

(副)

18

Br-77-07

土研資料第1359号  
企画課図書資料係



# 土木研究所資料

## 斜張橋の解析プログラム

その(3) 有限変位理論による解析プログラム

昭和53年3月

建設省土木研究所  
構造橋梁部橋梁研究室

## ま え が き

本解説書は、接線剛性法に基づく斜張橋の大変形解析プログラムに関するものであり、ケーブル部材にはサグによる影響を考慮した解析理論を適用している。

本プログラムは斜張橋の架設計算に適用することを主目的とするものである。

昭和 53 年 3 月

構造橋梁部 橋梁研究室

|       |         |
|-------|---------|
| 室 長   | 佐 伯 彰 一 |
| 研 究 員 | 山 本 善 行 |
|       | 笹 森 伸 博 |
|       | 平 山 伸 司 |



# 目 次

## 。まえがき

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 第1章 序 論 .....                 | 1  |
| 第2章 解析理論 .....                | 2  |
| 2-1 概 要 .....                 | 2  |
| 2-2 曲げと軸力を受ける部材の接線剛性方程式 ..... | 2  |
| 2-3 ケーブル部材の接線剛性方程式 .....      | 3  |
| 第3章 プログラム解説 .....             | 6  |
| 3-1 プログラムの概要 .....            | 6  |
| 3-1-1 概 要 .....               | 6  |
| 3-1-2 プログラムAの概要 .....         | 8  |
| 3-1-3 プログラムBの概要 .....         | 12 |
| 3-2 プログラムの使用法 .....           | 16 |
| 3-2-1 概 要 .....               | 16 |
| 3-2-2 プログラムAの使用法 .....        | 16 |
| 3-2-3 プログラムBの使用法 .....        | 26 |
| 3-3 プログラム使用上の制限 .....         | 42 |
| 3-4 プログラムの拡張方法 .....          | 42 |
| 第4章 プログラムの使用例 .....           | 45 |
| 4-1 計算例に用いた斜張橋 .....          | 45 |
| 4-2 計算手順 .....                | 45 |
| 4-2-1 計算条件 .....              | 45 |
| 4-2-2 計算手順 .....              | 45 |
| 4-3 架設順序 .....                | 46 |
| 4-4 計算結果 .....                | 46 |
| 4-5 入出力フォーマット例 .....          | 57 |
| 参考文献 .....                    | 65 |

## 第1章 序 論

斜張橋は、桁橋と吊橋の中間に位置する長スパン橋梁形式として近年急速に発展を遂げたものであるが、さらにLeonhardtらの報告<sup>1), 2)</sup>にもあるように1300 m程度のスパンに対しても有効に利用される橋梁形式であるともいわれており、今後スパンの長大化が予想される。

通常、斜張橋の解析計算は微小変形理論に基づいて行われているが、長径間斜張橋においては変形の影響が無視できなくなると考えられる。とくに架設時においては変形が大きいため、微小変形理論では部材の応力状態を過小評価したり、ケーブル碇着時の引込み量を正確に求めることができない。したがって長径間斜張橋においては変形の影響を考慮した解析計算が必要となる。

斜張橋が示す非線形挙動は大きく分けて2つある。1つはケーブル部材のサグに起因する非線形挙動であり、他の1つは軸力と曲げモーメントを受ける桁と塔の非線形挙動である。しかし斜張橋の解析にあたってこの2種類の非線形性を同時に考慮することが難しいため、構造系の幾何学的非線形性とケーブル部材のサグによる非線形性は従来切り離して考えられてきたのが実状である。このうち、骨組構造解析において幾何学的非線形性を考慮する方法はすでに良く知られているところである<sup>3)</sup>。一方ケーブルのサグによる非線形性を考慮する方法としては、①Ernstの修正弾性係数<sup>4)</sup>を用いる方法、②ケーブル形状を放物線と仮定しケーブル部材の接線剛性方程式を求める方法<sup>5)</sup>、③カテナリー形状と仮定して接線剛性方程式を求める方法<sup>6)</sup>などが考えられて来た。このうち、①の方法は弾性係数をケーブル張力の大きさに合わせて変えてはいるが、ケーブルを直線部材として扱っている点で正しくない。また②の方法は、ケーブル張力が低い場合には実際のケーブル形状との差が大きくなるためケーブル張力が低いと予想される架設時斜張橋の厳密な計算には適用できない恐れがある。したがって③の方法が最も忠実にケーブルの挙動を表わしているといえる。

以上のことから、斜張橋の架設計算を厳密に行なうために、桁および塔ならびにカテナリー形状と仮定したケーブルに対してそれぞれの接線剛性方程式を求めて有限変位理論による大変形解析を行なうプログラムを作成することにした。

## 第2章 解析理論

### 2-1 概 要

プログラムの解析理論は、接線剛性法による骨組構造物の大変形解析手法<sup>7)</sup>を基本にしており、ケーブルにはサグを有するカタナリー形状の部材としての解析理論<sup>8)</sup>を適用している。

すなわち、具体的には、曲げと軸力を受ける部材およびケーブル部材のそれぞれに対して有限変位法の接線剛性方程式を求め、これを反復使用し、その都度先行状態を修正し、残存不平衡力を逆載荷しながら真の平衡状態に収束させる大変形解析手法（接線剛性法）を用いている。

次節以下に、これらの接線剛性方程式の概略を示す。

### 2-2 曲げと軸力を受ける部材の接線剛性方程式

図-2.1に示すように、長さ $\ell_0$ 、伸び剛性 $EA$ 、曲げ剛性 $EI$ の一様な部材 $i-j$ に材端モーメント $M_i, M_j$ および材端引張力 $N$ が作用し、そのときの部材長を $\ell$ 、両端のたわみ角を $\theta_i, \theta_j$ とすれば次式が成立する。

$$M = A\theta \quad \dots\dots\dots (2-1)$$

$$N = F_0 \left( \Delta\ell + \frac{1}{2} \theta^T \frac{\partial A}{\partial N} \theta \right) \quad \dots\dots\dots (2-2)$$

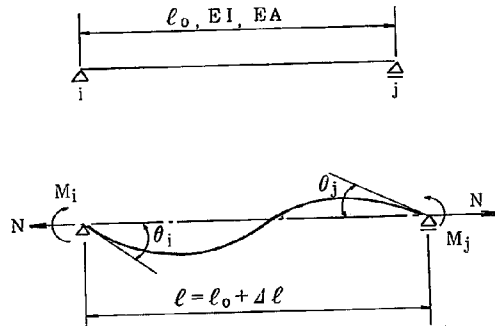


図-2.1 部材の変形と材端力

ここに、

$$M = \begin{bmatrix} M_i \\ M_j \end{bmatrix}, \quad \theta = \begin{bmatrix} \theta_i \\ \theta_j \end{bmatrix}, \quad A = K \begin{bmatrix} a & b \\ b & a \end{bmatrix} \quad \dots\dots\dots (2-3)$$

$$F_0 = \frac{EA}{\ell_0}, \quad K = \frac{EI}{\ell_0}, \quad R = \sqrt{\frac{N}{EI}} \quad \dots\dots\dots (2-4)$$

$$a = \frac{R^2 \ell_0^2 \cosh R \ell_0 - R \ell_0 \sinh R \ell_0}{R \ell_0 \sinh R \ell_0 - 2 (\cosh R \ell_0 - 1)} \quad \dots\dots\dots (2-5)$$

$$b = \frac{R \ell_0 \sinh R \ell_0 - R^2 \ell_0^2}{R \ell_0 \sinh R \ell_0 - 2 (\cosh R \ell_0 - 1)} \quad \dots\dots\dots (2-6)$$

である。次に(2-1)、(2-2)を微分して各部材力の微小増分をあらわせば次式が得られる。

$$\delta M = A \delta \theta + \frac{\partial A}{\partial N} \theta \delta N \quad \dots\dots\dots (2-7)$$

$$\delta N = F_0 \left( \delta \ell + \theta^T \frac{\partial A}{\partial N} \delta \theta + \frac{1}{2} \theta^T \frac{\partial^2 A}{\partial N^2} \theta \delta N \right) \quad \dots\dots\dots (2-8)$$

ここに、

$$\frac{\partial A}{\partial N} = \frac{1}{2R^2 \ell_0} \begin{bmatrix} a-b^2 & 2b-ab+a \\ 2b-ab+a & a-b^2 \end{bmatrix} = \frac{\ell_0}{2} \begin{bmatrix} p & -p' \\ -p' & p \end{bmatrix} = \frac{\ell_0}{2} P \quad \dots\dots\dots (2-9)$$

$$\frac{\partial^2 A}{\partial N^2} = -\frac{\ell_0}{4R^2 EI} \begin{bmatrix} a+3b^2-2ab(b-1) & 2ab-(c^2-a^2)(b-1) \\ 2ab-(c^2-a)(b-1) & a+3b^2-2ab(b-1) \end{bmatrix}$$

$$= -\frac{\ell_0^2}{2K} \begin{bmatrix} q & -q' \\ -q' & q \end{bmatrix} \equiv -\frac{\ell_0^2}{2K} q \quad \dots\dots\dots (2-10)$$

である。したがって

$$U = \frac{\ell_0}{2} P \theta, \quad W = \frac{\ell_0^2}{4K} \theta^T q \theta, \quad F = \frac{F_0}{1+WF_0} \quad \dots\dots\dots (2-11)$$

とおけば、曲げ軸力部材の接線剛性方程式が次式のように得られる。

$$\begin{bmatrix} \delta N \\ \delta M \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F & FU^T \\ FU & A+FU \cdot U^T \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta \ell \\ \delta \theta \end{bmatrix} \quad \dots\dots\dots (2-12)$$

### 2-3 ケーブル部材の接線剛性方程式

図-2.2に示すように、その長さに沿って等分布する自重を有する曲げ剛性のないケーブル部材  $ij$  を考える。ただしケーブルはカタナリー形状を示すものとする。このときのケーブル  $i$  端の水平力を  $H_{ij}$ ，垂直力を  $V_{ij}$  とする。

ケーブルの単位長当りの自重を  $w$  とし、

$$\psi = \frac{wX_{ij}}{2H_{ij}} \quad \dots\dots\dots (2-13)$$

とおけば、ケーブル長  $L$  は次式で与えられる。

$$L^2 = y_{ij} + x_{ij}^2 \frac{\sinh^2 \psi}{\psi^2} \quad \dots\dots\dots (2-14)$$

また、ケーブルの形状は  $j$  端を  $xy$  座標の原点にとると、

$$y = \frac{1}{2\sinh \psi} \left\{ L \cosh \psi + y_{ij} \sinh \psi - L \cosh \psi \left( 1 - 2 \frac{x}{\ell} \right) - y_{ij} \sinh \left( 1 - 2 \frac{x}{\ell} \right) \right\} \quad \dots\dots\dots (2-15)$$

となる。したがって  $V_{ij}$  は

$$V_{ij} = \left[ \frac{dy}{dx} \right]_{x=x_{ij}} \quad H_{ij} = \frac{H_{ij}}{x_{ij}} \psi (y_{ij} \coth \psi - L) \quad \dots\dots\dots (2-16)$$

となる。

ケーブルの全重量  $wL$  は

$$wL = \frac{2\psi LH_{ij}}{x_{ij}} \quad \dots\dots\dots (2-17)$$

となり、これはいかなるケーブルの変形に対しても常に一定であるので、これを微分することにより、

$$\frac{\delta H_{ij}}{H_{ij}} = \frac{\delta x_{ij}}{x_{ij}} - \frac{\delta L}{L} - \frac{\delta \psi}{\psi} \quad \dots\dots\dots (2-18)$$

が得られる。 $\delta \psi / \psi$  は (2-14) 式を微分することにより得られ、

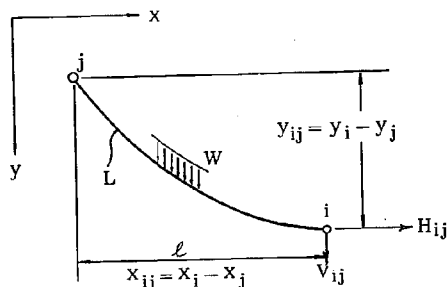


図-2.2 ケーブル部材の形状と材端力

$$\frac{\delta \phi}{\phi} = \frac{\sinh \phi}{\phi \cosh \phi - \sinh \phi} \left( \frac{L^2}{L^2 - y_{ij}^2} \cdot \frac{\delta L}{L} - \frac{\delta x_{ij}}{x_{ij}} - \frac{y_{ij}^2}{L^2 - y_{ij}^2} \cdot \frac{\delta y_{ij}}{y_{ij}} \right) \dots\dots\dots (2-19)$$

となる。これを(2-18)式に代入して $\delta H_{ij}$ を求めると、

$$\begin{aligned} \delta H_{ij} = & \frac{H_{ij}}{x_{ij}} \cdot \frac{\phi \cosh \phi}{\phi \cosh \phi - \sinh \phi} \delta x_{ij} + \frac{H_{ij} y_{ij}}{L^2 - y_{ij}^2} \cdot \frac{\sinh \phi}{\phi \cosh \phi - \sinh \phi} \delta y_{ij} \\ & - \frac{H_{ij}}{L} \left( \frac{L^2}{L^2 - y_{ij}^2} \cdot \frac{\sinh \phi}{\phi \cosh \phi - \sinh \phi} + 1 \right) \delta L \quad \dots\dots\dots (2-20) \end{aligned}$$

となる。また $\delta V_{ij}$ は(2-16)式を微分することにより得られ、

$$\begin{aligned} \delta V_{ij} = & \frac{H_{ij} y_{ij}}{L^2 - y_{ij}^2} \cdot \frac{\sinh \phi}{\phi \cosh \phi - \sinh \phi} \delta x_{ij} + \frac{H_{ij}}{x_{ij}} \left\{ \left( \frac{x_{ij} y_{ij}}{L^2 - y_{ij}^2} \right)^2 \frac{\sinh \phi}{\phi \cosh \phi + \sinh \phi} \right. \\ & \left. + \phi \coth \phi \right\} \delta y_{ij} - \frac{H_{ij} y_{ij}}{x_{ij} L} \left\{ \left( \frac{x_{ij} L}{L^2 - y_{ij}^2} \right)^2 \frac{\sinh \phi}{\phi \cosh \phi - \sinh \phi} + \phi \coth \phi \right\} \delta L \quad \dots\dots\dots (2-21) \end{aligned}$$

となる。次にケーブルの弾性伸び量 $\epsilon$ は、

$$\epsilon = \frac{H_{ij}}{EA} \int_0^{x_{ij}} \left\{ 1 + \left( \frac{dy}{dx} \right)^2 \right\} dx = \frac{H_{ij} x_{ij}}{2EA} \left( 1 + \frac{L^2 + y_{ij}^2}{x_{ij}^2} \phi \coth \phi \right) \dots\dots\dots (2-22)$$

となり、温度変化の微小増分によるケーブルの自由伸び量を $\delta L_t$ とすれば、

$$\delta \epsilon = \delta L - \delta L_t \quad \dots\dots\dots (2-23)$$

したがって、(2-22)式の微分から $\delta \epsilon$ を求め、(2-19)式を代入して整理すると、

$$\begin{aligned} \delta \epsilon = & \frac{H_{ij}}{EA} \left( 1 + \frac{L^2}{L^2 - y_{ij}^2} \frac{\sinh \phi}{\phi \cosh \phi - \sinh \phi} \right) \delta x_{ij} + \frac{H_{ij} y_{ij}}{EA x_{ij}} \left\{ \left( \frac{x_{ij} L}{L^2 - y_{ij}^2} \right)^2 \frac{\sinh \phi}{\phi \cosh \phi + \sinh \phi} \right. \\ & \left. + \phi \cosh \phi \right\} \delta y_{ij} + \frac{H_{ij} x_{ij}}{2EA} \left\{ \frac{\sinh \phi \cosh \phi - \phi}{\phi} - 2 \left( \frac{L^2}{L^2 - y_{ij}^2} \right)^2 \frac{\sinh \phi}{\phi \cosh \phi - \sinh \phi} \right\} \frac{\delta L}{L} \quad \dots\dots\dots (2-24) \end{aligned}$$

となるので、

$$\frac{1}{\lambda_{ij}} = \frac{EA}{H_{ij}} - \frac{x_{ij}}{2L} \left\{ \frac{\sinh \phi \cosh \phi - \phi}{\phi} - 2 \left( \frac{L^2}{L^2 - y_{ij}^2} \right)^2 \frac{\sinh \phi}{\phi \cosh \phi - \sinh \phi} \right\} \dots\dots\dots (2-25)$$

とおけば、

$$\begin{aligned} \delta L = & \lambda_{ij} \left( \frac{L^2}{L^2 - y_{ij}^2} \cdot \frac{\sinh \phi}{\phi \cosh \phi - \sinh \phi} + 1 \right) \delta x_{ij} + \frac{\lambda_{ij} y_{ij}}{x_{ij}} \left\{ \left( \frac{x_{ij} L}{L^2 - y_{ij}^2} \right)^2 \frac{\sinh \phi}{\phi \cosh \phi - \sinh \phi} \right. \\ & \left. + \phi \coth \phi \right\} \delta y_{ij} + \frac{EA \lambda_{ij}}{H_{ij}} \cdot \delta L_t \quad \dots\dots\dots (2-26) \end{aligned}$$

が得られる。したがって(2-26)式を(2-20)、(2-21)式に代入することにより、

$$a = \frac{\sinh \phi}{\phi \cosh \phi - \sinh \phi}, \quad b = \phi \coth \phi \quad \dots\dots\dots (2-27)$$

$$c = \frac{a L^2}{L^2 - y_{ij}^2} + 1, \quad d = \left( \frac{x_{ij} L}{L^2 - y_{ij}^2} \right)^2 a + b \quad \dots\dots\dots (2-28)$$

$$R_H = H_{ij} \left( \frac{a b}{x_{ij}} - \frac{\lambda_{ij} c^2}{L} \right) \quad \dots\dots\dots (2-29)$$

$$R = H_{ij} y_{ij} \left( \frac{a}{L^2 - y_{ij}^2} - \frac{\lambda_{ij} c d}{x_{ij} L} \right) \dots\dots\dots (2-30)$$

$$R_v = \frac{H_{ij}}{x_{ij}} \left\{ \left( \frac{x_{ij} y_{ij}}{L^2 - y_{ij}^2} \right)^2 a + b - \frac{\lambda_{ij} y_{ij}^2 d^2}{x_{ij} L} \right\} \dots\dots\dots (2-31)$$

とにおいて、ケーブル部材に関する接線剛性方程式が次式で与えられる。

$$\begin{bmatrix} \delta H_{ij} \\ \delta V_{ij} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_H & R \\ R & R_v \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta x_{ij} \\ \delta y_{ij} \end{bmatrix} - \frac{EA \lambda_{ij}}{L x_{ij}} \begin{bmatrix} c x_{ij} \\ d y_{ij} \end{bmatrix} \delta L_t \dots\dots\dots (2-32)$$

## 第3章 プログラム解説

### 3-1 プログラムの概要

#### 3-1-1 概 要

本解説書に示す斜張橋の架設計算プログラムは、任意形状の斜張橋を变形による影響も考慮して平面的に解析するものである。本プログラムの解析理論は、先に述べたように接線剛性法による骨組構造物の大変形解析手法を基本にしており、曲げと軸力を受ける部材およびケーブル部材を含む構造物の解析に適用できるように、ケーブルにはサグを有するカテナリー形状の部材としての解析理論を適用している。

本プログラムは非線形挙動を考慮して完成時の厳密な応力状態を求めるプログラムAと、これを先行状態として架設各段階の応力変形状態を求めるプログラムBとから成っている（図-3.1参照）。

なお、本プログラムは基本的にはケーブルを含む任意の平面構造物の解析にも適用できるものであるが、インプットデータおよびアウトプットデータは斜張橋の解析に便利な形にしてある。

#### 3-1-2 プログラムAの概要

##### (1) プログラムAの使用目的

完成時斜張橋においては、通常桁の応力状態を改善する目的でケーブルにプレストレスを与えている。このため斜張橋の架設計算は、完成時の応力状態を出発点として行なうのが一般的な方法である。

一般に設計計算では、この完成時応力状態は微小変形理論に基づき求められ、またその際ケーブル部材は直線部材として扱われている。一方本プログラムのように有限変位理論に基づきしかもケーブルのサグを考慮して解析計算を行なう場合、設計計算で求めた完成時応力状態は本プログラムに適合しないので、以後の架設計算のための出発点としてそれをそのまま使用することはできない。したがって本プログラムに適合するように完成時の応力状態を求め直す必要がある。プログラムAはこの計算を行うためのものである。

##### (2) 計算方法

本プログラムの特徴は、ケーブル部材はカテナリー形状を示す柔な部材であるとしている点である。したがって直線部材として解析した場合とでは部材端における張力の作用方向が異なる（図-3.2参照）。そこで、目標完成系の計算において、設計計算結果に近いものを得るために次のような計算方法を採用

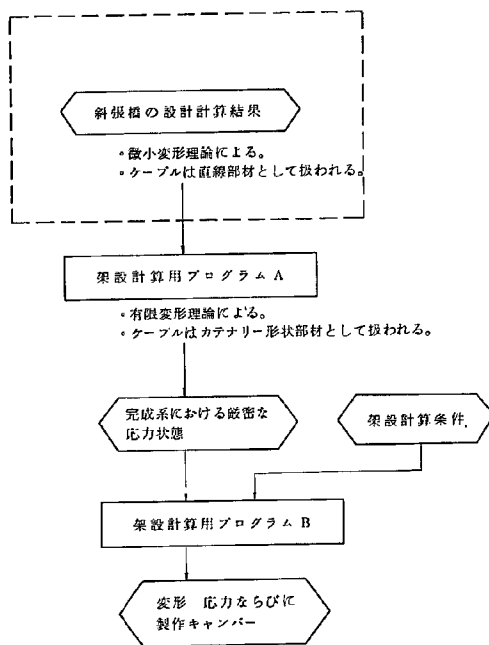


図-3.1 プログラム使用手順概要

した。

すなわち、プログラムAにおいては図-3.3のように、全体構造を(I)ケーブル、(II)桁および(III)塔の3つの系に分割し、それぞれ独立に有限変位理論に基づいた計算を行なってプログラムBのための先行状態を求める。

ここに、インプットは目標完成系の座標、部材諸元、全死荷重ならびに設計計算で求められている直線部材としてのケーブル張力である。

ただし、プログラムAの中で用いているケーブル張力は、直線部材としてのケーブル張力の桁礎着点における鉛直成分を基にカタナリー状のケーブルとして自動的に計算し直した値である。

### (3) 計算手順

プログラムAの計算手順は図-3.4に示した通りである。すなわち、

① 設計計算で求めた完成系におけるケーブル張力をインプットとし、カタナリーケーブルとしての無応力長および材端力を求める。

② 死荷重ならびに①で求めたケーブル材端力を外力として図-3.2に示した系(II)および(III)に載荷する。

③ 桁および塔の先行部材力をゼロと仮定し、系(II)および(III)の格点変位を求め、部材変形および部材力を求める。

④ 変形後の部材力ならびに変形前の形状における部材の方向余弦から不平衡力を求める。

⑤ 不平衡力が許容値以内であれば、目標完成系での有限変位理論による厳密なつりあい状態が求まる。

⑥ 不平衡力が許容値以上であれば、骨組形状は目標完成系のままとし、すでに求めた部材力を先行部材力として計算を繰り返す。

このようにして、有限変位理論による架設計算のための先行状態が求まる。

### (4) メインプログラム

図-3.5にプログラムAのメインプログラムフローチャートを、表-3.1、表-3.2にそれぞれメイ

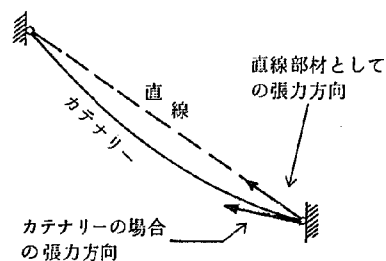


図-3.2 ケーブルの形状の仮定と張力の方向

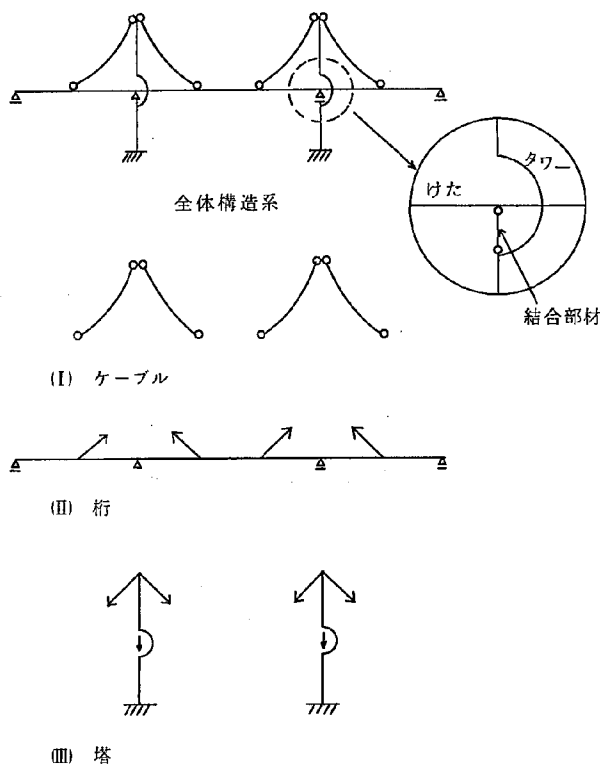
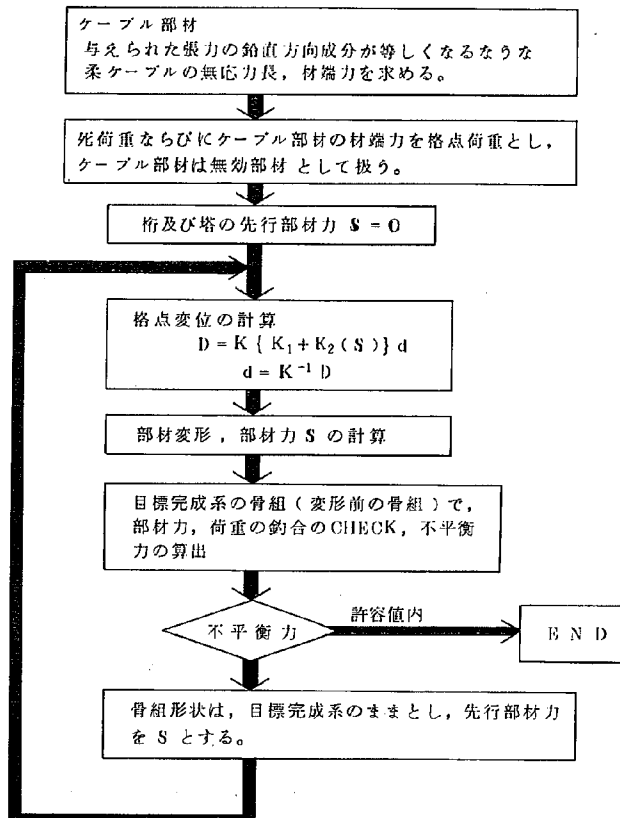


図-3.3 プログラムAにおける構造系の分割



図－3.4 プログラムAの計算手順

表－3.1 メインプログラムAの判定文記号

| 判定文に用い<br>ている記号   | 意 味                                                                                                        |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ISW(1)～<br>ISW(6) | CHECK PRINT を行なうかどうかを指定する。添字(1)～(6)はCHECKの種類を示す。<br>(CARDでINPUTする。)                                        |
| ISW(9)            | 計算を実行するか，INPUT DATAのCHECKのみを行なうかを指定する。<br>(CARDでINPUTする。)                                                  |
| ISW(10)           | データの誤記入や構造系として解析理論に適合しない場合に計算を終了させる。このとき<br>PRINT OUTされるOWARI 1～5 ならびにOWARI Sなどによりその原因の生じた場所を<br>知ることができる。 |
| ISW(11)           | 計算が終了したことを示す。<br>(不平衡力が許容値内に入ったことを示す。)                                                                     |
| ITP               | 計算結果をTAPE OUTするかどうかを指定する。<br>(CARDでINPUTする。)                                                               |
| NS                | 非線形収束ループ繰り返し計算制限回数<br>(CARDでINPUTする。)                                                                      |
| IS                | 非線形収束ループ繰り返し計算回数                                                                                           |



表-3.2 プログラムAのサブルーチン

|      |                                                                                                        |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (1)  | INPUTA                                                                                                 |
|      | CALLING SUBROUTINE<br>CARDRD<br>PAGE<br>このサブルーチンは、インプットデータカードをカードイメージのままプリントアウトするとともに、所定のエリアにデータを格納する。 |
| (2)  | CARDRD                                                                                                 |
|      | CALLING SUBROUTINE<br>PAGE<br>このサブルーチンは、インプットデータを読み込み、またカードイメージのままプリントアウトする。                           |
| (3)  | PAGE                                                                                                   |
|      | このサブルーチンは、ページジェクトを行なう。                                                                                 |
| (4)  | INPUTB                                                                                                 |
|      | CALLING SUBROUTINE<br>PAGE<br>このサブルーチンは、所定エリアに格納されたインプットデータを、フォーマット付きで、プリントアウトする。                      |
| (5)  | RENUMB                                                                                                 |
|      | このサブルーチンは、ユーザーが任意につけた節点番号を、計算速度を向上させる目的で、内部的に番号の付替えを行なう。                                               |
| (6)  | SORT                                                                                                   |
|      | このサブルーチンは、新・旧の節点番号の入れ替えを行ない、また部材データの付替えやソーティングを行なう。                                                    |
| (7)  | SUB04                                                                                                  |
|      | このサブルーチンは、部材の無応力長の計算、先行部材力の計算を行なう。                                                                     |
| (8)  | SUB05                                                                                                  |
|      | このサブルーチンは、変位量、材端力の初期セットを行なう。                                                                           |
| (9)  | SUB06                                                                                                  |
|      | CALLING SUBROUTINE<br>SUB11<br>SUB14<br>このサブルーチンは、部材の方向余弦の計算、節点回りの力の釣合い（不平衡力）の計算を行なう。                  |
| (10) | SUB07                                                                                                  |
|      | このサブルーチンは、部材力パラメーターの計算、部材剛性マトリックスの計算、全体接線剛性マトリックスの作成および支点処理を行なう。                                       |
| (11) | SUB08                                                                                                  |
|      | このサブルーチンは、連立一次方程式を解く。                                                                                  |

|      |                                                                                                                                |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (12) | SUB09                                                                                                                          |
|      | CALLING SUBROUTINE<br>SUB14<br>SUB15<br>このサブルーチンは、部材力、たわみ角等を計算する。                                                              |
| (13) | SUB11                                                                                                                          |
|      | CALLING FUNCTION<br>AFUN<br>BFUN<br>PFUN<br>PDFUN<br>QFUN<br>QDFUN<br>このサブルーチンは、曲げ軸力部材の接線部材剛性マトリックスを作成する。                      |
| (14) | SUB14                                                                                                                          |
|      | このサブルーチンは、曲げ軸力部材の部材剛性マトリックスに、材端条件の処理および除去部材の処理を行なう。                                                                            |
| (15) | SUB15                                                                                                                          |
|      | CALLING FUNCTION<br>AFUN<br>BFUN<br>PFUN<br>PDFUN<br>PCFUN<br>PCDFUN<br>QCFUN<br>QDFUN<br>このサブルーチンは、曲げ軸力部材の非線形部材剛性マトリックスを作成する。 |
| (16) | AFUN, BFUN, PFUN, PDFUN, QFUN, QDFUN                                                                                           |
|      | このファンクションは、曲げ軸力部材の部材剛性マトリックスの要素を作成する際用いる特殊関数である。                                                                               |
| (17) | PCFUN, PCDFUN, QCFUN, QCDFUN                                                                                                   |
|      | ( (16) に同じ )                                                                                                                   |
| (18) | CHECK1 ~ CHECK6                                                                                                                |
|      | このサブルーチンは、プログラムデバック時に用いるもので、計算途中の結果をアウトプットする。                                                                                  |
| (19) | OUTPUT                                                                                                                         |
|      | CALLING SUBROUTINE<br>PAGE<br>このサブルーチンは、計算結果を所定のフォーマットでプリントアウトする。                                                              |
| (20) | TPOUT                                                                                                                          |
|      | CALLING SUBROUTINE<br>JUNBAN<br>このサブルーチンは、計算結果をプログラムBの先行状態として用いるときMTで受渡しますので、MT出力するためのものである。                                   |

|      |                                                                                              |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| (21) | JUNBAN                                                                                       |
|      | このサブルーチンは、計算結果をMT出力するとき、節点番号を入力時のものに戻すものである。                                                 |
| (22) | CABLE                                                                                        |
|      | このサブルーチンは、INPUTされたケーブル張力の鉛直成分をもとに、柔ケーブルとしてのケーブル張力、その水平成分、塔の定着点における鉛直成分、ならびにケーブルサグを計算するものである。 |

ンプログラムの判定文に用いている記号の意味とサブルーチンの内容を示す。

### 3-1-3 プログラムBの概要

#### (1) プログラムBの使用目的

プログラムBは、プログラムAにおいて求めた完成時応力状態を先行状態として架設計算を行なうものである。すなわち、架設時の支点条件の変更、部材の脱着および架設時荷重載荷などを行なって架設系の解析を行なう。また、Aで求めた先行状態から全死荷重とケーブル部材を除去して桁の製作キャンバーを求めるためにも用いられる。

なお、プログラムBは、先行状態が既知である任意の骨組構造の有限変位解析プログラムとしても使用できる。

#### (2) 計算方法

プログラムBは、プログラムAでケーブル、桁および塔ごとに求めた目標完成時のつりあい状態を全体系として一つにまとめ、それを先行状態とし、さらに架設系のインプットデータを与えて計算を行なうものである。

#### (3) 計算手順

プログラムBの計算手順は図-3.6に示した通りである。すなわち、

- ① プログラムAまたはBで求めたつりあい状態、あるいは何らかの方法で求めたつりあい状態を先行状態としてインプットする。
- ② 解析する架設系に応じて部材の脱着、支点条件の変更お

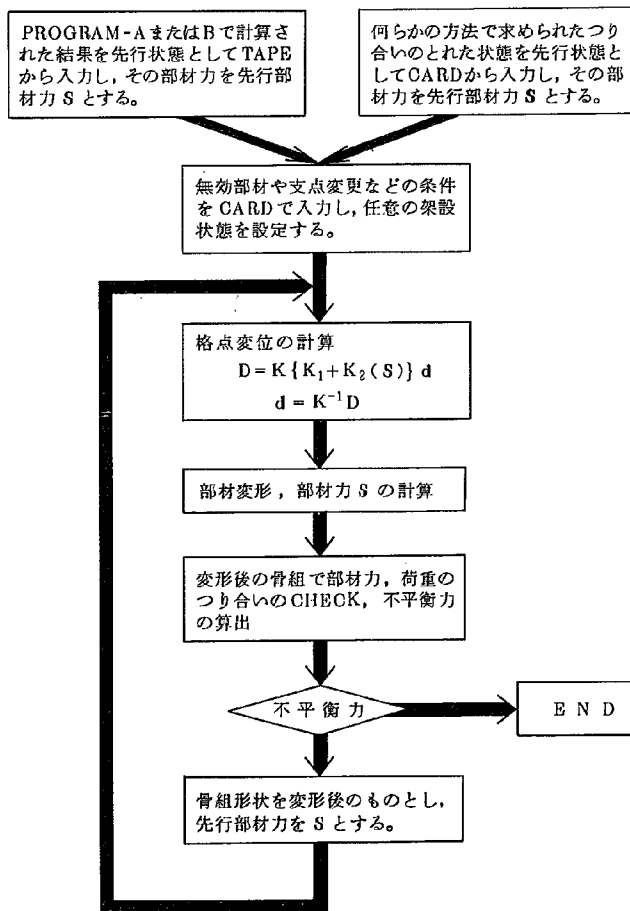


図-3.6 プログラムBの計算手順

および架設時荷重の載荷などをインプットする。

- ③ 格点変位を計算したのち、部材変形および部材力を求める。
- ④ 変形後の部材力ならびに変形後の形状における部材の方向余弦から不平衡力を求める。
- ⑤ 不平衡力が許容値以内であれば計算を終わる。
- ⑥ 不平衡力が許容値以上であれば、③および④で求めた変形後の骨組形状と部材力を先行状態として②以下のステップを反復する。

(4) メインプログラム

図-3.7にプログラムBのメインプログラムフローチャートを、表-3.3、表-3.4にそれぞれメインプログラムの判定文に用いた記号の意味とサブルーチンの内容を示す。

表-3.3 メインプログラムBの判定文記号

| 判定文に用いている記号       | 意 味                                                                                           |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| ISW(1)~<br>ISW(6) | CHECK PRINT を行なうかどうかを指定する。<br>添字(1)~(6)は CHECKの種類を示す。<br>(CARDで INPUTする。)                     |
| ISW(9)            | 計算を実行するか、INPUT DATAのCHECK のみを行なうかを指定する。<br>(CARDで INPUTする。)                                   |
| ISW(10)           | 演算の終了を示す。データの誤記入や構造系として解析理論に適合しない場合に計算を終了させた場合には、OWARIB1~B5がPRINT OUT され、その原因の生じた場所を知ることができる。 |
| ISW(11)           | 1ケースの計算が終了したことを示す。                                                                            |
| ISW(13)           | 計算結果をTAPE OUTするかどうかを示す。<br>(CARDで INPUTする。)                                                   |
| NS                | 非線形収束ループ繰り返し計算制限回数<br>(CARDで INPUTする。)                                                        |
| IR                | 非線形収束ループ繰り返し計算回数                                                                              |
| KBUN              | 荷重の分割数<br>(CARDで INPUTする。)                                                                    |
| IS                | 計算された荷重分割の数                                                                                   |
| KCASE             | 読み込まれた荷重データの数                                                                                 |
| NCASE             | 計算された荷重データの数                                                                                  |
| NBX               | 剛性マトリックスのバンド幅の指定                                                                              |

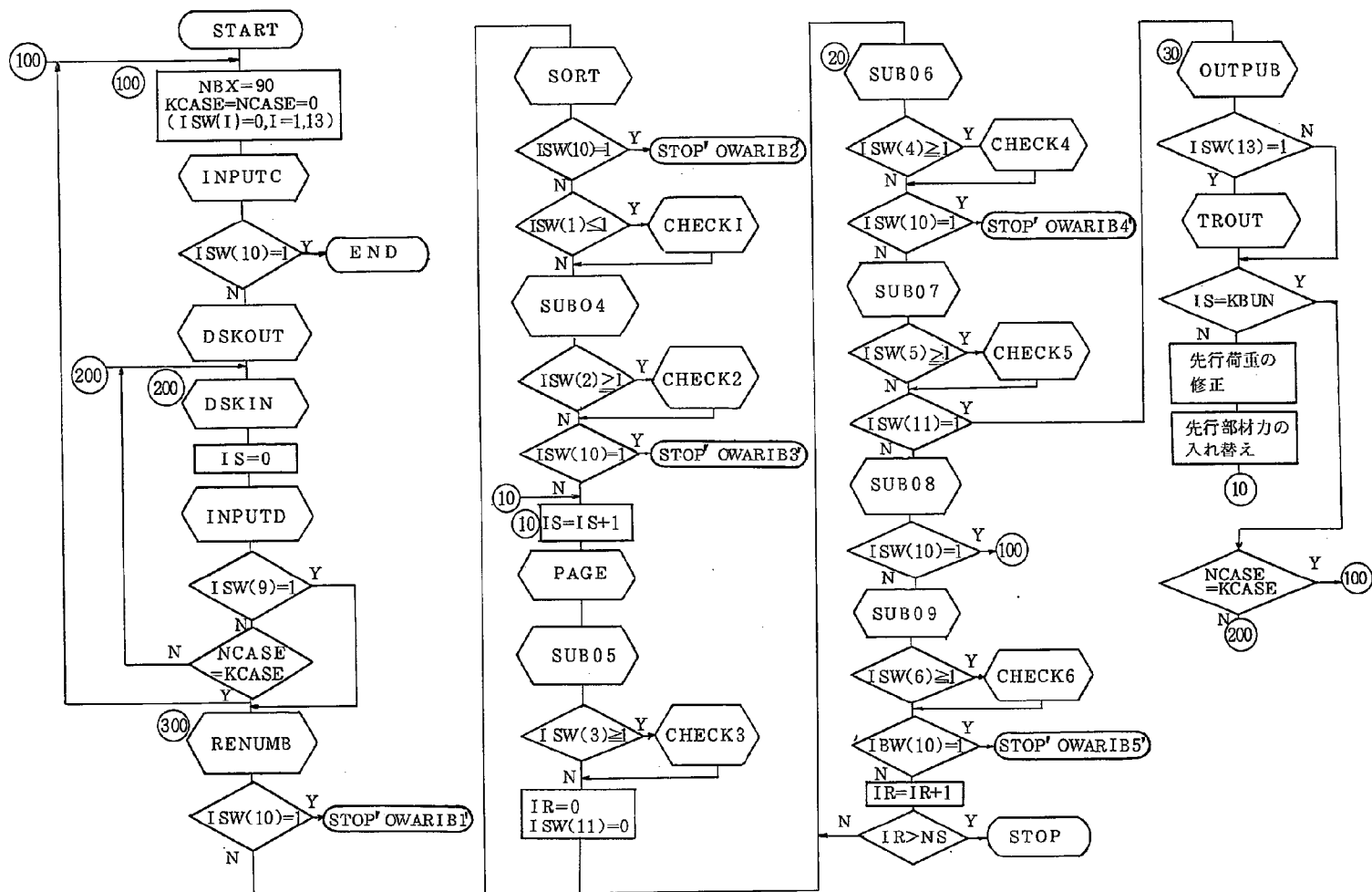


図-3.7 プログラムBのメインプログラム・フローチャート

表-3.4 プログラムBのサブルーチン

|      |                                                                                                                                              |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (1)  | INPUTC                                                                                                                                       |
|      | <p>CALLING SUBROUTINE<br/>PAGE<br/>CARDRD<br/>TAPEIN<br/>CARDIN</p> <p>このサブルーチンは、インプットデータの入力メディアの指定とカードイメージのまゝプリントアウトをし、所定エリアにデータの格納をする。</p> |
| (2)  | CARDRD                                                                                                                                       |
|      | <p>CALLING SUBROUTINE<br/>PAGE</p> <p>このサブルーチンはインプットデータを読み込みまたカードイメージのまゝプリントアウトする。</p>                                                       |
| (3)  | PAGE                                                                                                                                         |
|      | このサブルーチンは、ページジェクトを行なう。                                                                                                                       |
| (4)  | DSKOUT                                                                                                                                       |
|      | このサブルーチンは、入力された先行状態データをディスクに格納する。                                                                                                            |
| (5)  | DSKIN                                                                                                                                        |
|      | このサブルーチンは、ディスクに格納されている先行状態を所要エリアに読む。                                                                                                         |
| (6)  | INPUTD                                                                                                                                       |
|      | <p>CALLING SUBROUTINE<br/>PAGE</p> <p>このサブルーチンは、所定エリアに格納されたインプットデータを、フォーマット付きでプリントアウトする。</p>                                                 |
| (7)  | TAPEIN                                                                                                                                       |
|      | このサブルーチンは、プログラムA及びプログラムBで計算された結果を先行状態として用いるとき、先行状態をMTより読み込む。                                                                                 |
| (8)  | CARDIN                                                                                                                                       |
|      | <p>CALLING SUBROUTINE<br/>CARDRD</p> <p>このサブルーチンは、先行状態をカードで読み込む。</p>                                                                         |
| (9)  | RENUMB, SORT                                                                                                                                 |
|      | (プログラムAに同じ)                                                                                                                                  |
| (10) | SUB04 ~ SUB09, SUB11, SUB14, SUB15                                                                                                           |
|      | (プログラムAに同じ)                                                                                                                                  |
| (11) | SUB12                                                                                                                                        |
|      | このサブルーチンは、ケーブル部材の接続部材剛性マトリックスを作成する。                                                                                                          |

|      |                                 |
|------|---------------------------------|
| (12) | SUB13                           |
|      | このサブルーチンは、ケーブル部材の材端力およびサグを計算する。 |
| (13) | AFUN, PCFUN                     |
|      | (プログラムAに同じ)                     |
| (14) | CHECK1 ~ CHECK6                 |
|      | (プログラムAに同じ)                     |
| (15) | OUTPUB                          |
|      | (プログラムAのOUTPUTに同じ)              |
| (16) | TPOUT, JUNBAN                   |
|      | (プログラムAに同じ)                     |

### 3-2 プログラムの使用法

#### 3-2-1 概 要

本プログラムの使用手順の概略は第3章3-1で述べたところであるが、その詳細については第4章に例を上げて詳しく解説してあるので省略する。

#### 3-2-2 プログラムAの使用法

##### (1) インプット・アウトプットデータの構成

インプットおよびアウトプットデータの構成は表-3.5, 表-3.6に示したとおりである。これらの詳細については3-2-2(4)インプットデータフォーマットで説明する。

表-3.5 インプットデータの構成(プログラムA)

|   |                                                    |
|---|----------------------------------------------------|
| 1 | プログラムの名称, タイトル, 節点数, 部材数, 収束精度, MT出力の有無, 反復計算の制限回数 |
| 2 | 目標完成系の座標                                           |
| 3 | 部材諸元                                               |
| 4 | ケーブル張力(設計計算で求めた直線部材としてのケーブル張力)                     |
| 5 | 無効部材の指定*                                           |
| 6 | 支点条件                                               |
| 7 | 目標完成系に作用する死荷重                                      |
| 8 | 実行形式                                               |

\* 3-2-2(4)インプットデータフォーマットのMUKO BUZA1を参照

表- 3.6 アウトプットデータの構成 (プログラムA)

|                 |   |                                                |
|-----------------|---|------------------------------------------------|
| インプットデータのアウトプット | 1 | インプットデータのカードイメージでのアウトプット                       |
|                 | 2 | タイトル, 節点数, 部材数, 反復制限回数, 収束精度, 支点条件のインプットデータ    |
|                 | 3 | 節点番号, 節点条件, 目標完成系座標のインプットデータ                   |
|                 | 4 | 曲げ軸力部材諸元のインプットデータ                              |
|                 |   | ケーブル部材諸元およびケーブル張力のインプットデータ                     |
| 計算結果のアウトプット     | 5 | 目標完成系に作用する死荷重のインプットデータ                         |
|                 | 6 | 収束ループの各反復ループの最大誤差                              |
|                 | 7 | 曲げ軸力部材の部材長および部材力                               |
|                 |   | ケーブル部材の部材長および張力                                |
|                 |   | 支点反力                                           |
|                 | 8 | MTアウトプットが指示された場合, 目標完成系に関する構造データがMTにアウトプットされる。 |

(2) ファイルカードについて

本プログラムでは, カード入力ファイル, ラインプリンタ出力ファイルの他, MTへの出力ファイルを使用するので, コントロールカード中に, ¥ TAPEカードを必要とする。

MTへの出力ファイルは, ロジカルユニット番号を09としているので, 出力指示 (TAPE-OUTカード) のある場合

¥ TAPE 09, A1D,, 99999,, PROGRAM-A

とする。ただし, 文字A1DおよびPROGRAM-Aは変更することができる。

(3) エラーメッセージ

本プログラムでは, 入力データの読み込み中および実行中にエラーメッセージをプリントアウトして, 演算を中止するように設計されているので, それらについて述べる。

(i) \*\* PROG. NAME ERROR \*\*

先頭の入力カードとして, PROGRAM-A と記入してプログラムの確認を行っているが, このカードが無いが記入に誤りがあった場合に出力される。

(ii) DATA ERROR \* KEYWORD NASHI

入力データはキーワードで区別して取扱われる。そのキーワードが無いが記入に誤りがあった場合に出力されるメッセージであり, 一たび発生すると以後のデータにエラーが無い場合でも, 連続して出力される場合がある。(ENDカードで回復される。)

(iii) \*\* SHITEN DATA ERROR \*\*

支点データ (特に支点の種類に関して) にエラーがあるとき出力される。

(iv) \*\* DATA ERROR \* BAND-WIDTH OVER \* NX = m \*\*

実行途中で出力される。このメッセージが出た場合は、構造系を変更して、剛性マトリックスのバンド幅を小さくするか、プログラムを拡張（3-4 参照）するか、いずれかの方法で解決する。

(v) \*ERROR ..... DIAGONAL ELEMENT= 0 \*

実行途中で出力され、以後の実行は中止される。これは入力した構造系が不安定であるか、支点条件の記入に誤り（図-3.8 参照）があるためで、再度データをチェックし、修正する必要がある。

(vi) \*\* SUB13 \* IK=20 \*\*

WARNING である。ケーブル部材データを見直すことは有益である。例えば、ケーブル無応力時の単位重量や断面積等にデータの誤記入がある場合に生ずる。

(vii) OWARI 1 , OWARI 2

節点番号に誤記入がある場合出力される。

(viii) \*\* DATA ERROR \* SUB04 \* BUZAI NO. = m \*

RHO(I) = 0.000 , OWARI 3

これは部材番号mの部材を計算している際、本プログラムで使用している理論に適合しないことが判明した場合に出力されるものであり、この部材番号mの部材中に、もっと多くの節点を取る必要があることを示している。また、この部材の断面積や断面二次モーメントなどを誤記入していることも考えられる。

#### (4) インプットデータフォーマット

次下にインプットデータのフォーマットとインプットの具体的な与え方を示す。

|               | 1   | 5   | 10 | 15 | 20  | 25 | 30 | 35 | 40  | 45  | 50  | 55  | 60  | 65   | 70   | 75   | 80                        |
|---------------|-----|-----|----|----|-----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|---------------------------|
| No.1 プログラムの名称 |     |     |    |    |     |    |    |    |     |     |     |     |     |      |      |      |                           |
| ① PROGRAM-A   |     |     |    |    |     |    |    |    |     |     |     |     |     |      |      |      |                           |
|               |     |     |    |    |     |    |    |    |     |     |     |     |     |      |      |      |                           |
|               |     |     |    |    |     |    |    |    |     |     |     |     |     |      |      |      |                           |
|               |     |     |    |    |     |    |    |    |     |     |     |     |     |      |      |      |                           |
| No.2 タイトルカード  |     |     |    |    |     |    |    |    |     |     |     |     |     |      |      |      | (8 A, 0)                  |
| ②             |     |     |    |    |     |    |    |    |     |     |     |     |     |      |      |      |                           |
|               |     |     |    |    |     |    |    |    |     |     |     |     |     |      |      |      |                           |
|               |     |     |    |    |     |    |    |    |     |     |     |     |     |      |      |      |                           |
| No.3 カード      |     |     |    |    |     |    |    |    |     |     |     |     |     |      |      |      | (315, 5X, F100, 10X, 815) |
| ③             |     |     |    |    |     |    |    |    |     |     |     |     |     |      |      |      |                           |
| 3-1           | 3-2 | 3-3 |    |    | 3-4 |    |    |    | 3-5 | 3-6 | 3-7 | 3-8 | 3-9 | 3-10 | 3-11 | 3-12 |                           |
|               |     |     |    |    |     |    |    |    |     |     |     |     |     |      |      |      |                           |
| 3-1:          |     |     |    |    |     |    |    |    |     |     |     |     |     |      |      |      |                           |
| 3-2:          |     |     |    |    |     |    |    |    |     |     |     |     |     |      |      |      |                           |
| 3-3:          |     |     |    |    |     |    |    |    |     |     |     |     |     |      |      |      |                           |
| 3-4:          |     |     |    |    |     |    |    |    |     |     |     |     |     |      |      |      |                           |

| 1                                                                                                             | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| ☆ 下記の 3-5-3-1 2まではプログラム専用につき一般ユーザは記入してはならない。                                                                  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3-5:                                                                                                          |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3-6:                                                                                                          |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3-7:                                                                                                          |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3-8:                                                                                                          |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3-9:                                                                                                          |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3-10:                                                                                                         |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3-11:                                                                                                         |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3-12:                                                                                                         |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| No. 4 カード                                                                                                     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| ④ TAPE OUT                                                                                                    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 本プログラムの結果を先行状態として、プログラム B で架設計算を行なう場合、本プログラムの結果を MT に出力して、プログラム B へ受取することができる。したがってこのカードを記入すると、結果が MT へ出力される。 |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| このカードの挿入が行われない場合、結果は、MT へ出力されない。                                                                              |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| (プログラム使用法 P. 17 の F I L E カードの項参照のこと)                                                                         |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

| 1                                                                                                     | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| No. 5                                                                                                 |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| ⑤ ZAHYOA                                                                                              |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 目標完成形状の座標データを A 型式フォーマットで入力することを示す。⑥-⑩までのグループとなる。                                                     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| このフォーマットは、節点番号とその節点の X, Y 座標を与える。座標系は、右下図のとおりとする。                                                     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| (215, 4F10.0)                                                                                         |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| No. 6                                                                                                 |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| ⑥ 6-1 6-2 6-3 6-4 6-5 6-6                                                                             |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 6-1: 節点番号 i。 (節点番号は 1 ~ N までの連続番号で、 $N \leq 290$ )                                                    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 6-3: i 節点の X 座標 (m)                                                                                   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 6-4: " Y 座標 (m)                                                                                       |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 6-2: 節点番号 j。 (ただし、i ~ j までの節点番号が連続し、中間の接点がある直線 P <sub>i</sub> P <sub>j</sub> 上にあって、節点間距離が一定のとき、記入できる) |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 6-5: j 節点の X 座標 (m) ( " )                                                                             |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 6-6: " Y 座標 (m) ( " )                                                                                 |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| ☆ ⑥は、必要枚数、繰返す。                                                                                        |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| No. 7                                                                                                 |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| ⑦ END                                                                                                 |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

|          | 1                                                      | 5   | 10 | 15 | 20  | 25 | 30 | 35  | 40 | 45 | 50  | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 |
|----------|--------------------------------------------------------|-----|----|----|-----|----|----|-----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|
| No 8     |                                                        |     |    |    |     |    |    |     |    |    |     |    |    |    |    |    |    |
| ⑧ ZAHYOB |                                                        |     |    |    |     |    |    |     |    |    |     |    |    |    |    |    |    |
|          | 目標完成形状の座標データをB形式フォーマットで入力することを示す。⑧~⑩までが1グループとなる。       |     |    |    |     |    |    |     |    |    |     |    |    |    |    |    |    |
|          | このフォーマットは、Y軸に平行な主軸をもつ放物線上の2点 $P_1$ 、 $P_2$ とサグ $f$ を与え |     |    |    |     |    |    |     |    |    |     |    |    |    |    |    |    |
|          | さらに、側放物線1の節点のX座標を入力することにより、Y座標を内部計算させるものであり、目標         |     |    |    |     |    |    |     |    |    |     |    |    |    |    |    |    |
|          | 完成形状に放物線が用いられる場合に使用する。                                 |     |    |    |     |    |    |     |    |    |     |    |    |    |    |    |    |
|          | (5 F 1 0.0)                                            |     |    |    |     |    |    |     |    |    |     |    |    |    |    |    |    |
| No 9     |                                                        |     |    |    |     |    |    |     |    |    |     |    |    |    |    |    |    |
| ⑨        | 9-1                                                    | 9-2 |    |    | 9-3 |    |    | 9-4 |    |    | 9-5 |    |    |    |    |    |    |
|          |                                                        |     |    |    |     |    |    |     |    |    |     |    |    |    |    |    |    |
|          | 9-1: $P_1$ のX座標 (m)                                    |     |    |    |     |    |    |     |    |    |     |    |    |    |    |    |    |
|          | 9-2: $P_1$ のY座標 (m)                                    |     |    |    |     |    |    |     |    |    |     |    |    |    |    |    |    |
|          | 9-3: $P_2$ のX座標 (m)                                    |     |    |    |     |    |    |     |    |    |     |    |    |    |    |    |    |
|          | 9-4: $P_2$ のY座標 (m)                                    |     |    |    |     |    |    |     |    |    |     |    |    |    |    |    |    |
|          | 9-5: サグ $f$ (m) (円の方角を正)                               |     |    |    |     |    |    |     |    |    |     |    |    |    |    |    |    |

|       | 1                                                           | 5      | 10 | 15 | 20     | 25 | 30 | 35     | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 |
|-------|-------------------------------------------------------------|--------|----|----|--------|----|----|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| No 10 | (2 1 5. 2 F 1 0.0)                                          |        |    |    |        |    |    |        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| ⑩     | 10-1                                                        | (10-2) |    |    | (10-3) |    |    | (10-4) |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|       | 10-1: 節点番号 (i)                                              |        |    |    |        |    |    |        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|       | 10-3: i 節点のX座標 (m)                                          |        |    |    |        |    |    |        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|       | (10-2): 節点番号 (j), ただし、i-jまでの節点番号が連続していて、節点間距離が等しい場合のみ記入できる。 |        |    |    |        |    |    |        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|       | (10-4): j 節点のX座標 (m)                                        |        |    |    |        |    |    |        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|       | ☆ ⑩は、必要枚数繰返す。                                               |        |    |    |        |    |    |        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| No 11 |                                                             |        |    |    |        |    |    |        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| ⑪ END |                                                             |        |    |    |        |    |    |        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|       | ☆☆ ⑧~⑩のグループと⑪のグループの順序は入れ替って記入されてもよく、また交互に                   |        |    |    |        |    |    |        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|       | 何回繰返し記入されてもよい。もちろん、どちらか一方のグループのみでもよい。                       |        |    |    |        |    |    |        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |



[illegible][illegible]

5

移動可能方向

(反時計回り方向)  
(の傾斜角を正)



### (5) インプットデータに関する注意事項

インプットデータ作成上の注意点について以下 2, 3 述べる。

#### (i) 支点条件

プログラムの計算過程で剛性マトリックスを作成する際に、支点とそれに結合する部材端の固定条件の組み合わせによってはマトリックスが Singular になり解けなくなる場合がある。この場合には、図-3.8 の例に示した正誤例のように構造系のモデル化時に支点条件を修正しなければならない。(1 支点に集まる部材と支点の固定条件がすべてピン結合のときマトリックスは Singular となる。)

なお、このことはプログラム A, B の両者に共通する注意事項である。

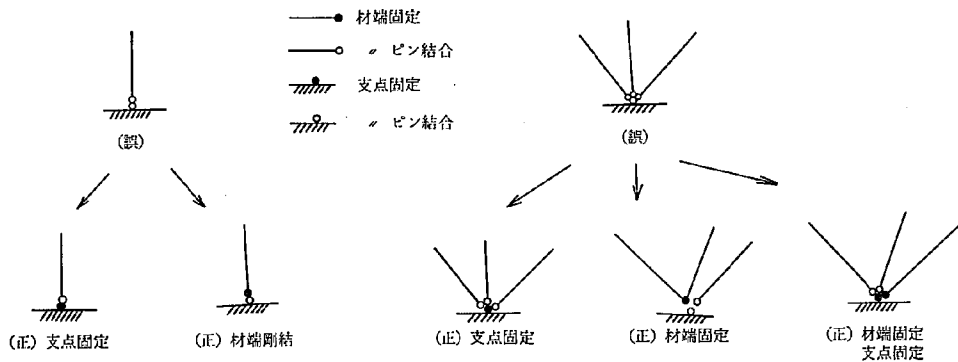


図-3.8 支点におけるインプットの正誤例

#### (ii) 塔の支点条件

プログラム A においては、ケーブル部材、桁および塔の計算を別個に行なっている。このため、塔の計算時には、ケーブルを無効部材とすることにより、図-3.9 に示すような不安定な系が得られる。これを避けるためにプログラム A では塔の基部を固定として計算し、プログラム B でピン支点に変更して計算している。従ってプログラム B で計算したケーブル張力とプログラム A で計算した値とは厳密には一致しないが、その差は実用上問題にはならない。

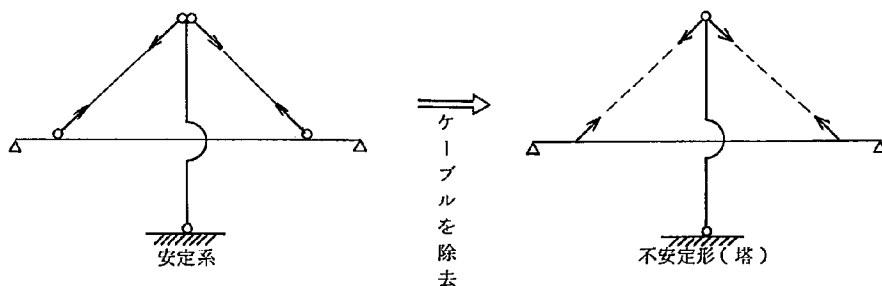


図-3.9 ケーブル部材除去による塔の不安定化

### 3-2-3 プログラムBの使用法

#### (1) インプット・アウトプットデータの構成

インプットおよびアウトプットデータの構成は表-3.7, 表-3.8に示したとおりである。これらの詳細については, 3-2-3 (4) インプットデータフォーマットで説明する。

表-3.7 インプットデータの構成 (プログラムB)

|   |                                                                                 |                        |
|---|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 1 | プログラムの名称, タイトル, 収束精度, 反復制限回数, インプットメディア指定                                       |                        |
| 2 | <div> <div> 先行系の節点数, 部材数, 座標<br/>部材諸元, 支点条件<br/>先行荷重 </div> <div> </div> </div> | カードにより先行状態をインプットする場合のみ |
| 3 | 材端条件の変更, 除去部材の指定, 復活部材の指定 *<br>支点条件の変更, 無効節点の指定, 復活節点の指定                        |                        |
| 4 | 節点荷重<br>温度荷重                                                                    |                        |
| 5 | 部材長変更<br>支点移動                                                                   |                        |
| 6 | 実行形式                                                                            |                        |

\* 3-2-3(4)を参照

表-3.8 アウトプットデータの構成 (プログラムB)

|                     |    |                                                                    |
|---------------------|----|--------------------------------------------------------------------|
| インプットデータ<br>のアウトプット | 1  | インプットデータのカードイメージでのアウトプット                                           |
|                     | 2  | タイトル, インプットメディア, 認識名, 節点数, 部材数, 収束精度, 反復制限回数, 荷重分活数, 支点条件のインプットデータ |
|                     | 3  | 節点番号, 節点条件, 先行系の座標インプットデータ                                         |
|                     | 4  | 先行系の曲げ軸力部材諸元のインプットデータ                                              |
|                     | 5  | 先行系のケーブル部材諸元のインプットデータ                                              |
|                     | 6  | 先行荷重, 付加荷重のインプットデータ                                                |
| 計算結果のアウト<br>プット     | 7  | 収束ループ各段階の最大誤差                                                      |
|                     | 8  | 変形後の座標, 先行系座標, 不平衡力                                                |
|                     | 9  | 曲げ軸力部材の変形後の部材力, たわみ角および先行系よりの増分                                    |
|                     | 10 | ケーブル部材の変形後の部材力, 部材長および先行系よりの増分                                     |
|                     | 11 | 支点反力および先行系よりの増分                                                    |
|                     | 12 | MTアウトプットが指示された場合, 変形後の全データがMTにアウトプットされる。                           |

#### (2) ファイルカードについて

本プログラムでは, カード入力ファイル, ラインプリンタ出力ファイルの他, ディスク上にランダム

以下にインプットデータのフォーマットとインプットの与え方を示す。

- 27 -

[illegible]

| 1                                                                 | 5                                                    | 10                                                | 15                     | 20  | 25                | 30  | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------|-----|-------------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| No.4                                                              |                                                      |                                                   |                        |     | (A7, 3X, A10, 15) |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 4-1                                                               |                                                      |                                                   |                        | 4-2 |                   | 4-3 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| このカードで、先行状態の入力メディアの指定および認識名の記入を行なう。                               |                                                      |                                                   |                        |     |                   |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 4-1:                                                              | TAPE-IN                                              | と記入したときは、先行状態は、表に得られているMTより入力される。(4-2, 4-3も記入が必要) |                        |     |                   |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                                                   | CARD-IN                                              | と記入したときは、先行状態は、カードから入力されるので、次は必ず④-⑤を記入すること。       |                        |     |                   |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 4-2:                                                              | 4-1で                                                 | TAPE-IN                                           | と記入したとき、MT上の認識名が記入される。 |     |                   |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 先行状態が、プログラムAで計算された場合にはD IN, I, S, I, Rを、                          |                                                      |                                                   |                        |     |                   |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 先行状態が、プログラムBで計算された構造系を改めて先行状態として計算しようとするとき、前回計算の4-4-3と同じ認識名を記入する。 |                                                      |                                                   |                        |     |                   |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 4-3:                                                              | 先行状態が、プログラムAで計算されたものであるとき、1を、                        |                                                   |                        |     |                   |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                                                   | 先行状態が、プログラムBで計算されたものであるとき、前回計算の際の荷重ステップ(分割荷重の第何番目か)、 |                                                   |                        |     |                   |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                                                   | が記入される。                                              |                                                   |                        |     |                   |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

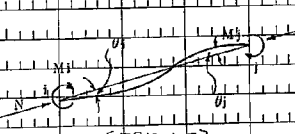
|      | 1                                       | 5          | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55     | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 |
|------|-----------------------------------------|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------|----|----|----|----|----|
|      | ☆☆: -1で HARD-IN が記入されたとき、次に続く⑤~⑥まで記入する。 |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |        |    |    |    |    |    |
|      | TAP E-IN が記入されたとき、次に続く⑤~⑥は、記入してはならない。   |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |        |    |    |    |    |    |
| No 5 | (215)                                   |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |        |    |    |    |    |    |
| ⑤    | 5-1                                     | 5-2        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |        |    |    |    |    |    |
|      | 5-1:                                    | 総節点数を記入する。 |    |    |    |    |    |    |    |    |    | (≦290) |    |    |    |    |    |
|      | 5-2:                                    | 総節材数を記入する。 |    |    |    |    |    |    |    |    |    | (≦290) |    |    |    |    |    |

|      | 1                                                        | 5                                             | 10  | 15  | 20  | 25  | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55                        | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 |
|------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|---------------------------|----|----|----|----|----|
| No 6 |                                                          |                                               |     |     |     |     |    |    |    |    |    |                           |    |    |    |    |    |
| ⑥    | ZAIYQ                                                    | 先行系の座標データをA形式フォーマットで入力することを示す。⑥~⑦までが1グループとなる。 |     |     |     |     |    |    |    |    |    |                           |    |    |    |    |    |
|      | このフォーマットは節点番号と、その節点のX、Y座標を与える。座標系は右下図のとおりとする。            |                                               |     |     |     |     |    |    |    |    |    |                           |    |    |    |    |    |
| No 7 | (215, 4F100)                                             |                                               |     |     |     |     |    |    |    |    |    |                           |    |    |    |    |    |
| ⑦    | 7-1                                                      | 7-2                                           | 7-3 | 7-4 | 7-5 | 7-6 |    |    |    |    |    |                           |    |    |    |    |    |
|      | 7-1:                                                     | 節点番号i                                         |     |     |     |     |    |    |    |    |    | (節点番号は1~Nまでの連続番号でN≦290)   |    |    |    |    |    |
|      | 7-3:                                                     | i節点のX座標(x)                                    |     |     |     |     |    |    |    |    |    |                           |    |    |    |    |    |
|      | 7-4:                                                     | i節点のY座標(y)                                    |     |     |     |     |    |    |    |    |    |                           |    |    |    |    |    |
|      | 7-2:                                                     | 節点番号j                                         |     |     |     |     |    |    |    |    |    | ただし、i~jまで節点番号が連続し、中間の節点が、 |    |    |    |    |    |
|      | 直線P <sub>i</sub> P <sub>j</sub> 上にあって、節点間距離が一定のとき、記入できる。 |                                               |     |     |     |     |    |    |    |    |    |                           |    |    |    |    |    |
|      | 7-5:                                                     | j節点のX座標(x)                                    |     |     |     |     |    |    |    |    |    | (同上)                      |    |    |    |    |    |
|      | 7-6:                                                     | j節点のY座標(y)                                    |     |     |     |     |    |    |    |    |    | (同上)                      |    |    |    |    |    |
|      | ★⑦は、必要数だけ繰り返す。                                           |                                               |     |     |     |     |    |    |    |    |    |                           |    |    |    |    |    |
| No 8 |                                                          |                                               |     |     |     |     |    |    |    |    |    |                           |    |    |    |    |    |
| ⑧    | END                                                      |                                               |     |     |     |     |    |    |    |    |    |                           |    |    |    |    |    |

| 1                                                                                                                                                                                                       | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| No 9                                                                                                                                                                                                    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| ③ ZAHYOB                                                                                                                                                                                                |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <p>先行系の座標データを、B形式フォーマットで入力することを示す。⑩～⑭までが1グループとなる。</p> <p>このフォーマットは、Y軸に平行な直線をもつ放物線上の2点 <math>P_1</math>、<math>P_2</math> とサグ <math>S</math> を与え、</p> <p>さらに、放物線上の節点のX座標を入力することにより、Y座標を内部計算させるものである。</p>  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| No 10                                                                                                                                                                                                   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| ⑩ 10-1                                                                                                                                                                                                  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 10-2                                                                                                                                                                                                    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 10-3                                                                                                                                                                                                    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 10-4                                                                                                                                                                                                    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 10-5                                                                                                                                                                                                    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <p>10-1: <math>P_1</math> のX座標 (m)</p> <p>10-2: <math>P_2</math> のY座標 (m)</p> <p>10-3: <math>P_2</math> のX座標 (m)</p> <p>10-4: <math>P_2</math> のY座標 (m)</p> <p>10-5: サグ <math>S</math> (m) (図の力印を正)</p> |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                                                                                                                                                                                         |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

| 1                                                                                                                                           | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| No 11                                                                                                                                       |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| ⑪ 11-1 (11-2)                                                                                                                               |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 11-3 (11-4)                                                                                                                                 |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <p>11-1: 節点番号 (i)</p> <p>11-3: i 節点のX座標 (m)</p> <p>11-2: 節点番号 (j), ただし、1～j までの節点番号が連続していて、節点間距離が等しい場合のみ記入である。</p> <p>11-4: j 節点のX座標 (m)</p> |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <p>☆ ⑪は必要枚数記入す。</p>                                                                                                                         |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| No 12                                                                                                                                       |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| ⑫ END                                                                                                                                       |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <p>☆☆ ⑩～⑭のグループと⑪～⑫のグループの順序は、入れ替って記入されてもよく、また交互に、何回繰返し記入されてもよい。もちろん、どちらか一方のグループのみでもよい。</p>                                                   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

|           | 1                                    | 5                                                                                 | 10    | 15    | 20    | 25    | 30    | 35             | 40   | 45    | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 |  |
|-----------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|------|-------|----|----|----|----|----|----|----|--|
| No 13     |                                      |                                                                                   |       |       |       |       |       |                |      |       |    |    |    |    |    |    |    |  |
| ⑬ BUZAI-B | 曲げ軸力部材データが次に続くことを示す。⑬～⑭までは、1グループとなる。 |                                                                                   |       |       |       |       |       |                |      |       |    |    |    |    |    |    |    |  |
|           | (4, 5, 2(4X, A1), 4F) 0.0)           |                                                                                   |       |       |       |       |       |                |      |       |    |    |    |    |    |    |    |  |
| No 14a    | No 14b                               |                                                                                   |       |       |       |       |       |                |      |       |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 14a       | 14-1                                 | 14-2                                                                              | 14-3  | 14-4  | 14-5  | 14-6  | 14-7  | 14-8           | 14-9 | 14-10 |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 14b       |                                      |                                                                                   | 14-11 | 14-12 | 14-13 | 14-14 | 14-15 | (10X, 5F) 0.0) |      |       |    |    |    |    |    |    |    |  |
|           | 14-1:                                | 部材番号, $k$ (部材番号は1～Mまでの連続番号で, $M \leq 299$ )                                       |       |       |       |       |       |                |      |       |    |    |    |    |    |    |    |  |
|           | 14-2:                                | 部材番号, $i$ (4-5～14-15までが同一で, 部材番号が $k$ から1まで連続し, 14-3, 14-4が, ずつ増加するとき記入できる)       |       |       |       |       |       |                |      |       |    |    |    |    |    |    |    |  |
|           | 14-3:                                | 材端節点番号, $j$                                                                       |       |       |       |       |       |                |      |       |    |    |    |    |    |    |    |  |
|           | 14-4:                                | 材端節点番号, $j$                                                                       |       |       |       |       |       |                |      |       |    |    |    |    |    |    |    |  |
|           | 14-5:                                | $i$ 端の材端接続条件 (P or G, Pのとき, ピン結合, Gのとき剛結合)                                        |       |       |       |       |       |                |      |       |    |    |    |    |    |    |    |  |
|           | 14-6:                                | $j$ 端の材端接続条件 (P or G, Pのとき, ピン結合, Gのとき剛結合)                                        |       |       |       |       |       |                |      |       |    |    |    |    |    |    |    |  |
|           | 14-7:                                | $i \sim j$ 部材の断面積 ( $\text{m}^2$ )                                                |       |       |       |       |       |                |      |       |    |    |    |    |    |    |    |  |
|           | 14-8:                                | $i \sim j$ 部材の断面二次モーメント ( $\text{m}^4$ )                                          |       |       |       |       |       |                |      |       |    |    |    |    |    |    |    |  |
|           | 14-9:                                | $i \sim j$ 部材のヤング係数 ( $1/\text{m}^2$ ) (無記入のとき, $2.1 \times 10^5 \text{ t/m}^2$ ) |       |       |       |       |       |                |      |       |    |    |    |    |    |    |    |  |
|           | 14-10:                               | $i \sim j$ 部材の線膨張係数 (無記入のとき, $1.2 \times 10^{-5}$ )                               |       |       |       |       |       |                |      |       |    |    |    |    |    |    |    |  |

|       | 1                                                                                    | 5               | 10 | 15        | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 |  |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
|       | 14-11:                                                                               | 先行軸力            |    | ( )       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|       | 14-12:                                                                               | $i$ 端の先行曲げモーメント |    | ( t · m ) |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|       | 14-13:                                                                               | $j$ 端の先行曲げモーメント |    | ( t · m ) |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|       | 14-14:                                                                               | $i$ 端の先行たわみ角    |    | ( rad )   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|       | 14-15:                                                                               | $j$ 端の先行たわみ角    |    | ( rad )   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|       |  |                 |    |           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|       | [ 符号について ]                                                                           |                 |    |           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|       | ☆ 14a, 14b は, ペアで記入する。そして必要枚数記入する。軸力は, 圧縮を正とし, 曲げモーメント, たわみ角は, 時計回りを正とする。            |                 |    |           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| No 15 |                                                                                      |                 |    |           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| ⑭ END |                                                                                      |                 |    |           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |

[illegible][illegible]

|          | 1                                                       | 5                                      | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 |                |          |
|----------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------|------|------|------|------|------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------------|----------|
| No 19    |                                                         |                                        |      |      |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                |          |
| ⑧ SHITEN |                                                         |                                        |      |      |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                |          |
|          | 支点データが次に続くことを示す。⑨~⑭までが、1グループとなる。                        |                                        |      |      |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                |          |
| No 20    |                                                         |                                        |      |      |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                |          |
| ⑨ 20-1   | 20-2                                                    | 20-3                                   | 20-4 | 20-5 | 20-6 | 20-7 | 20-8 | 20-9 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                |          |
| 20-1:    | 支点である節点の節点番号を記入する。                                      |                                        |      |      |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    | ローラー移動方向       |          |
| 20-2:    | 支点条件を記入する。支点条件は下記の通り。                                   |                                        |      |      |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 反時計回りの傾斜角を正    |          |
|          | PIN : ピン固定支点 (X, Y方向移動拘束, 回転自由)                         |                                        |      |      |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                |          |
|          | ROL : ローラー支点 (ローラー傾斜方向移動自由)                             |                                        |      |      |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                |          |
|          | FIX : 固定支点 (全方向の移動・回転を拘束)                               |                                        |      |      |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                |          |
|          | SPR : パネ支点 (パネ支点)                                       |                                        |      |      |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                |          |
|          | RL+SP : ローラー支点・パネ支点 (ローラー支点とパネ支点の組合支点) (ローラー支点の1種として扱う) |                                        |      |      |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                |          |
| 20-3:    | 20-2で                                                   | ROL or RL+SP が記入されたとき、ローラー支点の傾斜角を記入する。 |      |      |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    | (rad)          |          |
| 20-4:    |                                                         | SPR or RL+SP が                         |      |      |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    | X方向のパネ係数を記入する。 | (t/m)    |
| 20-5:    |                                                         | SPR or RL+SP が                         |      |      |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Y方向のパネ係数を記入する。 | (t/m)    |
| 20-6:    |                                                         | SPR or RL+SP が                         |      |      |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 回転方向の          | (tm/rad) |

|       | 1              | 5                                                       | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 |               |       |
|-------|----------------|---------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---------------|-------|
| 20-7: | 20-2で          | SPR or RL+SP が記入されたとき、初期形状(無応力状態)から先行状態までのX方向節点変位を記入する。 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | (m)           |       |
| 20-8: |                | SPR or RL+SP が                                          |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Y方向節点変位を記入する。 | (m)   |
| 20-9: |                | SPR or RL+SP が                                          |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 回転方向          | (rad) |
|       | ☆ ⑨は、必要枚数、繰返す。 |                                                         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |               |       |
| No 21 |                |                                                         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |               |       |
| ⑩ END |                |                                                         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |               |       |





| 1                                             | 5                           | 10   | 15   | 20   | 25   | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 |
|-----------------------------------------------|-----------------------------|------|------|------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| No 35                                         |                             |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| SHITEN HENKO                                  |                             |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 先行状態の支点条件の変更データが次に続くことを示す。                    |                             |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| ⑤~⑥までが 1 グループとなるが、変更がない場合は、このグループは挿入しない。      |                             |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| No 35                                         |                             |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| (15, A5, 4F100)                               |                             |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 36-1                                          | 36-2                        | 36-3 | 36-4 | 37-5 | 38-6 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 36-1:                                         | 新たな支点 (変更も含む) となる節点番号を記入する。 |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 36-2:                                         | 支点条件を記入する。下記参照。             |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| FREE : 先行状態構造系において、何らかの支点が挿入されていたものを、支点解放する。  |                             |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| PIN : ピン支点に変更、あるいは、ピン支点を挿入する。                 |                             |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| ROL : ローラー支点に変更、あるいは、ローラー支点を挿入する。             |                             |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| FIX : 固定支点に変更、あるいは、固定支点を挿入する。                 |                             |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| SPR : バネ支点に変更、あるいは、バネ支点を挿入する。                 |                             |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| RL+SP : ローラー支点+バネ支点に変更、あるいは、ローラー支点+バネ支点を挿入する。 |                             |      |      |      |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

|       | 1 | 5 | 10    | 15     | 20              | 25 | 30       | 35               | 40         | 45       | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80             |
|-------|---|---|-------|--------|-----------------|----|----------|------------------|------------|----------|----|----|----|----|----|----|----------------|
|       |   |   | 35-3: | 36-2で、 | RCL or RL+SP    | が  | 記入されたとき、 | ローラー支足の傾斜角を記入する。 | (rad)      |          |    |    |    |    |    |    | (傾斜角は、反時計回りを正) |
|       |   |   | 35-4: | で、     | SFR or RL+SP    | が  |          | X方向の             | バネ係数を記入する。 | (t/m)    |    |    |    |    |    |    |                |
|       |   |   | 35-5: | で、     | SHR or RL+SP    | が  |          | Y方向の             |            | ( )      |    |    |    |    |    |    |                |
|       |   |   | 35-6: | で、     | SFR or RL+SP    | が  |          | 回転方向の            |            | (tm/rad) |    |    |    |    |    |    |                |
|       |   |   |       |        | ☆ ⑤は、必要枚数、記入する。 |    |          |                  |            |          |    |    |    |    |    |    |                |
| No 37 |   |   |       |        |                 |    |          |                  |            |          |    |    |    |    |    |    |                |
| ⑤ END |   |   |       |        |                 |    |          |                  |            |          |    |    |    |    |    |    |                |

|               | 1      | 5      | 10     | 15 | 20 | 25 | 30 | 35     | 40     | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80     |
|---------------|--------|--------|--------|----|----|----|----|--------|--------|----|----|----|----|----|----|----|--------|
| No 38         |        |        |        |    |    |    |    |        |        |    |    |    |    |    |    |    |        |
| ⑤ MUKO SETTEN |        |        |        |    |    |    |    |        |        |    |    |    |    |    |    |    |        |
|               |        |        |        |    |    |    |    |        |        |    |    |    |    |    |    |    |        |
|               |        |        |        |    |    |    |    |        |        |    |    |    |    |    |    |    |        |
|               |        |        |        |    |    |    |    |        |        |    |    |    |    |    |    |    |        |
|               |        |        |        |    |    |    |    |        |        |    |    |    |    |    |    |    |        |
|               |        |        |        |    |    |    |    |        |        |    |    |    |    |    |    |    |        |
|               |        |        |        |    |    |    |    |        |        |    |    |    |    |    |    |    |        |
|               |        |        |        |    |    |    |    |        |        |    |    |    |    |    |    |    |        |
| No 39         |        |        |        |    |    |    |    |        |        |    |    |    |    |    |    |    | (1615) |
| ⑤ 39-1-1      | 39-1-2 | 39-2-1 | 39-2-2 |    |    |    |    | 39-1-1 | 39-1-2 |    |    |    |    |    |    |    |        |
|               |        |        |        |    |    |    |    |        |        |    |    |    |    |    |    |    |        |
|               |        |        |        |    |    |    |    |        |        |    |    |    |    |    |    |    |        |
|               |        |        |        |    |    |    |    |        |        |    |    |    |    |    |    |    |        |
|               |        |        |        |    |    |    |    |        |        |    |    |    |    |    |    |    |        |
|               |        |        |        |    |    |    |    |        |        |    |    |    |    |    |    |    |        |
|               |        |        |        |    |    |    |    |        |        |    |    |    |    |    |    |    |        |
|               |        |        |        |    |    |    |    |        |        |    |    |    |    |    |    |    |        |
| No 40         |        |        |        |    |    |    |    |        |        |    |    |    |    |    |    |    |        |
| ⑤ END         |        |        |        |    |    |    |    |        |        |    |    |    |    |    |    |    |        |

|                   | 1                                                                                              | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80     |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------|
| No. 41            |                                                                                                |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |        |
| ④ FUKKATSU SETTEN |                                                                                                |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |        |
|                   | 架設計算において、一度無効節点を指示して計算したのち、これを先行系としてさらに架設計算を行なう場合に、先に無効節点として取扱われていたものを再度、復活させて構造系に記入する場合に記入する。 |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |        |
|                   | ④～⑥までが1グループとなるが、復活節点がないときは、このグループは挿入しない。                                                       |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |        |
| No. 42            |                                                                                                |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | (1615) |
| ④ 42-1-1          |                                                                                                |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |        |
| 42-1-2            |                                                                                                |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |        |
| 42-2-1            |                                                                                                |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |        |
| 42-2-2            |                                                                                                |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |        |
|                   |                                                                                                |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |        |
|                   | 42-1-1: 架設計算のとき、構造系に再度復活して使う節点番号K。                                                             |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |        |
|                   | 42-1-2: 架設計算のとき、構造系に再度復活して使う節点番号L、ただし、Lまで連続して節点が復活する場合。                                        |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |        |
|                   | ☆④は、必要枚数、記入する。                                                                                 |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |        |
| No. 43            |                                                                                                |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |        |
| ④ BND             |                                                                                                |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |        |

|           | 1                                                                                                                                    | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70                  | 75 | 80 |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---------------------|----|----|
| No. 44    |                                                                                                                                      |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | (A7, 13, A10, 6A10) |    |    |
| ④ K-TITLE |                                                                                                                                      |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                     |    |    |
| 44-2      |                                                                                                                                      |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                     |    |    |
| 44-3      |                                                                                                                                      |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                     |    |    |
|           | 架設段階の荷重を記入することを意味する。④～⑥までが、1架設段階の荷重ケースとなる。                                                                                           |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                     |    |    |
| 44-2:     | ④～⑥までに与えられる荷重(温度等も含む)を等分割して計算しようとするとき、分割数を記入する。                                                                                      |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                     |    |    |
|           | 分割数に制限はないが、分割しないときは、0または1を記入する。                                                                                                      |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                     |    |    |
| 44-3:     | この節点載荷による架設段階の結果を、次の(別の)計算の先行状態として計算しようとするとき、結果MT出力が必要となる。そのときの認識名(ラベル)を記入する。ここに認識名が記入されると、自動的に結果をMT出力する。MT出力があり、荷重分割もある場合、MT上の認識名は、 |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                     |    |    |
|           | 44-3, n となる。                                                                                                                         |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                     |    |    |
|           | 分割値の番号                                                                                                                               |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                     |    |    |
| 44-4:     | 荷重のタイトルを記入する。                                                                                                                        |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                     |    |    |

|          | 1                                                                 | 5    | 10 | 15   | 20 | 25 | 30   | 35           | 40   | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 |
|----------|-------------------------------------------------------------------|------|----|------|----|----|------|--------------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| No. 45   |                                                                   |      |    |      |    |    |      |              |      |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 45 KAJYU |                                                                   |      |    |      |    |    |      |              |      |    |    |    |    |    |    |    |    |
|          | 架設時に架設時節点荷重として新たに転荷される荷重データが、次に続くことを示す。                           |      |    |      |    |    |      |              |      |    |    |    |    |    |    |    |    |
|          | 49~46までが1グループとなるが、架設時節点荷重が無いときは、このグループは挿入しない。                     |      |    |      |    |    |      |              |      |    |    |    |    |    |    |    |    |
| No. 46   |                                                                   |      |    |      |    |    |      | (215, 3W100) |      |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 46 46-1  |                                                                   | 46-2 |    | 46-3 |    |    | 46-4 |              | 46-5 |    |    |    |    |    |    |    |    |
|          | 46-1: 架設時節点荷重が転荷される節点番号 k                                         |      |    |      |    |    |      |              |      |    |    |    |    |    |    |    |    |
|          | 46-2: (架設時節点荷重が転荷される節点番号 l) ただし、k~lまでが連続し、46-3~46-5までが同一の場合、記入する。 |      |    |      |    |    |      |              |      |    |    |    |    |    |    |    |    |
|          | 46-3: X方向の、節点荷重 (k)                                               |      |    |      |    |    |      |              |      |    |    |    |    |    |    |    |    |
|          | 46-4: Y方向の、節点荷重 (k)                                               |      |    |      |    |    |      |              |      |    |    |    |    |    |    |    |    |
|          | 46-5: 目標方向の、節点荷重 (k m)                                            |      |    |      |    |    |      |              |      |    |    |    |    |    |    |    |    |
|          | ☆等は、必要枚数記入する。同一節点に2回以上の転荷指示が行われたときは、累加される。                        |      |    |      |    |    |      |              |      |    |    |    |    |    |    |    |    |
| No. 47   |                                                                   |      |    |      |    |    |      |              |      |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 47 END   |                                                                   |      |    |      |    |    |      |              |      |    |    |    |    |    |    |    |    |

|         | 1                                                          | 5    | 10 | 15   | 20 | 25 | 30 | 35          | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 |
|---------|------------------------------------------------------------|------|----|------|----|----|----|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| No. 48  |                                                            |      |    |      |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 48 ONDO |                                                            |      |    |      |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|         | 温度荷重データが、次に続くことを示す。                                        |      |    |      |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|         | 49~48までが、1グループとなるが、温度荷重が無いときはこのグループは挿入しない。                 |      |    |      |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| No. 49  |                                                            |      |    |      |    |    |    | (215, P100) |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 49 49-1 |                                                            | 49-2 |    | 49-3 |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|         | 49-1: 温度荷重を与える部材番号 k                                       |      |    |      |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|         | 49-2: (温度荷重を与える部材番号 l) ただし、49-3が同一で、k~lまで部材番号が連続する場合、記入する。 |      |    |      |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|         | 49-3: 温度荷重(温度変化率) (°C)                                     |      |    |      |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|         | ☆等は、必要枚数、記入する。同一部材に2回以上の温度荷重が与えられるときは、荷重は全て累加される。          |      |    |      |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

|                                                      | 1                                         | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| No 50                                                | (A10, F100)                               |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 50-1                                                 | 50-2                                      |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 50-1 :                                               | ALL ; 全ての部材に同一温度荷重を与える場合、記入する。            |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                                      | MAGB-B ALL ; 全ての曲げ軸力部材に同一温度荷重を与える場合、記入する。 |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                                      | CABLE ALL ; 全てのケーブル部材に同一温度荷重を与える場合、記入する。  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 50-2 :                                               | 温度荷重(温度変化量), (°C)                         |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| ☆ 50 は必要枚数、記入する。また同一部材に2回以上の温度荷重が与えられるときは荷重は全て累加される。 |                                           |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| ☆ 50 と 51 の順序は、どちらかが先頭でもよく、また交互あるいは、一方のみの記入も許される。    |                                           |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| No 51                                                |                                           |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| END                                                  |                                           |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

|                                                           | 1                                                  | 5    | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| No 52                                                     |                                                    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| NOB1                                                      | 曲げ軸力部材およびケーブル部材の無応力長の変化量を入力するデータが、次に続くことを示す。       |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| ⑤-⑥までの、1グループとなるが、変化量を入力しない場合は、このグループは挿入しない。               |                                                    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| No 53                                                     | (215, F100)                                        |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 53-1                                                      | 53-2                                               | 53-3 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 53-1 :                                                    | 無応力長変化を与える部材番号k                                    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 53-2 :                                                    | (無応力長変化を与える部材番号)ただし、k-1まで部材番号が連続し、53-3が同一の場合、記入する。 |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 53-3 :                                                    | 無応力長変化量(m)                                         |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| ☆ 53 は、必要枚数、記入する。また同一部材に2回以上の部材の無応力長の変化が与えられるときは、全て累加される。 |                                                    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| No 54                                                     |                                                    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| END                                                       |                                                    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |



### (5) インพุットデータに関する注意事項

#### (i) 無効節点

架設系の計算にあたっては、完成時先行状態をもとに、そこから不必要な部材を除去する方法を取っている（図-3.10(a)および(b)参照）。この場合に剛性マトリックスが正則でなくなる場合があるので正則化のため仮想支点（無効節点）を設ける必要がある。例えば図-3.10のような場合には、(c)のように節点2および4を固定支点にするか、(d)のように節点2、3および4をすべて固定支点にする。このような節点を無効節点という。

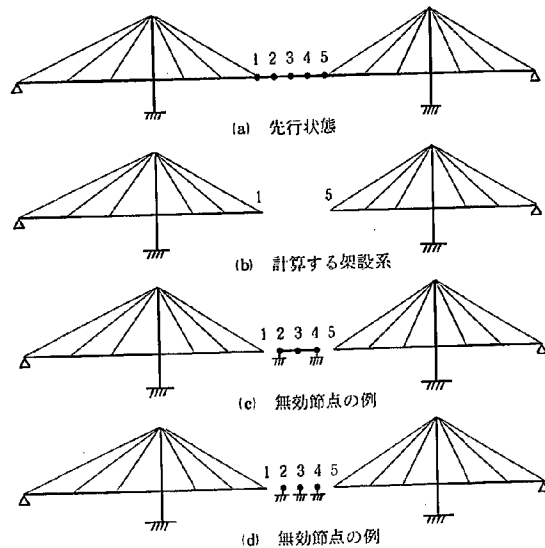


図-3.10 無効節点

### 3-3 プログラム使用上の制限

プログラムAおよびプログラムBとも、計算上次の制限を受ける。

- (i) 総節点数は290個以下であること。
- (ii) 総部材数は290本以下であること。
- (iii) 剛性マトリックスのバンド幅は30以下であること。

ただし、上記制限は拡張することができ、その場合は3-4に従う。

### 3-4 プログラムの拡張方法

3-3に示したプログラムに関する制限(i)~(iii)を拡張する方法を以下に述べる。

#### (i) 総節点数および総部材数の拡張

プログラムAおよびBの計算実行時の所要コアは、それぞれ115 kwおよび120 kwである。うち、プログラムエリアにとちらも60 kw使用している。従って、土木研究所千葉支所の現システム（TOSBAC-5600-160）の容量159 kwを一杯使用した場合には、総節点数および総部材数はともに約450まで拡張することができる（図-3.11参照）。

プログラムにおける拡張は、以下に示すように、メインプログラムおよび各サブプログラムの最初にあるPARAMETER文を変更するだけでよい。

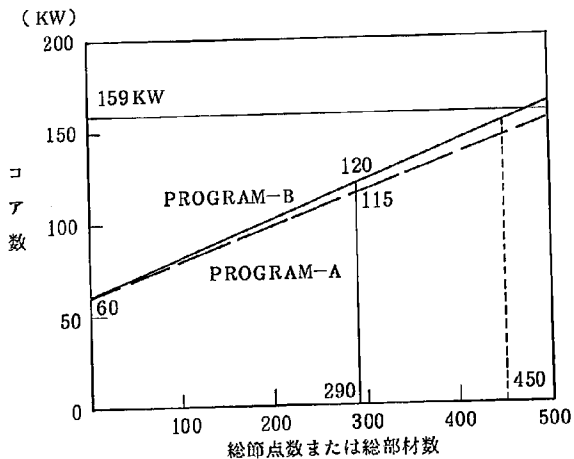


図-3.11 総節点数または総部材数と所要コア数

PARAMETER LL =n , LP=3\*n, LO=9000

PARAMETER LL1=2\*n

ここに、n は総節点数および総部材数のうち、大きい方の値より少し大きめの(5~10)の値である。  
また、PARAMETER LL1 は下記のサブルーチンにのみ用いる。

- ① プログラムA… INPUTB, RENUMB, SUB06, SUB07, SUB09, CHECK1,  
OUTPUT, JUNBAN
- ② プログラムB… INPUTD, RENUMB, SORT, SUB07, OUTPUT, TPOUT,  
JUNBAN

## (ii) バンド幅の拡張

プログラムAおよびBにおいては、計算速度の向上を図るため、プログラム内部で節点番号の付け替えを行なって剛性マトリックスのバンド幅を狭くしているが、一般の斜張橋の計算処理は、これで十分である。しかし、計算する構造系の部材数、接点数などが多い場合にはバンド幅が不足することがある。その場合には以下に示すエラーメッセージがアウトプットされるので、剛性マトリックスのバンド幅拡張を行なう。

エラーメッセージ…… \*\*DATA ERROR\*BAND-WIDTH OVER\*NX=n\*\*  
(内部に組み込まれたバンド幅制限をnだけ超過していることを示す。)

### バンド幅の拡張方法

#### プログラムA

- ① メインプログラムにおいて
$$m \leftarrow 3 \times (30 + n) \times 2$$
$$\text{CALL RANSIZ}(1'192) \rightarrow \text{CALL RANSIZ}(1'm)$$
- ② コモン文ZZ(LO)に関して
$$m \leftarrow 3 \times (30 + n) \times 2$$
$$m2 \leftarrow m * m$$
$$m3 \leftarrow m + m2$$
$$\text{PARAMETER LO}=9000 \rightarrow \text{PARAMETER LO}=m3$$
- ③ サブルーチンINPUTAに関して
$$m' \leftarrow 3 \times (30 + n)$$
$$NBX = 90 \rightarrow NBX = m'$$
- ④ サブルーチンSUB07, SUB08, CHECK1のDIMENSIONを90→m'とし、EQUIVALENCE文を改める。

#### プログラムB

- ① メインプログラムにおいて
$$NBX = 90 \rightarrow NBX = m'$$
- ② コモン文ZZ(LO)に関して
$$m \leftarrow 3 \times (30 + n) \times 2$$
$$m2 \leftarrow m * m$$

$m3 \leftarrow m + m2$

PARAMETER LL1 = 9000  $\rightarrow$  LL1 = m3

- ③ サブルーチンSUB07, SUB08, CHECK1のDEMENSIONを90 $\rightarrow$ m'とし,  
EQUIVALENCE文を改める。

## 第4章 プログラムの使用例

### 4-1 計算例に用いた斜張橋

計算例として用いた斜張橋は微小変形理論により既に概略設計の行われた6車線の3径間斜張橋である。この斜張橋の構造諸元は、図-4.1、図-4.2および図-4.3に示したとおりである。また、死荷重の大きさは表-4.1に、設計計算時のケーブル張力は表-4.2に示したとおりである。なお、計算時の部材分割は図-4.4のとおりである。

### 4-2 計算手順

#### 4-2-1 計算条件

計算は次の条件の基に進めた。

- ① 中央径間は片持式架設を行ない、ベントは一切設けない。
- ② 桁の閉合は中央径間において閉合桁を落し込んで行うものとし、閉合桁の両端の曲げモーメントならびに軸力はゼロとする。
- ③ 閉合時において、桁の曲げモーメント分布が設計計算時に求めたものとはほぼ等しくなるようにケーブル張力を調整する。

#### 4-2-2 計算手順

4-2-1に示した条件②および③を満足させるためにはケーブル張力と無応力状態での桁のキャンバーの調整を行なわなければならない。以下の例に示すようにプログラムAとプログラムBを交互に反復使用しなければならない。

計算の概略手順は次のとおりとした。

- ① 閉合時の目標形状を求める。
  - ② 閉合時の条件（閉合桁の桁端曲げモーメントならびに軸力がゼロ）を入れる。
  - ③ 閉合時の曲げモーメント分布を設計計算で決めた分布に近づける。
- 以下、図-4.5と図-4.6を参考に計算手順の詳細を説明する。

#### <ステップ-1>

設計計算時に決めた斜張橋完成時の座標、死荷重（ $D_1 + D_2$ ）およびケーブル張力（表-5.2の $D_1 + D_2 + P$ に対応するケーブル張力）をインプットとして与え、プログラムAで完成時の応力状態を求め、これを先行状態-1とする。

#### <ステップ-2>

ステップ-1で求めた先行状態-1をプログラムBに入力し、この状態から後死荷重（ $D_2$ ：桁を閉合した後に載荷される死荷重）を除去して閉合時の形状を求め、これを目標形状-1とする。

#### <ステップ-3>

ステップ-2で求めた閉合時の目標形状-1、設計計算で求めた閉合時のケーブル張力と前死荷重（ $D_1$ ）ならびに閉合桁両端の曲げモーメントをゼロにするためのヒンジ条件をプログラムAにイ

ンプットして閉合時の応力状態を求め、これを先行状態-2とする。

#### <ステップ-4>

閉合桁両端のヒンジを剛結に直し、先行状態-2ならびに後死荷重( $D_2$ )をインプットしてプログラムBにより完成時の形状を求める。

#### <ステップ-5>

ステップ-4で求めた完成時の形状と設計計算時に決めた形状との差を求め、その差が許容値(この計算例では1mm)以内に入っていなければ、この差を閉合時の形状(目標形状-1)から引いて新たに目標形状-2とし、形状差が許容値以内に入るまでステップ-3, 4を繰返す(本計算例においては、繰返し回数は1回で十分であった)。

#### <ステップ-6>

閉合時に対してステップ-3で求めた桁の曲げモーメントと設計計算で求めた曲げモーメントとの差を求め、曲げモーメント差の分布図を描く。次に、梁の弾性方程式において曲げモーメントを2回微分すれば梁に作用する分布荷重が求まることを利用し、曲げモーメント差分布図に対応する分布荷重を求める。この分布荷重から各ケーブルが負担する概略の鉛直方向力の増分を求め、ステップ-3で用いたケーブル張力に加算したのち再度ステップ-3~5を繰返す。また同時に、支点上に定着点をもつ側径間の上段ケーブルの張力を調整することにより、閉合桁の軸力をゼロにする(本計算例では上記操作の反復は1度で終わっている)。

#### <ステップ-7>

以上の計算で、最後に行なったステップ-4の計算結果が完成時の応力状態である。

#### <ステップ-8>

ステップ-7で求めた完成時の応力状態を先行状態とし、プログラムBを用いて無応力時の桁のキャンバーならびに各架設段階における計算を行う。

以上に示した計算手順例は、4-2-1の計算条件を満足させるために考えた手順である。したがって異なる架設方法を採用する場合には、プログラムAとBの使用の組み合わせについて十分考える必要がある。

なお、参考までに本計算で追った計算ステップを表-4.3に示す。

### 4-3 架設順序

架設の順序は図-4.7に示した通りであるが、計算時においては一度閉合時の状態を決めてしまえば、それを出発点に任意の架設系が計算できるので、計算上は架設の順序に大した意味はない。

### 4-4 計算結果

計算結果の例として図-4.8(a), (b), (c)に完成時ならびに閉合時の形状、断面力等を、図-4.9(a), (b), (c)に1架設時の形状、断面力を示す。

表-4.1 荷 重 条 件

|                   |          |
|-------------------|----------|
| 前 死 荷 重 ( $D_1$ ) | 7.73 t/m |
| 後 死 荷 重 ( $D_2$ ) | 3.36 t/m |

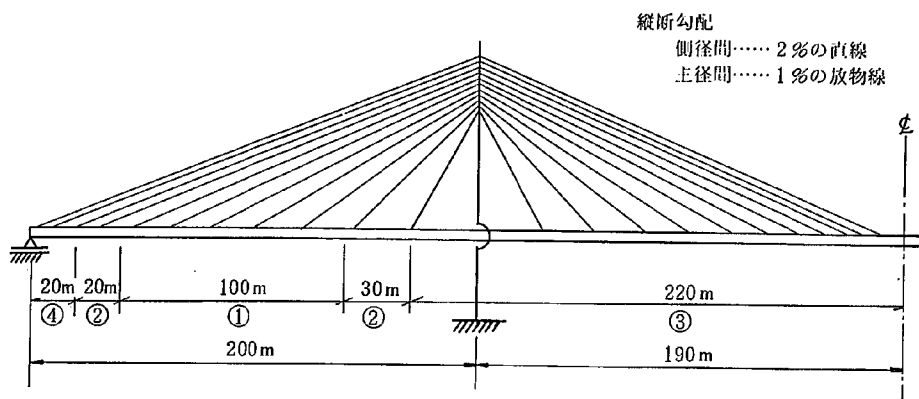
- 注1) ケーブル1面あたりの値である。  
 2)  $D_1$  の中にはケーブルおよびソケットの自重は含まれない。

表-4.2 設計計算(微小変形理論)によるケーブル張力

| ケーブル<br>No. | $D_1 + P$ | $D_1 + D_2 + P$ | ケーブル<br>No. | $D_1 + P$ | $D_1 + D_2 + P$ | ケーブル<br>No.              | $D_1 + P$ | $D_1 + D_2 + P$ |
|-------------|-----------|-----------------|-------------|-----------|-----------------|--------------------------|-----------|-----------------|
| 1           | 279.5     | 355.8           | 9           | 255.0     | 344.4           | 17                       | 167.0     | 304.0           |
| 2           | 290.0     | 356.8           | 10          | 247.0     | 344.8           | 18                       | 185.4     | 304.3           |
| 3           | 264.5     | 320.9           | 11          | 236.8     | 341.5           | 19                       | 176.0     | 298.9           |
| 4           | 248.0     | 322.0           | 12          | 235.0     | 341.8           | 20                       | 196.0     | 298.8           |
| 5           | 268.5     | 333.1           | 13          | 213.0     | 333.0           | 21                       | 278.5     | 345.2           |
| 6           | 253.1     | 334.0           | 14          | 218.4     | 333.3           | 22                       | 286.2     | 339.6           |
| 7           | 270.5     | 346.2           | 15          | 187.5     | 320.0           | (ケーブル1本あたり)<br>P: プレストレス |           |                 |
| 8           | 257.9     | 346.9           | 16          | 200.1     | 320.2           |                          |           |                 |

表-4.3 計算例における計算ステップ

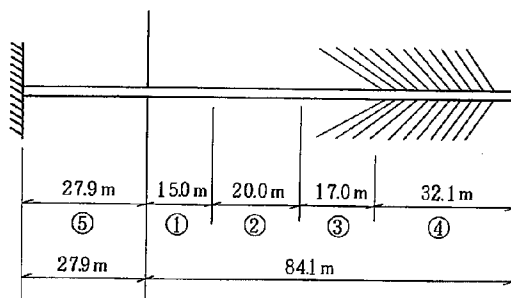
| 計算ステップ | 計 算 途 中 経 過                                       |
|--------|---------------------------------------------------|
| 1      |                                                   |
| 2      |                                                   |
| 3      |                                                   |
| 4      |                                                   |
| 5      | 座標の最大誤差 $\div 4.1 \text{ mm} > 1 \text{ mm}$      |
| 3      |                                                   |
| 4      |                                                   |
| 5      | 座標の最大誤差 $\div 0$                                  |
| 6      | 曲げモーメント差の最大値 $\div 2700 \text{ t} \cdot \text{m}$ |
| 3      |                                                   |
| 4      |                                                   |
| 5      | 座標の最大誤差 $\div 4.5 \text{ mm} > 1 \text{ mm}$      |
| 3      |                                                   |
| 4      |                                                   |
| 5      | 座標の最大誤差 $\div 0$                                  |
| 6      | 曲げモーメント差の最大値 $\div 45 \text{ t} \cdot \text{m}$   |
| 7      |                                                   |
| 8      |                                                   |



| Section | 断面積                  | 断面二次モーメント             | 材質    | 許容応力度                 |
|---------|----------------------|-----------------------|-------|-----------------------|
| ①       | 1.3562m <sup>2</sup> | 2.78823m <sup>4</sup> | SM58  | 26000t/m <sup>2</sup> |
| ②       | 1.2715               | 2.56377               | SM50Y | 21000                 |
| ③       | 1.38044              | 2.84105               | SS41  | 14000                 |
| ④       | 1.24374              | 2.43639               | SS41  | 14000                 |

(ケーブル2面あたりの断面諸元)

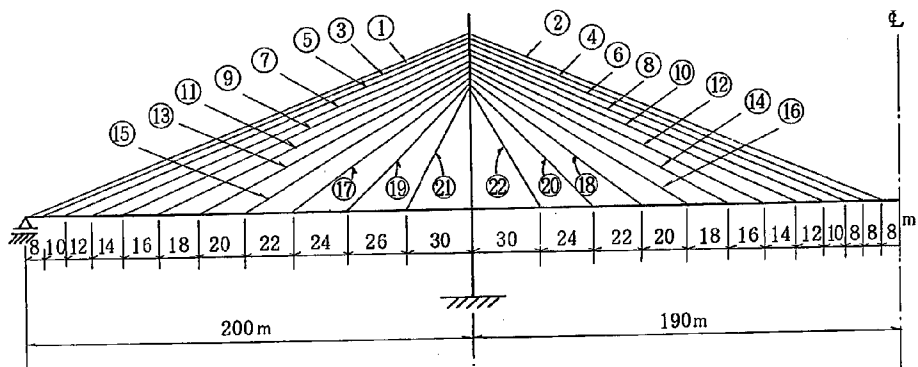
図-4・1 桁の断面諸元



| Section | 断面積                  | 断面二次モーメント            | 材質   | 許容応力度                 |
|---------|----------------------|----------------------|------|-----------------------|
| 1       | 0.608 m <sup>2</sup> | 0.908 m <sup>4</sup> | SM58 | 26000t/m <sup>2</sup> |
| 2       | 0.580                | 0.8655               | SM58 | 26000                 |
| 3       | 0.552                | 0.823                | SM58 | 26000                 |
| 4       | 0.504                | 0.749                | SM58 | 26000                 |
| 5       | 0.652~1.160          | 0.970~5.030          | SM58 | 26000                 |

(ケーブル1面当りの断面諸元)

図-4・2 塔の断面諸元



| Cable No. | ケーブル断面    | 断面積                    | 無応力時の単位長重量  | 許容軸力 |
|-----------|-----------|------------------------|-------------|------|
| 1         | 3×PPWS217 | 0.012783m <sup>2</sup> | 0.100347t/m | 668t |
| 2~22      | 2×PPWS217 | 0.008522               | 0.066898    | 445t |

図-4・3 ケーブル部材の断面諸元

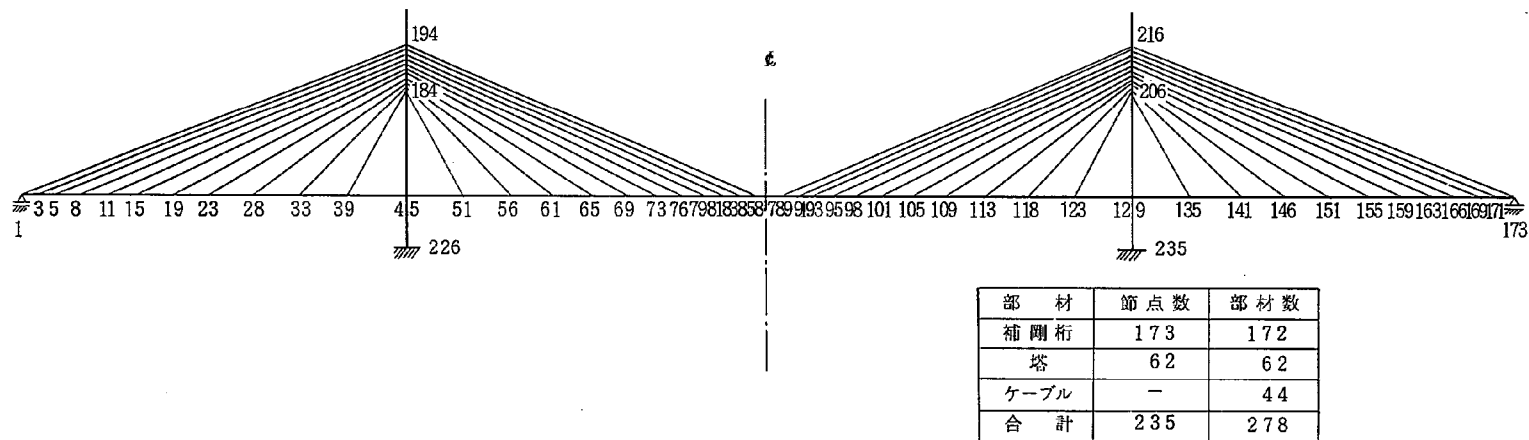


図-4・4 節点番号、節点数および部材数

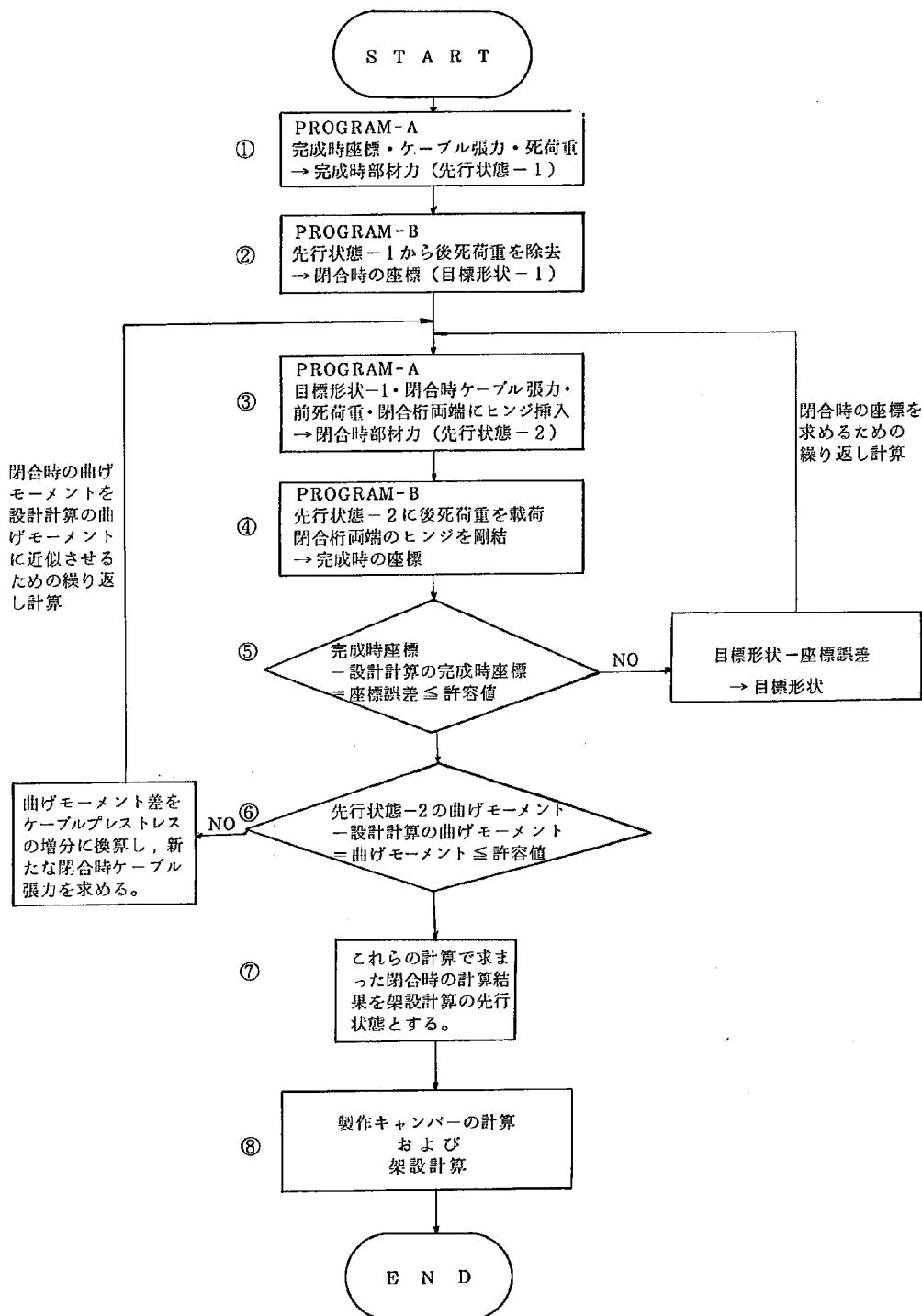
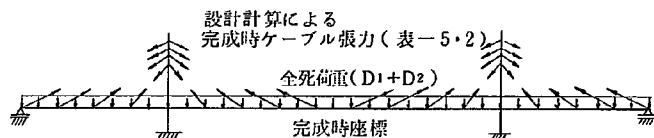
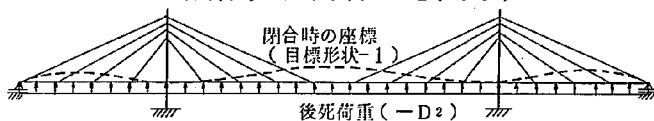


図-4・5 計算手順フローチャート

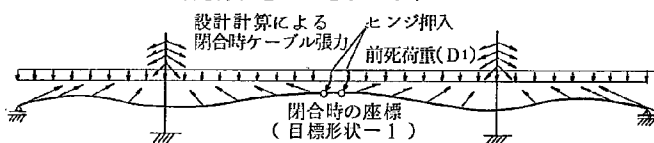
(a) ステップー 1 (先行状態ー 1 を求める)



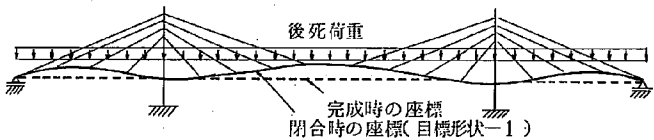
(b) ステップー 2 (閉合時の目標形状ー 1 を求める)



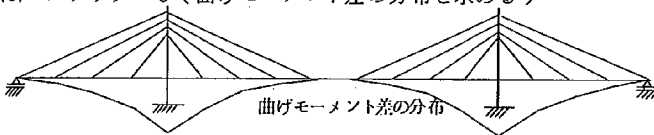
(c) ステップー 3 (先行状態ー 2 を求める)



(d) ステップー 4 (完成時の形状を求める)



(e) ステップー 5 (曲げモーメント差の分布を求める)



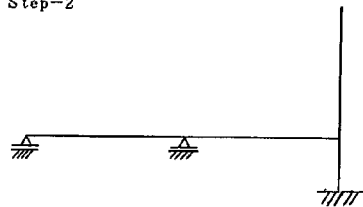
図ー 4 ・ 6 各ステップの説明

Step-1



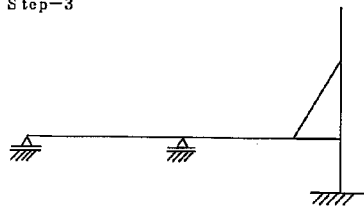
塔を架設する。

Step-2



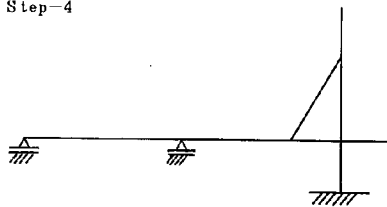
ベントる用いて側  
径間を架設する

Step-3



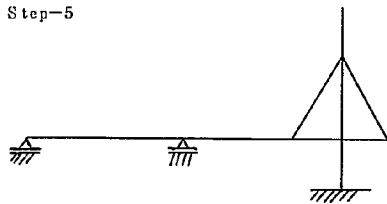
側径間側の最下段  
ケーブルを取り付  
ける。

Step-4



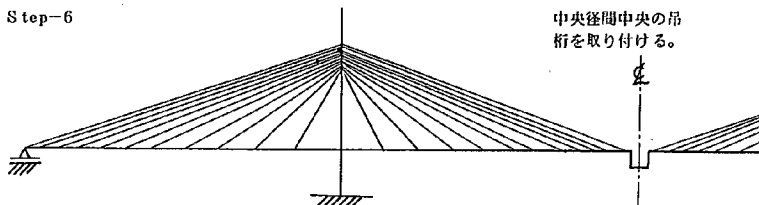
中央径間側の補剛  
桁を張り出す。

Step-5



中央径間側の最下段  
ケーブルを取り付ける。  
以下3～5と同様に  
架設を行ない、ベン  
トはそれに負反力が  
作用しないよう適当  
な時期に取り去る。

Step-6



中央径間中央の吊  
桁を取り付ける。

図-4・7 架設順序

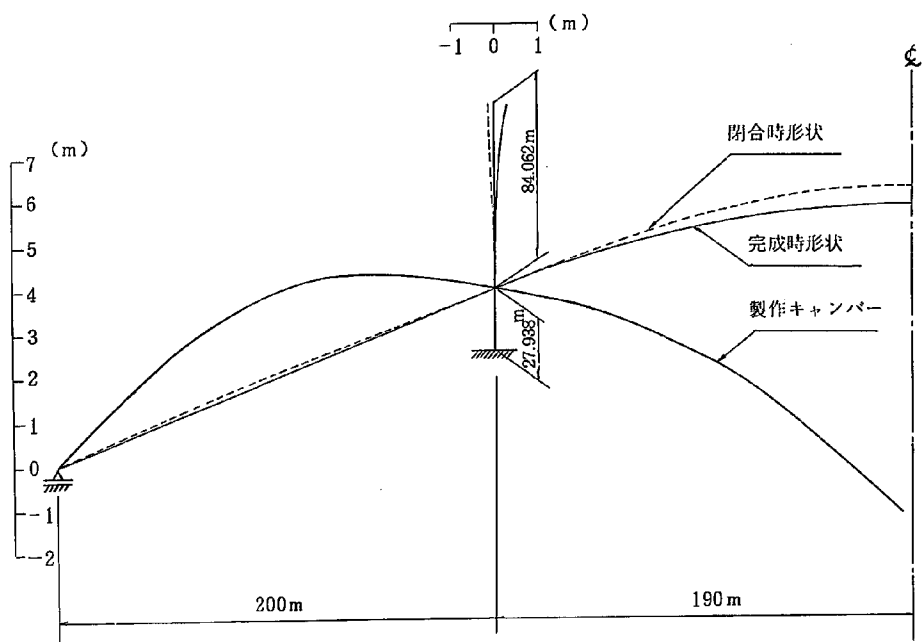


図-4・8 (a) 完成時および閉合時の形状と製作キャンバー

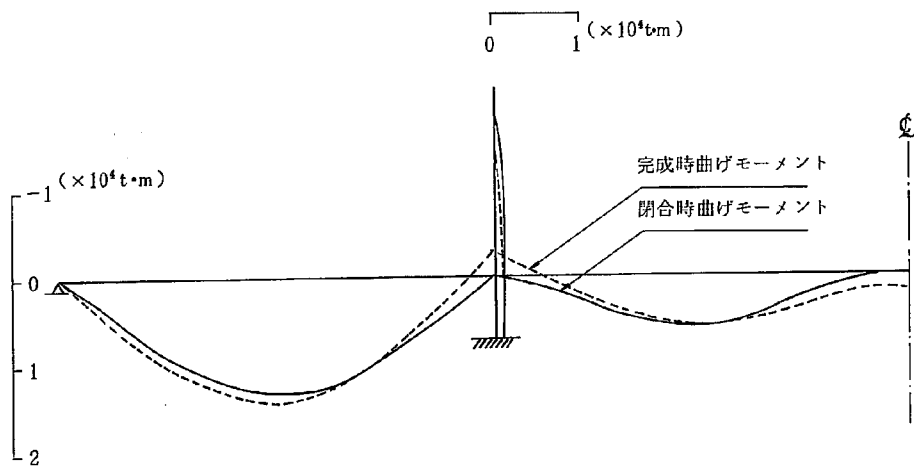


図-4・8 (b) 完成時および閉合時の曲げモーメント分布

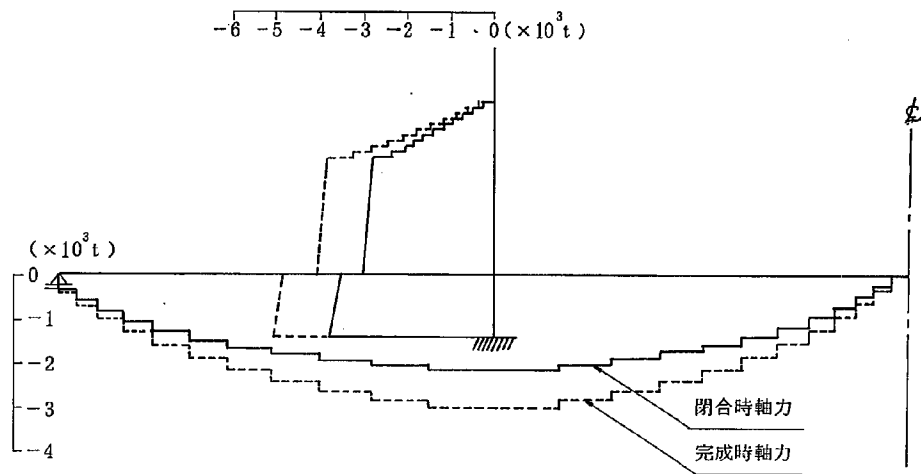


図-4・8 (c) 完成時および閉合時の軸力分布

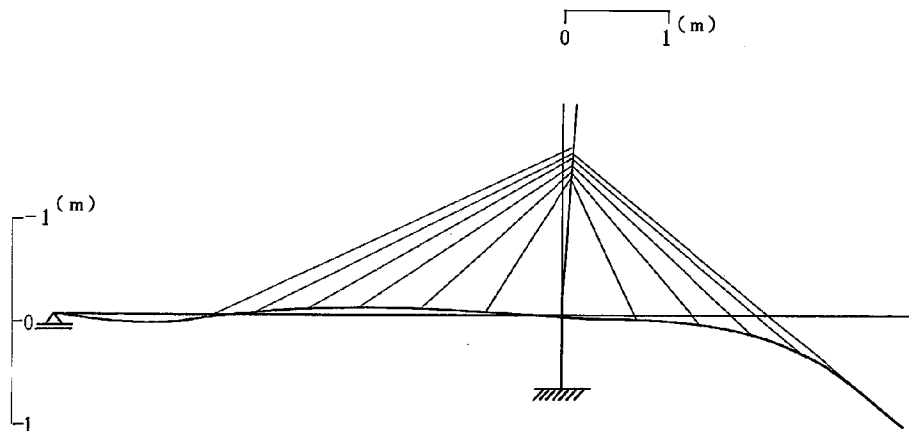


図-4・9 (a) 架設系の形状例

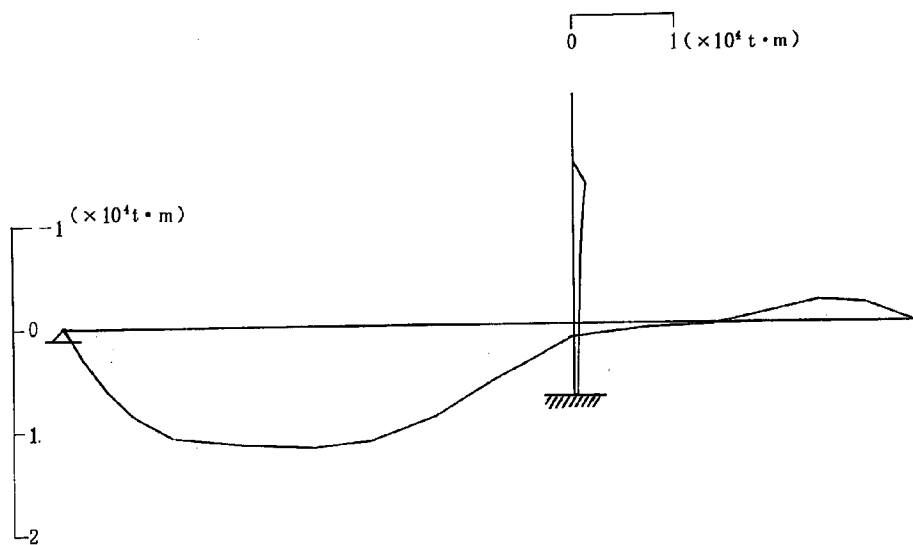


図-4・9 (b) 架設系の曲げモーメント分布例

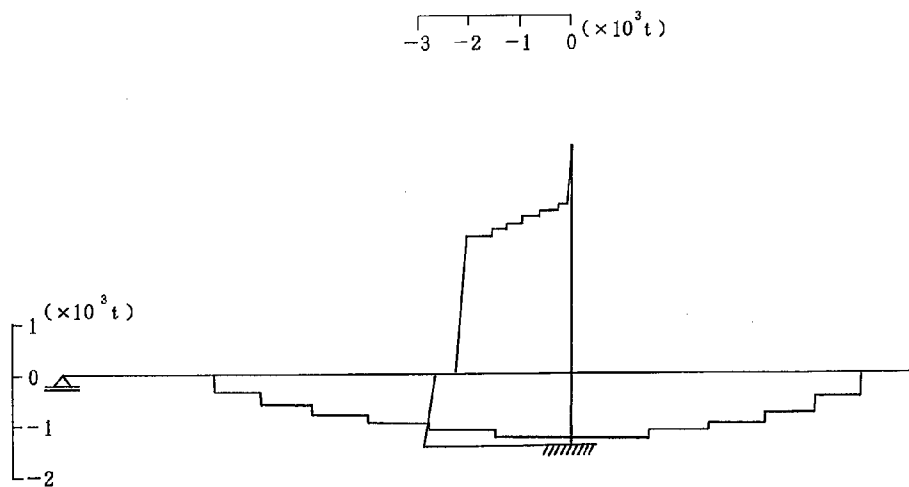


図-4・9 (c) 架設系の軸力分布例

#### 4-5 入出力フォーマット例

上記計算例における電子計算機のプリントアウトの結果を以下に示す。ただし、プログラムAでは4-2-2で述べたステップ-1の入出力フォーマットを、プログラムBでは図-4.9(a)に示した架設系の入出力フォーマットを例として用いた。

##### プログラムAの入出力フォーマット

カードイメージでの出力

PAGE ( 1 )

```

.....10.....20.....30.....40.....50.....60.....70.....80      CARD NO.
SCHRAGE-A
** MEIKOU-NISHI-DOHASHI ** KANSEI-JI HO KEISAN
235 278 20 0.01
TAPE-OUT
ZAHYDA
1 3 0. 00.0 8. -0.16
4 5 13. -0.26 13. -0.36
6 8 22. -0.44 30. -0.60
9 10 35. -0.70 40. -0.80
11 17 44. -0.88 68. -1.36
: : : : :
: : : : :
158 164 716. -1.28 740. -0.40
165 166 745. -0.70 750. -0.60
167 169 754. -0.52 762. -0.36
170 171 767. -0.26 772. -0.16
172 173 776. -0.08 780. -0.0
END
ZAHYOB
200.0 -4.0 580.0 -4.0 -1.9
46 55 205. 250.
56 59 254. 266.
60 67 271. 306.
68 74 310. 334.
: : : :
: : : :
99 100 441. 446.
101 107 450. 474.
108 115 479. 514.
116 119 518. 530.
120 128 535. 575.
END
ZAHYOA
174 183 200. -9. 200. -54.
184 194 200. -57.73333 200. -82.73333
195 200. -87.73333
196 205 580. -9. 580. -54.
206 216 580. -57.73333 580. -82.73333
: : : :
: : : :
226 200. 52.26667
227 580. -4.
228 580. -1.33333
229 234 580. 1. 580. 20.
235 580. 32.26667
END

```

PAGE ( 2 )

```

.....10.....20.....30.....40.....50.....60.....70.....80      CARD NO.
BUZAI-B
1 4 1 2 G G 0.61870 1.21820
5 5 6 G G 0.62723 1.25004
6 9 6 7 G G 0.63575 1.28188
10 31 10 11 G G 0.67810 1.39412
32 38 32 33 G G 0.63575 1.28188
: : : :
: : : :
230 230 231 G G 0.84915 1.89436
231 231 232 G G 0.93058 2.51060
232 232 233 G G 1.11201 3.12683
233 233 234 G G 1.24344 3.74507
234 234 235 G G 1.39933 4.42710
END
BUZAI-C
235 1 194 0.012783 0.100347 355.80
236 85 194 0.008522 0.066898 345.20
237 89 216 0.008522 0.066898 356.80
238 173 216 0.012783 0.100347 355.80
239 3 193 0.008522 0.066898 320.85
: : : :
: : : :
274 147 207 0.008522 0.066898 298.90
275 39 184 0.008522 0.066898 345.20
276 51 184 0.008522 0.066898 339.55
277 123 206 0.008522 0.066898 332.55
278 135 206 0.008522 0.066898 345.20
END
MUKO BUZAI
217
226
END
KETA PIN SHITEN
129
END

```

PAGE ( 3 )

インプットデータ

PAGE ( 7 )

1

## SHITEN DATA ##

PAGE ( 8 )

[illegible]

| ** BUZAI DATA ** (INPUT) |                 | (MAGE-JIKURYOKU BUZAI) |                  |                     |          |                            |                            |                     |                            |                           |                           |
|--------------------------|-----------------|------------------------|------------------|---------------------|----------|----------------------------|----------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| BUZAI<br>BANGO           | ZAITAN<br>BANGO |                        | ZAITAN<br>JYOKEN | DAMNENSEKI<br>(M+2) |          | DAMNEN 2-JI<br>MOMENT(M+4) | YOUNG<br>KEISUU<br>(T/H+2) | SEN-BOCHO<br>KEISUU | SENKO<br>JIKU<br>RYOKU (T) | SENKO<br>MOMENT<br>I (TM) | SENKO<br>MOMENT<br>J (TM) |
| 1                        | 1               | 2                      | 600              | 600                 | 0.618700 | 1.21820000                 | 2.100E 07                  | 1.200E-05           | 0.                         | 0.                        | 0.                        |
| 2                        | 2               | 3                      | 600              | 600                 | 0.618700 | 1.21820000                 | 2.100E 07                  | 1.200E-05           | 0.                         | 0.                        | 0.                        |
| 3                        | 3               | 4                      | 600              | 600                 | 0.618700 | 1.21820000                 | 2.100E 07                  | 1.200E-05           | 0.                         | 0.                        | 0.                        |
| 4                        | 4               | 5                      | 600              | 600                 | 0.618700 | 1.21820000                 | 2.100E 07                  | 1.200E-05           | 0.                         | 0.                        | 0.                        |
| 5                        | 5               | 6                      | 600              | 600                 | 0.627230 | 1.25004000                 | 2.100E 07                  | 1.200E-05           | 0.                         | 0.                        | 0.                        |
| 6                        | 6               | 7                      | 600              | 600                 | 0.635750 | 1.28188000                 | 2.100E 07                  | 1.200E-05           | 0.                         | 0.                        | 0.                        |
| 7                        | 7               | 8                      | 600              | 600                 | 0.635750 | 1.28188000                 | 2.100E 07                  | 1.200E-05           | 0.                         | 0.                        | 0.                        |
| 8                        | 8               | 9                      | 600              | 600                 | 0.635750 | 1.28188000                 | 2.100E 07                  | 1.200E-05           | 0.                         | 0.                        | 0.                        |
| 9                        | 9               | 10                     | 600              | 600                 | 0.635750 | 1.28188000                 | 2.100E 07                  | 1.200E-05           | 0.                         | 0.                        | 0.                        |
| 10                       | 10              | 11                     | 600              | 600                 | 0.678100 | 1.39411999                 | 2.100E 07                  | 1.200E-05           | 0.                         | 0.                        | 0.                        |
| ...                      | ...             | ...                    | ...              | ...                 | ...      | ...                        | ...                        | ...                 | ...                        | ...                       | ...                       |

| ** BUZAI DATA ** (INPUT) |                 | (CABLE BUZAI) |                  |                                                   |          |                            |                     |           |  |  |  |
|--------------------------|-----------------|---------------|------------------|---------------------------------------------------|----------|----------------------------|---------------------|-----------|--|--|--|
| BUZAI<br>BANGO           | ZAITAN<br>BANGO |               | ZAITAN<br>JYOKEN | CABLE<br>DAMNENSEKI TAN-I JYU<br>(M+2) -RYO (T/H) |          | YOUNG<br>KEISUU<br>(T/H+2) | SEN-BOCHO<br>KEISUU |           |  |  |  |
| 235                      | 1               | 194           | PIN              | PIN                                               | 0.312783 | 0.10055                    | 2.000E 07           | 1.200E-05 |  |  |  |
| 236                      | 85              | 194           | PIN              | PIN                                               | 0.308522 | 0.06690                    | 2.000E 07           | 1.200E-05 |  |  |  |
| 237                      | 89              | 216           | PIN              | PIN                                               | 0.308522 | 0.06690                    | 2.000E 07           | 1.200E-05 |  |  |  |
| 238                      | 173             | 216           | PIN              | PIN                                               | 0.312783 | 0.10055                    | 2.000E 07           | 1.200E-05 |  |  |  |
| 239                      | 3               | 193           | PIN              | PIN                                               | 0.308522 | 0.06690                    | 2.000E 07           | 1.200E-05 |  |  |  |
| 240                      | 83              | 193           | PIN              | PIN                                               | 0.308522 | 0.06690                    | 2.000E 07           | 1.200E-05 |  |  |  |
| 241                      | 91              | 215           | PIN              | PIN                                               | 0.308522 | 0.06690                    | 2.000E 07           | 1.200E-05 |  |  |  |
| 242                      | 171             | 215           | PIN              | PIN                                               | 0.308522 | 0.06690                    | 2.000E 07           | 1.200E-05 |  |  |  |
| 243                      | 5               | 192           | PIN              | PIN                                               | 0.308522 | 0.06690                    | 2.000E 07           | 1.200E-05 |  |  |  |
| 244                      | 81              | 192           | PIN              | PIN                                               | 0.308522 | 0.06690                    | 2.000E 07           | 1.200E-05 |  |  |  |
| ...                      | ...             | ...           | ...              | ...                                               | ...      | ...                        | ...                 | ...       |  |  |  |

| ** KANSEI-KEI SHIKAJYU DATA ** (INPUT) |                     |  |                     |                      |  |                 |                     |  |                     |                      |  |
|----------------------------------------|---------------------|--|---------------------|----------------------|--|-----------------|---------------------|--|---------------------|----------------------|--|
| SETTEN<br>BANGO                        | X-HOKO<br>KAJYU (T) |  | Y-HOKO<br>KAJYU (T) | MOMENT<br>KAJYU (TM) |  | SETTEN<br>BANGO | X-HOKO<br>KAJYU (T) |  | Y-HOKO<br>KAJYU (T) | MOMENT<br>KAJYU (TM) |  |
| 1                                      | 0.                  |  | 22.18000            | 0.                   |  | 51              | 0.                  |  | 55.45000            | 0.                   |  |
| 2                                      | 0.                  |  | 44.36000            | 0.                   |  | 52              | 0.                  |  | 55.45000            | 0.                   |  |
| 3                                      | 0.                  |  | 49.90500            | 0.                   |  | 53              | 0.                  |  | 55.45000            | 0.                   |  |
| 4                                      | 0.                  |  | 55.45000            | 0.                   |  | 54              | 0.                  |  | 55.45000            | 0.                   |  |
| 5                                      | 0.                  |  | 49.90500            | 0.                   |  | 55              | 0.                  |  | 49.90500            | 0.                   |  |
| 6                                      | 0.                  |  | 44.36000            | 0.                   |  | 56              | 0.                  |  | 44.36000            | 0.                   |  |
| 7                                      | 0.                  |  | 44.36000            | 0.                   |  | 57              | 0.                  |  | 44.36000            | 0.                   |  |
| 8                                      | 0.                  |  | 49.90500            | 0.                   |  | 58              | 0.                  |  | 44.36000            | 0.                   |  |
| 9                                      | 0.                  |  | 55.45000            | 0.                   |  | 59              | 0.                  |  | 49.90500            | 0.                   |  |
| 10                                     | 0.                  |  | 49.90500            | 0.                   |  | 60              | 0.                  |  | 55.45000            | 0.                   |  |
| ...                                    | ...                 |  | ...                 | ...                  |  | ...             | ...                 |  | ...                 | ...                  |  |

## 不平衡力

最大不平衡力

X-方向 最大不平衡力  
節点番号Y-方向 最大不平衡力  
節点番号回転方向 最大不平衡力  
節点番号

GOSA 0.61491E 03  
GOSA 0.37575E 04  
GOSA 0.58530E 00  
GOSA 0.67739E-02

X-DIR. NO.=175-0.3287799E 03  
X-DIR. NO.=175-0.3757520E 04  
X-DIR. NO.=45-0.1514783E-02  
X-DIR. NO.=45-0.6773943E-02

Y-DIR. NO.=206 0.6149119E 03  
Y-DIR. NO.=3 0.3727673E 02  
Y-DIR. NO.=135-0.5460455E-01  
Y-DIR. NO.=65 0.3301310E-02

M-DIR. NO.=235 0.  
M-DIR. NO.=2-0.3065872E 03  
M-DIR. NO.=164 0.5852985E 00  
M-DIR. NO.=166 0.4435020E-05

## アウトプットデータ

PAGE ( 26 )

\*\* BUZAI KANKEI \*\* (OUTPUT)      (HAGE-JIKURYOKU BUZAI)

[illegible]

PAGE ( 31 )

\*\* BUZAI KANKEI \*\* (OUTPUT) (CABLE BUZAI)

[illegible]

PAGE ( 32 )

•• SHITEN HANRYOKU •• (OUTPUT)

| SETTEN<br>BANGO | SHITEN<br>SHURUI | SUISEI<br>HANYOKU (T) | ENCHOKU<br>HANYOKU (T) | MOMENT<br>HANYOKU (TM) |
|-----------------|------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| 1               | 2                | 0.0028                | 93.1953                | -0.0000                |
| 45              | 2                | -0.00368              | 631.9396               | 0.0000                 |
| 129             | 1                | 0.0068                | 631.9396               | 0.0000                 |
| 173             | 2                | -0.0028               | 93.1953                | 0.0000                 |
| 226             | 3                | -0.8211               | 4491.8792              | -84.5315               |
| 235             | 3                | -0.8211               | 4491.8792              | 84.5315                |

プログラムBの入出力フォーマット  
カードイメージでの出力

```

.....10.....20.....30.....40.....50.....60.....70.....80      CARD NO.
SCHRAGE-B .....( 1)
** MEIKOU-NISHI-ODHASHI-SHATYOKYO ** KASETSU KEISAN ** STEP-16 ** .....( 2)
0.005 20 .....( 3)
TAPE-IN HEIGOU-JI 1 .....( 4)
JYOKYO BUZAI .....( 5)
 74 172 195 216 226 234 235 236 239 240 243 244 247 248 251 252 .....( 6)
256 .....( 7)
END .....( 8)
JYOKYO BUZAI .....( 9)
 237 238 241 242 245 246 249 250 253 254 257 258 261 262 265 266 .....(10)
269 270 273 274 277 278 .....(11)
END .....(12)
MUKO SETTEN .....(13)
 75 173 196 217 227 235 .....(14)
END .....(15)
K-TITLE ** KASETSU KEISAN ** STEP-16 ** .....(16)
KEND .....(17)
RUN .....(18)

```

インプットデータ

PAGE ( 2 )

\*\*\* INPUT DATA \*\*\*

```

TITLE : ** MEIKOU-NISHI-ODHASHI-SHATYOKYO ** KASETSU KEISAN ** STEP-16 **

INPUT MEDIA : CARD

INPUT MEDIA : TAPE LABEL = HEIGOU-JI STEP = 1

SETTEN SUU : 235 (K0)

BUZAI SUU : 278 (K0N)

HANPUKU
SEIGEN KAISUU : 20 (KAI)

SHUSOKU SEIDO : 0.005000 (FUHEIKO-RYOKU)

KAJYU BUNKATSU : 1 (BUNKATSU)

```

\*\* SHITEN DATA \*\*

```

SETTEN BANGO SHURUI ROLLER KEISHA - BANE KEISUU - SHOKI HEN-I -
          (RAD) X (T/M) Y (T/M) Z (T/M/RAD) X (M) Y (M) Z (RAD)

          1 ROL D.
          226 FIX

```

PAGE ( 3 )

\*\* SETTEN DATA \*\* (INPUT) (SETTEN JYOKEN : 1=PIN-KOTEI SHITEN, 2=ROLLER SHITEN, 3=KOTEI SHITEN, 4=BANE SHITEN)  
(5=HINGE SETTEN, 6=MUKO SETTEN, 7=ROLLER SHITEN + HINGE SETTEN, 8=SONOTA)

| SETTEN BANGO | SETTEN JYOKEN | X-ZAHYO (M) | Y-ZAHYO (M) | SETTEN BANGO | SETTEN JYOKEN | X-ZAHYO (M) | Y-ZAHYO (M) |
|--------------|---------------|-------------|-------------|--------------|---------------|-------------|-------------|
| 1            | 2             | -0.00956    | 0.          | 51           | 0             | 229.99871   | -4.60526    |
| 2            | 0             | 3.99019     | -0.09253    | 52           | U             | 234.99878   | -4.69630    |
| 3            | 0             | 7.98995     | -0.18492    | 53           | 0             | 239.99886   | -4.79141    |
| 4            | 0             | 12.98967    | -0.30001    | 54           | 0             | 244.99890   | -4.88240    |
| 5            | 0             | 17.98940    | -0.41442    | 55           | 0             | 249.99895   | -4.97138    |
| 6            | 0             | 21.98922    | -0.50555    | 56           | 0             | 253.99900   | -5.06099    |
| 7            | 0             | 25.98905    | -0.59563    | 57           | 0             | 257.99902   | -5.14923    |
| 8            | 0             | 29.98890    | -0.68522    | 58           | 0             | 261.99905   | -5.23603    |
| 9            | 0             | 34.98876    | -0.79613    | 59           | 0             | 265.99908   | -5.32153    |
| 10           | 0             | 39.98865    | -0.90572    | 60           | 0             | 270.99911   | -5.40277    |
| ...          | ...           | ...         | ...         | ...          | ...           | ...         | ...         |

PAGE ( 6 )

\*\* BUZAI DATA \*\* (INPUT) (MAGE-JIKURYOKU BUZAI) (B.S = BUZAI SHURUI : \*\*JYOKYO)

| BUZAI BANGO | ZAITAN BANGO | J   | B.S | ZAITAN JYOKEN | DANKENSEKI (N=+2) | DAMMEN 2-JI KEISUU (N=+4) | YOUNG KEISUU (T/M=+2) | SEN-HOCHO KEISUU | SENKO JIKURYOKU (T) | *SENKU MAGE I (T/M) | MOMENT* J (T/M) | *SENKO TAWARIKAKU* I (RAD) | J (RAD)   |
|-------------|--------------|-----|-----|---------------|-------------------|---------------------------|-----------------------|------------------|---------------------|---------------------|-----------------|----------------------------|-----------|
| 1           | 1            | 2   | ( ) | G00 G00       | 0.618700          | 1.21820000                | 2.100E 07             | 1.200E-05        | -295.494            | -0.000              | -670.014        | 0.000017                   | -0.000035 |
| 2           | 2            | 3   | ( ) | G00 G00       | 0.618700          | 1.21820000                | 2.100E 07             | 1.200E-05        | -294.774            | 670.014             | -1216.399       | 0.000067                   | -0.000081 |
| 3           | 3            | 4   | ( ) | G00 G00       | 0.618700          | 1.21820000                | 2.100E 07             | 1.200E-05        | -542.324            | 1216.399            | -2178.198       | 0.000150                   | -0.000182 |
| 4           | 4            | 5   | ( ) | G00 G00       | 0.618700          | 1.21820000                | 2.100E 07             | 1.200E-05        | -541.414            | 2178.198            | -2947.122       | 0.000238                   | -0.000261 |
| 5           | 5            | 6   | ( ) | G00 G00       | 0.627230          | 1.25004000                | 2.100E 07             | 1.200E-05        | -781.946            | 2947.122            | -3783.840       | 0.000246                   | -0.000267 |
| 6           | 6            | 7   | ( ) | G00 G00       | 0.635750          | 1.28188000                | 2.100E 07             | 1.200E-05        | -781.235            | 3783.840            | -4497.379       | 0.000299                   | -0.000317 |
| 7           | 7            | 8   | ( ) | G00 G00       | 0.635750          | 1.28188000                | 2.100E 07             | 1.200E-05        | -780.512            | 4497.379            | -5087.793       | 0.000349                   | -0.000363 |
| 8           | 8            | 9   | ( ) | G00 G00       | 0.635750          | 1.28188000                | 2.100E 07             | 1.200E-05        | -1027.337           | 5087.793            | -6135.331       | 0.000305                   | -0.000338 |
| 9           | 9            | 10  | ( ) | G00 G00       | 0.635750          | 1.28188000                | 2.100E 07             | 1.200E-05        | -1026.435           | 6135.331            | -6990.974       | 0.000596                   | -0.000623 |
| 10          | 10           | 11  | ( ) | G00 G00       | 0.678100          | 1.39411999                | 2.100E 07             | 1.200E-05        | -1025.640           | 6990.974            | -7537.339       | 0.000490                   | -0.000503 |
| ...         | ...          | ... | ... | ...           | ...               | ...                       | ...                   | ...              | ...                 | ...                 | ...             | ...                        | ...       |

| ** BUZAI DATA ** (INPUT) |                       |     |     |                        |     |                      |                  |                             |                     | (CABLE BUZAI)                       |                                 | (B.S = BUZAI SHURUI : **JYOKYO) |  |  |  |  |
|--------------------------|-----------------------|-----|-----|------------------------|-----|----------------------|------------------|-----------------------------|---------------------|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--|--|--|--|
| BUZAI<br>BANGO           | ZAITSAN<br>BANGO<br>I | J   | B.S | ZAITSAN<br>JYOKEN<br>I | J   | DANMENSEKI<br>(M**2) | MU-ORYOKU<br>(M) | YOUNG<br>KEISUU<br>(T/M**2) | SEN-BOCHO<br>KEISUU | MU-ORYOKU<br>TAN-I JYU<br>RYO (T/M) | SENKO<br>TAN-I JYU<br>RYO (T/M) | SENKO<br>SUITEI<br>HYOKU (T)    |  |  |  |  |
| 235                      | 1                     | 194 | (*) | PIN                    | PIN | 0.012783             | 216.26267        | 2.000E 07                   | 1.200E-05           | 0.100355                            |                                 |                                 |  |  |  |  |
| 236                      | 85                    | 194 | (*) | PIN                    | PIN | 0.008522             | 197.26914        | 2.000E 07                   | 1.200E-05           | 0.06690                             |                                 |                                 |  |  |  |  |
| 237                      | 89                    | 216 | (*) | PIN                    | PIN | 0.008522             | 197.26914        | 2.000E 07                   | 1.200E-05           | 0.06690                             |                                 |                                 |  |  |  |  |
| 238                      | 173                   | 216 | (*) | PIN                    | PIN | 0.012783             | 216.26267        | 2.000E 07                   | 1.200E-05           | 0.10035                             |                                 |                                 |  |  |  |  |
| 239                      | 3                     | 193 | (*) | PIN                    | PIN | 0.008522             | 207.77610        | 2.000E 07                   | 1.200E-05           | 0.06690                             |                                 |                                 |  |  |  |  |
| 240                      | 83                    | 193 | (*) | PIN                    | PIN | 0.008522             | 188.99893        | 2.000E 07                   | 1.200E-05           | 0.06690                             |                                 |                                 |  |  |  |  |
| 241                      | 91                    | 215 | (*) | PIN                    | PIN | 0.008522             | 188.99893        | 2.000E 07                   | 1.200E-05           | 0.06690                             |                                 |                                 |  |  |  |  |
| 242                      | 171                   | 215 | (*) | PIN                    | PIN | 0.008522             | 207.77609        | 2.000E 07                   | 1.200E-05           | 0.06690                             |                                 |                                 |  |  |  |  |
| 243                      | 5                     | 192 | (*) | PIN                    | PIN | 0.008522             | 197.52963        | 2.000E 07                   | 1.200E-05           | 0.06690                             |                                 |                                 |  |  |  |  |
| 244                      | 81                    | 192 | (*) | PIN                    | PIN | 0.008522             | 180.67557        | 2.000E 07                   | 1.200E-05           | 0.06690                             |                                 |                                 |  |  |  |  |
| .                        | .                     | .   | .   | .                      | .   | .                    | .                | .                           | .                   | .                                   | .                               | .                               |  |  |  |  |
| .                        | .                     | .   | .   | .                      | .   | .                    | .                | .                           | .                   | .                                   | .                               | .                               |  |  |  |  |
| .                        | .                     | .   | .   | .                      | .   | .                    | .                | .                           | .                   | .                                   | .                               | .                               |  |  |  |  |

| ** KAJYU DATA ** (INPUT) |                 |        |                |       |                   |        |       |       |         | (SETTEN KAJYU) |  | ** KASETSU KEISAN ** STEP-16 ** |  |  |  |  |
|--------------------------|-----------------|--------|----------------|-------|-------------------|--------|-------|-------|---------|----------------|--|---------------------------------|--|--|--|--|
| SETTEN<br>BANGO          | * SENKO KAJYU * |        | * FUKA KAJYU * |       | * SHITEN CHINKA * |        |       |       |         |                |  |                                 |  |  |  |  |
|                          | X (T)           | Y (T)  | Z (TM)         | X (T) | Y (T)             | Z (TM) | X (M) | Y (M) | Z (MAD) |                |  |                                 |  |  |  |  |
| 1                        | 0.              | 15.460 | 0.             | 0.    | 0.                | 0.     | 0.    | 0.    | 0.      |                |  |                                 |  |  |  |  |
| 2                        | 0.              | 30.920 | 0.             | 0.    | 0.                | 0.     | 0.    | 0.    | 0.      |                |  |                                 |  |  |  |  |
| 3                        | 0.              | 34.785 | 0.             | 0.    | 0.                | 0.     | 0.    | 0.    | 0.      |                |  |                                 |  |  |  |  |
| 4                        | 0.              | 38.650 | 0.             | 0.    | 0.                | 0.     | 0.    | 0.    | 0.      |                |  |                                 |  |  |  |  |
| 5                        | 0.              | 34.785 | 0.             | 0.    | 0.                | 0.     | 0.    | 0.    | 0.      |                |  |                                 |  |  |  |  |
| 6                        | 0.              | 30.920 | 0.             | 0.    | 0.                | 0.     | 0.    | 0.    | 0.      |                |  |                                 |  |  |  |  |
| 7                        | 0.              | 30.920 | 0.             | 0.    | 0.                | 0.     | 0.    | 0.    | 0.      |                |  |                                 |  |  |  |  |
| 8                        | 0.              | 34.785 | 0.             | 0.    | 0.                | 0.     | 0.    | 0.    | 0.      |                |  |                                 |  |  |  |  |
| 9                        | 0.              | 38.650 | 0.             | 0.    | 0.                | 0.     | 0.    | 0.    | 0.      |                |  |                                 |  |  |  |  |
| 10                       | 0.              | 34.785 | 0.             | 0.    | 0.                | 0.     | 0.    | 0.    | 0.      |                |  |                                 |  |  |  |  |
| .                        | .               | .      | .              | .     | .                 | .      | .     | .     | .       |                |  |                                 |  |  |  |  |
| .                        | .               | .      | .              | .     | .                 | .      | .     | .     | .       |                |  |                                 |  |  |  |  |
| .                        | .               | .      | .              | .     | .                 | .      | .     | .     | .       |                |  |                                 |  |  |  |  |
| .                        | .               | .      | .              | .     | .                 | .      | .     | .     | .       |                |  |                                 |  |  |  |  |

| ** KAJYU DATA ** (INPUT) |  |  |  |  |  |  |  |  |  | (ONDO , NOBI) |  | ** KASETSU KEISAN ** STEP-16 ** |  |  |  |  |
|--------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------------|--|---------------------------------|--|--|--|--|
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |
|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |  |                                 |  |  |  |  |

== ZAHYO KANKEI == (OUTPUT) (DAI 1 BUNKATSU)      == KASETSU KEISAN == STEP-10 ==

(SETTEN JYOKEN : 1=PIN-KOTEI SHITEN, 2=ROLLER SHITEN, 3=KOTEI SHITEN, 4=BAKE SHITEN)  
(5=HINGE SETTEN, 6=HUKO SETTEN, 7=2+5, 8=ROLLER SHITEN + UGO SETTEN, 9=SONOTA)

| SETTEN BANGO | SETTEN JYOKEN | * KYUU ZAHYO *<br>X (M) | Y (M)    | * ZAHYO ZOUBUN *<br>X (M) | Y (M)   | * SHIN ZAHYO *<br>X (M) | Y (M)    | * FUHEIKOO RYOKU *<br>I (T) | Y (M)     | Z (TM)    |
|--------------|---------------|-------------------------|----------|---------------------------|---------|-------------------------|----------|-----------------------------|-----------|-----------|
| 1            | 2             | -0.00956                | 0.       | -0.00284                  | 0.      | -0.01239                | 0.       | -0.000096                   | 0.        | 0.000003  |
| 2            | 0             | 5.99019                 | -0.09253 | -0.00246                  | 0.01365 | 3.98774                 | -0.07888 | 0.000001                    | -0.000000 | 0.000005  |
| 3            | 0             | 7.98995                 | -0.18492 | -0.00209                  | 0.02672 | 7.98786                 | -0.15820 | 0.000039                    | -0.000001 | 0.000016  |
| 4            | 0             | 12.98967                | -0.30001 | -0.00156                  | 0.04143 | 12.98810                | -0.25857 | 0.000001                    | 0.000000  | 0.000007  |
| 5            | 0             | 17.98940                | -0.41442 | -0.00109                  | 0.05303 | 17.98831                | -0.36079 | 0.000037                    | -0.000001 | 0.000001  |
| 6            | 0             | 21.98922                | -0.50535 | -0.00069                  | 0.06118 | 21.98853                | -0.44416 | 0.000001                    | -0.000000 | 0.000000  |
| 7            | 0             | 25.98905                | -0.59563 | -0.00034                  | 0.06684 | 25.98871                | -0.52900 | 0.000035                    | -0.000001 | 0.000000  |
| 8            | 0             | 29.98890                | -0.68522 | -0.00004                  | 0.06990 | 29.98886                | -0.61532 | 0.000001                    | -0.000001 | 0.000000  |
| 9            | 0             | 34.98876                | -0.79613 | 0.00037                   | 0.07079 | 34.98913                | -0.72534 | -0.000001                   | 0.000000  | -0.000004 |
| 10           | 0             | 39.98865                | -0.90572 | 0.00069                   | 0.06827 | 39.98934                | -0.83746 | -0.000001                   | 0.000000  | -0.000024 |
| ...          | ...           | ...                     | ...      | ...                       | ...     | ...                     | ...      | ...                         | ...       | ...       |

| ** BUZAI KANKEI ** (OUTPUT) (DAI 1 BUNKATSU)                            |                               |       |                          |                   |                          | ** KASETSU KEISAN ** STEP-10 ** |                                                |                                        |         |        |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------|--------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------|---------|--------|
| (MAGE-JIKURYOKU BUZAI NO BUZAI RYOKU) * (BUZAI SHURUI : **JYUKYU BUZAI) |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
| BUZAI<br>BANGO                                                          | ZAITAN<br>BANGO<br>I J SHURUI | BUZAI | *ZAITAN MOMENT<br>I (TM) | ZOUBUN*<br>J (TM) | *ZAITAN MOMENT<br>I (TM) | J (TM)                          | *KAKUKAN SENDAHRYOKU*<br>ZOUBUN (T) GOOKEI (T) | * JIKURYOKU *<br>ZOUBUN (T) GOOKEI (T) |         | (T)    |
|                                                                         |                               |       | -0.000                   | -929.237          | -0.000                   | -1599.251                       | 232.253                                        | 399.722                                | 447.611 | -7.882 |
| 1                                                                       | 1 2 ( )                       |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
| 2                                                                       | 2 3 ( )                       |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
| 3                                                                       | 3 4 ( )                       |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
| 4                                                                       | 4 5 ( )                       |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
| 5                                                                       | 5 6 ( )                       |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
| 6                                                                       | 6 7 ( )                       |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
| 7                                                                       | 7 8 ( )                       |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
| 8                                                                       | 8 9 ( )                       |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
| 9                                                                       | 9 10 ( )                      |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
| 10                                                                      | 10 11 ( )                     |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |
|                                                                         |                               |       |                          |                   |                          |                                 |                                                |                                        |         |        |

| ** BUZAI KANKEI ** (OUTPUT) (DAI 1 BUNKATSU)                          |                      |                 | ** KASETSU KEISAN ** STEP-10 ** |                  |                         |                     |                         |                     |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------|---------------------------------|------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|
| (MAGE-JIKURYOKU BUZAI NO BUZAIHANKEI) (BUZAI SHURUI : **JYUKYU BUZAI) |                      |                 |                                 |                  |                         |                     |                         |                     |
| BUZAI<br>BANGO                                                        | ZAITAN<br>BANGO<br>I | BUZAI<br>SHURUI | BUZAI<br>NOBI (M)               | BUZAI<br>CHO (M) | * TAWANIKAKU<br>I (RAD) | ZOUBUN *<br>J (RAD) | * TAWANIKAKU<br>I (RAD) | GOOKEI *<br>J (RAD) |
| 1                                                                     | 1                    | 2 ( )           | -0.000000                       | 4.00091          | 0.000024                | -0.000048           | 0.000042                | -0.000083           |
| 2                                                                     | 2                    | 3 ( )           | -0.000000                       | 4.00091          | 0.000097                | -0.000121           | 0.000164                | -0.000202           |
| 3                                                                     | 3                    | 4 ( )           | -0.000000                       | 5.00125          | 0.000205                | -0.000228           | 0.000355                | -0.000409           |
| 4                                                                     | 4                    | 5 ( )           | -0.000000                       | 5.00125          | 0.000274                | -0.000297           | 0.000512                | -0.000560           |
| 5                                                                     | 5                    | 6 ( )           | -0.000000                       | 4.00109          | 0.000255                | -0.000260           | 0.000501                | -0.000527           |
| 6                                                                     | 6                    | 7 ( )           | -0.000000                       | 4.00108          | 0.000264                | -0.000269           | 0.000563                | -0.000585           |
| 7                                                                     | 7                    | 8 ( )           | -0.000000                       | 4.00108          | 0.000279                | -0.000284           | 0.000628                | -0.000648           |
| 8                                                                     | 8                    | 9 ( )           | -0.000000                       | 5.00147          | 0.000354                | -0.000347           | 0.000860                | -0.000885           |
| 9                                                                     | 9                    | 10 ( )          | -0.000000                       | 5.00147          | 0.000333                | -0.000326           | 0.000930                | -0.000949           |
| 10                                                                    | 10                   | 11 ( )          | -0.000000                       | 4.00116          | 0.000231                | -0.000226           | 0.000721                | -0.000729           |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       | .                   | .                       | .                   |
| .                                                                     | .                    | .               | .                               | .                | .                       |                     |                         |                     |

| ** BUZAI KANKEI ** (OUTPUT) (DAI 1 BUNKATSU) |                            |                                                | ** KASETSU KEISAN ** STEP-10 **  |         |                                         |         |          |                                        |         |          |
|----------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------|---------|-----------------------------------------|---------|----------|----------------------------------------|---------|----------|
| (CABLE BUZAI NO BUZAI RYOKU)                 |                            |                                                | (BUZAI SHURUI : **JYUKYO BUZAI)  |         |                                         |         |          |                                        |         |          |
| BUZAI BANGO                                  | ZAITAN BANGO<br>I J SHURUI | * I-TAN SUIHEIRYOKU *<br>ZOUBUN (T) GOOKEI (T) | * ZAITAN ENCHOKURYOKU *<br>I (T) | J (T)   | * ZAITAN ENCHOKURYOKU *<br>ZOUBUN J (T) | I (T)   | J (T)    | * JIKURYOKU *<br>ZOUBUN (T) GOOKEI (T) | I (T)   | J (T)    |
| 235                                          | 1 194 (A)                  |                                                |                                  |         |                                         |         |          |                                        |         |          |
| 236                                          | 85 194 (A)                 |                                                |                                  |         |                                         |         |          |                                        |         |          |
| 237                                          | 89 216 (A)                 |                                                |                                  |         |                                         |         |          |                                        |         |          |
| 238                                          | 173 216 (A)                |                                                |                                  |         |                                         |         |          |                                        |         |          |
| 239                                          | 3 193 (A)                  |                                                |                                  |         |                                         |         |          |                                        |         |          |
| 240                                          | 10 193 (A)                 |                                                |                                  |         |                                         |         |          |                                        |         |          |
| 241                                          | 10 193 (A)                 |                                                |                                  |         |                                         |         |          |                                        |         |          |
| 242                                          | 10 193 (A)                 |                                                |                                  |         |                                         |         |          |                                        |         |          |
| 243                                          | 10 193 (A)                 |                                                |                                  |         |                                         |         |          |                                        |         |          |
| 244                                          | 10 193 (A)                 |                                                |                                  |         |                                         |         |          |                                        |         |          |
| 245                                          | 10 193 (A)                 |                                                |                                  |         |                                         |         |          |                                        |         |          |
| 271                                          | 33 185 ( )                 | -15.273                                        | -126.768                         | 15.356  | -15.356                                 | 127.515 | -132.885 | 21.053                                 | 183.653 | 21550.51 |
| 272                                          | 56 185 ( )                 | 2.605                                          | 131.899                          | 3.073   | -3.073                                  | 133.340 | -138.518 | 4.022                                  | 191.271 | 22444.40 |
| 273                                          | 118 207 (A)                |                                                |                                  |         |                                         |         |          |                                        |         |          |
| 274                                          | 141 207 (A)                |                                                |                                  |         |                                         |         |          |                                        |         |          |
| 275                                          | 39 184 ( )                 | -6.709                                         | -133.914                         | 11.388  | -11.388                                 | 241.335 | -245.499 | 13.210                                 | 279.647 | 32814.75 |
| 276                                          | 51 184 ( )                 | -15.465                                        | 119.944                          | -26.850 | 26.850                                  | 212.118 | -216.214 | -30.962                                | 247.255 | 29013.71 |
| 277                                          | 123 206 (A)                |                                                |                                  |         |                                         |         |          |                                        |         |          |
| 278                                          | 155 206 (A)                |                                                |                                  |         |                                         |         |          |                                        |         |          |

(BUZAI SHURUI : \*BJYOKYU BUZAI)

•• KASETSU KEISAN •• STEP-1b ••

| SETTEN<br>BANGO | SHITEN<br>SHURUI | * SUIHEI HANRYOKU *   | * ENCHOKU HANRYOKU *  | * MOMENT HANRYOKU *     |          |         |          |
|-----------------|------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|----------|---------|----------|
|                 |                  | ZOUBUN (T) GOKKEI (T) | ZOUBUN (T) GOKKEI (T) | ZOUBUN (TM) GOKKEI (TM) |          |         |          |
| 1               | 2                | 291,541               | -0.000                | 225.54                  | 415.260  | 0.000   | 0.000    |
| 226             | 3                | 1.993                 | -0.000                | -891.777                | 2935.708 | 901.267 | -409.534 |

## 参 考 文 献

- 1) Fritz Leonhardt, Wilhelm Zellner, “斜張橋 - 近年の発達に関する報告” 土木技術  
27 卷 1 号
- 2) Fritz Leonhardt, “長スパンの斜張橋” 橋梁と基礎 77-3
- 3) 日本鋼構造協会, 成岡昌夫, 中村恒善, 編 “骨組構造解析法要覧” 培風館
- 4) Ernst, H. J. “Der E-Modul von Seilen unter Berücksichtigung des Durchhanges”  
Bauingenieur, Heft, 2, 1965.
- 5) 前田幸雄, 林正, 前田研一, “サグを考慮したケーブル部材の計算式” 土木学会論文報告集  
第 257 号 1977 年 1 月
- 6) 後藤茂夫 “柔ケーブル部材を有する構造物の解析” 橋梁 1977 年 2 月
- 7) 後藤茂夫, 羽根悟朗, 田中達朗 “接線剛性法による骨組構造物の大変形解析” 土木学会論文報告集  
第 238 号 1975 年 6 月