

Lean 6 Sigma에 의한 LCD TV의 Modular Cell Line 구축에 관한 연구

Study on Construction of Modular Cell Line for LCD TV by Lean 6 Sigma

정영관¹, 최성대^{2*}, 유종규³, 정선환⁴
Young-Kwan Jeong¹, Seong-Dae Choi^{2*}, Chong-Kyu Yoo³
and Seon-Hwan Cheong⁴

<Abstract>

Lean 6 sigma has recently been used to describe a management system which combines lean management and 6 sigma. The marriage between Lean manufacturing and 6 sigma has proven to be a powerful tool for cutting waste and improving the organization operations. Time and quality are the most important metrics in improving any company's production and profit performance. lean 6 sigma is a management innovation for improving production efficiency, process quality, cost reduction, investment efficiency and customer's satisfaction. in this paper, Advanced cell line is builded the home appliance goods of the LCD TV final assembly line of domestic company line, training the multi-skilled man and controlling the production information system based on Lean 6 sigma.

Keywords : Cell line, 6 Sigma, Lean 6 sigma

1. 서론

미국의 Motorola 회사는 생산 현장 중심의 Loss 개선에 의한 최적화 생산이 최대의 장점인 TPS(Toyota Production System)에 대응하는 사무 현장과 Process 개선을 중심으로 하는 6 Sigma를 개발하여 세계 초일류 기업으로 도약했다.

2004년도부터 GE에서는 6 Sigma 의 추진 Process인 DMAIC(Define, Measurement, Analysis, Improvement, Control)에 TPS의 최

적생산조건을 접목시켜서 Lean Production System 이라 했다.

또한 GE는 TPS의 Lean Product System과 6 Sigma를 융합시킨 Lean 6 Sigma를 경영개선 기법으로 활용하여 재무성과 및 업무 Speed 향상에 큰 효과를 달성 하고 있다. 본 연구에서는 Lean 6 Sigma 개념을 LCD TV 생산 라인에 적용하여 인치별, 방송System별, Display 종류 별로구분되는 LCD TV의 다양한 모델 생산을 Modular Cell Line으로 생산라인 System을 개선하는데 연구 목적이 있다.

¹정회원, 금오공과대학교 기계공학부 교수, 工博

²교신저자, 정회원, 금오공과대학교 기계공학부 교수, 工博
E-mail : sdchoi@kumoh.ac.kr

³정회원, 금오공과대학교 대학원, 박사과정

⁴금오공과대학교 기계공학부 명예교수, 工博

¹Prof., Kumoh Inst, of Tech. D. of M. E., Ph D

²Corresponding Author, Professor,
Kumoh Inst, of Tech. D. of M. E., Ph D

³Graduate Student, Kumoh Inst, of Tech.

⁴Prof., Kumoh Inst, of Tech. D. of M. E., Ph D

2. TPS와 6 Sigma를 적용한 생산방식의 개요

2.1 TPS(Totyota Production System) 생산 방식

TPS 생산방식은 JIT(Just In Time)와 자동화가 주축이며 Fig.1과 같이 7대 Loss(과잉생산, 가공, 동작, 대기, 재고, 운반, 검사)를 제거하여 생산 공정이 Loss가 없는 상태. 즉, Lean 상태로 개선 후 input공정과 output공정의 tact time이 일치되도록 자재공급, 공정조립, tact time 관리와 물류 흐름 process 표준화가 되도록 JIT 개념을 적용하였다. 물건의 흐름과 정보의 흐름이 동시에 이루어지고 생산현장과 사무현장이 눈으로 보는 관리가 이루어지도록 관리 시스템이 구축되어 궁극적으로 최적생산시스템 경영으로 기업경쟁력을 향상시키는 것이다.

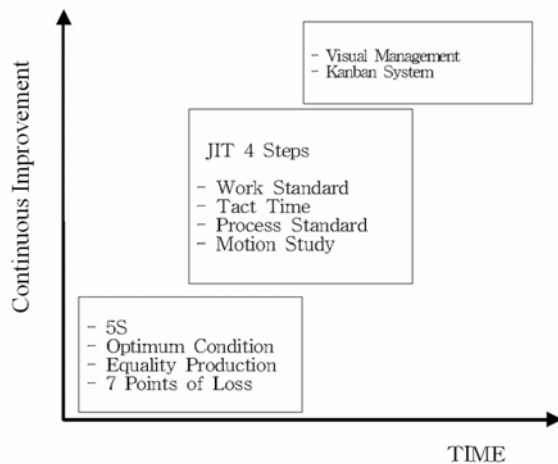


Fig. 1. TPS tools.

2.2 6 Sigma 생산방식

6 Sigma 추진 Process는 Fig.2와 같이 제품의 치명적인 사항(CTQ)을 찾아서 측정값을 수치화하여 $Y=F(x)$ 함수를 만들어 x요인들을 개선함으로써 Y를 개선시키고 개선된 사항을 표준화시켜 사후관리 함으로서 품질수준을 3~4/1,000,000의 수준을 유지하여 고객만족 및 고객창출을 하는데 목적이 있다. 간단히 과정을 설명하면 Define(정의)는 Process에 대한 고객의 기대가 무엇인가를 파악 (CTQ : Critical To Quality), Measurement(측정)는 결점의 반복성 혹은 주요 결점은 무엇인가를 파악($Y=F(X)$),

Analysis(분석)는 결점이 왜, 언제, 어디서, 발생하는지를 조사분석하는 것이며, Improvement(개선)은 Process를 어떻게 안정화 시킬 것인가 하며, Control(관리)는 안정화된 Process를 지속시키기 위한 관리로 요약된다.

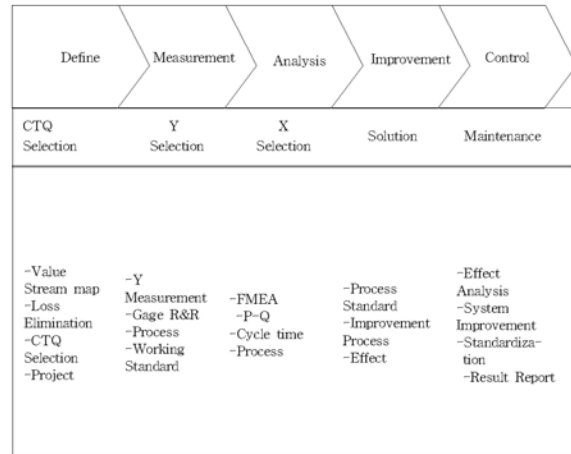


Fig. 2. Process of 6 Sigma.

2.3 TPS와 6 Sigma가 융합된 Lean 6 Sigma

Lean 생산방식은 낭비최소화, 완벽한 초기품질, 유연한 생산라인과 지속적인 개선으로 요약된다. 또한 6sigma는 process개선으로 고객중심의 CTQ(Critical to Quality)를 찾아 불량요인을 개선하고 관리와 표준화함으로서 system적 approach라고 할 수 있으나 속도를 강조하지 않기 때문에 기업의 업무처리 및 생산의 lead time개선에는 다소 부족한 면이 있다.

따라서 Lean Production System과 6 sigma process 개선을 융합하여 고객만족, 비용절감, 품질개선, process 속도 및 투자자본의 빠른 개선을 달성함으로서 high quality, low cost, 단납기로 인하여 고객 창출함으로서 기업성장과 생존전략의 가장 효율적인 관리기법이라할 수 있다.

본 연구과제는 첫째, 대량생산 시스템을 소비자 및 시장 변화에 의한 다품종 소량 생산시스템으로 전환하기 위해 LCD TV의 생산라인의 display, 기관 assembly와 외주 공장 납입 물품의 공정 flow를 모델별 cell line으로 구축 위해 생산 설비의 lay-out 변경이 필요하다. 따라서 Lean 생산방식의 낭비최소화 방안으로 기

판 생산라인과 총조립라인간의 반제품 적치시간을 줄이기 위해 총조립라인을 In-line system에서 Modular cell line system으로 개선하여 과잉생산 낭비, 공정 대기 낭비를 줄이고 유연한 생산라인 운영을 도모하려 한다. 둘째, 모델별 cell line 작업 경우 다기능작업자가 필요함으로 교육 프로그램에 의한 다기능숙련자(MIDAS라고 칭함)의 양성이 필요하다. 따라서 가장 중요한 공정은(6 sigma의 CTQ에 해당)생산라인의 process중 성능, 조정 공정으로 교육중점 관리 포인트로하여 교육 프로그램을 개발하였다.

셋째, 판매 계획과 생산계획을 연동시켜서 월간 생산계획, 주간 생산계획을 일일생산계획으로 변경하고 lot 사이즈를 100대 미만까지 생산계획 수립하여 자재 조달 및 물류 계획을 수립하기위한 정보시스템 구축이 필요하게 되었다. 따라서 생산공장의 정보중에서 Modular Cell Line에서 필요한 Action형 정보만 선별을 위해서 전체 정보의 process를분석하여 Modular CellLine에서 MIDAS가손쉽게 관리 가능하고 꼭 필요한 정보를 real time으로 활용하기 위해 정보시스템의 process개선이 필요하게되었다.

3. 생산라인의 개선

3.1 기존 LCD 생산라인의 문제점

TV의 display가 CPT(Color Picture Tube), PDP(Plasma Display Panel), LCD(Liquid Cristal Display)로 다양해지고 TV 화면 크기가 대형화됨과 동시에 소비자의 needs의 다양성을 요구하게 되었다. 이러한 시장 변화에 대응하기 위하여 다품종 소량생산, On time delivery와 Low cost 생산원가의 경쟁력을 높이기 위하여 종전의 순차적 in-line 생산방식인 conveyor system의 개선이 필요하게 되었다.

① conveyor 길이가 길고 모델의 시판 chassis 별 조립시간이 차이나고 기관 chassis 선행 생산 후 운반 loss, 적치 대기 loss 및 재고 loss가 발생하여 결국 생산 needs time이 길어지고 공정재고 비용이 증가된다.

② 모델에 따라 공정 운영이 어렵고 검사공정중 중복 운영과 기관 생산 작업장과 총 조립

작업장의 분리운영으로 생산 스피드가 저하된다.

③ 모델별 기능의 다양성, 표준화와 공용화부족 및 in-line 생산방식으로 모델 체인지 시간이 증가된다.

④ 생산관리에 필요한 생산현황, 품질현황, 자재 조달현황 및 모델 변경 상황이 생산현장에 real time 으로 작업자에게 전달되지 않는다. 이러한 ①②③④의 문제점을 개선 연구한 결과로 Cell 생산방식에서 한 단계 발전 된 Modular Cell Line을 구축하게 되었다.

3.2 Modular Cell Line 생산방식

Conveyor 생산방식에서 발생하는 speed, flexibility의 저해 요인을 다품종 소량생산의 경우 loss없이 즉시 대응이 가능하고 낭비가 철저히 배제된 Lean Production System과 process 개선이 필요하다. 결국 설비, 인원, 자재공급, 품질보증 및 정보관리 위한 고객밀착형의 고객 창출 기법이 Modular Cell Line System이라 할 수 있다.

상세개선 구축 포인트는 낭비 배제된 1인 완결형 생산 Line을 구축하고, 1인 다기능 공정 생산 가능한 System 및 인재양성을 하며, 다품종, 소량생산체계의 생산, 자재, 판매, Real Time 정보공유 체계를 확립하고, 작업자가 품질보증하고 고객과의 경계가 없는 품질관리 체계 구축이 되며, Conveyer 및 작업장은 기존의 In-line형태에서 U.V.L, Line 형태의 좁은 공간에서 다기능 보유자에 의한 소량, 다품종 생산 가능한 Lay-out으로 변경하여 Lean 6 sigma system을 구축하는 것이다.

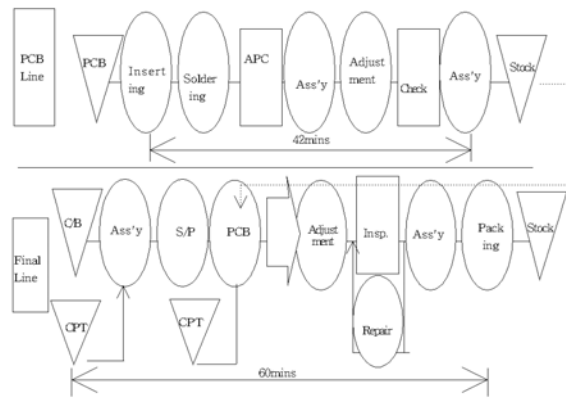


Fig. 3. Production line of LCD TV.

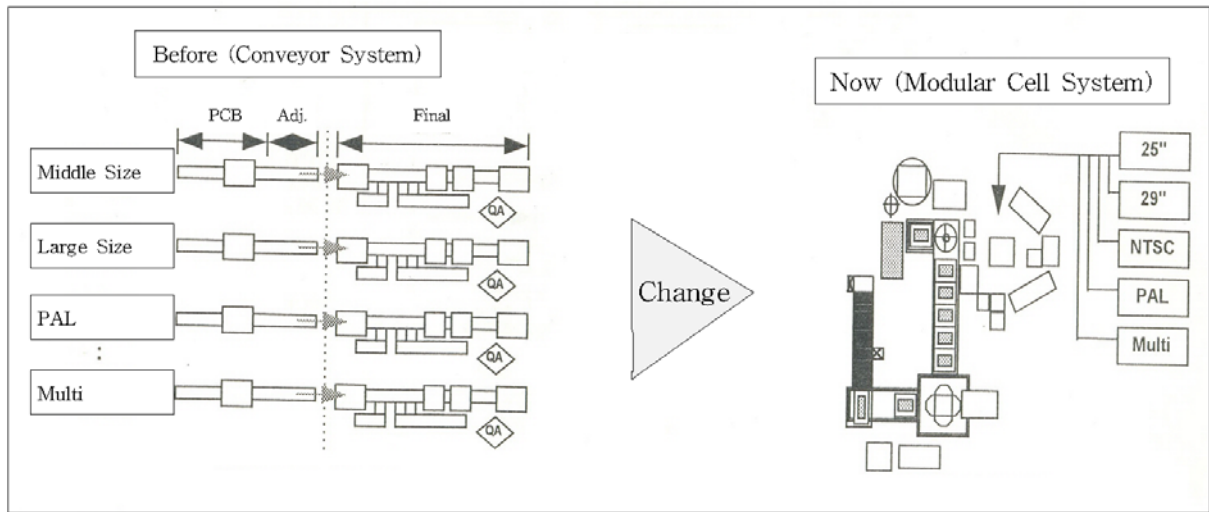


Fig. 4. Modular cell line system for LCD TV line.

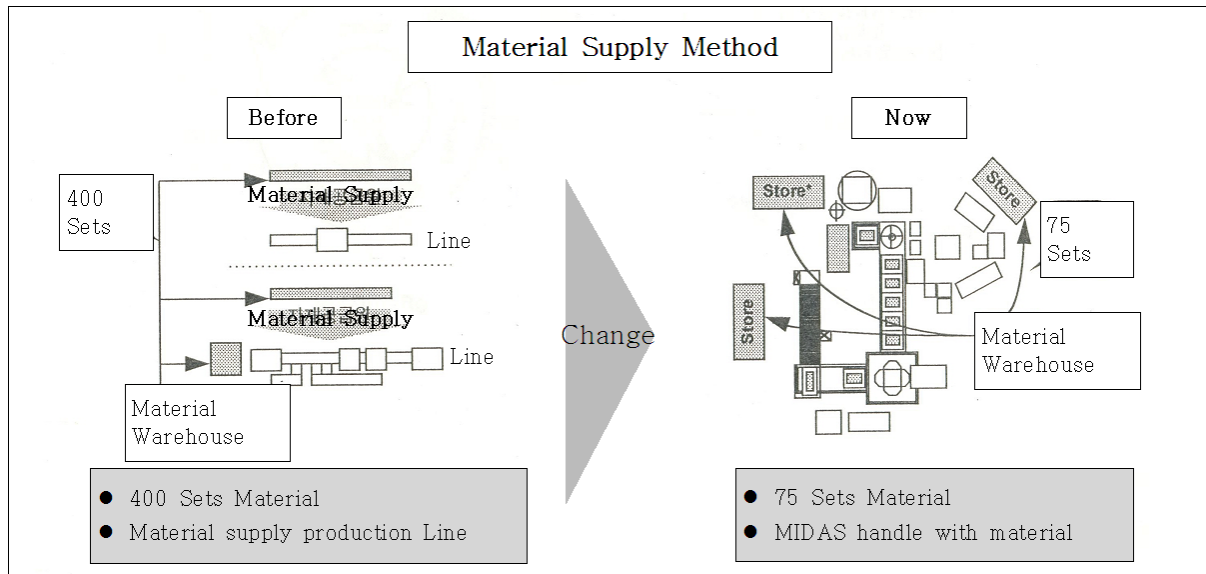


Fig. 5. Material support system for LCD TV line.

4. Lean 6 Sigma 생산방식을 LCD TV에 적용

4.1 생산방식의 개선

TV 생산라인의 기관 Assembly line과 총조립 Assembly line의 공정도를 분석 결과 생산 Lead time은 Fig. 3의 Process Flow Chart에서 LCD TV 생산은 기관조립과 총 조립으로 크게 2개의 조립라인으로 구성되는데 기관조립 ST(17분), 총조립ST(20분) 합계 37분인데 공

정 대기 시간은 65분으로 결국 28분의 공정대기 loss 시간이 발생한다.

따라서 기관 Assembly line에서 생산하는 PCB Assembly를 Modular Cell Line의 자재공급 장소인 store에 직접 공급함으로써 waiting time의 28분을 process 개선한 결과 과잉생산 낭비 및 운반낭비 및 대기의 낭비를 제거하였다. 또한 총조립 생산라인 공정을 4개 그룹으로 구분하여 (기관조립, 총조립, 포장조립, 조정·검사공정)다기능 작업자(MIDAS)를 양성하

고 특히 조정·검사공정의 MIDAS 교육 및 운영은 CTQ(Critical to Quality)로 선정하여 집중적으로 중점 관리하고 관리도를 공정에서 작성함으로써 높은 품질 수준을 유지토록 하였다. Modular Cell Line 구축 방향의 연구는 Modular Cell Line 구축하여 MIDAS 완결형, 품질관리체계 구축, MIDAS양성 Process 구축과 생산체계 공유 시스템 구축을 위한 개선방향은 낭비가 철저히 배제된 1인 완결형의 Compact한 생산 Line 설치하고, 다품종 소량체제에 Loss없이 대응 가능한 생산 Line 구축하고 Action형 정보가 필요한 사람에게 Real Time으로 즉시 제공되는 정보공유 체계 구축, 1인 전체공정, 전체작업 수행이 가능한 다기능공의 의존형 생산방식 구축을 실행하고, 작업자가 품질을 보증하고 고객과의 경계가 없는 품질관리체계를 구축이 되도록 개선하였다.

4.2 Modular Cell Line 시스템 구축

Conveyor 에 의한 분업생산으로 Loss를 제거하고 다품종, 소량생산체제에 대응하기 위하여 공정별(shop) 최적의 생산설비를 구축하여 Modular Cell Line System 구축은 Fig.4 에서와 같이 Before에서 Now와 같이 Lay-out을 In-line에서 Cell-line으로 변경하였다. 또한 정량적 자재 일괄 투입에 의한 공정별 자재 분배에서 탈피하여 Fig. 5와 같이 Max75대 생산자재를 Store에 출고하여 MIDAS에 직접 전달되는 자재 공급방법을 구축하였다.

기관 조립을 위한 다기능 작업자(MIDAS), 총 조립을 위한 다기능 작업자(MAIDAS), 조정 작업을 위한 다기능 작업자(MIDAS) (중점 관리대상의 CTQ), 포장작업을 위한 다기능 작업자로 나누어 작업하였다.

Modular Cell Line System 현장에 LAN을 설치하여 생산 정보를 MIDAS가 touch screen 에 의한 손쉬운 방법으로 즉시 조회가 가능토록 network를 설치하였다.

5. Modular Cell Line 구축의 효과

5.1 생산운영 시스템의 개선효과

개발된 Skill은 같은 업종의 회사, 다른 업종

회사에도 현 상태 대부분 적용이 가능하며 생산성, 생산제품, MIDAS양성, 고객미착 품질관리에서 국제 수준급이라 할 수 있다.

Modular Cell System 구축을 위해서 개발된 Skill은 제품의 특성이 고려된 최적의 Compact한 Modular Cell 방식의 생산설비개발과 Modular cell System 운영을 위한 운영 Skill 개발이 되었으며 Modular Cell System MIDAS의 Team work에 의한 자율적 운영 Process가 개발되었고, MIDAS 완결형 품질관리 체계 구축을 위해서 개발된 Skill은 1인완결형 품질관리 공정구성 방법 개발과 공정 품질 정보 Feed Back Process가 정립되고 고객과의 Direct Connecting에 의한 고객감동 제공 Process가 구축되었고, MIDAS양성 Process 구축을 위해서는 Morale과 Motivation이 제공되는 MIDAS양성 Process가 개발되고 자율적 생산 활동이 가능한 능동형 인재육성 Skill을 개발하였다. 생산정보 공유체계 구축을 위해서는 Action이 가능한 정보 추출방법 개발과 On-Line Real Time Process에 의한 정보 공유체계 구축하는 Skill이 개발 되었다.

5.2 생산성 증가효과

생산 lead time이 Fig. 3에서 (65분-37분=28분)의 waiting loss time이 개선되었다. 또한 Fig. 6과 같이 2개월 동안 생산실적을 모니터링결과 3.13대에서 5.13로 MHR당 생산대수가 64% 향상되었다.

*MHR당생산대수=생산대수÷(직접공수-무작업공수)

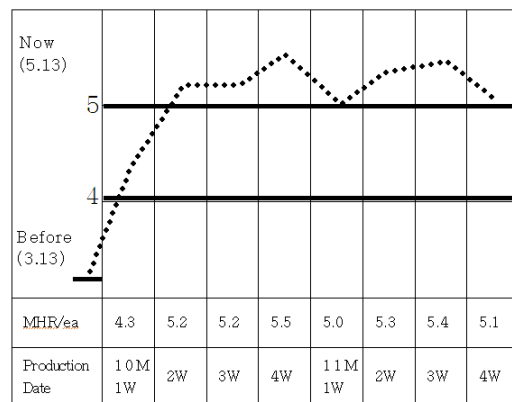


Fig. 6. Result of production after improvement line.

6. 결 론

고객만족을 위해 종전의 Conveyor Line의 흐름생산의 고정개념에서 탈피하여 Conveyor를 Cell Line으로 분리하여 Model별 작업자 다기능화, 자재 공급 방법 개선 및 물류운반수단을 변경하여 고객이 주문한 제품을 72시간 이내에 공급하고 생산한 작업자를 실명화하여 작업자가 만든 제품이 소비자에게 공급되고 Service되는 과정을 생산자에서 고객까지 전산화 관리하여 궁극적으로 고객만족, 고객창출을 실현시킨 개선내용이다. 또한 Modular Cell Line생산방식은 소형제품에만 적용된다는 고정관념을 탈피하여 32", 42", 48"의 대형 LCD TV 제품을 생산 가능토록 개선한 것이 주요한 관점 전환이다.

결국 Modular Cell 생산방식은 많은 비용의 자동화 설비 투자를 줄이고 생산성은 배가 시킨 개선된 새로운 생산 System이라 할 수 있다.

향후 연구과제는 Modular Cell Line System 구축한 know-how를 축적하여 공장 전체의 생산라인에 display 종류에 따라 LCD TV group, PDP TV group, Monitor Group별로 구분하여 Modular Cell Line System 구축 후 완제품은 이송 main conveyor에서 운반되어 제품 창고 입고 후 완제품 창고에 적치되는 TV set가 없이 즉시 대리점 및 물류센터에 배송되도록 Total Solution System 구축을 연구하려 한다.

후 기

본 연구는 금오공과대학교에서 지원한 과제입니다. 관계자 여러분께 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

- 1) Hirano, KMA, Just In Time Production Innovation, (1990)
- 2) Micheal George: Lean 6 Sigma, Future & Management, (2007)
- 3) Yoo, Chong-Kyu: Automation & 6 Sigma Quality Management, YJC, (2007)
- 4) S/S electronic company production innovation book, (2008)
- 5) LG Electronic Company: Production Innovation Book, C-TV Division, (2005)
- 6) Micheal George: Lean 6 Sigma, McGraw. Hill Korea, (2007)
- 7) Lean 6 Sigma Study. Society of korea industrial & systems engineering, (2007)

(접수:2009.12.21, 수정:2010.01.14, 게재 확정:2010.01.22)