

NC기계들이 포함된 機械工作工程에서의 作業研究*

Establishment of Work and Time Standards in Machining Operations including NC Machines

俞仁善**
Yoo, In-Seon

吳根泰***
Oh, Geun-Tae

Abstract

This study sets a goal of establishing work standard and standard time in a machine tool process consisted of high-priced NC machine tools. Firstly, the theories of work standard and standard time in the field of NC machine tools are studies. Secondly, the theories are actually applied to a manufacturing company; work standard sheets are developed and applied to a machining center having low operation rate, and then the increase in productivity is compared. Finally, problems to be studied later in relation to work standard and standard time are presented.

1. 序 論

기계공업을 중심으로 하는 제조업분야에서는 勞動力의 부족과 賃金の 상승현상이 날로 심각해짐에 따라 장비의 自動化와 省力化에 심혈을 기울이고 있으며, 이에 따라 機械工業에서의 NC공작기계는 제품생산의 合理化와 省力化에 뛰어난 효능을 발휘하고 있기 때문에 날이 갈수록 각광을 받고 있다[1].

짧은 역사를 가지고 있는 NC(Numerical Control)기술은 최근 마이크로 일렉트로닉스를 중심으로 技術革新이 급속히 진전됨에 따라 공작기계에 접목되어 NC선반, NC밀링 등은 물론 이들을 종합한 머시닝 센터(Machining Center)를 탄생시켰을 뿐만 아니라, 이제 이들을 연계시켜 FMC와 FMS에 의해 가공하는 無人化 공장과 로봇의 기능강화, CAD/CAM의 활용에 의한 새로운 生産시스템(CIM)의 실현으로 生産性의 향상뿐만 아니라 均一한 加工精密度의 고품질 제품을 適期에 생산 공급할 수 있는 능력도 크게 진보되었다.

NC工作機械들은 프로그램型 自動化의 한 형태로서 가공(機械工作)과정이 숫자, 문자 및 다른 부호들로 구성되는 프로그램에 의해 제어된다. 工作物이 달라질 경우 프로그램의 대체를 통해서 조정이 가능하기 때문에 少量에서부터 中量生産까지에 적합하다. 이는 기계가공/조립/검사 등 여러 부문에 사용될 수 있으며, 프로그램과 이를 읽어서 해독하는 기계통제장치 및 실제 作業을 담당하는 가공장치의 세부분으로 구성된다. NC에는 가공(機械工作)하고자 할 때 미리 정해진 約定에 따라 加工條件(즉, 이 가공조건은 원점에서부터의 치수, chucking치수, 工具의 선정, cutter의 徑, 절삭깊이의 量, 移送속도, 主軸回轉數, 재료지정, 冷却지정, 조작조건 등의 切削條件에 관한 數值情報를 入力裝置를 통해 들어가면 NC의 정보처리회로가 읽어서 指令펄스(pulse)로 변환된 것)이 servo系의 설정부에 입력이 되어 기계를 구동시켜 지령된 대로 가공이 이루어지게 되어 있다. 따라서 機械工作의 工程上에서 이런 새로운 기계에 대해 적합한 새로운 作業標準과 標準時間의 설정에 관한 研究가 필요하다.

본 연구는 工作機械들과 높은 투자를 필요로 하는 NC기계와 머시닝 센터등으로 이루어진 機械工作 공정에서의 作業標準과 標準時間의 설정을 통한 生産性 向上을 목표로 하고 있다. NC加工工程에서의 공구, 지그 및 offset의 setting, 原點조정, NC 프로그램 및 가공방법, 그리고 工程의 시스템화를 위해

* 본 연구는 1993년도 산학협동재단 학술연구비 지원에 의해 이루어졌음.

** 수원대학교 경영학과

*** 수원대학교 산업공학과

作業標準과 標準時間을 설정함으로써 加工物の 교체작업시간, 준비작업시간과 가공시간의 短縮을 행한다. 또한 NC工作機械의 가공물(작업물, 공작물, 또는 資材) 투입방법에 대한 作業標準을 설정하여 작업의 連續化와 준비시간을 短縮한다. 이와 같은 목적을 실현하기 위해 作業標準과 NC工作機械에 관한 文獻上的 理論研究와 30여 차례의 事例공장방문을 통한 實證研究를 병행하였다.

2. 測定分析 및 實驗

2-1 이론적 배경[29]

機械工作(加工) 공정의 NC化는 미래의 생산형태인 다품종소량생산을 추진하는데 가장 유효한 수단이 되고 있지만, 그 설비투자액의 크기 때문에 채산성의 확보가 큰 문제가 된다. 가공공정의 NC化에 대한 既存의 연구결과를 요약하여 보면 다음과 같다. 첫째, 가공에 요하는 시간중에서 절삭하는데 걸린 실제 절삭시간의 비율은 범용기계가공에서는 10~20%에 불과하나 NC가공에서는 80%정도가 되므로 非 절삭시간의 단축으로 가공시간이 단축된다. 가공작업을 NC化하면서 절삭속도가 빨라져 가공시간을 단축하려면 절삭기술의 개발이 필요하다. 가공시간의 단축은 상당한 정도로 가공코스트를 절감시키는 것으로 조사되었다. 둘째, 범용기계에 의한 작업을 NC化하면, 그 운전시간은 선반작업인 경우 1/3~1/2까지 밀링작업인 경우 1/5~1/3까지 단축할 수 있다. 그러나 이런 가공을 위한 프로그램 작성시간이 추가로 필요하다. 따라서 준비시간은 밀링작업에는 단축할 수 있지만 선반작업에서는 그와 같은 변화가 없다. 프로그램의 작성시간단축을 위한 自動 프로그래밍의 채용이 필요하다. 실제 절삭시간의 비율을 함께 향상시키기 위해서는 준비시간의 단축을 시도해야 한다. 따라서 준비시간의 단축은 간단하게 하지 않으면 안되므로 그 해결책으로 종래의 기계상의 준비하던 것을 외부 준비화하고, 작업량 자체는 변화가 없더라도 운전을 연속화하는 것이 실제 절삭시간의 비율을 높이는 것이다. 이를 위해 가공물의 연속공급이 필요하고 프로그램의 입력도 화일로 관리되고 있는 것을 데이터통신에 의해 NC장치내로 전송시키는 일이 필요하다. 끝으로 유의해야 할 사항은 NC기계공정을 시스템化하면 실제 절삭시간의 비율이 향상되고 작업을 연속화시켜도 이에 따른 추가비용에 대한 상대적인 이익이 크다는 점이다.

본 연구에서는 이상과 같은 결과와 더불어 NC기계들이 포함된 機械工作工程에 대해 작업표준과 표준시간을 설정하여 시스템化와 생산성의 향상을 도모하고자 한다. NC가공공정에서의 공구, 지그 및 offset의 setting, 원점조정, NC 프로그램 및 가공방법, 그리고 가공물의 교체에 관한 작업표준과 표준시간의 설정을 통해 시스템化와 준비시간과 가공시간의 단축을 행한다. 또한 NC工作機械의 가공물(작업물, 資材) 투입방법에 대한 작업표준을 설정하여 작업의 연속화와 준비시간을 단축한다.

2-2 측정 및 현상분석

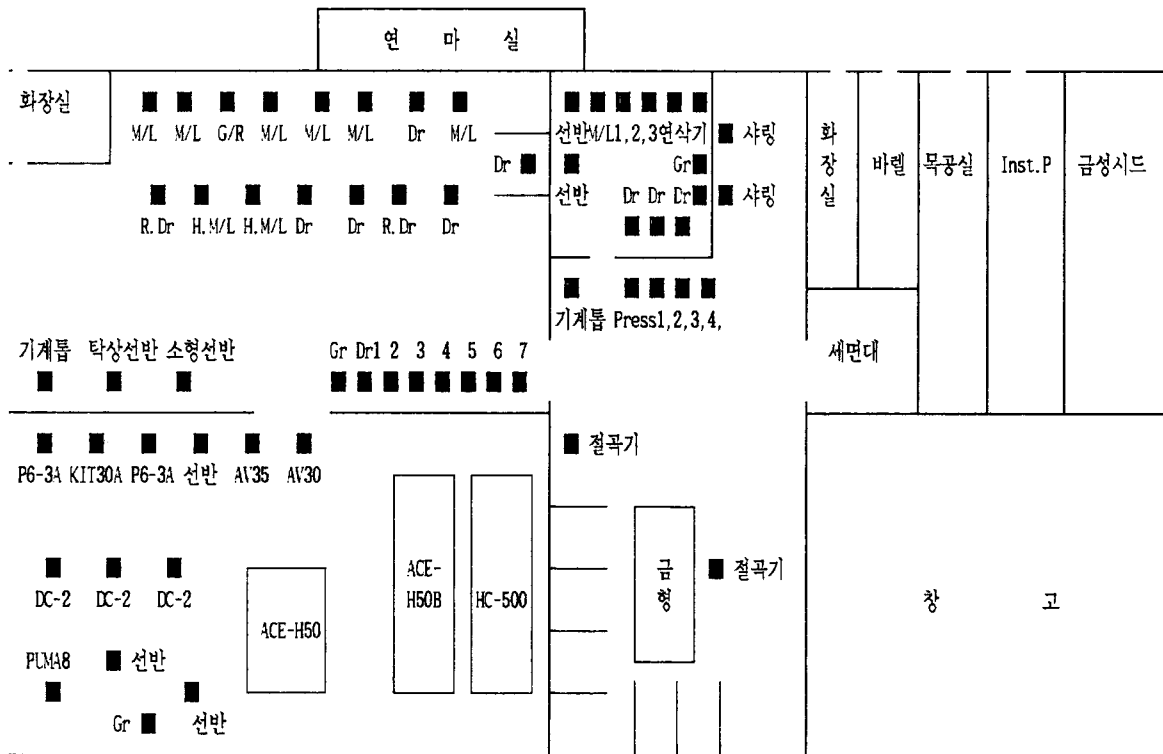
이와 같은 목적을 실현하기 위해 작업표준과 NC工作機械에 관한 文獻上的 理論研究와 事例공장을 통한 實證研究를 병행하였다.

첫째, 기업현황 事前調査를 위해 조사표를 마련, 작성하도록 하여 연구준비를 하였으며, 본연구의 목적과 방향을 설명하기 위해 생산관리담당 주요 현장관계자들과 작업표준과 표준시간의 설정에 관한 세미나를 실시하였다. 事例공장의 설비배치도는 다음의 [그림-1]과 같고, 그리고 본 연구의 대상인 NC기계 가공공정(CNC반)에 속하는 기계들을 정리하면 아래의 [표-1]와 같다.

現狀分析과 測定研究를 위해 事例工場을 방문하여, 먼저 전반적인 공정파악과 NC기계 가공공정의 위치파악을 위해 작업흐름분석을 실시하여 공정분석도를 구성하였다. 주로 캠코더 비디오촬영을 통해 워크샘플링을 겸하면서 다음과 같은 NC工作機械들의 준비작업시간, 가공시간(cutting time) 및 교체작업시간을 연구하였다.

(1) NC기계 가공공정의 작업흐름분석

NC기계 가공공정의 작업흐름분석을 위해 前半期 6개월동안 12회에 걸쳐 事例공장을 방문하였다.



[그림-1] 설비배치도

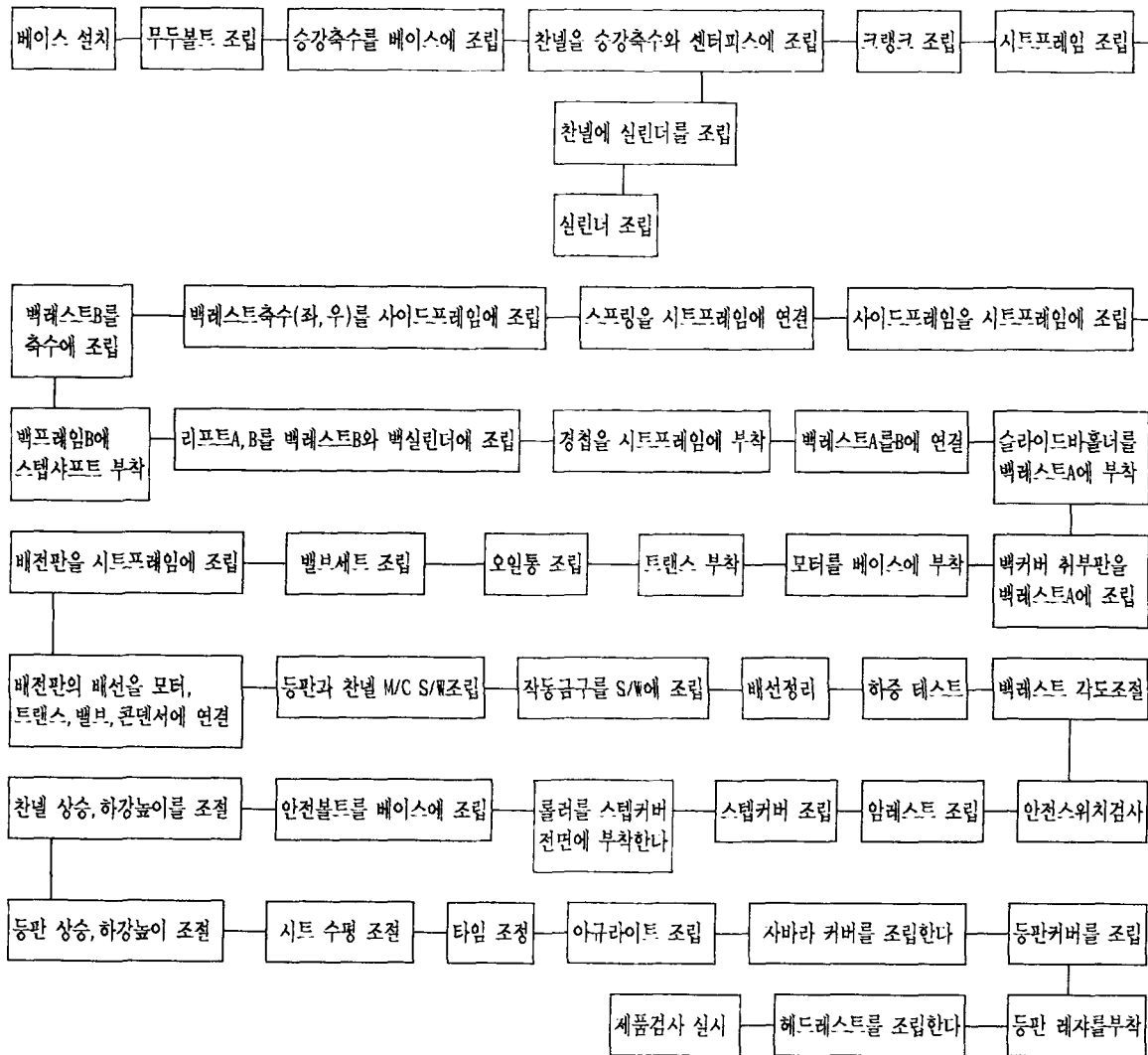
[표-1] 연구대상의 NC공작기계

공작기계종류	보유공작기계명(제조사)	보유댓수
Horizontal Machining Center	ACE-H50A(대우중공업)	1대
	ACE-H50B(대우중공업)	1대
	HC-500(기아기공)	1대
Vertical Machining Center	ACE-V30(대우중공업)	1대
	ACE-V35(대우중공업)	1대
CNC선반	PUMA P6-3A(대우중공업)	2대
	PUMA-8(대우중공업)	1대
	KIT-30A(기아기공)	1대
	DC-2(대우중공업)	2대

먼저 전반적인 공정파악과 NC기계 가공공정의 위치파악을 위해 작업흐름분석을 실시하여 현장 생산관리자의 도움으로 공정분석도를 구성하고, 가동률 분석을 위해 자동화 장비들에 맞는 설비종합효율의 체계를 확립하였다. 새롭게 구성된 도표들은 다음과 같다.

- ① 조립공정도[그림-2 참조]
- ② 가공공정 공정분석도[표-2 참조]
- ③ 가동률분석의 예(설비종합효율의 월별 비교)[표-3 참조]

MC809 조립 공정도



[그림-2] 조립공정도

[표-2] 가공공정 공정분석도

구 분	품 명	가 공 공 정
베이스부	베이스 베이스 하우징	외주 - MC - 연마 - 도장 외주 - 드릴
유압 제어부	오일 모터 오일 탱크	수입 외주
유압 승강부	벨트우즈 커버 벨트우즈 스프링 승강축수 센타피스 리프트채널(상) 리프트채널(하) 샤프트A 샤프트B 상승실린더 보디 상승실린더 파이프 상승실린더 피스톤 상승실린더 축 상승실린더 헤드 스위치 작동면 상승실린더 커버	외주 - 드릴 외주 외주 - 도금 - 외주 외주 - MC - 도장 외주 - MC - 도장 외주 - 프레스 - 용접 - 드릴 - 연마 - 도장 외주 - 프레스 - 용접 - 드릴 - 연마 - 도장 외주 선반 - 드릴 - 외주 연마 외주 - MC - 드릴 - 용접 외주 - 선반 외주 - 선반 외주 - 밀링 외주 - 선반 - 드릴 외주 - 선반 - 연마 외주 - 선반 - 드릴 - 도장
시트프레임부	시트프레임 사이드 프레임(우) 사이드 프레임(좌) 백실린더 보디 백실린더 파이프 피스톤 백실린더 샤프트 백실린더 헤드 백실린더 커버 스위치 작동면 시이트 배전판	외주 - MC - 도장 외주 - MC - 도장 외주 - MC - 도장 외주 - MC - 드릴 - 용접 외주 - 선반 외주 - 선반 선반 - 드릴 외주 - 선반 - 드릴 외주 - 선반 - 드릴 선반 - 드릴 - 연마 외주 외주 - 도장
백레스트부	백레스트 축수(우) 백레스트 축수(좌) 백레스트 샤프트 백 프레임A 백 프레임B 백레스트 커버 백 시이트	외주 - 도장 외주 - 도장 선반 - 드릴 외주 - MC - 도장 외주 - MC - 드릴 - 도장 외주 - 드릴 외주
암레스트부	암 레스트 프레임 암 레스트 축수	외주 절단 - 절곡 - 프레스 - 수정 - 도금 외주 - 용접 - 도장
헤드레스트부	슬라이드 바 슬라이드바 홀더 헤드 커버 헤드레스트 축수 헤드레스트 취부판 헤드레스트 시이트 시이트 프레임	외주 - 밀링 - 프레스 - 밀링 - 드릴 - 연마 - 용접 - 수정 - 도금 외주 - MC - 도장 절단 - 절곡 - 프레스 - 연마 - 프레스 - 도장 외주 - MC - 연마 - 도장 외주 - 밀링 - 드릴 - 연마 - 도장 외주 절단 - 절곡 - 프레스 - 연마 - 용접 - 드릴 - 도장

[표-3] 가동률분석의 예(월별 비교)

월 별	9월	10월
1. 시간 가동률 =(부하시간-비가동시간)/부하 시간=가동시간/부하시간	34,020분/35,520분 = 95.8%	33,480분/34,740분 = 96.4%
2. 실제 가동률 =(실제 cycle time × 생산량)/ 가동시간 = 실제 생산시간/가동시간 여기서 실제 생산시간= 가동시간-정지 시간	32,530분/34,020분 = 95.6%	30,840분/33,480분 = 92%
3. 속도 가동률 =이론 cycle time/ 실제 cycle time (1) 이론 C.T = (품목별 생산량 × 표준시간)/총수량 .유니트 서포트 .베이스 .센터피스 .시트프레임 .송강축수 (2) 실제 C.T = 실제 생산 시간/생산량	51.05분/51.07분 = 99.9%	48.73분/49.58분 = 98%
	32,516.2분/637개 = 51.05분	30,311분/622개 = 48.73분
	148개 × 34분 = 5,032분	234개 × 34분 = 7,956분
	4개 × 32.8분 = 131.2분	
	225개 × 75분 = 16,875분	198개 × 75분 = 14,850분
	52개 × 43.5분 = 2,262분	
	208개 × 39.5분 = 8,216분	190개 × 39.5분 = 7,505분
	합계 (637개) 32,516.2분	합계 (622개) 30,311분
	32,530분/637개=51.07분	30,840분/622개 = 49.58분
4. 성능 가동률(%) = 실제 가동률 × 속도 가동률	0.95 × 0.99 × 100% = 95.5%	0.92 × 0.98 × 100% = 90%
5. 양품률	98%	98%
6. 설비종합효율(%) = 시간 가동률 × 성능 가동률 × 양품률	0.958 × 0.955 × 0.98 × 100% = 89.7%	0.964 × 0.90 × 0.98 × 100% = 85.0%

(2) NC공작기계의 작업표준설정과 표준시간

주로 캠코더 비디오 촬영을 통해 워크샘플링(work sampling)을 겸하면서 모든 NC기계들의 가동상황과 준비작업시간, 가공시간(일종의 cycle time으로서의 cutting time), 교체작업시간 등을 관찰 분석하였다([표-4] 가공표준시간을 참조).

事例회사가 설정해서 사용중인 기존의 가공표준시간에 대한 실제 타당성을 검증하기 위해 비디오 분석을 실시하여 결과를 도출하였다. 그 결과를 종합하여 보면, 이 회사가 설정하여 사용중인 [표-4]에서의 표준시간은 모두 기계가공시간(cutting time)으로 확인되어졌으며, 그밖의 시간에 대해서는 전혀 자료 및 연구가 없었다. 또한 각종 장비에서의 가공시간이 길고, APC(Automatic Pallet Changer)가 있으면서 여러개(5~6개)의 팔레트를 운영중인 경우에는 준비작업시간과 교체작업시간의 흡수가 가능하며, 그런 경우에만 타당성을 확인할 수 있었다. 예를 들면 가장 고가장비중의 하나인 머시닝 센터 ACE-H50A에서는 주로 鑄物(SC소재) 가공물이 많았는데, 공작물당 cutting time이 센터피스 1차가공 92분, 2차가공 51분으로 모든 준비작업시간(생산품종이 거의 고정되어 있는 관계로 Offset교환 등이 거의 없어서 무시할 수 있을 정도의 시간임)과 교체작업시간([표-5] 참조)을 흡수하고 남은 정도(따라서 작업자는 多能工으로 여러대의 MC를 작동하도록 하는 職務設計가 실시되어야함) 임을 확인하고, 그 가공시간이 바로 현재 사용중인 표준시간으로 사용하여도 무방함을 검증하였다.

[표-4] 가공표준시간

코드번호	도번	수량	품명	선반	M/C	소계	절단	절곡	프레스	용접	판금	소계	드릴	밀링	연마	소계	전처리	퍼터	샌딩	도장	소계	합계
3100010	1	1	베이스		32.8	32.8						.0			7.0	7.0	5.0			5.0	10.0	49.8
3100020	2	1	베이스하우징		.0							.0	4.0			4.0					.0	4.0
3100030	3	1	하우징취부판A		.0	.2	.4	.2				.8	2.0		.5	2.5	1.			3	4.	7.3
3100040	4	1	하우징취부판B		.0	.2	.4	.5				1.1	2.		.5	2.5	1.			3	4.	7.6
3100060	6	1	벤드		.0	.2		.3				.5	2.		.5	2.5					.0	3.0
3100070	7	1	벤드취부판		.0	.2	.6	.2				1.0	2.5		.5	3.0	1.			3	4.0	8.0
3100430	13	1	벤드취부걸이		.0	.2		.3				.5			.5	.5					.0	1.0
3101020	102	1	트렌스취부판		.0	.7	.6					1.3	3.0		1.3	4.3	2.			4	6.0	11.6
3101030	103	1	콘넥터취부판		.0	.7	.6	1.6				2.9	2.0		1.0	3.0					.0	5.9
3101090	109	1	보호커버		.0	.7	.1					1.7	2.0		1.0	3.0	1.			2	3.0	7.7
3101110	111	1	콘덴서벤드		.0	.4	.7	.4	1.0			2.5			1.0	1.0	1.			3	4.0	7.5
3101170	117	1	배선보호판A		.0							.0	1.0			1.0					.0	1.0
3101180	118	1	배선보호판B		.0							.0	1.0			1.0					.0	1.0
3110030	1003	1	모터취부판		.0	.7		1.0				1.7			1.0	1.0	2.			3	5.0	7.7
3110079	1007	1	접수엘보		.0				2.0			2.0				.0					.0	2.0
3110081	1008	1	멤호스닛플B		.0							.0				.0					.0	.0
3110090	1009	2	캡너트		.0							.0				.0					.0	.0
3110109	1010	1	접수엘보		.0				2.0			2.0	1.2			1.2					.0	3.2
3110111	1011	1	멤호스닛플B	1.2	1.2							.0				.0					.0	1.2
3110130	1013	1	캡너트		.0							.0				.0					.0	.0
3111039	1103	1	오일탱크커버	3.1	3.1				2.5			2.5	4.0			4.0					.0	9.6
1105101	1104	3	멤바브		.0							.0				.0					.0	.0
3111069	1106	1	필터보디	1.5	1.5				4.0			4.0				.0					.0	5.5
3111071	1107	1	튜브		.0							.0				.0					.0	.0
3111081	1108	1	플랜지		.0							.0				.0					.0	.0
3111091	1109	1	캡너트		.0							.0				.0					.0	.0
3111100	1110	1	필터캡	1.7	1.7							.0				.0					.0	1.7
3111110	1111	1	필터		.0			1.0				1.0				.0					.0	1.0
3111120	1112	1	유니온콘넥터	2.	.0							.0				.0					.0	2.0
3111130	1113	1	필터조인트나사	1.5	1.5							.0	1.5			1.5					.0	3.0
3111140	1114	1	취부너트		.0							.0				.0					.0	.0
3111150	1115	1	캡너트		.0							.0				.0					.0	.0
3111169	1116	1	유니온엘보		.0				1.5			1.5	1.0			1.0					.0	2.5
1105230	1117	3	나일론슬라이브		.0							.0				.0					.0	.0
3111210	1121	1	오일탱크벤드		.0	.3	.8	1.0	1.5	1.7		5.3			1.2	1.2	1.0			3.0	4.0	10.5
3112010	1201	1	벨브보디NO.1		.0							.0				.0					.0	.0
3112020	1202	6	벨브가이드A		.0							.0				.0					.0	.0
3112031	1203	6	벨브가이드B		.0							.0				.0					.0	.0
3112041	1204	6	컬러		.0							.0				.0					.0	.0
3112050	1205	3	벨브샤프트A	6.2	6.2							.0	3.0	4.5		7.5					.0	13.7
3112061	1206	6	벨브시트	3.0	3.0							.0				.0					.0	3.0
3112070	1207	6	벨브와셔		.0	1.5		1.0		1.0		3.5			3.0	3.0					.0	6.5
3112080	1208	6	와셔		.0	1.5		1.0		1.0		3.5			3.0	3.0					.0	6.5
3112100	1210	6	보빈커버		.0							.0			3.0	3.0					.0	3.0
3112150	1215	6	취부너트		.0							.0				.0					.0	.0

[표-5] ACE-H50A의 교체작업시간예

측정일자: 1993년 7월 22일		공작물名: 테이블 후레임	
공작기계名: ACE-H50A		작업개시시간: 11시 37분	
	작업 내용	측정 시간	비고
SIDE 1	해체 작업	21.05초	
	새 공작물 운반	19.46초	
	새 공작물 설치	40.14초	T1: 1분 20.65초
SIDE 2	해체 작업	20.41초	
	새 공작물 운반	19.00초	
	새 공작물 설치	43.78초	T2: 1분 23.29초
SIDE 1 + SIDE 2의 총 교체작업시간 2분 43.84초			

이와 같은 방식으로 나머지 Horizontal MC에 대해 분석해본 결과 마찬가지로 결론에 도달하였지만, 가공시간이 매우 짧은 Vertical MC(ACE-V30, ACE-V35)와 CNC선반 등은 준비작업시간과 교체작업시간에 따라 표준시간 설정에 크게 영향을 주고 있음이 조사되었다. 과거의 시간측정방법에 따른 표준시간에다가 적당한 여유율을 부여하는 방식을 이와 같은 NC공작기계에 대해서 그대로는 적용할 수 없었다. 특히 위의 NC工作機械들에 대한 가공준비작업의 事例分析을 행한 결과 작업표준이 제대로 설정되어 있지 않은 관계로 준비작업이 시행착오로 진행되어 상당한 시간손실이 많이 관찰되었다.

따라서 생산관리 담당자와의 협의를 거쳐 NC가공부문에 대해 작업표준의 설정을 유도하여 대부분의 MC를 대상으로 작업표준서를 작성하도록 하였다. 대표적인 작업표준서의 예는 다음과 같다([그림-3] 작업표준서의 예를 참조).

(3) ACE-V30과 V35에 대한 준비작업의 측정분석

이상과 같은 관찰분석결과와 회사측의 요청으로 後半期 6개월동안 Vertical MC의 준비작업과정을 분석하였다. NC工作機械들에 대한 가공준비작업의 事例分析을 행한 과거의 결과를 보면, 작업표준이 제대로 설정되어 있지 않은 관계로 준비작업이 시행착오로 진행되어 상당한 시간손실이 많이 관찰되었다 이에 그동안 각각 정리보관중이던 공구, 지그 또는 Offset, 및 NC 프로그램 등의 관리기록철을 이용하여 점차적으로 NC 담당자가 새롭게 구성된 작업표준서를 작성하도록 한 후, 새로운 작업표준서를 현장 작업자에게 제공하였을 경우 작업과정의 변화를 측정(事前/事後分析)하는 자료를 수집하였다. 그것을 종합한 것이 [표-6]이다.

이 자료들의 결과중 백 프레임 A에 대한 데이터를 분석하여 표준적인 작업방법과 표준시간의 설정을 위한 妥當性 검토와 檢證을 실시하였다. 백 프레임 A의 시간분석에 대한 데이터는 [표-7-1], [표-7-2], [표-7-3]에, 준비시간을 구하는 방법은 [표-8]에 주어져 있다. 또 측정상의 특징은 [표-9]에 주어져 있다.

작업표준서 (AV30)

결	담	과	장	차	장	어	사	상	무

1993.10.21.

기	종	작	업	명	작	업	부	서	포	공	시	간	작	업	표	준	번	호	프	로	그	램	번	호	도	번	
MC-80		백	실	린	더	보	디	CNC	만	7	분				3501, 3502			3501									

번호	작업내용	TOOL	그림
1	포시부분에 30mm핀을 꽂는다.	1.5mm 선타드핀	
2	M12 유두렌서볼트도 잠금 조인다.	2.19.5mm 드릴	
3	지그를 핀에 밀착시켜 올려 놓는다.	3.20mm 리이어	
4	M12 유두렌서볼트도 지그를 고정시킨다.	4.8.2mm 드릴	
5	계통을 지그에 잠금 고정시킨다.	5.12.5mm 사파드핀	
6	기준공구를 계통바닥에 댄다.	3.PTL# 탭	
7	OFF SET 화면을 찾아 Z축 지수를 읽는다.		
8	Z축 지수를 입력시킨다.		
9	나머지 공구도 6면에서 8번까지 반복한다.		
10	NOX 좌표계 054를 01번에 입력시킨다.		
11	NOX 좌표계 056를 02번에 입력시킨다. (01-054, 02-055, 03-056....)		
12	SINGLE BLOCK에 놓고 가공한다.		
13	지수확인후 연속해서 가공한다.		

NOX 좌표	G54	X:370.09	Y:256.76	G55	X:369.73	Y:239.45
	G56	X:	Y:	G57	X:	Y:

주의사항 : 1. PTL# 탭은 사출만에서 가공할때 길이 때문에)
2. 054는 1공정 055는 2공정

작성자: CC 신 중우

[그림-3] 작업표준서의 예(백 프레임 A)

[표-6] 綜合表

가	공	물	명	촬영	일자	Tape	번호	준비	시간	가공	시간	비	고	
백	프레임	A	(MC809用)	1	1993/11/24	# 10	67분	59초	11분	제 1회 촬영시 작업자	와 제 2와 3회의 작업자가 다름.			
				2	1994/01/13	# 16-1	52분	06초						
				3	1994/03/05	# 17	39분	45초						
백	프레임	B	(MC809用)	1	1994/01/18	# 16-2	50분	26초	8분					
				2	1994/03/10	# 18	34분	10초						
				3	1994/05/03	# 19	52분	43초						
백	프레임	B - 서포트	(MC809用)	1	1993/12/21	# 09	50분	26초	4분	공구교환작업도	작업표준서에서	명시를 요망		
				2	1994/02/05	# 13	67분	28초						
				3	1994/05/06	# 20	52분	24초						
백	실린더	보	(MC809用)	1	1994/03/02	# 15	26분	36초	6분	제 3회 촬영시 기계	고장이 있었음			
				2	1994/04/26	# 14	54분	47초						
				3	1994/05/21	# 22	22분	21초						
홀	더	암	(TU809用)	1	1993/12/29	# 11	48분	57초	4.6분					
				2	1994/ / /	#								
유	니트	보	서	포트	A	(SC94用)	1	1994/02/19	# 17-1	33분	57초	7분		
							2	/ / /	#					
							3	/ / /	#					
슬	라이드	바	홀	더	(MC809用)		1	1993/12/24	# 12-1	30분	59초	25분		
							2	/ / /	#					
홀	더	고	정	판	(TU809用)		1	1994/01/07	# 12-2	70분	48초	7.6분		
							2	/ / /	#					
암	서	포트	A, B	(MC809用)			1	1993/11/24	# 10	67분	59초	A5분, B2.5분		
							2	/ / /	#					

[표 7-1] 백프레임 A 준비작업에 대한 시간 분석: 1회 측정(A작업자)

1회	작업 내용	측정 시간	비고
작업대 해체 및	1. 이전 舊 작업대 청소	43 초	
	2. 새 작업대를 운반구에 실어 가지고 옴	38 초	
	3. 舊작업대 운반구로 옮김	20 초	
	4. 지그청소+작업대 고정구 해체+청소	1 분 50 초	
	5. 새 고정구 설치	30 초	
	6. 새 작업대 청소	40 초	
	7. 지그에 새 작업대 부착	41 초	
	8. 작업대 고정나사를 찾음	1 분 19 초	
	9. 찾은 작업대 고정나사를 설치	43 초	
	10. 청소	44 초	
설치 작업	11. 후면 작업대로 회전이동(기계에 의한)	15 초	
	12. 舊 작업대 청소	31 초	
	13. 舊 작업대 해체 + 청소	1 분 18 초	
	14. 지그로부터 舊 작업대 분리후 청소	16 초	
	15. 지그에서 작업대 고정구 해체	1 분 00 초	
	16. 작업대 고정구 해체후 지그 청소	1 분 01 초	
	17. 새 고정구 설치	58 초	
	18. 지그에 새 작업대 옮긴후 청소	42 초	
	19. 새 작업대설치+청소+고정나사로 작업대 부착	1 분 40 초	
20. 舊 작업대 2개를 실은 운반구를 제자리로 옮김	2 분 38 초		
공구 교체 작업	21. 이미 사용된 공구를 공구매거진에서 해체	1 분 22 초	공구 갯수 8
	22. 공구매거진 작동 검사	2 분 03 초	
	23. 공구지지대에서 공구분해	7 분 24 초	
	24. * 공작물 설치	58 초	
	25. 작업에 맞는 공구를 공구박스에서 선택 + 지지대에 새로운 공구부착	10 분 34 초	
	26. 마모된 공구의 미세 연마작업	3 분 44 초	
	27. 공구매거진에 새 공구부착	5 분 58 초	
프로그램 수정 작업	28. NC program 확인 및 교정	2 분 02 초	
	29. 기계에 의해 작업대 앞뒤 회전교환 + 장감등 기초 작업 준비	1 분 20 초	
	30. 후면작업대에서 공구의 절삭깊이, 윤활유의 양과 방향을 조종하면서 NC program교정	14 분 5 초	
총 SETUP TIME		1시간 7분 59초	

[표 7-2] 백프레임 A 준비작업에 대한 시간 분석: 2회 측정(B작업자)

2회	작업내용	측정시간	비고
구 작 업 대	1. 지그에 ㉠새 작업대 고정	37 초	
	2. 기계문을 닫고 프로그램을 살펴봄	18 초	
	3. 작업대를 살펴본 다음, 후면의 舊작업대로 이동	15 초	
	4. 舊 작업대 청소후 舊 공작물 해체	38 초	
	5. 앞줄의 1차 가공물을 뒷줄 작업대에 부착	1 분 03 초	
	6. 지그 청소후, 2개의 고정핀 부착과 고정	1 분 05 초	
교 체	7. 지그를 걸레로 청소	7 초	
	8. 지그에 작업대를 올려서 위치를 잡음	25 초	
	9. 고정나사 구멍 청소후, 고정나사로 작업대 고정	1 분 14 초	
	10. 정면에서 후면을 보며 프로그램 조정	31 초	
공 구 교 체	11. 측면에서 공구 1개를 꺼냄	15 초	
	12. 공구매거진 점검 및 공구에 긴 찌꺼기 제거	42 초	
	13. 공구매거진에서 공구를 빼냄	29 초	
	14. 공구에 부착된 공구를 빼내고 교환작업 (도면을 보면서)	3 분 21 초	
	15. 공구 1개를 공구매거진에 부착	10 초	
	16. 공구를 공구보관통에서 찾아서 연마작업	2 분 33 초	
	17. 공구에 공구를 고정시킨후 공구매거진에 부착	27 초	
	18. 공구의 치수를 재어봄		
	19. 공구의 연마작업	39 초	
	20. 공구매거진에 공구를 끼움	2 분 08 초	
	21. 작업에 맞는 공구를 찾으러 돌아다님	41 초	
	22. 찾은 공구의 연마작업	1 분 42 초	
	23. 공구매거진에 공구를 끼움	36 초	
	24. 작업에 맞는 공구를 찾는 시간	18 초	
	25. 공구를 끼운후 공구매거진에 부착	1 분 17 초	
	26. 작업에 맞는 공구를 찾아서 음	18 초	
	27. 공구매거진에 공구 부착	45 초	
	28. 작업에 필요한 공구에 끼울 공구를 찾음	28 초	
	29. 공구에 공구장착후, 공구를 공구매거진에 부착	2 분 44 초	
	30. 다른 공구를 공구매거진에 부착	37 초	
	31. 책상위를 정리	34 초	
프 로 그 램	32. 정면에서 프로그램 세팅	2 분 14 초	
	33. 작업대 위에 공작물 설치	23 초	
	34. 고정공구(스패너)을 찾음	12 초	
	35. 공작물을 고정시킴	1 분 50 초	
	36. 작업대 회전이동	37 초	
	37. 공작물을 ㉠작업대에 올려서(2개) 설치와 고정	1 분 40 초	
수 정	38. 숙련자가 와서 가공품을 보고 가공방법을 검토함	47 초	
	39. 정면에서 프로그램 조정	29 초	
	40. 정면에서 기계작동상태를 살펴봄	26 초	
	41. 옆면에서 각 공구마다의 Z축 길이 입력 윤활유 분사각도를 조정하면서 가공시작	16 분 51 초	
총 SETUP TIME :		52 분 06 초	

[표 7-3] 백프레임 A 준비작업에 대한 시간 분석: 3회 측정(B작업자)

3회	작업내용	측정시간	비고	
구 작 업 대 교 체	1. 舊 작업대 (백실린더 보디) 청소	9 초		
	2. 이전 가공물인 ㉠백실린더보디 가공물 해체	16 초		
	3. 舊 작업대 청소	21 초		
	4. 작업대를 지그에서 해체	18 초		
	5. 작업대 청소	6 초		
	6. 작업대 분리 및 지그 청소	14 초		
새 작 업 대 설 치 와 공 구 교 체	7. 고정핀 해체(3개)	24 초		
	8. 새로운 곳에 고정핀 고정	33 초		
	9. 작업대를 지그에 올려놓음(위치를 맞추어)	31 초		
	10. 고정나사의 구멍을 청소	11 초		
	11. 고정나사를 찾아 조여서 작업대 고정	1분 11 초		
	12. 가공물을 올려서(2개) 고정	1분 03 초		
	13. 후면의 舊 작업대로 이동 및 청소	15 초		
	14. ㉠가공물을 2차 가공위해 작업대에 고정	45 초		
	15. 후면의 새 작업대로 이동	10 초		
	16. 정면에서 프로그램 세팅	45 초		
	17. 정면에서 후면(舊작업대)을 보며 프로그램 세팅	39 초		
	18. 측면에서 공구 하나를 꺼내어 새로 교환	42 초		
	19. 교환 공구의 Z축 길이 입력	16 초		
	20. 정면에서 후면작업대를 보며 프로그램 세팅	26 초		
	21. 후면 작업대(舊작업대)로 회전이동	10 초		
	22. 가공여부를 살펴본 후 새 작업대로 회전	13 초		
	23. 정면에서 프로그램 세팅	18 초		
	24. 측면에서 뒤의 舊 작업대의 Z축 길이 교정 및 프로그램 교정(중간에 1개의 공구를 꺼냄)	5분 28 초		
	25. 정면에서 후면을 보며 프로그램 교정 -앞작업대는 새로운 작업대	1분 04 초		
	26. 측면에서 공구 매거진을 살펴봄	10 초		
	27. 정면에서 후면을 보며 프로그램 교정	43 초		
	28. 측면에서 프로그램 교정	38 초		
	29. 정면에서 프로그램 작동을 살펴봄	28 초		
	프 그 램 수 정	30. 후면의 舊 작업대로 회전 이동	11 초	
		31. 舊 작업대에서 공작물(백 실린더 보디 2차가공 완제품) 해체 + 청소	15 초	
		32. 지그에서 작업대 해체 + 작업대 청소	48 초	
		33. 지그 청소후 고정핀을 분리해 새 위치에 고정	1분 09 초	
		34. 지그와 구멍을 청소한 다음, 새 작업대를 장착	27 초	
		35. 고정나사 구멍 청소후, 작업대에 나사고정	52 초	
36. 가공물을 작업대에 2개 고정		57 초		
37. 작업표준서를 보면서 공구매거진 공구교환		1분 29 초		
38. 정면에서(작업표준서를 보며) 프로그램 세팅		4분 22 초		
39. 정면에서 후면을 보며 프로그램 세팅		2분 49 초		
40. 공구매거진을 점검		26 초		
41. 측면에서 각 공구마다의 Z축 길이 입력 윤활유 분사각도 조절 및 가공시작		7분 47 초		
총 SETUP TIME :		39분 45초		

[표-8] 측정 데이터의 작업별 비교

작업 내용	1회 측정 시간	2회 측정 시간	3회 측정 시간
① 舊작업대 작업내용	1+12+13+14 2분 48초	4+5+6+13 2분 12초	1+2+3+4+5+6+14+15+16+17+32+33+34 3분 48초
작업대 고정시간			
1 -1차가공	3+4+...+10+11 6분 43초 ②고정나사를 찾는 작업 포함됨(1분19초)	1+2+3 1분 10초 **고정하기전의 작업대 해체 와 청소작업이 촬영 안됨	7+8+...+12 2분 50초
-2차가공	15+16+...+19 5분 21초	7+8+9+10+11+12 3분 21초	35+36+...+39+40 2분 28초
2 공작물 설치 시간	A(24) 58초 *한작업대의 공작물만 설치	A(37+38+39+40)+A'(41) 4분 42초 ③공작물고정공구(스패너)를 찾는 시간이 포함됨(12초)	A(13)+A'(41) 2분 00초
3 공구교환 작업	21+22+23+25+26+27 31분 05초 ⑥작업에 맞는 공구를 찾아 (마모된 공구는 연마작업 후)공구지지대에 물린후 공구매거진에 부착	14+15+...+33+34 19분 20초 ⑥도면을 보면서 작업에 맞 는 공구를 차례로 찾아(마 모된 공구는 연마작업후) 공구지지대에 물린후 공구 매거진에 순서대로 부착	28+45+48 2분 05초 ※공구는 미리 준비됨
4 프로그램 셋팅 작업	28+29+30 17분 27초	36+43+44+45 20분 00초	18+19+...+26+27+29+30 +31+43+44+46 26분 48초
5 기 타	⑦2+22 3분 21초 작업대를 운반구로 이동 하는 시간	⑦35(책상위를 정리) 34초 ⑧42(숙련자에게 가공방법에 대한 교육을 받음) 47초	
총작업시간	1시간 07분 59초	52분 06초	39분 45초
순셋업시간	1시간 07분 59초 - 7분 28초 (①+②+③)	52분 06초 - 3분 45초(①+③+④)	39분 45초 - 3분 48초
	1시간 00분 31초	48분 21초	35분 57초

[표-9] 백프레임 A의 작업측정시 특징

	특 징
제 1 회 측정	제 2 작업대에는 가공물을 설치하지 않음. 공구교환작업에 많은 시간이 걸림. 도면을 보면서 작업을 하고 있으나, 작업표준서는 참조하지 않음.
제 2 회 측정	제 1과 2의 舊작업대에서의 해체장면이 촬영이 안됨. 공구교환작업에 시간이 걸림. 작업표준서를 보고 작업을 함.
제 3 회 측정	새 작업의 셋팅을 하면서 전체작업에서의 나머지 가공을 하는 완벽한 데이터. 공구교환작업이 아주 간단(미리 준비된 공구의 설치)하다. 프로그램 입력작업에 시간이 많이 걸림(작업 도중에 공구 하나를 새로 교환하면서 이에 따른 프로그램 추가조정시간이 걸린 것 같음) 작업표준서를 참조하면서 작업을 행함.

3. 分析結果

本研究의 現狀分析過程과 그것의 結果를 要約하면 다음과 같다:

- ① 事例工場의 NC기계 가공공정에 대해 작업흐름분석을 실시하여 조립공정도와 가공공정분석도를 작성하고, NC기계 특히 高價장비인 머시닝센터의 設備生産性を 측정하기 위해 설비종합 효율의 체계를 확립시켰다.
- ② NC공작기계의 작업표준과 표준시간의 설정을 유도하여 현장작업자 자신이 스스로 작업표준서를 設計 構成하도록 하였으며, 대부분의 작업에서 작업표준서만 보면 모든 작업준비와 가공을 할 수 있도록 연구가 진행되었다.
- ③ 前단계의 수행과정중에 事例공장에서 기존의 사용중인 가공표준시간이 모두 cutting time으로 엄밀한 의미의 표준시간으로 사용하는 데에는 문제가 있을 수 있음이 조사되었다. NC기계가 여러개의 팔렛들을 보유한 APC가 있으면서 가공시간(cutting time)이 긴 경우(ACE-H50A, ACE-H50B, HC-500 등의 머시닝 센터)는 준비작업시간과 교체작업시간을 흡수할 수 있어서 전혀 문제가 발생하지 않았으나, 그 밖의 기계들은 표준시간의 상당부분을 이들 시간이 차지하고 있어서 이에 대한 後續分析으로 준비작업시간에 관한 연구가 필요하게 되었다.

끝으로 稼働率이 많이 떨어지는 Vertical MC(ACE-V30과 ACE-V35)에 대해 가장 문제가 되고 있는 준비작업시간을 측정 분석하였다. 이 머시닝 센터에서 작업조건 변화, 즉 작업표준과 표준시간의 설정하기 전(事前)과 후(事後)의 生産성에 어떠한 변화가 있는가에 대해서는 상당량의 비디오 촬영을 통해 많은 事例分析을 실시하여 연구하였다. 준비작업시간의 분석결과는 다음과 같다:

- ① 준비작업은 작업자의 熟練度에 대단히 영향을 받고 있음이 조사되었다. 原點조정, NC 프로그램의 作成과 修正 등에 熟練과 교육훈련이 필요하다.
- ② 17가지 케이스의 분석을 통해 준비작업의 근간을 이루는 요소작업들을 측정하여 분석하여본 결과 대체로 같은 時間分布를 이루고 있음을 알 수 있었다.
- ③ 백 프레임 A의 경우를 대표적인 예로 들면, 진행된 공구교체와 프로그램 교정작업시간이 각각 49분 30초(1회측정시 도면등 參照), 25분 29초, 21분 32초(2회와 3회 측정시 모두 작업표준서 참조하여 실시)로 비교측정되어졌다. 작업표준서의 參照有無에 대한 그밖의 比較分析을 행해본 결과 作業標準의 設定有無가 준비작업시간에 지대한 영향을 주고 있음이 판명되었다.
- ④ 작업표준서를 참조하여 준비작업을 진행하는 경우에도 하나의 요소작업으로 되어있는 공구교환작업은 그 작업내용에 대해 標準化가 필요하다. 많은 케이스에서 이에 따른 시간이 상당히 고르지 못하는데, 작업표준서에 공구교환방법의 표준을 明示하도록 작업표준서가 設計되어져야 한다.

- ⑤ 준비작업이 좀더 標準化되기 위해서는 공구관리, 지그를 비롯한 고정구의 保管 및 整理정돈이 先行되어야 한다. 또한 실제 측정관찰중에 기계의 고장이 여러번 일어나 그것으로 인해 상당한 지체를 야기시키고 있으므로 기계관리와 기계고장에 대비하기 위한 豫防保全(Preventive Maintenance)시스템을 구축하여 운영하여야 할 것이다.
- ⑥ 준비작업시간에 대해 統計處理를 하여 보면, 평균이 48분 28초, 표준편차가 15분 9초로 信賴區間은 有意水準 5%에서 [40분 40초, 56분 15초]이다. 따라서 준비작업시간은 대략적으로 50분 前後로 수행되어지므로 이 시간에 여유율을 고려한 표준시간의 算定에 고려되어야 한다.
- ⑦ 가공시간과 작업준비시간사이에는 높은 相關關係가 없는 것으로 조사되었다.
- ⑧ 준비작업시간의 단축을 위해서는 "2-1 이론적 배경"에서도 언급되었던 다음과 같은 對策을 세울 것을 제안한다:
 - i) 内部준비의 철저 - 불가피하게 기계를 정지시켜야 되는 준비작업은 분리해서 집중적으로 대비한다.
 - ii) 外部준비의 병행 - 지그나 치공구는 미리 준비하고 교환된 지그와 치공구는 기계가동중에 정리한다. 이밖에 가장 합리적인 방법을 개발(개발)하여 표준화하고 이를 작업자에게 반복 훈련시켜 준비시간을 단축한다.
- ⑨ JIT생산방식처럼 작업자는 몇개의 상이한 기계를 운전할 능력과 이들 기계의 정비능력 및 작업준비를 위한 지그와 치공구의 교체능력 등을 갖춘 "多能工(多技能工)"으로 養成하여야 한다. 이들에 의해 생산준비시간이 단축되는 것이 가능하며, 가용생산능력을 증가시키고 일정계획의 변화에 대처할 유연성을 증가시키는 한편 在庫를 줄일 수 있게 된다[1].
- ⑩ 기계부근에 지그와 치공구를 저장할 장치시설을 두게 하고, 이들을 쉽게 이동하고 설치할 지침을 설정하는 동시에 "Group Technology"를 적용하여 비슷한 품목군을 차례로 가공하도록 한다[1,2].
- ⑪ 관찰분석중 작업자가 그 지그에 알맞은 고정편이나 고정나사를 찾기 위해 불필요하게 시간을 허비하는 예가 거의 매번 일어나고 있다. 이런 고정편이나 고정나사를 규격별로 보관할 수 있는 장치시설의 준비와 수시로 매일 그것의 마모정도를 점검할 필요가 있다.

4. 結 論

본 연구는 工作機械들과 높은 투자를 필요로 하는 NC기계와 머시닝 센터등으로 이루어진 機械工作 공정에서의 作業標準과 標準時間의 설정을 통한 生産性 向上을 목표로 하고 있다. 이 과정을 통해 汎用機械의 NC化和 NC기계들의 컴퓨터를 통한 CNC化를 좀더 추구할 수 있다. 즉 NC공정에서의 作業標準과 標準時間의 설정은 무인화공장이라는 미래형 공장의 실현을 위한 필수불가결한 基礎작업으로, 모든 NC공작기계들과 로봇을 중심으로 하는 자재취급(material handling)장치와 연구개발부문의 CAD/CAM을 모두 컴퓨터 네트워크로 통합시키려는 노력이 최근의 動向이다. 이와 같이 새로운 NC기계에서 機械工作을 하는 作業者를 대상으로 하는 作業標準과 標準時間의 설정은 生産情報를 비롯한 미래의 全工程 自動化 및 無人化인 CIM(computer integrated manufacturing)체제의 構成을 위한 基礎的인 準備段階가 될 것이다.

NC機械工作 자체의 目的인 品質, 工期, 原價의 안정을 달성하기 위해서는 어떻게 준비하고, 실천하지 않으면 안 되는가에 관한 基準이 되는 것이 "NC機械工作의 標準化"이다. NC機械工作의 標準化란 지정된 가공물에 대하여 NC機械工作에 필요한 要素動作을 분석하고, 불필요한 要素動作을 배제하며, 필요한 要素動作에 대해서는 최고로 능률적이고, 경제적으로 하기 위한 방법을 作業標準으로 정하는 것이다.

따라서 본연구는 NC機械들이 포함된 機械工作 工程에서 필요한 工作機械, 工具, 機械工作조건的 標準化, 즉 作業標準을 설정하며, 이 결과로서 標準(機械工作)時間(standard machine time)을 결정하고자 하는 것이다.

本研究의 분석과정과 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 事例공장의 NC기계 가공공정에 대해 작업 흐름분석을 실시하여 조립공정도와 가공공정분석도를 작성하고, NC기계 특히 高價장비인 머시닝센터 등의 設備生産性を 측정하기 위해 설비종합효율의 체계를 확립시켰다. 둘째, NC공작기계의 작업표준과

표준시간의 설정을 유도하여 현장작업자 자신이 스스로 작업표준서를 설계 구성하도록 하였으며, 대부분의 작업에서 작업표준서만 보면 작업준비와 가공을 할 수 있도록 연구가 진행되었다. 셋째, 前단계의 수행과정중에 事例공장에서 기존의 사용중인 가공표준시간이 모두 cutting time으로 엄밀한 의미의 표준시간으로 사용하는데에는 문제가 있을 수 있음이 조사되었다. NC기계가 다량의 팔릿을 보유한 APC를 장착하고 있으면서 cutting time이 긴 경우(ACE-H50A, ACE-H50B, HC-500등의 머시닝 센타)는 준비작업시간과 교체작업시간을 흡수할 수 있어서 전혀 문제가 발생하지 않았으나, 그 밖의 기계들은 표준시간의 상당부분을 이들 시간이 차지하고 있어서 이에 대한 後續分析이 필요하게 되었다.

끝으로 稼動率이 많이 떨어지는 Vertical MC(ACE-V30과 ACE-V35)에 대해 가장 문제가 되고 있는 준비작업시간을 측정 분석하였다. 이 머시닝 센타에서 작업조건의 변화 즉 작업표준과 표준시간의 설정하기 전(事前)과 후(事後)의 生産性에 어떠한 변화가 있는가에 대해서는 상당량의 비디오 촬영을 통해 많은 事例分析을 실시하여 연구하였다. 이와 같은 조사결과에 따른 NC工作機械에 대한 준비작업시간의 단축방법은 단지 하나의 要因으로 작업표준과 표준시간의 설정을 이용한 것이었다. 그러나 가공시간과 준비작업시간, 그리고 교체작업시간의 단축을 위해서는 다음과 같은 보다 많은 研究課題들이 남아 있다.

- ① 가공물의 材質과 價値工學(VE)측면의 설계에 대한 최적성에 관한 연구
- ② 가공에 필요한 지그 또는 Offset의 최적 構成(configuration)에 관한 설계
- ③ 공구마모와 파손방지를 위한 예방보전과 品質문제
- ④ ATC상의 공구 構成과 치공구 배치 및 보관방법
- ⑤ 作業空間(作業域) 및 기계의 배치
- ⑥ 작업자/기계(man-machine)의 최적할당문제
- ⑦ 高價장비인 NC工作機械의 경제성(채산성) 및 투자타당성
- ⑧ 전반적인 品質管理방법
- ⑨ 작업표준과 표준시간 등에 관한 교육훈련
- ⑩ NC프로그램 작성방법의 교육

이상과 같은 개별적인 문제들은 NC工作機械의 작업표준과 표준시간의 설정과 직접 간접적으로 관련을 맺고 있는 중요한 것들이다. 이에 대한 追後研究가 뒤따라야 할 것이다.

參 考 文 獻

1. 강금식, 생산운영관리(제 2판), 박영사, 1993.
2. 광수일, 현대 생산관리, 박영사, 1990.
3. 김명복, 표준작업시간설정에 관한 연구, 한남대 지역개발대학원 산업경영학과, 생산관리전공 학위논문, 1984.
4. 김우철, 표준작업의 설정 및 생산성에 관한 연구, 연세대 경영대학원 석사논문, 1988.
5. 류상열, 표준작업시간설정에 관한 연구, 고려대학교 경영학과 석사논문, 1969.
6. 박대봉, 標準時間설정에 관한 실증적 연구 --H중공업을 중심으로, 경남대학교 경영대학원 석사논문, 1987.
7. 박윤식, 작업시간을 중심으로 한 철강재 생산공장의 최적생산계획에 관한 연구, 연세대학교 석사논문, 1975.
8. 심희찬, 標準時間에 의한 생산성 제고방안에 관한 연구 --C악기회사를 중심으로, 한양대 산업대학원, 산업공학전공 석사논문, 1991.
9. 유재권(지도역), 현장작업개선의 사례 I & II, 중소기업 현장기술, 중소기업진흥공단, 1991.
10. 유재권, 현장작업개선의 사례 IV, 중소기업 현장기술, 중소기업진흥공단, 1994.
11. 윤중학, NC공작기계, 서울산업대학, 1987.
12. 이근희, 작업관리의 이론과 실제, 창지사, 1982.
13. 이봉진, 김장형, FLEXIBLE 생산시스템공학, (주)기술정보, 1985.
14. 이순요, 작업관리, 박영사, 1975.
15. 이영해, FMS/MC 活用技術, 도서출판 기술, 1991.

16. 이용성, 정인명, 기계가공시간계산법, 한국이공학사, 1975.
17. 이현주, 標準時間 측정방법에 관한 연구 --수정MODAPTS, 경성대 산업대학원, 산업공학과 석사논문, 1990.
18. 한국공업표준협회譯, 標準時間/작업관리기술, Technical Manual #4.
19. 한국능률협회, 표준결정방법/IE활동전개, IE입문코스 #4.
20. 한국생산성본부, 표준설정과 작업개선, 생산합리화 실천과정 제1 코스, Vol. 3, 1991.
21. 稻葉清右衛門, やさしい NC讀本(4改訂版), 日本能率協會, 1980.
22. 日本能率協會編, コストダウンのための改善のポイント, 日本能率協會, 1978.
23. 日本能率協會編, コストダウン 100のヒント, 日本能率協會, 1972.
24. 人見勝人, 生産システム工學, 共立出版株式會社, 1975.
25. 日科技連 IE研究會編, 総合システムのための IE, 財団法人 日本科學技術聯盟, 1967.
26. 竹山増次郎 編, インタ"トリアル エンシニアリンク", 日刊工業新聞社, 1969.
27. 池永謙一, 現場の IE手法, 日科技連, 1981.
28. 磯山哲男, 生産工程のシステム化 入門, 海文堂, 1986.
29. Robert N. Lehrer(長尾光雄, 藤本和郎 共譯), 作業簡素化, (株)技報堂, 1962.
30. Barnes, Ralph M. , *Motion and Time Study: Design and Measurement of Work* (7th Edition), John Wiley & Sons, Inc., 1980.
31. Browne, J., Harhen, J. and J. Shivnan, *Production Management Systems : A CIM Perspective*, Addison-Wesley Publishing Co., 1988.
32. Luggen, W. W., *Flexible Manufacturing Cells and Systems*, Prentice-Hall, Inc., 1991.
33. Mitchell, F. H. Jr., *CIM Systems : An Introduction to Computer Integrated Manufacturing*, Prentice-Hall Inc., 1991.
34. Monks, J. G., *Operations Management: Theory and Problems*(2nd Ed.), McGraw-Hill Book Co., 1982.
35. Mundel, Marvin E. , *Motion and Time Study: Improving Productivity*(5th Edition), Prentice Hall, Inc., 1978.
36. Niebel, Benjamin W. , *Motion and Time Study*(6th Edition), Richard D. Irwin, Inc., 1976.
37. Pressman, Roger S. and John E. Williams, *Numerical Control & Computer Aided Manufacturing*, John Wiley & Sons, Inc., 1977.
38. Puztai, Joseph and Michael Sava, *Computer Numerical Control*, Reston Publishing Co., 1983.