

転倒力にたいする構造物基礎地盤の抵抗力
 (Resistance of foundation ground against overturning forces)

日本国有鉄道鉄道技術研究所 白石俊多

以下に述べるところは1955年以來国鉄其他において行った橋脚、電車線路支持物基礎等の実物及模型の転倒実験の測定資料を用い、転倒力にたいする構造物基礎地盤の抵抗力を研究した結果である。

1) 研究の主旨

この研究は 主として静力学的な力の作用に対する基礎地盤の抵抗力を求めたもので地震時の動力学的な力の作用に対する抵抗力そのものは求めていない。しかし基礎地盤の抵抗力については静力学的な力の作用にたいするものも未だ十分に解明されていない。特に根入巾比と地盤の抵抗力との関係はよく知られていない。故に基礎の耐震性を求める研究の第一歩として静力学的な関係を追究したわけである。

2) 地盤の破壊形態および地盤反力

地盤が破壊する形は擁壁土圧などの場合と異り、偏心鉛直荷重をうける場合は転倒モーメントの方向に回転する曲線形の上り面が現われる。(図-1)

特に、 $l \gg b$, $l \gg d$ の場合、左右に転がる上り面が考えられ、深い基礎の底面におけるものに似た形になる。(図-2)

根入り長 l が極めて小さい基礎が偏心量 e が小さい傾斜荷重をうける場合に限り水平分力 V の方向に長く伸びる滑動型の上り面が現われうる。(図-3)

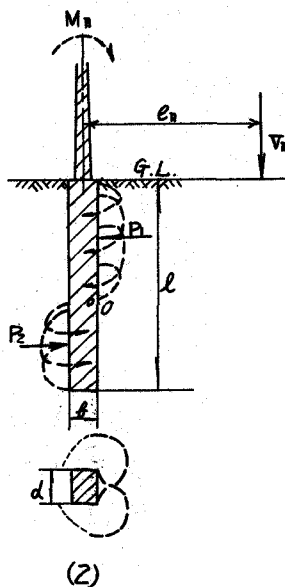
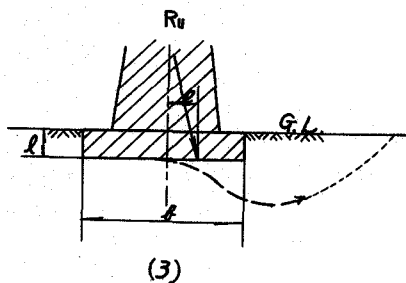
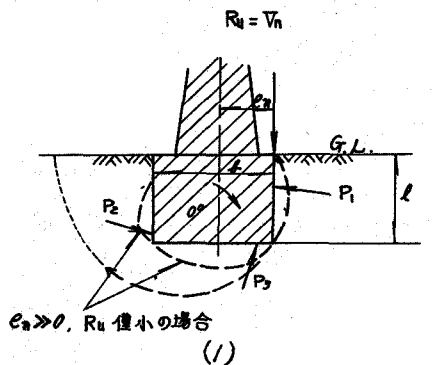


図-1 或は図-2 またはこれらに近い条件における地盤反力、とくに F_1 及び F_2 は上り面に作用する応力が強大なため、擁壁の受働土圧よりも遙かに大きい値をとりうる。

特に図-2 のように根入中比 $\frac{b}{d}$ が大きい基礎の抵抗モーメントは、従来の理論による計算値の数倍ないし十数倍に達する。これに反し、根入中比が小さい基礎では上り面に作用する応力が小さいため地盤の抵抗力が小さく、特に傾斜荷重に対して弱い。

3) 地盤の抵抗力の限界値

実験の結果 得た抵抗力の限界値に関する資料を整理して安定計算に利用できるようにするため次の準経験的な計算方法を考案した。

a) 実験値の統計を用いて鉛直偏心荷重時の偏心量の限界値 e_n を、 $\frac{V_n}{V_{ou}}$ 、 $\frac{b}{d}$ 、 $\frac{d}{a}$ 、 n 、 c などの函数として現わす。

$$e_n = F_1 \left(\frac{V_n}{V_{ou}}, \frac{b}{d}, \frac{d}{a}, n, c \right)$$

ここに V_n = 偏心鉛直荷重, V_{ou} = 中心鉛直荷重の限界値 (極限支持力)

$\frac{b}{d}$ = 根入中比, n = 形状係数, c = 土の粘着力

(例) $b=0$ のとき $e_n = \frac{b}{2} \left\{ 1 - \left(\frac{V_n}{V_{ou}} \right)^2 \right\}$

$c=0$, $\left\{ \begin{array}{l} e_n \rightarrow \infty \\ V_n \rightarrow 0 \end{array} \right.$ のとき $M_n = e_n V_n = 0.0235 \frac{b^2}{d^2} \left(1 - \frac{2 \frac{d}{a}}{2 + \frac{d}{a}} \right) V_{ou}$

b) 同様にして中心傾斜荷重時の傾斜角の限界値 α_{ou} を、 $\frac{V_n}{V_{ou}}$ 、 $\frac{b}{d}$ 、 $\frac{d}{a}$ 、 n' 、 δ 、 c などの函数として現わす。

$$\alpha_{ou} = F_2 \left(\frac{V_n}{V_{ou}}, \frac{b}{d}, \frac{d}{a}, n', \delta, c \right)$$

ここに、 n' = 形状係数であつて、 F_2 も F_1 と同様に $\frac{V_n}{V_{ou}}$ などに関する簡単な式である。

c) 任意の偏心量 e の位置に作用する鉛直分力が V_n に等しい偏心傾斜荷重の限界傾斜角 α_u 、或はその水平分力 H_u は次式によつて求められる。

$$\tan \alpha_u = \frac{e_n - e}{e_n} \tan \alpha_{ou} = \frac{F_1 - e}{F_1} \tan F_2$$

$$H_u = V_n \tan \alpha_u = \frac{e_n - e}{e_n} V_n \tan \alpha_{ou} = \frac{F_1 - e}{F_1} \tan F_2$$

4) 実験の概要

a) 電車線路支持物基礎の実験

柱体形コンクリート其他の形の実物大基礎 ($b=15 \sim 130 \text{ cm}$, $l=1.6 \sim 2.4 \text{ m}$) に地上 h ($h=5 \sim 7 \text{ m}$) の位置に水平力を加える曲げ倒し実験を大小各種の供試体につき鉄道路監理地において56回、国分寺の屋外試験場においてコンクリート基礎58回、ポールまたは鋼管埋込基礎21回、合計135回行ひ、前述の計算式の照査を行つた。更に各種の模型 ($b=25 \sim 10 \text{ cm}$, $l=25 \sim 30 \text{ cm}$, $h=0 \sim 70 \text{ cm}$) について、51回の曲げ倒し試験を行つて検証資料を補足したほか土圧、基礎体応力、地盤反力、上り面の形などの測定、急速荷重、長期荷重など荷重時間による変化を求める試験も行つて参考となる資料を得た。

b) 土木構造物基礎に関する実物実験

廃棄された鉄道橋脚2基の引倒し試験を行つたほか、根入り長10~32mの井筒、ケーソンなど水平力試験を6回行ひ重構造物基礎の転倒力下における挙動を観測した。