

생산 프로세스 체인 기반 에너지 효율성 관리 및 최적화를 위한 프레임워크 개발

Development of Framework for Management and Optimization of Energy Efficiency based on Manufacturing Process Chain

*#이규봉¹, 최석우¹, 한문규²

*#G.B. Lee(gblee@kitech.re.kr)¹, S.W. Choi¹, M.K. Han²

¹한국생산기술연구원, ²한국그린테크놀로지

Key words : Energy efficiency management, Process tree diagram, Energy balance map

1. 서론

국내 에너지 소비의 약 55%는 제조업 현장에서 일어난다¹. 이것은 제조업에서 에너지 관리가 매우 중요하다는 것을 의미하는 동시에 역설적으로 제조업에서 에너지 절감 기회가 매우 크다는 것을 말하고 있다. 그러나 녹색 성장의 중요성을 인지하면서도 몇몇 대기업을 제외한 대부분의 제조업들에 있어서 녹색 패러다임으로의 변화에 대한 대응 전략은 거의 전무한 상태다. 이에 정부에서는 금년 초 "저탄소 녹색성장 기본법"을 공포하여 산업계의 동참을 독려하고 있는 실정이다.

제조업의 생산활동이 에너지 소비에 미치는 영향력은 점점 커지고 있다. 따라서 최근 중요하게 부각되고 있는 에너지 환경 변화에 신속하게 대응하는 유연한 체계의 에너지 효율 생산시스템 구축이 필수적이다. 지금까지 제조실행시스템(manufacturing execution system; MES) 구축은 생산현장에서의 생산효율 제고에 관심을 두고 진행되었다. 그러나 생산현장의 에너지 효율화 및 녹색 생산관리 측면은 전혀 고려되지 못하고 있는 실정이다.

본 연구에서는 생산현장의 에너지 효율 최적화를 위한 새로운 MES 프레임워크를 제안하고자 한다. 이를 위해서 에너지 소비를 고려한 생산 프로세스를 정의하고 에너지 관리 및 최적화를 지원하는 에너지 효율화 관리 모듈을 개발하고 기존의 MES 모듈과 연계시키고자 한다.

2. 생산 프로세스 기반 프레임워크

제조업에서 운영되는 MES를 구축하기 위해서

는 생산 프로세스에 기초한 프레임워크 구성이 필수적이다. 기업의 생산 프로세스는 생산제품의 납기, 품질, 원가 등에 따라 결정된다. 그러므로 MES를 포함한 대부분의 정보화시스템은 생산활동 관리, 납기관리, 재고관리 등의 관리 중점사항에 많은 관심을 가져왔다. 본 연구에서는 Fig.1과 같이 생산 수율에 목표를 둔 전통적인 생산 프로세스 방식과는 호환적이면서도 동시에 독립적으로 새로운 에너지 효율 요구사항을 충족시키기 위한 통합 생산 프로세스를 구축하고자 한다. 생산 프로세스 기반 프레임워크의 구성은 다음과 같다.

1 단계: 고객 생산 제품의 에너지 생산 파라미터의 정량적 목표를 충족시키기 위한 에너지 관련 생산 프로세스를 탐색한다. 이 단계의 결과는 제품 수준의 에너지 운용전략이다.

2 단계: 개별 제품수준의 에너지 생산관리를 위

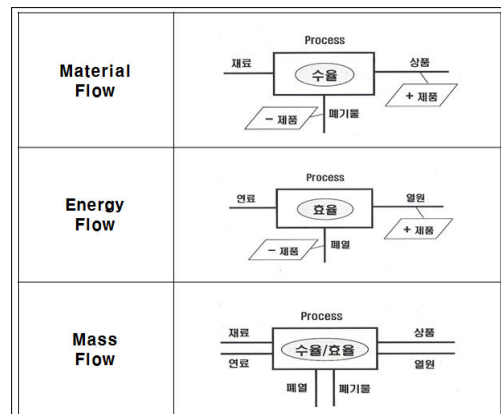


Fig. 1 Concept of manufacturing process based on mass flow including both material and energy

한 관리 요구사항을 결정한다. 이 단계의 결과는 제품 수준의 에너지 우선순위 시퀀스 집합과 이 우선 순위 실행을 제어하는 제약사항 집합을 규정한다.

3 단계 : 공인된 생산 프로세스에 기초하여 에너지 우선순위를 요구하는 제품과 생산방법, 관리자의 범주를 구성한다. 이 생산 우선순위 집합은 2단계로부터 얻은 우선순위에 기초하고 역할 기반 관리 모델을 사용하여 모델화된다.

4 단계 : 다시 2단계로부터 얻은 생산자원제약사항을 사용하여 에너지 생산 의사결정 시스템을 구축한다. 의사결정을 지원하는 데이터베이스를 구축한다.

5 단계 : 3 단계와 4 단계에서 정의된 생산프로세스 구성 요소에 기초하여 에너지 효율 생산관리 실행을 정의한다.

3. 에너지 효율화 관리

앞에서 설명한 에너지 효율 생산 프로세스 기반 프레임워크의 구성에 기초한 에너지 효율화를 실현하기 위해서는 관련 모델이 개발되어야 한다. 동시에 기존의 MES에서는 주로 4M(man, machine, material, method) 정보의 관리에 초점을 두고 있으나 에너지 효율화 관리를 위해서는 4M 정보뿐만 아니라 에너지 정보도 실시간으로 관리되어야 한다. 본 연구에서는 두 가지 에너지 효율화 관리 모델을 제시한다. 첫째는 전체 생산 프로세스에서 에너지 소모율이 낮은 생산설비 및 생산자원을 사용하는 것을 지원하는 에너지 저감 생산 모델(energy reduction production model)이다. 설비와 유니트의 성능 효율을 비교, 분석할 수 있는 DB를 구축한다. 다음으로 공정 및 설비별로 현재의 각종 에너지 사용량을 파악하고, 정확한 에너지원별 사용량을 토대로, 실제로 절감되는 공정 및 설비별 에너지 사용량을 파악하기 위하여 공정계통도(process tree diagram)를 구축한다²⁾.

둘째는 생산 프로세스를 시간적인 흐름에 따른 에너지 소모 형태로 분석하여 특정 시간 또는 공정에 나타나는 에너지 집중화 현상을 탐색하여 이를 분산화하는 에너지 균등화 생산 모델(energy equalization production model)이다(Fig. 2).

4. 결론

최근 제조업 생산현장에서 에너지는 생산 프로세스 구축 및 운영에 큰 영향을 주는 중요한 요인일

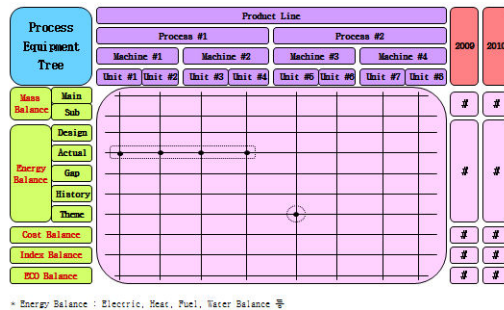


Fig. 2 Balance map of process and equipment

뿐만 아니라 동시에 국가적으로도 중요한 이슈가 되고 있다. 본 연구에서는 생산 프로세스에 기반한 에너지 효율성 관리 및 최적화를 위하여 기존의 MES와 연계되는 프레임워크 구성을 제안하는 동시에 두 가지 에너지 효율화 관리 모델을 제시하였다. 즉, 에너지 저감 생산 모델과 에너지 균등화 생산 모델은 생산현장에서의 에너지 절감과 원가 절감에 크게 기여할 수 있을 것으로 확신한다.

향후에는 본 연구에서 제안한 프레임워크 및 에너지 효율화 관리 모델을 자동차, 기계 및 전자 부품업체에 적용하여 신뢰도와 성과를 검증하고자 한다.

후기

본 연구는 지식경제부 기술료 사업의 일환으로 한국생산기술연구원에서 수행하고 있는 'IT+MT 융합을 통한 중소기업 생산성 향상 - 생산정보 지능화(i-MES) 사업' 과제의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. Park, C.W., Kwon, K.S., Kim, W.B., Min, B.K., Park, S.J., Sung, I.H., Yoon, Y.S., Lee, K.S., Lee, J.H., and Seok, J.W., "Energy consumption reduction technology in manufacturing —A selective review of policies, standards, and research," IJPEM, 10, 5, 151-173, 2009.
2. 한문규, "에너지관리혁명", 교우사, 2005.
3. 김정원, 이정구, 성노천, 홍민호, 오세창, 김영일, "공조장비 성능진단시스템 및 노후화 에너지관리 기술 개발," 설비저널, 2008.