５章

1.　(5.11) の $v_S = (\omega_1 + \omega_2)\overline{PQ}$ より

$$= \left(600 \times \frac{2\pi}{60} + 600 \times \frac{30}{70} \times \frac{2\pi}{60}\right)\frac{20}{1000}$$

$$= 2\pi\left(10 + \frac{30}{7}\right)\frac{2}{100} \approx 1.8m/s$$

2.　(5.14) より,　$d=mz$　　　　　←ピッチ円直径

$=10\cdot30=300$mm

(5.20)より, $r_g=r\cos\alpha$

$=(d/2)\cos\alpha$

$=(300/2)\cos20^\circ$ $=140.954$

∴基礎円直径　　$=2r_g=281.908$mm

5.4 節の並歯の定義により,歯先円直径 $d_k=d+2m$

$=300+2\cdot10=320$mm

5.4 節の円ピッチの定義により,円ピッチ $t=\pi m=\pi\cdot10\approx31.4$mm

(5.23) より,法線ピッチ $t_e=t\cos\alpha=31.4\cdot\cos20^\circ$ $=29.5$mm

3.　歯数 30 の d つまり, d_1 などは問 2 と同じ

歯数 70 について, $d_2=m\,z=10\cdot70=700$mm

∴中心距離$=\dfrac{d_1+d_2}{2}=\dfrac{300+700}{2}=500$mm

中心距離が 2mm 大きくなると,

中心距離=500+2=502mm

この場合もピッチ円直径の比は不変ゆえ,(5.24)より

$$\frac{d_1'}{d_2'}=\frac{d_1}{d_2}$$

$$=\frac{300}{700}\ \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\ (1)$$

一方, $\dfrac{d_1'+d_2'}{2}=502\ \cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\ (2)$

(1)と(2)を解くと,

$$d_2'\left(\frac{3}{7}+1\right)=2\cdot502 \qquad \therefore d_2'=\frac{2\cdot502\cdot7}{10}=702.8\text{mm}$$

∴歯車 2 のピッチ円半径　　$r_2'=\dfrac{d_2'}{2}=\dfrac{702.8}{2}=351.4$mm

∴歯車 1 のピッチ円半径　　$r_1'=502-351.4=150.6$mm

(5.20) より, 圧力角 $\alpha=\cos^{-1}\dfrac{r_{g1}}{r_1'}=\cos^{-1}\dfrac{140.954}{150.6}=\underline{20.62^\circ}$

4.　(5.29) より、中心間距離を変化させる前は,

$$\varepsilon=\frac{\sqrt{(300/2+10)^2-(300/2)^2\cos^2 20^\circ}+\sqrt{(700/2+10)^2-(700/2)^2\cos^2 20^\circ}-500\cdot\sin20^\circ}{31.4\cos20^\circ}$$

変化後は略

5.　近寄り弧は、(5.10-1) より、

$l_a = A_2P = r_2\,\theta = r_2\,\mathrm{MP}$ ／ $r_2\cos\alpha = \mathrm{MP}$ ／ $\cos\alpha = \boxed{\dfrac{\sqrt{(r_2+h_{k2})^2-r_2^2\cos^2\alpha}-r_2\sin\alpha}{\cos\alpha}}$　　　(5.10-1)

一方, 遠のき弧は, $l_r=$ $h_{k1}/(\sin\alpha\ \cos\alpha\ )$

これらをまとめて，接触弧の長さを l とすれば

$$l = l_a + l_r = \frac{h_{k1}/\sin a + \sqrt{(r_2+h_{k2})^2 - r_2^2\cos^2\alpha} - r_2\sin a}{\cos\alpha}$$

かみあい率(contact　ratio) ε は，接触弧の長さを円ピッチで割り，

$$\boxed{\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{l}{t}\\ &= \frac{h_{k1}/\sin a + \sqrt{(r_2+h_{k2})^2 - r_2^2\cos^2\alpha} - r_2\sin a}{t\cos\alpha}\end{aligned}}$$

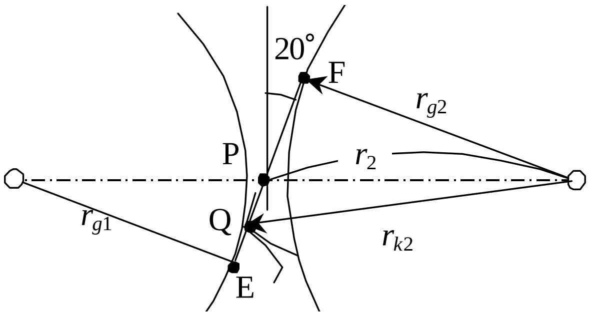
$t=\pi m \fallingdotseq 3.14 \cdot 6 = 18.84$mm，$r_2 = mz_2/2 = 6 \cdot 25/2 = 75$mm，並歯なので，$h_{k1}=m=6$mm，$h_{k2}=m=6$mm．よって，

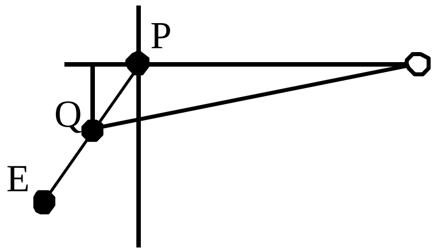
$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{6/\sin 20^0 + \sqrt{(75+6)^2 - 75^2\cos^2 20^0} - 75\sin 20^0}{18.84\cos 20^0}\\ &\approx 1.80\end{aligned}$$

6.　$r_1 = \dfrac{d_1}{2} = \dfrac{mz_1}{2} = \dfrac{8\cdot 30}{2} = 120$，　　$r_2 = \dfrac{8\cdot 70}{2} = 280$

$r_{g1} = r_1\cos 20° = 112.76$,　　$r_{g2} = r_2\cos 20° = 263.11$

$r_{k1} = r_1 + m = 120 + 8 = 128$,　　$r_{k2} = r_2 + m = 280 + 8 = 288$





図より，

$$\left(r_2 + \overline{PQ}\sin 20°\right)^2 + \left(\overline{PQ}\cos 20°\right)^2 = r_{k2}^2$$

$$\therefore r_2^2 + 2r_2\overline{PQ}\sin 20° + \overline{PQ}^2\sin^2 20° + \overline{PQ}^2\cos^2 20° = r_{k2}^2$$

$$\therefore \overline{PQ}^2 + 2r_2\sin 20°\,\overline{PQ} + \left(r_2^2 - r_{k2}^2\right) = 0$$

$$\therefore \overline{PQ} = -r_2\sin 20° + \sqrt{(r_2\sin 20°)^2 - \left(280^2 - 288^2\right)} = 21.34$$

PE=$r_1\sin 20^\circ$　=41.04

PF=$r_2\sin 20^\circ$　=95.77

$$\therefore \overline{QE} = \overline{PE} - \overline{PQ} = 41.04 - 21.34 = 19.7$$

$$\overline{QF} = \overline{PF} + \overline{PQ} = 95.77 + 21.34 = 117.11$$

(5.31) より，$\sigma_1 = \dfrac{\overline{QE}z_2 - \overline{QF}z_1}{\overline{QE}z_2} = \dfrac{19.7\cdot 70 - 117.11\cdot 30}{19.7\cdot 70} \approx -1.55$

[$\overline{PQ}$ の求め方の別解]　　この方が理解し易いかもしれない．

$\overline{QF}^2 = r_{k2}^2 - r_{g2}^2$，$\overline{PF}^2 = r_2^2 - r_{g2}^2$ なので，

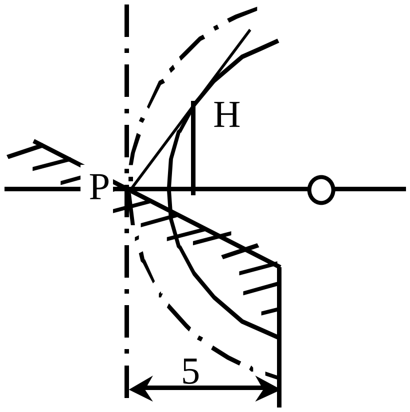
$$\overline{PQ} = \overline{QF} - \overline{PF} = \sqrt{r_{k2}^2 - r_{g2}^2} - \sqrt{r_2^2 - r_{g2}^2}$$

7. 5.12.3 項より,

$$\overline{\mathrm{PH}}=\frac{zm}{2}\sin^2 20°=3.51$$

転位量=5-3.51=1.49mm

転位係数=1.49/5=0.298



8.ピッチ円直径

$d_1=mz_1$=8・22=176mm

$d_2=mz_2$=8・50=400mm

$$中心距離=\frac{d_1+d_2}{2}=\frac{176+400}{2}=288\mathrm{mm}$$

$$ピッチ円周速度=\frac{d_1}{2}\omega_1=\frac{176}{2}\cdot 600\cdot\frac{2\pi}{60}=5526\mathrm{mm/s}$$

$$大歯車の回転数\ n_2=n_1\cdot\frac{z_1}{z_2}=600\cdot\frac{22}{50}=264\mathrm{rpm}$$

9.C は 2 条のウォーム(ウォーム 1 回転で,ウォームギア 2 歯)

$$900\times\frac{20}{40}\times\frac{2}{40}\times\frac{32}{56}\approx 19.9\mathrm{rpm}$$

10. 条件式は,

$r_A+r_B=r_C+r_D$

これに,

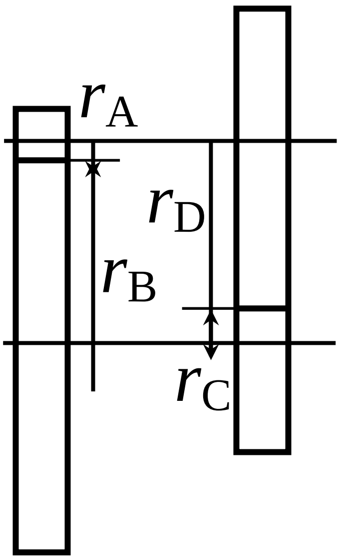
$r_A=mz_A/2$, r_B=・・・

を代入すると,

$$\frac{mz_A}{2}+\frac{mz_B}{2}=\frac{mz_C}{2}+\frac{mz_D}{2} \qquad (1)$$

また,速比の関係から,

$$\frac{z_A}{z_B}=\frac{1}{4},\qquad \frac{z_C}{z_D}=\frac{1}{5} \qquad (2)$$



式(2)を式(1)に代入すると,

$z_A+4z_A=z_C+5z_C$ → $5z_A=6z_C$ → $z_A=\frac{6}{5}z_C$

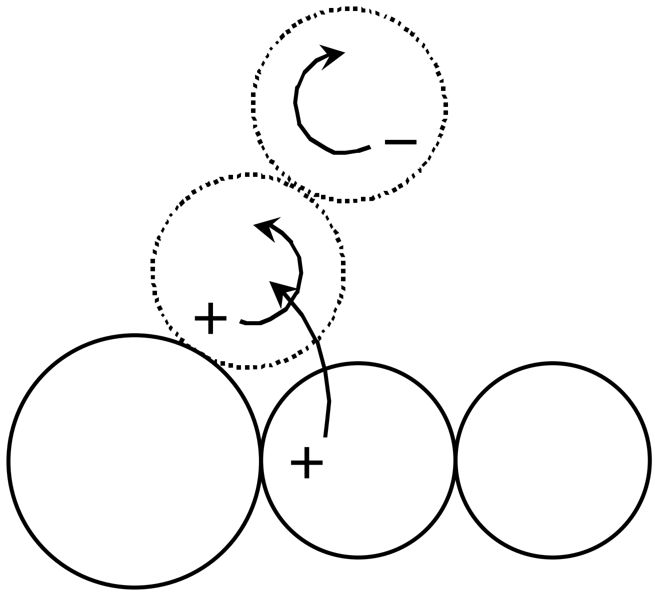
ここで,歯数が 12 から 20 までの制限を考え合わせると,

z_A=20	→	z_C=16.6・・・	整数でないので不適
19	→	15.8・・・	
18	→	15	この組み合わせのみ適
17	→	14.16・・・	
16	→	13.33・・・	
15	→	12.5・・・	
14	→	11.6・・・	

11. $n_C = n_M - \dfrac{z_A}{z_B} \cdot \dfrac{z_B}{z_C} n_M$

n_C=0 となるためには,

$\therefore z_A = z_C$



12. 全体を固定して n_M 回転させると?

腕 M（つまり歯車 B，C の回転の軸）,歯車 A,歯車 E,歯車 F の軸も n_M 回転する.

この状態で,A を- n_M 回転させると?

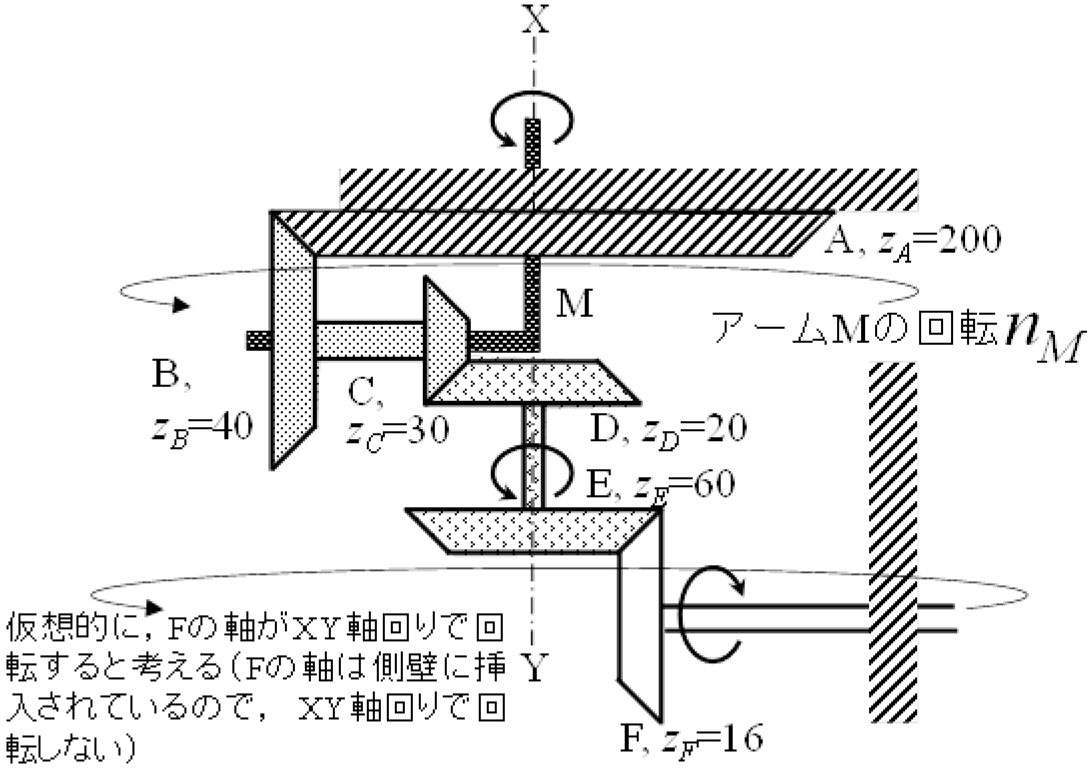
A は元へ戻り,B と C は $-\frac{z_A}{z_B} n_M$，

D と E は $+\frac{z_C}{z_D}\frac{z_A}{z_B} n_M$，歯車 F そのものは $-\frac{z_E}{z_F}\frac{z_C}{z_D}\frac{z_A}{z_B} n_M$ だけ余分に回転する.

したがって,B と C は $-\frac{z_A}{z_B} n_M$，D と E は $n_M + \frac{z_C}{z_D}\frac{z_A}{z_B} n_M = \left(1 + \frac{z_C}{z_D}\frac{z_A}{z_B}\right) n_M = \left(1 + \frac{30}{20}\frac{200}{40}\right) 1 = \underline{\underline{-8.5}}$

ここで,さらに F の軸を $-n_M$ だけ XY の回りで回転させると，F の軸は元に戻る．このとき，E が n_M だけ回転したことになるので，　F は $-\frac{z_E}{z_F} n_M$ 余分に回転する.

	A	M	B,C	D,E	F	F の軸
Step1 全体固着	n_M	n_M	0	n_M	0	n_M
Step2 腕 M 固定, A 戻す	- n_M	0	$-\frac{z_A}{z_B} n_M$	$+\frac{z_C}{z_D}\frac{z_A}{z_B} n_M$	$-\frac{z_E}{z_F}\frac{z_C}{z_D}\frac{z_A}{z_B} n_M$	
Step3 腕 M 固定, F の軸戻す	0	0	0	0	$-\frac{z_E}{z_F} n_M$	- n_M
合成回転数	0	n_M	$-\frac{z_A}{z_B} n_M$	$n_M + \frac{z_C}{z_D}\frac{z_A}{z_B} n_M = \left(1 + \frac{z_C}{z_D}\frac{z_A}{z_B}\right) n_M = \left(1 + \frac{30}{20}\frac{200}{40}\right) 1 = \underline{\underline{-8.5}}$	$-\frac{z_E}{z_F}\frac{z_C}{z_D}\frac{z_A}{z_B} n_M - \frac{z_E}{z_F} n_M$	0



それぞれ，矢印の方向の回転を正とする