

宇都宮大学工学部 (正) 日下部 治

日本道路公団 (正) 前田 良刀

○ 宇都宮大学工学部 (学) 竹谷 信輝

1. はじめに

我国の道路交通網整備も、縦貫道路から横断道路の時代に入り、急峻な山岳地帯を通過するルートでは、トンネルと橋梁の組み合わせによる道路建設が多くなって来ている。そのような場合、橋梁基礎は必然的に斜面上に設置されることとなるが、掘削工事量の低減を主な目的として、通常段切り基礎とよばれる基礎底面を階段状にした(図-1)基礎形式が採用される場合がある。

斜面上の基礎の支持力について、基礎底面が平坦な通常の直接基礎については、幾つかの研究が行われて来っており、筆者らの一人は、上界値計算を用いて斜面近傍の直接基礎の支持力を求める手法を提案しているが(1)~(3)、その後いくつかの実験や、数値計算でも、その有用性が認められて来ている(4)~(6)。しかしながら現在まで段切り基礎の設計上の問題点は指摘されてはいるものの(7)、支持力機構について土質力学的な解明は十分されていとは言えず、設計体系の確立が望まれている。本文では、段切り基礎が、通常の平坦基礎に比べ、極限支持力が増加するのか減少するのかとの初歩的な疑問について上界値計算を試み、又、段切り基礎形式の特性ともいべき荷重の傾斜について簡単な計算を行った結果について報告する。

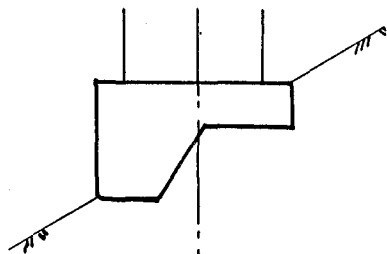


図-1

2. 段切り基礎(一段)の鉛直支持力

段切り基礎の鉛直支持力を求めるため上界値計算に用いた破壊メカニズムは図-2に示す三通りである。ここで、基礎の幾何学的形状を表示するために、基礎全幅(B)で基準化した l 、 m 、 n なる量を用いる。メカニズムⅠ、Ⅱでは、 $m \rightarrow 0$ 、 $n \rightarrow 1$ 、のとき 平坦基礎の場合のメカニズムと一致し、メカニズムⅢでは、 $m \rightarrow 0$ 、 $n \rightarrow 0$ で 水平地盤上基礎のメカニズムに一致する。最小化パラメーターは、 α 及び θ_1 である。

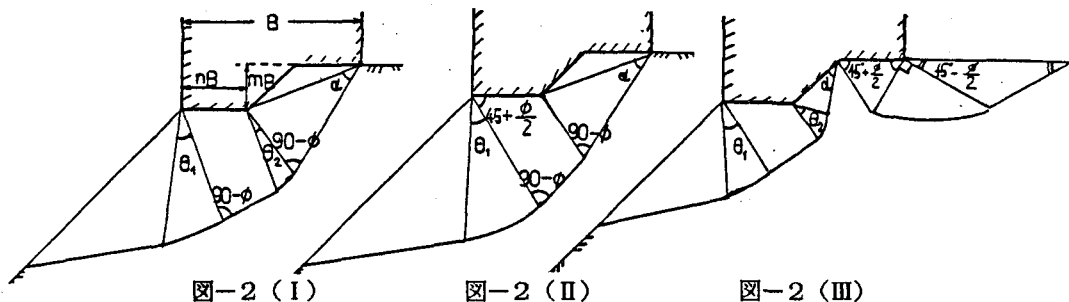


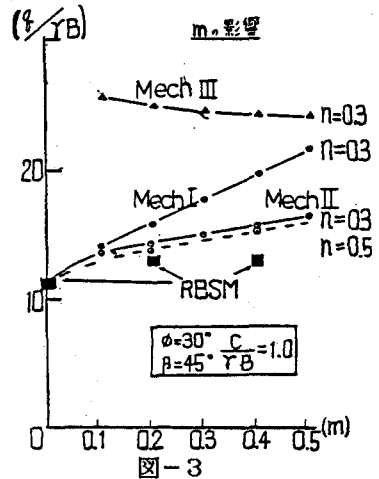
図-2 (Ⅰ)

図-2 (Ⅱ)

図-2 (Ⅲ)

図-3に、数値計算結果の一例を示すが、縦軸は極限支持力値(q)を γB で基準化した量を取り、横軸は m である。図より明らかなように、メカニズムⅡが最小の値を示しており、この三つのメカニズムの中では最も正解値に近いことがわかる。メカニズムⅡの結果によれば、段切り基礎の鉛直支持力は段切り高さの増加につれて、ゆるやかに増加するが、 n の増大につれ、その傾向は弱まる。鉛直支持力の増加傾向は、 $c/\gamma B$ の値の増加につれ、増大するとの計算結果も得られた。

図中、■印はRBSMによる数値計算結果である。 $m=0$ 、即ち平坦基礎の場合、RBSMと上界値計算結果は一致し、 $m=0.2$ の場合、RBSMに比べ、上界値計算は多少大きめの値を示すもののほぼ同様の傾向を示していることがわかる。しかし、 m が0.4に増加した場合、両者の差は大きくなる。これは、上界値計算に用いたメカニズムの改良の必要性を示唆するものではあるが明らかな原因の一つは、荷重境界条件の差である。即ち、上界値計算では、基礎の変位を鉛直方向と規定しているが、RBSMでは、鉛直荷重を増大させている。その結果、RBSMでは、破壊荷重近傍で基礎が大きく斜面方向に変位することとなっている。



3. 荷重の傾斜傾向について

段切り基礎は、載荷重の増大に伴い、段切り壁面に作用する土圧が増加し、基礎全体が斜面方向に水平力を受けるという特徴的な基礎形式となっている。その結果、基礎から地盤に作用する合力は傾斜荷重となる傾向を有している。今、図-4(a)に示す様に問題を単純化し、段切り壁面に主動土圧が作用するものとして荷重の傾斜角 ω は、次のような式で表示される。

$$\tan \omega = \frac{\left(\frac{P}{rB} m + \frac{m^2}{2} \right) \cdot \tan \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) - 2 \frac{C}{rB} \cdot m \tan \left(45 - \frac{\phi}{2} \right)}{\frac{P}{rB}}$$

図-4(b)の数値計算例が示すように、荷重が増加するにつれ合力は傾斜し、その結果として、支持力は鉛直載荷に比べ減少していく。この傾向は、砂質土になる程(c/rB が小さくなる)強まることは上式からも伺える。Meyerhof (8)によると、水平地盤での荷重傾斜による支持力低下は $N \gamma q$ について、 $\omega=10^\circ$ で約50%程度もある。

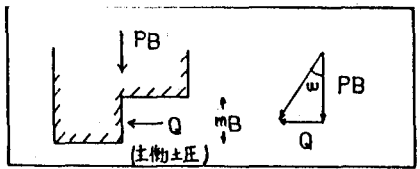


図-4(a)

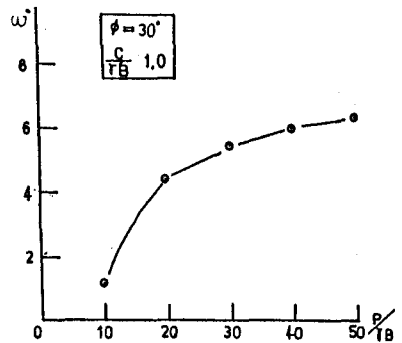


図-4(b)

4. おわりに

段切り基礎には、すべり線長の増大に伴う支持力増加傾向と、段切り壁面に作用する土圧による荷重の傾斜に伴う支持力低下傾向があることが伺われた。この両者の大小関係は、地盤の性質、斜面角、段切り基礎の幾何形状など多くの要因によって変化するので一般に大小関係を論ずるのは適当ではない。上界値計算に用いるメカニズムの改良、さらに、メカニズムの実験的検証など実務設計に至るまで多くの課題が残されているが、本報告はその第一歩である。

5. 参考文献

- (1) 中瀬・木村・日下部(1975)第10回土質工学会研究発表会、(2) Kusakabe, Kimura, Yamaguchi、(1981) Soils and Foundations、Vol 21 No4、(3) 日下部(1985)土と基礎、Vol 33 No2、(4) Gemperline MC 8 K. H Y (1984) Proc of Symp on Application of Centrifuge modelling to Geotechnical design (5) Kimura, Kusakabe, Saitoh (1985) Geotechnique Vol 35、No1 (6) 山下ら(1981)第十六回土質工学会研究発表会 (7) 木村・前田(1983)、基礎工 Vol 11 (8) Meyerhof (1953) BCFEIL, Proc, 3rd I. C. S. M. F. E.