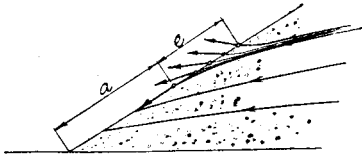


図—11



となり同じ θ に対しては斜面全体について等しい値を得る。 θ が変化すればこれ等の値は変化するが、豊浦砂の場合について $\theta=30^\circ$, $\theta=45^\circ$ の時はそれぞれ

$$\theta=30^\circ \begin{cases} p'=1.082 \text{ gr/cm}^2 \\ \beta=50^\circ 16' \\ \tau=0.832 \text{ gr/cm}^2 \end{cases}$$

$$\theta=45^\circ \begin{cases} p'=1.066 \text{ gr/cm}^2 \\ \beta=64^\circ 22' \\ \tau=0.961 \text{ gr/cm}^2 \end{cases}$$

となり θ が大きければ τ は大きくなる。

法面がまず e の部分から崩れ始めることについては次のように解釈したいと思う。すなわち浸出面は空気に接する不連続面で自由表面ではあるが等ポテンシャル線をなしていない。特に e 部分においては表面張力の影響をうけている毛管水流が浸潤線以下の浸透流のために引張られて (Draggel) 集中的に強く流出するものと考えられる。そしてこの場合斜面が等ポテンシャル線となるように毛管水が流出する。一度崩壊が起れば図—10に示すような状態となり、その部分におい

ては θ が極めて大きくなるから τ が大きくなるものと思われる。崩壊が進めば普通の法面安定理論に近ずき集団的崩壊に移る。また砂粒子が比較的小さい場合には集団的崩壊は粘性土壌からなる法面崩壊に類似し、それが液性限界に達して崩壊するのとよく似ている。

6. 結 語

本実験は凝集力を持たない砂による法面が浸透水圧をうけて崩壊する機構を明らかにしようとして (8) 式の理論が成立するか否かを検討した浸出面 a の外に e の存在することを定量的に認めようとしたのであるが、それが極めて困難であつたことは遺憾である。殊に後者の問題に関しては表面張力の影響を無視した実験等によつて⁶⁾ もつと深く研究したいと思つている。読者諸賢の御批判を切に望む次第である。

参考文献その他

- 1) 著者：堤体の渗透流決定に関する実験 土木学会誌 第 36 卷 7 号, 昭.26
- 2) 内田茂男：土堰堤内の渗透水流について (山口堰堤の実例) 理工学研究所報告 第 4 卷第 1—2 号, 第 4 卷第 3—4 号
- 3) W. Bernatzik : Grenzneigung von Sandböschung bei gleichzeitiger Grundwasserströmung. Bautechnik, s. 634~642 1940
- 4) 久宝 保：土砂の水中傾斜角について 土木技術 第 6 卷第 5 号 昭.26
- 5) 物部長穂：浸潤作用に対する土堤の安定について 土木学会誌 第 4 卷第 2 号 大.7
- 6) 内田茂男：自由境界を有する非定常渗透流について 土木学会誌 第 37 卷第 2 号 昭.27 (昭. 27. 5. 23)

UDC 624.041:624.072.334.1

フィレンデル桁の一解法

正 貞 川 上 暢 夫*

A METHOD OF SOLUTION FOR A VIELENDEEL'S FRAME.

(JSCE. Oct. 1952)

Nobuo Kawakami, C.E. Member.

Synopsis A Viendeel's frame may be considered as a structure composed of many panel-rahmens like as shown in Fig.2. The author got an approximate solution for this frame by calculating the stress and amount of deflection of these rahmens individually and putting them together, without solving many simaltaneous equations.

要旨 フィレンデル桁は多数の門形ラーメンの集合体と考えられる。各個のラーメンにおける応力および歪について別々に検討し、これを総合することによつて、近似的に解こうとするのであつて、この際多数の

連立方程式を立てる必要はない。

[] 各個門形ラーメンの性質

図—1 に示すようなフィレンデル桁の第 m 格間の門形ラーメンを取り出せば、図—2 のようになる。ここに M_{m-1u} , H_{m-1u} , V_{m-1u} , M_{m-1l} , H_{m-1l} , V_{m-1l}

* 山口大学助教授, 工学部土木教室

は第 $m-1$ 格間より及ぼされた力であつて、 P_{mu} および P_{ml} は桁につけている格点荷重である。また M_{mu} , H_{mu} , V_{mu} , M_{ml} , H_{ml} , V_{ml} は支点 $m+1u$ および $m+1l$ における反力であつて、第 $m+1$ 格間におよぼす力に等しい。今 A は部材の断面積、 I は慣性モーメント、 l は部材の長さとする。

図-1

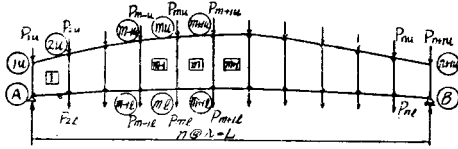


図-2

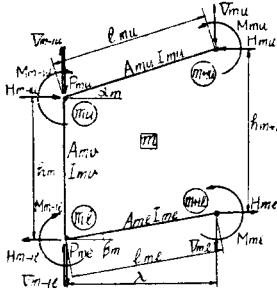
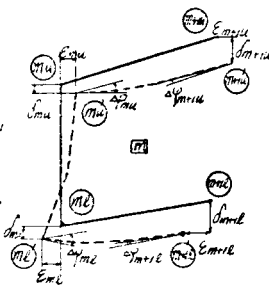


図-3



今 $\Sigma H=0$ を適用すれば、

$$H_{mu} = H_{ml} \dots\dots\dots (1)$$

$\Sigma V=0$ を適用すれば、

$$V_{mu} + V_{ml} = S_m \dots\dots\dots (2)$$

h_{m+1} の中央の点を中心として、 $\Sigma M=0$ を適用すれば、

$$M_{mu} + M_{ml} + \frac{1}{2} h_{m+1} (H_{mu} + H_{ml}) = u_{m+1} \dots\dots\dots (3)$$

ここに、 S_m は AB を単純ばりと考えた場合の第 m 格間の剪断力、 u_{m+1} は同じく格点 $m+1$ における曲げモーメントとする。*

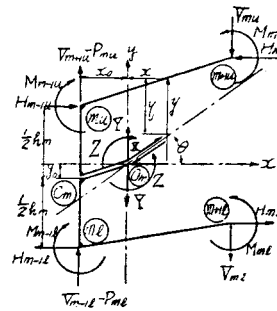
$$\left. \begin{aligned} x_0 &= \frac{(\omega_{mu} + \omega_{ml}) \lambda^2}{2 \{ (\omega_{mu} + \omega_{ml}) \lambda + h_m \}} \\ y_0 &= \frac{\{ \lambda (\omega_{mu} \tan \alpha_m + \omega_{ml} \tan \beta_m) + (\omega_{mu} - \omega_{ml}) h_m \} \lambda}{2 \{ (\omega_{mu} + \omega_{ml}) \lambda + h_m \}} \\ \tan \theta &= \frac{k_m (\omega_{mu} \tan \alpha_m + \omega_{ml} \tan \beta_m) + g_m (\omega_{mu} q_{mu} - \omega_{ml} q_{ml}) - x_0 y_0 h_m}{k_m (\omega_{mu} + \omega_{ml}) + x_0^2 h_m} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (7)$$

ここに、 g は O_m 点において垂直線を描きそれが上弦および下弦と交わるまでの長さとする。すなわち

$$\left. \begin{aligned} q_{mu} &= \frac{1}{2} h_m - y_0 + x_0 \tan \alpha_m \\ q_{ml} &= \frac{1}{2} h_m + y_0 - x_0 \tan \beta_m \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (8)$$

$$\left. \begin{aligned} \text{また } k_m &= \frac{\lambda}{3} (\lambda^2 - 3\lambda x_0 + 3x_0^2) \\ g_m &= \frac{\lambda}{2} (\lambda - 2x_0) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (9)$$

図-4



*次にこのラーメンの変位および変形は図-3に示すようなものとする。ここに実線は原形、点線は変形後の形であつて、 ϵ は節点の水平移動、 δ は垂直移動、 $\Delta\phi$ は回転角とする。

今このラーメンを垂

直材 h_m の中心点 C_m において切断し、剛体の棒 $C_m O_m$ をとりつけ、その先端 O_m に X, Y, Z の3力を用せしめ (図-4)、この3力の作用は C_m 点にちょうど実際の応力に等しい応力を生ぜしめる大きさおよび方向を有するものとし、この3力を未知数として解く。今支点の反力は次のようになる。

$$\left. \begin{aligned} M_{mu} &= -X \eta_{m+1u} \cos \theta + Y (\lambda - x_0) + Z + 2R_{m+1u} \\ M_{ml} &= -X \eta_{m+1l} \cos \theta - Y (\lambda - x_0) - Z - 2R_{m+1l} \\ H_{mu} &= H_{m-1u} + X \cos \theta \\ H_{ml} &= H_{m-1l} + X \cos \theta \\ V_{mu} &= (V_{m-1u} - P_{mu}) + X \sin \theta + Y \\ V_{ml} &= (V_{m-1l} - P_{ml}) - X \sin \theta - Y \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (4)$$

ここに、

$$\left. \begin{aligned} 2R_{m+1u} &= M_{m-1u} + (V_{m-1u} - P_{mu}) \lambda \\ &\quad - H_{m-1u} \lambda \tan \alpha_m \\ 2R_{m+1l} &= -M_{m-1l} - (V_{m-1l} - P_{ml}) \lambda \\ &\quad - H_{m-1l} \lambda \tan \beta_m \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (5)$$

また

$$\left. \begin{aligned} \omega_{mu} &= \frac{I_m v}{I_{mu}} \sec \alpha_m, \quad \omega_{ml} = \frac{I_m v}{I_{ml}} \sec \beta_m \\ v_{mu} &= \frac{A_m v}{A_{mu}} \sec \alpha_m, \quad v_{ml} = \frac{A_m v}{A_{ml}} \sec \beta_m \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (6)$$

とおけば、 O_m 点の位置および方向は次のようになる。

次に、剪断力の影響は小さいから、これを無視して不静定力 X, Y, Z をもとめると、(10)の方程式をとけばよい。

$$\left. \begin{aligned} X \left\{ \int \frac{I_c}{I} M_a^2 ds + \frac{I_c}{A_c} \int \frac{A_c}{A} N_a^2 ds \right\} + Y \frac{I_c}{A_c} \int \frac{A_c}{A} N_a N_b ds &= \int \frac{I_c}{I} M_0 M_a ds + \frac{I_c}{A_c} \int \frac{A_c}{A} N_0 N_a ds - EI_c L_a \\ X \frac{I_c}{A_c} \int \frac{A_c}{A} N_a N_b ds + Y \left\{ \int \frac{I_c}{I} M_b^2 ds + \frac{I_c}{A_c} \int \frac{A_c}{A} N_b^2 ds \right\} &= \int \frac{I_c}{I} M_0 M_b ds + \frac{I_c}{A_c} \int \frac{A_c}{A} N_0 N_b ds - EI_c L_b \\ Z \int \frac{I_c}{I} M_c^2 ds &= \int \frac{I_c}{I} M_0 M_c ds - EI_c L_c \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (10)$$

ここに、 I_c, A_c は任意の定数であるが、 $I_c = I_{mv}, A_c = A_{mv}$ とする。また L は支点移動の影響であつて、

$$\left. \begin{aligned} L_a &= \left\{ \sin \theta (\lambda - x_0) - \cos \theta \left(\frac{1}{2} h_m - y_0 + \lambda \tan \alpha_m \right) \right\} \Delta \varphi_{m+1u} \\ &\quad - \left\{ \sin \theta (\lambda - x_0) + \cos \theta \left(\frac{1}{2} h_m + y_0 - \lambda \tan \beta_m \right) \right\} \Delta \varphi_{m+1l} \\ &\quad + \cos \theta (\varepsilon_{m+1u} + \varepsilon_{m+1l}) - \sin \theta (\delta_{m+1u} - \delta_{m+1l}) \\ L_b &= (\lambda - x_0) (\Delta \varphi_{m+1u} - \Delta \varphi_{m+1l}) - (\delta_{m+1u} - \delta_{m+1l}) \\ L_c &= \Delta \varphi_{m+1u} - \Delta \varphi_{m+1l} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (11)$$

今 (10) 式は次の形になつている。

$$\left. \begin{aligned} AX + BY &= P - L_a \\ CX + DY &= Q - L_b \\ EZ &= R - L_c \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (12)$$

この方程式を解けば、次のようになる。

$$\left. \begin{aligned} X &= \frac{DP - BQ}{AD - BC} - \frac{DL_a - BL_b}{AD - BC} = \bar{X} - X' \\ Y &= \frac{AQ - CP}{AD - BC} - \frac{AL_b - CL_a}{AD - BC} = \bar{Y} - Y' \\ Z &= \frac{R}{E} - \frac{L_c}{E} = \bar{Z} - Z' \end{aligned} \right\} * \dots\dots\dots (13)$$

* (13) 式における $\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z}$ はこのラーメンが支点 $m+1u$ および $m+1l$ において移動および回転が全然ない場合の X, Y, Z の値であつて各ラーメン別々に求めることができる。また X', Y', Z' は支点の移動および回転の影響であつて、 $\varepsilon_{m+1}, \delta_{m+1}, \Delta \varphi_{m+1}$ がわからなければ求めることができない。

(10) 式における各項の値は次の通りである。

$$\left. \begin{aligned} \int \frac{I_c}{I} M_a^2 ds &= \left\{ \omega_{mu} (k_m \gamma m u^2 + g_m \gamma m u q m u + \lambda q m u^2) + \omega_{ml} (k_m \gamma m l^2 - 2 \gamma m \gamma m l q m l + \lambda q m l^2) \right. \\ &\quad \left. + h_m \left(\frac{1}{12} h_m^2 + \frac{1}{2} y_0^2 - 2 x_0 y_0 \tan \theta + x_0^2 \tan^2 \theta \right) \right\} \cos^2 \theta \\ \int \frac{I_c}{I} M_b^2 ds &= k_m (\omega_{mu} + \omega_{ml}) + x_0^2 h_m \\ \int \frac{I_c}{I} M_c^2 ds &= \lambda (\omega_{mu} + \omega_{ml}) + h_m \\ \int \frac{A_c}{A} N_a^2 ds &= \lambda \left\{ v_{mu} \cos^2 (\theta - \alpha_m) + v_{ml} \cos^2 (\theta - \beta_m) \right\} + h_m \sin^2 \theta \\ \int \frac{A_c}{A} N_b^2 ds &= \lambda (v_{mu} \sin^2 \alpha_m + v_{ml} \sin^2 \beta_m) + h_m \\ \int \frac{A_c}{A} N_a N_b ds &= \lambda \left\{ v_{mu} \cos (\theta - \alpha_m) \sin \alpha_m + v_{ml} \cos (\theta - \beta_m) \sin \beta_m \right\} + h_m \sin \theta \\ \int \frac{I_c}{I} M_0 M_a ds &= \left[\omega_{mu} \left\{ k_m P_{mu} \gamma m u + g_m (R_{mu} \gamma m u + P_{mu} q m u) \right\} + \lambda R_{mu} q m u \right. \\ &\quad \left. + \omega_{ml} \left\{ k_m P_{ml} \gamma m l + g_m (R_{ml} \gamma m l - P_{ml} q m l) - \lambda R_{ml} q m l \right\} \right] \cos \theta \\ \int \frac{I_c}{I} M_0 M_b ds &= -\omega_{mu} (k_m P_{mu} + g_m R_{mu}) - \omega_{ml} (k_m P_{ml} + g_m P_{ml}) \\ \int \frac{I_c}{I} M_0 M_c ds &= -\omega_{mu} (g_m P_{mu} + \lambda R_{mu}) - \omega_{ml} (g_m P_{ml} + \lambda R_{ml}) \\ \int \frac{A_c}{A} N_0 N_a ds &= \lambda \left\{ v_{mu} N_{mu0} \cos (\theta - \alpha_m) - v_{ml} N_{ml0} \cos (\theta - \beta_m) \right\} \\ \int \frac{A_c}{A} N_0 N_b ds &= \lambda \left\{ v_{mu} N_{mu0} \sin \alpha_m - v_{ml} N_{ml0} \sin \beta_m \right\} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (14)$$

ここに

$$\left. \begin{aligned}
 \gamma_{mu} &= \tan \alpha_m - \tan \theta \\
 \gamma_{ml} &= \tan \beta_m - \tan \theta \\
 N_{mu0} &= -H_{m-1u} \cos \alpha_m - (V_{m-1u} - P_{mu}) \sin \alpha_m \\
 N_{ml0} &= H_{m-1l} \cos \beta_m - (V_{m-1l} - P_{ml}) \sin \beta_m \\
 P_{mu} &= V_{m-1u} - P_{mu} - H_{m-1u} \tan \alpha_m \\
 P_{ml} &= V_{m-1l} - P_{ml} + H_{m-1l} \tan \beta_m \\
 R_{mu} &= P_{mu} x_0 + M_{m-1u} \\
 R_{ml} &= P_{ml} x_0 + M_{m-1l}
 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (15)$$

上記の値を用い、A, B, C, D, E, P, Rの値を求めれば、(13) 式より X, Y, Zの値を求めることができる。

しかし X', Y', Z' の値は ε, δ, Δφ の値がわからなければ求めることはできない。

【II】 撓み ε, δ, Δφ の値

ε, δ, Δφ の値はその1個の格間ラーメンのみによつて決定せられるものでなく、全スパンの各ラーメンにたがいに関連している値である。

今支点 m-1u および m

+1l において固定せられ

ている場合の節点 mu およ

び ml の撓み a, b, τ を

求める (図-5)。

今節点 mu および ml に

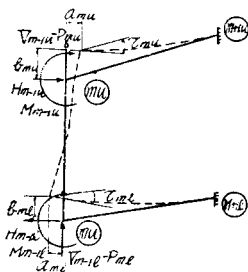
かかる荷重を順次1とした

場合の不静定力、および部

材の任意の点における応力

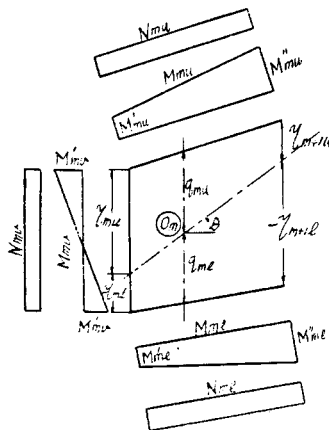
を次のようにとる。

図-5



$$\left. \begin{aligned}
 H_{m-1u}=1 & \text{ の場合不静定力 } X_I Y_I Z_I \text{ 応力 } M_I N_I \\
 H_{m-1l}=1 & \text{ " } X_{II} Y_{II} Z_{II} \text{ " } M_{II} N_{II} \\
 V_{m-1u}-P_{mu}=1 & \text{ " } X_{III} Y_{III} Z_{III} \text{ " } M_{III} N_{III} \\
 V_{m-1l}-P_{ml}=1 & \text{ " } X_{IV} Y_{IV} Z_{IV} \text{ " } M_{IV} N_{IV} \\
 M_{m-1u}=1 & \text{ " } X_V Y_V Z_V \text{ " } M_V N_V \\
 M_{m-1l}=1 & \text{ " } X_{VI} Y_{VI} Z_{VI} \text{ " } M_{VI} N_{VI}
 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (16)$$

図-6



応力 M, Nは図-6 に示すとおりである。その値は、

$$\left. \begin{aligned}
 M_{mu}'' &= \mathfrak{R}_{m+1u} - X \eta_{m+1u} \cos \theta + Y(\lambda - x_0) + Z \\
 M_{mu}' &= M_{m-1u} + M_{mv}' \\
 M_{mv}' &= -X \eta_{mu} \cos \theta - Y x_0 + Z \\
 M_{mv}'' &= -X \eta_{ml} \cos \theta - Y x_0 + Z \\
 M_{ml}' &= -M_{m-1l} + M_{mv}'' \\
 M_{ml}'' &= \mathfrak{R}_{m+1l} + X \eta_{m+1l} \cos \theta + Y(\lambda - x_0) + Z \\
 N_{mu} &= N_{mu0} - X \cos(\theta - \alpha_m) - Y \sin \alpha_m \\
 N_{mv} &= -Y - X \sin \theta \\
 N_{ml} &= N_{ml0} + X \cos(\theta - \beta_m) + Y \sin \beta_m
 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (17)$$

各場合における N₀, P, R, R, M', M'' の値は表-1 に示す通りである。

表-1 の値を (14) 式に代入して得られた値を用いれば (13) 式より X, Y, Z の値を求めることができる。また (17) 式より M, N の値を求めることができる。そうすれば仮想仕事の原理により、

表-1

場 合	N _{mu0}	N _{ml0}	P _{mu}	P _{ml}	R _{mu}	R _{ml}	℞ _{m+1u}	℞ _{m+1l}	M _{mu}'}	M _{mu}''}
H _{m-1u} =1	-cos α _m	0	tan α _m	0	-x ₀ × tan α _m	0	-λ × tan α _m	0	M _{mv}'}	M _{mv}''}
H _{m-1l} =1	0	cos β _m	0	tan β _m	0	x ₀ tan β _m	0	-λ × tan β _m	"	"
V _{m-1u} -P _{mu} =1	-sin α _m	0	1	0	x ₀	0	λ	0	"	"
V _{m-1l} -P _{ml} =1	0	-sin β _m	0	1	0	x ₀	0	-λ	"	"
M _{m-1u} =1	0	0	0	0	0	1	0	0	1+	M _{mv}'}
M _{m-1l} =1	0	0	0	0	0	0	1	0	-1	M _{mv}''}

$$\left. \begin{aligned} a_{mu} &= \int \frac{MM_I}{EI} ds + \Sigma \frac{NN_I}{EA} l \\ a_{r+1u} &= \int \frac{MM_{II}}{EI} ds + \Sigma \frac{NN_{II}}{EA} l \\ b_{mu} &= \int \frac{MM_{III}}{EI} ds + \Sigma \frac{NN_{III}}{EA} l \\ b_{r+1u} &= \int \frac{MM_{IV}}{EI} ds + \Sigma \frac{NN_{IV}}{EA} l \\ \tau_{mu} &= \int \frac{MM_V}{EI} ds + \Sigma \frac{NN_V}{EA} l \\ \tau_{r+1u} &= \int \frac{MM_{VI}}{EI} ds + \Sigma \frac{NN_{VI}}{EA} l \end{aligned} \right\} \dots\dots (18)$$

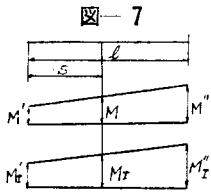


図-7 (18) 式の各項の計算は次のようにして行う。まず $\int \frac{MM_I}{EI} ds$ を計算するには、(17) 式より各部材の両端における曲げモーメント M, M_I を求めれば図-7 のようになる。

M, M_I はそれぞれ (a) 式であらわされる。

$$\left. \begin{aligned} M &= ps + q \\ M_I &= p_I s + q_I \end{aligned} \right\} \dots\dots (a)$$

ここに、

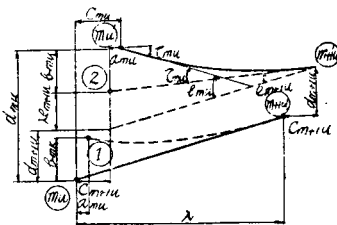
$$\left. \begin{aligned} p &= \frac{M'' - M'}{l} & p_I &= \frac{M_I'' - M_I'}{l} \\ q &= M' & q_I &= M_I' \end{aligned} \right\} \dots\dots (b)$$

そうすれば、

$$\int \frac{MM_I}{EI} ds = \Sigma \frac{1}{EI} \left\{ \frac{1}{3} p p l^3 + \frac{1}{2} (p q_I + p_I q) l^2 + q q_I l \right\} \dots\dots (19)$$

また $\Sigma \frac{NN_I}{EA} l$ の計算は簡単に求めることができる。以下同様にして求めることができる。

図-8



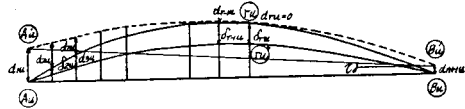
次に上弦をとり出して考えてみる。図-8 に示すように、節点 $m+1u$ が $m+1u'$ に mu が mu' に移動し、この場合の水平移動を c 、垂直移動を d 、回転角を e とすれば、

$$\left. \begin{aligned} c_{mu} &= c_{m+1u} + a_{mu} \\ d_{mu} &= d_{m+1u} + \lambda e_{m+1u} + b_{mu} \\ e_{mu} &= e_{m+1u} + \tau_{mu} \end{aligned} \right\} \dots\dots (19)'$$

すなわち、節点 mu と $m+1u$ との移動および回転の関係は上式のようなになる。今節点 ru において完全に固定せられているものとすれば、

$$\left. \begin{aligned} c_{ru} &= \Sigma_m^{r-1} a_u \\ d_{ru} &= \Sigma_m^{r-1} b_u + \{ \tau_{m+1u} + 2\tau_{m+2u} + \dots \\ &\quad + (r-m-1)\tau_{r-1u} \} \lambda \\ e_{ru} &= \Sigma_m^{r-1} \tau_u \end{aligned} \right\} \dots\dots (20)$$

図-9



しかるに、 ru は動かない点ではなく、全然垂直移動のない点は A および B である。この関係より $\epsilon, \delta, \Delta\phi$ を求める。

(1) δ_{mu}

図-9 に示すように、上弦が ru において固定の場合には $A_u' r_u B_u'$ 形に変形する。 A_u' 点を A_u に B_u' 点を B_u に一致せしめるまでこれを移動すれば真の変形曲線 $A_u r_u'' B_u$ が得られ

$$\delta_{mu} = -d_{mu} + d_{1u} - \frac{m-1}{m} (d_{1u} - d_{n+1u}) \dots (21)$$

δ_{ml} も同様にして求められる。

(2) ϵ_{mu}

今桁の中央においては上弦と下弦との間に水平方向のずれが全然ないものと仮定すれば、

格間数が偶数で r が中央の節点である場合は、

$$\epsilon_{um} = a_{em} \dots\dots (22)'$$

格間数が奇数で桁の中央が節点 r と $r+1$ との中央にある場合は、

$$\epsilon_{mu} = c_{mu} + \frac{1}{2} a_{ru} \dots\dots (22)''$$

ϵ_{ml} も同様にして求められる。

(3) $\Delta\phi_{mu}$

$$\Delta\phi_{mu} = e_{mu} - \tau_o \dots\dots (23)$$

ただし、

$$\tau_o = \frac{d_{1u} - d_{n+1u}}{L} \dots\dots (24)$$

【】未知数 X, Y, Z の求め方

まず切はなした各格間のラーメンについて、軸応力の影響および支点の移動の影響を無視して(10)式より X, Y, Z の近似値を求める。すなわち (10)' となる。

$$\left. \begin{aligned} X &= \frac{\int_{-I}^{I_c} M_0 M_a ds}{\int_{-I}^{I_c} M_a^2 ds} \\ Y &= \frac{\int_{-I}^{I_c} M_0 M_b ds}{\int_{-I}^{I_c} M_b^2 ds} \\ Z &= \frac{\int_{-I}^{I_c} M_0 M_c ds}{\int_{-I}^{I_c} M_c^2 ds} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (10)'$$

この計算は両端より順次中央におよぼし、さきのラーメンの反力をもつて次のラーメンに作用する力とする。この X, Y, Z の近似値を用いて〔Ⅱ〕の方法により ε, δ, Δφ を求める。次にこの値を用いて (11)

式より (EI_{m0}L) の値を求め、この値を用いて (13) 式より X, Y, Z の修正値を求めこれを真の値とする。更に正確を期する場合はもう一度これをくりかえせばよい。これが求めれば各部材の応力は (17) 式より求めることができる。

〔Ⅳ〕むすび

フィレンデル桁を正確に解くことは非常に大きい労力と時間を要するので、実施設計においては、結局どの程度の近似計算で満足するかの問題である。本方法によるときは誤差を相当に小さくすることができるが、計算にはまだ相当の労力を要する。しかし直弦桁または上下対称の場合においてはいちちしく簡単になる。更に軸応力の影響を無視すれば更に簡単になる。 (昭.27.6.5)

666.982.4-42
UDC 620.178.322.3

プレストレスト コンクリート桁の曲げ 疲労についての実験

正 員 猪 股 俊 司*

ON A FATIGUE TEST OF PRESTRESSED CONCRETE BEAMS

(JSCE Oct. 1952)

Shunji Inomata, C.E. Member

Synopsis Fatigue tests on 24 prestressed concrete beams with pre-tensioned wires prove that when the resultant stress at bottom fibre due to full working load does not exceed 35 kg/cm², (1) freedom from cracks is guaranteed and (2) a factor of safety against failure due to fatigue is greater than 1.25 is ensured in every case. The ratio of the failure load in fatigue tests to that in static tests is 44 to 48%.

It is also shown that if wire of a diameter less than 3 mm is used with concrete having a minimum compressive strength 450 kg/cm² as specified in the JIS cylinder test, sufficient bond is secured and there is sufficient resistance to slipping under dynamic load.

要旨 プレテンション方式によつて製作されたプレストレスト コンクリート桁 24 本について疲労試験を実施した。試験の結果、桁の引張側に生ずる引張応力を 35 kg/cm² に制限すれば、疲労によるひびわれは全く発生しないことおよび疲労によつて鋼線が切断し桁が破壊することに対する安全率は 1.25~1.37 であることがわかつた。直径 3 mm の鋼線でもその表面を多少粗にして用いると、コンクリート圧縮強度が 450 kg/cm² 以上であれば、繰り返し荷重を 200 万回加えても滑動することはない。

1. 実験の範囲

この実験は、プレテンション方式によつて製作されたプレストレスト コンクリート桁の曲げ疲労による破壊荷重を確かめるために実施されたものである。また、鋼線は直径 3 mm および 2 mm のものでありその表面は多少錆を生ぜさせたものである。コンクリートの強さは材令 28 日で 450 kg/cm² 程度のものを用いた。

荷重の繰り返し回数は 2 000 000 を標準とし、この繰り返し回数を加えても桁が破壊しない場合、この荷重を疲労限界とした。

したがつて以上の範囲外のプレストレスト コンク

* 国鉄、鉄道技術研究所