

## LEAN생산방식 적용으로 어떤 효과를 볼 수 있을까?

국내 중소기업 (주)케이티앤이의 LEAN경영 사례 ... 리드타임 단축과 인력활용 효율

글◆강신철 | 한국품질경영학회 린경영연구회장 · 한국린경영연구원 부원장 ·  
한남대학교 경영정보학과 교수(ntiskang@paran.com)



## LEAN INNOVATION 가치창출하는 중소기업형 LEAN생산방식

국내 중소기업인 (주)케이티엔이는 대전시 제2공단에 소재한 전자 부품 조립업체로서 35명의 종업원이 연평균 30억원의 매출을 올리고 기업이다. 주력제품이 따로 없는 완전 주문형 생산방식을 취하고 있다. 50여 개 업체로부터 주문을 받아 필요한 만큼만 생산하여 주문량이 채워지는 대로 즉시 납품하고 있으므로 완제품 재고는 실질적으로 없다고 봐야 한다. 공장장은 조립팀의 구성에 따라 리드타임의 변동폭이 심하고, 공정별로 업무부하량이 일정치가 않아 생산일정을 짜는 데 상당한 어려움을 겪고 있었다. 또 고객기업에서 여유 있게 납기일을 잡아도 납기일을 제대로 맞추기가 어려웠던 데다가 급주문이 자주 발생하여 생산인력은 업무과부하로 인한 스트레스를 받고 있었다. (주)케이티엔이는 이러한 문제를 해결하기 위해 'LEAN생산방식'을 도입하기로 결정한 것이다. 현재상태 가치흐름지도와 미래상태 가치흐름지도를 중심으로 (주)케이티엔이의 LEAN생산방식 적용사례와 효과를 살펴본다. <편집자>

### (주)케이티엔이는 어떤 중소기업일까?

(주)케이티엔이는 대전시 제2공단에 소재한 전자부품 조립업체로서 35명의 종업원이 연평균 30억 원의 매출을 올리는 기업이다. 주력제품이 따로 없는 완전 주문형 생산방식을 취하고 있으며, 2개의 SMD생산라인과 2개의 조립팀 그리고 합체, 시험, 출하 공정이 있다. 생산관리팀에서 도면을 설계하고 생산일정을 수립하며, 일반관리팀에서 총무와 인사 업무를 담당하고 있다.

(주)케이티엔이는 매출 전량을 주문생산하고 있으며 계획생산은 전혀 없다. 50여 개 업체로부터 주문을 받아(많은 경우, 부품도 주문업체에서 공급한다) 필요한 만큼만 생산하여 주문량이 채워지는 대로 즉시 납품하고 있으므로 완제품 재고는 실질적으로 없다고 봐야 한다.

공장장은 조립팀의 구성에 따라 리드타임의 변동폭이 심하고, 공정별로 업무부하량이 일정치가 않아 생산일정을 짜는 데 상당한 어려움을 겪고 있었다. 또 고객기업에서 여유 있게 납기일을 잡아도 납기일을 제대로 맞추기가 어려웠던 데다가 급주문이 자주 발생하여 생산인력은 업무과부하로 인한 스트레스를 받고 있었다. (주)케이티엔이는 이러한 문제를 해결하기 위해 LEAN생산방식을 도입하기로 결정한다.

### LEAN생산방식 적용절차 - '현재상태 가치흐름지도'

① **제품군 선정** 생산하는 제품의 종류는 200여 가지가 넘고, 주력제품이라고 할 만한 것은 없다. 개발용 시제품을 생산할 때는 단 1개를 생산하는 경우도 있으며, 제품개발이 완료된 경우 최대 3만개까지 생산한 제품이 있었다. 즉, 제품별 생산수량은 1개부

### 연재순서

#### 2010년

- 02월 LEAN생산방식의 개요
- ▼ 03월 LEAN생산방식의 구성요소와 핵심개념
- ▼ 04월 LEAN생산방식 구현을 위한 도구와 기법
- ▼ 05월 가치흐름지도 그리기
- ▼ 06월 해외 중소기업 LEAN경영 사례①
- ▼ **07월 국내 중소기업 LEAN경영 사례①**
- ▼ 08월 LEAN 당기기생산방식의 구현
- ▼ 09월 LEAN 공급사슬의 구축
- ▼ 10월 서비스산업의 LEAN경영
- ▼ 11월 LEAN경영을 위한 인적자원관리
- ▼ 12월 해외 중소기업 LEAN경영 사례②

#### 2011년

- 01월 국내 중소기업 LEAN경영 사례②

터 3만개까지 천차만별이고, 대부분의 경우 1회 주문량을 생산하여 1회 납품 배달하는 것으로 생산이 완료된다. 따라서 LEAN생산방식의 적용 타당성을 진단해보기 위해 최근에 생산을 완료한 '전압/전류 미터기'를 연구대상으로 선정하였다

② **고객가치의 정의** 대표이사과 공장장과의 면담을 통해 (주)케이티엔이가 인식하고 있는 고객의 가치를 다음과 같이 정의하였다. ◇제품은 고객이 요구하는 품질기준을 맞추어야 한다. ◇고객이 요구하는 납기 전에 생산이 완료되어야 한다. ◇원가가 낮아야 한다(경쟁기업보다 Point산정 기준이 우수해야 한다). 이처럼 고객의 가치를 충족시키기 위한 3가지 활동은 '가치부가활동(VAA)'이라 하고, 그 외의 활동은 '비부가활동(NVA)'으로 정한다

③ **작업시간** 기본적으로 월요일부터 금요일까지 정상근무(09:00~18:00)를 하며, 토요일에 특근을 할 경우에도 근무시간은 같다. 일요일은 근무하지 않는다. 잔업이 있는 경우 석식시간 30분을 포함하여 18:00부터 20:50까지 근무한다. 휴식시간의 경우, 오전에는 11:00부터 10분간 주어지고, 오후에는 15:50부터 10분간 주어진다.

④ **월간 출하량** 연구대상으로 선정한 전압/전류 미터기의 경우 월 1,500개를 생산하고 있다.

⑤ **공정의 구분** 전류전압미터기는 3개의 주요 보드로 구성된다. Main board와 Display board는 SMD과정을 거쳐 5명의 운영자에 의해 수작업으로 조립되며, SMPS는 부품을 수작업으로 끼고 솔더링기계에서 납땜질을 한다. 완성된 3개의 보드를 조립하여 시험공정을 거치면 제품이 완성된다.

대공정	Main board		Display board		SMPS		합체	시험
소공정	SMD	수조립	SMD	수조립	Insert	솔더링		
C/T(sec)	24	480	20	320	290	40	60	120

⑥ **공정별 작업전환시간** SMD 1, 2라인은 모두 작업을 전환하기 위해 2시간의 셋업 시간이 소요된다. Insert공정은 작업전환시간이 30분 걸린다. 합체공정과 시험 정은 각각 10분과 30분이 소요된다.

공정명	SMD	INSERT	합체	시험
작업전환시간	2시간	30분	10분	30분

⑦ **공정별 설비가동률** 설비가 있는 공정은 SMD공정과 Insert공정 및 솔더링공정이다. SMD 1공정과 2공정은 모두 60%의 가동률을 유지하고 있고, Insert공정은 40%, 솔더링공정은 80%의 가동률을 기록하고 있다.

공정명	SMD 1, 2	INSERT	솔더링
설비가동률	60%	40%	80%

⑧ **공정별 배치크기** (주)케이티엔이는 완전 주문형 생산업체로서 공정별 배치크기는 별도로 정하지 않으며 1회 주문량이 완성될 때까지 연속생산을 하고 있다. 다만, 수량이 많은 제품의 경우에는 재공품을 운반하기 위해 박스를 이용하는데, 제품의 크기에 따라 수량이 달라지기 때문에 일률적으로 측정하기 곤란하다. 전압/전류 미터기 보

## LEAN INNOVATION 가치창출하는 중소기업형 LEAN생산방식

드는 50개씩 한 박스에 보관하고 있다.

⑨ **공정별 작업자와 설비의 수** SMD 1, 2공정에는 각각 3명의 작업자가 일하고 있으며, 수조립공정과 Insert공정은 조립1팀이 담당하고 있다. 합체공정과 시험공정에는 각각 1명이 근무하고 있다. 따라서 전압/전류 미터기 생산에 관여하는 인력은 총 13명이다. SMD공정의 작업자와 합체공정 및 시험공정의 작업자는 여유시간에 다른 제품의 생산에도 관여한다.

공정명	SMD	INSERT	솔더링	수조립	합체	시험
설비 수	1	-	1	-	-	1
작업자 수	3	5	-	5	1	1

⑩ **공정별 불량률** (주)케이티엔이의 수조립, 솔더링, 합체 공정에서는 거의 불량이나지 않는다. 조립 도중에 불량이나더라도 즉시 조치를 취한다. 성능상의 불량은 부품의 결함에서 발생하는 경우가 대부분이고 조립과정상의 불량은 아니다. SMD의 불량률은 50ppm 이하이고, Insert공정은 1% 미만, 시험공정에서는 3%의 불량이나고 있다.

공정명	SMD	INSERT	솔더링	수조립	합체	시험
불량률	50ppm 이하	1%	0%	0%	0%	3%

⑪ **대기장소별 평균 재고일수** 세 가지 보드를 생산하기 위한 부품은 각각 조립공정에 투입되기 전에 평균 2주 정도 대기한다. 부품은 대부분 주문업체에서 공급하기 때문에 재고비용은 따로 산정하지 않는다. 다만 원자재를 보관하기 위한 공간을 차지하는데 이는 매우 미미하게 재고비용이 발생할 뿐이다. 합체공정 전에는 조립팀을 한 팀이 Insert하고 수조립을 두 번 하기 때문에, 다른 보드를 조립하는 동안 먼저 조립해놓은 보드로 인해 재공품이 최장 26시간 정도 대기한다.

공정명	SMD 1	INSERT 전	솔더링	수조립 전	합체 전	시험
평균재고량	-	-	-	-	-	-
후공정요구량	-	-	-	-	-	-
평균재고일수	-	2주	-	2주	26시간	-

⑫ **주요 원재료 입고빈도** PCB원료는 매일 1회 입고되고 있으며, 대부분 당일 소진된다. SMD자재도 매일 2회 정도 입고되어 그날로 소진된다.

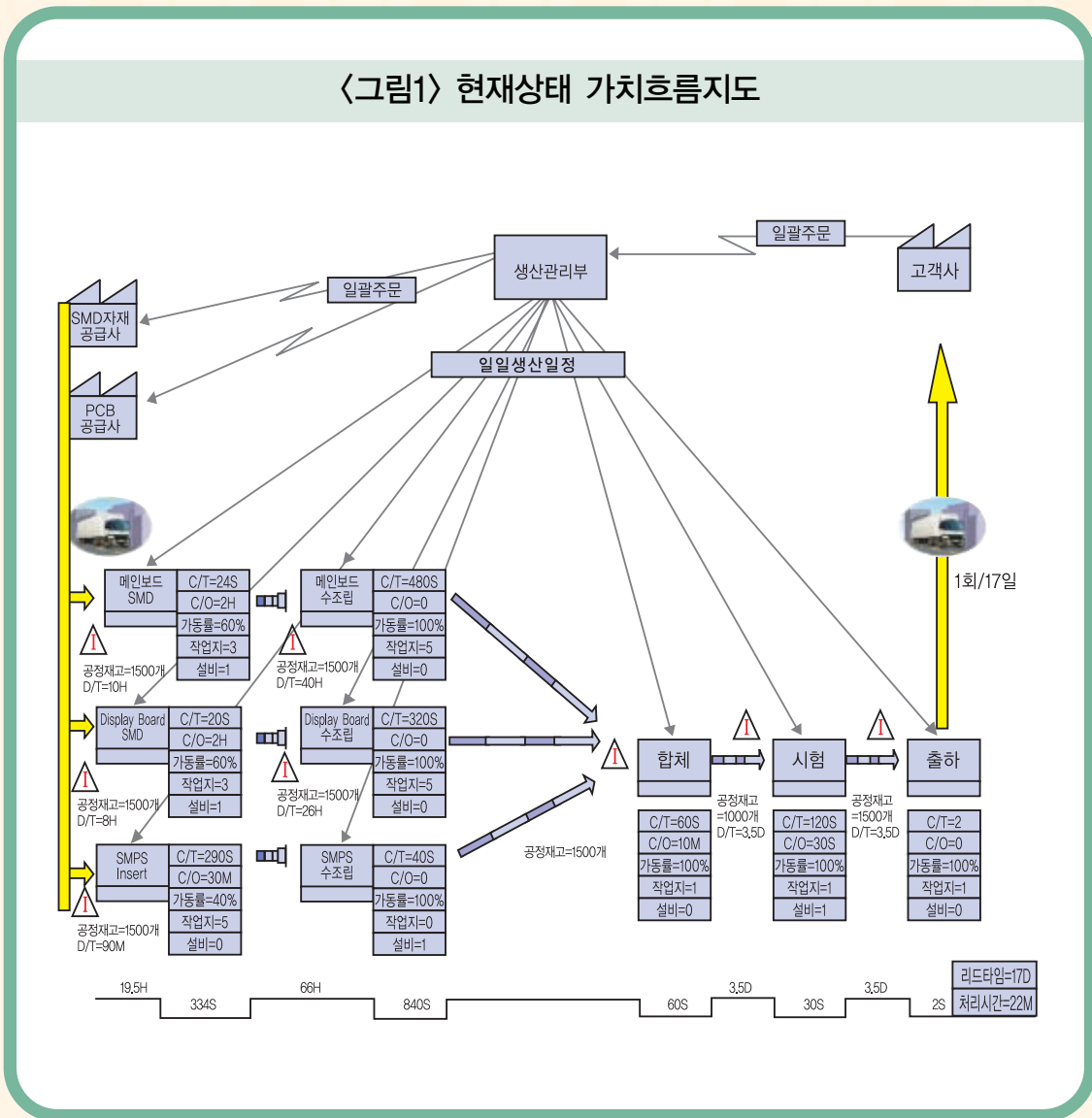
재료명	일일 입고 빈도
PCB	1회
SMD자재	2회

⑬ **출하제품 출하빈도** 완제품은 주문량에 따라 출하빈도가 달라지는데, 일반적으로 1회 주문량은 1회 출하로 완료된다.

⑭ **현재상태 가치흐름지도** <그림1>의 현재상태 가치흐름지도를 보면, 그림상으로는 Main board, Display board, SMPS 등 3개의 보드가 동시에 생산되는 것처럼 보이지

만, Main board 수조립공정, Display board 수조립공정, SMPS Insert공정을 모두 5인으로 구성된 하나의 조립팀이 순차적으로 작업해야 하므로 대기시간이 많이 발생한다. 1,500개의 전압/전류 미터기를 생산하는 데 총 17일이 걸린다. 제품 하나당 처리시간은 23분이다.

〈그림1〉 현재상태 가치흐름지도



LEAN생산방식 적용절차 - '미래상태 가치흐름지도'

① 택타임(Takt Time) 산정 완전 주문형 생산을 하고 있는 (주)케이티엔이의 경우, 택타임을 산정하는 과정과 의미는 독특하다. 특히, 이 사례에서는 기계의 처리속도가 문제가 되는 Insert공정과 솔더링공정을 제외하고는 모두 사람의 수작업 시간이 문제가 되므로 생산능력을 사람 수를 기준으로 하여 일일 가용시간으로 계산해야 한다. 최대 동시 가동인원을 5명 기준으로 할 때, 택타임은 다음과 같이 구한다.

## LEAN INNOVATION 가치창출하는 중소기업형 LEAN생산방식

근무시간	09:00~18:00=540분	
점심시간	12:00~13:00=60분	
휴식시간	11:00~11:10, 15:30~15:40=20분	
1인당 가용작업시간	1인당 540분-80분=460분=27,600초	
일일 총가용시간	5명×27,600=138,000초	4명×27,600 = 110,400초
일일 고객수요량	138,000/300=460초	110,400/300=368초

점심시간과 휴식시간을 제외한 1인당 가용 작업시간은 460분으로써 27,600초에 해당한다. 5명이 동시에 일을 하므로 일일 총 가용시간은 138,000초가 된다. 1,500개를 5일 만에 생산하려면 하루에 300개를 생산해야 하는데, 이 경우 한 공정에서 제품 1단위를 생산하는 데 최대 허용되는 시간은 460초이다. 즉, 이 제품을 계속 생산한다고 가정하면, 460초에 한 공정에서 처리해줘야 하루에 300개를 만들 수 있다. 현재 각 공정에서 실제 사용하고 있는 시간은 다음과 같다.

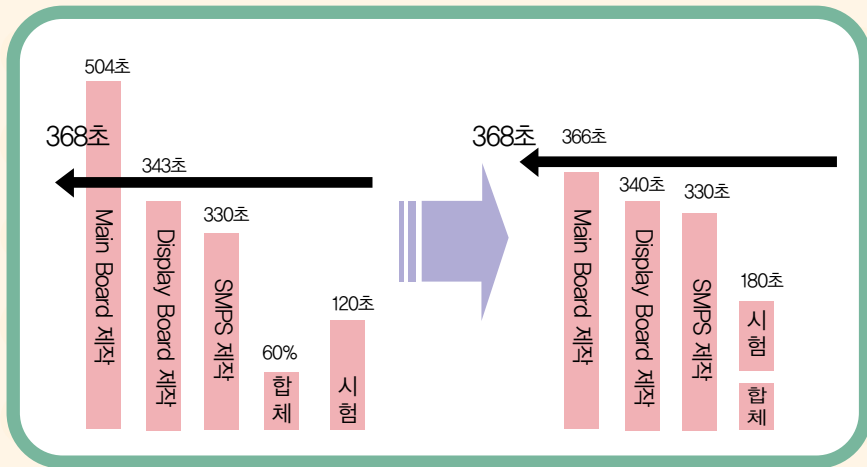
대공정	Main board		Display board		SMPS		합체	시험
	SMD	수조립	SMD	수조립	Insert	솔더링		
C/T(sec)	24	480	20	320	290	40	60	120
대공정 C/T	504		340		330		60	120

여기서 병목현상을 보이고 있는 곳은 Main board 대공정이다. 3개의 조립공정을 병렬로 처리한다면, 최대 684초가 걸린다. 이론적으로는 약 12분 만에 1개의 제품을 생산할 수 있다. 그러나 실제로 이 사이클타임은 1,500개 전체를 생산하는 데 걸리는 공정별 시간을 사람 수로 나눈 평균치이므로 작업자 수를 늘리고 줄임으로써 부품 1개당 사이클타임을 조절할 수 있다. 따라서 합리적인 택타임을 산정하고 인원을 재배치하여 공정 간의 부하를 평준화시키면, 전체 생산성을 향상시킬 수 있는 방안을 모색할 수 있다.

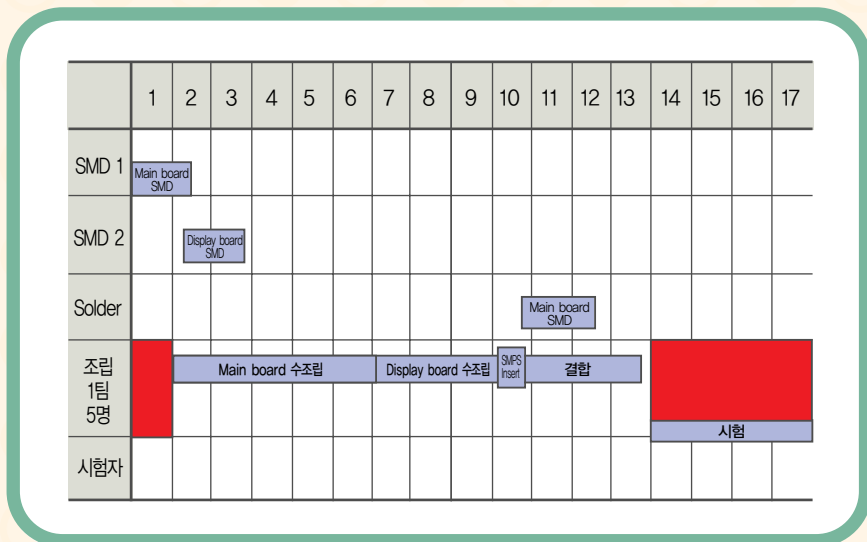
만약에 인력을 1명 절감하는 것을 개선목표로 한다면, 택타임은 368초가 된다. 즉, 인원이 줄어드니 단위제품을 보다 빨리 만들어야 한다. 현 상태에서 3명까지 줄이는 것은 무리이다(택타임 276초: SMPS Insert 기계 처리시간에서 병목이 발생한다).

그리고 합체공정과 시험공정은 인력을 더 투입하면 단위당 처리시간을 각각 30초 이내로 줄이는 것이 계산상으로는 가능하다. 다만 물리적으로는 1분 이내로 줄이는 것은 불가능하므로, 실제로는 한 사람이 합체해서 시험하는 데 2분 정도까지 단축이 가능하다.

② **병렬공정의 동기화 및 부하평준화** 택 이미지를 구현하려면 각 공정들의 사이클타임을 조정해야 한다. 라인에 투입되는 평균인력을 4명으로 줄이는 것을 목표로 할 경우, 택타임은 368초였다. 아래 그림에서와 같이 Main board 조립공정은 504초이므로 인력을 2명 추가 투입하여 366초로 줄이고, 합체공정과 시험공정은 각각 60초와 120초이므로, 이를 FIFO기법을 도입하여 하나의 연속공정처럼 취급한다. 이렇게 되면 완전하지는 않지만 택타임에 가깝게 각 공정을 구성할 수 있다.



③ **생산일정의 조정** 현재상태 지도에서 보이는 바와 같이 모두 9개의 공정이 있지만 Main board와 Display board를 조립하는 공정은 각각 SMD공정과 수조립공정이 마치 하나의 공정처럼 작동하고 있다. SMPS Insert공정과 솔더링공정도 마치 하나의 공정처럼 취급하여 3개의 공정이 비슷한 시간에 끝이 나야 합체공정에 들어갈 수 있기 때문에, 세 공정의 처리속도와 합체 및 시험 공정의 처리속도를 같게 만들어야 택 이미지를 구현할 수 있다. 아래에서 보는 바와 같이, 3개의 보드 조립공정이 순차적으로 진행되고 있어서 리드타임이 17일 걸리고 있다.



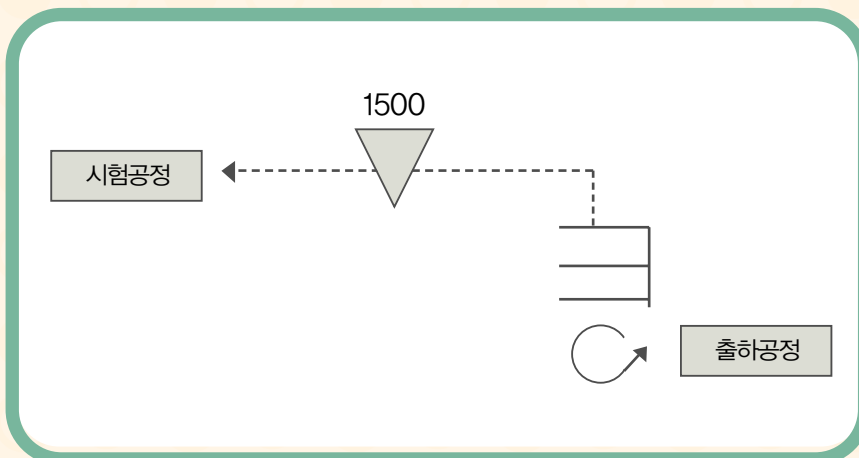
현재 이 회사는 2개의 조립팀을 운영하고 있는데, 오래 전부터 두 팀을 별개의 주문 처리에 배정하는 것이 관례가 되었다. 따라서 모든 제품의 리드타임이 줄어들고 있는 생산현장의 직원들은 이를 모두 당연하게 여기고 있었다. 이러한 생산체제를 택 이미지를 구현하여 인원을 재배치하고 공정을 병렬로 처리함으로써 급주문이나 중요한 고객에 대한 주문처리를 신속하게 처리할 수 있는 방안을 모색하였다.

## LEAN INNOVATION 가치창출하는 중소기업형 LEAN생산방식

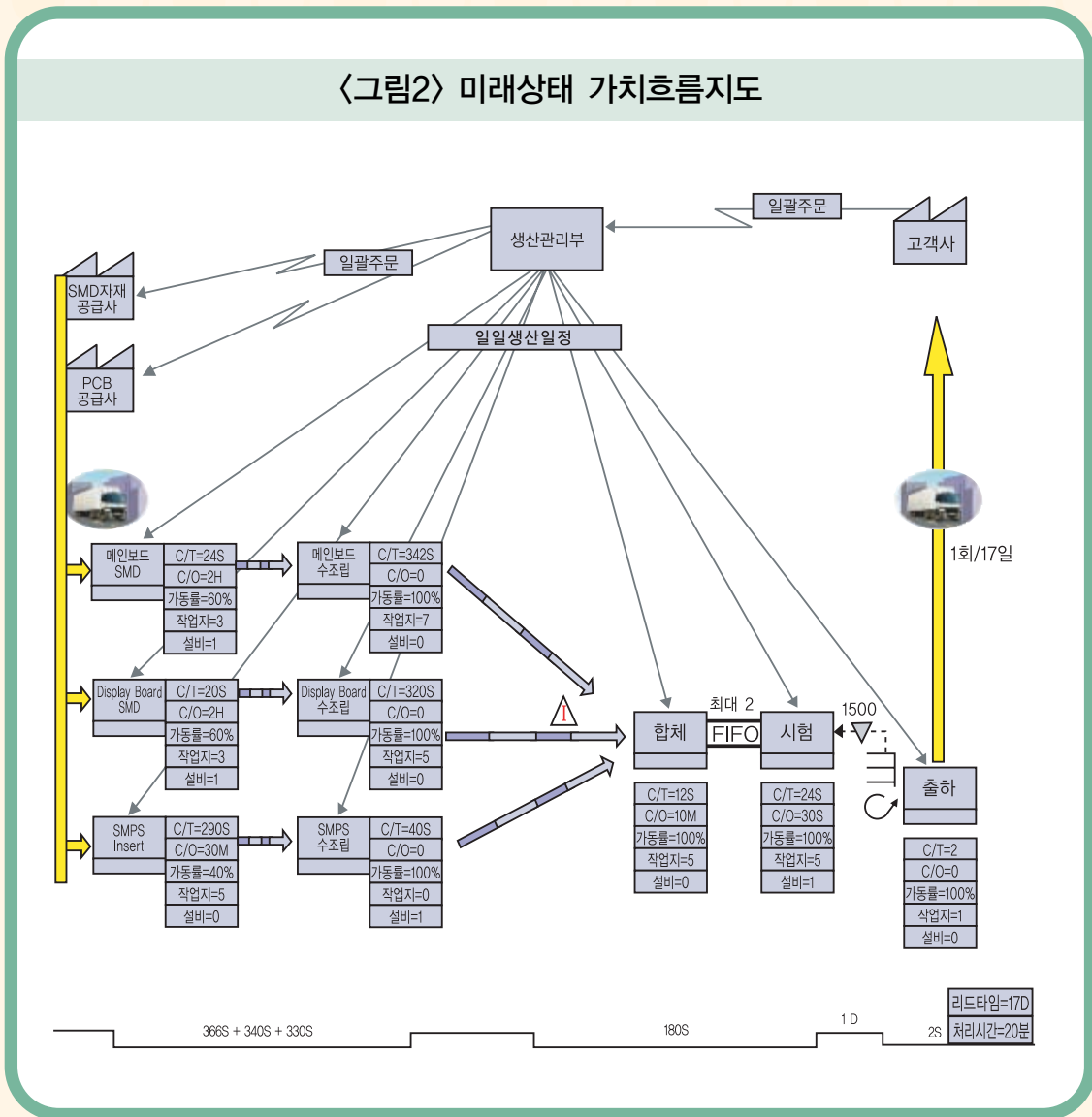
개선된 생산방식에서는 SMD 1과 SMD 2공정을 동시에 시작하고, 이들 공정이 완료되는 대로 Main board와 Display board 조립공정을 두 개의 조립팀이 동시에 진행한다. 이때 결합공정과 시험공정의 인력을 Main board 수조립공정에 투입하여 인원을 두 명 추가함으로써 택타임에 가깝게 사이클타임을 조절한다. 그리고 조립2팀은 Display board 조립이 끝나는 대로 SMPS Insert공정에 투입되고 이튿날인 5일째부터 솔더링이 진행된다. 6일째 오후부터는 3개의 보드가 모두 생산이 완료돼 합체가 가능하므로 합체/시험공정에 모든 인력을 투입한다. 이렇게 생산방식을 바꾸면 7일 만에 1,500개를 모두 생산할 수 있다.

	1	2	3	4	5	6	7
SMD 1	Main board SMD						
SMD 2	Display board SMD						
Solder					솔더링		
조립 1팀 5명		Main board 수조립					합체/시험
조립 2팀 5명		Display board 수조립			SMPS Insert		합체/시험
계							

④ 슈퍼마켓과 신호간판 도입 현 상태에서 고객사에 대한 출하빈도는 그대로 두기로 했다. 따라서 어쩔 수 없이 출하공정 앞에 재고가 쌓이게 된다. 만일 동일한 주문이 반복되거나, 고객사와의 협의를 통해 출하단위를 500개나 300개 등으로 줄일 수 있다면, 출하공정 앞에 슈퍼마켓을 도입하여, 한 묶음의 완제품이 출하될 때마다 신호간판이 전 시험공정에 전달되어 속도조절자 역할을 하게 된다.



⑤ 미래상태 가치흐름지도 이상의 LEAN경영원칙을 적용하여 개선한 결과로 작성한 미래상태의 가치흐름지도는 아래와 같다.



외견상으로는 출하공정 앞에 슈퍼마켓과 신호간판이 도입되고, 합체공정과 시험공정이 FIFO로 일체화된 것 말고는 크게 달라진 것이 없어 보인다. 그러나 3개의 보드를 조립하는 공정들을 병렬로 처리하고 생산기간을 동기화시켜 집합기반의 '동시공학 (Set based Concurrent Engineering)' 을 구현함으로써, 리드타임은 17일에서 7일로 대폭 줄었다.

또한 제품 1단위당 평균 처리시간을 22분에서 20분으로 줄이면서도 평균 투입인력을 1명 절감할 수 있었다. 특히 새로운 생산일정표에서 보듯이 인력의 유휴일자가 5일에서 2일로 줄어들었으므로 인력을 효율적으로 활용하게 되었다. **QM**