

# 수정 BOM을 이용한 조립제품의 표준시간 산출

엄광용\* · 이문규\*\*

## Determining Standard Times of Assembly Products using A Modified BOM

Kwang-Yong Um · Moon-Kyu Lee

〈Abstract〉

This paper suggests a computer software system which generates standard times for assembly products. The system called "computer aided logical system for standard times(CALS4ST)" incorporates a modified bill of materials, BOM4ST(BOM for standard time) to deal with auxiliary operations which are not directly related to parts and assemblies listed in the standard BOM. Typical examples of the operations include inspection, adjustment, and repairing works to be done before or after assembly operations. Once standard time data bases for both the part assembly operations and the auxiliary operations are set up, the system relates the BOM4ST to the standard time data bases so as to calculate the standard time for a assembly part concerned. According to the structure of parts and auxiliary operations in the BOM4ST, their standard times stored in the data bases are to be sequentially added up considering the specified assembly-operation characteristics. To illustrate the feasibility of the system, the case study of L company is provided.

### 1. 서 론

생산성향상을 위하여 가장 먼저 선행되어야 할 활동은 각종 원자재 및 부품의 표준화와 함께 이를 조립하여 최종제품을 만드는 일련의 공정과 공정내 작업방법들을 표준화하는 것이다. 표준화가 이루어지고 나면 각종 생산계획이나 원가산정 및 부문별/개인별 실적평가에 필수자료로 쓰이는 공정과 제품의 표준시간을 산출하는 것이 중요한 과제가 된다.

표준시간의 개념은 테일러[3]의 "하루의 적절한 작업량(a fair day's work)"이라는 개념에 근거하여 그 산출 방법이 다양하게 개발되어 왔는데 현재에는 사용업체마다 각기 나름대로 적합하다고 여겨지는 기법들을 사용하고 있다. 기존의 표준시간 산출 방법은 시간연구법, 표준자료법, 예정시간법

(Predetermined Time Standard: PTS), 워크샘플링(Work Sampling) 등으로 대별된다. 그 중에서 PTS법은 Gilbreth가 제안한 기본동작인 서어블릭(Therblig)을 기초로 하여 Segur가 MTA(Motion-Time Analysis)를 최초로 개발한 이후 MO-DAPTS(1966년)와 MOST(1967년)에 이르기까지 다양하게 개발되어 활용되고 있다[10].

표준시간에 관한 기존의 연구는 대개 주어진 작업에 대한 표준시간 자료의 정확성과 간편성을 제고하기 위한 것[6]과 현장사례 응용연구[1,2,7,13]의 두 방향에 집중되어 있다. 예로서, PTS의 하나인 MTM만 하더라도 가장 정확하고 세밀한 분석이 가능한 MTM-1과 편리성에 중점을 둔 MTM-3 그리고 업종별로 적용이 간편하도록 구성된 MTM-V, MTM-M, MTM-B, MTM-C 등으로 발전되어 왔다[12]. 한편 현장사례에 대한

\* LG 전자(주)

\*\* 계명대학교 산업공학과

용용연구로는 모터제조[1], 자전거 부품조립[2], 자동차 조립라인의 공정편성[4] 등으로 다양하게 활용되고 있다.

한편, 컴퓨터를 이용하여 표준시간을 쉽고 정확하게 산출하기 위한 소프트웨어가 다양한 형태로 개발되어 왔다. 이러한 소프트웨어들을 크게 나누면 1)표준시간 산출은 수작업으로 하고 측정된 자료를 한꺼번에 모아서 나중에 컴퓨터 처리하는 기초적인 유형(off-line유형), 2)작업측정된 자료를 곧바로 컴퓨터에 입력하여 1)의 형태로 처리하는 다소 진보된 유형(on-line유형), 그리고 3)기존의 표준자료를 데이터베이스(data base : DB)화하고 새로운 단위작업의 요소작업들의 코드를 입력함으로써 표준시간을 자동으로 산출하는 3가지 유형으로 구분된다[11]. 현재 개발되어 활용되고 있는 대부분의 소프트웨어들은 3번째 유형에 속하고 있다. 그러나, TV나 자동차 조립과 같이 하부 부품조립과정이 방대할 경우, 중간조립품이나 최종제품의 표준시간을 미리 산출하여 여러 가지 의사결정에 활용하기 위해서는 이와 같이 기존의 단위조립을 대상으로 개발된 표준시간 산출방법을 그대로 사용하면 매우 번거롭다. 특히, 다품종 소량생산체제하에서는 제품의 설계변경이 다양하고 자주 발생되기 때문에 표준시간 산출업무는 신속성과 정확성을 동시에 요구하고 있다. 이러한 신속성과 정확성을 만족시키기 위한 하나의 대안으로서 본 연구에서는 최종제품의 부품구성을 나타내는 BOM(Bill of Materials)을 표준시간산출 업무에 적합하도록 수정 보완하여 단위 조립작업들의 표준시간자료가 저장된 데이터베이스와 결합시킨 새로운 표준시간 산출 시스템을 개발하였다. 여기서는 “조립제품을 위한 표준시간 자동 산출 시스템”으로서 개발된 CALS4ST(Computer-Aided Logical System for Standard Times)의 개념과 구조를 설명하고 이를 응용한 현장사례를 소개하고자 한다.

## 2. BOM4ST (BOM for Standard Time)

본 연구에서는 여러 부품으로 구성된 최종조립품이나 반조립품(앞으로는 최종조립품이나 반제품을 구분하지 않고 조립품으로 칭하기로 함)의 표준시간 설정을 다룬다. 각 부품의 가공 또는 조립과, 이러한 부품들의 조립전후에 발생하는 검사·조립·수리 등의 작업과 같이 개개의 특정작업에 대하여 이러한 표준시간을 설정하기 위해서는 PTS법을 비롯하여 다양하게 개발된 기존의 방법들을 그 적용환경에 따라 적절하게 선택하여 사용할 수 있다. 예로서, 적용상의 간편함과 함께 뛰어난 실용성으로 인하여 근래에 현장에서 가장 많이 사용되고

있는 방법중의 하나로 PTS의 일종인 MODAPTS를 들 수 있다[8, 9]. 그러나 조립품의 표준시간을 설정하기 위해서는 그러한 단위작업의 표준시간 설정방법을 그대로 적용하기에는 많은 어려움이 있다. 그 이유는 일반적으로 조립품들은 작업자들의 수작업과 함께 기계 가공 및 조정·검사·수리 등의 보조작업들이 여러 작업장을 거쳐서 수행되는 경우가 대부분이므로 이와 같이 다양한 유형으로 이루어진 일련의 작업들에 대하여 한꺼번에 표준시간을 설정하기가 매우 곤란하기 때문이다. 이러한 경우에는 대상 제품을 표준화된 부속 부품 및 반조립품으로 분해하여 최하위 부품부터 시작하여 최종 조립제품에 이르기까지 순차적으로 표준시간을 산출하여 합산해 가는 것이 합리적인 표준시간 설정방법이라 할 수 있다.

조립품의 표준시간은

$$\text{표준시간} = \text{최하위 부품들의 조립시간}(ST_p) + \text{반조립품의 조립시간}(ST_s) + \text{부수적인 시간}(ST_n)$$

으로 표현될 수 있다. 여기서, 최하위 부품들의 조립시간  $ST_p$ 는 각 부품들이 조립될 때 요구되는 시간이고  $ST_s$ 는 반조립품으로서 상위 반조립품에 조립될 때 소요되는 순수 조립 또는 가공 시간이다. 한편, 부수적인 시간  $ST_n$ 은 반조립품의 전후에 소요되는 조립·가공 이외에 요구되는 기타 일체의 시간을 의미한다. 각 부품이나 반조립품은 단일 작업장에서 단순하게 수작업으로 조립되거나 기계 가공되는 경우가 대부분이므로 이들에 대한 표준시간은 MODAPTS 등과 같이 일반적인 표준시간 설정방법을 사용하여 산출하면 된다. 또한 조정·검사·수리 등의 부수적인 시간 역시 하나의 표준작업으로서 표준시간 자료에 포함될 수 있다. 이렇게 표준시간자료가 완성되면 조립품의 표준시간은 조립품에 속하는 부품들과 반조립품들의 상하구조에 따라 표준시간을 합산해 가면 구할 수 있다. 이를 위해서는 조립품을 구성하는 부품 및 반조립품들의 위상학적인 구조관계가 명확하게 정립되어 있어야 한다. 부품들의 위상학적 구조는 네트워크 형태나 조직도 등으로 표현될 수 있는데 본 연구에서는 MRP(Material Requirement Planning)의 핵심으로서 활용되고 있는 일반적인 BOM을 수정한 “BOM4ST(BOM for Standard Time)”를 사용한다.

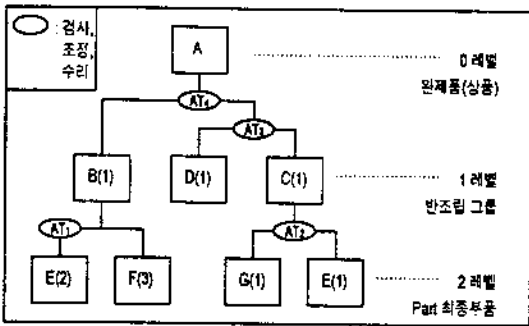
이러한 BOM4ST는 기존의 BOM을 확장하여 표준시간이 BOM으로부터 직접 산출될 수 있도록 품목별 사항으로는 설명될 수 없는 가공조건이나 유형들에 대한 정보를 추가로 갖고 있고, 부품 조립과는 직접적으로 관련이 없는 부수적인 작

업들을 다룰 수 있는 구조로 되어 있는 것이 특징이다. 품목 번호나 품목 레코드 내의 사양만으로 가공 또는 조립시간을 설정할 수 있는 경우에는 문제가 없으나 그렇지 않은 경우에는 필드를 추가하여 특이한 가공조건이나 작업유형 정보를 나타내도록 한다. 본 연구에서는 이와 같이 추가되는 레코드 필드를 "표준시간정보 필드"라 칭한다. 표준시간 산출을 위하여 일반 BOM에 표준시간 정보필드를 추가하는 것은 단순한 확장 작업만이 요구되므로 큰 어려움이 없을 것이다. 그러나 부품과 반조립품들이 서로 조립된 후 검사, 조정, 수리 등과 같은 특정의 보조작업이 수행되어야 하는 경우에는 부품과 반조립품의 상하 관계만을 나타내는 기존의 BOM 구조(5)로는 이를 표현하기가 곤란하다. 따라서 이러한 각각의 보조작업을 가상의 세부 품목으로 처리하여 BOM 구조를 수정한 것이 표준시간 산출용 BOM인 BOM4ST이다. 이 BOM4ST는 <그림 1>에 나타나 있는 것처럼 보조작업을 나타내는 가상의 품목이 AT<sub>1</sub>~AT<sub>4</sub>로 표현되어 각 보조작업이 실제로 수행되어질 위치에 따라 기존의 BOM에 추가되어 있는 구조를 취하고 있다. 한편 보조작업은 함께 조립되는 품목이나 하위 레벨의 부품

및 그 내역이 서로 달라질 수 있다. 따라서 BOM으로부터 곧바로 표준시간 산출이 가능하기 위해서는 이러한 보조작업의 다양성을 적절하게 반영할 수 있는 BOM 구조가 되어야 한다. BOM4ST는 이러한 요건을 만족시키기 위하여 부품 또는 반제품의 작업 전후에 가상의 부품을 위치시키고 있다. 이로써 임의의 반조립품의 경우, 그 하위 레벨 부품들이 조립되어진 후에 필요한 보조작업이 수행되어야 하고 또한 상위레벨의 하나의 부품으로서 조립되기 전에 그 상위레벨의 특성에 맞는 보조작업이 수행되어야 하는 일반적인 상황을 처리할 수 있는 것이다. 예를 들면 <그림 1>에는 반조립품의 경우 AT<sub>1</sub>와 AT<sub>1</sub>로서 조립 전후의 보조작업을 나타내고 있다. 최종제품 A는 부품 C와 D를 조립하고 난 다음 보조작업 AT<sub>1</sub>을 수행하고 이것에 반조립품 B를 조립시킨 후 다시 보조작업 AT<sub>1</sub>을 수행함으로써 완성된다. 한편, 반조립품 B는 부품 E를 조립한 후 보조작업 AT<sub>1</sub>을 수행하고 부품 F를 함께 조립함으로써 만들어진다. 여기서 A를 B, C, D의 모품목이라 하고, B, C, D를 A의 자품목이라 하는 것은 기존의 BOM과 같다. A의 자품목 C는 G 1단위와 E 1단위로 구성되는데 두 부품의 조립 후 보조작업 AT<sub>1</sub>가 필요하다.

<표 1>은 <그림 1>에 주어진 BOM4ST에 대한 품목표를 보여 주고 있다. 가장 우측 열에는 표준시간을 계산하기 위한 표준시간 정보필드가 있는 것을 볼 수 있고 그 중간에 AT<sub>1</sub>~AT<sub>4</sub>로 표현되어 있는 보조작업이 포함되어 있다. 또한 이 표에서 두번째 열의 레벨을 보면 실제로 부품들이 어떻게 조립되는지를 알 수가 있다. 즉 레벨2의 부품들이 모여서 레벨1을 만들고 이러한 레벨1의 작업들이 모여서 결국에는 완제품을 만들게 된다.

BOM내에 있는 모든 품목들의 내역을 설명하는 품목표에는 제품과 회사의 상황에 따라 여러 가지의 필드가 사용될 수 있다. 표 3.1의 품목표에는 여러 가지의 필드가 있는데 그 중 3



<그림 1> BOM4ST의 구조

<표 1> BOM4ST의 품목표

no	레벨	P/No	단위	수량	품명	사양	공장	일자	표준시간정보
1	1	B	EA	1.0	BBBBB	A1-1	P01	970125	
2	.2	E	EA	2.0	EEEE	P2-1	P02	960820	C L
3	.2	AT1		1.0			P02	980301	
4	.2	F	EA	3.0	FFFF	P2-2	P02	960820	F R M
5	1	D	EA	1.0	DDDD	P1-1	P01	970220	
6	1	C	EA	1.0	CCCC	A1-2	P01	970220	J
7	.2	G	EA	1.0	GGGG	P2-3	P03	960820	
8	.2	E	EA	1.0	EEEE	P2-1	P03	961223	
9	.2	AT2		1.0			P03	980301	
10	1	AT3		1.0			P01	980301	
11	1	AT4		1.0			P01	980301	

번째 부품을 설명하면 다음과 같다. 먼저 일련번호를 나타내는 번호(3)와 완제품 조립의 위치를 나타내는 레벨(2)이 있다. 다음은 부품의 이름이라 할 수 있는 부품번호(F)와 단위(EA), 부품소요량(3.0), 부품 품명(FFFFF)과 규격(P2-2), 공정(PO1), 부품 사용일자(960820)와 마지막에는 표준시간 정보필드 주어져 있다.

### 3. 표준시간 자동산출시스템

여기서는 이른바 “조립제품을 위한 표준시간 자동산출 시스템”으로서 개발된 CALS4ST의 기본개념과 계산절차 등을 설명하고자 한다.

#### 3.1 CALS4ST의 기본개념

CALS4ST의 기본개념은 BOM4ST를 구성하는 품목 각각에 기준이 되는 표준시간 원단위(표준시간 데이터베이스)를 부여하여 표준자료화 하고, 이 자료와 BOM4ST를 연결하여 제품에 대한 표준시간을 자동으로 계산하는 것이다. BOM 내의 특정 품목에 대한 표준시간은 그 품목을 완성하기 위한 세부 요소작업을 각각에 대하여 설정된 표준시간 원단위들의 합으로 정의된다. <그림 2>는 이러한 기본개념을 도식적으로 보여주고 있는데 BOM4ST와 ST원단위를 연결해 주는 주요한 매개체가 부품번호임을 알 수 있다. 즉 BOM의 부품번호를 ST원단위의 부품번호와 정합시켜서 하위 부품들의 표준시간을 산출한 후 이를 결합하여 해당 조립품의 표준시간을 산출하게 된다.

이를 위하여 먼저 BOM과 표준시간 원단위(부품별 표준시간 부여, 공정구분)로 조립 표준시간을 만들고, 다음으로, 검사, 조정, 수리 등의 표준시간을 계산하는 보정 표준시간을 산

출한 후 조립표준시간과 합산하여 최종적인 표준시간을 계산한다. 이와 같은 과정을 거쳐 계산되는 표준시간을 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$\text{최종제품의 표준시간} = \sum_{l=1}^L \left[ \sum_{i=1}^{N_l} (ST_{li} \cdot Q_{li} + STP_{li}) + STA_l \right]$$

단, L = 총레벨 수

$N_l$  = 레벨 l에 속한 반조립품 또는 부품 수

$ST_{li}$  = 레벨 l에 속한 i번째 품목의 원단위당 표준시간

$Q_{li}$  = 레벨 l에 속한 i번째 품목의 수량

$STP_{li}$  = 레벨 l에 속한 i번째 품목의 보정시간

$STA_l$  = 레벨 l의 반조립품의 전체 보정시간.

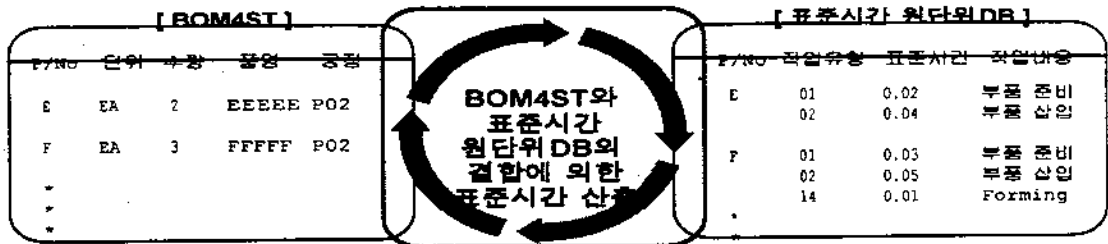
이러한 CALS4ST를 활용하게 되면 공정구분과 표준시간의 계산이 자동으로 수행됨으로써 표준시간 계산시 소요되는 시간을 줄이고 정확성을 제고할 수 있는 효과가 있다.

#### 3.2 CALS4ST 구축과정

CALS4ST를 구축하기 위해서는 기존의 BOM을 확장·보완하여 BOM4ST를 구축한 후 이를 바탕으로 컴퓨터 소프트웨어를 개발하여야 한다. 여기서는 BOM4ST 구축과정과 주의할 점 및 컴퓨터 소프트웨어 개발을 위한 표준시간 계산절차를 설명한다.

##### 1) 표준시간 원단위 작성

표준시간을 BOM4ST를 활용하여 자동으로 산출하기 위해서는 먼저 <표 2>에 나타난 것처럼 각 부품의 조립 및 가공 작업에 대한 표준시간 원단위를 만들어야 한다. 즉, 부품 조립 작업을 세분화하여 단위작업들을 표준화한 후 각 단위작업에



<그림 2> CALS4ST의 기본개념

〈표 2〉 단위작업 유형의 분류

분류기준	작업CODE	표준시간 산출양식	비 고
가능한 작업의 형태를 구분함	작업의 형태를 숫자로 표시하여 전산화가 가능하도록 함	작업 형태별 계 산식을 나타냄	기타 내용을 설명함

대한 표준시간 원단위를 설정하고 이를 DB화해야 한다. 예를 들면 어떤 부품의 조립작업을 “드라이버를 집어든다”와 “Screw로 고정한다.” 등과 같이 일련의 단위작업으로 구분하고 각각의 단위작업에 표준시간을 부여한다. 단위작업에 대한 표준시간 설정방법은 일반적으로 시간연구법과 PTS법을 병행하여 사용하는 경우가 많다. 이렇게 하여 기본 표준시간 원단위가 작업유형별로 분류되면 전산화를 위하여 작업형태에 따라 코드를 부여한다. 〈그림 2〉의 오른쪽에 표준시간 원단위 DB가 예시되어 있는데 부품E는 소요시간이 그 수량에 비례하는 작업유형 01인 “부품준비”작업과 수량과는 무관한 작업유형 02의 “부품삽입”작업의 2가지 단위작업에 의해서 조립될 때 이때 소요되는 표준시간은 0.08분(0.02분\*2+0.04분)임을 나타내고 있다.

2) BOM의 표준시간 필드 추가

BOM에 의한 표준시간 자동산출시스템에서는 소프트웨어에서 BOM4ST를 연결하여 BOM에 있는 정보를 그대로 활용하게 된다. 특별히 이 BOM4ST에는 표준시간을 산출하기 위하여 일반 BOM의 레코드 필드에는 존재하지 않는 표준시간 정보필드가 추가되어 있으므로 이를 이용한다.

일반 BOM으로부터 표준시간 산출을 위한 BOM4ST용 레코드 필드로의 변환은 극히 간단하다. 단순히 하나의 필드를 추가하면 되기 때문이다.

3) 여유시간의 계산

표준시간은 순수 작업시간을 의미하는 정미시간과 이를 수행시 정기적, 비정기적으로 발생하는 작업지연을 시간을 보상하는 것을 의미하는 여유시간으로 구성되는데 여기서는 정미시간에 대한 %인 여유율을 사용하였다. 개인여유, 피로여유, 작업여유, 관리여유, 조여유와 장려여유 등의 여유시간을 표준시간 계산시 마다 측정하여 계산하기에는 현실적으로 어려움

이 상당히 많다. 그러므로 현장에서 간편하게 사용할 수 있는 방법은 여유시간을 제조 사업장의 특성과 일정한 규칙에 의거하여 일률적으로 정하여 사용하는 것이다. 즉, 각각의 작업공정별로 여유율을 미리 설정하여 컴퓨터에 입력하여 놓고 BOM4ST를 이용하여 특정 공정에 대한 정미시간 총합을 구하고 나면 정미시간의 %로 나타내지는 여유시간을 합하여 해당 작업에 대한 표준시간으로 계상하는 것이다.

4) 보조작업의 표준시간 설정

BOM4ST에 주어진 모든 부품항목에 대해서는 항목 1)의 표준시간 원단위 작성과정을 통하여 표준시간 원단위가 설정되게 된다. 한편, 부품을 제외한 보조작업인 AT, 들에 대한 표준시간 원단위는 검사·조정·수리 등의 보조작업으로 구분하여 설정한다. 이들 작업도 부품과 마찬가지로 각 보조작업으로 고유의 코드를 부여하고 요소 단위작업으로 세분화하여 DB화한다. 이러한 보조작업의 표준시간을 설정하기 위해서 선행되어야 할 것은 기존 생산라인에서 가능한 모든 검사·조정·수리 작업들을 분류하고 표준화시키는 일인 것이다. 이러한 분류작업이 효과적으로 이루어지면 표준시간 보정필드의 내용이 최소화되어 DB의 크기가 줄어들고 관리자의 자료관리 업무가 줄어드는 효과가 있다.

5) 표준시간 계산절차

구축된 CALS4ST에서 표준시간을 자동으로 계산하는 절차는 아래와 같다:

가) 먼저 BOM을 전개하여 공정별로 레벨과 공정코드 등을 검색하여 자재(부품)를 구분한다.

나) 구분된 자재(부품)의 부품번호를 읽는다. 이때 자재(부품)의 특징을 나타낼 수 있는 주요 자리를 읽는다. 예로서, 어떤 제조업체의 부품번호가 11자리로 구성되어 있다고 가정을 하자. 이 경우 부품번호 중 앞에서 3자리 혹은 4자리가 그 품목을 나타내고 나머지 자릿수는 자재(부품)의 미세한 형상이나 Label 등을 나타낼 때 그 자재(부품)을 대표하는 부품번호는 앞에서 3자리 혹은 4자리가 된다. 이러한 방법으로도 구분이 되지 않는 부품은 11자리를 그대로 사용한다(표준시간 원단위로 부품번호의 모든 자릿수를 사용하게 되면, 그 경우의 수가 엄청나게 늘어나고 이를 관리하는 일 또한 결코 쉽지가 않으므로 가능한 부품 분류를 위한 코드 자릿

수를 최소화해야 한다. 부품번호의 3자리 혹은 4자리를 사용함으로써 표준시간의 원단위 수를 많이 줄일 수 있다.

다) 이 3-4자리 부품번호와 표준시간 원단위 DB내에서 부품번호가 동일한 요소작업들을 찾는다. 이때 BOM의 표준시간 필드와 표준시간 원단위 DB의 여러 가지 조건(표준시간 자료분류)을 고려하면서 표준시간 원단위에 있는 부품번호의 표준시간과 작업내용을 불러온다. 라인별로 표준시간을 다르게 계산할 경우에는 표준시간 원단위 DB에서 지정한 라인에 적합한 DB값을 가지고 오면 된다.

라) 이렇게 나)와 다)를 반복하여 공정별로 BOM에 의한 조립 표준시간을 산출하게 된다 (검사·조정·수리 등의 보조작업에 대한 보조작업 표준시간은 BOM의 구조에 있는 순서에 따라 위와 같은 방법으로 계산한다).

마) 라)에서 만든 조립 표준시간과 보조작업 표준시간을 서로 합하여 한 공정에 대한 표준시간을 산출한다.

바) 하나의 BOM을 전개하여 구분된 나머지 공정에 대하여도 동일한 방법으로 작업을 반복하게된다. 모든 공정에 대해서 작업이 완료되면, 한 제품(모델)에 대한 표준시간이 자동으로 산출되게 된다.

### 4. 표준시간 자동산출 적용예

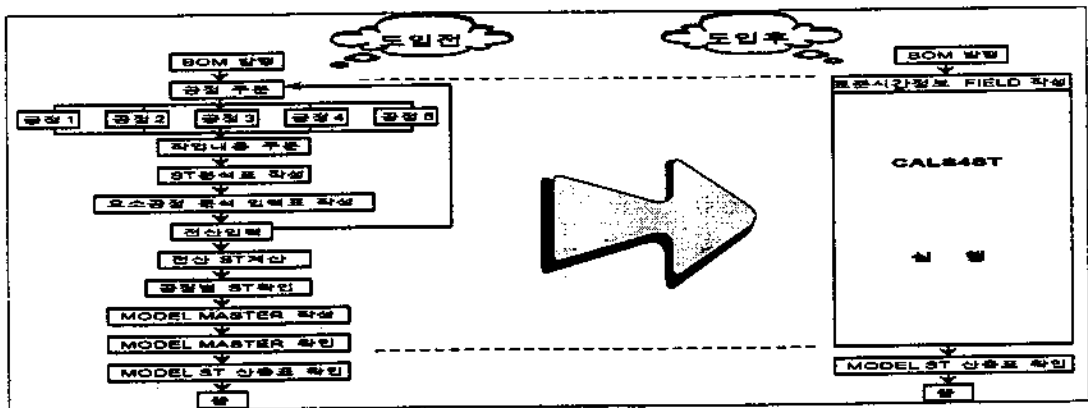
지금까지 기술된 CALS4ST를 산업현장에 적용된 예로서 L사의 사례를 설명하고자 한다. L사에서는 CALS4ST를 도입하

기 전까지는 TV 등 수많은 전자제품에 대한 표준시간을 <그림 3>에 도시된 바와 같이 여러 단계에 걸쳐 수작업으로 설정하여 왔다. 그러나, 최근 CALS4ST를 도입하여 전사적으로 실시함에 따라 대부분의 산출과정이 전산화되어 보다 빠르고 정확하게 표준시간을 설정할 수 있게 되었다. 이에 따라 합리적이고 신속한 생산계획 및 원가관리가 가능하므로 생산성 제고에 많은 기여를 하고 있는 것으로 평가되고 있다. 여기서는 CALS4ST구축 절차에 L사의 사례를 구체적으로 설명하기로 한다.

#### 4.1 단위작업 유형의 분류

<표 2>에 주어진 바와 같이 작업방법에 따라 표준단위작업의 유형을 분류하고 그 각각에 대하여 코드화한다. BOM내의 부품 수량에 비례하여 늘어나는 작업과 수량과 무관하게 일어나는 작업 등을 구분하여 표준시간 원단위를 작성한다.

<표 3>에서는 이러한 단위작업 유형의 분류 예를 보여주고 있다. 이 표에 있는 표준시간 산출식은 표준시간 중 여유시간을 제외한 정미시간을 대상으로 하고 있다. 물론 표준시간을 정확하게 산출하기 위해서는 정미시간외에 여유시간이 각 단위작업별로 산정이 되어야 하나 L사에서는 편의상 여유시간을 뺀 정미시간만을 고려하고 나중에 공정별로 한꺼번에 일률적으로 부여하고 있다.



<그림 3> CALS4ST의 도입전후의 표준시간 산출과정

〈표 3〉 단위작업 유형의 분류 예

NO	분류기준	작업코드	표준시간 산출식	비 고
1	일반조립작업	1~8	소요량×정마시간	BOM의 기본소요량 무시
2	1회 발생작업	9~10	정마시간 1회만 합산	
3	준비작업	11~32	소요량×정마시간	
4	INCH CHECK	~	소요량×정마시간	SPEC란의 APPAY수 확인
5	ARRAY CHECK	~	정마시간/ARRAY수	
	○ ○ ○			

4.2 BOM의 주요 필드

L사의 BOM을 구성하고 있는 필드는 제품의 특성과 형상 등에 따라 각각 다르게 구성이 되어지는데 가장 일반적인 형태는 SEQ(순서), 레벨(작업영역(공정)을 나타내는데 같은 레벨에 위치한 부품들은 동일한 작업영역에서 작업이 이루어짐), 부품번호(자재를 나타내는 고유의 기호), 단위(자재를 계산하는 단위), 수량(자재의 소요량), 품명/규격(자재의 이름과 특성을 나타냄) 등으로 이루어진다. 이 외에 자재관련 사항(자재의 준비상태, 불출부서 등), 기계유형(자동삽입 기계의 형태), 작업설명(자재의 사용설명, 자재의 회로번호) 등이 포함되어 있다.

조립품의 표준시간을 산출하기 위해서는 BOM 품목의 필드

중에서 레벨, 부품번호, 수량, 공정 등이 사용된다. 그러나 이러한 일반적인 품목의 사양이나 가공조건만을 가지고는 표준시간을 정확하게 산출할 수 없기 때문에 표준시간 정보필드의 내용으로서 〈표 4〉와 같이 특정작업 내용을 세분화하여 사용하였다. 즉, 준비작업, Connector/Lead류, 공정 등으로 구분하여 7자리 코드를 사용하는데 첫째자리는 조립품을 구분하기 위하여, 둘째에서 여섯째 자리까지는 작업방법을 세분화하기 위하여, 일곱째 자리는 다른 공정에서 발생하는 작업을 위하여 각각 사용된다.

표준시간정보 필드의 내용에 따라 표준시간을 계산하는데 있어서 약간의 차이가 있다. 일반적으로 대부분의 부품은 표준시간 원단위 DB를 연결하여 표준시간을 계산하는데 그 정확성을 높이기 위하여 표준시간정보 필드를 사용한다고 앞에

〈표 4〉 표준시간 필드의 작성형태

구 분	품 명	표준시간정보							내 용
		1	2	3	4	5	6	7	
준비작업	Forming Clinching Bonding		F C B	R L D	M				2,3,4자리 : 작업형태 코드만 입력하여 표준시간 계산
Connector/Lead류	삽입 포선팬 끼움				I P M				표준시간 정보필드 2,3자리 : 작업수량 5자리 : 타공정 작업수량 6자리 : 타공정 작업형태 7자리 : 타공정 Code
Solder류			*	*					2,3자리 : Point 지정(숫자)
Assy 구분	공정1 공정2 공정3	A J G							1자리 : Assembly를 구분하여 계산

서 설명한 바 있다. 예를 들어 <표 4>에서 보는 바와 같이 준비작업의 형태를 구분할 경우 표준시간 원단위 DB에는 이렇게 구분된 작업에 따라 표준시간 원단위가 각각 설정된다. 그 다음 설정된 각 표준시간 원단위는 <표 3>의 단위작업 유형의 분류 방법에 따라 분류되고 작업코드가 부여되어 저장되는 것이다. 만약 어떠한 조립품의 표준시간을 산출할 경우, 표준시간정보 필드에 준비작업을 나타내는 작업코드인 "CL"이 주어졌다면 그러한 작업코드의 조건에 따라 준비작업에 대한 표준시간 원단위도 함께 합산하여 계산을 하게 되는 것이다. 즉, 표준시간정보 필드에 아무 정보가 없으면 일반적인 표준시간 원단위만으로 계산이 이루어지고, 어떠한 정보가 있으면 그에 적합한 단위작업의 표준시간이 일반적인 표준시간에 추가된다. 이렇게 하면 동일한 부품이면서 준비작업의 유무나 공정 유형에 따라 작업형태가 달라지는 경우에 표준시간을 서로 다르게 계산할 수가 있는 것이다.

#### 4.3 여유율 계산

자동산출 과정에서 나온 모든 시간은 정미시간이므로, 이러한 계산결과에 공정별로 여유율을 부여하여 조립품에 대한 표준시간을 산출한다. L사에서는

- 자삽 공정 : 0 %
- 수삽 공정 : 19 %
- 조정 공정 : 23 %
- 총조립 공정 : 21 %

등으로 여유율이 각각 주어진다. 특히 총조립 공정의 여유율이 21%인데 이는 개인여유, 피로여유, 작업여유, 조여유 등의 요소들이 합쳐져서 계산된 것이다. 특히, 정신적 피로와 육체적 피로로 구성된 피로여유를 정확하게 산출하기란 매우 어렵다. 그러므로 대부분의 제조회사에서는 표준시간 시스템 구축 초기에는 피로여유율을 적당하게 산정한 다음 주기적으로 회사표준을 조정하는 방법을 사용하고 있다.

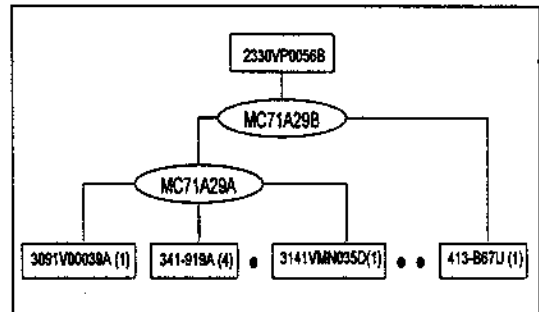
#### 4.4 보조작업의 표준시간

지금까지 BOM에 속해있는 모든 부품들에 대한 작업시간을 모두 표준시간 자료(원단위)화 하였다. 그 외의 작업인 검사·조정·수리 등의 보조작업에 대해서는 요소 단위작업들을 적

절하게 그룹화한 후, 그 그룹을 대표할 수 있는 코드를 부여하고 표준시간 DB로부터 자동으로 계산할 수 있도록 하였다. 예로서 TV 공장의 경우 보조작업은 TV의 주기판, 크기, 공정 등에 따라 작업시간이 달라지기 때문에 이를 그룹화하여 "사사-인치-공정"과 같이 코드를 부여하고 있다. 즉, <그림 4>에 주어진 보조작업 MC71A29A인 경우에는 MC71A가 "주기판"을 29가 "크기(인치)"를, 그리고 A가 "공정(총조립)"을 의미한다. 이 코드의 보조작업은 ITC조정, V-SIZE조정, 횡일선 조정 등의 요소단위 작업들을 수행하기 위하여 2.38분이 소요되고 성능검사 등으로 1.54분이 소요되어 보조 표준시간은 총 3.92분이 된다.

#### 4.5 표준시간 산출표

상기에 기술된 내용을 토대로 구축된 L사의 CALS4ST를 활용하여 조립품에 대한 표준시간 산출 과정을 예를 들어 살펴보기로 하자. <그림 4>에서는 L사의 최종제품 중 하나인 제품 2330VP0056B에 대한 BOM4ST가 제시되어 있다. 최종제품 2330VP0056B는 레벨1에 속한 부품 309V00039A, 341-919A, 3141VMN035D, ..., 413-B67U이 각각 1,4,1, ..., 1개씩으로 구성되어 있음을 알 수 있다. 부품 309V00039A, 341-919A, ..., 3141VMN035D가 조립된 후에는 보조작업 MC71A29A가 필요하고 또한 모든 레벨1의 부품들이 조립되면 보조작업 MC71A29B가 수행되어야 함을 나타내고 있다. 이러한 제품에 대한 표준시간은 BOM4ST와 표준시간 원단위DB를 연결하여 구할 수 있다. 우선 보조작업을 제외한 일반 조립 및 가공 작업에 대한 표준시간을 설명하기로 한다.



<그림 4> BOM4ST의 예



1) 부품조립 표준시간 산출표

여기서는 <그림 4>의 BOM4ST에 나타난 부품들의 표준시간 내역을 기술한다. <표 5>에는 최종제품 2330VP0056B를 구성하는 모든 부품들의 표준시간 자료가 주어졌다. 이 표준시간 자료에 있는 하나의 레코드에는 조립 부품번호(ASSY P/N)를 비롯하여 라인, 소요량, 품명, 표준시간정보, 표준시간, 작업 등 여러 가지 필드로 구성되어 있는데 이 자료들은 BOM4ST와 표준시간DB를 연결하여 얻어진 것이다. 예로서, 첫번째 레코드의 내용을 보면 우선 최종제품의 이름에 해당하는 어셈블리 번호(2330VP0056B), 제품을 생산하는 조립라인(A6라인), 부품의 번호를 나타내는 부품번호, 소요량, 품명, 표

준시간정보(이 부품에는 특기할 만한 표준시간 정보가 주어지지 않음) 등이 있는데 이들은 BOM4ST의 자료와 동일하다. 그 외에 표준시간 원단위 DB에서 불러온 단위작업내용을 작업형태별로 구분하여 코드화한 작업유형(44), 표준시간 원단위(0.62686) 및 작업내용설명 필드가 포함되어 있다. 여기서 표준시간 원단위는 분단위로 나타내는데 이는 계산상의 편리성과 사용상의 편리성을 동시에 추구하기 위하여 일반적으로 사용되고 있다.

특히, 이 표에서 보면 동일한 부품번호가 나타나는 경우가 있는데 이것은 그 부품번호에 해당하는 부품을 조립하기 위한 일련의 요소 단위작업들임을 의미한다. 예를 들면, 부품번호

<표 5> 제품 2330VP0056B의 부품조립을 위한 표준시간 내역

ASSY P/No	라인	P/No	소요량	품명	작업유형	표준시간정보	표준시간원단위	참고
2330VP0056B	A06	3091V00035A	1	CABINET ASSY	44	0.62686	C/B경시및영광유음:28-29	
2330VP0056B	A06	341-929A	4	HOLDER	03	0.18791	HOLDER 육음	
2330VP0056B	A06	3141V00025D	1	CHASSIS ASSY	01 J	0.03550	GRILLE ASSY준비	
2330VP0056B	A06	1PFP0403116	7	SCREW,TAP TITE(P) [PA	01	0.36345	SCREW ⅢDRIVER로고집	
2330VP0056B	A06	1PFP0403116	7	SCREW,TAP TITE(P) [PA	09	0.02719	DRIVER취급	
2330VP0056B	A06	1PFP0402816	12	SCREW,TAP TITE(P) [TR	01	0.62307	SCREW ⅢDRIVER로고집	
2330VP0056B	A06	1PFP0402816	12	SCREW,TAP TITE(P) [TR	09	0.02719	DRIVER취급	
2330VP0056B	A06	120-D23G	1	SPEAKER, GENERAL	01 0	0.06923	SPEAKER, C/A 예삽입	
2330VP0056B	A06	120-D23H	1	SPEAKER, GENERAL	01 D	0.06923	SPEAKER, C/A 예삽입	
2330VP0056B	A06	122-217E	1	SPEAKER ASSY	01	0.06923	SPEAKER, C/A 예삽입	
2330VP0056B	A06	124-061A	0.5	MAGNET	01	0.02225	MAGNET ADHESIVE준비	
2330VP0056B	A06	332-229B	4	SCREW	01	0.20769	SCREW ⅢDRIVER로고집	
2330VP0056B	A06	332-229B	4	SCREW	09	0.02719	DRIVER취급	
2330VP0056B	A06	341-184D	3	HOLDER	01	0.14093	HOLDER 육음	
2330VP0056B	A06	341-685A	3	HOLDER	01	0.04697	HOLDER 육음	
2330VP0056B	A06	341-768F	3	JACK, RCA	63	0.04203	HOLDER육음	
2330VP0056B	A06	341-869A	1	HOLDER	01	0.04697	HOLDER 육음	
2330VP0056B	A06	366-D16B	20	WAFER	01	0.69230	WAFER STAPLE 삽입	
2330VP0056B	A06	73-707E	3	BAG	44	0.45741	BAG착용:28형29°	
2330VP0056B	A06	3909V00029C	1	BACK COVER ASSY	44	0.24972	COVER공급정렬:28-29°	
2330VP0056B	A06	382FA0103D	1	MANUAL, OWNERS	01	0.08653	ACCESSARY준비/삽입	
2330VP0056B	A06	387-A11L	1	CONNECTOR ASSY	00 02P1W A	0.11510	개봉:CONNECTOR HOUSING	
2330VP0056B	A06	387-A12L	1	CONNECTOR ASSY	00 02P1K A	0.11510	개봉:CONNECTOR HOUSING	
2330VP0056B	A06	387-G05C	1	CONNECTOR ASSY	00 02H	0.20796	개봉:CONNECTOR HOUSING	
2330VP0056B	A06	387-091C	1	CONNECTOR ASSY	00 02P1K A	0.11510	개봉:CONNECTOR HOUSING	
2330VP0056B	A06	387-916F	1	CONNECTOR ASSY	00 01K1K A	0.10398	개봉:CONNECTOR HOUSING	
2330VP0056B	A06	890V00092C	1	BOX	44	0.44955	BOX, SET 준비삽입이송28형29	
2330VP0056B	A06	3920V00037A	1	PACKING	01	0.13446	PACKING 삽입	
2330VP0056B	A06	3920V00037A	1	PACKING	01	0.09295	PACKING준반공급	
2330VP0056B	A06	412-555A	1	LABEL, PAPER	01	0.06475	LABEL 부착	
2330VP0056B	A06	61502-1040B	1	DY(DEFLECTION YORE)	01	0.04450	DY준비, CPT備상입	
2330VP0056B	A06	6170V00CA0D	1	TRANSFORMER, SMP5	63	0.08406	ANODE CAP 삽입	
2330VP0056B	A06	7234V00001A	0.0003	LACQUER	09	0.06428	WHITE LACQUER 칠	
2330VP0056B	A06	852-009D	1	CONVERGENCE MAG	01	0.04450	MAGNET 삽입	
2330VP0056B	A06	852-009D	1	CONVERGENCE MAG	02	0.04697	MAGNET 준비	
2330VP0056B	A06	854-006A	4	WEDGE	01	0.17402	WEDGE, RUBBER 예형지보입	
2330VP0056B	A06	871-001D	0.001	ADHESIVE SILICONE	09	0.03704	SILICONE 밴드 칠	
2330VP0056B	A06	433-847E	1	LABEL, ID	01	0.06675	LABEL 부착	
				TOTAL			B. 40979	

1PPF0403116은 2개의 레코드로 구성되어 있는데 첫번째 요소단위작업 "Screw를 Driver로 고정"과 두 번째 요소단위작업 "Driver 취급"을 수행함으로써 이 부품번호에 해당하는 부품을 조립한다는 것을 표시한다. 따라서, 동일한 부품번호에 속한 단위 작업들의 표준시간들을 합하면 해당 부품에 대한 표준시간을 구할 수 있고 마찬가지로 최종제품에 대한 모든 부품들의 표준시간은 이들을 합산하면 그것이 조립표준시간이 된다. 따라서 부품번호 1PPF0403116의 경우 첫 번째 단위작업이 작업유형 01이므로 조립 수량에 비례하고 두번째 단위작업이 09로 1회 발생작업(〈표 5.1〉 참조)이므로 표준시간은  $0.39154\text{분}(= 0.05205 \times 7 + 0.02719)$ 이 된다.

2) 보조작업 표준시간

〈표 6〉에는 제품 2330VP0056B의 보조작업 표준시간 내역이 주어져 있다. 〈표 6〉의 내용을 살펴보면 어셈블리 번호(2330VP0056B)와 제품을 생산하는 조립라인(A6라인)은 〈표 4〉와 동일하다. 다음은 보조작업 번호가 주어지고 이를 완성하기 위한 요소 단위작업과 그에 대한 표준시간 및 작업내용이 주어져 있다.

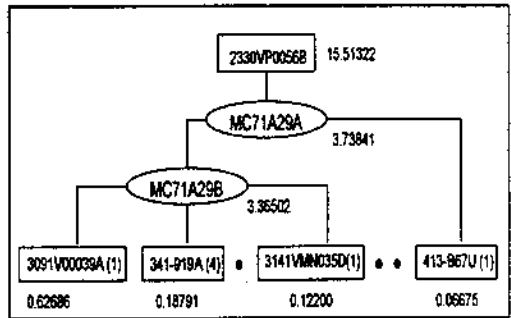
일반적으로 검사·조정·수리에 대한 표준시간 원단위는 일반 부품의 원단위보다 큰 시간으로 나타나는데 이것은 하나의 요소단위 작업에 구분하기 힘든 여러 개의 세부요소 단위작업이 모여서 이루어지기 때문이다. 제품의 특성상 이러한 보조작업시간은 대부분 유사한 형태로 나타난다. 즉 검사·조정·수리들은 제품이 만들어지는 과정에서 반드시 필요한 공정이며 제품 품질과 회사의 이미지에도 밀접한 관련이 있으므로 생략하거나 소홀히 할 수 없는 부분이다.

〈표 6〉에서 보면 제품 2330VP0056B를 조립하는 데 관련된

보조작업은 MC71A29A와 MC71A29B의 두 가지로 구성되어 있음을 알 수 있다. 보조작업 MC71A29A의 표준시간은 3.36502분이며 보조작업 MC71A29B의 표준시간은 3.73841분이므로 이 제품을 조립하는 데 소요되는 총보조작업의 표준시간은  $7.10343\text{분}(= 3.36502 + 3.73841)$ 이 된다.

3) 표준시간

최종제품 2330VP0056B를 조립하는 데 소요되는 표준시간은 앞 절에서 설명한 바와 같이 일반 부품 조립시간과 보조작업의 합으로 나타내진다. 각각의 표준시간을 총합한 후 BOM4ST를 이용하여 최종제품 2330VP0056B의 표준시간 구성내역을 나타내면 〈그림 7〉과 같이 주어진다. 즉, 2330VP0056B의 표준시간은 부품조립시간으로 레벨1의 0.62686, ..., 0.06675의 합인 8.40979분이 소요되고, 보조시간은 3.36502분과 3.73841분의 합인 7.10343분이 소요되어 총합계가 15.51322분이다.



〈그림 7〉 최종제품의 표준시간 구성내역 예

〈표 6〉 제품 2330VP0056B의 표준시간 내역

ASSY P.No	라인	보조작업	보통코드	표준시간	작업
2330VP0056B	A06	MC71A29B	Q5B0C0	1.57059	ITC조정(25%)
2330VP0056B	A06	MC71A29B	Q5C1B5	0.25218	AOC 조정(25%)
2330VP0056B	A06	MC71A29B	Q5C2A2	0.18791	V-SIZE조정(25%)
2330VP0056B	A06	MC71A29B	Q5C2A5	0.18791	H-SIZE조정(25%)
2330VP0056B	A06	MC71A29B	Q5C2B5	0.13596	SPCC조정
2330VP0056B	A06	MC71A29B	Q5C2C2	0.22005	수행 높이 조정(25%)
2330VP0056B	A06	MC71A29B	Q5C2C7	0.12115	수직 간격 조정(25%)
2330VP0056B	A06	MC71A29B	Q5C2D0	0.15576	수직 중심수 조정(20%)
2330VP0056B	A06	MC71A29B	Q5D0A5	0.20274	평면선 조정
2330VP0056B	A06	MC71A29B	Q5D5B5	0.33376	WHITE BALANCE (25%)
2330VP0056B	A06	MC71A29B	Q5E5A5	0.14587	FOCUS 조정(25%)
2330VP0056B	A06	MC71A29B	Q5G7A3	0.25109	PURITY양성
2330VP0056B	A06	MC71A29A	Q5H0A5	1.37985	성능검사(PAL SECAM:25%)
2330VP0056B	A06	MC71A29A	Q5LDF5	1.57251	화질검사(PAL SECAM:25%)
2330VP0056B	A06	MC71A29A	Q5LDF5	0.78625	화질수검(PAL SECAM:25%)
TOTAL				7.10343	

4.6 소프트웨어 구성

CALS4ST를 구축하기 위하여 필요한 소프트웨어는 크게 3부분으로 나누어 볼 수 있다. 먼저, 완제품의 표준시간을 계산하기 위한 표준시간 원단위 관리 소프트웨어가 필요하고 둘째 표준시간 원단위의 조합으로 이루어진 제품의 표준시간을 검색할 수 있는 소프트웨어가 있어야 하며, 마지막으로 표준시간과 관련된 각종 리포트나 보고서를 신청하는 소프트웨어로 구분할 수 있다.

〔사의 대상제품인 가전제품에 대하여 구축된 CALS4ST의 기본적인 내용은 다음과 같다. 물론 회사의 상황에 따라 시스템의 내용은 대상 조립제품의 형상과 특징에 따라 다르게 구

성될 수 있다. 그러나 제품과 형상이 다르다하더라도 다음의 내용을 기본으로 하여 필요한 소프트웨어를 추가 확장할 수 있는 것이다.

가) 기초 자료 관리 소프트웨어

- 부품번호별 표준시간 원단위 : 입력/조회/변경/삭제/복사 (BOM으로부터 표준시간을 산출하기 위하여 필요한 기초 데이터이며, 부품번호를 기준으로 정렬이 되어 있다. 하나의 부품번호에 작업의 유형에 따라 여러 개의 요소단위 작업이 존재하고 각각의 단위작업에 대한 표준시간 원단위가 함께 존재한다).
- 보조작업 표준시간 원단위 : 입력/조회/변경/삭제/복사 (검사·조정·수리 작업들에 대한 표준시간을 계산하기 위한 기초 자료관리 부문임)
- 보조작업 표준시간 : 입력/조회/변경/삭제/복사 (검사·조정·수리 작업으로 이루어진 보조작업들의 관리 부문이다)
- 기초 자료의 변경에 대한 이력관리 (개선과 합리화로 인하여 발생하는 표준시간 원단위는 지속적으로 변화하는데 이렇게 표준시간 원단위가 수정되면 그 변경된 이력을 관리하도록 하는 부문이다)

나) 표준시간 관리소프트웨어

- 제품(모델)에 대한 Total 표준시간 조회 (하나의 제품에는 여러 개의 공정이 포함되어 있다. 이러한 공정들에 대한 표준시간을 합하여 완제품에 대한 전체 표준시간을 자동으로 계산하여 보여주는 화면이다. 물론 변경과 삭제는 있을 수 없다)
- 제품(모델)에 대한 Total 표준시간 이력관리 (제품별 전체 표준시간에 대한 이력을 관리한다)
- 공정(Assembly)별 표준시간 조회 (공정별 표준시간이 계산되어지면 표준시간을 조회하는 화면인데 자동으로 계산된 것이므로 변경과 삭제를 할 수 없도록 하여야 한다. 이렇게 함으로써 표준시간에 대한 정확도를 한층 높일 수 있다)
- 공정별 표준시간의 이력관리 (공정별 표준시간에 대한 이력을 관리한다)

다) 작업요청 소프트웨어

- 표준시간을 산출하는 작업 입력

- (특정된 공정의 표준시간을 계산하라는 명령을 입력함)
- 각종 보고서를 요청하기 위한 화면 (예를 들면, 표준시간 산출표, 전모델 표준시간 현황, 이력 관리 보고서, 표준시간 원단위 목록 등)

5. 결 론

본 연구에서는 제조업체에서 생산계획이나 원가계산, 견적 등에 필수적으로 활용되는 제품들의 표준시간을 산출하는 컴퓨터 시스템인 CALS4ST를 제안하였다. 이 시스템은 최종제품의 부품구성을 나타내는 데 사용되는 BOM을 확장하여 표준시간을 용이하게 산출할 수 있도록 부품과 직접적으로 관련된 조립가공 이외의 각종 보조작업을 그룹화하여 가상의 부품형태로 표현하는 BOM4ST를 제안하고 이를 활용하였다.

CALS4ST의 대표적인 구축 예로서 L사의 사례를 소개하였는데 이 사례를 참조하면 회사의 실정에 맞는 시스템을 용이하게 구축할 수 있는 것으로 판단된다. 본 연구에서 제시된 표준시간 산출을 위한 CALS4ST를 활용하면 수작업으로 계산할 때에 비하여 매우 신속하고 정확하게 산출할 수 있고 관리 또한 효과적으로 이루어지기 때문에 기업의 생산성 제고에 많은 도움이 될 것으로 생각된다. 즉, 원가계산, 라인평준화, 작업개선, 라인능력 분석 등 많은 부분에 중요한 기초자료를 제공하는 도구로서 활용이 가능할 것이다.

향후의 추가 연구로서는 표준시간 자동산출시스템과 기존의 라인 평준화(Line Balancing)개념을 연결하는 새로운 시스템을 구축함으로써 표준시간산출과 라인 평준화를 동시에 자동적으로 수행할 수 있도록 하는 것을 들 수 있겠다.

【참 고 문 헌】

- [1] 강대현, DWF에 의한 W/Motor제작 라인의 표준시간설정에 관한 연구, 동아대학교 경영대학원 공정관리, 1991.
- [2] 기도형, 고현정, 이대주, "중소제조 업체의 표준시간 산출을 위한 시간연구의 적용", 산업공학, 제10권 2호, pp 115-125, 1997.
- [3] 박진우 역, 과학적 관리의 원칙, 박영사, 1994.
- [4] 신현우, "HAPTS와 공정편성", IE Magazine, 제4권, 1호, pp. 17-23, 1997.
- [5] 이기택, 생산정보 데이터 관리를 위한 설계 BOM 과 제조 BOM의 데이터 연계 방안에 관한 연구, 국민대학원 정보

- 관리학과, 1996.
- [6] 이원근, MTM분석에 의한 시간산출 SYSTEM의 전산화, 숭전대학원 산업공학과, 1985.
- [7] 이현수, 표준시간측정방법에 대한 연구 -수정 MODAPTS, 효성카톨릭대학교 산업대학원 산업공학과, 1990.
- [8] 한국능률협회컨설팅, 표준시간의 설정과 활용과정, 1990.
- [9] 한국MODAPTS협회, MODAPTS, 1986.
- [10] 황 학, 작업관리론, 영지문화사, 1997.
- [11] Mundel, M. and Danner, D., Motion and Time Study-Improving productivity, 7th ed., Prentice Hall, 1994.
- [12] Niebel, B. P., Motion and Time Study, 8th ed., Irwin, 1988.
- [13] Ong, N. S. and Boothroyd, G., "Assembly Times for Electrical Connections and Wire Harnesses," Int. J. Adv. Manuf. Technol., 6, pp. 155-179, 1991.



엄광용

1992년

계명대학교 산업공학과  
학사

1998년

계명대학교 산업기술대  
학원 석사

현 재

LG전자(주) TV OBU 생  
산기술팀

관심분야

작업관리, 시간연구



이문규

1979년

서울대학교 산업공학과  
학사

1981년

한국과학기술원 석사

1989년

한국과학기술원 박사

현 재

계명대학교 산업공학과  
교수

관심분야

machine vision, 신경망,  
물류시스템

98년 7월 최초접수, 98년 9월 최종수정