

제품생산부문에서 설비유효성계산을 위한 한가지 방법

최경일, 한석민

경애하는 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《첨단돌파전을 힘있게 벌려야 나라의 과학기술전반을 빨리 발전시키고 지식경제의 토대를 구축해나갈수 있습니다.》

오늘날 제품생산부문에서 많은 제품들이 생산되는데 따라 생산설비들의 생명주기가 점점 더 짧아지고있다. 이로부터 설비들의 리용가능성과 생산성, 품질에 대한 평가를 과학적으로, 수자적으로 보다 정확히 진행하여 설비유효성을 높이는것이 중요한 문제로 나서고있다.

현재 제품생산부문에서 설비유효성평가를 실시간적으로 진행하여 제기되는 문제점들에 대한 대책을 제때에 취함으로써 설비의 효률을 높이기 위한 연구가 심화되고있다.

선행연구[1, 2]에서는 설비유효성계산방법과 손실정보에 기초한 반자동화된 계산알고리즘을 제안하였다.

본문에서는 제품생산을 진행하는 설비들의 유효성평가방법들을 분석한데 기초하여 그 계산을 자동화하기 위한 방법을 제안하였다.

1. 설비유효성평가방법

설비유효성은 다음과 같은 세가지 기본문제들에 기초하고있다.

① 설비의 리용가능성

제품을 생산할수 있는 설비의 가동률에 대한 측정값이다.

② 생산성

제품을 생산하는 동안 설비가 얼마나 효율적으로 동작하였는가를 측정한 값이다.

③ 제품의 품질

제품생산과정에 오작이나 재작업 등을 측정하여 평가한 값이다.

설비유효성은 설비의 리용가능성 AE, 생산성 PE, 제품의 품질 QE의 적으로 표시할 수 있다.

$$OEE = AE \times PE \times QE \quad (1)$$

설비유효성은 전체 생산공정의 능력을 측정한 값이다. 이것은 생산에 대한 설비유효성, 수요에 대한 설비유효성, 간단한 설비유효성과 같이 여러가지로 정의할수 있다.

식 (1)에서 AE, PE, QE는

$$AE = ET/TT \quad (2)$$

$$PE = OE \times RE \quad (3)$$

$$QE = GC/RC \quad (4)$$

와 같이 표시된다. 여기서 TT는 설비가 가동하여야 할 총 시간, ET는 실지 설비가 가동한 시간, OE는 생산시간과 설비가동시간과의 비율, RE는 실지 생산한 제품개수와 리론적인 제품생산개수와의 비율, GC는 합격품의 개수, RC는 생산된 제품의 개수이다.

OE, RE는 다음과 같이 표시된다.

$$OE = PT/ET \quad (5)$$

$$RE = RC/TC \quad (6)$$

여기서 PT는 실지 설비가 제품을 생산한 시간, TC는 생산시간안에 생산해야 할 이론적인 제품개수이다.[1]

생산에 대한 설비유효성 OEEp는 생산이 가능할 때의 설비유효성을 측정한 값이며 이것은 설비가동시간에서 작업에 리용되지 않은 시간을 던 값을 리용하여 계산한다.

$$OEEp = AE \times PPE \times QE \quad (7)$$

$$PPE = POE \times RE \quad (8)$$

$$POE = PT/(ET - NWP) \quad (9)$$

여기서 PPE는 제품의 생산성이며 POE는 생산시간과 설비가동시간에서 비생산작업시간 NWP를 던것과의 비율이다.[2]

수요에 대한 설비유효성 OEEd는 생산계획과 관련된 설비유효성을 측정한 값이며 이것은 설비가동시간에서 계획된 대기시간을 던 값을 리용하여 계산한다.

$$OEEd = AE \times DPE \times QE \quad (10)$$

$$DPE = DOE \times RE \quad (11)$$

$$DOE = PT/(ET - PIT) \quad (12)$$

여기서 DPE는 수요에 대한 생산성, DOE는 생산시간과 설비가동시간에서 계획된 대기시간을 던것과의 비율, PIT는 계획된 대기시간이다.

OEEs는

$$OEEs = RC/AC \quad (13)$$

와 같이 간단히 계산할수 있으며 실지 생산한 제품개수와 설비가 가동하여야 할 시간동안 생산하여야 할 이론적인 제품개수와의 비율로 나타난다. 여기서 AC는 설비가 가동 시간동안 생산하여야 할 이론적인 제품의 수이다.

대부분의 생산자들은 생산에서 품질이 미미한 영향을 미친다고 생각하고있기때문에 우와 같이 리용가능성과 생산성의 두가지 요소를 결합하여 간단하게 표현하였다.

2. 설비유효성계산방법

제품생산부문에서 설비유효성계산은 사물인터넷(IOT: Internet of Things)에 기초하여 실현할수 있으며 그 과정은 다음과 같다.

① 생산설비들에 수감부들을 설치하고 턱값들을 설정한다.

② 수감부는 턱값에 기초하여 설비들의 가동상태를 판단한다. 이것은 설비의 리용가능성을 계산하는데 리용된다.

③ 수감부는 턱값에 기초하여 설비가 현재 생산중인가, 대기중인가를 판단하며 이것은 생산성을 계산하는데 리용된다.

④ 설비유효성계산프로그램에 작업시간, 계획된 작업중지시간, 하나의 제품을 생산하는데 소요되는 시간을 입력한다.

⑤ 프로그램은 위의 값들에 기초하여 설비의 리용가능성과 생산성을 계산한다.

⑥ 프로그램은 수감부로부터 받은 자료와 제품생산이 완료될 때의 패턴(pattern)을 비교하여 제품생산개수를 구한다.

⑦ 프로그램은 입력받은 불량품의 개수와 우에서 구한 실지 생산된 제품의 개수에

기초하여 제품의 질을 평가한다.

⑧ ①-⑦까지의 과정을 통하여 계산한 리용가능성과 생산성, 제품의 질을 가지고 설비유효성을 계산한다.

설비유효성계산에 리용되는 턱값을 표 1에 보여주었다.

표 1. 설비유효성계산에 리용되는 턱값

턱값리용방법	설비상태	설명
수감부자료 < 턱값 1	정지	설비가 가동하지 않고 정지되어있는 상태
수감부자료 >= 턱값 1	대기	설비가 가동은 하였지만 생산을 하지 않고있는 상태
수감부자료 < 턱값 2	생산	설비가 정상적으로 가동하여 생산을 진행하는 상태

표 1에서 보여준것처럼 2개의 턱값을 리용하여 설비의 가동 및 정지상태, 대기 및 생산상태 등을 계산할수 있다.

설비유효성계산알고리즘을 그림에 보여주었다.

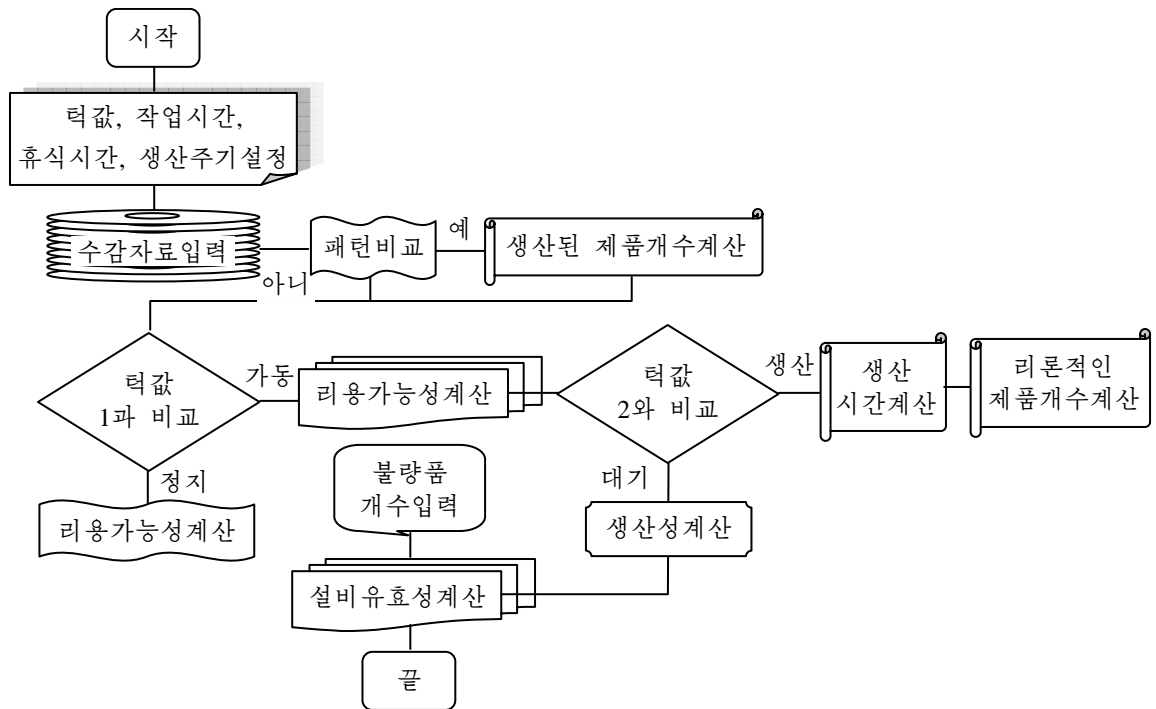


그림. 설비유효성계산알고리즘

작업에 리용되지 않은 시간, 계획된 대기시간 등을 입력하고 알고리즘을 리용하면 생산에 대한 설비유효성과 수요에 대한 설비유효성, 간단한 설비유효성을 구할수 있다.

어느 한 식료공장에서는 설비유효성을 평가하기 위하여 매일 설비가 가동한 시간과 설치 설비가 생산에 참가한 시간 그리고 생산된 총 제품의 수량과 합격품수량을 컴퓨터에 입력하여 계산하는 방법으로 생산공정에서 설비의 유효성에 대한 평가를 진행하였다.

공장에서는 설비의 유효성평가를 자동화하기 위하여 흐름선에 3축진동과 소음, 온도를 수감할수 있는 공업용자료수감부를 설치하고 Y축방향의 진동속도가 3mm/s이상이면

설비가 가동한것으로, 6mm/s이상이면 설비가 생산에 참가한것으로 턱값들을 설정하였다.

론문에서 제안한 방법으로 설비가 가동한 시간과 생산에 참가한 시간, 설비의 유효성 등을 계산하였다.

한달동안 설비가 가동하여야 할 총 시간 TT는 $8h \times 25d = 200h$ 이며 설비고장, 유지보수, 원료부족 등의 리유로 실시 설비가 가동한 시간 ET는 106.8h이다.

기능공들의 기능부족과 련관부분에서의 생산지연 등으로 실시 설비가 생산에 참가한 시간은 71.87h이다. 하나의 제품을 생산하는데 걸리는 시간은 36s이며 실시 생산한 제품의 수는 7 060개, 합격품의 수는 7 038개이다.

리용가능성과 생산성, 품질과 설비유효성을 계산하면 다음과 같다.

$$AE = ET/TT = 106.8/200 = 0.534 = 53.4(\%)$$

$$OE = PT/ET = 71.87/106.8 = 0.672 \ 9$$

$$RE = RC/TC = 7 \ 060/7 \ 187 = 0.982 \ 3$$

$$PE = OE \times RE = 0.672 \ 9 \times 0.982 \ 3 = 0.660 \ 9 = 66.09(\%)$$

$$QE = GC/RC = 7 \ 038/7 \ 187 = 0.996 \ 8 = 99.68(\%)$$

$$OEE = AE \times PE \times QE = 0.534 \times 0.660 \ 9 \times 0.996 \ 8 = 0.351 \ 8 = 35.18(\%)$$

생산을 시작하기 전에 준비작업을 한 시간은 한달동안에 도합 1.8h, 앞공정으로부터 제품이 넘어오기 전까지의 대기시간은 한달동안에 도합 2.3h이다.

생산에 대한 설비유효성과 수요에 대한 설비유효성을 계산하면 다음과 같다.

$$POE = PT/(ET - NWP) = 71.87/(106.8 - 1.8) = 0.684 \ 4$$

$$PPE = POE \times RE = 0.684 \ 4 \times 0.982 \ 3 = 0.672 \ 2 = 67.22(\%)$$

$$OEEp = AE \times PPE \times QE = 0.534 \times 0.672 \ 2 \times 0.996 \ 8 = 0.357 \ 8 = 35.78(\%)$$

$$DOE = PT/(ET - PIT) = 71.87/(106.8 - 2.3) = 0.687 \ 7$$

$$DPE = DOE \times RE = 0.687 \ 7 \times 0.982 \ 3 = 0.675 \ 5$$

$$OEEd = AE \times DPE \times QE = 0.534 \times 0.675 \ 5 \times 0.996 \ 8 = 0.359 \ 5 = 35.95(\%)$$

$$OEEs = RC/AC = 7 \ 060/20 \ 000 = 0.353 = 35.3(\%)$$

선행방법과 제안한 방법으로 식료공장의 한달동안 생산공정에서의 표준적인 설비유효성과 생산에 대한 설비유효성, 수요에 대한 설비유효성, 간단한 설비유효성을 계산하여 비교하였다.

설비유효성계산결과를 표 2에 보여주었다.

표 2. 설비유효성계산결과

비교지표 방 법	리용가능성/%	생산성/%	품질/%	설비유효성/%
설비유효성	53.4	66.2	99.7	35.24
	53.4	66.09	99.68	35.18
생산에 대한	53.4	67.3	99.7	35.83
설비유효성	53.4	67.22	99.68	35.78
수요에 대한	53.4	67.6	99.7	35.99
설비유효성	53.4	67.55	99.68	35.95
간단한				35.3
설비유효성				35.3

표 2에서 위의 값은 선행방법으로 계산한 설비유효성값이고 아래의 값은 제안한 방

법으로 계산한 설비유효성 값이다. 선행방법과 제안한 방법의 설비유효성계산결과는 0.2%의 오차밖에 되지 않았다. 이것은 제안한 방법으로 설비유효성을 계산하는것이 더 빠르고 효율적이라는것을 알수 있다.

맺 는 말

일반적으로 턱값이나 작업시간, 휴식시간, 생산주기 등은 고정된 값이므로 한번만 설정하면 계속 리용할수 있다. 따라서 우와 같은 사물인터넷에 기초한 설비유효성계산방법을 리용하면 설비유효성을 자동적으로 계산할수 있으며 생산을 늘이고 제품의 질을 제고하는데서 필수적인 유효성정보를 보다 빠르게 구할수 있다.

참 고 문 헌

- [1] Sonmez V, Testik MC; Int J Adv Manuf Technol., 88, 9, 3257, 2017.
- [2] S. A. Assaf et al.; Int J Adv Manuf Technol., 76, 9, 1957, 2015.

주제110(2021)년 2월 5일 원고접수

A Method for Overall Equipment Effectiveness Calculation in Manufacturing

Choe Kyong Il, Han Sok Min

In this paper a method to calculate equipment efficiency automatically, based on the IOT, made it get effective information essential to an increase in production and its quality as soon as possible.

Keywords: internet of things, overall equipment effectiveness, industry 4.0