

## 6 시그마 환경에서의 TOC/DBR 구현

고시근<sup>\*†</sup>, 구평희<sup>\*</sup>, 하재원<sup>\*\*</sup>, 권혁무<sup>\*</sup>, 김동준<sup>\*\*\*</sup>

<sup>\*</sup>부경대학교 시스템경영공학과, <sup>\*\*</sup>인제대학교 시스템경영공학과, <sup>\*\*\*</sup>삼성전기(주) 6시그마 경영팀

### Implementation of TOC/DBR under Six Sigma environment

Shie-Gheun Koh<sup>\*†</sup>, Pyung-Hoi Koo<sup>\*</sup>, Jae-Won Ha<sup>\*\*</sup>,  
Hyuck-Moo Kwon<sup>\*</sup>, Dong-Chun Kim<sup>\*\*\*</sup>

<sup>\*</sup>Dept of Systems Management & Engineering, Pukyong National Univ.,

<sup>\*\*</sup>Dept of Systems Management Engineering, Inje Univ.,

<sup>\*\*\*</sup>Six Sigma Management Team, Samsung Electro-Mechanics Co.

Key Words: TOC(Theory of Constraints), DBR(Drum-Buffer-Rope), Six Sigma

### Abstract

The TOC/DBR and Six Sigma are the most attention-getting concepts for managing manufacturing companies in Korea. Using the ideas and methods of the TOC/DBR, companies can achieve a large reduction of work-in-process and finished-good inventories, significant improvement in scheduling performance, and substantial earnings increase. The Six Sigma approach derives the overall process of selecting the right projects based on their potential to improve performance metrics and selecting/training the right people to get the business results. These two concepts have different backgrounds and different viewpoints for production systems. So, if the two concepts collaborate each other, the synergy effects to innovate production systems can be expected. This paper proposes a new approach to implement the TOC/DBR concepts in production systems. This approach uses some concepts of Six Sigma which stresses educations, project approaches (step by step procedure using a Roadmap), and improvement philosophy.

### 1. 서론

Goldratt(Goldratt & Cox, 1992)에 의해 처음으로 제시된 TOC는 “시스템의 목표를 달성하는데 제약이 되는 요인을 찾아 집중

† 교신저자 sgkoh@pknu.ac.kr

적으로 개선함으로써, 단기간에 가시적인 경영개선의 성과가 나타나고, 장기적으로는 지속적인 경영개선을 추구하여 시스템의 전체적 최적화를 달성하는 프로세스 중심의 경영혁신 기법"이라고 정의되며 (Choi, 2001), 그 적용분야로는 1)생산 및 운영, 2)재무 및 측정, 3)프로젝트 관리, 4)공급체인, 5)영업, 6)판매, 7)인력관리, 8)전략 및 전술 등 8개 분야를 포함한다(Blackstone, 2001).

지금까지 출간된 문헌들을 조사해보면 TOC에 관련된 주요 이슈로는 다음과 같은 5개 분야를 들 수 있다.

- 1) 쓰루풋 회계 : 기존의 원가회계가 가진 문제점을 극복하고 시스템의 이윤 창출 구조를 새로운 시각으로 바라보는 시스템 평가방법을 제공한다.
- 2) 집중개선 5단계 : TOC를 적용하는 5단계의 체계적인 절차로서 TOC의 기본원리라고 말할 수 있다.
- 3) DBR (Drum-Buffer-Rope) : TOC를 생산시스템에 적용하기 위한 생산계획 및 통제 기법이다.
- 4) Critical Chain : TOC를 프로젝트 관리에 적용하기 위한 기법이다.
- 5) 사고 프로세스(TP; Thinking Processes) : 각종 문제를 해결하기 위한 체계적인 절차를 제공한다.

이러한 기법들을 개별적으로 혹은 복합적으로 적용한 결과 전 세계적으로 여러 기업들에서 성공사례가 보고되고 있으며, 그 사례들을 정리하여 Mabin & Balderstone (2000)은 TOC를 성공적으로 적용할 경우 다음과 같은 효과를 거둘 수 있다고 주장하였다.

- 1) 기업의 현금창출률이 평균 63% 증가

- 2) 이익이 평균 76% 증가
- 3) 재고가 평균 50% 삭감
- 4) 납기준수율(OTD; On Time Delivery)이 평균 95%~98%까지 증가
- 5) 주문에서 납품까지 리드타임을 평균 70% 단축
- 6) 제조 사이클타임을 평균 50% 단축

국내에서도 학계와 업계에서 TOC에 대한 관심도가 급격히 높아지는 추세에 있고, 실제로 적용된 결과도 발표되고 있으나 (Moon & Rim, 2001, Lee & Sun, 2002), 아직까지는 주로 제조부문에 집중되어 있다. 따라서 관심대상 기법도 Critical Chain이나 사고프로세스보다는 DBR 및 그 개념을 구현하기 위한 APS(Advanced Planning and Scheduling) 시스템의 설계가 주류를 이루고 있다.

본 연구에서도 관심의 대상을 제조시스템에 대한 TOC의 구현에 두고 있다. 그러나 DBR 스케줄링 시스템의 구현보다는 TOC/DBR의 개념을 성공적으로 제조기업에 구현하기 위한 방법론에 관심을 두고자 한다. 실제로 TOC/DBR 개념은 매우 단순한 원리로 이루어져 있으나 현장에 구현하기는 그리 쉽지가 않다. 따라서 본 연구에서는 TOC/DBR 개념의 현장 적용이 쉽지 않은 원인을 나름대로 분석하고 그 해결방법을 찾고자 하는 것이다.

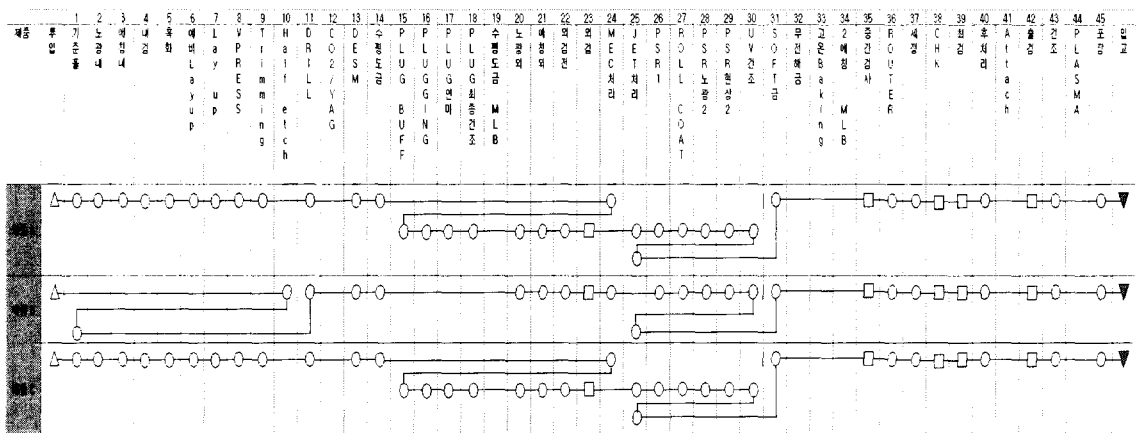
본 연구의 배경은 저자들 중의 일부가 2002년 하반기에 S사의 두 개 제조라인을 대상으로 수행하였던 두 개의 TOC/DBR 구현 프로젝트이다. 이들 프로젝트의 수행을 통해 아직까지 Mabin & Balderstone (2000)이 제시한 정도의 성과는 거두지 못하고 있으나 나름대로 상당한 실적과 구성

원들의 마인드 변화라는 부수적인 실적을 거두었다고 생각된다. 본 연구에서는 이 프로젝트들을 수행하면서 느낀 TOC/DBR 구현의 문제점을 논의하고 그 개선방안을 제시하고자 한다.

우선 본론에 들어가기 전에 프로젝트를 수행하였던 두 개 제조라인 중의 하나에 대해 간략하게 설명하기로 한다. 이 라인 은 반도체 기판을 생산하는 라인으로서, 제품이 고객에 의해 주문이 들어오면 이를 영업 부문과 생산부문이 협의하여 납기를 결정하고 일정계획을 수립하여 투입 일정을 결정하는 make-to-order 형태의 생산 환경을 가지고 있다. 제품은 일정한 양을 묶어 하나의 로트단위로 생산되고 관리된다. 대상 생산 시스템에서는 많은 종류의 제품을 생산하고 있으나, 제품별 생산량, 제품의 특성 및 가공 순서를 고려하여 9가지의 제품군으로 나누어진다. 제품이 생산시스템에 투입되면 45 가지의 주요 생산 공정을 거쳐 생산된다. 각 제품의 생산 경로는 각기 상이하며 각 공정에서의 생산시간 또한 각 제품

마다 다르다. <그림 1>은 시스템 내에서의 제품 흐름을 다중제품경로표에 의하여 작성한 예를 보여주고 있다. 제품이 투입된 후 완성되어 입고되기까지의 시간인 리드타임은 제품별로 상이하여 평균 10일에서부터 30일까지 다양하다. 대상 시스템은 동기화 생산을 달성하고 결과적으로 재공품재고와 리드타임을 줄이는 것이 경쟁력 향상을 위해 매우 중요하다. 이 라인에 대한 프로젝트의 결과는 Hur et al.(2003)에 간단하게 설명되어 있다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 DBR에 대한 간략한 설명과 아울러 DBR을 현장에 구현하기가 쉽지 않은 원인들을 지적하였다. 그 원인들을 극복하기 위해 우리는 6-시그마 접근방법을 활용한다. 따라서 3장에서는 6-시그마의 개념과 그 장점들을 간단하게 설명한다. 다음으로 TOC/DBR과 6-시그마의 협력 필요성을 4장에서 논의하였고 새로운 TOC/DBR 구현 방법론을 5장에서 제시하였다.



<그림 1> PCB 생산라인에서의 제품 흐름 예

## 2. DBR (Drum-Buffer-Rope)

DBR은 TOC를 생산시스템에 적용하는 기법이다. DBR 방식은 Goldratt & Cox (1992)가 보이스카웃 대원들의 행진상황을 이용해 그 원리를 설명하였듯이, 공장내의 제약자원을 찾아내어 최대한 효율적으로 활용하고 비 제약자원을 제약자원에 종속시켜 제약자원이 생산의 흐름을 통제하도록 함으로써 개선의 효과를 극대화시켜 준다. DBR에 대한 더 상세한 설명은 Choi(2001) 혹은 Chung(1999)을 참조할 수 있다.

그러나 모든 이론이 그렇듯이, 현실에서는 이론서들이 주장하는 큰 효과를 거두기가 쉽지 않다. Moon & Rim(2001)도 각 기업에서 TOC를 제대로 이해하고 적용하는 것이 쉽지 않음을 지적하고, TOC 이론도 각각의 기업에 맞도록 조정하는 커스터마이징 작업이 필요함을 주장하였다.

그렇다면 누구나 수긍하는 단순한 원리로 이루어진 DBR 이론이 현장에서 쉽게 구현되지 못하는 원인은 어디에 있는가? 우리는 그 첫 번째 원인을 개선철학의 부재에 맞추고자 한다. DBR에 관심을 가진 대부분의 사람들은 그 간단한 원리에 쉽게 매료된다. 그러나 그들은 그 기법 자체에 주로 관심을 두게 되고 따라서 그 기법을 구현하기 위한 APS 시스템의 개발에 많은 관심을 두는 것이 보통이다. 하지만 아무리 이상적인 계획이라 하더라도 실천이 되지 않으면 아무런 의미가 없다. 따라서 계획보다는 그 계획을 실천하기 위한 노력이 더 중요하다. 실제로 본 연구의 토대가 되는 두 생산 라인 중의 하나는 “일일 정제/보류 대책회의”를 통해 계획이 현장에서 실행

될 수 있도록 지속적으로 관리한 결과 40일에 육박하던 리드타임을 10일 근처까지 줄이는 획기적인 효과를 거둘 수 있었다. 그러나 지속적인 제품의 품질 문제로 인해 그 이상의 효과는 거둘 수가 없었다. 두 생산라인 모두 DBR 시스템의 운영에 있어 궁극적으로 부딪치게 되는 가장 큰 장애요인이 바로 품질문제였다. 따라서 저자들의 생각은 계획의 질보다는 계획의 실천을 위한 관리의 질이 중요하고, 나아가 TOC/DBR의 효과를 극대화하기 위해서는 품질 및 설비문제를 극복하기 위한 개선방법론이 꼭 필요하다는 것이다.

TOC/DBR의 구현이 쉽지 않은 또 하나의 문제는 그 구현절차에 있다. 집중개선 5단계로 표현되는 TOC/DBR 구현 단계는 지속적으로 TOC/DBR을 운영해나가기 위한 매우 적절한 절차를 제시하고 있지만, 처음으로 TOC/DBR을 기업에 소개하고, 담당자들을 교육/훈련시켜, 실제로 구현해 가는 TOC/DBR 구현 프로젝트를 수행하는 절차로는 미흡한 면이 있다는 것이다.

마지막으로 교육의 필요성에 대해 언급하고자 한다. 앞서서도 지적하였듯이 TOC/DBR 개념은 생산계획 알고리즘 하나를 설치한다고 해서 실현되는 것이 결코 아니라 전사적인 개선 마인드의 확립과 그 실천이 전제되어야만 구현이 가능하다. 따라서 어느 소규모 집단의 주도에 의해서는 결코 성공할 수가 없고 전사적인 교육을 통해 광범위한 공감대를 형성하는 것이 매우 중요한 과제이다. 즉, TOC/DBR의 성공적인 구현을 위해서는 지속적으로 반복적인 교육이 최고경영층에서부터 생산직에 이르기까지 전사적으로 이루어져야 한다.

### 3. 6-시그마

미국 Motorola사가 1987년 처음 시작한 6-시그마 경영혁신 활동은 고객 관점에서 품질에 결정적인 영향을 미치는 요소를 찾아내어, 과학적인 기법을 활용해 1백만 개의 제품 혹은 서비스 중 3.4개의 결함만을 허용하자는 일종의 무결점 운동이다(Hong et al., 1999). GE의 Jack Welch 회장에 의해 전사적인 경영혁신운동으로 자리잡은 6-시그마 활동은 국내에서도 대기업에서부터 중소기업에 이르기까지 많은 기업에서 도입하여 이미 성과를 거두었거나 현재 추진 중에 있다.

6-시그마 활동의 기본은 과학적 문제해결 능력을 갖춘 인재를 양성하기 위해 단계별로 화이트 벨트, 그린 벨트, 블랙 벨트, 마스터 블랙 벨트, 그리고 챔피언으로 품질 자격을 두고, 각 개인별로 하여금 이를 취득하도록 하고 있다. 이 중 그린 벨트와 블랙 벨트는 품질개선 및 비용절감을 위해 자체 프로젝트를 통한 개선활동을 수행하여야 한다. 활동의 성패가 거의 전적으로 적절히 훈련받은 프로젝트 수행자에게 달려있다고 할 정도로 6-시그마 활동에서는 인재양성의 중요성을 강조하고 있다.

6-시그마 활동의 수행절차는 대상문제의 성격에 따라 두 가지의 접근방식(Roadmap)을 따르는데 그 구분의 기준은 주로 문제의 현존 여부이다. 즉, 현재 존재하는 문제의 개선을 위한 프로젝트는 DMAIC(Define-Measure-Analyze-Improve-Control) 절차를 사용하는데, 주로 구조화되어 있으며 반복적인 프로세스 개선 방법론이 여기에 해당된다. 반면, 새로운 제품이나 프로세스를 설계한다거나 기존의 것이라

하더라도 완전히 재설계해야 하는 경우에는 DMADV(Define-Measure-Analyze-Design-Verify)의 5단계를 사용한다. <그림 2>는 이러한 두 가지 접근방식이 기업활동 중 어느 부분에 주로 적용되는지를 보여준다. 즉, 기업의 활동을 제조, Transaction(사무간접활동), R&D 등의 3개 분야로 구분하였을 때, 제조분야는 주로 DMAIC 절차를, R&D 분야는 주로 DMADV 절차를, 그리고 Transaction 분야는 반반임을 보여주고 있다.

진 세계적으로 많은 기업들이 큰 성과를 거두고 있음을 통해 알 수 있듯이 6-시그마는 많은 장점들을 갖고 있다. 6-시그마에서 말하는 6-시그마의 훌륭한 특징은 보통 다음의 5개 항목으로 요약된다.

#### 1) 고객 중심

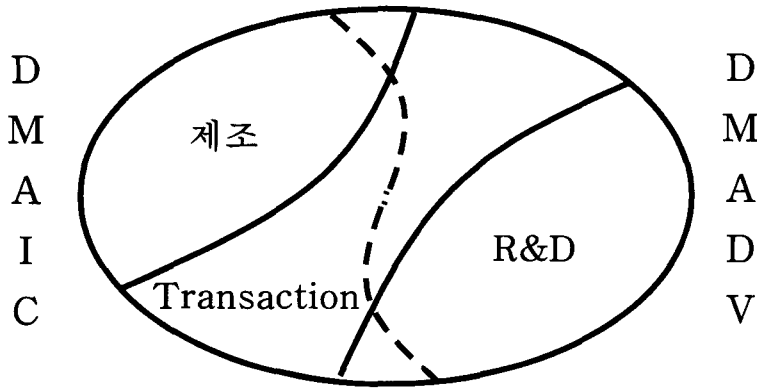
고객이 진정으로 중시하는 CTQ (Critical To Quality; 중요 품질특성)를 식별하고 이를 개선하는 프로젝트를 수행함으로써 고객 중심의 기업구조를 만든다.

#### 2) 프로세스 중심

결과 자체보다는 그 결과에 이르기까지의 프로세스에 초점을 맞춤으로써 COPQ (Cost Of Poor Quality; 저품질 비용) 발생의 근본원인을 제거한다.

#### 3) 과학적 문제해결방법

신뢰성 있는 데이터를 수집함으로써 객관적인 사실을 통한 판단이 가능하고, 통계적인 분석도구를 포함한 과학적 도구들을 활용함으로써 과학적인 분석이 가능해지며, DMAIC 및 DMADV 라는 체계적인 절차를 통해 논리적인 문제해결이 가능해진다.



<그림 2> 6-시그마의 2개 적용절차 및 기업의 3개 활동분야

4) 조직적인 인력 양성

화이트 벨트, 그린 벨트, 블랙 벨트, 마스터 블랙 벨트, 챔피언 등 직급 및 수준에 따라 직원들을 교육하여 그들의 역량을 개선활동에 집결하게 하는 인력양성 프로그램이야말로 6-시그마의 가장 큰 장점이자 특징이라고 할 수 있을 것이다.

5) 재무성과에 직결된 척도의 개선

품질수준(시그마 수준)을 COPQ(저품질 비용)와 관련지어 생각함으로써 개선의 의욕을 높인다.

이와 같이 6-시그마 활동은 독특한 특징과 많은 장점들을 가지고 있는 매우 뛰어난 경영철학임에는 틀림없으나 나름대로의 약점도 지적하지 않을 수 없다.

첫째는 적용대상 문제의 범위이다. 이론적 배경이 품질관리이므로 품질관리 및 개선 분야에서는 탁월한 효과를 발휘하지만 그 외의 분야에서는 효과적인 적용이 쉽지 않다. 비록 <그림 2>와 같이 기업의 전 분

야에 적용이 가능하다고 주장하고 있으나 실제로 품질개선 이외의 분야에는 적용이 쉽지 않으며, 특히 생산계획 및 통제 분야에는 마땅한 도구를 제시하지 못하고 있다.

둘째는 성과척도의 문제이다. 6-시그마에서는 모든 프로젝트의 효과를 금액으로 환산하여 정량화한다. 그러나 그 금액이 프로젝트가 적용되는 부서를 기준으로 산출한 값이어서 기업 전체적인 차원에서 그만큼의 효과를 거둘지는 미지수이다. 즉, 6-시그마의 프로젝트 선정기준이 단순한 금액기준이 아니라 기업 전체적인 과금효과를 고려하여야 한다는 것이다. 실제로 6-시그마를 도입하여 시행하는 많은 기업들이 6-시그마를 통해 달성하였다고 발표하는 효과 금액은 이들 프로젝트의 효과 금액들을 단순 합산한 것이어서 실제로 기업이 거둔 이익과는 거리가 있다고 생각된다. TOC의 관점에서 본다면 제약에 대한 개선은 그 효과 금액이 기업 전체 차원에서 평가되어야 하고 비제약에 대한 개선은 오히려 이익보다는 비용요인으로 평가되어야 한다.

## 4. TOC와 6-시그마의 협력

TOC와 6-시그마의 협력방안에 대해서는 Chung & Jeong (2001)이 이미 논의한 바가 있다. 비록 그들의 연구가, 두 전략을 동등한 위치에서 비교한 것이 아니라 TOC의 입장에서 TOC의 장점과 6-시그마의 단점을 주로 부각시켰다는 지적을 받고는 있으나 두 전략을 처음으로 비교/분석함으로써 주목을 받았다.

저자들의 생각으로는 이 두 개념이 경쟁 상대가 될 수는 없다. Chung & Jeong (2001)도 지적하였듯이 TOC와 6-시그마는 각각의 출발점이 다르고 주된 관심분야도 다르며 추진 방법론도 서로 판이하다. 또한 앞서도 지적하였듯이 두 개념은 각기 장단점을 가지고 있으며 이들 장단점이 서로를 보완해줄 수 있는 가능성이 매우 크다. 따라서 이 두 전략은 서로의 우월성을 비교할 대상이 아니라 서로 협력하는 것이 적절하다고 생각된다. 어느 한가지 개념만의 입장에서 다른 개념을 종속시키려 할 것이 아니라 서로 동등한 입장에서 장점을 취하고 단점을 보완해나가는 자세가 필요하다는 것이다.

TOC/DBR의 장점과 6-시그마의 단점은 Chung & Jeong(2001)이 충분히 지적하였으므로 본 연구에서는 주로 6-시그마의 장점 중에서 TOC/DBR의 구현에 적용될 수 있는 것들을 살펴보기로 한다. 6-시그마의 특징에 대해서는 앞서서도 언급하였지만, TOC/DBR을 구현하려는 입장에서 보았을 때 6-시그마 개념이 가진 장점을 정리하면 다음과 같은 5개 항목을 생각할 수 있다.

### 1) 구체적이고 정량적인 목표

TOC의 관점에서 기업의 목표는 “현재와 미래에 걸쳐 이익을 많이 올리는 것”이다. 그러나 이러한 막연한 목표보다는 구체적이고 현실적인 목표를 제시하는 것이 조직의 운영에 있어서는 유리할 것이다. 예를 들어 TOC/DBR 구현 프로젝트를 수행하며 “향후 6개월 이내에 투자회수율(ROI)을 어느 수준으로 높인다”든지 “제조 리드타임을 몇 일 이내로 줄인다”는 구체적이고 정량적인 목표를 설정하고 그 달성과정을 구성원들에게 제시하는 것이 프로젝트를 성공적으로 수행하기 위해 꼭 필요할 것이다.

### 2) 과학적(통계적) 문제해결 방법

사고프로세스도 체계적으로 문제를 분석하고 해결안을 도출하는 좋은 도구이나 제품의 품질이나 공정의 신뢰성과 같은 정량적인 문제의 해결에 있어서는 6-시그마 기법만큼의 효과를 기대하기는 어렵다고 생각된다. 즉, 제조라인에 대한 TOC/DBR의 구현과정에서 요구되는 다음과 같은 정량적인 문제들의 해결에 있어서는 체계적인 6-시그마 도구를 활용하는 것이 좋은 방안일 것이다.

- ① 제약자원의 효율 제고 (가동률 향상, 불량률 감축)
- ② 제약자원의 낭비시간을 없애기 위한 부품 품질개선
- ③ 비제약자원의 안정화 (산포 감소)

또한 TOC/DBR의 최초 구현과정에 대한 관리에 있어서는 기존의 집중개선 5단계보다는 6-시그마의 Roadmap과 같이 체계적인 프로젝트 관리방식으로 접근하는 것이 효과적일 것이다.

### 3) 체계적인 인력양성

앞에서도 지적하였듯이 인력양성 프로그램이야말로 6-시그마의 가장 독특한 특징이자 큰 장점이다. TOC/DBR의 구현도 일회성 프로젝트가 아니라 “지속적인 개선과정(Ongoing Improvement Process)”이라고 정의되는 것처럼 전사적으로 꾸준히 이루어져야 한다. 그러므로 어느 소규모 전문가 그룹에 의해 한번 셋팅이 이루어지고 끝나는 프로젝트가 아니라 구성원들에게 관련된 교육을 심도있게 실시하여 TOC/DBR을 구성원 스스로가 운영해 나갈 수 있도록 해주어야 한다. Woepfel(2001)도 TOC 구현을 완료하기 위한 열쇠는 조직 내부의 TOC에 대한 이해도이며 외부의 지도에 의해 TOC가 완성될 수는 없다고 지적하였다. 또한 그는 장기적으로 볼 때 TOC의 성공적인 구현에 가장 큰 영향을 주는 요인은 “TOC 개념에 숙달된 사람들을 얼마나 배출할 수 있는가” 하는 것이라고 하였다. 그러므로 TOC/DBR 구현 프로젝트의 수행을 지속적으로 추진해 나갈 수 있는 인력을 양성하는 것이 매우 중요한 과제인 것이다.

#### 4) 교육과 개선프로젝트의 병행

6-시그마에서는 교육을 실시하고 그 교육내용을 직접 현장에 적용함으로써 교육내용의 이해도를 높임과 동시에 개선 효과도 극대화하고 있다. 앞선 항목에서도 인력양성의 필요성을 지적하였지만 TOC/DBR 구현 프로젝트 수행과정에서도 개념 및 도구에 대한 교육과 그 실행을 병행함으로써 교육 및 개선효과를 극대화할 수 있게 된다.

#### 5) 고객 중심의 사고방식

Goldratt & Cox(1992)가 지적하였듯이 기업은 자선단체가 아니므로 고객만족이 기업

의 목표가 될 수는 없다. 그러나 기업의 제약이 그 기업의 외부에 있는 경우, 예를 들어 수요가 생산능력에 못 미치는 경우라면 6-시그마의 DFSS(Design For Six Sigma) 신제품 개발전략과 같은 기법을 사용하여 좀더 고객들의 기호를 만족하는 제품을 개발할 수가 있다.

물론 TOC/DBR 구현과정의 약점을 보완하기 위해 반드시 6-시그마 개념을 응용해야 할 필요는 없을 것이다. 그러나 현재 국내의 기업환경에서 가장 널리 보급되고 있는 6-시그마 개념을 활용하는 것이 기업의 입장에서 유리할 것이라고 생각된다. 즉, 6-시그마 교육을 통해 이미 익숙해져 있는 개념을 활용함으로써 호감도를 높일 수 있을 뿐 아니라 개선 프로젝트의 수행에 기 양성된 인력을 활용함으로써 기업의 투자효과도 높일 수 있다는 것이다. 또한 6-시그마의 입장에서 어려운 문제 중의 하나인 과제 선정 문제를 해결해준다는 점도 부가적인 효과로 기대할 수 있다.

저자들이 TOC/DBR 구현 프로젝트를 수행하였던 S사의 경우에는 6-시그마 개념을 기업경영의 기본 철학으로 활용하고 있다. 따라서 임원급들은 의무적으로 6-시그마 프로젝트를 수행하여야 한다. 이러한 기업환경에서는 TOC/DBR의 구현을 하나의 6-시그마 프로젝트로 수행해도 좋으리라 생각된다. 단, 프로젝트 최고책임자를 제조팀장 이상의 임원급으로 하여야 프로젝트의 진행이 원활하게 이루어질 것으로 생각된다.

가능하면 TOC/DBR의 구현이라는 큰 프로젝트와 여기에 관련된 소규모 프로젝트들을 동시에 추진하는 것도 효과적일 것이다. 즉, TOC/DBR 구현이라는 중심 프로젝트에



서 제약이 규명되면 그 제약의 가동률 향상이나 제약 자원의 품질 향상 등과 같은 소규모 프로젝트를 6-시그마 과제로 수행하는 것이다. 또한 비제약 자원 중에서도 DBR 스케줄에 영향을 주는 자원들이 발생할 경우 그 원인(주로 기계 고장이나 품질 문제)을 해결하는 과제도 6-시그마 프로젝트화할 수 있을 것이다. 이렇게 함으로써 TOC/DBR 구현과정의 가장 큰 문제로 지적하였던 개선활동 문제를 해결할 수 있게 되는 것이다.

## 5. TOC/DBR의 구현을 위한 Roadmap

Goldratt이 TOC의 기본 절차를 집중개선 5단계로 제시했는데, 실제로 제조기업에 TOC/DBR을 구현하기 위한 과제를 시작하는 입장에서는 이 집중개선 5단계를 더욱 구체적으로 전개해야 할 필요가 있었다. 즉, 과제를 수행하기 위한 팀 구성, 팀 교육, 임직원 교육, 시스템 설계, 시스템 구현 등의 과정을 체계적으로 진행해 나가기 위한 로드맵의 제시가 필요했다.

Woepfel(2001)은 TOC/DBR 개념을 제조현장에 적용하기 위한 절차로 1)프로젝트 착수(Project Launch), 2)현 시스템 분석(Assessment), 3)새로운 시스템 설계(System Design), 4)생산계획 및 실행(Production Planning and Execution), 5)조직 일관화(Organizational Alignment) 등과 같은 5단계를 제시하였다.

우리는 Woepfel(2001)의 구현단계와 6-시그마의 Roadmap 등을 참고하여 TOC/DBR 개념을 제조현장에 구현하기 위

한 5단계의 DADIC(Define, Analyze, Design, Implement, Control) Roadmap을 개발하였고 이 절차에 맞추어 TOC/DBR 구현 과제를 수행하였다. 각 단계와 그 세부내용은 다음과 같다.

### 제 1 단계 : 정의 (Define)

이 단계는 TOC/DBR 구현과정의 시작이다. 이 단계에서는 TOC/DBR의 구현을 통해 무엇을 추구하는지를 구성원들에게 명확히 전달하여야 한다. 다음과 같은 세부 수행과제들을 진행한 후 프로젝트 기술서를 작성하여 프로젝트를 명확화 한다.

- 1) 목표 설정 : 프로젝트의 목표를 명확히 함으로써 공감대를 형성할 수 있다. 정량적인 평가가 가능한 목표로서 기업의 항구적 이익을 추구하는 것이어야 한다.
- 2) 목표에 대한 평가척도 명시
- 3) 프로젝트 관리자 및 팀원 선정
- 4) 보고체계 확인 : 주별, 월별 프로젝트 진행결과를 조직에 알리기 위한 경로를 명시한다.
- 5) 개략적인 진행일정 설정
- 6) TOC/DBR 설명회 개최 : TOC/DBR의 실행으로 어떤 변화가 발생할 지에 대해서 사원들에게 미리 알려줌으로써 구성원들의 사고방식을 변화시킨다. 특히, 기업의 이익구조와 관련된 의사결정이 많이 이루어져야 하므로 최고경영층을 대상으로 기존 회계방법의 문제점과 쓰루풋 회계의 정당성에 대한 교육을 심도있게 수행하여야 한다.

### 제 2 단계 : 분석 (Analyze)

이 단계에서는 현상에 대한 체계적인 분

석을 통해 TOC/DBR의 구현을 준비한다. 관계자와의 면담을 통해 가능한 부분도 있을 수 있고 스톱위치를 사용해 작업시간을 측정하는 것처럼 직접적인 분석이 필요할 수도 있을 것이다. 세부 수행과제들로는 다음과 같은 것들이 있다.

- 1) 기초 현상 데이터 분석 : 생산경로, 부하율, 가동률, 불량률 등
- 2) 주문에서 납품까지의 업무절차 분석, 생산계획 및 실행 절차 분석
- 3) 선형계획법(LP)을 이용하여 시스템의 제품조합(Product Mix) 분석 : LP 분석은 LP용 소프트웨어를 사용할 수도 있겠지만 우리는 Excel의 [해찾기] 기능을 사용하였다. Excel은 LP를 통해 제품조합을 분석할 수 있을 뿐 아니라 고유의 스프레드시트 기능을 사용해 공정의 부하분석을 쉽게 할 수 있도록 해준다. 나아가 우리는 Excel에 내장된 VBA를 사용해 간단한 APS 프로그램을 작성하여 DBR을 구현하기도 하였다. 따라서 6-시그마에서 Minitab의 활용을 중시하듯이 TOC/DBR 구현 프로젝트에 있어서는 Excel에 대한 교육이 매우 유용할 것으로 생각된다.
- 4) 시스템의 제약 규명 및 집중 개선 대상 (6-시그마 과제) 리스트 작성 : 여기서의 개선대상과제는 주로 제약 활용률의 최대화일 것이다.

제 3 단계 : 설계 (Design)

기존 시스템에 대한 분석 결과를 바탕으로 대상 시스템에 적합한 관리절차를 설계하는 것이 본 단계의 업무이다. 생산 프로세스와 계획 프로세스의 모습을 정의하고 현재 상태와의 차이점들을 사업 이익 및 프

로젝트 목적과 함께 명확하게 제시하여야 한다. 세부과제들은 다음과 같다.

- 1) 주문에서 납품까지의 업무 흐름에서 불합리한 점을 제거
- 2) 버퍼의 위치, 크기 및 운영정책 결정
- 3) 스케줄링 정책/절차 설계 : 스케줄 작성자의 역할 및 권한을 정의하고 스케줄 작성에 사용되는 규칙을 결정한다. 즉, DBR 개념에 입각해 제약의 가동률을 극대화하고 납기를 준수하도록 스케줄을 작성해주는 정책 및 절차를 개발한다. 앞서서도 언급하였지만 Excel VBA의 활용이 상당히 유용하다.
- 4) 특수상황에 대한 대응절차 개발 : 긴급한 주문에 대한 대응절차, 이미 진행중인 주문에 대한 변경절차 등 설계
- 5) 표준 리드타임 정책의 개발 : 영업활동의 편의를 위해 품종별 표준 리드타임을 정한다.
- 6) 변화에 대한 승인 획득 : 현 상태에 대한 분석결과, 결과에 대한 전망, 정책의 변화, 실행 전략 등의 자료를 사용해 경영진을 대상으로 한 TOC/DBR 구현 관련 발표회를 개최

제 4 단계 : 실행 (Implement)

이 단계에서는 설계된 내용을 현장에 적용해나간다. 주로 생산계획 및 실행 프로세스에 TOC/DBR 개념을 구현하는 과정이다. 세부항목은 다음과 같다.

- 1) 부서별로 주 평가항목을 게시 : “평가가 행동을 유발한다”는 격언에 따라 TOC/DBR 관련 평가지표를 관련 부서에 게시함으로써 제대로 구현되고 있는지의 여부를 항상 체크할 수 있도록 한다. 주요 평가지표로는 납기 준

수율(OTD; On Time Delivery), 리드타임, 재공품 재고의 총량, 제약의 가동률, 제약의 생산성 등이 있을 수 있다.

- 2) 일선관리자 및 지원부서 교육 : 현장 실행에 앞서 앞으로 어떤 변화가 생기는지에 대해 미리 알림으로써 저항을 줄일 수 있게 된다.
- 3) 새로운 스케줄링 방법 및 절차에 대해 스케줄 작성자 훈련
- 4) 공장에 스케줄 하달하고 버퍼관리의 실행 : TOC/DBR의 구현과정에 있어 본격적으로 그 개념이 실행되는 첫 번째 과정이라고 할 수 있다. 저자들의 경험에 의하면 많은 공장들이 자재투입 시점에 대해서는 신경을 쓰고 있지만 일단 자재가 투입된 이후의 흐름에 대해서는 관리를 제대로 하지 못하고 있다. 투입 이후의 흐름에 대한 버퍼관리만 제대로 수행하여도 재고 감축 및 리드타임 단축이 상당한 수준에 이를 것이라는 것이 저자들의 생각이다. 투입이후의 흐름관리로서 버퍼관리는 그만큼이나 중요하다고 할 수 있다.
- 5) 공장 내에서 선입선출(FIFO) 실행 : 비계약 자원에서의 작업을 선입선출로 처리함으로써 비제약을 제약에 종속시키는 것이 TOC/DBR의 원칙이다. 그러나 비제약을 좀더 확실히 제약에 종속시키기 위해서는 비제약의 작업 우선순위를 제약의 작업 스케줄에 맞추어야 한다. 예를 들어 한 비계약 공정에 방금 도착한 작업대상이 이미 전 공정에서 품질 문제로 오랫동안 정체되었던 품목이라면 비록 도착한 순서는 뒤쪽이지만 제약의 일정

을 준수하기 위해서는 처리순서를 앞당겨야 할 것이다. 하지만 이렇게 할 경우 FIFO 원칙은 깨어지는 것이다. 따라서 공장 내에 정보시스템이 갖추어지지 않은 경우라면 FIFO를 원칙으로 하는 것이 옳겠지만 정보시스템이 잘 갖추어져 모든 작업대상에 대한 이력이 관리되고 있다면 제약에서의 작업 스케줄을 고려하여 비제약의 작업순서를 정하는 것이 유리하다. 저자들이 TOC/DBR 구현 프로젝트를 수행하였던 사업장의 경우 ERP와 더불어 MES(Manufacturing Execution System)가 가동되고 있어서 FIFO가 아니라 제약에서의 작업 스케줄과 제약까지의 남은 일정을 고려하여 비제약의 작업 우선순위를 결정하였다.

- 6) 문제가 되는 비계약 자원의 발견 및 개선방안 도출 : 버퍼관리를 시행해보면 초기에는 거의 항상 문제가 발생한다. DBR 스케줄은 여유시간(시간 버퍼)을 감안한 스케줄이므로 실제 제약의 착수시점(혹은 출하시점)보다 먼저 물품들이 제약버퍼(혹은 출하버퍼)에 도착하도록 계획한다. 즉, 필요한 시점보다 먼저 도착하는 작업들에 대한 관리활동이 이론적인 버퍼관리활동이다. 그러나 실제로 적용 초기에는 필요한 시점보다 먼저 도착하는 작업들보다 필요한 시점보다 늦어지는 작업들이 많고, 이러한 지연 작업들에 대한 관리가 버퍼관리의 주된 업무가 될 수밖에 없다. 투입 페이스를 조절함으로써 어느 정도는 해결되겠지만 비제약의 품질이나 기계 고장 등으로 인해 완전히 해결되기는 어려운 것이 사실이다.

이러한 경우 가장 크게 문제를 일으키는 공정부터 그 원인을 찾아 개선해 나가야 할 것이다.

제 5 단계 : 관리 (Control)

TOC/DBR 구현 프로젝트가 종료된 이후에도 지속적으로 그 개념을 실천해나갈 수 있도록 토대를 갖추는 과정이다. 따라서 제품 수요의 변화나 원자재의 가격변동과 같은 시스템의 상황변경 혹은 예기치 않았던 문제의 발생에 대비해 시스템의 안정화를 도모하는 것이 본 단계에서 수행할 업무이다.

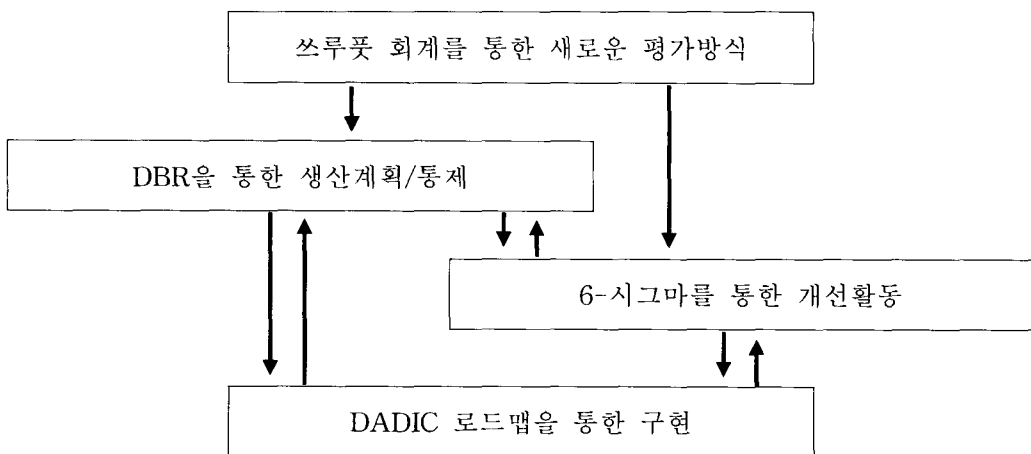
- 1) 버퍼관리 결과에 대한 feedback 절차 확립
- 2) 월별 운영보고 실행
- 3) TOC 적용에 따른 문제점 해결 및 시스템의 안정화 방안 모색

효과적으로 TOC/DBR을 구현하기 위해서

는 프로젝트를 이끌어 나갈 팀을 구성하는 것에서 시작하여 위의 5 단계에 대한 교육과 실행을 병행해 실시하는 것이 좋은 방법이라고 생각된다. 우리가 제시하는 TOC/DBR 구현과정의 구조를 도시하면 <그림 3>과 같다. 즉, 제조현장의 개선을 위해서는 6-시그마 방법론을 활용하고, TOC/DBR의 구현과정은 DADIC Roadmap에 따라 교육과 실천을 병행해 나가는 것이다.

6. 결론

본 논문에서는 저자들 중의 일부가 2002년 하반기에 수행하였던 2건의 TOC/DBR 구현 과제를 배경으로 TOC/DBR의 성공적인 구현을 위한 방법론을 제시하였다. 저자들의 경험에 의하면 제조업체에 대한 TOC/DBR의 구현과정에서 가장 큰 문제가 되는 것이 공정 및 품질의 불안정이었다.



<그림 3> 제조시스템에 대한 새로운 TOC 적용 개념

공정 및 품질의 불안정으로 흐름이 자주 끊어지므로 생산실적(혹은 쓰루풋)의 감소를 우려하여 재고감축을 회피하게 되는 것이다. JIT의 시각에서 본다면 문제의 근원은 공정 및 품질의 불안정이므로 이것을 해결하는 것이 선행되어야 한다. 그러나 저자들을 포함한 대부분의 TOC/DBR 신봉자들은 이점을 등한시하기 쉽다. 본 연구에서는 이러한 경험을 바탕으로 개선의 필요성을 강조하고 그 개선을 실현하기 위한 방법론으로 6-시그마와의 협력방안을 제시하였다.

우선 TOC/DBR 개념과 6-시그마 개념은 그 출발점과 시스템을 보는 시각 등이 서로 상이하므로 비교/경쟁의 상대가 아니라 상호보완을 통한 시너지 효과를 기대할 수 있는 개념임을 강조하였다. 즉, 품질/신뢰성 및 고객만족 분야에는 6-시그마 도구를 활용하고 생산계획/통제 및 시스템 평가척도 분야에는 TOC/DBR 도구를 활용함으로써 기업의 궁극적인 목표인 이윤창출을 좀더 효과적으로 달성할 수 있다는 것이다.

마지막으로 TOC/DBR 개념을 제조 시스템에 성공적으로 구현하기 위한 조건들로서 다음과 같은 4개 항목을 다시 한번 강조한다.

- 1) 성과측정 문제 : TOC/DBR 도입의 정당성을 강조하기 위해서는 쓰루풋 회계의 사용이 매우 중요하다. 하지만 법적인 문제로 인해 그의 전면적인 도입은 아직 시기상조임에는 틀림이 없다. 그러나 내부적인 평가자료로서의 사용은 가능할 것으로 생각되며 이를 위해서는 최고 경영자들에 대한 교육이 절대적으로 필요할 것이다.
- 2) 적극적 개선 활동 : 앞에서 여러 번 강조하였듯이 공정의 안정화를 TOC/DBR의 구현을 위한 필요조건이

다. 6-SIGMA, TQC, TPM, 셋업 단축 등의 노력을 통해 공정의 안정화를 위한 노력이 이루어져야 한다. 특히 제약자원이라고 평가되는 공정에 대해서는 이러한 노력이 더욱 적극적으로 이루어져야 할 것이다.

- 3) 제약자원을 중심으로 한 생산일정계획 : 불필요한 재고를 방지해주는 DBR의 가장 기본 개념이며 이론적으로는 누구나 수긍하는 원리이나 현실적으로는 잘 이루어지지 않는다. 기계의 생산성을 강조하는 경영철학, 미래의 불확실성에 대한 두려움 등이 비제약자원의 비가동을 용납하지 않는다. 그러므로 위의 두 항목(쓰루풋 회계 및 개선활동)과 페이스를 맞추어 나가야 한다. 다시 한번 강조하지만 기법만의 적용으로는 결코 성공할 수 없다.
- 4) 최고경영층의 지원과 교육 필요 : 6-시그마와 마찬가지로 TOC/DBR도 Top-Down 접근방식에 따른다. 그러므로 최고경영층의 지원은 이 개념의 성공적인 구현에 직결되어 있다. 예를 들어, DBR의 구현에 있어 최고경영층의 인정이 없이는 능력이 큰 비제약이 생산을 멈추고 쉴 수는 없을 것이다. 최고경영층의 지원을 위해서는 역시 교육이 가장 중요하다. 물론 경영층뿐 아니라 전사적인 교육을 통해 생산 시스템에 대한 인식을 변화시키는 것도 TOC/DBR의 성공적인 구현을 위한 열쇠가 된다.

이상으로 우리가 TOC/DBR 구현과제를 수행하며 생각한 내용들을 정리해 보았다. TOC/DBR 개념이 제조업체의 문제점을 제대로 지적하고 그 해결방안을 제시하고는

있으나 그 구체적인 실천방안을 제공해주지 않아 우리의 경험을 토대로 한 가지 방법을 제시한 것이다. 저자들도 이것이 정답이라고는 생각하지 않으며 좀더 나은 접근방법을 찾기 위한 연구를 계속하고 있다. 특히 최근에 미국을 중심으로 Lean 방식과 6-시그마를 결합한 Lean Six Sigma 개념이 주목을 끌고 있는 것(George, 2002)도 저자들의 생각과 일맥상통한다고 할 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- [1] Blackstone, J.H. Jr. (2001), Theory of constraints - a status report, *International Journal of Production Research*, 39(6), 1053-1080.
- [2] Choi, K.S. (2001), *Password for Company Resurrection - TOC*, Haneon, Seoul, Korea.
- [3] Chung, N.K. (1999), *TOC - Constraint Management*, Daecheong Media, Seoul, Korea.
- [4] Chung, N.K. and Jeong, M.K. (2001), On the cooperation between TOC and Six Sigma, *Quality Innovation*, 2(1), 41-47.
- [5] George, M.L. (2002), *Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Speed*, McGraw-Hill.
- [6] Goldratt, E.M. and Cox, J. (1992), *The Goal*, North River Press.
- [7] Hong, S.H., Kim, S.B., Kwon, H.M. and Lee, M.K. (1999), Six Sigma Business Breakthrough Strategy, *Journal of the Korean Society for Quality Management*, 27(1), 223-231.
- [8] Hur, W.S., Kim, D.C., and Jang, J.S. (2003), Six Sigma approach linked with Lean and TOC, *IE Interfaces*, 16(Special Edition), 60-64.
- [9] Lee, S.J. and Sun, J.U. (2002), Development of production scheduling system using TOC/DBR scheduling concepts, *Proceedings KIIE 2002 Fall Conference*.
- [10] Mabin, V.J. and Balderstone, S.J. (2000), *The World of the Theory of Constraints*, Boca Raton, FL: St. Lucie Press.
- [11] Moon, J. and Rim, S.C. (2001), A new method of profit maximization based on the theory of constraints, *IE Interfaces*, 14(4), 356-364.
- [12] Woepfel, M.J. (2001), *Manufacturer's Guide to Implementing the Theory of Constraints*, Boca Raton, FL: St. Lucie Press.