

III-75 軟弱地盤上の橋台背面盛土の安定問題

栃木県 土木部 正会員 ○安西正夫
 宇都宮大学工学部 正会員 日下部治
 宇都宮大学工学部 正会員 横山幸清

1. まえがき

軟弱地盤上の盛土による橋台の移動に関連して、筆者らは前報¹⁾で円筒すべりおよび速度場論による上界値計算により、盛土幅が大きくなると破壊の安全率が低下して、帯状基礎のそれに収束することを指摘した。これは幅員の狭い一般道路や鉄道の橋台背面の盛土に隠れていた安全要素が、幅員が大きくなることによって相対的に小さくなることを意味するものである。前報では、i)法面を有する盛土を直立盛土とする、ii)地盤の非排水強度 C_u を深さによらず一定とする、などの単純化した仮定を行った。また上界値計算の破壊メカニズムも単純なものであった。

そこで本報では、i)法面の影響を考慮し、ii)強度が深さに比例して増加するタイプの地盤を対象として、iii)より実際に近い破壊メカニズムを仮定した上界値計算を行ったので、これを報告する。

2. 可容速度場

Shieldら²⁾が提案した底面の滑らかな正方形フーチングの可容速度場を拡張して、盛土軸方向が十分に長い長方形基礎を長軸の midpoint で切断した可容速度場を考え(図-1)、切断面での消散エネルギーを加えることにした。

地盤面(盛土下面)から下方に z 軸をとり、地盤の非排水強度が $C_u = C_0 + k z$ と表されるものとする。ここに、 C_u :地盤面の強度、 k :強度増加率である。盛土の片側($B/2$)を考え、円弧の中心を($B'/2 = \alpha B/2$)とし、盛土材料のせん断強度を無視して単なる載荷重 $q = \gamma h$ とすると、支持力 q は次式で与えられる。

$$q = C_0 N_c, \quad N_c = F/G \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 $F = F_1 + F_2 + \dots\dots\dots + F_{15}$ は消散エネルギー、 G は外力仕事で次のように表される。

$$\begin{aligned} F_1 &= A \tan \rho (1 + Z \cos \rho \sin \rho / 6) / 4, & F_9 &= A' c / B' \tan \rho' (1 + Z' \cos \rho' \sin \rho' / 6) / 4 \\ F_2 &= A \tan \eta (1 + Z \cos \rho \sin \eta / 6) / 4, & F_{10} &= A' c / B' \tan \eta' (1 + Z' \cos \rho' \sin \eta' / 6) / 4 \\ F_3 &= A (P + Z \cdot D / 3) / 4, & F_{11} &= A' c / B' (P' + Z' \cdot D' / 3) / 4 \\ F_4 &= c / B' (P + Z \cdot D / 6) / 4, & F_{12} &= c / B' (P' + Z' \cdot D' / 6) / 4 \\ F_5 &= (L / B' - c / 2 B') \tan \rho (1 + Z \cos \rho \sin \rho / 4), & F_{13} &= \sin \rho (1 + Z \cos \rho \sin \rho / 6) / 4 \\ F_6 &= (L / B' - c / 2 B') \tan \eta (1 + Z \cos \rho \sin \eta / 4), & F_{14} &= \cos \rho \tan \eta (1 + Z \cos \rho \sin \eta / 6) / 4 \\ F_7 &= (L / B' - c / 2 B') (P + Z \cdot D / 2), & F_{15} &= \cos \rho (P + Z \cdot D / 3) / 4 \\ F_8 &= (L / B' - c / 2 B') (P + Z \cdot D / 4) \end{aligned}$$

$$G = \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{L}{B} \left\{ \alpha - \frac{B}{B_2} \left(\frac{\alpha - 1}{2} \right)^2 \frac{B}{B_2} \left(\frac{B_2}{B} - \frac{\alpha - 1}{2} \right)^2 \frac{\cos \eta}{\cos \rho} \left\{ 1 - \frac{c}{3 \alpha L \cos \rho} \left(\frac{B_2}{B} - \frac{\alpha - 1}{2} \right) \right\} \right\}$$

$$\begin{aligned} A &= \sqrt{(c / B') + \cos \rho}, \quad A' = \sqrt{1 + (c / B') \cos \rho'}, \quad Z = (k h / C_0) \cdot B' / h, \quad Z' = (k h / C_0) \cdot c / h \\ D &= \cos \rho (\cos \rho + \cos \eta), \quad D' = \cos \rho' (\cos \rho' + \cos \eta'), \quad P = \pi - \rho - \eta, \quad P' = \pi - \rho' - \eta' \end{aligned}$$

その他の記号は図示のとおりである。1: (B_2 / h) は法面勾配を表す。

3. 計算結果

4個の無次元パラメータ L/h 、 $k h / C_0$ 、 B_2 / h および B/h に対して、支持力係数 N_c を最小

にする6個の変数 α 、 c/h 、 ρ 、 η 、 ρ' および η' の組を求めた。計算結果の一部を図2および図3に示す。図2は支持力係数 N_c を、図3はすべり深さ比 d/h 、 d'/h を B/h との関係で表したものである。図2の N_c の最小値と kh/C_0 との関係を図4に示す。強度一様地盤（ $kh/C_0 = 0$ ）では橋台方向への影響範囲 $c/2h$ もすべり深さ d'/h も大きい。強度増加型地盤では、 $c/2h = B_2/h$ の関係が得られた。

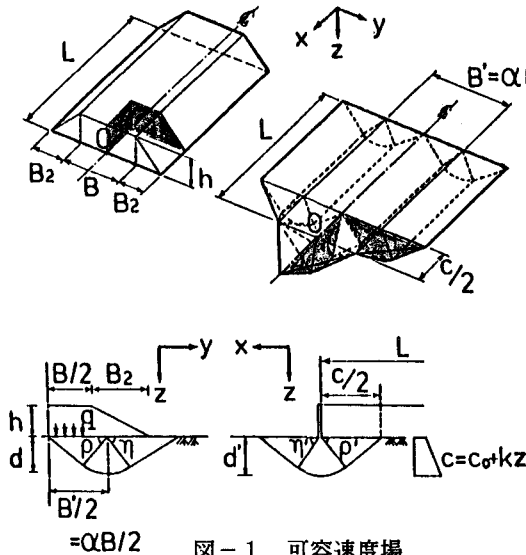


図-1 可容速度場

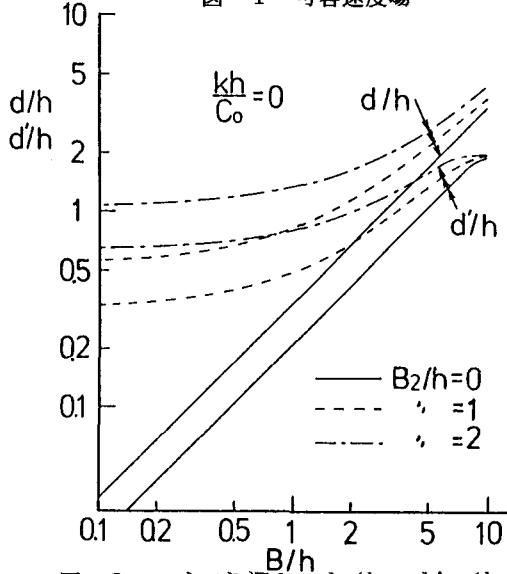


図-3 すべり深さ d/h 、 d'/h

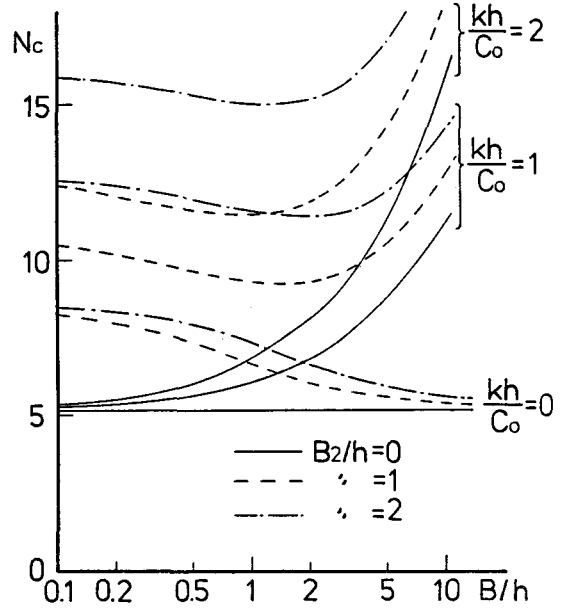


図-2 支持力係数 N_c

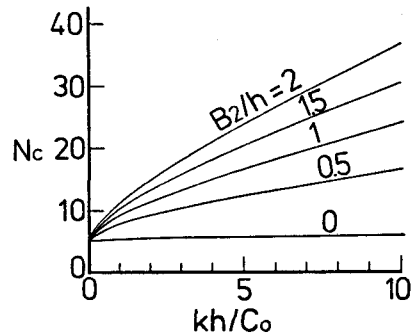


図-4 $kh/C_0 \sim N_c$

4. あとがき

これらの解析を拡張して、橋台方向への盛土の影響を更に検討したい。なお本解析は文献³⁾に負うところが大きいことを付記する。

- 1) 横山・日下部：橋梁の側方移動に関する一考察、土木学会第40回年次学術講演会、Ⅲ-150(1985.9)
- 2) Shield, R.T. et al: The Application of Limit Analysis to Punch-indentation Problems, J. ASME (1953)
- 3) 鶴飼恵三：不均質な粘土地盤上の正方形および長方形基礎の支持力、土質工学論文報告集 Vol. 25, No. 4 (1985)