

회분식 공정이 포함된 화학산업에서 SCM 모델 개발

박경민, 하진국, 이의수*
 동국대학교 생명화학공학과
 (eslee@dongguk.edu*)

Development of SCM model in chemical industry including batch mode operations

Kyoung Min Park, Jin-Kuk Ha, Euy Soo Lee*
 Dept. of Chemical & Biochemical Engineering, Dongguk Univ.
 (eslee@dongguk.edu*)

서론

다품종 회분식 공정은 동적 특성을 지니고 있기 때문에 계획된 생산계획과 조업시간을 통해 제품을 생산하고 원료를 구입한다고 하더라도 수요에 대한 전반적인 계획 수정이 뒷받침 되지 못하면 공급을 원할 히 할 수 없는 문제가 발생한다. 그리고 불확실 변수에 의한 조업의 변화가 자주 발생하는 단점이 있다. 일반적으로 생산계획은 공급량, 생산순서 등 독립적인 부분에 관한 것 이었지만 공정은 유기적인 관계에 놓여있기 때문에 수요의 및 가격의 변화에 의한 조업변화가 발생하면 조업시간이 변동되고 각 부분별 예측량이 달라져 시장 경쟁력을 잃게 된다. 이에 따라 공급망 상에 위치한 각 부서별, 기업별 협력과 조정을 통한 총체적 관점에서의 최적화를 추구하는 SCM (Supply Chain Management)에 관한 관심이 고조되고 있다. 다품종 회분식 공정에서 SCM 도입을 통해 재고비용 및 물류비용의 절감, 과잉재고에 의한 결품 저하, 소비자의 변화에 대한 신속한 대응을 가져오게 되고 시장 상황에 적절하게 대응하여 경쟁력을 확보할 수 있다. 본 논문에서는 회분식 공정에 SCM을 도입하여 원자재의 구매에서부터 분배에 이르는 전과정에 대한 총체적인 최적해를 찾고 각 공급사슬간의 영향력을 조사, 분석하였다. 또한 정보의 공유를 통해서 수요와 시장변화에 적극 대응하여 효율을 극대화 하고 최대 이익을 창출하는 모델을 개발하였다.

본론

다품종 회분식 공정에서의 공급사슬 형태는 전략 주체가 누구인지에 따라 구분하게 된다. 기업이 전략 주체인 경우는 과거 생산방법의 하나로써 수요 예측에 의존하는 공급사슬 관리 방법이다. 대규모 소량생산에 적합했지만 현재 변화하는 수요와 제품의 다양화에 대응하지 못하는 단점이 있으며 발생한 수요에 대비하는 과잉재고량이 늘어나면서 물류비의 급격한 증가를 가져오고 있다. 소비자가 전략 주체인 경우는 현재 정보통신의 급격한 성장으로 가능하게 되었다. 통상 e-business로 대표되는 방법으로 소비자의 구매정보와 제품에 대하여 즉각적인 대응과 생산을 가능하게 한다. 이를 통해 재고관리 비용의 획기적인 감소를 가져오게 되었고 유통단계에서 발생하는 비용역시 감소시켰다. 하지만 재고 부족시에는 대응방법이 없고 급격하게 변하는 수요에 생산량이 따라가지 못하면서 생산 부족 사태를 가져온다. 따라서 혼합형 정책을 도입하였다. 초기 예측에 의해 생산량을 결정하고 제품의 생산계획(planning)과 일정계획(scheduling)이 결정되고 주문에 의한 수요량과 실시간 변화하는 수요량은 일정 재고 수준을 유지하며 상위 단계로 정보를 전달하고 재수립된 계획을 통해 분배함으로써 능동적이고 안정적인 공급을 가능하게 한다. 회분식 공정에서 SCM 모델은 그림 1과 같이 구성된다. 과거의 정보와 현재 시장상황을 고려한 수요예측을 통해 다품종 소량생산에 적합한 회분식 공정을 도입하고 기본적인 정보를 얻게 된다. 이를 통해서 총괄적인 생산계획이 이루어진다. 이 정보는 월별로 생산 가

능한 양과 적절한 구매전략을 수립하게 하고 중간 저장조 운영방법에 따라서 조업시간과 생산순서가 결정하게 한다. 또한 예측된 생산 정보를 통해서 재고와 수요를 고려한 분배 계획이 만들어진다. 이렇게 예측되어진 정보를 기본으로 생산계획이 구성되며 실질적인 소비자에 의한 수요가 발생하면 분배계획, 일정계획, 생산계획으로 정보가 이동하면서 최적의 대응방안을 모색하고 해결하게 된다. 또한 이 정보는 다시 수요예측으로 D/B화 되어 새로운 생산계획과 장치결정 문제를 결정하게 한다. 이를 통해 기업과 소비자의 입장을 모두 고려한 다품종 회분식 공정에서의 SCM 모델이 만들어 진다.

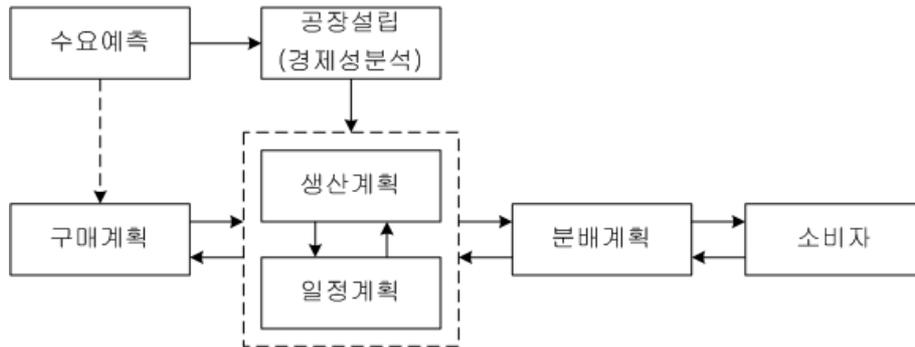


그림 1. 회분식 공정이 포함된 SCM 모델 구성도

즉 실수요에 대하여 정보가 이동하며 각각의 계획이 수정되고 최적화된 방안을 찾게 된다. 그림 2에서 보는바와 같이 회분식 공정에서 SCM 모델은 총괄 생산계획이 수정되며 수요의 변화에 대응하게 된다. 실제적인 수요에 의한 주문 혹은 가격 변화가 발생하면 물류센터에서 보관중인 제품을 통해 수요에 대비하고 그 남은 수요에 대한 정보는 일정계획으로 이동한다. 이 정보는 앞으로 생산해야 하는 양과 주문에 의한 양을 통해 다시 한번 일정계획을 수립하게 한다. 일정계획에서는 중간 저장조 운영방법에 따라서 제품의 생산시간과 순서가 현격한 차이를 보이기 때문에 생산계획과의 인터페이스를 통해서 최적 일정계획을 찾는다. 그리고 추가적인 생산이 필요하게 되면 생산계획으로 정보가 이동하며 총괄적인 생산계획과 구매계획을 재수립한다. 구매계획에서는 보관창고를 이용 월별로 일괄 구매한 원자재를 창고내에서 주기적으로 공급받으며 안정적인 생산을 가능하게 한다. 또한 이를 통해 생산되어진 제품은 다시 일정계획과 분배계획을 통해 소비자에게 최종 전달되게 된다. 여기에서 수요의 급격한 변화를 고려 일정수준의 재고를 포함한 분배계획을 수립함으로써 가격과 수요변화에 더욱 능동적으로 대응하게 한다.

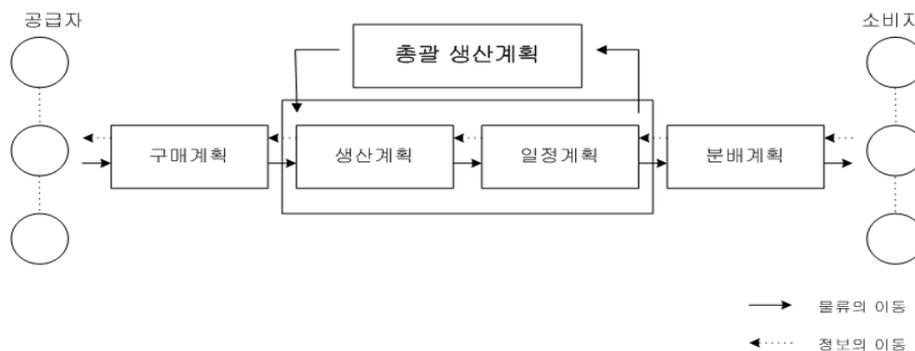


그림 2. 실제 수요에 의한 정보와 물류의 이동

회분식 공정이 포함된 SCM 모델의 구축은 각 공급사슬 간의 정보 통합을 통해서 이루어진다. 인터페이스간의 정보와 제품의 이동이 가능해야 각각 개별적인 계획들이 총체적인 SCM 계획에 어떠한 영향을 미치는지 살펴 볼 수 있으며 D/B의 구축과 새로운 전략을 수립할 수 있다. 또한 정보전달이 통합됨으로써 제품의 생산, 구매, 제조, 분배, 유통에 이르는 전 단계를 유기적으로 관리할 수 있고 미래에 발생할 수 있는 다양한 상황에 능동적으로 대응하고 새로운 경영기법을 도입할 수 있게 한다. 본 논문에서는 회분식 공정 SCM 모델의 정보전달 통합을 위하여 ODBC (Open Database Connectivity)를 사용하였다. ODBC는 소프트웨어 외에, 액세스 할 각 데이터베이스 마다 별도의 모듈이나 드라이버가 필요하고 이러한 별도의 모듈을 가지고 있는 프로그램을 이용하기 위해 Excel과 GAMS를 통하여 SCM 모델을 구성하고 구축하였다. Excel은 가장 많은 사용자를 가진 O/S로 사용법과 조작성이 쉽고 수정역시 간단하게 할 수 있어 다양한 상황에 대하여 쉽게 대응할 수 있다. 또한 각 최적화 수식은 GAMS를 이용하여 계산하였다. GAMS는 알고리즘과 최적화 모형을 연결해 주는 S/W로써 다양한 알고리즘 계산법을 가지고 있어서 가장 널리 사용되고 있다

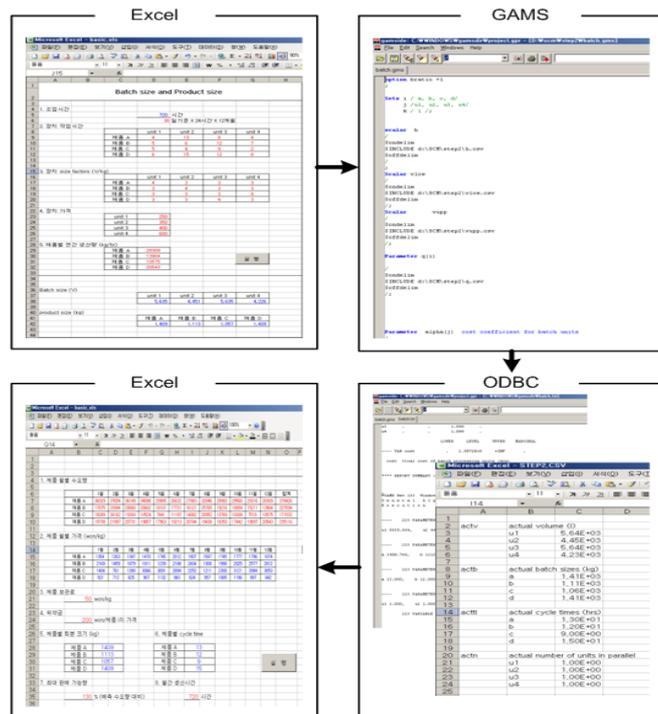


그림 3. 회분식 공정이 포함된 SCM 정보전달 통합

적용예제

같은 조건에서 중간 저장조별 생산 가능시간은 생산계획시간이 늘어날수록 큰 차이를 보이게 된다. 즉 정확한 중간 저장조 운영방법이 선택되지 못하면 잘못된 정보를 통해 예측을 받아나게 된다. 또한 월별 수요가 발생하면 한달 기준으로 (720시간) 중간 저장조별 생산 가능량은 UIS 방안이 가장 많이 생산하게 되고 ZW 방안이 가장 적은 생산을 하게 된다.

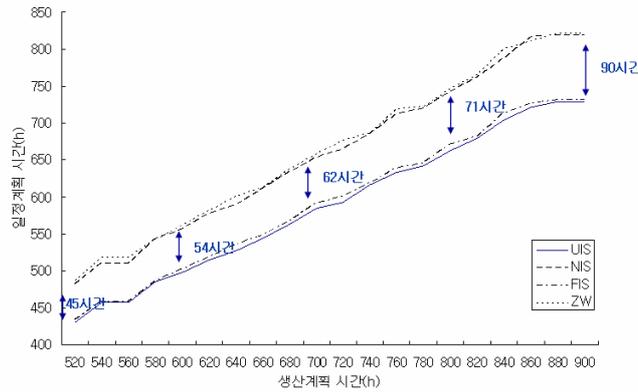


그림 4. 중간 저장조 별 생산가능 시간

표 1. 제품 수요에 대한 중간 저장조별 생산시간과 공급량 (단위 : Kg)

	소비자 수요	공급량			
		UIS	NIS	FIS	ZW
제품 A	42,000	50,058	44,919	48,916	43,777
제품 B	20,000	29,083	26,125	28,426	25,468
제품 C	21,000	26,813	23,565	26,091	22,844
제품 D	16,000	21,415	19,467	20,982	19,034
생산시간(hr)		721	725	714	719

결론

공급체인별 인터페이스를 통합하여 수요의 변화에 대하여 정보의 이동과 제품의 이동에 관한 최적방법을 모색하였고 각각의 공급체인별 정보와 이동을 확인 하였다. 그리고 회분식 공정에서 중간 저장조 운영방법에 따라서 최적의 생산량과 공급방법의 변화를 결정 하였다. 또한 SCM 모델을 통해서 분배 네트워크의 최적화, 제품의 수송 및 원자재 구입, 공급자 관리등의 통합에 대한 접근이 훨씬 용이해 졌으며 다양한 수요에 대하여 대응할 수 있게 하였다. 또한 이렇게 수집된 정보는 D/B화 되어 새로운 제품을 개발하거나 변화 하는 수요에 대한 새로운 예측 정보를 제공함으로써 능동적인 대응을 할 수 있게 하였고 효율성을 극대화 하며 낭비를 최소화 하게 하였다. 향후 좀 더 안정적인 공급을 위하여 안전재고의 수식적 도입과 재고 수준을 고려해야 할 것이고 주문과 수요변화에 따른 기간별 방법을 달리하여 좀더 현실감 있는 대응을 해야 할 것이다. 그리고 다양한 공정에 모델을 적용하는 연구가 계속되어야 할 것이다.

참고문헌

- 1.. D. B. Birewar and I.E.Grossmann, "Simultaneous production planning and scheduling in multiproduct batch plants", *Ind. Eng. Chem. Res.*, No 29, pp 570~581 (1989)
2. J. F. Penkny, G.V. Reklaitis "Design og batch chemical plants under market uncertainty" *Ind. Eng. Chem. Res.*, No 33, pp 2688-2701 (1994)
3. J. F. Penkny, G.V. Reklaitis "Risk and uncertainty in managing chemical manufacturing supply chains" *Comp. & Chem. Eng.*, No 24, pp 2211-2222 (2000)
4. G.guillen, A.E.LPuigijaner "Multiobjective supply chain design under uncertainty" *Chemical Engineering Science* No 60 pp 1535-1553 (2005)