621-231.3:621.828.2.02:531.133.3

A・3 形 6 節 リンク 機 構 の 総 合*

小 川 潔**

Researches on the Synthesis of the Six-Bar Linkage
(A・3 Type)

by Kiyoshi OGAWA

Previously, the author presented researches on the synthesis of a four-bar linkage in which new precise methods of the numerical calculation on A Type was derived, but, since the equation in R was complex, a digital-computer program was described exhaustively.

In this paper, a sixth-degree algebraic equation in R has been reduced to a third-degree and a new vector diagrammatic solution of the characteristic equation has been devised. As a result, a more rapid synthesis of A Type of the 6-bar linkage is obtained, which has an accuracy higher than that described in the previous paper.

1. 緒 言

さきに6節リンク機構の内 A・3 形について変位曲線上の6点を満足する図式総合, 6点および8点を満足する数式による総合⁽¹⁾のべたが, A・3・2 (または A・3・3) 形の8点総合においてはその数値計算における最も重要な部分を占める実係数 R の高次方程式が障害となり, 電子計算機に入れるプログラムも複雑であった。そこで R に関する方程式を簡素化し, さらに図式によってこれを解くことに成功したので報告する。

A形機構(第1図)の原動節 r と従動節 s の間の変位曲線 θ - φ が第2図のように8点すなわち $j=1 \sim n$, $n=4$ を通過し, $j=1$ において φ が θ_1 および θ_1' に対して極値 φ_1 をとるならば, この形式の機構は A・3・2 (または A・3・3) 形である⁽²⁾。具体的には $j=1$ のときに t 節と u 節が一直線上に存在するという関係, すなわち, R を実数として t, u の間に $t_{j=1} = R u_{j=1}$ なる関係があることから $j=1$ の状態を第1図に示し, R に関する六次方程式がみちびかれ, この解法が A 形機構を総合するかぎとなるのである。

2. 一般関係式

次に示す関係式はすでに説明されている⁽¹⁾ので列挙するにとどめる(記号は第1図参照)。

$$\lambda_j = e^{i(\varphi_j - \varphi_1)}, \quad \nu_j = e^{ir_j}, \quad \mu_j = e^{i\psi_j} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$j=2, 3, 4$$

$$(\lambda_j - 1)s + (\nu_j - 1)t_j = d_j \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$d_j = c_j - c_1 \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$(\mu_j - 1)U + (\nu_j - 1)t_u = d_j \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$\begin{vmatrix} \nu_2 - 1 & \lambda_2 - 1 & d_2 \\ \nu_3 - 1 & \lambda_3 - 1 & d_3 \\ \nu_4 - 1 & \lambda_4 - 1 & d_4 \end{vmatrix} = 0 \quad \dots\dots\dots (5)$$

または

第 1 図

第 2 図

* 昭和 37 年 10 月 15 日 第 40 期東京秋期講演大会において講演, 原稿受付 昭和 37 年 10 月 15 日。

** 正員, 東京工業大学(東京都目黒区大岡山 1)。

$$d_1^* + \nu_2 d_2^* + \nu_3 d_3^* + d_4^* = 0 \quad \dots\dots\dots (6)$$

ただし

$$d_2^* = \begin{vmatrix} \lambda_3 - 1 & d_3 \\ \lambda_4 - 1 & d_4 \end{vmatrix}, \quad d_3^* = \begin{vmatrix} \lambda_4 - 1 & d_4 \\ \lambda_2 - 1 & d_2 \end{vmatrix}$$

$$d_4^* = \begin{vmatrix} \lambda_2 - 1 & d_2 \\ \lambda_3 - 1 & d_3 \end{vmatrix}, \quad d_1^* = -d_2^* - d_3^* - d_4^*$$

A・2・2 および A・2・3 形の特性として

$$t_s - t_s = t = Ru \quad \dots\dots\dots (7)$$

とおかれるから、前論文⁽¹⁾の (20) および (22) 式は

$$\begin{vmatrix} R & 1 & t_s \\ \mu_2 - 1 & \nu_2 - 1 & d_2 \\ \mu_3 - 1 & \nu_3 - 1 & d_3 \end{vmatrix} = 0 \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$\begin{vmatrix} R & 1 & t_s \\ \mu_2 - 1 & \nu_2 - 1 & d_2 \\ \mu_4 - 1 & \nu_4 - 1 & d_4 \end{vmatrix} = 0 \quad \dots\dots\dots (9)$$

である (添字の関係で前論文⁽¹⁾の t と t_s を交換する). 前論文ではこのまま数値計算に持込んだが、ここでは

$$t_s = - \frac{\begin{vmatrix} \lambda_2 - 1 & d_2 \\ \lambda_3 - 1 & d_3 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \nu_2 - 1 & \lambda_2 - 1 \\ \nu_3 - 1 & \lambda_3 - 1 \end{vmatrix}} \quad \text{または} \quad = - \frac{\begin{vmatrix} \lambda_2 - 1 & d_2 \\ \lambda_4 - 1 & d_4 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \nu_2 - 1 & \lambda_2 - 1 \\ \nu_4 - 1 & \lambda_4 - 1 \end{vmatrix}}$$

を代入し、 d_2, d_3, d_4 を消去すれば

$$\begin{vmatrix} R & 1 & 0 \\ \mu_2 - 1 & \nu_2 - 1 & \lambda_2 - 1 \\ \mu_3 - 1 & \nu_3 - 1 & \lambda_3 - 1 \end{vmatrix} = 0 \quad \dots\dots\dots (10)$$

$$\begin{vmatrix} R & 1 & 0 \\ \mu_2 - 1 & \nu_2 - 1 & \lambda_2 - 1 \\ \mu_4 - 1 & \nu_4 - 1 & \lambda_4 - 1 \end{vmatrix} = 0 \quad \dots\dots\dots (11)$$

または

$$Rd_4 + \mu_2 d_2 + \mu_3 d_3 + d_1 = 0 \quad \dots\dots\dots (12)$$

$$Rd_6 + \mu_2 d_5 + \mu_4 d_3 + d_7 = 0 \quad \dots\dots\dots (13)$$

ただし

$$\left. \begin{aligned} d_4 &= \begin{vmatrix} \nu_2 - 1 & \lambda_2 - 1 \\ \nu_3 - 1 & \lambda_3 - 1 \end{vmatrix} \quad \left(= \begin{vmatrix} \nu_2 - 1 & \lambda_3 - 1 \\ \nu_3 - 1 & \lambda_2 - 1 \end{vmatrix} \right) \quad \left(\begin{array}{l} \text{と表示する} \end{array} \right) \\ d_2 &= -(\lambda_3 - 1) \\ d_3 &= \lambda_2 - 1 \\ d_1 &= -d_2 - d_3 \\ d_6 &= \begin{vmatrix} \nu_2 - 1 & \lambda_4 - 1 \\ \nu_4 - 1 & \lambda_2 - 1 \end{vmatrix} \\ d_5 &= -(\lambda_4 - 1) \\ d_7 &= -d_5 - d_6 \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

がみちびかれる。(8), (9) 式が (10), (11) 式に変形されたことは次の数式および図式総合にきわめて有利な方法を提供する。

3. R に関する方程式の次数低減について

さきに発表した 6 節リンク機構の総合⁽¹⁾において

A・3 形の数式による総合中、 R に関する四次方程式が得られることを述べたが、(8), (9) 式を (10), (11) 式に変形することによって次数を下げる事が可能となる。

さて、(12), (13) 式は二つの未知数 R および μ_2 を共有する連立適合条件式であるが、ここで $\bar{\mu}_j = \mu_j^{-1}$ の性質を用いて (12) 式から μ_3 を消去すれば

$$c_1 \mu_2 + d_1 + \bar{c}_1 \mu_2^{-1} = 0 \quad \dots\dots\dots (15)$$

$$c_1 = d_2(R\bar{d}_4 + \bar{d}_1)$$

$$d_1 = R^2 d_4 \bar{d}_4 + R(d_4 \bar{d}_1 + \bar{d}_4 d_1) + d_1 \bar{d}_1 + d_2 \bar{d}_2 - d_3 \bar{d}_3$$

また (13) 式より μ_4 を消去すれば

$$c_2 \mu_2 + d_2 + \bar{c}_2 \mu_2^{-1} = 0 \quad \dots\dots\dots (16)$$

$$c_2 = R^2 d_6 \bar{d}_6 + R(d_6 \bar{d}_7 + \bar{d}_6 d_7) + d_7 \bar{d}_7 + d_5 \bar{d}_5 - d_3 \bar{d}_3$$

となり、(15), (16) 式より

$$\begin{bmatrix} 0 & c_1 & d_1 & \bar{c}_1 \\ 0 & c_2 & d_2 & \bar{c}_2 \\ c_1 & d_1 & \bar{c}_1 & 0 \\ c_2 & d_2 & \bar{c}_2 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mu_2^2 \\ \mu_2 \\ 1 \\ \mu_2^{-1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \dots\dots\dots (17)$$

さらに展開して整理すれば

$$(c_1 \bar{c}_2 - \bar{c}_1 c_2)^2 + (d_1 c_2 - d_2 c_1)(d_1 \bar{c}_2 - d_2 \bar{c}_1) = 0 \quad \dots\dots\dots (18)$$

となり、これは実数係数を持つ R の六次式

$$\sum_{j=0}^6 H_j R^j = 0 \quad \dots\dots\dots (19)$$

で表わされる。ただし (18) と (19) 式の間には次の関係が成立する。

$$\nu_j - 1 = P_j + iQ_j \quad \dots\dots\dots (20)$$

とおけば

$$\left. \begin{aligned} P_j &= \cos \gamma_j - 1 \\ Q_j &= \sin \gamma_j \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots\dots (21)$$

$$\lambda_j - 1 = f_j + ig_j \quad \dots\dots\dots (22)$$

とおけば

$$\left. \begin{aligned} f_j &= \cos(\varphi_j - \varphi_1) - 1 \\ g_j &= \sin(\varphi_j - \varphi_1) \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots\dots (23)$$

$$d_j = U_j + iV_j \quad \dots\dots\dots (24)$$

とおけば

$$\left. \begin{aligned} U_2 &= f_3 & V_2 &= g_3 \\ U_3 &= -f_2 & V_3 &= -g_2 \\ U_4 &= f_2 P_3 - g_2 Q_3 & V_4 &= f_2 Q_3 + g_2 P_3 \\ & -f_3 P_2 + g_3 Q_2 & & -f_3 Q_2 + g_3 P_2 \\ U_1 &= f_2 - f_3 & V_1 &= g_2 - g_3 \\ U_5 &= f_4 & V_5 &= g_4 \\ U_6 &= f_2 P_4 - g_2 Q_4 & V_6 &= f_2 Q_4 + g_2 P_4 \\ & -f_4 P_2 + g_4 Q_2 & & -f_4 Q_2 + g_4 P_2 \\ U_7 &= f_2 - f_4 & V_7 &= g_2 - g_4 \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots\dots (25)$$

が得られる。次に

$$\left. \begin{aligned} c_1 &= (A_1 + iA_3)R + B_1 + iB_3 \\ c_2 &= (A_2 + iA_4)R + B_2 + iB_4 \\ d_1 &= c_1 R^2 + D_1 R + E_1 \\ d_2 &= c_2 R^2 + D_2 R + E_2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (26)$$

とすれば

$$\left. \begin{aligned} A_1 &= U_2 U_4 + V_2 V_4 & A_2 &= U_3 U_6 + V_3 V_6 \\ A_3 &= V_2 U_4 - U_2 V_4 & A_4 &= V_3 U_6 - U_3 V_6 \\ B_1 &= U_1 U_2 + V_1 V_2 & B_2 &= U_5 U_7 + V_5 V_7 \\ B_3 &= U_1 V_2 - U_2 V_1 & B_4 &= V_5 U_7 - U_5 V_7 \\ C_1 &= U_4^2 + V_4^2 & C_2 &= U_6^2 + V_6^2 \\ D_1 &= 2(U_1 U_2 + V_1 V_4) & D_2 &= 2(U_5 U_7 + V_5 V_7) \\ E_1 &= -2B_1 & E_2 &= -2B_2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (27)$$

さらに

$$\left. \begin{aligned} A_{b1} &= A_1 B_2 - A_2 B_1 & A_{c1} &= A_1 C_2 - A_2 C_1 \\ A_{d1} &= A_1 D_2 - A_2 D_1 & B_{c1} &= B_1 C_2 - B_2 C_1 \\ B_{d1} &= B_1 D_2 - B_2 D_1 & B_{e1} &= B_1 E_2 - B_2 E_1 = 0 \\ A_{e1} &= A_1 E_2 - A_2 E_1 & A_{b2} &= A_3 B_2 - A_4 B_1 \\ & & &= -2A_{b1} \\ A_{e2} &= A_3 C_2 - A_4 C_1 & A_{d2} &= A_3 D_2 - A_4 D_1 \\ B_{e2} &= B_3 C_2 - B_4 C_1 & B_{d2} &= B_3 D_2 - B_4 D_1 \\ B_{e2} &= B_3 E_2 - B_4 E_1 = B_b & A_{e2} &= A_3 E_2 - A_4 E_1 \\ & & &= -2A_{b2} \\ B_{a2} &= B_3 A_2 - B_4 A_1 & A_a &= 2(A_1 A_4 - A_2 A_3) \\ B_b &= 2(B_1 B_4 - B_2 B_3) & D_{d1} &= A_{d1} + B_{c1} \\ E_{e1} &= B_{d1} + A_{e1} & C_c &= 2(A_{b2} + B_{a2}) \\ D_{d2} &= A_{d2} + B_{c2} & E_{e2} &= B_{d2} + A_{e2} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (28)$$

とおけば, (19) 式の R の係数は

$$\left. \begin{aligned} H_0 &= B_{e2}^2 - B_b^2 = 0 \\ H_1 &= 2B_b(C_c + E_{e2}) \\ H_2 &= E_{e1}^2 + E_{e2}^2 + 2B_b(D_{d2} - A_a) - C_c^2 \\ H_3 &= 2(D_{d1}E_{e1} + D_{d2}E_{e2} + B_bA_{c2} + A_aC_c) \\ H_4 &= D_{d1}^2 + D_{d2}^2 - A_a^2 + 2(A_{e1}E_{e1} + A_{e2}E_{e2}) \\ H_5 &= 2(A_{e1}D_{d1} + A_{e2}D_{d2}) \\ H_6 &= A_{c1}^2 + A_{c2}^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (29)$$

として決定される。(29) 式において $H_0 = 0$ となっているから $R=0$ の根が 1 個存在することは確認されたことになるが, $R=0$ の二重根について $H_1=0$ が出るかいかを吟味する必要がある。

$$H_1 = 2B_b(C_c + E_{e2})$$

が零になる場合には $B_b=0$ あるいは $C_c + E_{e2}=0$ のいずれであろうか。 $H_0 = B_{e2}^2 - B_b^2 = 0$ (ただし $B_{e2}=B_b$) はつねに成り立つから, (10) および (11) 式における

「 $R=0, \mu_j=1$ するとき行列式の第 1 列がすべて零となる」に相当する。すなわち μ_j が両式より消去されるから他に無関係に $R=0$ が出たものと考えられる。

次に (10), (11) 式において「 $R=0, \mu_j=\lambda_j$ するとき第 1 列と第 3 列が比例する」から出る関係が $H_1=0$ であると仮定すれば λ_j に関係し, ν_j に無関係な項は B_b のみであることが (27) 式を調べることによって判明する。しかも (27) 式は

$$B_1 B_4 = -(U_2 V_3 + V_2 U_3) V_3^2 + 2U_2 U_3 V_3 - (U_2 U_3 - V_2 V_3) V_3$$

となり, $B_2 B_3$ は上式の添字 2 と 5 を入れかえたものになるから, $B_1 B_4 = B_2 B_3$, したがって $B_b=0$ が証明される。ゆえに $H_1=0$ なる仮定は正しいことがわかる。したがって R の方程式は四次式まで確実に下げられたことになる。

次に (10) および (11) 式において「 $R=1, \mu_j=\nu_j$ のとき第 1 列と第 2 列が比例する」ことから (19) 式に $R=1$ を代入した場合の左辺の値を H とし, $H = \sum H_j$ が零になるかいかを調べれば, $R=1$ の存在が確認される。そこで, ν_j は (14) 式でわかるように A_4 と A_6 のみにしか含まれないから

$$A_4 = (\nu_2 - 1)(\lambda_3 - 1) - (\nu_3 - 1)(\lambda_2 - 1) = -(\nu_2 - 1)A_2 - (\nu_3 - 1)A_3,$$

ゆえに

$$A_4 + \nu_2 A_2 + \nu_3 A_3 + A_1 \equiv 0$$

となりこれは (14) 式の定義に基いた式であるから恒等式である。同様に

$$A_6 + \nu_2 A_5 + \nu_4 A_3 + A_7 \equiv 0$$

となり, これらは (12), (13) 式で R を 1 に, μ_j を ν_j に置きかえたものと全く同じである。したがって (12), (13) 式以下 (19) 式までの誘導に $R=1, \mu_j=\nu_j$ が代入されれば

$$H = \sum_{j=0}^6 H_j \equiv 0$$

となり, $R=1$ なる根が存在することが確かめられる。したがって R の六次方程式は

$$H_6 \cdot R^2(R-1)(R^3 + F_2 R^2 + F_1 R + F_0) = 0 \dots (30)$$

ただし

$$\left. \begin{aligned} F_2 &= \frac{H_6 + H_5}{H_6} \\ F_1 &= \frac{H_6 + H_5 + H_4}{H_6} \\ F_0 &= \frac{H_6 + H_5 + H_4 + H_3}{H_6} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (31)$$

となり, 三次式の部分のみを解けばよいことになる。係数 F_j は

$$H = H_6 + H_5 + H_4 + H_3 + H_2 = 0 \dots\dots\dots (32)$$

を利用して

$$\left. \begin{aligned} F_1 &= -\frac{H_3+H_2}{H_6} \\ F_0 &= -\frac{H_2}{H_6} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(33)$$

とすれば、さらに簡易化される。なお、 $H_6 \neq 0$ は $|\nu_2-1, \delta_3| \neq 0$ によって証明される。

以上のように R に関する方程式が簡素化されたために数値計算が容易となり、その精度も向上し、実根の存在も判然とするようになった。ちなみに前論文⁽¹⁾の例題を新しい (30) 式を用いて解いた結果は第 1 表に示される。この表で前論文の R の方程式は五次であった。これは R の六次方程式について $R=0, R=1$ の 2 根の存在はわかっていたが、係数の決定が判然としないために五次方程式を解いて得た値である。しかも $R=0, R=1$ 以外の実根の数を確かめることができず、計算機より出た結果をそのまま記録したものであった。しかも多くの数式を計算したための計算精度の低下も認めなければならなかった。

新しい三次方程式の解は表の R_1, R_2, R_3 に見るように 3 個の実根の存在を認めることができる。これは与条件に対して精度の高い新しい 3 種類の A 形 6 節リンク機構を提供することができる。

4. R に関する二つの適合条件リンクの 図式解法

R の数式による解法に対して連立適合条件リンク

(12), (13) 式を用いた R の図式解法が提案される。

これは総合の迅速化をすすめることとなる。

まず与条件の他に、 γ_2 が与えられれば (6) 式を用いて第 3 図のベクトル図より γ_3 および γ_4 が求められる⁽¹⁾。

(10), (11) 式または (12), (13) 式において基本になるものは $\lambda_2-1, \lambda_3-1, \lambda_4-1$ の三つであり、これを基礎ベクトル e を補って図に表わせば第 4 図となる。

第 3 図

第 1 表

	R の五次方程式を解いて得た値 (前論文 ⁽¹⁾ 第 1 表)	R の三次方程式を解いて得た値 (本論文)			
θ_1	60°	左 に 同 じ			
θ_1'	-60°				
θ_2	120°				
θ_2'	-120°				
θ_3	180°				
θ_3'	-180°				
θ_4	0°				
θ_4'	0°				
$\varphi_2-\varphi_1$	20°				
$\varphi_3-\varphi_1$	30°				
$\varphi_4-\varphi_1$	15°				
r	1				
p	1.5				
γ_2	45°				
R	-0.640 43	$R_1=-0.632\ 837$	$R_2=0.234\ 699$	$R_3=0.624\ 592$	
$P_{qu\ x}$	1.302 03	1.303 893	0.412 490	1.604 762	
$P_{qu\ y}$	0.490 56	0.803 179	-0.642 802 9	-3.235 738	
$P_{qs\ x}$	0.613 88	0.613 883	0.613 883	0.613 883	
$P_{qs\ y}$	-1.285 74	-1.285 737	-1.285 737	-1.285 737	
$ z $	1.137 43	1.332 780	6.863 087	5.066 046	
$ e $	1.088 95	1.088 957	1.088 957	1.088 957	
$ t $	0.728 44	0.843 433	1.610 762	3.164 212	
$ tu $	0.645 82	0.537 231	0.435 046	1.828 952	
$ td $	1.336 57	1.336 573	1.336 573	1.336 573	

る。ここで $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \Delta_4, \Delta_7$ が得られたことになる。 Δ_4 と Δ_6 の求め方は第5および6図に示す。すなわち(14)式の

$$\Delta_4 = -(\nu_2 - 1)\Delta_2 - (\nu_3 - 1)\Delta_3$$

よりベクトルの和として求める。◎印は移動後のベクトルを示す。ここまでそれぞれ二つの“Rの適合条件リンク”ができたことになる。

第7図は(12)式と(13)式を区別するために、 Δ_1 の先端から Δ_2 と Δ_4 が、 Δ_7 の先端から Δ_5 と Δ_6 がそれぞれ出るようにし、しかも Δ_3 が両式に共通である

ことから混乱を避けるために(13)式の条件リンク全体を平行移動して Δ_1 と Δ_7 の先端を一致せしめるように第6図を作図しなおしたものである。(12)および(13)式は三つの未知数を持ちながら、Rおよび μ_2 が共通である。いまある定数 $k = k'e^{i\omega}$ を考え

$$k\Delta_6 = \Delta_4 \quad (34)$$

となるように k' (実数) および ω ($-\pi < \omega \leq \pi$) を決めて、(13)式の両辺に k を乗じても連立の関係は変わらない。すなわち

$$R \cdot k\Delta_6 + \mu_2 \cdot k\Delta_5 + \mu_4 \cdot k\Delta_3 + k\Delta_7 = 0 \quad (35)$$

は(13)式の条件リンクの各節の長さを k' 倍して、全体の向きを角度 ω だけ回したものに相当し、(34)式より、(12)式と(35)式の係数 R のつくベクトルは起点を同一点にとれば完全に両者が一致することになる。この操作を施したのが第8図である。

これは Δ_6 の長さを変えて Δ_4 に全く一致させ、他のベクトル $\Delta_5, \Delta_3, \Delta_7$ も図形的比例関係を保持したままいっしょに動かしたものである。

上述の方法では未知数 R と μ_2 の二つを、同時に満足させることはできないから(12), (35) 式を作って R を消去し、一時 μ_2 を R から独立させる。

$$\mu_2(\Delta_2 - k\Delta_5) + \mu_3\Delta_3 - \mu_4 \cdot k\Delta_3 + (\Delta_1 - k\Delta_7) = 0 \dots (36)$$

この新しい条件リンクは第 9 図に示され、 $(\Delta_2 - k\Delta_5)$ は細い実線、 $(\Delta_1 - k\Delta_7)$ は細い破線で表示される。いま Δ_2 と $k\Delta_5$ の共有点を C と名付ければ、 C 点はこの新しい適合条件 4 節リンク機構の中間節上の一点であるから、この 4 節リンクの運動に伴い C 曲線を描く⁽⁸⁾。はじめの状態では C 点の存在した固定節上の点 (Δ_1 の先端) を Q 点とする。

さて実数 R はベクトルの長さを変えるが方向は変えないから係数 R を共有する二つのベクトル Δ_4 と $k\Delta_6$ が起点を一致させて位置決めされればその方向直線 d 上に存在する点は R を決定するものと見られる。ゆえに C 曲線と d 直線の交点が元の連立適合条件式の解を与えることになる。

したがって点 Q は $R=0$ なる解を与える。このとき $\psi_j=0$, $\mu_j=1$ となり数式解法で得られた解に一致する⁽¹⁾。 $R=0$ の二重根や $R=1$ という根は総合には使用することができないけれども第 10 図の場合にはそれ以外の三つの実根が表われ、図式解法が完成する。ちなみに第 3~10 図の解法は 8 点総合の実例を示し、

$$\theta_1 = \pm 60^\circ, \theta_2 = \pm 120^\circ, \theta_3 = \pm 180^\circ, \theta_4 = 0, \\ p/r = 1.5$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = 90^\circ, \varphi_3 - \varphi_1 = 120^\circ, \varphi_4 - \varphi_1 = 90^\circ$$

を満足する A 形 6 節リンク機構の総合における R の解を求めるところまでを示したものであり、これによって迅速なる総合が行なわれることがわかった。

第 10 図

5. 結 論

この論文は 6 節リンク機構の A・3 形について、変位曲線上の 8 点を満足する機構の総合を行なうために、数式による総合の簡素化と図式総合の新しい提案を行なったものであるが、数式総合における実係数 R の高次方程式を三次方程式まで落すことに成功した結果、数値計算が簡素化され、計算精度も向上し、実根の存在を容易に確かめることができるようになった。さらに R を決定するための図式解法を考案し、これによって総合が迅速化されるようになった。

なおこの研究は本学学生 福島善夫、富士原英明君の協力によって行なわれ、また昭和 36 年度科学研究費の授助によって遂行されたものであり、ここに深く感謝する次第である。

文 献

- (1) 小川, 機械学会論文集, 27-184 (昭 36-12), 1947.
- (2) 小川・吉松・若原, 機械学会論文集, 27-184 (昭 36-12), 1938.
- (3) 小川, 機械学会論文集, 25-154 (昭 34-6), 510.

同一機械で荒削りから仕上まで行なう研摩機

工作機械は、通常切断や荒削り用と、仕上用と別々であるが、両方とも行ないうる新機械が利用されるに至っている。

アメリカのシェフィールド社が用いている研摩機がそれで、研摩機械加工にさいして、研削技術をこれに結合し、仕上作業を同時に行なうもので、同社の新形モデル 187 号は 30 HP の電動機を有し、研摩用歯車の形をしている。

過去 20 年間、マサチューセッツ州のノートン会社

が、仕上工程と大量の金属除去作業とを同時に行なうために提唱してきた方法で、製作物を荒削り工場から仕上工場にまで移動する必要がなく、最初から最後まで作業をより早く、より安価に行ないうると、ノートン社は述べている。

しかしこの機械はなお進歩が予想され、音波の利用により、さらによりよいものが現われよう。

[Business Week, No. 1745 (1963), 76]

(日本科学技術情報タンター提供)