

## 変形を考慮した斜張橋の解析

## ANALYSIS OF CABLE-STAYED BRIDGE BY FINITE DISPLACEMENT THEORY

長谷川紀夫\*・成岡昌夫\*\*

By Norio Hasegawa and Masao Naruoka

## 1. ま え が き

著者らはさきに「還元法による斜張橋の解析」<sup>1)</sup>、および、「各種構造型式の斜張橋の曲げモーメント、たわみに関する研究」<sup>2)</sup>の二つを発表した。それらは、「外力の作用前後における構造物の形状は不変である」という微小変位理論によって解析したものである。この仮定は普通のスパンの斜張橋を対象とする場合、なんらさしつかえないが、外力の作用による変形の大きい斜張橋に対しては、変形を考慮した解析が必要とされよう。

一般に、変形を考慮すると、アーチ系構造物の微小変位理論による値は危険側の値を、また、吊橋のそれは安全側の値をとるものであるが、A. Feige氏は「斜張橋では吊橋ほどその影響が顕著でなく、桁、および、ケーブルに対し危険側の値をとる」といっている<sup>3)</sup>。

ここでは、それらの影響を調べることを目的として、文献1)に示す解法を拡張して、変形を考慮した斜張橋の解析を行なった。また、2, 3の斜張橋を対象にして、有限変位理論による値と微小変位理論による値の比較を行なったので、これについて述べる。

## 2. 解析の概要

有限変位理論の場合の解析で文献1)と異なる点は、荷重載荷後の変形による桁の部材角の変化、ケーブルの傾斜角の変化、および、塔柱の横移動、および、ちぢみなどを考慮することにある。したがって、最終的には高次の非線形方程式を解くことになるが、それらの根を直接求めることは不可能であるので、荷重載荷後の変形を仮定し、逐次修正して行く方法をとる。

方程式の作り方、および、計算の進め方は、文献1)と同様に行なう。ただし、Punktmatrix、および、Feld-

\* 正会員 元名古屋大学受託研究員、日立造船 KK 鉄構設計部橋設計課

\*\* 正会員 工博 名古屋大学教授、工学部土木工学教室

matrix は、桁の部材角の変化に伴ない、逐次作りかえる必要がある。以下、これらについて述べよう。

## 3. Feldmatrix

図-1に示す桁部材  $l_k$  の両端における変位、断面力の関係  $\eta_k = F_k \cdot \eta_i$  の  $F_k$  は、7列目の荷重項を除き、文献1)に示すものと同一の7次正方マトリックスである。ここでの変位、力ベクトル  $\eta$  における変位は、部材軸に平行な方向、および、垂直な方向の変位である。

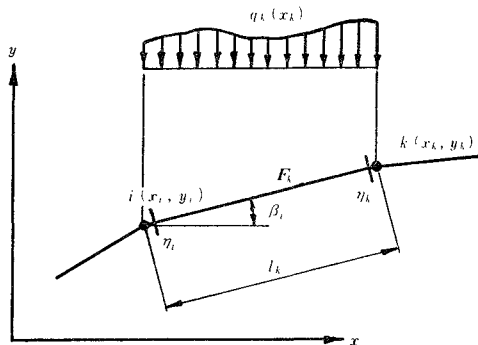


図-1

一般に、格点は図-1に示すような固定座標  $x, y$  に対する座標として与えられている。荷重はこの  $x$  軸、および、 $y$  軸に平行に作用するものとし、荷重項を求める。また、これらの荷重は載荷部材に対して、部材軸に

表-1  $x$  軸に垂直な集中荷重の荷重項

$u_{ko}(l_k/l_0)$	$\frac{E_0 I_0 a_k P_k}{E_k I_k l_0^3 P_0} \sin \bar{\beta}_i$
$w_{ko}(l_k/l_0)$	$\frac{E_0 I_0 a_k^3 P_k}{6 E_k I_k l_0^3 P_0} \cos \bar{\beta}_i$
$\varphi_{ko}(l_k/l_0)$	$-\frac{E_0 I_0 a_k^2 P_k}{2 E_k I_k l_0^3 P_0} \cos \bar{\beta}_i$
$M_{ko}(l_k/l_0)$	$\frac{a_k P_k}{l_0 P_0} \cos \bar{\beta}_i$
$Q_{ko}(l_k/l_0)$	$\frac{P_k}{P_0} \cos \bar{\beta}_i$
$N_{ko}(l_k/l_0)$	$\frac{P_k}{P_0} \sin \bar{\beta}_i$

垂直な力と平行な力にわけられて作用するものとする。たとえば、変形後  $x$  軸に対し  $\bar{\beta}_i$  の傾きをもつ部材  $i-k$  に  $x$  軸に垂直な集中荷重が載荷した場合の荷重項は

表-1 のようになる。表-1 に示す  $\cos \bar{\beta}_i$ , および,  $\sin \bar{\beta}_i$  は変形後の格点  $i, k$  の座標  $i(\bar{x}_i, \bar{y}_i), k(\bar{x}_k, \bar{y}_k)$  より得られ, つぎのようになる。

$$\cos \bar{\beta}_i = \frac{\bar{x}_k - \bar{x}_i}{\sqrt{(\bar{x}_k - \bar{x}_i)^2 + (\bar{y}_k - \bar{y}_i)^2}} \dots\dots\dots(1)$$

$$\sin \bar{\beta}_i = \frac{\bar{y}_k - \bar{y}_i}{\sqrt{(\bar{x}_k - \bar{x}_i)^2 + (\bar{y}_k - \bar{y}_i)^2}} \dots\dots\dots(2)$$

4. Punktmatrix

桁の断面形状は格点において階段状に変化しているものとし, 縦断勾配, および, 変形後の形状は折線をなしているものとする。

図-2 に示すように, 格点  $i$  において部材が時計方向に  $\bar{\theta}_i$  回転している場合,  $U_1$  系より  $U_2$  系への変換は, つぎのようになる。

$$\begin{pmatrix} u_2 \\ w_2 \\ \varphi_2 \\ M_2 \\ Q_2 \\ N_2 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \bar{\theta}_i & \sin \bar{\theta}_i & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -\sin \bar{\theta}_i & \cos \bar{\theta}_i & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \cos \bar{\theta}_i & \sin \bar{\theta}_i & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -\sin \bar{\theta}_i & \cos \bar{\theta}_i & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} u_1 \\ w_1 \\ \varphi_1 \\ M_1 \\ Q_1 \\ N_1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

すなわち,  $\eta_2 = C_i \cdot \eta_1$  .....(3)

変換マトリックス  $C_i$  における  $\cos \bar{\theta}_i, \sin \bar{\theta}_i$  は, つぎのようになる。

$$\left. \begin{aligned} \cos \bar{\beta}_{i-1} &= (\bar{x}_i - \bar{x}_{i-1}) / \bar{l}_i \\ \sin \bar{\beta}_{i-1} &= (\bar{y}_i - \bar{y}_{i-1}) / \bar{l}_i \\ \cos \bar{\beta}_i &= (\bar{x}_{i+1} - \bar{x}_i) / \bar{l}_{i+1} \\ \sin \bar{\beta}_i &= (\bar{y}_{i+1} - \bar{y}_i) / \bar{l}_{i+1} \\ \cos \bar{\theta}_i &= \cos(\bar{\beta}_{i-1} - \bar{\beta}_i) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(4)$$

$$= \{(\bar{x}_i - \bar{x}_{i-1})(\bar{x}_{i+1} - \bar{x}_i) + (\bar{y}_i - \bar{y}_{i-1})(\bar{y}_{i+1} - \bar{y}_i)\} / (\bar{l}_i \cdot \bar{l}_{i+1}) \quad (5)$$

$$\sin \bar{\theta}_i = \sin(\bar{\beta}_{i-1} - \bar{\beta}_i) = \{(\bar{y}_i - \bar{y}_{i-1})(\bar{x}_{i+1} - \bar{x}_i) - (\bar{x}_i - \bar{x}_{i-1})(\bar{y}_{i+1} - \bar{y}_i)\} / (\bar{l}_i \cdot \bar{l}_{i+1}) \quad (6)$$

ここで,  $(\bar{x}, \bar{y}), \bar{l}$  は変形後の格点の座標, および, 部材の長さである。

いま, 注目する格点が単なる断面変化格点 (ケーブル取り付け点, および, 中間支点以外) の場合は, 式 (3) の

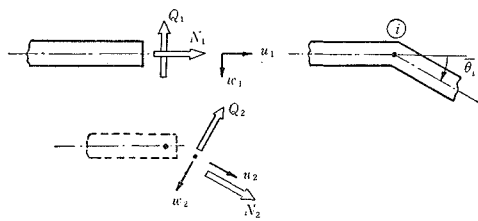


図-2

$C_i$  がそのまま求める Punktmatrix となり, ケーブル取り付け格点, および, 中間支点においては, つぎのように  $C_i$  の第7列目が変わる。

- a) ケーブル取り付け格点 (図-3 参照)
  - {0, 0, 0,  $-(e_i/l_0) \cdot T_i \cos \bar{\varphi}_i,$
  - $-T_i \cdot \sin \bar{\varphi}_i, -T_i \cdot \cos \bar{\varphi}_i, 1}$

- b) 中間支点 (図-4 参照)
  - {0, 0, 0,  $-M_k^t, -\cos \bar{\beta}_k \cdot R_k$
  - $+ \sin \bar{\beta}_k \cdot H_k,$
  - $(-\sin \bar{\beta}_k \cdot R_k - \cos \bar{\beta}_k \cdot H_k), 1}$

ここで,  $M_k^t, R_k, H_k$  は桁が塔柱, または, 中間支承より受ける不静定反力である。

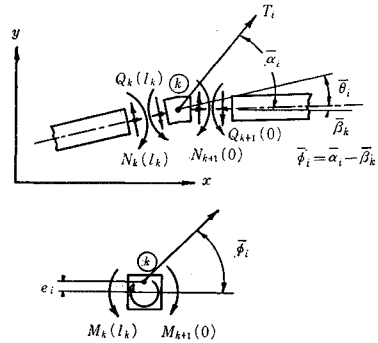


図-3

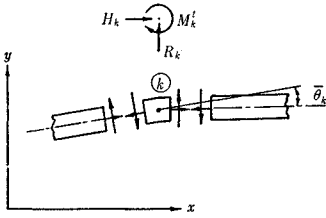


図-4

5. 桁左端の初期ベクトル, および, 右端境界条件の処理

一般に, 初期ベクトルは左端の格点1において, 部材1-2に対して直角方向, および, 軸方向に関する自由度によってきめるのであるが, ここでは,

図-5 に示すように,  $x, y$  軸方向の自由度

によって初期条件を考え,  $x, y$  軸方向の変位, および, 支点反力を初期ベクトルとする。したがって, 格点1の

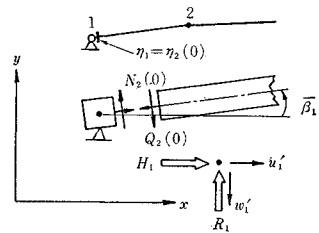


図-5

右側近傍の変位，カベクトル  $\eta_1$  は，つぎのようになる。

$$\eta_1 = C_1 \cdot \eta_1' \dots\dots\dots (7)$$

ここで，

$\eta_1$  : 列ベクトル  $\{u_1, w_1, \varphi_1, M_1, Q_1, N_1, 1\}$

$\eta_1'$  : 列ベクトル  $\{u_1', w_1', \varphi_1, M_1, -R_1 - H_1, 1\}$

$u_1', w_1'$  : 格点1の  $x$  軸，および， $y$  軸方向の変位

$C_1$  : 式 (3) の  $C_i$  の  $\bar{\theta}_i$  を  $-\bar{\beta}_1$  におきかえたものである。

図-6 に示す右端格点  $n$  の境界条件式を得る際に，水平方向に固定で支点沈下のない場合は， $u_n=0, w_n=0$  としてよい。ローラ沓の場合，部材  $(n-1)-n$  の軸方向と沓の変位方向が一致しているならば問題ないが，縦断勾配，および，変形後の部材角の変化により，沓の変位方向の境界条件を必要とする。したがって，格点  $n$  の左側近傍の変位，カベクトル  $\eta_n$  を  $x, y$  座標に変換して，つぎのようになる。

$$\eta_n = C_n \cdot \eta_n' \dots\dots\dots (8)$$

ここで， $\eta_n'$  は列ベクトル  $\{u_n', w_n', \varphi_n, M_n, R_n, H_n, 1\}$  であり， $C_n$  は式 (3) の  $\bar{\theta}_i$  を  $\bar{\beta}_{n-1}$  におきかえたものである。

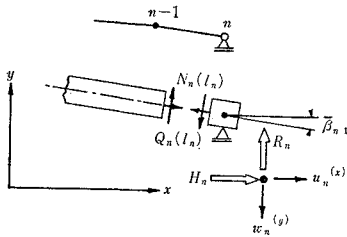


図-6

### 6. 任意の桁格点の変位，カベクトル

$$\eta_i = P_i \cdot F_i \cdot P_{i-1} \cdot F_{i-1} \cdot \dots \cdot P_2 \cdot F_2 \cdot C_1 \cdot \eta_1' \dots\dots (9)$$

任意の桁格点の変位，カベクトル  $\eta_i$  は，文献 1) に示す方法で，式 (9) のように初期ベクトル  $\eta_1'$  に変換マトリックス  $C$ ，Feldmatrix  $F$ ，Punktmatrix  $P$  を逐次前掛けすることにより求まる。これは最終的に，つぎのような形になる。

$$\eta_i = B_i \cdot C_0 + K_1 \cdot D_{1i} + K_2 \cdot D_{2i} + \dots + K_i \cdot D_{ii} \dots\dots (10)$$

ここで，各格点の変位は注目する格点  $k$  の  $k-(k+1)$  部材軸に平行な方向，および，垂直な方向の変位であるので， $x, y$  軸方向の変位を求めたい場合には，つぎのように変換する。

$$\begin{bmatrix} u_i' \\ w_i' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \bar{\beta}_i & \sin \bar{\beta}_i \\ -\sin \bar{\beta}_i & \cos \bar{\beta}_i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_i \\ w_i \end{bmatrix} \dots\dots (11)$$

### 7. ケーブルのつり合い，および，塔柱のつり合い

ケーブルに関しては，図-7 (a)~(c) に示す塔柱側取り付けに応じて，文献 1) と同様の考え方により，つり合い方程式が作られる。塔柱に関しても，文献 1) と同様である。ただし，ここでは変形に伴うケーブル傾斜角の変化，塔柱のちぢみ，および，横移動などを考慮してつり合いを考える。

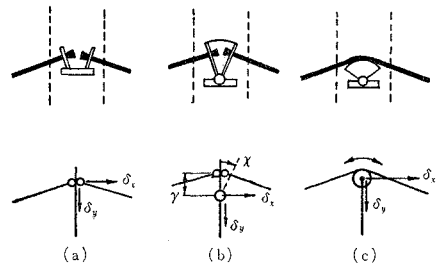


図-7

### 8. 数値計算

連立方程式は文献 1) とまったく同様にして作られるのであるが，これらの根を直接求めることは不可能である。したがって，つぎのような方法で荷重載荷後の変形を仮定し，線型計算のくりかえしによって，変形を逐次修正して，非線形問題を処理することにした。

1) 桁格点の変位  $\Delta x, \Delta y$  ( $u', w'$ )，塔柱格点の変位  $\delta_x, \delta_y$  および，揺り沓の回転角  $x$  を 0 とおいて，連立一次方程式を解き，おのおのの変位を求める。

2) 1) で得たおのおのの変位を桁の部材角，および，ケーブルの傾斜角などに考慮して，連立一次方程式を立て直し，再びそれを解き，おのおのの変位を求める。

3) 2) の「修正→再計算→修正→…」をくりかえし，得られた変位が仮定したものと一致するまで行なう。

この反復の収束の判定として，つぎの式を定め，そのときの値を正值とする。

$$\text{Max}_i |( \Delta x_i^{(n)} - \Delta x_i^{(n-1)} ) / \Delta x_i^{(n)}| < \epsilon \dots\dots (12)$$

$$\text{Max}_i |( \Delta y_i^{(n)} - \Delta y_i^{(n-1)} ) / \Delta y_i^{(n)}| < \epsilon \dots\dots (13)$$

式 (12)，(13) の  $n$  は反復の回数であり， $\Delta x_i^{(0)}=0, \Delta y_i^{(0)}=0$  である。 $\epsilon$  は精度である。

上記の反復の過程において，吊橋のように一次理論値との差が大きい場合には収束しないことがある<sup>4)</sup>。そこで，つぎの反復に移る際，前回で得た変位にダンピングをつけ，次回に用いることにより，解の振動，または，発散を防ぐことが行なわれる。収束しない原因として

は、一次理論値と二次理論値による変形のずれの大きいことが上げられる。斜張橋の場合は、吊橋とくらべて剛性が大きく、たわみが小さく、筆者らの経験では、ほとんどその必要はないと思われたが、一応、つぎのようなダンピング  $\mu$  をつけることにした。

$$\Delta x_i = \Delta x_i^{(n-1)} + \mu(\Delta x_i^{(n)} - \Delta x_i^{(n-1)}) \dots\dots\dots(14)$$

$$\Delta y_i = \Delta y_i^{(n-1)} + \mu(\Delta y_i^{(n)} - \Delta y_i^{(n-1)}) \dots\dots\dots(15)$$

ここで、 $\mu$  の値は 0.8~0.9 ぐらいが一番反復の回数が少なく、また、 $\mu=1.0$  においても、ほとんど 10 回以内の反復で収束する、ということが結果的に得られた。

9. 計算例

図-8 に示す斜張橋は、実際に架設されたもの、および、計画されたものであり、それらを対象に設計荷重を載荷して計算を行なった。それぞれの斜張橋の断面諸量、荷重強度、構造の概略を表-2, 3, 4 に示す。表-2, 3 の値の中には、ごくラフな値もあり、活荷重に対しては衝撃、または、線荷重、および、分布荷重の透減を考慮してあるもの、ないものもある。この種の計算においては、架設完了時のケーブルの張力、および、プレストレス、反復の初期状態、荷重の載荷方法など、種々問題があると思われるが、ここでは設計の詳細について云々するのが目的でないので、単なる数値例にとどめた。

Data 1~Data 5 の斜張橋に対して、死荷重と活荷重を載荷し、各 Data の中央スパン中央の曲げモーメント  $M_1$ 、および、たわみ  $w_1$ 、側スパン外側のケーブル（図中太線）の張力  $T_1$ 、中間支点上の曲げモーメント  $M_2$ 、および、軸方向力  $N_2$  について、一次理論による値 (EL) と有限変位理論による値 (FI) の比較を行ない、表-5 に示す。それぞれの値は、 $\{(FI-EL)/EL\} \times 100$  を求めたものである。

表-5 よりわかるように、Data 1~Data 3 においては、それほど顕著な影響が見られない。Data 4 においては、Data 1~Data 3 と同じような傾向を示しているものの、変形による影響はかなり大きくなっている。Data 5 においては、Data 1~Data 4 の傾向とは異なり、すべての値が小さくなっている。

以上の計算結果より、すべての斜張橋の解析に

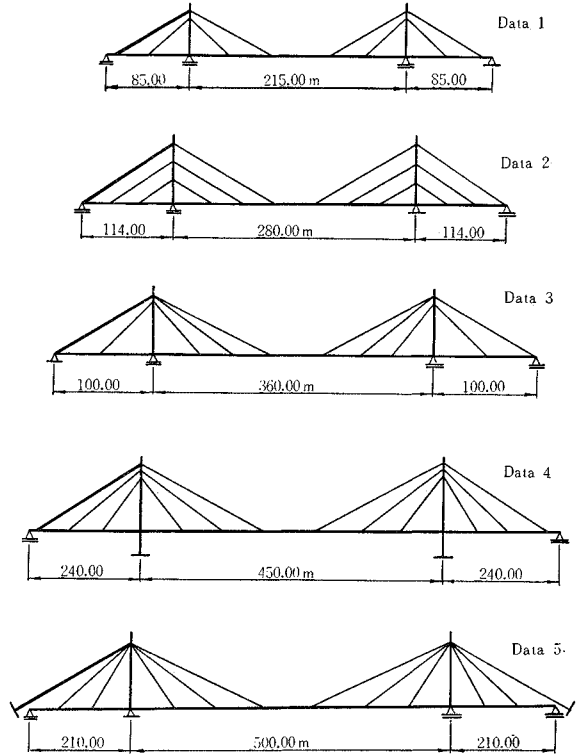


図-8

表-2 断面諸量

	Data 1	Data 2	Data 3	Data 4	Data 5	
桁	$I(m^4)$	0.202406	1.70	1.210	6.1335~7.7419	1.890
	$A(m^2)$	0.147960	0.60	0.120	1.0550~1.2078	0.973
	$E(t/m^2)$	$2.1 \times 10^7$	$2.1 \times 10^7$	$2.1 \times 10^7$	$2.1 \times 10^7$	$2.1 \times 10^7$
ケーブル	$A(m^2)$	0.00832~0.01240	0.030~0.043	0.006348~0.026548	0.02547~0.05112	0.044~0.112
	$E(t/m^2)$	$1.6 \times 10^7$	$1.6 \times 10^7$	$2.0 \times 10^7$	$1.6 \times 10^7$	$1.6 \times 10^7$
	塔柱	$I(m^4)$	0.019730	0.90	0.162866	3.477
$E(t/m^2)$		$2.1 \times 10^7$	$2.1 \times 10^7$	$2.1 \times 10^7$	$2.1 \times 10^7$	$2.1 \times 10^7$
$A(m^2)$		0.008826	0.44	0.12	0.7454~1.520	0.736

表-3 荷重強度

	Data 1	Data 2	Data 3	Data 4	Data 5
死荷重(前+後)	2.9 t/m	13.0 t/m	5.113 t/m(側スパン) 4.174 t/m(中央スパン)	21.119 t/m	13.3 t/m
活荷重	1.3 t/m(分布) 20.0 t(線)	4.3 t/m	1.4 t/m	3.720 t/m	7.2 t/m(分布) 54.0 t(線)

表-4 Data 1~Data 5 の構造の概略

Data	1	2	3	4	5
塔柱側ケーブル取付(塔頂より)*	1, 1	1, 3, 3	1, 1	2, 1, 1	1
塔柱と桁との結合状態	分離	分離	分離	ストラット上にヒンジ支承	分離
ケーブルの配置	2面ザイル	1面ザイル	2面ザイル	1面ザイル	1面ザイル
補剛	2主桁	1-Box	トラス	1-Box	1-Box
塔柱基部	ピン	固定	ピン	固定	固定

(\* 1: 固定番, 2: 揺り番, 3: スライド番)

表-5  $\{(FI-EL)/EL\} \times 100 (\%)$ 

	Data 1	Data 2	Data 3	Data 4	Data 5
$M_1$	2.55	2.29	3.34	7.54	-9.15
$w_1$	2.70	8.64	3.01	11.61	-6.01
$M_2$	0.76	3.26	0.60	1.51	-0.20
$N_2$	-0.94	-3.78	-1.12	-15.82	-5.50
$T_1$	-0.60	-1.36	-0.86	-0.20	-8.57

おける、変形のおよぼす影響について断言することはできないが、Data 1~Data 4の結果からは、 $M_1$ ,  $M_2$ ,  $w_1$  に関しては大きな値を、 $N_2$ ,  $T_1$  に関しては小さな値を示すことがわかった。Data 5については、似たようなスパン、ケーブル配置である Data 4 とくらべて、 $M_1$ ,  $w_1$ ,  $M_2$  が異なった傾向を示すということは、判断に苦しむ。筆者の独断ではあるが、Data 4 と Data 5 とは、ケーブルの断面積、桁の断面二次モーメント、および、荷重強度も相当に異なり、 $E_c I_G / E_c A_c$  をくらべると、その比は、Data 4 : Data 5 は約 240 : 約 30 = 8 : 1 であり、それらによるものと判断した。

反復の回数は、 $\mu=0.8$ ,  $\epsilon=0.001$  で、Data 1~3 は  $n=3\sim 5$ , Data 4, 5 は  $n=5\sim 8$  であった。

ここで、計算精度確認のため、Data 4 (対称構造) に対称荷重を載荷した。対称格点における変位、および、断面力は、一次理論では有効数字7けた (out put : E 15.7), 有限変位理論では5けたまで一致した。また、一次理論の値は、変形法によるものとよく一致している。この計算は、部材長にくらべて小さい変位を考慮するため、Double-Precision を用いた。

## 10. む す び

以上、還元法による斜張橋の有限変位解析と若干の数

値例を示した。ケーブルの特殊な取り付けに対して、変形法でも近似できるが、それとは別に、この解法では、1) 計算時間が変形法にくらべて短いこと、2) 桁の格点数が増加しても連立方程式の元数は増加しない。したがって、多元の連立方程式を解く必要がない、3) インコーアで処理できる斜張橋の大きさが一段と大きいこと、があげられる。ただ、桁格点数が多くなった場合、式(9)のようなマトリックス演算の回数が増え、精度が悪くなることが考えられるけれども、今まで取り扱ったものについては、問題にはならなかった。

中大橋として最も経済的な橋梁形式として注目されている斜張橋は、ますます発展して行くと思われる。それとともに、スパンも長大化し、解析の面でも種々問題が起こり、各種構造形式の選定とともに、本文で取り扱った有限変位解析も必要とされるであろう。その際、多少なりとも本文が参考になるところがあれば、幸いである。

最後に、各方面より種々の計算データを提供していただいた。ここで謝意を表したい。

なお、数値計算はすべて東京大学大型計算機センターの HITAC 5020 E によった。

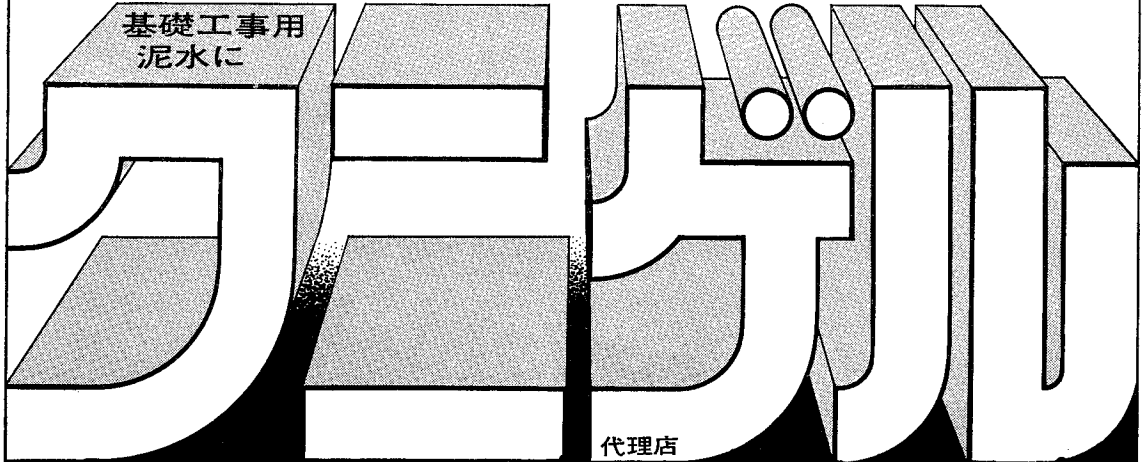
### 参 考 文 献

- 1) 長谷川・成岡：還元法による斜張橋の解析，土木学会誌，53.5 (昭和 43.5)，pp. 59~65.
- 2) 長谷川・成岡：各種構造型式の斜張橋の曲げモーメント，たわみに関する研究，土木学会誌，53.8 (昭和 43.9)，pp. 88~95.
- 3) Adolf Feige : THE EVOLUTION OF GERMAN CABLE-STAYED BRIDGES, AN OVERALL SURVEY, Acier Stahl Steel, Vol. 12 (1966), pp. 523~532.
- 4) 藤野・大坂：任意形式の吊橋の静的構造解析法，三菱重工技報，3.6 (昭和 42.12)，pp. 557~563.

(1968. 10. 22・受付)

業界に絶対信用ある…  
山形産ベントナイト

- 高い粘性によるコストダウン
- 高い膨潤
- 少ない沈澱
- 品質安定

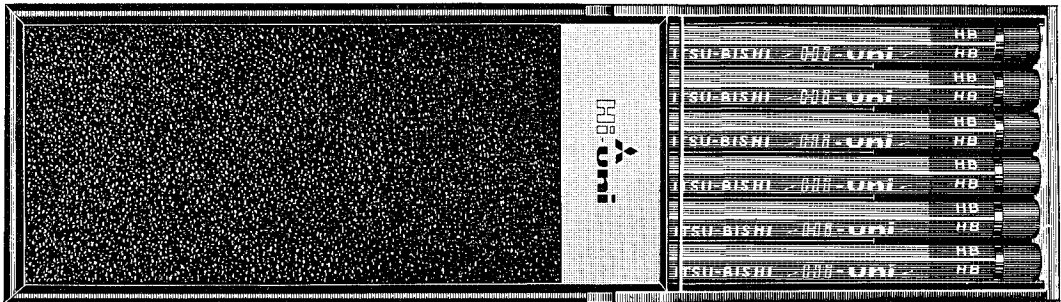


代理店

国峯砒化工業株式会社      ベントナイト産業株式会社

本社 東京都中央区新川1-10 電話(552)6101代表      東京都港区新橋2-18-2 電話 東京(571)4851-3  
工場 山形県大江町左沢 電話 大江 2255-6  
鉱山 山形県大江町月布 電話 貴見 14

世界の鉛筆メーカーに先がけてついに成功！      ミクロのシン



■ハイ・ユニは世界最初のミクロのシンです。三菱鉛筆の技術の結晶です。  
黒鉛と粘土を大小さまざまな微粒子にして、理想的に配合しました。  
ハイ・ユニが、いままでの鉛筆にくらべて、ズバ抜けてすぐれているのは、  
このためです。

9H→6B・17硬度・1ダース ¥1200    1本 ¥100

**三菱鉛筆** | **ハイトユニ**

三菱鉛筆株式会社

昭和三十七年五月二十八日  
昭和四十四年九月二十五日

（郵便物送可）  
行刷（毎月一回）  
（二十日発行）

土  
学  
会  
論  
文  
報  
集  
第  
1  
6  
9  
号



トンネルの  
ライニングに  
的確な急結効果  
を発揮する……

乾式吹付コンクリート用  
セメント急結剤！！

# QP 500

(クイックセットP-500)

トンネルの一時ライニングに「クイックセットP-500」はその経済性、速効性を、膏函トンネル試掘坑を始め、各所に於て認められ採用されております。

- 湿砂使用に急結効果を発揮する。
- 使用上の安全性が優れている。
- 付着性が大きく跳返り損失が少ない。
- 吸湿性が小さいため保存性がよい。

カタログ・技術資料贈呈

東京都港区六本木3-16-26 ☎ 582-8811  
大阪市東区北浜3-7 (広銀ビル) ☎ 242-3294  
仙台市東二番丁6-8 (富士ビル) ☎ 24-1631

**ボソリス物産株式会社**

名古屋市中区新栄町1-6 (朝日生命館) ☎ 262-3661  
広島市八丁堀12-22 (誠地ビル) ☎ 21-5571  
福岡・二本木・高岡・札幌・千葉・高松

価  
二  
〇  
〇  
円