

LEAN경영 원칙을 적용하여 낭비를 줄이다

국내 중소기업 LEAN경영 사례 ... TA정밀주식회사, 수도계량기 및 수전금구 생산

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



TA정밀주식회사는 경기도 안산시 반원공단에 위치한 황동용해주조 및 가공 전문기업이다. 2006년 말 기준 자본금은 5억7,000만 원이며, 매출액은 64억 원에 달한다. 가공, 조립, 주조 등을 담당하는 생산1팀과 CNC 가공, MCT 가공을 담당하는 생산2팀을 비롯하여 부설연구소와 품질관리 부서 등의 조직으로 구성되어 있다. TA정밀의 주요 생산품은 수도계량기 및 수전금구이다. 수전금구는 아메리칸스텐다드에 OEM으로 제품을 공급하고 있으며, 수도계량기는 완제품 제조업체인 주식회사 위지트에 상부외갑과 하부외갑 제품을 공급하고 있다. TA정밀의 주요 생산품 중 수도계량기 완제품 제조업체인 위지트사에 납품하는 MW13 하부외갑 제품을 사례분석 대상으로 선정하였다. MW13 하부외갑 제품은 중자, 주조, 탈사, 절단, 쇼트, 전용가공, 수압검사의 공정을 거쳐 출하되고 있다. TA정밀은 생산 공정을 분석하여 현재상태 가치흐름지도와 그리기, 슈퍼마켓, 당기기 방식, 택타임, 순회배달 방식, 부하평준화 등 LEAN경영 원칙을 적용하여 낭비를 줄일 수 있었다. 이번 3월호를 끝으로 이 코너의 대단원의 막을 내린다. <편집자>

연재순서

2010년

- 02월 LEAN생산방식의 개요
- ▼ 03월 LEAN생산방식의 구성요소와 핵심개념
- ▼ 04월 LEAN생산방식 구현을 위한 도구와 기법
- ▼ 05월 가치흐름지도 그리기
- ▼ 06월 해외 중소기업 LEAN경영 사례 ①
- ▼ 07월 국내 중소기업 LEAN경영 사례 ①
- ▼ 08월 LEAN 당기기 생산방식의 구현 ①
- ▼ 09월 LEAN 당기기 생산방식의 구현 ②
- ▼ 10월 LEAN 당기기 생산방식의 구현 ③
- ▼ 11월 LEAN 공급사슬의 구축
- ▼ 12월 서비스산업의 LEAN경영

2011년

- 01월 LEAN경영을 위한 인적자원 관리
- ▼ 02월 해외 중소기업 LEAN경영 사례 ②
- ▼ **03월 국내 중소기업 LEAN경영 사례 ②**

TA정밀주식회사는 경기도 안산시 반원공단에 위치한 황동용해주조 및 가공 전문기업이다. 2006년 말 기준 자본금은 5억7,000만 원이며, 매출액은 64억 원에 달한다. 가공, 조립, 주조 등을 담당하는 생산1팀과 CNC 가공, MCT 가공을 담당하는 생산2팀을 비롯하여 부설연구소와 품질관리부서 등의 조직으로 구성되어 있다.

TA정밀의 주요 생산품은 수도계량기 및 수전금구이다. 수전금구는 아메리칸스텐다드에 OEM으로 제품을 공급하고 있으며, 수도계량기는 완제품 제조업체인 주식회사 위지트에 상부외갑과 하부외갑 제품을 공급하고 있다.

제품군의 선정

TA정밀의 주요 생산품 중 수도계량기 완제품 제조업체인 위지트사에 납품하는 MW13 하부외갑 제품을 사례분석 대상으로 선정하였다. MW13 하부외갑 제품은 중자, 주조, 탈사, 절단, 쇼트, 전용가공, 수압검사의 공정을 거쳐 출하되고 있다.

① **중자 공정** 중자(core)란 주물의 내부에 빈 공간이 있는 주물을 주조할 때 내부를 메우기 위해서 사용되는 틀을 의미하며, 주조 시 높은 온도를 견뎌야 하므로 특수 코팅된 모래를 이용한다.

TA정밀에서 사용하는 코팅 모래는 주식회사 나래로부터 평균 월 2회에 걸쳐 비정기적으로 공급받고 있고, 구매계획을 별도로 수립하지 않고 있으므로 공급사에서는 수요예측이 불가능한 상태이다. 코팅 모래는 보통 납기 하루 전에 주문을 하고, 1회 주문량은 평균 10톤 정도이다. 중자를 위해 평균 5톤가량의 코팅 모래가 원자재 재고로 비축되어 있다.

중자기는 1회에 3개의 중자를 동시에 생산하도록 설계되어 있다. 중자공정의 주기 안에는 완성된 중자의 배출, 중자의 육안 검사, 중자에 묻은 불순물 제거 등의 작업이 포함되어 있다. 한편, 원자재인 코팅 모래를 보관장소에서 중자기의 투입기로 이동시키는 작업과 트레이 단위로 완성된 중자를 보관장소로 이동시키는 작업은 중자공정 주기와는 별도로 수행하고 있다.

② **주조 공정** 주조 공정은 주 재료인 황동을 용해시키고 용해된 황동을 주형 속에 넣어 제품의 모양을 완성하는 공정이다. TA정밀에서 사용하는 황동은 주식회사 '구리'로부터 평균적으로 월 4회에 걸쳐 비정기적으로 공급을 받고 있으며, 황동에 대한 구매계획도 별도로 수립하지 않고 있다.

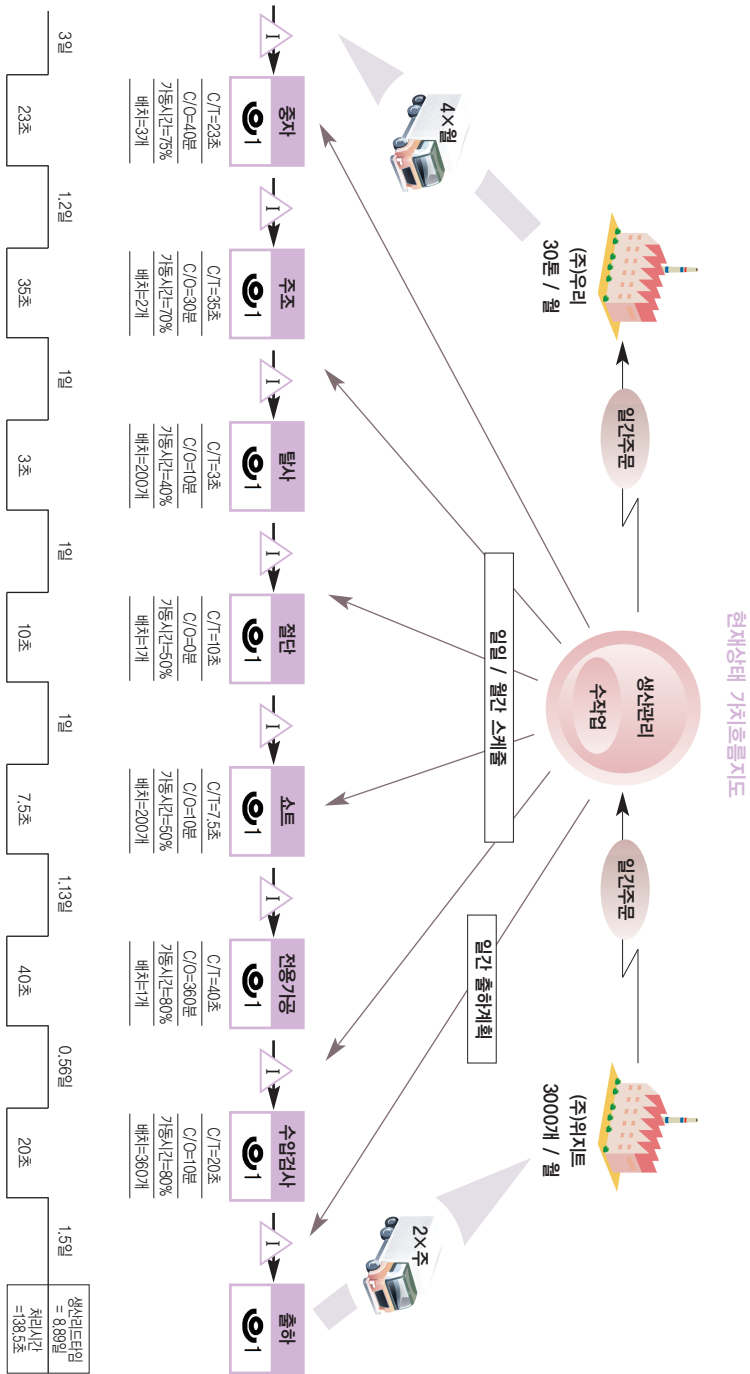
일반적으로 납기 하루 전에 주문을 하며, 1회 주문량은 평균 7.5톤이다. 주조 공정은 황동원자재를 용해시키고 주형에 중자를 삽입한 후, 용해된 황동을 주입하여 형태를 완성한다. 주조 공정은 한 명의 작업자가 담당하고 있고, 한 번에 2개의 제품을 동시에 생산하도록 설계되어 있다. 주조 공정 작업자의 작업요소 가운데 중자의 삽입, 불순물 제거, 용해된 황동의 주입, 완제품 배출 등은 주기 내 작업으로 분류하고, 황동 및 중자의 이동과 황동의 용광로 투입 등의 작업은 주기 외 작업으로 분류한다.

③ **탈사 공정** 탈사 공정은 주조를 거친 제품을 냉각시키고, 표면에 붙어 있는 모래를 제거하는 공정이다. 탈사 작업은 배치로 이루어지며 배치 사이즈는 제품에 따라 다르다. 탈사 작업이 끝난 제품은 후속 공정인 절단 공정으로 이동하기 위해 정해진 위치에 저장된다.

④ **절단 공정** 주조 공정에서 사용되는 주형은 동일한 제품을 쌍으로 생산하도록 되어 있다. 절단 공정에서는 쌍으로 붙어 있는 두 개의 제품을 직소를 이용하여 분리한다. 절단 공정은 한 대의 기계와 한 명의 작업자로 운영되며, 작업자는 탈사 후 저장소에 저장되어 있는 제품을 한 박스 분량만큼 가져와서 작업대 왼쪽에 놓은 후, 한 쌍의 제품에 대하여 절단 작업을 수행하며 절단된 제품은 작업자 우측에 위치한 빈 박스에 넣는다. 한 박스 분량의 제품 절단 작업이 완료되면 작업자는 후속 공정인 쇼트 공정으로 제품을 이송시킨다.

⑤ **쇼트 공정** 쇼트 공정은 원심력이나 압축 공기로 조그마한 강철 구슬을 강철 재료의 표면에 충돌시켜 표면을 처리하는 작업이다. 절단 공정 후 개별 제품의 모양을 갖추었으나 각 제품의 표면은 거칠고 불순물이 많이 붙어 있어 제품의 표면을 처리하기 위해 제품을 쇼트기에 삽입한다. 쇼트 공정은 배치로 이루어지며, 배치

<그림1> TA정밀의 현재상태 가치흐름지도



〈표1〉 택타임 계산과정

고려요소	산출과정
근무시간	8:20~17:00 = 520분
점심시간	12:20~13:00 = 40분
휴식시간	10:30~10:40, 15:00~15:10 = 20분
일일 가용작업시간	520분-60분 = 460분 = 27,600초
일일 고객요구량	1,000개
택타임	27,600초 / 1000개 = 27.6초 = 약 28초

사이즈는 제품에 따라 다르다. 쇼트 공정 후 제품은 최종 가공을 위하여 전용가공 공정으로 이동한다.

⑥ **전용가공 공정** TA정밀의 기계가공은 전용기를 이용한 전용가공 공정과 범용기를 이용한 MCT공정으로 구성되어 있으며, 가공순서 및 사용기계 등은 제품의 종류에 따라 다르다. 그 중 본 사례연구에서 대상으로 하고 있는 MW13 하부외갑 제품은 전용기만 이용하고 있다. 전용가공 공정은 두 대의 기계와 1명의 작업자로 운영된다.

⑦ **수입검사 공정** TA정밀의 주요 생산제품인 수전금구 및 수도계량기는 일정한 수압을 견뎌야 하므로 출하 전에 전수 수입검사를 실시한다. 수입검사는 한 명의 작업자가 한 대의 기계를 이용하여 한 번에 한 개의 완성품에 대하여 검사를 실시하며, 검사를 통과한 제품은 작업자 좌측에 있는 완제품 보관 박스에 놓는다. 수입검사 공정에서 발견되는 불량률은 10% 가량이며, 대부분이 주조 공정에서의 주조 불량으로 발생한다.

⑧ **출하 공정** 완성된 제품은 출하장에 보관된다. 출하장은 공장의 2층에 위치해 있으며 출하 제품은 승강기를 이용하여 1층으로 이송된다. 출하장은 조립공정을 위한 작업장 옆에 있다. 또한 출하장은 완성품뿐만 아니라 조립공정으로 투입될 반제품의 보관장소로도 활용되고 있다.

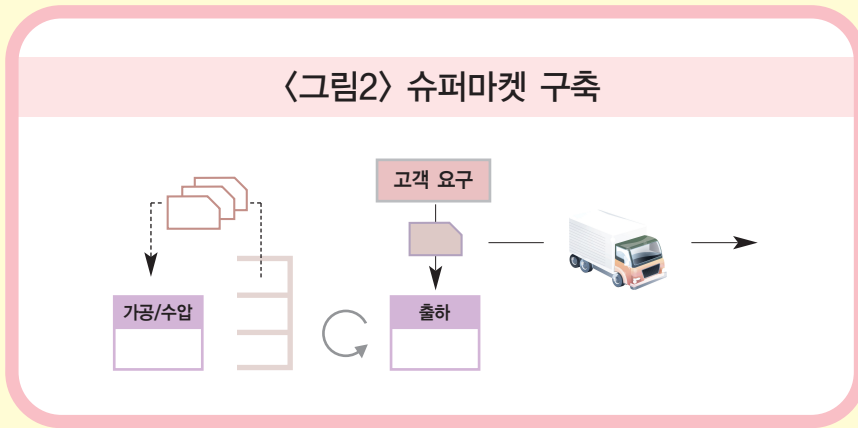
현재상태 가치흐름지도 작성

〈그림1〉은 TA정밀의 이상의 생산공정에 대해 수집된 자료를 바탕으로 ‘현재상태 가치흐름지도’를 작성한 것이다.

미래상태 가치흐름지도 작성

가치흐름지도 작성의 목적은 단기간 내에 미래상태 가치흐름을 실행하여 낭비의 원인을 찾아내 제거하는 것이다. 이는 결과적으로 연속흐름과 당기기를 통해 개별 공정들이 각각의 고객공정과 연결되는 생산체인을 구성하여 필요할 때 필요한 제품을 생산 가능하게 한다.

① **미래상태를 위한 택타임의 계산** LEAN생산에서 추구하는 것은 후공정이 필요



로 할 때 필요한 만큼만 생산하는 것이므로 택타임에 기반을 둔 생산이 필요하다. TA정밀의 택타임은 <표1>과 같이 계산한다.

택타임은 실가동작업시간 내에 고객요구량을 충족하기 위하여 TA정밀의 가공 공정에서 제품을 매 28초마다 생산할 필요가 있다는 것을 의미한다. 이 숫자는 기계고장, 작업전환, 자투리생산을 위한 시간을 고려하지 않은 것이며, 만일 작업중단 문제를 즉시 제거하지 못한다면 TA정밀은 택타임보다 빨리 가공품을 생산해야 한다. 택타임은 고객이 정의한 인용 수치이므로 TA정밀 공장에서 임의로 변경할 수 없는 값이다.

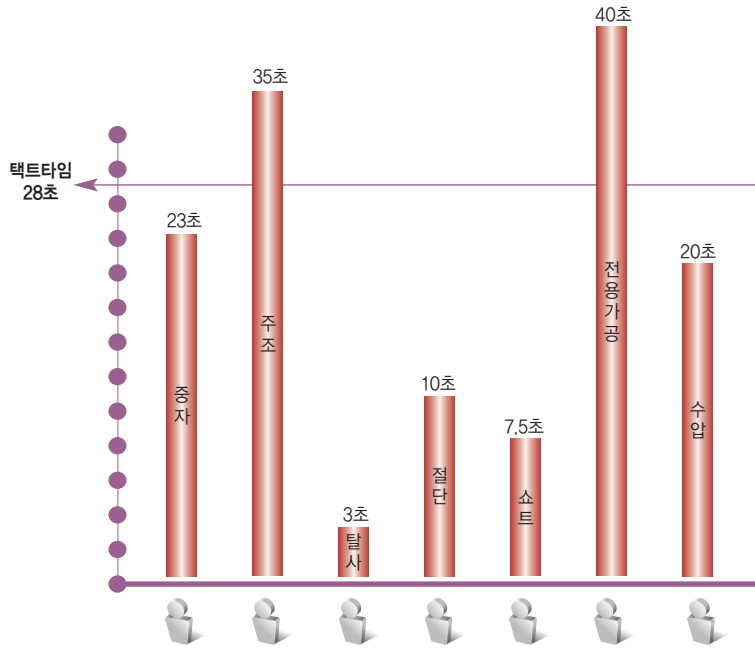
② **TA정밀의 완제품 슈퍼마켓 구축** TA정밀 사례에서 계량기용 MW13 하부외갑은 한 개의 제품형태만이 존재하며, 저장용이 용이한 작은 부품이다. 고객 요구량은 예측이 힘들 정도로 변동이 심하여 TA정밀은 구축될 미래상태의 가동률에 대해 확신을 하지 못하고 있다. 따라서 TA정밀은 완제품 슈퍼마켓을 두고 변화를 시도하기로 하였다.

TA정밀은 고객의 30일분 예측물량을 사용하여 바로 다음 생산기간에 필요한 생산능력을 결정할 수 있다. 완제품 슈퍼마켓으로부터 상위공정인 가공공정으로 전달되는 간판을 보고 실제 생산량을 결정한다.

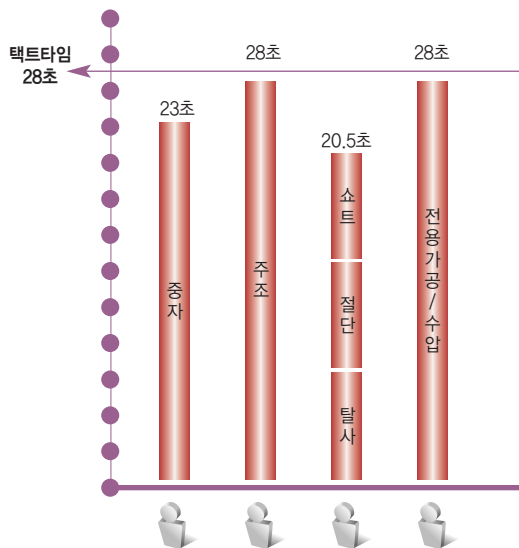
현재 가공공정은 360개들이 상자단위로 이동하고 있는데, 이는 반나절 정도의 묶음크기로 지나치게 많은 수량이다. 따라서 초기에는 상자크기를 1/3정도로 줄여서 120개들이 한 상자 단위로 이동하는 것으로 결정하였다(약 1시간 분량). 이렇게 하면 잦은 운반이 되지만 고객 수요의 변동에 대응이 용이해지고, 한 번에 적은 수량을 인수함으로써 재고가 부족해지는 등의 문제를 줄일 수 있게 된다. 또한 정보전달의 주기를 단축하고, 관리의 시간 단위를 더 단축할 수 있다.

③ **연속흐름 공정의 도입** <그림3>은 각 공정의 현재 총 주기시간을 요약한 것이다. 종자, 주조, 탈사, 절단, 쇼트, 전용가공, 수압검사의 각 공정별 주기시간이 매우 다르고 편차가 심할 뿐만 아니라 주조공정의 불량률(3%)과 수압공정의 불량률(6%)이 상대적으로 높아, 당장 모든 공정을 연속흐름으로 구현한다는 것은 라인이

〈그림3〉 TA정밀의 현행 주기시간



〈그림4〉 TA정밀의 미래상태 주기시간



〈표2〉 택타임에 맞춰 부하평준화를 하기 위한 공정개선 활동

중자	<ul style="list-style-type: none"> ● 현행 주기시간대로 23초를 유지하되, 주조 제품당 여러 개의 중자제품이 필요한 경우, 인원을 유연하게 추가 투입하여 택타임이 28초 이내를 유지하여야 한다.
주조	<ul style="list-style-type: none"> ● 주조 공정은 현행 25초의 주기시간을 택타임에 가깝도록 28초 이내로 줄여야 한다. 이를 위해 작업방법 개선, 고속의 설비도입 등을 고려해야 한다.
탈사/ 절단/ 쇼트	<ul style="list-style-type: none"> ● 탈사, 절단, 쇼트는 상대적으로 주기시간이 짧기 때문에 한 명의 작업자가 동시작업으로 수행한다. ● 장기적으로는 탈사와 쇼트작업이 한 단위 가공이 가능하도록 개선하여 주조와 연속흐름으로 생산되어야 한다. 단기적으로는 탈사와 쇼트가공 묶음을 120개로 하여 하류 공정과 피치단위를 통일한다. ● 쇼트 묶음 작업시간을 탈사 묶음 작업시간에 가깝게 단축하고, 절단 및 쇼트 설비 가공시간을 이용하여 절단작업이 이루어지도록 동기화시킨다.
전용가공/ 수압	<ul style="list-style-type: none"> ● 전용가공의 주기시간이 지나치게 길기 때문에 작업방법 개선, 고속의 설비도입 등을 고려하여 택타임 이내로 단축시킨다. ● 수압검사는 전용가공 중에 이루어지도록 하여 가공공정에 통합하며, 작업자는 1명이 수행하도록 한다. ● 장기적으로 전용가공의 작업전환시간을 10분 이내로 줄여서 제품믹스를 평준화할 수 있는 기반을 마련해야 한다.

정지할 위험이 높고 비현실적이기 때문에 <그림4>와 같이 중자, 주조, 탈사/절단/쇼트, 가공/수압 등 4단계로 통합하기로 하였다.

한편, 각 공정의 주기시간을 택타임 이내로 맞추고, 작업자에 대한 부하를 평준화하기 위해 각 공정별로 부하를 조정하고, 택타임 이내로 주기시간을 맞추기 위해 아래와 같은 공정개선 활동을 벌였다.

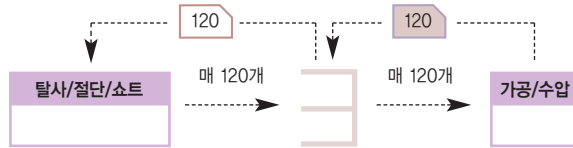
이상의 공정 개선으로 줄어든 3명의 인력은 자재 운반 또는 기타 가치를 창조하는 다른 활동에 투입하기로 결정하였다.

④ **TA정밀의 슈퍼마켓 당기기시스템 설계** TA정밀은 완제품 슈퍼마켓을 두고 위탁에 공급하는 MW13 하부외갑을 생산하기로 결정했다. TA정밀의 공장 내 가치흐름을 완성하기 위하여 주기시간이 서로 다른 중자, 주조, 탈사/절단/쇼트 공정에 4개의 슈퍼마켓이 필요하다. 당기기시스템 설계는 고객요구로부터 시작되는데, 이들 공정의 고객은 가공 공정으로서 대략 1,000개의 부품이 매일 필요하다.

공정 내의 각 용기에는 인수간판이 부착된다. 자재운반자는 쇼트 후 슈퍼마켓에서 가공 공정으로 부품을 120개 단위로 가져가면서 인수간판을 슈퍼마켓에 옆에 놓인 간판함에 넣는다.

자재운반 작업자가 슈퍼마켓으로부터 상자를 인수할 때마다 생산간판은 쇼트 공정으로 보내진다. 생산간판은 쇼트 공정에 120개의 부품을 생산하여 상자에 담아

〈그림5〉 슈퍼마켓과 인수간판 및 생산지시 간판의 흐름



서 쇼트 후 부품 슈퍼마켓에 있는 지정된 위치로 운반할 것을 지시한다.

이제 쇼트 공정은 더 이상 생산관리부로부터 스케줄을 받지 않고 생산지시간판만 보고 생산시기와 생산량을 결정한다. 지도작성 아이콘을 이용하여 새로운 흐름을 나타내면 〈그림5〉와 같다. 상류 공정의 보충지연과 공정상의 문제를 고려하여 0.5일분의 부품을 슈퍼마켓에 유지하기로 하였다.

공장 수준에서의 LEAN 가치흐름을 구현하려면, 미래상태지도상에 황동을 보관하는 곳에도 슈퍼마켓을 설치해야 한다. 비록 TA정밀의 황동 공급사가 LEAN생산방식을 받아들여 간판을 인수하여 자재를 납품할 준비가 되어 있는 회사는 아니지만, 그래도 TA정밀은 내부 인수간판을 이용하여 황동이 사용될 때마다 이 간판을 생산관리부서에 보낼 수 있다.

이 경우 생산관리부서는 황동 사용량을 예측하여 주문을 내는 대신, 실제 사용량을 근거로 하여 황동을 주문할 수 있다. 일단 생산관리부에서 그날의 황동을 주문하면 주문량에 상응하는 생산지시간판을 입고장의 간판함에 넣어 둔다. 이는 그날 공급사가 배달해야 할 황동의 물량을 표시한 것이다.

만일, 입고장 간판함에 어제 간판이 여전히 남아 있다면 공급이 제때 이루어지지 않았다는 것을 의미한다. 현재 황동 공급사는 황동을 주간 단위로 출하하고 있는데, 비록 황동 공급사가 황동 생산의 최소 묶음단위를 줄이지 않더라도 '순회배달' 방식으로 다른 고객들을 방문하면 하루에 필요한 황동만큼 납품하는 것이 가능하다.

단순히 순회배달 방식으로 납품하게 함으로써 황동 공급사에게는 안정적 수요를 제공하는 한편, TA정밀사의 재고를 80% 줄일 수 있었다.

⑤ **속도조절 공정 지정** 속도조절 공정의 모든 하위 공정단계가 연속흐름으로 구현돼야 하기 때문에 TA정밀에서 스케줄링 지점은 전용가공/수입공정이 된다. 종자, 주조, 탈사/절단/쇼트, 전용가공/수입 공정 사이에는 당기기시스템이 도입될 것이기 때문에 다른 어떤 상위 공정에서도 스케줄을 작성해서는 안 된다. 이 스케줄 작성 공정은 TA정밀의 MW13 하부외갑의 가치흐름을 통제한다.

⑥ **속도조절 공정에서의 작업량 지시 및 인수 단위** 가공공정에 택트 이미지를 어떻게 제공하고 얼마나 자주 생산을 체크할 것인가? 모든 간판을(2교대분) 상류 공

정한 번에 돌려보내는 것은 공정에 택트 이미지를 적용하지 않는 것이므로 묶음(batch)으로 작업지시를 하는 것은 피해야 한다.

TA정밀의 경우, 자연스러운 가공 작업의 지시간격은 28초 택타임×상자당 120개=56분(약 1시간)이다. 이 시간을 120개들이 상자 하나당 한 개의 간판이 대응되는 피치라고 부른다.


MW13 하부외압의 간판함에 있는 각 열은 1시간 피치간격을 나타낸다. 매 60분마다 운반작업자는 다음 간판을 가공 공정에 가져오고, 완제품 상자를 출하장으로 운반한다. 만일 상자가 60분 피치 간격으로 완성되지 않으면 중대한 문제가 발생했음을 감지하게 된다.

⑦ TA정밀의 가치흐름 향상을 위해 필요한 공정 개선 미래 상태에서 목표로 하는 자재와 정보흐름을 실현하기 위해서는 다음과 같은 추가 공정개선 작업이 필요하다. ▶고객의 수요에 신속히 반응하기 위해 가공 공정 작업전환 시간과 묶음크기를 줄여야 한다. 1차 목표는 전용가공기 작업전환 시간을 30분으로, 묶음크기는 120개 단위로 줄이는 것이다. ▶주조공정의 주기시간을 28초 이내로 조정한다. ▶탈사/절단/쇼트의 공정을 한 개의 공정으로 묶어 한 명의 작업자가 수행하도록 변경한다. ▶탈사와 쇼트가공 묶음을 120개로 하여 하류 공정과 피치단위를 통일한다. ▶탈사, 절단, 쇼트 작업시간을 동기화시킨다. ▶전용가공과 수압공정을 흐름방식으로 결합하고, 한 명의 작업자가 수행하도록 한다. ▶순회배달 형식으로 매일 필요한 황동을 입고시킨다. ▶작업자를 7명에서 4명으로 축소 운영한다.

한편, 보다 장기적으로는 탈사, 쇼트 작업이 한 단위 가공이 가능토록 하여 중자, 주조, 탈사, 절단, 쇼트 작업이 흐름생산이 되어야 한다.

이상의 LEAN경영 원칙들을 적용하여 TA정밀의 미래상태 가치흐름지도를 작성해 보면 <그림6>과 같다.

LEAN생산방식 도입의 성과

지금까지 TA정밀의 생산공정을 분석하여 현재상태 가치흐름지도를 그리고, 슈퍼마켓, 당기기 방식, 택타임, 순회배달 방식, 부하평준화 등 LEAN경영 원칙을 적용하여 낭비를 줄임으로써 얻은 성과를 요약하면 <표3>과 같다. 

<표3> TA정밀 LEAN생산방식 도입의 성과

구분	황동	재공품	완제품	생산 리드타임	처리시간
이전	3일	5.89일	1.5일	10.39일	138.5초
이후	0.5일	1.5일(0.5×3)	0.5일	2.5일	99.5초

(※ 이 글은 <중소기업 협력형 LEAN생산방식구축 프로젝트 보고서, 중소기업청, 2009>를 참고하였다.)