예제 X−2. 지금까지 설명한 식을 응용하기 위하여 다음 조건을 가정한다. 鋼棒의 큰 batch size를 이송 0.25 mm/rev, 길이 300 mm로 하여 지름 76 mm까지는 荒削을 한다. 경랍땜한 carbide 공구를 사용하며, Taylor의 공구수명방정식 因子는 $n=0.25$, $V_r=4.064$ m/sec, $t_r=60$ sec, $C=800$ ft/min이다. 공작기계의 구입비가 10 800 $이고, 상환기간은 5년이다. 작업자의 임금은 0.0015 $ / sec (5.40 $ / hr)이며, 작업자와 기계의 overhead는 100%라 한다. 공작기계의 공구를 갈아 끼워맞추는 시간은 300 sec, 공구재연삭비는 2.00 $이다. 공구의 구입비는 6.00 $이고 10회 재연삭하여 사용할 수 있다. 각 부품(component)에 대한 가공준비시간(nonproductive time)은 120 sec이다.

(解) 우선 관련된 因子의 값을 구한다.

① 기계 및 작업자의 비용 : 공작기계를 매일 8시간, 주 5일, 연 50주 가동한다면 연가동시간은

$$(8\times5\times50)\times3600=7.2\times10^6 \text{ sec}=7.2\,M\text{ sec}$$

이다.

減價償却費는 식(X−51)에 의하여

$$M_t=\frac{10\,800}{7.2\times10^6\times5}=0.0003\ \$/\text{sec}$$

그러므로 기계 및 작업자의 비용은 식(X−50)에 의하여

$$M=0.0015+\left(\frac{100}{100}\right)\times0.0015+0.0003+\left(\frac{100}{100}\right)\times0.0003$$

$=0.0036\,\$/\mathrm{sec}$

② 銳利한 공구의 준비 비용 : 식 (X-52)에서

$$C_t=2+\frac{6}{10}=2.60\,\$$$

③ 공구교환시간 : $t_{ct}=300\,\mathrm{sec}$

최저 생산비에 대한 공구수명 t_c와 절삭속도 V_c, 최소 생산시간에 대한 공구수명 t_p와 절삭속도 V_p를 구하여 본다.

식 (X-44)에 의하여

$$t_c=3\left(t_{ct}+\frac{C_t}{M}\right)=3\left(300+\frac{2.6}{3.6\times10^{-3}}\right)=3070\,\mathrm{sec}$$

$$=3.07\,\mathrm{ksec}=51.2\,\mathrm{min}$$

t_c에 대한 절삭속도는 Taylor의 식에서

$$V_c=V_r\cdot\left(\frac{t_r}{t_c}\right)^n=4.064\left(\frac{60}{3070}\right)^{0.25}=1.52\,\mathrm{m/sec}$$

$$=299\,\mathrm{ft/min}$$

식 (X-45)에 의하여

$$t_p=3\cdot t_{ct}=3\times300=900\,\mathrm{sec}$$

식 (X-49)에 의하여

$$V_p=V_r\left(\frac{t_r}{t_p}\right)^n=4.064\left(\frac{60}{900}\right)^{0.25}=2.065\,\mathrm{m/sec}=407\,\mathrm{ft/min}$$

운영의 경제성 혹은 생산시간의 경제성을 어느 하나에 우선을 두지 않는 조건이라 하면, 절삭속도 V_c 또는 V_p중의 어느 것도 상당히 능률적 가공이 될 것이다. 공작기계 主軸의 선택에는 제한이 있다. 따라서 절삭속도의 선택에도 제한이 따른다. 대부분 선택된 주축의 회전수는 最低生産費에 대한 절삭속도에 접근시키는 것이 좋다.

本例에서는 V_c와 V_p에 꼭 일치하는 절삭속도가 얻어진다고 가정한다.

部品(component) 1개의 값, 최저 생산비와 최소 생산시간의 두 기준에 따라 생산시간을 계산하여 보는 것은 흥미있다. 선삭의 경우 최저 생산비에 대한 부품 1개의 加工時間 t_m은 식 (X-34)에 의하여

$$t_m=\frac{\pi\cdot d_w\cdot l_w}{V\cdot f}=\frac{\pi\cdot d_w\cdot l_w}{V_c\cdot f}=\frac{\pi\times(76\times10^{-3})\times(300\times10^{-3})}{1.52\times(0.25\times10^{-3})}$$

$$=189\,\mathrm{sec}$$

공구수명이 3070 sec이므로 각 공구는 $\frac{3070}{189}\fallingdotseq16$개의 부품을 생산할 것이며, $\frac{N_t}{N_b}$는 식 (X-33)에 의하여

$$\frac{N_t}{N_b}=\frac{1}{16}=0.0625$$

이다.

각 부품에 대한

준비비 $M\cdot t_l=(3.6\times10^{-3})\times120=0.432\,\$$

가공비 $M\cdot t_m=(3.6\times10^{-3})\times189=0.68\,\$$

공구비 $\frac{N_t}{N_b}(M\cdot t_{ct}+C_t)=0.0625[(3.6\times10^{-3}\times300)+2.6]=0.23\,\$$

∴ 總生産費 C_{pr}는 식 (X-31)에 의하여

$$C_{pr}=M\cdot t_l+M\cdot t_m+\frac{N_t}{N_b}(M\cdot t_{ct}+C_t)$$

$$=0.432+0.68+0.23=1.34\ \$ \quad \cdots\cdots (a)$$

總生産時間 t_{pr}는 식 (X-37)에 의하여

$$t_{pr}=t_l+t_m+\frac{N_t}{N_b}\cdot t_{ct}=120+189+0.0625\times 300=328\,\text{sec}=5.5\,\text{min} \quad \cdots\cdots (b)$$

최소 생산시간에 대한 조건도 위와 같은 방법으로 구할 수 있다. 식(X-34)로부터

$$t_m=\frac{K}{V}=\frac{\pi\cdot d_w\cdot l_w}{V\cdot f}=\frac{\pi\cdot d_w\cdot l_w}{V_p\cdot f}$$

$$=\frac{\pi\times(76\times 10^{-3})\times(300\times 10^{-3})}{2.065\times(0.25\times 10^{-3})}=139\,\text{sec}$$

각 공구는 $\frac{900}{139}=6.5$개의 부품을 생산할 수 있으며, $\frac{N_t}{N_b}=\frac{1}{6.5}=0.154$ 이다.

각 부품에 대한

$$M\cdot t_l=(3.6\times 10^{-3})\times 120=0.432\ \$$$

$$M\cdot t_m=(3.6\times 10^{-3})\times 139=0.50\ \$$$

$$\frac{N_t}{N_b}(M\cdot t_{ct}+C_t)=0.154[(3.6\times 10^{-3})\times 300+2.6]=0.567\ \$$$

∴ 식(X-31)에 의하여

$$C_{pr}=M\cdot t_l+M\cdot t_m+\frac{N_t}{N_b}(M\cdot t_{ct}+C_t)$$

$$=0.432+0.5+0.567=1.50\ \$ \quad \cdots\cdots (c)$$

$$t_{pr}=t_l+t_m+\frac{N_t}{N_b}\cdot t_{ct}$$

$$=120+139+0.154\times 300=305\,\text{sec} \quad \cdots\cdots (d)$$

$$\therefore\ \frac{(b)-(d)}{(b)}=\frac{328-305}{328}=0.07=7\%$$

$$\frac{(c)-(a)}{(a)}=\frac{1.5-1.34}{1.34}=0.12=12\%$$

위에서 다음 사실을 알 수 있다.

최소 생산시간에 대한 절삭속도를 채택하는 것이 최저 생산비에 대한 절삭속도를 채택하는 것보다 7%의 생산시간을 감소시키며, 12%의 생산비 증가를 가져왔다. 이와 같이 생산시간을 감소시키는 것이 경제적인가에 대해서는 운영의 조건에 따라 다르다.

예를 들면, 공장측에서 이미 고정된 주문 가격으로 수요가 아주 많을 때에는 주어진 시간에 주어진 기계에서 얻을 수 있는 이익을 계산하여야 할 것이다.

〔6〕 **最大利潤率에서의 加工**

최저 생산비에 대한 가공조건이 선택되어지면 그 생산시간은 최소 생산시간보다 크게 된다는 것을 앞에서 알았다. 또한, 최소 생산시간에 대한 조건이 선택되어지면 생산비는 최저 생산비보다 크게 된다. 경우에 따라서는 이들 두 조건을 절충하여 **最大利潤率**을 기준으로 하는 것이 더 합리적이다.