

흑색금속공업부문 연합기업소에서 예비수자의 과학적인 타산방법

원 광 식

흑색금속공업부문 연합기업소에서 예비수자를 과학적으로 타산하는것은 경제강국건설의 요구에 맞게 마련된 생산잠재력을 최대한으로 발양시켜 인민경제의 날로 늘어나는 철강재수요를 원만히 충족시키기 위하여 나서는 중요한 문제의 하나이다.

경애하는 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《경제강국건설을 위한 투쟁에서 우리는 대원수님들께서 마련하여주신 자립경제의 토대를 최대한 효과적으로 리용하여 생산을 높은 수준에서 정상화하며 인민들의 물질문화적수요를 원만히 충족시키기 위한데 모든 사업을 지향시켜나가야 합니다.》

흑색금속공업부문 연합기업소에서 예비수자를 타산하는 사업은 본질상 주제품의 최대생산량을 규정하는 사업이다. 여기서는 제철소를 모체공장으로 한 흑색금속공업부문 연합기업소에서 예비수자타산의 최량화모형을 구성하기로 한다.

모형구성은 제철소의 기본생산공정들로부터 시작한다.

제철소에서 기본생산공정은 일반적으로 제철, 제강, 압연공정이다.

압연공정은 제철소의 마지막 기본생산공정이다. 압연공정에는 기본설비로서 여러가지 종류의 압연기들이 있다. 이 압연기들은 생산기술적연계에 따라 세 부류로 나눌수 있다.

첫째로, 생산물을 다른 압연기들에 넘겨주지 않는 압연기들이다. 이 압연기들에서는 보통 완제품을 생산한다. 그리고 반제품을 생산하는 경우에도 비기본설비에 넘겨 주제품(외부실현제품)생산에 소비한다. 평간압연기를 그러한 예로 들수 있다. 첫 부류의 압연기들을 모형구성의 편리상 최종압연기라고 하자.

둘째로, 다른 압연기들로부터 반제품을 넘겨받아 생산물을 생산하고 그 일부를 다시 다른 압연기들에 반제품으로 넘겨주는 압연기들이다. 열간압연기를 그러한 예로 들수 있다. 이 압연기들에서는 이밖에 생산되는 반제품의 일부가 외부실현되기도 하고 비기본설비들에 넘겨져 주제품생산에 소비되기도 한다. 둘째 부류의 압연기들을 편리상 중간압연기라고 하자.

셋째로, 다른 압연기들로부터 반제품을 넘겨받지 않으면서 생산물을 다른 압연기들에 반제품으로 넘겨주는 압연기들이다. 분피압연기를 그러한 예로 들수 있다. 셋째 부류의 압연기들을 편리상 출발압연기라고 하자.

무엇보다먼저 최종압연기들에 대하여 보기로 하자. 그 종류를 첨수 $j(j=1, \dots, n)$ 로 표시한다.

j 째 최종압연기에서 생산되는 압연강제품종들을 첨수 $i(i=1, \dots, m_j)$ 로 표시한다. 그리고 해당한 비기본설비들에서 생산되는 주제품종들을 첨수 $b(b=1, \dots, B)$ 로 표시한다. 이 경우 단위당 가공시간을 f_{ji} , 계획작업시간을 F_j , 가능한 외부실현생산규모를 x_{ji} , 비기본설비들에 넘겨져 b 째 주제품생산에 소비될 생산규모를 x_{jib} 라고 하자. 그러면 j 째 최종압연기에서 압연강재생산량을 타산하는 제한식은 식 (1)과 같이 구성할수 있다.

$$\sum_{i=1}^{m_j} f_{ji}(x_{ji} + \sum_{b=1}^B x_{jib}) \leq F_j, \quad j=1, \dots, n \quad (1)$$

최종압연기들에서 로동력에 의한 압연강재생산량타산제한식을 다음과 같이 구성한다.

$$\sum_{i=1}^{m_j} t_{ji} (x_{ji} + \sum_{b=1}^B x_{jib}) \leq T_j, \quad j=1, \dots, n \quad (2)$$

여기서 t_{ji} 는 로동용량, T_j 는 보장되는 로력규모(인-시)이다.

다음으로 중간압연기들에 대하여 보자. 중간압연기종류를 첨수 r ($r=1, \dots, R$)로 표시한다.

r 째 중간압연기에서 생산되는 반제품품종들을 첨수 g ($g=1, \dots, G_r$), 해당하는 비기본설비들에서 생산되는 주제품품종들을 첨수 a ($a=1, \dots, A$)로 표시하자. 이 경우 단위당 가공시간을 f'_{rg} , 계획작업시간을 M_r , 가능한 외부 및 내부실현생산규모를 x'_{rg} , x''_{rg} , 비기본설비에 넘겨져 a 째 주제품생산에 소비될 생산규모를 \tilde{x}_{rga} 라고 하자. 그러면 r 째 중간압연기에서 반제품생산량을 타산하는 제한식은 식 (3)과 같이 구성할수 있다.

$$\sum_{g=1}^{G_r} f'_{rg} (x'_{rg} + x''_{rg} + \sum_{a=1}^A \tilde{x}_{rga}) \leq M_r, \quad r=1, \dots, R \quad (3)$$

로동력에 의한 중간압연기의 품종별반제품생산규모를 타산하는 제한식을 구성하자. 로동용량을 t'_{rg} , 보장되는 로력규모를 T'_r 라고 하자. 그러면 식 (4)가 성립한다.

$$\sum_{g=1}^{G_r} t'_{rg} (x'_{rg} + x''_{rg} + \sum_{a=1}^A \tilde{x}_{rga}) \leq T'_r, \quad r=1, \dots, R \quad (4)$$

중간압연기들의 생산물을 소비하는 최종압연기개수를 n_0 ($j=1, \dots, n_0$)이라고 하자. 그리고 j 째 최종압연기에서 생산되는 i 째 품종의 압연강재 한단위에 r 째 중간압연기에서 생산되는 g 째 품종의 반제품이 b_{jirg} 규모로 소비된다고 하자. 이로부터 기본설비들사이의 균형보장을 위한 제한식을 식 (5)와 같이 구성할수 있다.

$$\sum_{j=1}^{n_0} \sum_{i=1}^{m_j} b_{jirg} (x_{ji} + \sum_{b=1}^B x_{jib}) = x''_{rg}, \quad r=1, \dots, R, \quad g=1, \dots, G_r \quad (5)$$

끝으로 분피압연기의 생산량타산을 위한 제한식을 구성하자.

분피압연기에서 생산되는 종류별, 규격별강편들을 품종으로 구분하여 첨수 d ($d=1, \dots, D$)로 표시한다. 그리고 분피압연기의 생산물을 생산에 소비하는 최종압연기와 중간압연기개수를 각각 n_1 ($j=n_0+1, \dots, n_1$), r_1 ($r=1, \dots, r_1$), j 째 최종압연기에서 i 째 품종의 압연강재 한단위와 r 째 중간압연기에서 g 째 품종의 반제품 한단위생산에 소비되는 d 째 품종의 강편규모를 각각 b_{jid} , b'_{rgd} 라고 하자. 그러므로 분피압연기에서 d 째 품종의 강편 한단위생산에 드는 시간을 s_d , 그 계획가동시간을 A 라고 하면 품종별강편생산규모를 타산하는 제한식은 식 (6)과 같이 구성할수 있다.

$$\sum_{d=1}^D s_d \left(\sum_{j=n_0+1}^{n_1} \sum_{i=1}^{m_j} b_{jid} (x_{ji} + \sum_{b=1}^B x_{jib}) + \sum_{r=1}^{r_1} \sum_{g=1}^{G_r} b'_{rgd} (x'_{rg} + x''_{rg} + \sum_{a=1}^A \tilde{x}_{rga}) \right) \leq A \quad (6)$$

분피압연기에서 품종별강편생산량은 해당하는 로동력에 의하여 보장되어야 한다.

로동용량을 t_d , 보장되는 로력규모를 T 라고 하면 식 (7)과 같은 제한식을 구성할수 있다.

$$\sum_{d=1}^D t_d \left(\sum_{j=n_0+1}^{n_1} \sum_{i=1}^{m_j} b_{jid} (x_{ji} + \sum_{b=1}^B x_{jib}) + \sum_{r=1}^{r_1} \sum_{g=1}^{G_r} b'_{rgd} (x'_{rg} + x''_{rg} + \sum_{a=1}^A \tilde{x}_{rga}) \right) \leq T \quad (7)$$

제강공정은 압연공정의 선행공정이다.

제강공정에서 기본설비들은 제강로들이다. 제강로들의 유형을 첨수 h ($h=1, \dots, H$), 강철의 품종을 첨수 e ($e=1, \dots, E$)로 표시하자. 이 경우 j 째 최종압연기($j=n_1+1, \dots, n$)와 r 째 중간압연기($r=r_1+1, \dots, R$) 및 분괴압연기에서 i 째 품종의 압연강재 한단위와 g 째 품종의 반제품 한단위, d 째 품종의 강편 한단위생산에 소비되는 e 째 품종의 강철량을 각각 b''_{jie} , b'''_{rge} , P_{de} 라고 하자. 그리고 h 째 제강로에서 e 째 품종의 내부실현강철생산가능량을 U_{he} 라고 하자. 그러면 압연공정과 제강공정사이의 균형보장을 위한 제한식을 식 (8)과 같이 구성할수 있다.

$$\begin{aligned} & \sum_{j=n_1+1}^n \sum_{i=1}^{m_j} b''_{jie} (x_{ji} + \sum_{b=1}^B x_{jib}) + \sum_{r=r_1+1}^R \sum_{g=1}^{G_r} b'''_{rge} (x'_{rg} + x''_{rg} + \sum_{a=1}^A \tilde{x}_{rga}) + \\ & + \sum_{d=1}^D P_{de} \left(\sum_{j=n_0+1}^{n_1} \sum_{i=1}^{m_j} b_{jid} (x_{ji} + \sum_{b=1}^B x_{jib}) + \sum_{r=1}^{r_1} \sum_{g=1}^{G_r} b'_{rgd} (x'_{rg} + x''_{rg} + \sum_{a=1}^A \tilde{x}_{rga}) \right) = \sum_{h=1}^H U_{he} \end{aligned} \quad (8)$$

$e=1, \dots, E$

h 째 제강로에서 e 째 품종의 외부실현강철생산가능량을 Y_{he} 라고 하자. 그러면 h 째 제강로에서 생산되는 e 째 품종의 강철총규모는 $(U_{he} + Y_{he})$ 이다.

h 째 제강로에서 e 째 품종의 강철 한단위생산에 a_{he} 크기의 시간이 든다고 하자. 그리고 그 계획가동시간을 A_h 라고 하자.

이로부터 제강로들에서 강철생산규모를 타산하는 제한식은 식 (9)와 같이 구성할 수 있다.

$$\sum_{e=1}^E a_{he} (U_{he} + Y_{he}) \leq A_h, \quad h=1, \dots, H \quad (9)$$

제강로들에서 로동력에 의한 품종별강철생산량을 타산하는 제한식은 다음과 같이 구성한다.

$$\sum_{h=1}^H \sum_{e=1}^E t''_{he} (U_{he} + Y_{he}) \leq T_1 \quad (10)$$

여기서 t''_{he} 는 로동용량, T_1 는 보장되는 로력규모이다.

제철공정은 제강공정의 선행공정이며 첫 기본생산공정이다.

제철공정에서 기본설비들은 용광로들이다.

용광로들의 유형을 첨수 l ($l=1, \dots, L$), 선철생산에 소비되는 정광의 품위를 첨수 p ($p=1, \dots, P$), 해당한 비기본설비들에서 생산되는 주제품품종을 첨수 c ($c=1, \dots, C$)로 표시하자. 이 경우 선철의 가능한 내부와 외부실현생산규모를 U'_{lp} , Y'_{lp} , 비기본설비들에 넘겨져 c 째 주제품생산에 소비될 생산규모를 U_{lpc} 라고 하자. 그리고 선철 한단위생산에 드는 시간을 s_{lp} , 그 계획가동시간을 N_l 라고 하자. 그러면 용광로들에서 선철생산규모를 타산하는 제한식은 식 (11)과 같이 구성할수 있다.

$$\sum_{p=1}^P s_{lp}(U'_{lp} + \sum_{c=1}^C U_{lpc} + Y'_{lp}) \leq N_l, \quad l=1, \dots, L \quad (11)$$

용광로들에서 로동력에 의한 선철생산량타산제한식은 다음과 같이 구성한다.

$$\sum_{l=1}^L \sum_{p=1}^P t'''_{lp}(U'_{lp} + \sum_{c=1}^C U_{lpc} + Y'_{lp}) \leq T_2 \quad (12)$$

여기서 t'''_{lp} 는 로동용량, T_2 는 보장되는 로력규모이다.

h 째 제강로에서 e 째 품종의 강철 한단위생산에 소비되는 선철량을 b_{he} 라고 하자. 따라서 제강공정과 제철공정사이의 균형보장을 위한 제한식은 식 (13)과 같이 구성할수 있다.

$$\sum_{l=1}^L \sum_{p=1}^P U'_{lp} = \sum_{h=1}^H \sum_{e=1}^E b_{he}(U_{he} + Y_{he}) \quad (13)$$

제철소의 선철생산에 필요한 정광은 아래기업소들인 광산들에서 생산보장한다. 광산들을 첨수 $k(k=1, \dots, K)$ 로 표시하자.

광산들에서 기본생산공정은 채굴공정과 선광공정이다.

무엇보다먼저 광산들의 마지막생산공정인 선광공정을 보자. 이 공정에서 정광이 생산된다.

선광공정에서 기본설비는 분쇄기(마광기)이다. 분쇄기에서는 여러가지 품위의 원광을 분쇄한다.

원광의 품위를 첨수 $f(f=1, \dots, F)$, k 째 광산의 분쇄기에서 f 째 품위의 분쇄된 원광의 가능한 생산규모를 V_{kf} , 그 단위당 p 째 품위의 정광거듭률을 r_{kfp} 라고 하자. 그리고 p 째 품위의 정광이 제철소의 l 째 용광로에서 선철 한단위생산에 소비되는 규모를 q_{lp} 라고 하자. 그러면 제철소와 아래광산들사이의 생산소비적균형보장을 위한 제한식은 식 (14)와 같이 구성할수 있다.

$$\sum_{k=1}^K \sum_{f=1}^F r_{kfp} V_{kf} = \sum_{l=1}^L q_{lp}(U'_{lp} + \sum_{c=1}^C U_{lpc} + Y'_{lp}), \quad p=1, \dots, P \quad (14)$$

매 광산의 분쇄기에서 분쇄된 원광을 생산하는데 드는 설비가동시간은 계획가동시간에 의하여 보장된다.

k 째 광산의 분쇄기에서 f 째 품위의 분쇄된 원광 한단위생산에 드는 시간을 P_{kf} , 그 계획가동시간을 I_k 라고 하자. 그러면 식 (15)를 구성할수 있다.

$$\sum_{f=1}^F P_{kf} V_{kf} \leq I_k, \quad k=1, \dots, K \quad (15)$$

광산의 분쇄기에서 분쇄된 원광생산량은 해당한 로동력에 의하여 보장되어야 한다.

로동용량을 \tilde{t}_{kf} , 보장되는 로력규모를 T_k'' 라고 하면 식 (16)과 같은 제한식을 구성할수 있다.

$$\sum_{f=1}^F \tilde{t}_{kf} V_{kf} \leq T_k'', \quad k=1, \dots, K \quad (16)$$

다음으로 광산들의 기본생산공정의 다른 하나인 채굴공정을 보기로 하자.

이 공정에서는 선광공정의 정광생산에 필요한 원광을 생산보장한다.

k 째 광산의 채굴장들을 첨수 v ($v=1, \dots, w_k$), v 째 채굴장에서 f 째 품위의 원광의 가능한 생산규모를 Z_{kvf} 라고 하자. 그리고 분쇄된 원광 한단위생산에 소비되는 원광규모를 c_{kf} 라고 하자. 그러면 식 (17)과 같은 균형보장제한식이 성립한다.

$$c_{kf}V_{kf} = \sum_{v=1}^{w_k} Z_{kvf}, \quad k=1, \dots, K, \quad f=1, \dots, F \quad (17)$$

채굴공정에서 기본설비는 착암기이다. k 째 광산의 γ 째 채굴장에서 생산되는 f 째 품위의 원광 단위당 착암기의 가동시간을 u_{kvf} , 그 계획가동시간을 Q_{kv} 라고 하자. 그러면 k 째 광산의 v 째 채굴장에서 착암기의 원광생산량을 타산하는 제한식은 식 (18)과 같이 구성할수 있다.

$$\sum_{f=1}^F u_{kvf} Z_{kvf} \leq Q_{kv}, \quad k=1, \dots, K, \quad v=1, \dots, w_k \quad (18)$$

k 째 광산의 v 째 채굴장의 착암기에서 원광생산량은 해당한 로동력에 의하여 보장되어야 한다.

로동용량을 t_{kvf} , 보장되는 로력규모를 T_{kv} 라고 하면 식 (19)를 구성할수 있다.

$$\sum_{f=1}^F t_{kvf} Z_{kvf} \leq T_{kv}, \quad k=1, \dots, K, \quad v=1, \dots, w_k \quad (19)$$

식 (1)–(19)에서 타산되는 변수들은 부가 아니여야 한다. 즉

$$x_{ji}, x_{jib}, x'_{rg}, x''_{rg}, \tilde{x}_{rga}, U_{he}, Y_{he}, U'_{lp}, U_{lpc}, Y'_{lp}, V_{kf}, Z_{kvf} \geq 0 \quad (20)$$

제철소를 모체공장으로 한 흑색금속공업부문 연합기업소의 예비수자타산모형구성에서는 목적함수를 작성하여야 한다.

최량성기준으로는 연합기업소의 주제품생산량지표를 취한다.

주제품으로서 외부실현 압연강재와 강철, 선철의 품종별생산규모는 앞에서 이미 규정되었다.

이제 비기본설비들에서 생산되는 주제품규모를 품종별로 규정하기 위하여 기본설비들에서 생산되는 반제품품종들이 비기본설비들에서의 주제품 한단위생산에 α_{jib} , β_{rga} , γ_c 규모로 소비된다고 하자. 그러면 모형의 목적함수는 식 (21)과 같이 작성할수 있다.

$$x_{ji}, \alpha_{jib}^{-1} x_{jib} \Rightarrow \max, \quad j=1, \dots, n, \quad i=1, \dots, m_j, \quad b=1, \dots, B$$

$$x'_{rg}, \beta_{rga}^{-1} \tilde{x}_{rga} \Rightarrow \max, \quad r=1, \dots, R, \quad g=1, \dots, G_r, \quad a=1, \dots, A \quad (21)$$

$$\sum_{h=1}^H Y_{he}, \sum_{l=1}^L \sum_{p=1}^P Y'_{lp}, \gamma_c^{-1} \left(\sum_{l=1}^L \sum_{p=1}^P U_{lpc} \right) \Rightarrow \max, \quad e=1, \dots, E, \quad c=1, \dots, C$$

목적식 (21)의 매 함수에는 아래한계값들을 줄수 있다. 그러므로 식 (22)와 같은 제한식들을 구성한다.

$$x_{ji} \geq \bar{x}_{ji}, \quad \alpha_{jib}^{-1} x_{jib} \geq \bar{\alpha}_{jib}, \quad j=1, \dots, n, \quad i=1, \dots, m_j, \quad b=1, \dots, B$$

$$x'_{rg} \geq \bar{x}'_{rg}, \quad \beta_{rga}^{-1} \tilde{x}_{rga} \geq \bar{\beta}_{rga}, \quad r=1, \dots, R, \quad g=1, \dots, G_r, \quad a=1, \dots, A \quad (22)$$

$$\sum_{h=1}^H Y_{he} \geq \bar{Y}_e, \quad \sum_{l=1}^L \sum_{p=1}^P Y'_{lp} \geq \bar{Y}, \quad \gamma_c^{-1} \left(\sum_{l=1}^L \sum_{p=1}^P U_{lpc} \right) \geq \bar{U}_c, \quad e=1, \dots, E, \quad c=1, \dots, C$$

최량화모형 (1)－(22)는 여러목적선형계획법문제이다. 따라서 그 풀이(유효점)는 여러 목적선형계획법문제의 풀기법에 의하여 구할수 있다.

이처럼 제철소를 모체공장으로 한 흑색금속공업부문 연합기업소에서 예비수자타산에 최량화방법리용은 제철소와 아래광산들사이, 그 기본생산공정들사이의 생산기술적관계와 균형을 과학적으로 보장하면서 계획기간에 최대규모의 외부실현 압연강재와 강철, 선철, 기타 주제품을 생산할수 있게 기본설비들과 로력의 합리적리용문제를 해결하게 한다. 흑색금속공업부문 연합기업소들에서는 예비수자타산에 최량화방법을 옳게 리용함으로써 그를 더욱 과학화, 합리화해나가야 할것이다.