

## 구두공장의 생산능력타산모형화

원 광 식

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《인민경제 모든 부문, 모든 단위에서 예비와 가능성을 남김없이 탐구동원하고 기술혁신 운동과 사회주의경쟁운동을 활발히 벌려 생산적양양을 일으켜야 합니다.》(《조선로동당 제7차 대회에서 한 중앙위원회사업총화보고》 단행본 55페이지)

구두공장에서 예비와 가능성을 남김없이 탐구동원하여 생산적양양을 일으키는데서 나서는 중요한 문제의 하나는 생산능력을 과학적으로 타산하는것이다.

구두공장의 생산능력은 일정한 기간에 품종별구두를 최대한으로 생산할수 있는 가능성이다. 그러므로 구두공장에서 생산능력을 어떻게 타산하는가 하는것은 생산예비를 적극 동원하기 위한 중요조건으로 되며 동원적이고 과학적인 생산계획을 세우기 위한 출발점으로 된다.

구두공장에서 생산능력을 과학적으로 타산하기 위한 중요한 방도의 하나는 생산능력 타산에 최량화방법을 리용하는것이다.

일반적으로 구두공장에서 구두생산은 여러 생산공정들을 단계적으로 거쳐서 이루어진다. 이러한 구두공장에서 생산능력타산은 기본생산설비들을 기준으로 하여 타산하여야 한다. 그것은 기본생산설비들이 구두생산에서 기술공학적으로 가장 핵심적역할을 담당하기때문이다.

그런데 구두공장의 기본생산설비들에서는 여러가지 품종의 구두를 생산한다. 이 경우에 품종별설비의 기준가공시간 또는 그 거꿀수인 품종별설비의 시간당 생산량은 차이난다. 그것은 품종별구두의 형태와 구조, 가공의 기술적요구가 서로 다른것과 관련되어있다.

그러므로 이것은 기본설비들의 계획작업시간이 주어져있는 조건에서 여러가지 구두 품종들의 생산량이 각이하게 규정되게 한다. 다시말하여 구두공장에서 생산능력을 규정하기 위한 방안을 선택하여야 하는 문제가 나선다. 바로 여기에 구두공장에서 생산능력타산에 최량화방법을 적용할수 있는 근거가 있다.

구두공장에서 생산능력을 타산하기 위한 최량화모형을 구성해보자.

구두공장의 첫 기본생산공정은 준비공정과 재단공정이다. 이로부터 모형구성은 준비공정과 재단공정으로부터 시작한다.

먼저 준비공정부터 보기로 하자.

준비공정에서 첫 기본설비는 콤팩운드제조기이다. 콤팩운드제조기에서는 폴리염화비닐가루와 가소제, 안정제, 색감들을 혼합숙성한 배합재료로 콤팩운드(구두바닥제작용 원료알갱이)를 제조한다.

그러므로 콤팩운드제조기의 계획가동시간을  $A$ , 콤팩운드단위당 기준가공시간을  $a$ , 그 생산량을  $x$ 라고 하자.

그러면 콤팩운드제조기에서 콤팩운드생산량을 타산하는 제한식은 다음과 같이 구성

할수 있다.

$$ax \leq A \quad (1)$$

준비공정에서 두번째 기본설비는 사출기이다. 사출기에서는 콤팩트를 설치된 형태들에서 사출하여 구두의 켈레당 바닥부분품들인 창, 굽, 덧굽 등을 생산한다.

사출기종류도 여러가지이다. 예를 들어 단색사출기와 이색사출기는 남, 녀 구두창생산에 리용될수 있다. 그리고 녀자구두뒤굽만을 생산하는 사출기도 있다.

사출기종류를 침수  $j$  ( $j=1, \dots, n$ ), 구두의 형식(곤식, 편리식 등)별, 형태(어른 남, 녀, 아동 남, 녀)별, 문수별품종을 침수  $j$  ( $j=1, \dots, n$ ), 모든 품종의 구두켈레당 바닥부분품들을 침수  $l$  ( $l=1, \dots, L$ )로 표시하자.

이로부터  $j$ 째 사출기의 계획가동시간을  $A_j$ ,  $j$ 째 사출기에서  $i$ 째 품종의 구두 한켈레 생산을 위한  $l$ 째 바닥부분품의 기준가공시간을  $a_{jil}$ , 해당한 바닥부분품생산량을  $y_{jil}$ 라고 하자. 그러면 사출기들에서 구두생산에 필요한 바닥부분품생산량을 타산하는 제한식은 다음과 같이 구성할수 있다.

$$\sum_{i=1}^m \sum_{l=1}^L a_{jil} y_{jil} \leq A_j, \quad j=1, \dots, n \quad (2)$$

이 경우에  $i$ 째 품종의 구두생산을 위한  $l$ 째 바닥부분품생산량은 다음과 같다.

$$\sum_{j=1}^n y_{jil}, \quad i=1, \dots, m, \quad l=1, \dots, L$$

$j$ 째 사출기에서  $i$ 째 품종의 구두 한켈레 생산을 위한  $l$ 째 바닥부분품생산의 콤팩트소비기준을  $b_{jil}$ 라고 하자. 그러면 준비공정에서 기본설비들사이의 생산소비적균형보장제한식을 다음과 같이 구성할수 있다.

$$x = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m \sum_{l=1}^L b_{jil} y_{jil} \quad (3)$$

구두생산을 위한 바닥부분품생산량들사이에도 균형을 보장하여야 할 요구가 제기될수 있다. 그것은 가령 녀자구두생산에는 창과 뒤굽이 다 소비되기때문이다.

$i$ 째 품종의 구두생산을 위한 바닥부분품종류수를  $n_i$  ( $n_i < L$ ), 그 첫 바닥부분품침수를  $g_i$ 라고 하자. 여기서는 같은 품종의 구두생산에 소비되는 바닥부분품들이 련이어 침수지어졌다고 보겠다.

그러면 준비공정에서 같은 품종의 구두생산을 위한 바닥부분품생산량들사이의 균형보장제한식은 다음과 같이 구성할수 있다.

$$\sum_{j=1}^n y_{jig_i} = \sum_{j=1}^n y_{ji(g_i+1)} = \dots = \sum_{j=1}^n y_{ji(g_i+n_i)}, \quad i=1, \dots, m \quad (4)$$

준비공정에는 비기본설비들도 있다. 예를 들어 녀자구두에 해당하여 사출기들에서 생산된 창과 뒤굽에 열을 가하여 붙여서 부분품을 만드는 활성화기가 있다. 준비공정에서는 이러한 설비들의 생산능력이 기본설비들의 생산능력에 비하여 부족하면 해당한 조직기술적대책들을 세워야 한다.

다음으로 재단공정을 보기로 하자.

재단공정에서는 천연가죽, 합성가죽, 천 등으로부터 구두생산에 필요한 부분품(겔감, 안감, 중창 등)들을 재단해낸다.

재단공정에서 기본설비는 여러가지 종류의 재단기들이다.

이 재단기들에는 우선 부딪침힘을 리용하는 때림식재단설비로서 여러가지 종류의 프레스들이 있다. 이 프레스들은 중창생산에서와 같이 두꺼운 재료를 재단하거나 가죽과 같이 너비가 좁고 개별적인 재료를 재단하는데 리용된다.

재단기의 다른 종류로서는 련속적인 자름힘을 리용하는 띠칼식재단설비로서 띠칼재단기가 있다. 이러한 재단기는 신율생산을 위한 천재단에 많이 리용된다.

띠칼재단기는 재단기가 이동하는가, 이동하지 않는가에 따라 이동재단기와 고정재단기로 분류된다. 이 경우에 고정재단기는 주로 이동재단기로 크게 자른 부분품들을 더 작은 부분품으로 자르거나 복잡한 부분품들의 재단에 널리 리용된다.

띠칼재단기종류에서는 고정재단기가 기본설비이다. 그리고 고정재단기도 여러가지 종류이다.

이로부터 재단공정에서 기본설비들로서 재단기종류를 첨수  $d$  ( $d=1, \dots, D$ ), 재단기들에서 생산되는 모든 품종의 구두겔레당 부분품종류를 첨수  $e$  ( $e=1, \dots, E$ )로 표시하자. 그리고  $d$ 째 재단기에서  $i$ 째 품종의 구두 한켄레 생산을 위한  $e$ 째 부분품생산에 드는 기준가공시간을  $f_{die}$ , 계획가동시간을  $F_d$ , 해당하는 부분품생산량을  $z_{die}$ 라고 하자. 그러면 재단기들에서 부분품생산량을 타산하는 제한식은 다음과 같이 구성할수 있다.

$$\sum_{i=1}^m \sum_{e=1}^E f_{die} z_{die} \leq F_d, \quad d=1, \dots, D \quad (5)$$

이 경우  $i$ 째 품종의 구두생산을 위한  $e$ 째 종류의 부분품생산량은 다음과 같다.

$$\sum_{d=1}^D z_{die}, \quad i=1, \dots, m, \quad e=1, \dots, E$$

재단공정에서도 부분품생산량들사이에 균형을 보장하여야 할 요구가 제기될수 있다. 그것은 같은 품종의 구두생산에 겔감, 안감, 중창 등 여러 부분품들이 조를 지어 소비되기때문이다.

$i$ 째 품종의 구두생산을 위한 재단공정의 부분품종류수를  $m_i$  ( $m_i < E$ ), 그 첫 부분품첨수를  $h_i$ 라고 하자. 여기서도 같은 품종의 구두생산에 소비되는 부분품들이 련이어 첨수지어졌다고 본다.

그러면 재단공정에서 같은 품종의 구두생산을 위한 부분품생산량들사이의 균형보장 제한식은 다음과 같이 구성할수 있다.

$$\sum_{d=1}^D z_{dih_i} = \sum_{d=1}^D z_{di(h_i+1)} = \dots = \sum_{d=1}^D z_{di(h_i+m_i)}, \quad i=1, \dots, m \quad (6)$$

재단공정의 부분품생산량과 준비공정의 바닥부분품생산량사이에도 균형이 보장되어야 한다. 그것은 역시 같은 품종의 구두생산에 두 기본생산공정의 부분품, 바닥부분품들이 다같이 소비되기때문이다.

재단공정에서 같은 품종의 구두생산에 소비되는 부분품생산량들사이의 균형보장제한식은 이미 앞에서 관계식 (6)으로 구성하였다. 그리고 준비공정에서도 같은 품종의 구두

생산에 소비되는 바닥부분품생산량들사이의 균형보장제한식은 관계식 (4)로 구성하였다.

이로부터 같은 품종의 구두생산에 소비되는 재단공정의 부분품생산량과 준비공정의 바닥부분품생산량들사이의 균형을 보장하기 위한 제한식은 두 생산공정에서 해당한 품종의 구두생산에 소비되는 임의의 품종을 선택하여 구성하면 된다.

그러므로  $i$ 째 품종의 구두생산에 소비되는 준비공정의 바닥부분품품종첨수들중에서 임의의 첨수를  $l_i$ , 재단공정의 부분품품종첨수들중에서 임의의 첨수를  $e_i$  라고 하자. 그러면 재단공정과 준비공정에서 해당한 품종의 부분품, 바닥부분품생산량들사이의 균형을 보장하기 위한 제한식은 다음과 같이 구성할수 있다.

$$\sum_{j=1}^n y_{jil_i} = \sum_{d=1}^D z_{die_i}, \quad i = 1, \dots, m \quad (7)$$

이러한 관계식 (7)이 성립되면 재단공정과 준비공정의 기타 나머지부분품, 바닥부분품 품종들사이의 생산량균형관계는 바로 관계식 (4)와 (6)의 성립에 의하여 보장되는것이다.

재단공정의 다음 기본생산공정은 재봉공정이다. 재봉공정에서는 재단공정에서 생산된 부분품들을 재봉하여 해당한 구두생산을 위한 부분조립품을 만든다.

재봉공정에서 기본설비들은 여러가지 종류의 재봉기이다. 여기에는 재봉기의 사명에 따라 칼날재봉기, 어기침재봉기, 단침재봉기 등이 있고 재봉기의 구조에 따라 복식재봉기, 사슬식재봉기, 불련속재봉기, 련속재봉기 등이 있다.

재봉기종류를 첨수  $g$  ( $g=1, \dots, G$ ),  $g$ 째 재봉기에서  $i$ 째 품종의 구두 한켠레 생산을 위한 부분조립품가공에 드는 시간을  $f_{gi}$ , 계획가동시간을  $F_g$ , 해당한 부분조립품생산량을  $U_{gi}$  라고 하자. 그러면 재봉기들에서 해당한 구두생산에 필요한 부분조립품생산량을 타산하는 제한식은 다음과 같이 구성할수 있다.

$$\sum_{i=1}^m f_{gi} U_{gi} \leq F_g, \quad g = 1, \dots, G \quad (8)$$

이 경우에  $i$ 째 품종의 구두생산을 위한 부분조립품(신울)생산량은 다음과 같다.

$$\sum_{g=1}^G U_{gi}, \quad i = 1, \dots, m$$

재단공정과 재봉공정사이에도 생산소비적균형이 보장되어야 한다.

재단공정에서 같은 품종의 구두생산에 소비되는 부분품생산량들사이의 균형보장제한식은 관계식 (6)으로 구성되었다. 그리고 재단공정에서 생산되는  $i$ 째 품종의 구두생산을 위한 부분품종류첨수들중에서 첫 첨수는  $h_i$ 이다.

그러므로 재단공정과 재봉공정사이의 균형보장을 위한 제한식은 다음과 같이 구성할수 있다.

$$\sum_{d=1}^D z_{dih_i} = \sum_{g=1}^G U_{gi}, \quad i = 1, \dots, m \quad (9)$$

제화공정은 구두생산의 마지막기본생산공정이다. 제화공정에서는 여러가지 문수의 신꼴을 원틀로 하고 거기에 준비공정과 재단공정, 재봉공정에서 생산된 바닥부분품, 부분품, 부분조립품들을 접착제를 비롯한 보조자재들을 리용하여 신발의 모양으로 교착시키며 바

탁창의 특성을 부여하여 완제품인 구두를 생산한다.

제화공정에서 기본설비는 앞골씩우기, 접착식뒤골기, 바닥압착기 등이다. 제화공정에서 이러한 설비들은 보통 흐름선에 따라 배치되어 있다.

제화공정에서 기본설비종류를 첨수  $q (q=1, \dots, Q)$ 로 표시하자. 그리고  $q$ 째 설비에서  $i$ 째 품종의 구두 한켠레 생산에 드는 시간을  $p_{qi}$ , 그 생산량을  $V_i$ , 계획가동시간을  $M_q$ 라고 하자.

그러면 제화공정에서 구두생산량을 타산하는 제한식은 다음과 같이 구성할수 있다.

$$\sum_{i=1}^m p_{qi} V_i \leq M_q, \quad q=1, \dots, Q \quad (10)$$

제화공정과 재봉공정사이에도 생산소비적균형이 보장되어야 한다. 이러한 균형보장을 위한 제한식은 다음과 같이 구성할수 있다.

$$V_i = \sum_{g=1}^G U_{gi}, \quad i=1, \dots, m \quad (11)$$

제화공정과 준비공정, 재단공정사이의 생산소비적균형보장은 앞에서 구성한 준비공정과 재단공정사이의 생산소비적균형보장제한식, 재단공정과 재봉공정사이의 생산소비적균형보장제한식, 재봉공정과 제화공정사이의 생산소비적균형보장제한식의 동시적성립에 의하여 실현된다.

관계식 (1)-(11)에서 타산되는 변수들은 부가 아니고 일부 변수들은 옹근수여야 한다. 따라서 다음과 같은 제한식을 구성할수 있다.

$$y_{jil} \geq 0, \quad j=1, \dots, n, \quad i=1, \dots, m, \quad l=1, \dots, L$$

$$z_{die} \geq 0, \quad U_{gi} \geq 0, \quad V_i \geq 0 \quad (12)$$

$$d=1, \dots, D, \quad i=1, \dots, m, \quad e=1, \dots, E, \quad g=1, \dots, G$$

구두공장의 생산능력타산모형구성에서는 목적함수를 작성하여야 한다.

목적함수를 작성하기 위한 최량성기준은 구두공장의 생산능력지표를 취한다.

구두공장의 생산능력은 주어진 계획기간에 형식별, 형태별, 문수별 구두품종들을 최대한으로 생산할수 있는 가능성이다.

따라서 모형의 목적함수는 다음과 같이 구성할수 있다.

$$V_i \Rightarrow \max, \quad i=1, \dots, m \quad (13)$$

목적함수 (13)에는 아래한계값들을 줄수 있다. 그러므로 목적식 (13)에는 다음과 같은 제한식들을 추가한다.

$$V_i \geq V_i^0, \quad i=1, \dots, m \quad (14)$$

여기서  $V_i^0$  들은 구두품종들에 대한 생산능력타산의 아래한계값들이다. 이 값들은 목적식 (13)의 유효점(최량풀이)들이 그 개별적목적들의 값을 각이하게 주는것과 관련하여 수요를 충족시키기 위한 생산능력타산의 요구에 맞는 최량풀이를 구하기 위하여 설정된다. 그러므로 이 량들은 지난 시기의 생산실적과 계획기간의 예측되는 수요 등에 기초하여 결정할수 있다.

모형 (1)-(14)는 여러 목적선형계획법문제이다. 따라서 그 풀이는 여러 목적선형계획법

문제의 풀기법에 의하여 구할수 있다. 구한 풀이  $V_i^*$  은  $i$ 째 품종의 구두생산능력을 보여 준다.

이처럼 구두공장에서 생산능력타산에 최량화방법도입은 기본생산공정들과 기본설비들사이의 생산기술적연계와 균형을 과학적으로 보장하면서 계획기간에 최대규모의 구두를 생산할수 있게 설비들을 가장 합리적으로 리용하는 문제를 해결하게 한다.

모형 (1)-(14)의 최량풀이(유효점)를 구하기 위하여 목적식만 다음과 같이 변화시킬 수 있다.

$$\sum_{i=1}^m C_i V_i \Rightarrow \max \quad (15)$$

여기서  $C_i$ 들은 해당한 구두품종들에 대한 도매가격들이다.

그러면 모형 (1)-(12), (14), (15)는 생산액최대의 선형계획법문제이다. 이 모형은 우리 식 조작체계 《붉은별》의 통합사무처리프로그램 《우리》 3.0의 《표》에서 풀이도구 《해결》을 리용하여 컴퓨터로 풀수 있다.

이 경우 해당한 문제의 최량풀이는 모형 (1)-(14)의 최량풀이(유효점)가 된다. 그리고 모형 (1)-(14)에는 이 풀이보다 목적식 (13)의 개별적목적들을 동시에 크게 하는 다른 최량풀이(유효점)가 없다.

$$\sum_{k=1}^K V_{ki}^*, \quad i = 1, \dots, m$$

구두공장에서는 생산능력타산에 최량화방법에 기초한 경제수학적모형화방법들을 옮겨 적용해나감으로써 더 많은 내부예비를 찾고 지식경제시대 인민생활향상의 요구에 맞게 구두생산을 더욱 늘여나가야 할것이다.

실마리어 생산능력타산, 최량화방법