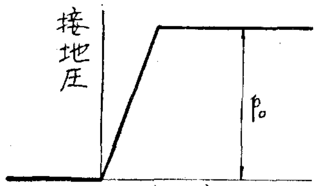
I－13　弾塑性地盤上の有限長ばりの崩壊について

信州大学工学部　正員　○草間　孝志
信州大学工学部　正員　　吉田　俊弥

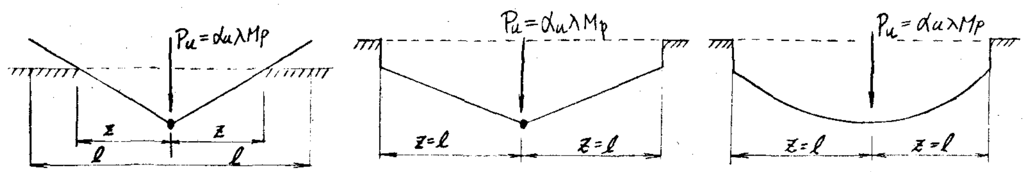
要旨　　さきに，地盤の変位と接地圧の関係の理想化を試み，一例として，地盤上の無限長ばりに単一荷重が作用したときの崩壊に至る経過と崩壊荷重の計算を行なった。本報告はその続報として，有限長ばりの中央点に単一荷重が作用する場合，ならびに，等間隔に数個の等しい対称荷重が働く場合に対する崩壊荷重を求め，さらに，与えられた地盤に適した理想的な桁の長さと断面を決定する方法を求めたものである。

1．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．地盤の変位と接地圧の関係は，これを理想化した図－1に示す関係がなりたつものとする．



図－1

2．中央点に単一荷重が働く場合の崩壊形と崩壊荷重　　崩壊時における条件は，崩壊時の接地長さ全体にわたって，接地圧が地盤の極限支持力に等しいと云うことで与えられる．したがって，この場合に対しては図－2に示す3種類の崩壊形が考えられる。それぞれの場合について，つり合い条件より次式を得る．



図－2

i）$\lambda l > \sqrt{2/\gamma}$ のとき，崩壊形　図－2（a），　$\lambda z=\sqrt{2/\gamma}$，　$\alpha_u=\sqrt{8\gamma}$

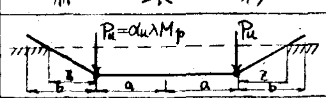
ii）$\lambda l = \sqrt{2/\gamma}$ のとき，崩壊形　図－2（b），　$z=l$　，　$\alpha_u=\sqrt{8\gamma}$

iii）$\lambda l < \sqrt{2/\gamma}$ のとき，崩壊形　図－2（c），　$z=l$　，　$\alpha_u=2\gamma\lambda l$

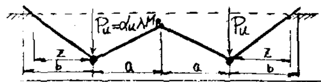
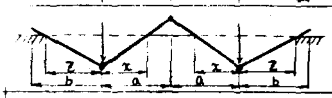
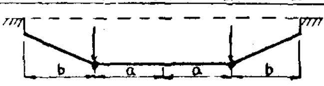
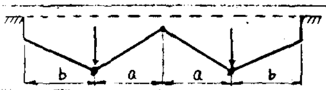
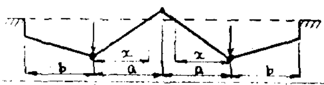
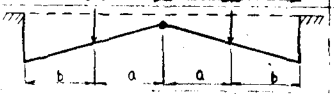
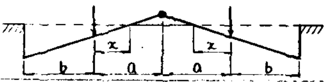
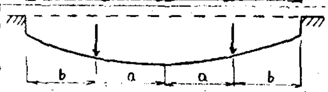
ここに，$2l$＝桁の長さ，$2z$＝崩壊時の接地長さ，$\gamma=Bp_0/\lambda^2 M_p$，$\alpha_u=P_u/\lambda M_p$，$\lambda=\sqrt[4]{Bk_0/4EI}$，$B$＝桁の接地巾，$p_0$＝地盤の極限支持力（kg/cm²），$M_p$＝桁の全塑性モーメント，$EI$＝桁の曲げ剛さ，$k_0$＝地盤の弾性時における反力係数（kg/cm³）である。

3．対称2点荷重の場合　　この場合には表－1に示す9種類の崩壊形が考えられ，それぞれの場合に対し，つり合い条件より表－1に示す値が得られる。

表－1　崩壊形と崩壊荷重

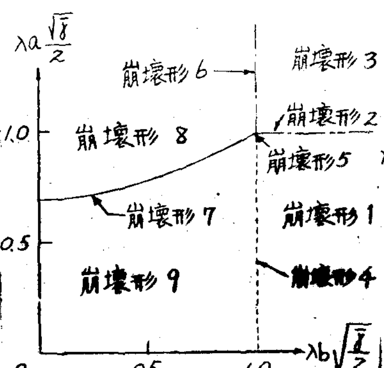
No	崩壊形	適要範囲	崩壊時の接地長さ	崩壊荷重
1		$\lambda b > \sqrt{\frac{2}{\gamma}}$ $\lambda a < \frac{2}{\sqrt{\gamma}}$	$\lambda z=\sqrt{\frac{2}{\gamma}}$ $x=a$	$\alpha_u=\sqrt{\gamma}(\sqrt{2}+\sqrt{\gamma}\lambda a)$

表－1　のつづき

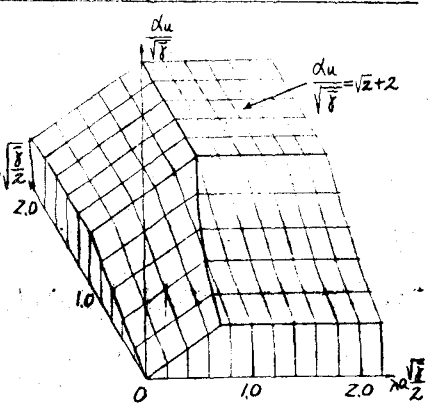
No	崩壊形	適要範囲	崩壊時の接地長さ	崩壊荷重
2		$\lambda b > \sqrt{\frac{2}{\gamma}}$ $\lambda a = \frac{2}{\sqrt{\gamma}}$	$\lambda z = \sqrt{\frac{2}{\gamma}}$ $x = a$	$\alpha_u = \sqrt{\gamma}(\sqrt{2}+2)$
3		$\lambda b > \sqrt{\frac{2}{\gamma}}$ $\lambda a > \frac{2}{\sqrt{\gamma}}$	$\lambda z = \sqrt{\frac{2}{\gamma}}$ $\lambda x = \frac{2}{\sqrt{\gamma}}$	$\alpha_u = \sqrt{\gamma}(\sqrt{2}+2)$
4		$\lambda b = \sqrt{\frac{2}{\gamma}}$ $\lambda a < \frac{2}{\sqrt{\gamma}}$	$z = b$ $x = a$	$\alpha_u = \sqrt{\gamma}(\sqrt{2}+\sqrt{\gamma}\lambda a)$
5		$\lambda b = \sqrt{\frac{2}{\gamma}}$ $\lambda a = \frac{2}{\sqrt{\gamma}}$	$z = b$ $x = a$	$\alpha_u = \sqrt{\gamma}(\sqrt{2}+2)$
6		$\lambda b = \sqrt{\frac{2}{\gamma}}$ $\lambda a > \frac{2}{\sqrt{\gamma}}$	$z = b$ $\lambda x = \frac{2}{\sqrt{\gamma}}$	$\alpha_u = \sqrt{\gamma}(\sqrt{2}+2)$
7		$\lambda b < \sqrt{\frac{2}{\gamma}}$ $(\lambda a)^2-(\lambda b)^2 = \frac{2}{\gamma}$	$z = b$ $x = a$	$\alpha_u = \gamma(\lambda a+\lambda b)$
8		$\lambda b < \sqrt{\frac{2}{\gamma}}$ $(\lambda a)^2-(\lambda b)^2 > \frac{2}{\gamma}$	$z = b$ $\lambda x = \sqrt{\frac{2}{\gamma}+(\lambda b)^2}$	$\alpha_u = \gamma\left[\lambda b+\sqrt{\frac{2}{\gamma}+(\lambda b)^2}\right]$
9		$\lambda b < \sqrt{\frac{2}{\gamma}}$ $(\lambda a)^2-(\lambda b)^2 < \frac{2}{\gamma}$	$z = b$ $x = a$	$\alpha_u = \gamma(\lambda a+\lambda b)$

図－3は各崩壊形のおこる領域を示したもので あり，λa，λb と α_u との関係を図－4に示した。

4．経済設計　対称2点荷重の場合について記すと，9種類の崩壊形のうち，P_uが最も小さく，かつ，桁の長さの小さい状態は $\lambda a = 2/\sqrt{\gamma}$，$\lambda b = \sqrt{2/\gamma}$，$P_u = \sqrt{\gamma}(\sqrt{2}+2)\lambda M_p$ である（崩壊形5）。



図－3



図－4

いま，荷重間隔 a ならびに P_u，P_0 が与えられたとすると，

$$b = \frac{a}{\sqrt{2}} = 0.707a\,,\quad B = \frac{2}{\sqrt{2}+2}\frac{P_u}{P_0 a} = 0.586\frac{P_u}{P_0 a}\,,\quad M_p = \frac{P_u a}{2(\sqrt{2}+2)} = 0.147P_u a$$

を得る。これらの式より，桁の長さが小さい経済的な基礎が設計できよう。

5．結び　1点ならびに2点に働く対称荷重の場合について記したが，数個の荷重が働く場合でも同様にして計算することができる。なお変断面の場合は今後の問題としたい。