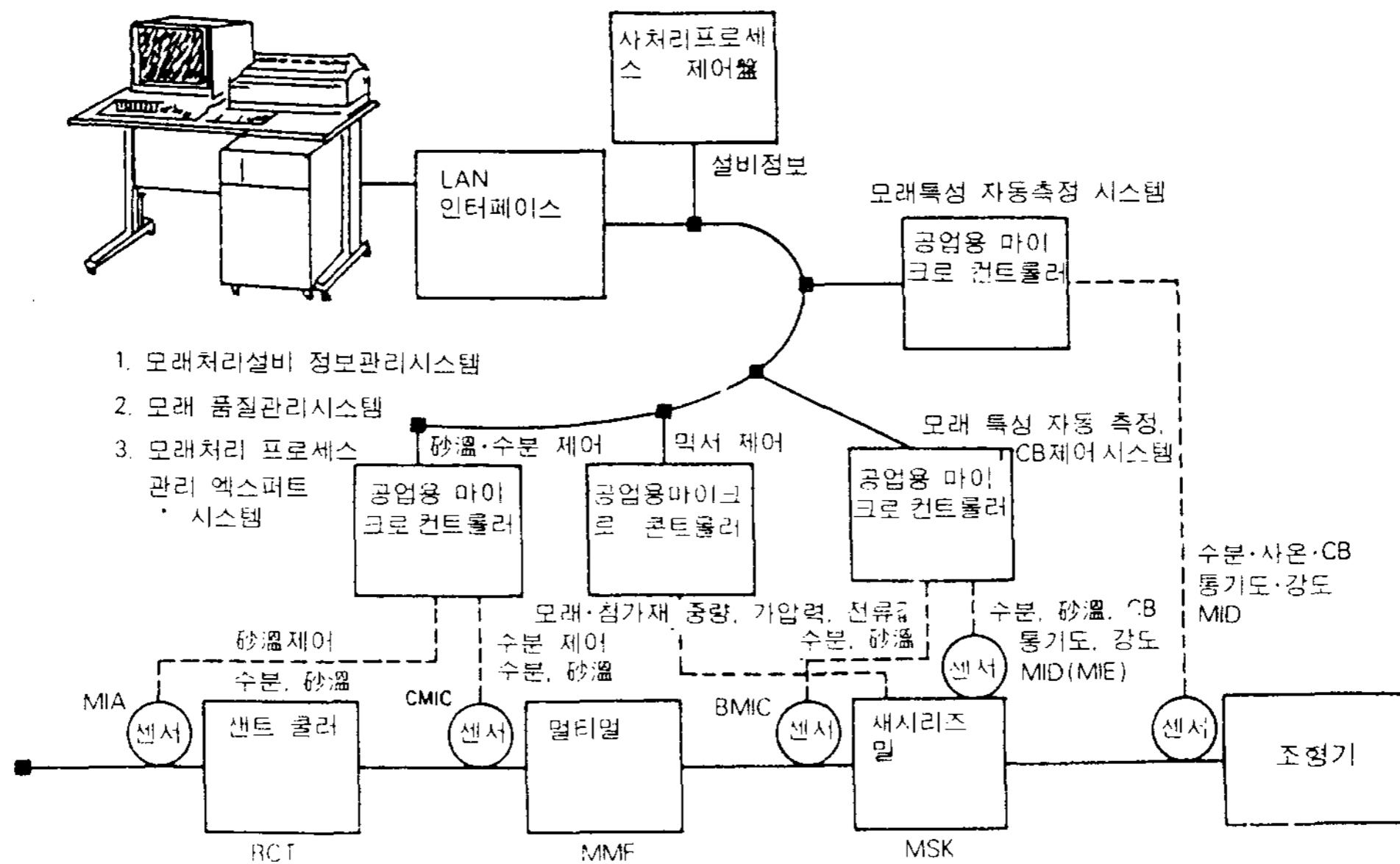


그림 8. 모래처리 라인의 종합생산 정보처리 시스템

표 2. 모래의 품질관리 모니터 시스템

장 치 명 칭	계 측 항 목	모 니 터 내 용
사온제어 유닛	사온 대기온도 수분 각 기기의 작동 정보	<ul style="list-style-type: none"> 회수 모래의 과거의 이력에서 주탕 상황 해체 상황의 확인 후단의 정보와의 분석에 의한 샌트클러의 기능 확인(냉각상황 수분 균질화 상황) 샌드클러와 관계되는 이상 모니터 (교반기의 마모, 철망의 파손 수분 첨가 체크, 집진기의 송풍량의 파손 수분첨가, 체크, 집진기의 송풍량 이상 등) 센서의 이상 확인
예비 비빔제어 유닛	사온·수분 주수 경향 첨가재의 양 회수 모래의 양 각 기기의 작동 정보	<ul style="list-style-type: none"> 후단의 정보와의 분석, 출입 모래의 과거의 이력에 의한 믹서의 균질화 상황, 수분 첨가 상황의 확인 멀티멀과 관계되는 이상 모니터 (스크레이퍼의 마모, 주수 밸브 스탠드 이상, 주수노즐의 막힘 등) 센서의 이상 확인
집진 미분 회수, 첨가 제어 유닛	미분 배출량 미분 첨가량 각 기기의 작동 정보	<ul style="list-style-type: none"> 입도 분포의 제어 상황 확인 집진기의 이상 모니터
본 믹서 비빔 제어 유닛	사온 수분 CB 강도 통기도 회수 모래의 양 새 모래의 양 첨가재의 양 강도 통기도 주수량 유닛 주축 전력	<ul style="list-style-type: none"> 배치 믹서의 비빔 상황의 확인 및 모래 조성의 추정 (1차 주수후, 추가 주수후의 CB, 수분의 작용 상황, CB 및 수분의 안정값, CB와 수분 상관관계, 배출시의 CB, 사온, 수분) 믹서의 조정 상태 확인(마러 타이어의 위치, 밟는 압력 스크레이퍼, 비빔 재료의 투입량) 모래 성장의 변동 상황 확인 (1차 주수후 추가 주수후의 CB, 수분의 작용 상황, CB수분의 안정값) 모래특성 자동 계측기의 조정 상태 확인 (계측용 각종 설정값, CB 제어용 설정값, 실린더의 스피드, 계측 압력) CB컨트롤러의 기능 확인 (1차 주수후의 CB의 작용 상황, CB의 안정값) 비빔 사이클 영향 인자의 확인 주수 상황의 확인 (주수 밸브 스탠드 이상, 주수 노즐의 막힘 등) 각 센서의 이상 모니터 (인코더가 달린 실린더, 인코더 변환기, 열전대 수분센서, 수분 앰플리파이어)

경향관리가 중요하다.

4. 모래처리 Expert System

AI(인공지능)중에서 실용화가 선행되고 있는 Expert System의 주조공장에서의 응용은 크게 나누어 제어장치 장착 시스템과 단독 시스템으로 나눈다. 제어 장치 장착 시스템으로는, FA컴퓨

터와 제어장치의 복합 시스템을 생각할 수 있고, 단독 시스템으로는, 퍼스널 컴퓨터를 사용한 OFF라인 시스템과 리모트 배치(batch)주체의 설비보전 관리, 막연한 정보의 모래처리 노하우 관리가 있다. 리모트 배치방식은 Expert System에서의 컨설팅을 자동화하는 동시에 모래품질 데이터의 수집과 처리를 하는 것이다. 또 FA 컴퓨

터와 제어장치의 복합 시스템으로는 앞에 설명한 모래처리 라인 종합생산, 정보 시스템에서의 종합 모니터 기능에 활용하고 있다.

주조공장에서는, 경험적인 요소가 많으며, 수치화 데이터 처리와 함께, 이 Expert System이 유효하다고 생각한다. 주조공장에서의 Expert System의 성패는 제1단계의 소규모 시스템의 성공에 달려있다. 이를 위해서는, 구축물의 간편함, 즉 KE(Knowledge Engineer)가 불필요하며, 자동 룰(rule)을 유도할 수 있을 것, 주조의 노하우를 갖고 있는 사람이 직접 데이터를 투입할 수 있을 것, 그리고 Expert System작성대상의 충분한 검토와 지식구조(rule 결합) 형태의 철저한 검토가 필요하다.

4. 주조 마무리 공정의 FA화

주조 마무리 공정은 조형하여, 주입한 후 주형 해체부터 출하검사에 이르는 후처리에서 중심이 되는 중요한 공정이다. 후처리란, 모래 떨어내기, 게이트와 탕구, 압탕절단 및 지느러미 제거, 표면 마무리를 포함한 것이며, 이들 작업은 이른바 더티 워크이고, 또 중노동이므로 합리화가 강하게 요청되고 있다.

1. 주물 마무리와 지느러미 제거

주물 마무리의 주요 공정은 지느러미 제거이다. 지느러미 제거의 합리화방법은 지느러미가 생기지 않는 주물을 만드는 것이 최선이나, 품질 안정상, 부득이 내는 지느러미도 많은 것이 현실이다. 지느러미 제거 자동화장치는,

1. 자동 그라인더
2. 트리밍 프레스
3. 자동 정
4. 숏블라스트
5. 진동 연삭
6. 기타 연삭벨트, 로터리 파일, 엔드밀, 브러시 등의 복합장치

등을 들 수 있다. 자동 그라인더는 고정 시퀀스방식과 1축 또는 다축 NC방식이 실용화되고 있다. 또 산업용 로봇과 그라인더 등 공구를 결합하여 처리하고 있는 예도 있다. 트리밍 프레스는 절삭공구를 사용하여 지느러미를 따내는 방식

이며 작은 물건의 대량생산에 적합하다. 주물 소재의 지느러미 제거 자동화의 어려움은 다음 사항에 기인한다.

1. 대상이 되는 주물의 모양이 복잡하다.
2. 주물 자체의 치수 오차가 크다.
3. 지느러미 생기는 형태가 불안정하다.

이것들에 대응하는 동시에, 실제 라인에 결합하기 위한 요건은 아래와 같다.

1. 주물 공장의 환경에 견디는 강력한 방진구조.
2. 공구 등의 충격에 대한 견고성
3. 안전성
4. 점유 바닥면적이 작을 것
5. 소음과 분진의 발생이 적을 것
6. 여러가지 재질의 공작물을 처리할 수 있는 범용성
7. 처리 스피드가 빠를 것... 등

2. 정(Chisel)식 자동 지느러미 제거장치

정(Chisel)식 자동 지느러미 제거장치는, 연속 진동하는 에어해머와 달라서 손작업용 정의 움직임 자동화하여, 특수한 축 구조의 로봇과 결합

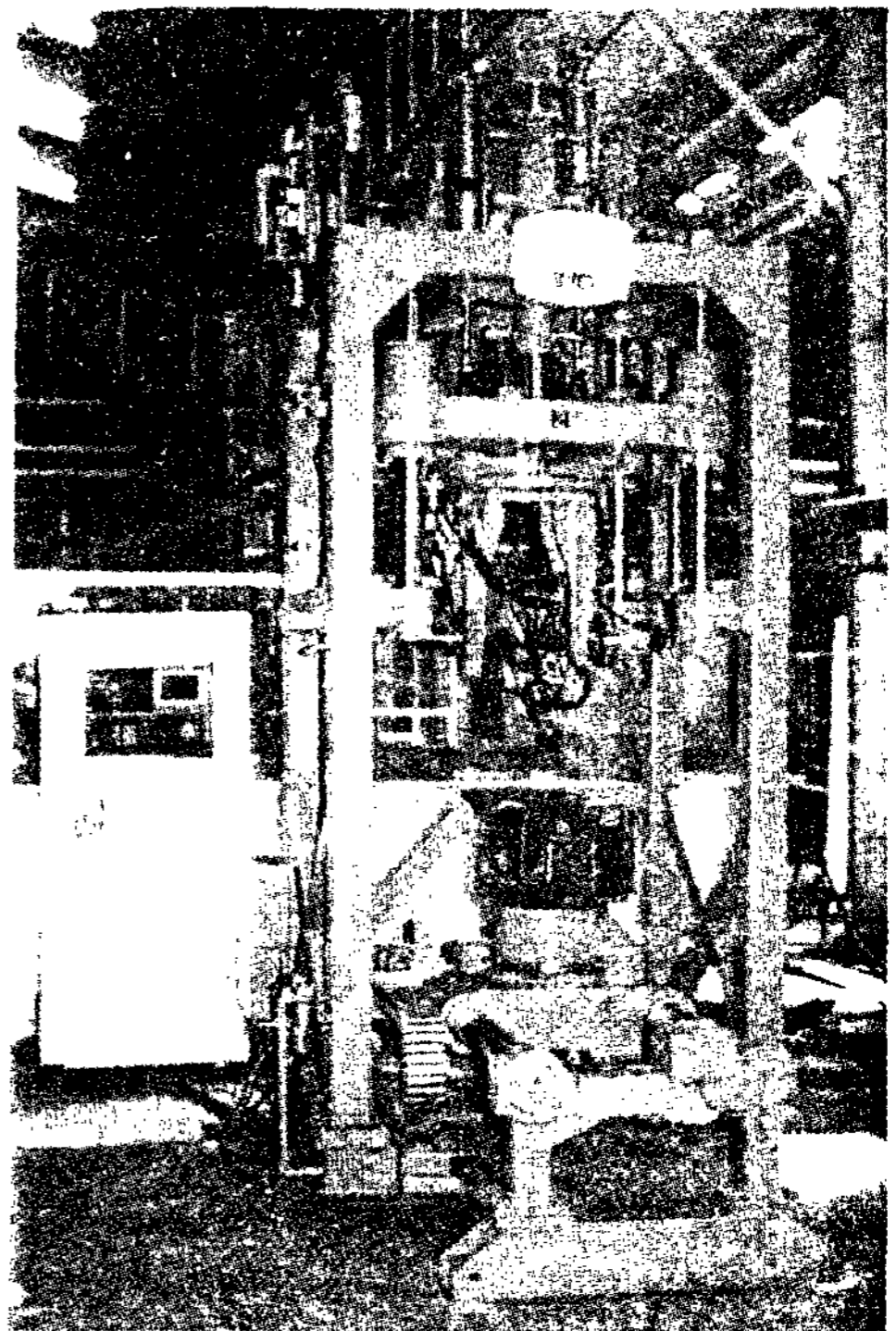


사진 3. 자동 지느러미 제거장치

한 것이며, 전항의 조건을 비교적 잘 충족하고 있다. 사진 3은 정식 자동지느러미 제거장치의 외관이다. 이 장치는 주로 다품종 생산에 대응할 수 있을 것과, 자동 그라인더나 프레스에서는 처리가 불가능한 상자의 내부나 코어를 사용한 부분 등 모양이 복잡한 지느러미를 처리하는 것을 목적으로 설계되어 있다.

정식 자동 지느러미 제거장치는 기계본체, 공구 부분, 공작물 크램프 부분, 제어장치, 반입 반출 등 부대 장치로 구성되어 있다. 표 3에 기본 6축으로 구성된 장치의 제원을 나타냈다. 6축의 내역은 상부유닛이 4축이고 하부유닛이 2축으로 되어 있으며 이들 6축의 움직임에 따라 워크 테이블 위에 클램프한 제품에 대해 공구를 임의의 위치에서 자유로운 자세로 위치를 결정할 수 있

다. 각 축의 구동원으로는, 메인テナンス 프리인 AC서보모터를 채용했다. 또 일반의 주조설비와 동등한 본격적인 방진구조로 하고, 본체 프레임은 4개의 기둥이며 강성이 높다.

사진 4는 자동 정(Chisel) 장치이다. 정의 날 끝 모양은, 처리하는 제품에 따라 적합한 것을 사용한다. 헤드 부분에는 정의 귀환기구, 헛친 때의 쿠션기구가 내장되어 있다. 타격은 에어 헤머로 한다. 또 배관저항에 의한 손실에 따라 피스톤 작용할 때의 비 배압을 없애기 위한 기구가 부가되어 있다. 이와같은 기구에 더하여 특징적인 점은 타격 공구를 유지하고 있다는 것이다. 이것에 의해 정의 선단을 공작물상의 지느러미의 밑동에 대고 타격함으로써 지느러미의 대소에 관계없이 지느러미를 제거할 수 있고, 또 주물의

표 3. 자동 지느러미 제거장치의 제원

명 칭			자동 거스러미 제거 장치		
형 식			RBD-6		
자유도			6		
			최대동작범위		최대 속도
동작범위 및 동작속도	상부유닛	α 축 (선 회)	180°	90°/sec	
		β 축 (굽 힘)	120°	90°/sec	
		Z 축 (상 하)	500mm	400mm/sec	
	공구하부유닛	γ 축 (회 전)	180°	180°/sec	
		X 축 (전 후)	1100mm	500mm/sec	
		θ 축 (회 전)	360°	120°/sec	
구동방식			AC서보 모터		
거스러미 제거 공구		기종	자동치슬치 (표준장비)	스프링 그라인더 (옵션)	
		대수	1대	1대	
		부착축	γ 축	β 축	
		구동방식	공기압	공기압	
워크클램프 장치		부착축	θ 축		
적용워크		중량	50kg(max)		
		치수	500×500×300hmm(max)		
		동시제어축수	6축		
컨트롤러		교시방식	터칭플레이백		
		기록내용	1200스텝		
		외부 메모리	바블 카세트 1200스텝×5채널		
유틸리티 (공구제외)		압축공기	50kg/cm ² (20Nm ³ /min)		
		전기	200/220V 50/60Hz(9KVA)		
기계중량(컨트롤러 제외)			2850kg		
적용 작업			주조 제품의 거스러미 제거		

치수 변화에도 추종할 수 있다는 것이다. 사진 5는 자동 정장치에 의한 지느러미 제거의 예이다.

제어장치는 일반의 산업용 로봇 컨트롤러와 같은 기능을 가진 다축동시 위치 결정, 티칭 플레이 백 기능을 가진 컨트롤러를 사용하고 있다. 이 컨트롤러를 사용하고 있다. 이 컨트롤러에는 통신기능이 옵션으로 되어 있어 상위 컴퓨터로부터 품종에 관한 데이터를 받아 그 품종용 프로그램을 실행하는 것이 가능하다.

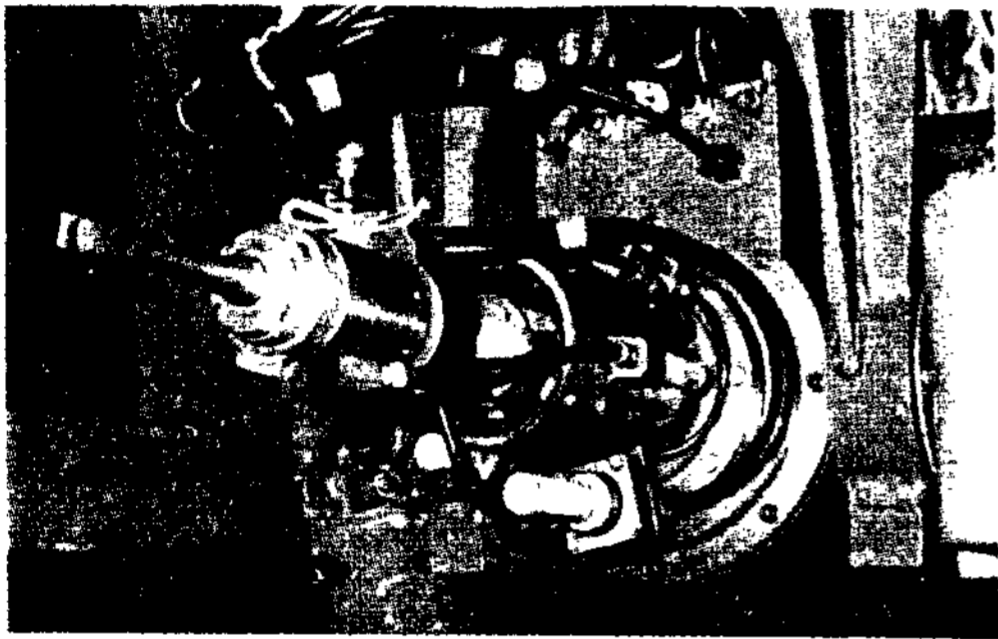


사진 4. 자동 정(CHISEL) 장치

5. 생산정보 관리 시스템

1. 생산정보 관리 시스템의 목적

생산정보 관리 시스템은 생산 지시에 관한 것, 생산 상황의 파악에 관한 것, 및 생산 설비의 유효한 활용에 관한 것으로 나눌 수 있다. 각각의 목적은 다음과 같다.

(1) 생산지시에 관한 것

- ① 생산계획과 설비와의 링크
- ② 전후 공정과의 제휴 및 지시
- ③ 小로트 생산에 대응
- ④ 최적생산 순서의 파악
- ⑤ 호스트 컴퓨터와의 링크, 주소방안, 설계정보, 영업정보 등과의 링크

(2) 생산상황의 파악에 관한 것

- ① 물품 흐름의 조기 파악
 - 물품의 흐름의 모니터와 제어
 - 불량 정보와 생산 피드백
- ② 설비 정보를 유효하게 활용한 생산 데이터 처리

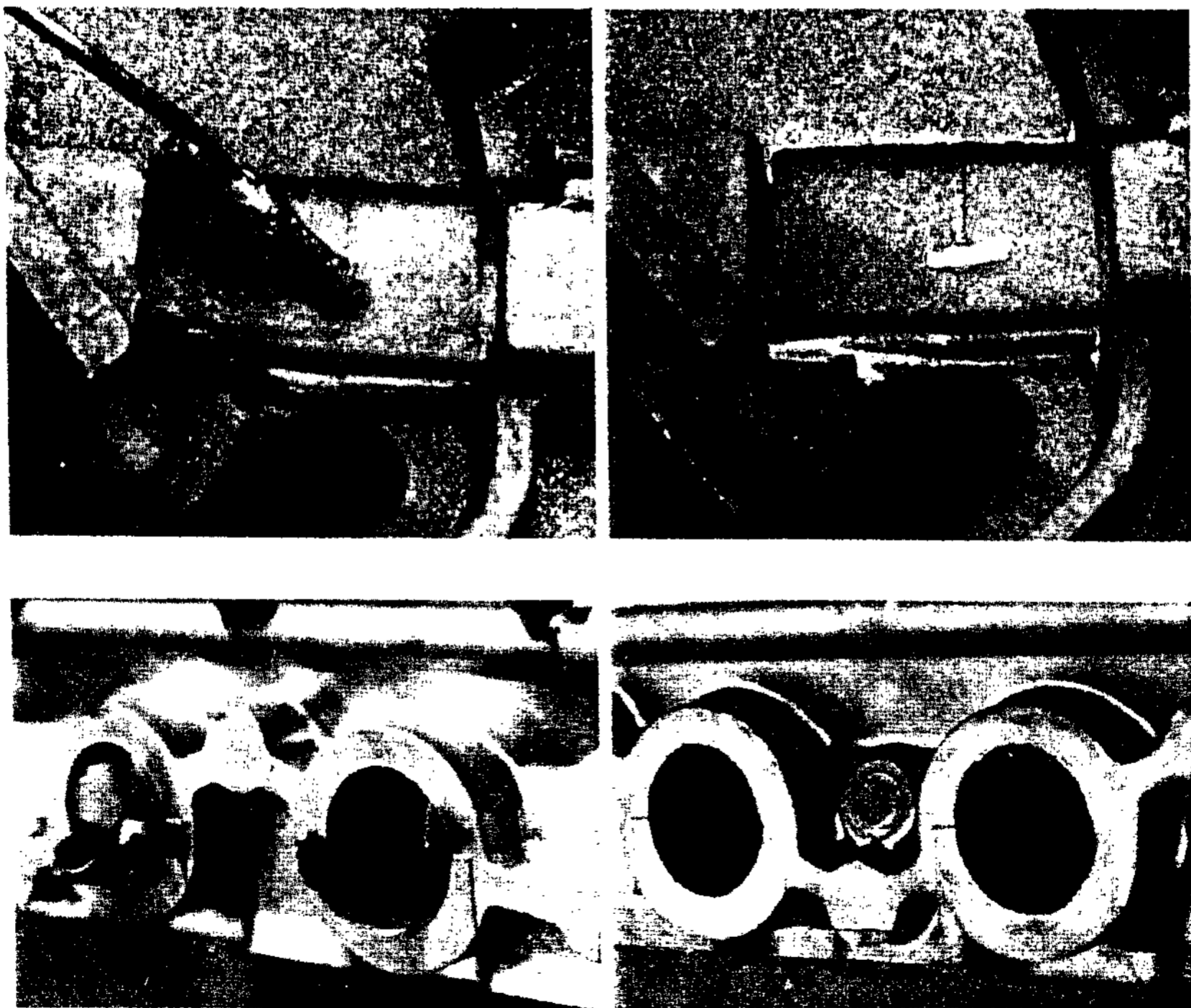


사진 5. 자동 정 장치에 의한 지느러미 제거의 예

(3) 생산설비의 유효한 활용에 관한 것

- ① 고장, 정지 시간의 삭감
(생산의 기계 손실 절감)
 - 설비가 정지한 때의 조기 복구
 - 설비를 정지시키지 않는 예방 보전, 예지정보
- ② 설비의 소모품 재고의 삭감
- ③ 계획 보전에 따른 보전요원의 평준화

2. 생산설비가 갖는 정보

생산설비는 가동하는 단계에서 다수의 정보를 집약하고 있으나, 이들 정보를 현재화하는 방법은, 작업자의 5감에 의한 방법, 제어 장치의 각종 지시, 표시 기기에 의한 방법 또는 제어 기기에서의 정보 검색에 의한 방법이 있다. 제어 기기에서의 정보 검색에 의한 방법은 각종 센서, 변환기, 프로그래머블 컨트롤러(PC), 마이크로 컴퓨터의 고성능화, 저가격화 등에 의해 착실하

게 보급되고 있다. 표 4는 생산설비가 갖는 정보를 생산정보, 정지 예지정보, 정지정보 및 품질관리 정보로 분류하고, 각각 검출방법, 처리 내용을 포함하여 표로 만들었다. 이 표에서 보는 바와 같이 생산설비가 갖는 정보가 어떤 방법으로 유효한 정보로 바뀌는지를 알 수 있다.

3. 생산 정보 관리 시스템 개요

생산 정보 관리 시스템은, 호스트 컴퓨터로 부터의 생산 지시표시, 각 워크스테이션에서의 실행과 각 워크 스테이션에서의 갖는 정보의 데이터 처리, 호스트 컴퓨터로의 전송이 있다. 표 5는 생산지시에 관한 것을 제외한 생산정보관리 시스템의 개요를 나타낸 것이다. 생산 상황의 파악에 관한 것을 생산 정보 모니터 시스템으로 하고 생산설비의 유효한 활용에 관한 것을 설비가동 모니터 시스템 및 설립보전 지원 시스템으로 나누어 설명한다.

표 4. 생산설비가 갖는 정보의 분류

정보의 종류	구 분		검 출 방 법	처 리 내 용
	온 라 인	외 부 지 역		
생산정보	<ul style="list-style-type: none"> • 생산수 • 제품코드 • 불량 개수 등 	<ul style="list-style-type: none"> • 제품 코드에 의한 제품 정보(품명, 중량, 인개수, 재질 등) 	<ul style="list-style-type: none"> • 설비의 작동 횟수(동작중, 동작단) • 센서 • 푸시 버튼 등의 입력기기 	<ul style="list-style-type: none"> • 설비의 가동 분석(가동율) • 생산 일보·주보 등
정지 예지 정보	<ul style="list-style-type: none"> • 작동횟수 • 작동시간 • 정지횟수 • 진단정보 (진동 가속도 진폭, 온도, 회전수, 이동량 등) 	<ul style="list-style-type: none"> • 소모부품 메이커명, 납기, 금액, 내용횟수, 내용시간, 수리횟수 등 	<ul style="list-style-type: none"> • 설비의 작동 횟수 • 센서 	<ul style="list-style-type: none"> • 보전 계획서(일정, 인원) • 보전 부품 리스트 • 보전 일보 등
정지정보	<ul style="list-style-type: none"> • 기기의 작동 중 정보 • 동작단 정보 	<ul style="list-style-type: none"> • 기기의 데이터 (명칭, 유닛명) • 정지시간 	<ul style="list-style-type: none"> • 작동 시간에 따른 이상 검출 • 외부 입력의 복합 판단, 논리 검출 • 푸시버튼 등의 입력기기 	<ul style="list-style-type: none"> • 정지 개소 모니터 • 정지분석 등(내용, 원인, 시간)
품질관리 정보	<ul style="list-style-type: none"> • 용탕의 성장 • 용탕 불량 • 조형 불량 • 모래의 성상 • 조형 성능 등 	<ul style="list-style-type: none"> • 각 대상물의 데이터 	<ul style="list-style-type: none"> • 워크숍의 데이터 처리 시스템과의 통신(수분 컨트롤 시스템, 모래 특성자동계측시스템, 용탕 관리 시스템, 기타 각종 시험기) • 푸시 버튼 등의 입력기기 • 작업자에 의한 데이터 수집 • 센서 	<ul style="list-style-type: none"> • 불량 분석 등

표 5. 생산 정보 관리 시스템의 개요

생산 정보 모니터 시스템	설비 정지 모니터 시스템	설비 보전 지원 시스템
①설비의 운전 상태 파악 A.설비의 작동 정보에 의한 생산 수파악 • 제품의 흐름 리드타임 • 설비의 가동 개시시간, 가동 시간 • 조형기, 주탕장치, 반송장치 등의 작동 정보 B.제품 코드의 인식 • 코드 등 제품 정보의 자동 인식 C.품질관리정보의 수집 • 불량품의 자동 검출 • 조형 불량, 미주탕 검사 ②생산관계 정보의 처리 A.생산량의 집계 • 조형수, 주입수, 불량수의 계수와 형번별 일별 등의 자동 집계 B.가동률의 집계 • 정지 시간의 집계 (블록별 정지 시간, 원인별 정지시간) • 가동률의 산출 C.제품 1개에 대한 조형 코스트의 산출 • 조형수, 인개수, 보류, 단위 중량, 불량율 등의 데이터를 토대로 제품 1개에 대한 조형 코스트 산출 D.생산일보, 가동 일보 작성 E.품질 관리용 각종 분석표 작성	①설비의 운전 상태 파악 ②설비 정지 정보의 명시 A.정지 정보의 온라인 모니터 • 정지 개소, 블록 • 정지 원인 타임오버, 조건 불성립 등 • 정지 내용 탕대기, 모래대기, 형교체 대기 등 • 정지 시간 ③보전에 피드백 A.보전정보, 보전계획의 수정 B.설비 정리 리스트, 정지 정보 분석표 작성	①설비의 운전 상태 파악 ②설비의 보전 시기 및 소모품의 교환시건의 명확화에 의한 정지 예지 정보 (설비 메이커가 가진 정보와 실제설비의 가동 횟수, 시간 등에 의한 보전 정보의 자동 산출) A.보전계획(일간, 주간, 월간, 연간) 보전시기, 인원, 부품, 점검, 방법, 교환방법 등 B.부품 구입계획(메이커, 형식, 수량, 가격) C.보전 요원 계획 ③센서에 의한 주요 유닛에 관한 보전정보의 온라인 검출 A.고속 회전 베어링, 섭동 부분의 진동, 온도상승, 임펠러, 믹서, 대형 송풍기 등 B.주요 전동기의 전력, 전압, 전류 C.송풍기, 블로어의 풍량, 온도 D.기어 기구의 진동 E.계량기 등의 계량시간, 정밀도 F.각 스토리지의 레벨 G.각 유닛의 위치 정보 ④정진 예지 정보 분석표 각종 보전 계획표의 작성

생산정보 모니터 시스템은 주로 생산설비를 집중 감시하는 동시에, 생산관계 정보의 데이터 처리를 하는 것이다. 설비 가동 모니터 시스템은, 생산설비의 운전 상태를 감시하여, 생산설비가 정지했을 때, 많은 유닛으로부터 정지부위와 원인을 명시하여, 조기복구를 촉진하는 동시에 정지 분석표 등에서 보전에 대한 피드백을 하는 것이다. 또 설비보전 지원 시스템은 TPM(Total Production Maintenance)에 도움이 되는 것이며, 생산설비의 각 유닛의 작동회수, 시간을 적산하여, 설비 메이커가 갖는 각 유닛의 데이터에

서 보전시간, 교환부품, 보전요원 등을 명확하게 하는 타임 베이스의 TPM과 함께, 센서 등으로부터 적극적으로 정지 예지정보를 끌어내서, 계획보전에 도움이 되게 하는 컨디션 베이스의 TPM이 있다. 그림 9는 종합적인 생산관리 시스템을 나타낸 것이며, 대상설비는 조형설비, 모래처리 설비, 후처리 설비, 용해설비의 예이다. 호스트 컴퓨터로부터의 지시를 각 설비의 워크 스테이션에 전달하는 동시에, 각 설비의 PC 또는 마이크로 컴퓨터로부터 생산, 가동 데이터를 수집하여, 생산지시와 함께 생산상황의 파악 또는

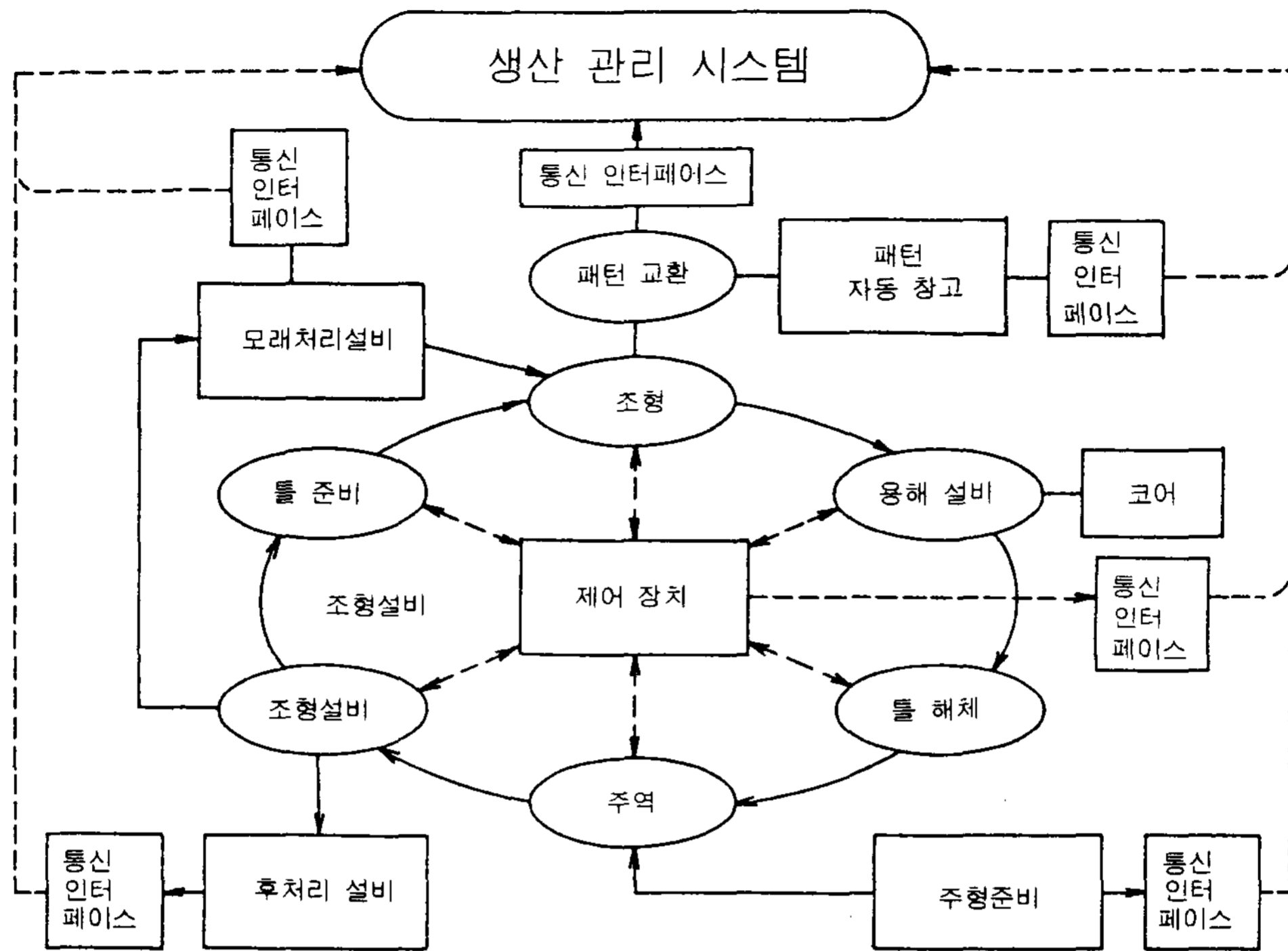


그림 9. 생산 관리 시스템의 예

생산설비의 유효한 활용에 도움이 되고 있다.

4. 생산정보 관리 시스템과 CIM화

최근의 TPM 추진기운과 함께, 앞으로 더욱 JIT(저스트 인 타임) 또는 小로트생산이 침투할 것으로 예상되며, 공장 전체의 제품의 흐름 및 정보의 흐름이 복잡하게 되는 동시에, 설비의 자동화, 합리화의 본연의 형태 또는 물품의 흐름의 현재화 등이 심하게 추구될 것이다. 주조공장에서 CIM하화를 생각할 경우, 이것들에 대응하기 위해 각종 제어 시스템의 고도화, 종합화 또는 모래 품질관리 시스템, 조형모니터 시스템 등의 개별 모니터 시스템의 구축만이 아니라, 제품 품질과 관계되는 정보의 일원화와 정보처리가 중요하다. 앞으로 주조공장의 특이성을 살려, AI 등을 유효하게 활용한 종합적인 생산정보 관리시스템이 요망된다.

6. 결 론

주조공장에서 자동화기술에 대하여 사형주

조를 중심으로 발전과정에서부터 미래의 우리나라의 주조공장이 지향해야 하는 자동화 System 전반을 개략적으로 기술하였다.

주조기술이 장치산업으로 완성되어지는 과정의 필연적인 자동화는 경영자의 과감한 투자와 관심이 집중되어서 3D산업이 아닌 Green주조공장으로서의 Image형성에 도움을 줄 것이며 미래의 우리나라 중공업의 핵심기술이 될 것으로 기대한다.

참고문헌

- [1] 鶴崎 : 第96回 鑄物協會全國公演大會 概要集(1979) 92
- [2] N. Uzaki : Trans. AFS, 88(1980) 529
- [3] 옥美, 原田, 杉本 : (JAICT NEWS5(1988) 23
- [4] 原田, 옥美 : 第112回 鑄物協會全國公演大會 概要集(1987) 43
- [5] 西田, 原田, 옥美 : 第112回 鑄物協會全國公演大會 概要集(1987) 44

- [6] 西田, 컴퓨터기술 18(1988) 49
- [7] 日本 鑄物協會研究報告(1987) 58
- [8] 西田, 小田, 高木 : 컴퓨터기술, 21(1989)
- [9] 小田, 高木, 西田 : 技術情報, Vol.24, No. 4 (1988) 1
- [10] 落合 : JACT NEWS2 (1986) 33
- [11] 渡邊 : 第113回 鑄物協會全國公演大會 심포지움 예고집(1988) 109
- [12] 소형재 쉐타 연구조사보고 339(1987) 112
- [13] 이영해 : CIM FA사전, 기술(1993) 276
- [14] 자동화기구 연구회 : 자동화기구 300선 (1993) 185