

## 공정관리 기능을 강화한 DNC 시스템 구현에 관한 연구

### -A Study on the DNC System with the Function of Process Monitoring and Control-

김 채 수 \*  
Kim Chae Soo  
심 문 보 \*\*  
Shim Mun Bo

#### Abstract

With the development of CNC(Computer Numerical Control) and communication technology, the connotation and functions of Distributed Numerical Control have been greatly enlarged. In this study, we develop and implement a Distributed Numerical Control system that has real time and multi-tasking operation capability for the machining cell with various NC(Numerical Control) and CNC machines. With the consideration of economy, generalization and extension, this system is interfaced with Shop Floor Control System, Machine Control System and Tool Preparation System using advanced networking method.

In the implementation phase, we use the ORACLE DBMS(Database Management System) as the DBMS and Microsoft Visual C++ as the programming tools.

**Key-word** : DNC, process monitoring, shop floor control

#### 1. 서 론

FA(Factory Automation)에 관한 관심은 교육적인 차원뿐만 아니라 국내 기업에서의 실질적인 투자가 많이 있어왔던 부분이며, 근로자들의 소득수준 향상에 따른 의식 변화와 급격히 발전하는 기기 문명의 도래로 인하여 빠른 속도로 기계화, 자동화 하면

\* 서울사이버대학교 이비즈니스학과 조교수

\*\* 두산중공업(주) 가공생산기술부 과장

서 그 필요성과 효용성을 인정받아 왔다. 이러한 FA의 구성 요소 중에는 하드웨어와 소프트웨어, 그리고 다양한 형태의 적용기술이 결합되어 있는데, 그 중에 Direct NC 시스템도 중요한 구성요소로써 인식되어 왔다. 이는 NC 혹은 CNC 장비에 기본적으로 제공되어야 할 공구이송(Tool Path) 정보를 기존의 천공 테이프나 디스켓을 사용하지 않고 통신선로를 이용하여 직접 장비에게 전달함으로써 전달 과정에서 손망실에 의한 품질문제 발생이나, 작업준비 시간 낭비를 최소화할 수 있다는 장점이 있어 장비의 고급화, 고가화 추세와 맞물려 FA의 기본요소로써 인식되고 있다. [5]

본 연구에서는 이러한 시스템에 NC 데이터의 다운로드 기능 이외에도 생산현장의 공정 진행상황 및 작업자의 작업 여부와 장비의 가동 상태를 실시간으로 수집하여 관리토록 함으로써 적기 의사결정에 큰 기여를 하는 Distributed NC(DNC:Distributed Numerical Control) 시스템의 구축에 관한 내용이다. 대규모 기계 가공 업체에서 실제 구축된 사례이며 생산성향상, 품질안정 등을 통하여 그 효용성을 검증 받은 내용이다.[6]

본 연구의 제2장에서는 DNC 시스템에 관한 개요를 살펴보고 Direct NC와 Distributed NC의 차이에 관하여 논한다. 이를 토대로 실제 대규모 기계 가공공장에 구축된 Distributed NC 시스템에 대한 구현 사례 소개를 제3장에서 하고, 향후 연구과제와 결론을 제4장에서 제시한다.

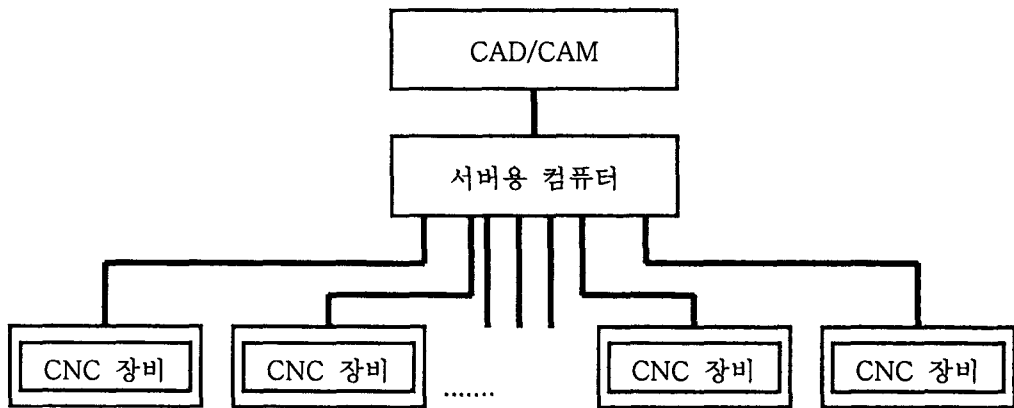
## 2. DNC 시스템 개요

CNC 공작기계는 그 단독으로도 작동할 수 있으나 그러기 위해서는 각각의 CNC 장비에 지령 데이터를 주지 않으면 안된다. DNC 시스템이란 다수대의 NC 장비에 대한 지령 데이터를 1대의 컴퓨터를 이용하여 집중적으로 입력, 관리하는 방식으로써 기존의 각 장비에서 사용하던 PTR(Paper Tape Reader) 혹은 디스크 드라이버를 사용하지 않고 공장의 통신 네트워크를 통하여 NC 데이터 및 공구 보정 데이터를 다운로드 한다. 그리고 여러 가지 형태의 생산 현장 관리정보를 실시간으로 관리하는 실시간 공정관리 시스템까지를 포함함으로써 공장자동화의 기본적인 시스템으로 인식되고 있다. 즉, DNC 시스템이란 CAD/CAM 시스템으로부터 생성된 NC 데이터를 종래의 디스켓이나 천공테이프 등 오프라인 상태로 출력 시키지 않고 LAN(Local Area Network)등의 온라인 매체를 통하여 이동, 관리하는 시스템이며, 여기에 생산지시와 실적 자동 집계, 작업상황 모니터링 기능이 추가된 시스템을 의미한다

### 2.1 Direct NC 시스템

이는 <그림 1>에서와 같이 시스템 서버(Server Computer)와 CNC 공작기계가 STAR방식으로 1:1 직접 대응되게 연결되어 CNC 공작기계에 NC 데이터 파일을 일괄적으로 전송하거나 블록 단위로 전송하는 형태로써, 그 특징은 다음과 같다.

- 1) 구성이 간단하고 고장진단이 용이하다.
- 2) 소수의 공작기계 연결에 주로 사용되며 다수의 공장기계 연결에는 비경제적이다.
- 3) 주로 RS-232C로 연결되는 관계로 거리상 제한이 있고 데이터 손실의 위험이 있다.
- 4) 시스템 고장 시 전체 CNC 공작기계에 영향을 미치므로 별도의 예비 시스템 확보가 필요하다.
- 5) 서버 컴퓨터의 용량에 따라 접속 공작기계의 확장 가능 대수가 결정되며, 거리 제약 등의 조건으로 인해 확장성이 용이치 않다.
- 6) 일방향 통신방식이며 온라인 작업지시, 생산실적 집계 등의 기능을 갖추지 않은 것이 일반적이다.



<그림 1> Direct NC 시스템

## 2.2 Distributed NC 시스템

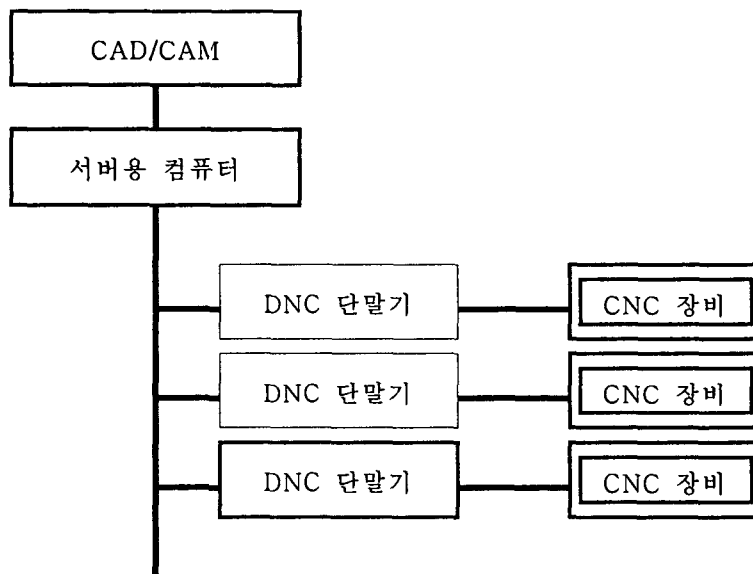
이 시스템은 서버 컴퓨터와 상당한 크기의 메모리를 가진 DNC 단말기(Interface Adapter) 사이를 LAN등의 고속 전송선으로 연결한 후 NC 데이터 파일을 단말기로 전송하고 단말기에서는 작업자에 의한 수동방식, 혹은 프로그램에 의한 자동 방식으로 NC 데이터를 공급하는 형태이다.

또한 이러한 DNC 단말기를 활용하여 사무실에서는 작업 지시정보를 현장으로 전

송하기도 하고 공정관리용 실적 정보를 자동, 수동의 형태로 수집한다. 따라서 멀리 떨어진 현장에 있는 각 장비의 작업개시 시각, 현재 상태, 각종 불량발생 등 여러 형태의 관리항목 데이터를 총괄하여 수집하고 모니터링 할 수 있으며, 각 장비별로는 실시간으로 작업 상황을 파악할 수 있고, 일간, 주간, 월간 등의 운영결과보고서를 생성할 수도 있다. 이러한 장비의 작동 상태를 자동적으로 파악하는 기능을 MDC (Machine Data Collection)라 하고 작업자의 작업일보, 보전반의 보전 상황, 배원 정보 등은 DNC 단말기를 사용하여 추가로 입력하게 되는데 이러한 기능을 SFDC(Shop Floor Data Collection)라 한다. 이 시스템의 특징은 다음과 같이 정리될 수 있다.

- 1) DNC용 서버 컴퓨터와 DNC 단말기와의 연결이 LAN 선을 매체로 연결되며, 고속의 통신 프로토콜을 이용하므로 빠른 데이터 전송이 가능하다.
- 2) DNC 단말기와 CNC 공작기계의 연결은 기존의 인터페이스 방식인 RS-232C, RS-422, RS-485, 20mA Current Loop, Parallel 등을 이용하지만 장비와의 거리가 짧으므로 더욱 안정적이다.
- 3) LAN을 이용함에 따라 최대 설치가능 대수 및 최대 전송거리 등의 제약이 완화된다.
- 4) 단말기를 이용함으로써 다양한 공정관리용 데이터를 실시간으로 수집할 수 있다.
- 5) 온라인 작업지시, 실시간 장비 가동 상황 파악 및 생산 현황정보를 집계할 수 있다.

Distributed NC 시스템의 일반적인 구성은 다음의 <그림 2>와 같다.



<그림 2> Distributed NC 시스템

### 3. 시스템 구현

구현된 제조업체는 대형 발전설비, 산업설비 전문 메이커이며 초정밀 가공 능력의 확보가 필수적이며 엄청난 금액의 고가 장비를 보유하고 있기에 NC 데이터 전송의 신뢰성 확보가 무엇보다 중요한 초점이다. 아울러 대규모 사업장임에 따른 네트워크의 안전성 문제도 주요 고려사항이었으며, 지능형 컨트롤러를 갖춘 최신형 설비를 갖추고 있는 반면에 통신포트도 부착되지 않은 매우 구형인 설비도 보유하고 있는 바, 다양한 설비를 네트워킹하는 기술적인 문제를 고려해야 했다. 또한 마킹작업, 공구 준비작업, 보전 작업 등과 같은 순수 가공작업이 아닌 작업유형에 대한 SFDC 방법도 동시에 갖추는 것이 본 시스템 구현의 특징적 요구사항이었다.

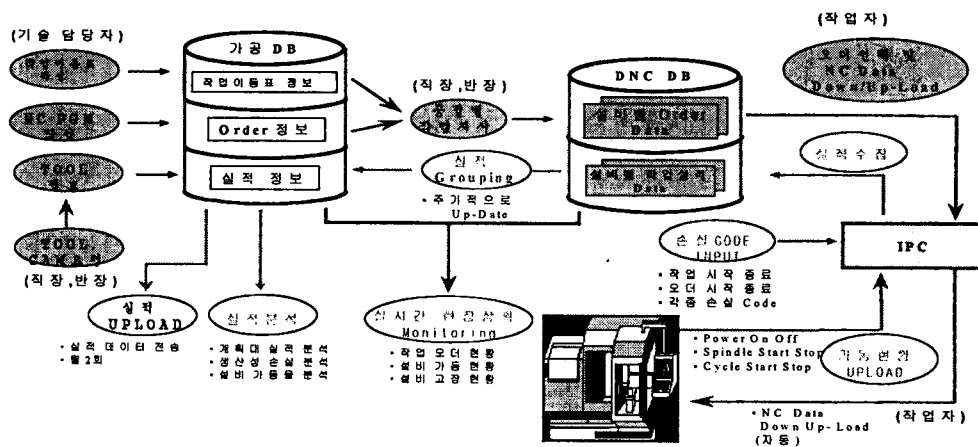
#### 3.1 시스템 구현 배경

대상 기업은 생산관리와 관련된 문제점을 갖고 있었으며 이를 해결하기 위한 방안을 강구해야 했다.

- 1) 생산현황 정보 파악 및 공유 미흡
- 2) 신속, 정확한 작업지시 및 실적집계 곤란
- 3) 표준화 미흡
- 4) 작업정보 전달시 과도한 Loss 발생
- 5) NC 데이터 현장 전달 M/H(Man Hour) 과다 소요
- 6) NC 데이터 오류로 인한 품질문제 발생

#### 3.2 시스템 흐름도

구현된 시스템의 전체적인 흐름도는 <그림 3>과 같다.



<그림 3> 시스템 전체 흐름도

### 3.3 시스템 구성

본 시스템은 Server and Client 체제로 구성하고 데이터베이스는 관계형 구조로 하고 DNC 전문업체에서 제공하는 기본 원형(Prototype)을 원용하여 C++언어를 활용하여 개발하였다.

#### 3.3.1 하드웨어 구성

- (1) 컴퓨터 시스템
  - 1) PLANT HOST
    - .일정계획/부하관리
    - .기술자료 D/B
    - .계획 대 실적관리
    - .Main Host와의 인터페이스
  - 2) DNC 서버
    - .DNC 소프트웨어 운영
    - .가공 데이터베이스 운용
    - .작업지시 및 실적집계
- (2) 케이블 및 주변기기(HUB 등)
  - .데이터 전송
- (3) DNC 단말기
  - .공작기계와의 인터페이스
  - .DNC 서버와의 인터페이스

#### 3.3.2 소프트웨어 구성

- (1) DNC 소프트웨어
  - .NC 데이터 다운로드/업로드
  - .긴급시 수동 운전기능
  - .MDC/SFDC
  - .공구 보정 데이터 다운로드/업로드
  - .NC 데이터 에러확인
  - .기타 그래픽 기능
- (2) 네트워크 소프트웨어

.데이터 변환

.PROTOCOL EMULATION

(3) 기타 관리용 소프트웨어

.일정계획/부하조정

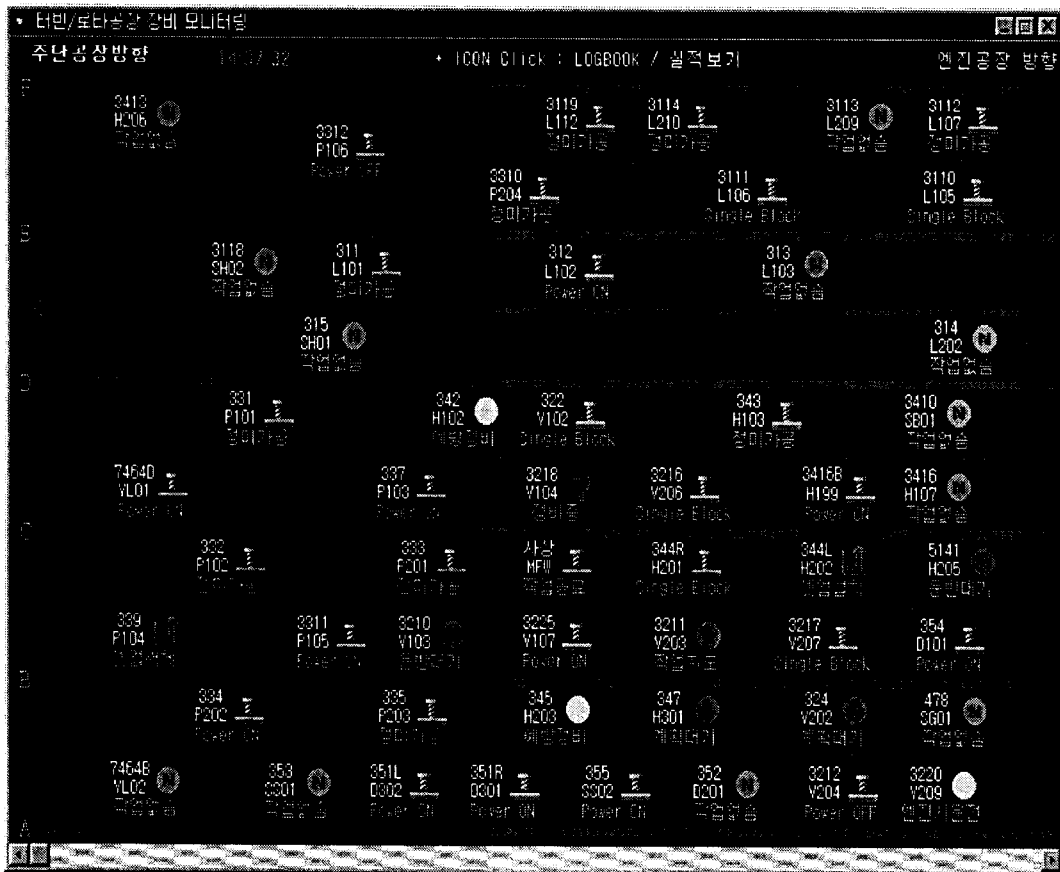
.작업지시

.공구관리

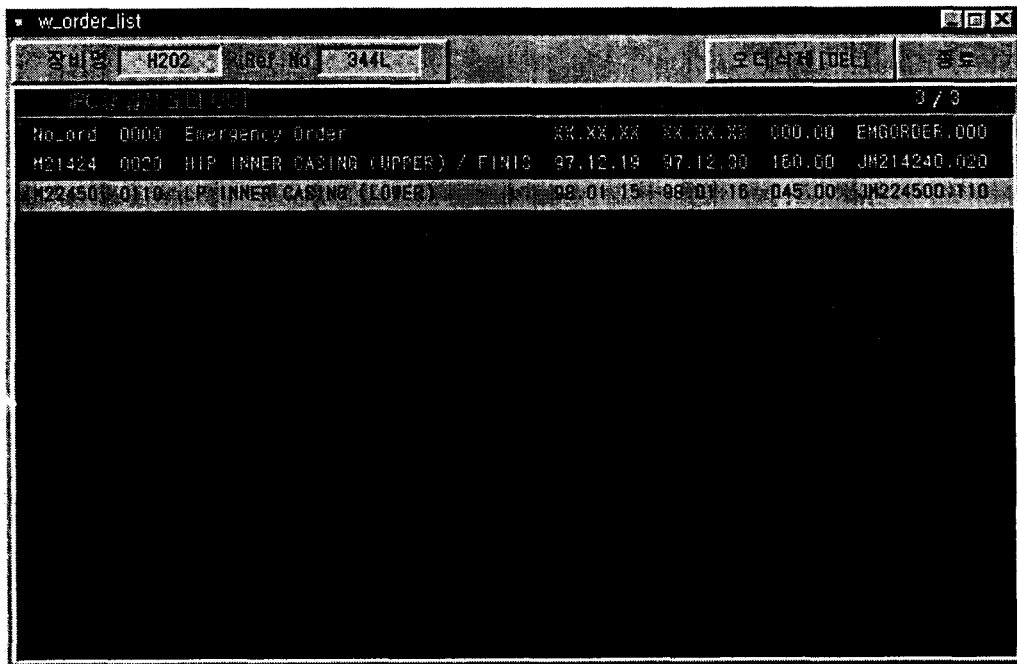
.공정관리/진척관리

.설비관리 등

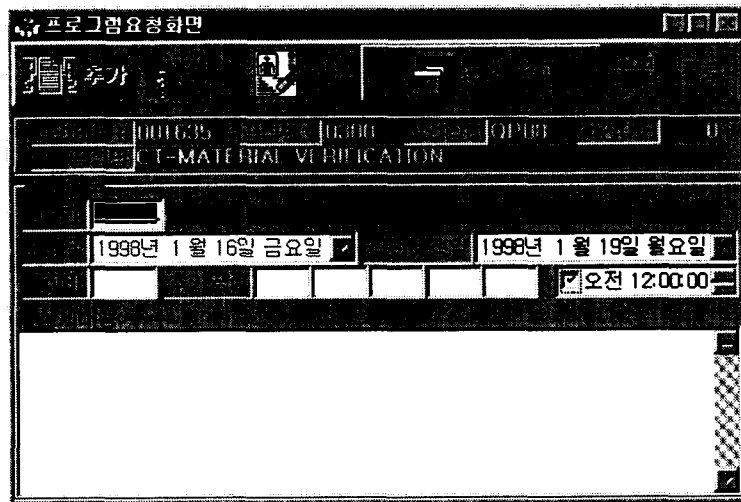
<그림 4>는 설비 배치에 따른 설비별 작업상태를 모니터링하는 화면이며, <그림 5>는 설비별로 작업지시된 내용을 파악하는 화면이다. 또한 <그림 6>은 작성된 작업이동표에 따라 NC 데이터를 요청하는 화면이며, <그림 7>은 DNC 단말기를 이용하여 NC 데이터를 다운로드/업로드하고 내용을 확인하는 화면이다.



<그림 4> 배치도에 따른 설비 상황표

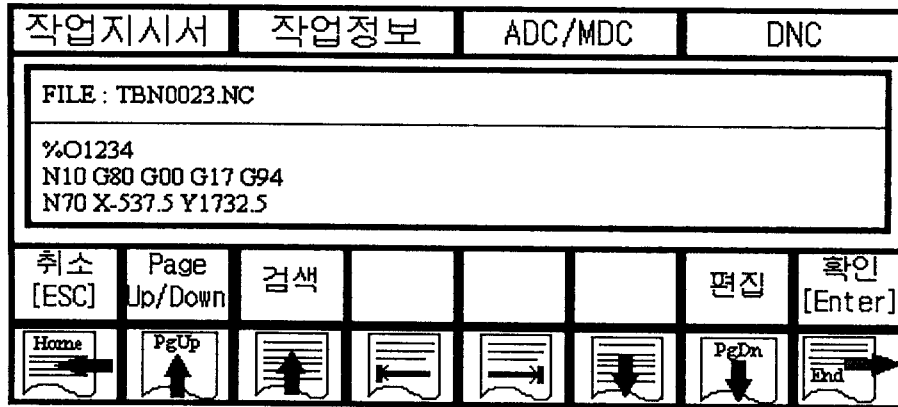


<그림 5> 설비별 작업지시 내역



<그림 6> NC 데이터 요청





<그림 7> NC 데이터의 다운로드/업로드

### 3.4 시스템 구현 전후의 업무변화

본 시스템의 구현으로 기존의 작업지시와 실적집계, 생산현황 모니터링 관련 업무가 획기적으로 변화되었을 뿐아니라, 가공 기술 정보의 축적, 공유, 관리 체계도 효율적으로 개선되었다. 구체적인 업무 변화 형태를 몇가지로 구분하여 개선전후로 비교하여 보면 다음과 같다.

#### 3.4.1 모니터링 및 작업지침서 작성

개선전 :

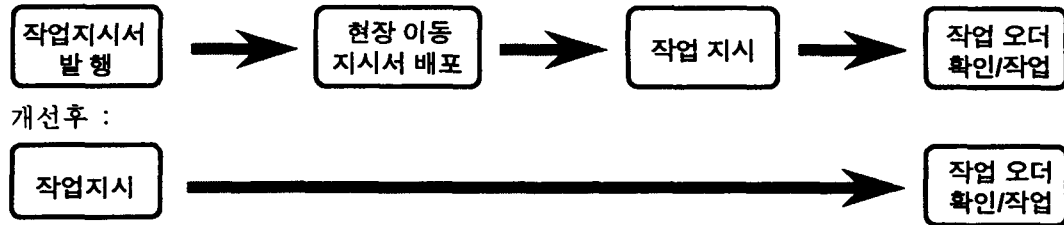


개선후 :

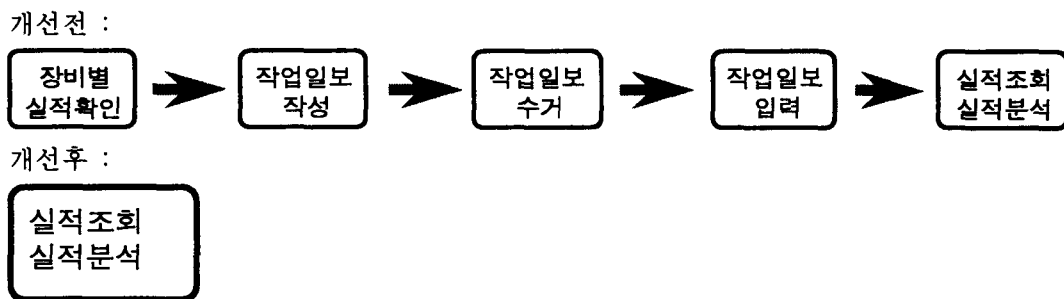


#### 3.4.2 작업지시

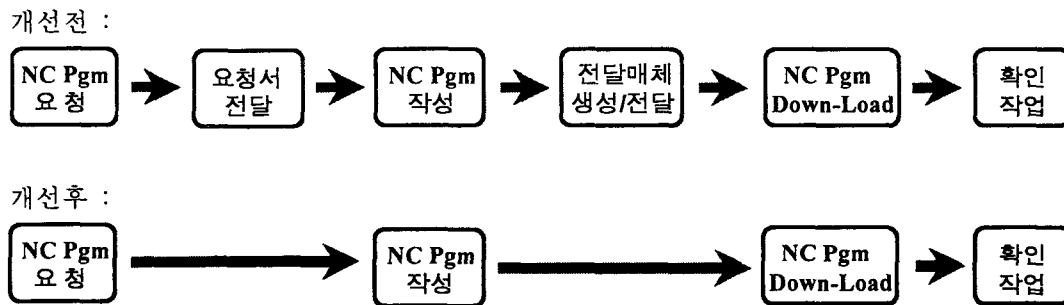
개선전 :



### 3.4.3 실적집계 및 조회



### 3.4.4 NC 데이터 다운로드/업로드



## 3.5 적용 효과

시스템 구축의 가장 중심적인 목표이었던 NC 데이터의 신뢰도 향상과 관련된 품질수준, 기술수준 향상 외에도 정량적인 효과로써 다음과 같은 효과가 기대된다.

- 1) 생산현장 모니터링 M/H 절감
- 2) 작업이동표 작성 M/H 절감
- 3) 작업지시 신속화로 생산성 향상
- 4) 실적집계 및 조회 M/H 절감

#### 5) NC 데이터 관리 M/H 절감

이 외에도 공작기계 작동 상황 파악과 정비 시점 예측을 통한 가동을 항상 효과를 보게 되었고, 생산 현장의 가공 작업정보가 실시간으로 업데이트 됨에 따른 기술 축적과 노하우의 조직화도 가능하게 되었다.

### 3.6. 시스템 구현 시 문제점

첫째, 각기 다른 사양 및 통신 프로토콜을 가진 NC/CNC 장비가 존재하여 DNC서버와 연결이 쉽지 않았다. 둘째, 공장이라는 특수한 작업환경을 고려한 케이블 설치 공사가 필요했다. 셋째로는 시스템이 각종의 생산 노이즈에 둔감할 수 있도록 Cable Shielding 작업을 수행하는데 현실적으로 많은 노력이 소요되었으며, 넷째로는 이러한 시스템을 구현하는데 소요되는 자금의 확보와 설치와 시운전에 필요한 설비의 잠깐 정지 등이 현실적인 난관이었다. 그러나 무엇보다 중요하고 어려운 과제는 작업자와 노동조합의 인식변화와 협조이며, 이를 위하여 충분한 사전준비와 지속적인 설득, 홍보가 필요하리라 생각된다.

## 4. 결론

최근 대부분의 기업이 CAD/CAM 시스템을 도입한 상황이고 장비의 기능은 통신을 중심으로 최첨단화 되고 있으므로 공정관리 기능을 강화한 DNC 시스템은 고가 공작 기계의 생산성 향상과 완벽한 품질 수준 확보를 위하여 꼭 필요한 시스템이며, 이를 통하여 관리 수준을 향상할 수 있을 뿐만 아니라, 설비 유지관리 비용의 절감에도 크게 기여하고 여러 가지 형태의 생산관리 업무 수행에도 효율적인 방안으로 인식되고 있다.

실시간으로 NC 데이터가 전달되고 장비의 상황에 대한 다양한 정보가 자동 집계되며, 작업공정의 공정관리용 정보도 이 시스템을 통하여 획득하게 됨으로써 공정설계 기술과 생산관리 기술이 통합되는 기회가 되며, 이러한 노력이 효율적인 공장자동화의 구현 모델로 인식되어야 할 것이다.

본 연구에서는 대규모 가공공장을 대상으로 실제 구현 사례를 살펴봄으로써 공정관리 기능의 강화 필요성을 인식하고 구현 과정에서의 시행착오를 최소화 할 수 있도록 구현 과정에서의 문제점 등을 기술하였다.

## 5. 참고 문헌

- [1] 김선호, 이승우, 안남식, 김성복, 안중환, "DNC 시스템 개발", 한국정밀공학회지, vol.12, No.12, pp19-29, 1995
- [2] 동양SHL, "DNC/SFDC System 소개서", 1995

- [3] 최정희, 김재균, 이동현, 최인집, "SFC/POP 연계형 DNC 시스템 구현", IE Interfaces, vol.12, No.3, pp374-381, 1999
- [4] 서기성, "교육용 DNC 시스템의 운영 소프트웨어 개발", IE Interfaces, vol.10, No.1, pp135-144, 1997
- [5] 터보테크, "TURBO DNC System 소개서", 1994
- [6] Coscom, "DNC System Catalogue", 1992
- [7] DLog, "DLOG NC-SYSTEM Catalogue", 1993
- [8] M. P. Groover, "Automation, and Computer Integrated Manufacturing", Prentice Hall, 1987
- [9] XM Zhang, F. Liu and B. Dan, "Integrated DNC: a case study", International Journal of Production Research, vol.39, No.17, pp3853 - 3861, 2001

### 저 자 소 개

- 김 채 수 : 동아대학교 산업공학과 졸업, KAIST 산업공학과 석사 졸업, KAIST 산업공학과 박사학위 취득 (물류시스템 전공)  
현 서울사이버대학교 경상학부 이비즈니스학과 조교수  
관심분야 물류시스템, 생산운영시스템, 전자상거래 시스템 구축
  
- 심 문 보 : 동아대학교 산업공학과 졸업  
현 두산중공업(주) 가공생산기술부 과장  
관심분야 설비관리 및 보전, CIM, 생산시스템 자동화