



1 축 →  $a_1$  →  $a_2$  → 2 축 ( $r_1$ ) →  $r_2$  → 3 축 →  $r_3$  →  $r_4$  → 4 축 →  $s$  →  $t$  → 5 축 (hob)

bevel gear  $r_1$ 과  $r_2$ 는 수평축 2와 수직축 3에 있고 bevel gear  $r_3$ 와  $r_4$ 는 수직축 3과 수평축 4에 있다.

∴ 1축의  $n_0$  회전에 대한 hob의 회전  $n_H$ 는 다음과 같다.

$$n_H = n_0 \cdot \frac{a_1}{a_2} \cdot \frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{r_3}{r_4} \cdot \frac{s}{t} \tag{VII-74}$$

$a_1 = a_2$ ,  $r_1 = r_2$ ,  $r_3 = r_4$ 의 관계라 하면

$$n_H = n_0 \cdot \frac{s}{t} = n_0 \cdot i_h \tag{VII-75}$$

[2] table系의 회전

table의 회전은 「1 축 →  $a_1$  →  $a_3$  → 6 축 → 분할변환 gear ( $a, b, c, d$ ) → 7 축 → 차동 gear 장치 ( $g_1, g_2, g_3, g_4$ ) →  $z_1$  →  $z_2$  →  $W$  (worm) →  $T$  (table의 worm gear)」의 순서에 의하며, 차동장치의 역할은 다음과 같다.

7 축 → worm  $f_z$  → worm gear  $h_z$  → bevel gear  $g_2, g_3$ 는 bevel gear  $g_1$ 의 주위를 돌아  $g_4$ 를 회전 → 8 축 (차동장치에 의하여 7축의 2배의 회전수) →  $z_1$  →  $z_2$  →  $W$  →  $T$

$h_z, f_z$ 는 축에 고정된 것이 아니고 서로 분리시킬 수 있다.

1축의  $n_0$  회전에 대하여 table의 회전수  $n_T$ 는

$$n_T = n_0 \cdot \frac{a_1}{a_3} \cdot \left( \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \right) \cdot \left( \frac{g_1}{g_2} \cdot \frac{g_2}{g_4} \right) \cdot \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{W}{T}$$

그런데  $a_1 = a_3$ ,  $z_1 = z_2$ , 차동변환 gear의 잇수比  $i_a = \frac{g_1}{g_2} \cdot \frac{g_2}{g_4} = 2$ ,  $i_i = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d}$ ,  $i_T = \frac{W}{T}$  라 하면

$$n_T = n_0 \cdot i_i \cdot i_a \cdot i_T = 2 n_0 \cdot i_i \cdot i_T \tag{VII-76}$$

$i_i = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = 1$  일 때 table의 1회전에 대한 hob의 회전수, 즉 분할상수는 다음과 같다.

단,  $i_h = \frac{s}{t} = \frac{1}{2}$ ,  $i_T = \frac{1}{80}$  이다.

$$\frac{n_H}{n_T} = \frac{n_0 \cdot i_h}{2 n_0 \cdot i_i \cdot i_T} = 20 \tag{VII-77}$$

[3] 分割變換 gear 공식

重數  $k$ 인 hob를 사용하여 공작물의 잇수  $N$ 인 gear를 가공하려면 hob의 1회전에 대하여 table은  $\frac{k}{N}$  회전하여야 한다.

$\frac{k}{N} = 1$  (hob의 1회전)  $\cdot \frac{t}{s} \cdot \frac{r_4}{r_3} \cdot \frac{r_2}{r_1} \cdot \frac{a_2}{a_1} \cdot \frac{a_1}{a_3} \cdot \left( \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \right) \cdot \left( \frac{g_1}{g_2} \cdot \frac{g_2}{g_4} \right) \cdot \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{W}{T}$  그런데  $a_1 = a_2 = a_3$ ,  $r_3 = r_4$ ,  $= z_2$  이므로  $\frac{t}{s} = \frac{1}{i_h}$ ,  $\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = i_i$ ,  $\frac{W}{T} = i_T$ ,  $\frac{g_1}{g_2} \cdot \frac{g_2}{g_4} = i_a$  라 하면

$$i_i = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{k}{N} \cdot \left( \frac{i_h}{i_a \cdot i_r} \right) = \frac{k}{N} \cdot C \tag{VII-78}$$

단,  $C = \frac{i_h}{i_a \cdot i_r}$  : gear 常數 (gear constant)

(1) spur gear 의 가공 :  $i_h = \frac{1}{2}$ ,  $i_r = \frac{1}{80}$ ,  $i_a = 2$  이므로

$$i_i = \frac{A}{D} = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{20}{N} \cdot k \tag{VII-79}$$

[4] feed 變換 gear 공식

feed 를 위한 회전전달은 다음과 같다. 1 축  $\rightarrow a_1 \rightarrow a_3 \rightarrow 6$  축  $\rightarrow$  분할변환 gear  $(a, b, c, d) \rightarrow 7$  축  $\rightarrow$  worm  $e_1 \rightarrow$  worm gear  $f \rightarrow 10$  축  $\rightarrow$  feed 변환 gear  $(a_1, b_1, c_1, d_1) \rightarrow 11$  축  $\rightarrow n_1 \xrightarrow{\text{chain}} n_2 \rightarrow 12$  축  $\rightarrow n_3 \xrightarrow{\text{chain}} n_4 \rightarrow 13$  축  $\rightarrow O \rightarrow P \rightarrow$  feed 나사 (pitch  $p = \frac{1}{4}$  in) (hob 의 상하운동)

table 의 1 회전에 대해 7 축이 40 회전하도록 되어 있다면 hob 의 feed  $F$  는 다음과 같다.

$$F = \left( 40 \cdot \frac{e_1}{f} \cdot \frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} \cdot \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{n_3}{n_4} \cdot \frac{O}{P} \right) \cdot p$$

그런데

$$i_e = \frac{e_1}{f} = \frac{2}{20}, \quad i_p = \frac{O}{P} = \frac{1}{20}, \quad n_1 = n_2, \quad n_3 = n_4$$

라 하면

$$i_f = \frac{A_f}{D_f} = \frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} = \frac{F}{40 \cdot i_e \cdot i_p \cdot p} = F \cdot C_f \tag{VII-80}$$

단,  $C_f = \frac{1}{40 \cdot i_e \cdot i_p \cdot p}$  : feed 상수 (feed constant)

$$\therefore i_f = \frac{A_f}{D_f} = \frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} = 20F \tag{VII-81}$$

[5] helical gear 가공에서의 差動變換 gear 공식

식 (VII-69)  $\frac{x}{\pi D} = \frac{F}{L}$  의 관계를 갖도록 차동변환 gear 를 정해야 한다.

(1) table 을 회전시키는 분할운동 : 7 축  $\rightarrow e_1 \rightarrow f \rightarrow 10$  축  $\rightarrow$  feed 변환 gear  $(a_1, b_1, c_1, d_1) \rightarrow 11$  축  $\rightarrow n_1 \rightarrow n_2 \rightarrow 12$  축  $\rightarrow$  차동변환 gear  $(a_2, b_2, c_2, d_2) \rightarrow f_z \rightarrow h_z \rightarrow$  차동장치  $(g_1, g_2, g_3, g_4) \rightarrow 8$  축  $\rightarrow z_1 \rightarrow z_2 \rightarrow 9$  축  $\rightarrow W \rightarrow T$

(2) ( $\pm$ )  $x$  량을 위한 차동운동 :  $x = \left( 40 \cdot \frac{e_1}{f} \cdot \frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} \cdot \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{a_2}{b_2} \cdot \frac{c_2}{d_2} \cdot \frac{f_z}{h_z} \cdot \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{W}{T} \right) \cdot \pi D$  이며,  $n_1 = n_2$ ,  $z_1 = z_2$  라 하면

$$\frac{x}{\pi D} = \frac{F}{L} = 40 \cdot i_e \cdot i_f \cdot i_a \cdot i_g \cdot i_r \tag{VII-82}$$

$$\therefore i_a = \frac{a_2}{b_2} \cdot \frac{c_2}{d_2} = \frac{1}{40 \cdot i_e \cdot i_f \cdot i_g \cdot i_r} \cdot \frac{F}{L}$$

**예제** VII-29. pitch 원의 지름  $D=10$  in, 잇수  $N=80$ , 나선각 (helix angle)  $\alpha=34^\circ$ 인 좌비틀림 helical gear를 좌비틀림 1줄 hob로 절삭하려 할 때 차동변환 gear, 분할변환 gear를 계산하여라. 단, Fig. VII-283의 hobbing machine을 사용한다.

$$\text{(解)} \quad DP = \frac{N}{D \cdot \cos \alpha} = \frac{80}{10 \times \cos 34} = 9.65$$

$$\text{lead } L = \pi D \cdot \cot \alpha = \pi \times 10 \times \cot 34 = 46.55 \text{ in}$$

분할변환 gear의 잇수비  $i_t = \frac{A}{D} = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{20}{N} = \frac{20}{80}$ 에서

$$A=20 \text{ teeth}, D=80 \text{ teeth}$$

차동변환 gear의 잇수비  $i_a = \frac{A_a}{D_a} = \frac{a_2}{b_2} \cdot \frac{c_2}{d_2} = \frac{20}{L} = \frac{20}{46.55} = 0.430 = \frac{37}{86}$

$$\therefore A_a=37 \text{ teeth}, D_a=86 \text{ teeth}$$

또는 식(VII-84)에 의하여

$$i_a = \frac{A_a}{D_a} = \frac{a_2}{b_2} \cdot \frac{c_2}{d_2} = 6.37 \times \frac{DP \cdot \sin \alpha}{N} = 6.37 \times \frac{9.65 \times \sin 34}{80} = 0.43 = \frac{37}{86}$$

$$\therefore A_a=37 \text{ teeth}, D_a=86 \text{ teeth}$$

table의 회전 방향은 Fig. VII-181(a)와 같이 (+)회전이므로 중간 gear 1개를 사용하여 차동 장치를 (+)로 작용시킨다.

**예제 VII-30.** Fig. VII-283의 hobbing machine에서 spur gear를 절삭할 때 이송상수(feed constant)  $C_f=20$ , hob의 상하이송  $F=\frac{1}{60}$  (in/table의 1회전)로 하려 한다. 이때 이송변환 gear를 계산하여라.

$$\text{(解)} i_f = \frac{A_f}{D_f} = \frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} = 20F = 20 \times \frac{1}{60} = \frac{20}{60}$$

$$\therefore A_f=20 \text{ teeth}, D_f=60 \text{ teeth}$$