

信州大学工学部 草間孝志

(1) 要旨 連続基礎などの地盤上の桁はいか程の荷重まで耐えることができるのか不明確な点が多い。このような桁の崩壊荷重を求めることは設計上有意義なことと考えられる。それには地盤上の桁はどのような経過をたどって崩壊に到達するのか、地盤ならびに桁の性質と崩壊荷重とはどのような関係にあるであろうかが問題となる。これらの問題を少しでも明らかにすることによって、構造物の設計に際し、構設計画を上部構造基礎構造の両者をふくめた全体的な計画に近づけることができるものと考えられる。しかしながら地盤は非常に複雑な性質を有するものであつて、取扱ひにくい問題があまりにも多い。本報告は一つの試みとしてまず地盤を理想化し、その理想化した地盤上の桁に単一荷重が作用したときの崩壊に至る経過と崩壊荷重を計算したものである。

(2) 仮定 桁は完全弾塑性体であるものとし、せん断力の影響は無視する。地盤に対しては、載荷試験の結果によると、締った砂質土ならびに硬い粘土の場合には荷重沈下曲線は図-1の曲線(a)のようになり、ゆるい砂質土ならびに軟かい粘土の場合には図-1の曲線(b)のようになるといわれている。一方弾性地盤上の桁に働く接地圧力は取扱ひが簡単でかつ比較的良好に合うことより、接地圧は沈下量に比例するという Winkler の仮定のもとに近く取扱われている。そこで地盤には夏の反力が生じないことを考慮して、地盤は次のような性質を有するものと仮定した。

- i) y が $y \geq 0$ にして p が $p < p_0$ なるときには、地盤は Winkler 地盤とする。
- ii) p が p_0 に達するとその夏の地盤は塑性状態となり、以後の荷重の増加に対しては、その夏における p は p_0 より大となることはない。
- iii) y が $y \leq 0$ なるときには常に $p = 0$ である。(図-2)。

なお、こゝに示した計算は桁の自重を無視し、かつ桁はその両端 $y = 0$ が常に成り立つ程度に長いものとした場合である。

(3) 崩壊に至る経過 曲げ剛さ EI 、接地中 B 、全塑性モーメント M_0 の、かなり長い桁が、図-3に示すように地盤係数 k (kg/cm^2)、極限支持力 p_0 の地盤上にあり、単一荷重 P が働いているものとする。桁ならびに地盤が弾性限界内にあるときの桁の接地長さ $2l$ 、最大地盤反力 p 、最大モーメント M_0 はそれぞれ次のようになる。

$$2l = \pi/\lambda, \quad p = \frac{P\lambda}{2B} \coth \frac{\pi}{2} = 0.545 P\lambda/B, \quad M_0 = \frac{P}{4\lambda} \coth \frac{\pi}{2} = 0.273 P\lambda$$

ここに $\lambda = \sqrt{Bk_0/4EI}$ である。荷重の増加に伴い C が M_0 に達したとすると、そのときの P と p は

$$P = 4\lambda M_0 \tanh \frac{\pi}{2} = 3.669 \lambda M_0, \quad p_0 = 2\lambda^2 M_0/B$$

となる。いま極限支持力 p_0 を $p_0 = \gamma_0 \lambda^2 M_0/B$ とおくと、 $\gamma_0 = Bp_0/\lambda^2 M_0$ となつて γ_0 は桁と地盤の性質によって求まる定数である。そして p と p_0 との比較により次のような関係が得られる。

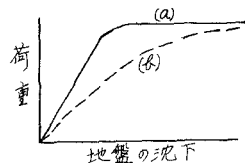


図-1

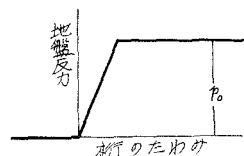


図-2

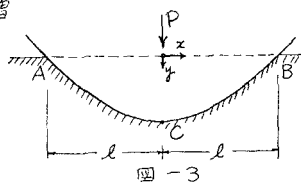


図-3

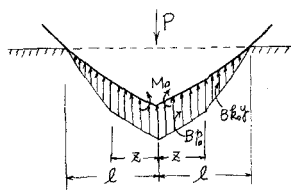


図-4

i) $\gamma_0 > 2$ なるときには C 点にて地盤よりさきに桁が降伏する。

ii) $\gamma_0 < 2$ なるときには C 点にて桁よりさきに地盤が降伏する。

iii) $\gamma_0 = 2$ なるときには C 点にて地盤と桁が同時に降伏する。

以下 $\gamma_0 \geq 2$ に対して崩壊までの計算を行った。計算に用いた記号を記すと α, β, γ を係数とし、 $P = \alpha \lambda M_0$, $M = \beta M_0$, $p = \gamma \lambda^2 M_0 / B$ といったとき、 M_c が M_0 になったときの α を α_1 , p_c が p_0 になったときの α を α_2 とし、崩壊時の α, l, z を α_u, l_u, z_u と定めた。なお z は地盤の塑性領域の長さである(図-4)。図-5に γ, M 図の一例を示した。

図より塑性ヒンジは C 点のみに生ずることがわかる。P と l, z , P と γ_c との関係を図-6, 7 に示した。図中の曲線に附した (a) (b) (c) --- なる記号は、それぞれ表-1 に示す場合の曲線である。

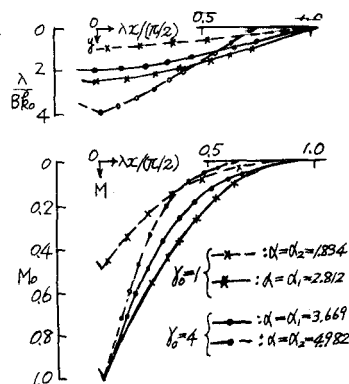


図-5

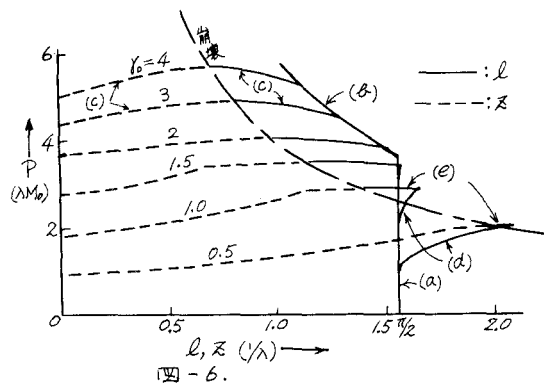


図-6.

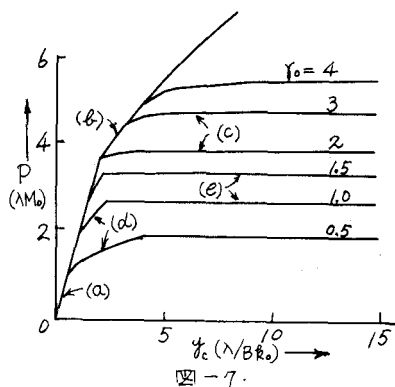


図-7.

表-1. 図-6, 7 にあける曲線記号の説明.

曲線記号	$\gamma_0 > 2$ の場合 ($\alpha_1 < \alpha_2 < \alpha_u$)	曲線記号	$\gamma_0 < 2$ の場合 ($\alpha_2 < \alpha_1 < \alpha_u$)
(a)	$\alpha \leq \alpha_1 = 3.669$	(a)	$\alpha \leq \alpha_2 = 3.669 \gamma_0/2$
(b)	$\alpha_1 \leq \alpha \leq \alpha_2$	(d)	$\alpha_2 \leq \alpha \leq \alpha_1$
(c)	$\alpha_2 \leq \alpha \leq \alpha_u$	(e)	$\alpha_1 \leq \alpha \leq \alpha_u$

(4) 崩壊荷重 桁が不安定になる条件は $l \rightarrow z$ によって与えられ、C 点に塑性ヒンジがあり、かつ z 全体にわたって $p = p_0$ なる状態を考えればよい。これより次式を得る

$$\lambda l_u = \lambda z_u = \sqrt{2/\gamma_0}, \quad \alpha_u = \sqrt{8/\gamma_0}.$$

図-6 の崩壊と記した曲線および図-8 の α_u 曲線はこれを表わしたものである。

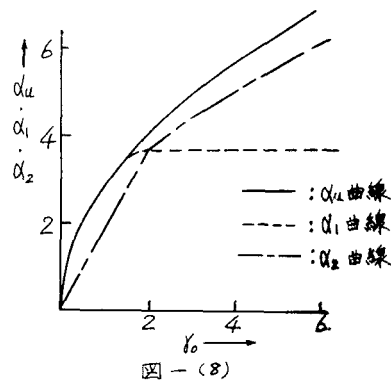


図-8)

(5) 結び 地盤は非常に複雑な性質を有する。従って単純な仮定のもとに行った計算が果してどの程度合うか疑問ではあるが、一応一般的傾向をつかむことはできよう。

有益なる批判と助言を戴いた 名古屋大学成岡昌夫教授、信州大学吉田俊彦教授、名古屋大学福本啓士助教授に心から感謝致します。なお計算には当学部 FACOM 231 電子計算機を用いた。