

# 유연생산시스템에서 기계, 공구, 생산경로 유연성을 고려한 부품이동 최소화 모형

정병희\* · 이경동\*

\* 숭실대학교 산업정보시스템공학과

## Abstract

다양한 소비자의 욕구와 급격히 빨라지는 시장의 변화에 대처하기 위해 많은 기업에서 유연생산시스템을 도입하고 있다. 유연생산시스템은 소품종 대량생산시스템의 효율성과 다품종 소량생산시스템의 유연성을 동시에 달성하기 위한 생산시스템이지만 초기 투자비용이 많이 들기 때문에 철저한 생산계획 및 통제를 통해 시스템의 효율성을 높여서 그 가치를 최대한 활용하는 것이 필요하다.

일반적으로 생산시스템에서의 의사결정단계는 Batching, Loading, Routing, Scheduling의 4단계로 이루어진다. Batching 단계에서는 주어진 생산기간동안 생산할 부품의 종류와 생산량을 결정하고, Loading 단계에서는 기계, 공구, 팔렛과 같이 다양한 자원들을 각각의 부품에 속한 공정들에 할당한다. Routing 단계에서는 각 부품의 생산에 필요한 공정의 순서에 대해 공정이 이루어질 자원의 순서를 결정하고 배정하며, 마지막으로 Scheduling 단계에서 각각의 자원들에 할당된 공정의 투입순서 및 투입시점을 결정한다.

본 연구는 기계, 공구, 생산경로의 유연성을 갖는 유연생산시스템에서의 일반적인 공정할당문제에 대해 다룬다. 기계 유연성이란 다양한 형태의 부품군이 주어졌을 때 가공변화의 용이성이라 정의한다. 즉, 여러 가지 공정을 수행할 수 있는 기계의 능력을 말한다. 공구 유연성은 여러 가지 공정을 수행할 수 있는 공구의 능력을 말하며 전통적인 제조환경에서는 그 의미가 제한적이지만 자동 공구 교환장치를 장착한 CNC 기계로 구성된 유연생산시스템에서는 유연성의 장점을 이용하므로 그 중요도가 크다고 할 수 있다. 공정계획 유연성은 하나의 부품이 여러개의 공정계획을 갖는다는 것이며 이는 하나의 부품을 가공함에 있어 대체 경로가 가능함을 뜻한다.

공정할당 단계에서는 다양한 자원들을 각 공정들에 할당하게 되는데 본 연구에서는 부품이동의 최

소화를 그 목적으로 한다. 공정할당문제에 대한 기존의 연구를 살펴보면 기계부하의 균형화(C. Arbib, K. E. Stecke), 총 수행시간의 최소화(A. K. Shkravarty and A. Shtub, I. J. Chen and C. H. Chung), 생산비용의 최소화(A. Kusiak, S. C. Sarin and C. S. Chen), 부품이동의 최소화(B. K. Modi and K. Shanker, C. Arbib) 등 다양한 목적에 대해 공정할당문제를 다루고 있다.

이 중에서 부품이동의 최소화는 생산계획 및 통제에 있어 가장 널리 수반되는 문제중의 하나로서 자재운반 시스템과 설비배치 문제를 포함한 주요 의사결정 문제에 있어 자재운반 비용의 최소화라는 관점에서 생산시스템 설계와 전략적 수준의 의사결정에 대해 중요한 위치를 차지한다. 자동화된 자재운반 시스템을 갖추고 있는 유연생산시스템에서 기계간 부품이동의 최소화는 자재운반 시간의 감소에 큰 영향을 미치지 않는다는. 그럼에도 불구하고 부품이동의 최소화는 부품이동에 수반되는 추가적인 기계 setup이 필요로 하는 상당한 시간상의 손실이나 이동후 대기시간과 같은 문제 때문에 총처리시간의 최소화라는 관점에서 중요한 목적이 된다.

공정할당단계에서 부품이동의 최소화는 유연생산시스템의 여러 환경과 운영상의 제약하에서 한 부품을 만드는데 필요한 공정들을 가능한 한 동일한 기계에서 연속하여 수행할 수 있도록 자원들을 각 공정에 최적으로 할당함으로써 얻어진다. 유연생산시스템 내의 각 기계들은 다기능의 범용기계들이고 여러 종류의 공구를 포함한 공구장착대(tool magazine)를 가지고 있으며 자동 공구 교환장치(automatic tool changer)가 공구를 교체하는 시간이 부품이 이동하는 시간에 비해 상대적으로 매우 짧기 때문에 위와 같은 방법은 타당성을 갖는다.

앞에서 설명한 바와 같은 공정할당단계에서의 부품이동 최소화 문제는 0-1 혼합정수계획 모형으로 모형화되고 LINDO를 이용하여 풀 수 있다. 공정할당단계에서 구해진 해를 통해 기계간 부품의 흐름량을 결정하는데 이는 선형계획 모형으로 모형화된다. 여기서 얻어진 해를 가지고 단계적 방법을 통해 부품별 경로선정을 하게 되며 마지막 단계인 스케줄링 단계에서 각 공정의 투입시점을 결정한다. 여러 유연생산시스템의 환경에 대한 예제에 대해 본 연구에서 목적으로 한 부품이동의 최소화과 그 밖의 기계부하의 균형화, 총 수행시간의 최소화를 통해 얻어진 총처리시간과 평균 기계가동률을 구해봄으로써 비교분석을 수행하였다.