

堤防付近の直接基礎の有効根入れ深さについて

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○ 齋藤 玲美
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 渡邊 康夫

1. はじめに

堤防付近の直接基礎の支持力を算定するにあたって、有効根入れ深さとして計画下床面からの根入れ Df_0 を採用するのが妥当と考えられるが、図 - 1 の $Df_1 \sim Df_3$ のように間違っ

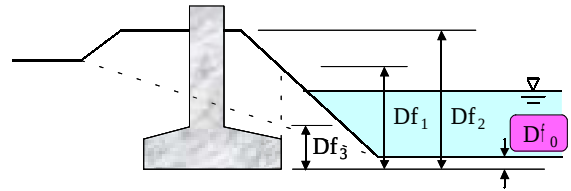


図 - 1 堤防付近の有効根入れ深さの考え方

2. 直接基礎の支持力公式の内容

直接基礎の支持力は、図 - 2 に示すようにフーチングから伝達された鉛直力が土くさび、塑性域、受働域とその外方を取り囲むように形成するすべり面に発生するせん断力との力のつりあいにより算定することができ、直接基礎の設計鉛直支持力度 q_d は、鉄道構造物等設計標準(基礎構造物)¹⁾(以下、基礎標準と称す)では、次式により算定している。

$$q_d = q_{vd} + \overline{\gamma_{e2}} D_f \quad \cdots \text{式(1)}$$

$$q_{vd} = f_{rc} I_c \alpha_b c N_c + f_{ry} I_y \beta_b B_e \gamma_{e1} N_y + \underbrace{f_{rq} I_q \overline{\gamma_{e2}} D_f (N_q - 1)}_{\text{式(2)の第3項}} \quad \cdots \text{式(2)}$$

式(2)の右辺第3項に示される直接基礎の根入れ深さ Df の影響は、図 - 2 に示すように受働域における土被り分を分布荷重とみなして支持力に寄与させるとしてあり、この受働域の幅と根入れ深さが支持力の大きさに密接な関わりがあることがわかる。

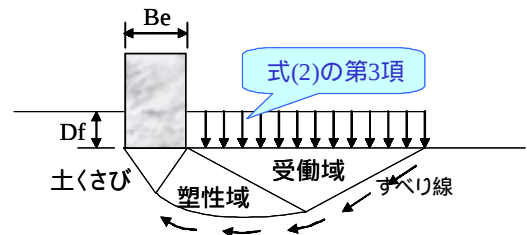
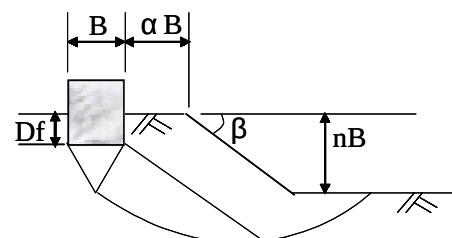


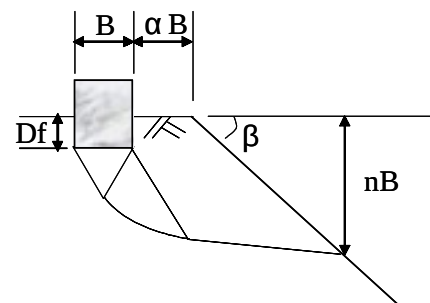
図 - 2 支持力理論図

3. 斜面付近の直接基礎の考え方を利用した検討

直接基礎は、フーチングから地盤へ鉛直力が作用すると、地盤内に図 - 2 のようなすべり面(線)が形成され支持力を発揮する。しかし、図 - 3 に示されるように、直接基礎が斜面に近接して設置されるケースでは、フーチングの根入れ深さやフーチング端と斜面のり肩との距離(斜面肩幅)、斜面の高さによってすべり面の発生位置が変わり、すべり線の受働域の範囲が平坦地盤に比べて短くなるため、すべり面上のせん断力の総和が小さくなること、受働域に作用する上載荷重の効果を考慮できなくなることなどの理由から支持力が小さくなる。ここでは日下部²⁾が示した斜面上直接基礎の支持力評価に関する計算にもとづいたプログラムを用いて、受働域の範囲、つまり直接基礎の支持力に影響する領域を算定することとした。



(a) 底部破壊



(b) 斜面内破壊

図 - 3 斜面付近の直接基礎の破壊メカニズム

キーワード：直接基礎、有効根入れ深さ、鉛直支持力

連絡先：〒370 - 8543 群馬県高崎市栄町 6-26 JR 東日本上信越工事事務所工事管理室 Tel 027 - 324 - 9361

1) 斜面付近の直接基礎の支持力算定

斜面付近の直接基礎の設計極限鉛直支持力 q_{ks} は、基礎標準により、式(3)から算出することができる。

$$q_{vs} = \lambda q_{vd} \cdots \text{式(3)}$$

ここで、 λ ：斜面による補正係

斜面による補正係数 λ は平坦な地盤と考えた場合の支持力に対する斜面上の基礎の支持力の低減割合で、土の粘着力 c 、土の内部摩擦角 ϕ 、斜面勾配 β 、斜面高と基礎幅との比 n 、斜面肩幅と基礎幅との比 α 等から決定される。今回使用したプログラム(λ 算定プログラム)は、上記のパラメータを入力して λ を算定するものである。なお、フーチング底面が計画河床底面より上にある場合に適用される。

2) 補正係数 λ の試算および結果

堤防付近の直接基礎の支持力の傾向を調べるため、図-4に示すような一般的な堤防付近の直接基礎をモデル化した試算条件($\beta = 27^\circ, 34^\circ$ 、 $\phi = 35^\circ, 40^\circ$ 、 $c = 0 \text{ kN/m}^2$)で、斜面高と基礎幅との比 n 、斜面肩幅と基礎幅との比 α を変化させて λ 算定プログラムにより λ を算定した。

図-5は、斜面高と基礎幅との比 n を1.1とし、斜面肩幅と基礎幅との比 α と斜面による補正係数 λ の関係をまとめたもので、斜面肩幅が0ときは平坦地盤に対し、5割程度の支持力しか発揮されないが、 α が8程度のときに λ が1となることがわかる。別の解析結果より、補正係数が1となる α は根入れ深さにあまり影響されず、直接基礎の有効幅 B_e の約8倍程度の斜面肩幅があれば有効根入れ深さとして実根入れ深さをとってよいこととなる。

図-6は、 $\beta = 34^\circ$ $\phi = 40^\circ$ の条件で、斜面肩幅と基礎幅との比 α 毎に斜面高さ n と斜面による補正係数 λ の関係をまとめたもので、斜面の高さが高くなると λ が小さくなることがわかる。また、斜面の高さが基礎幅に比べて大きく、有効根入れを考慮できないケースでも、フーチング端から斜面までの上載圧の影響がある程度考慮できると考えられる。

4. おわりに

今回の検討の結果より、直接基礎の鉛直支持力の破壊メカニズムの影響範囲は有効幅の約8倍程度となる。一般に堤防付近においては支持力の影響範囲内に河床底面が入るため、図-1の $Df_1 \sim Df_3$ を支持力の算定に用いた場合には土被り分の上載荷重を過大に評価してしまうことが考えられる。一方、有効根入れ深さをフーチング底面から計画河床面までの深さ Df_0 とした場合には、フーチング前面の堤防の土砂重量が寄与する支持力分を無視することとなり、安全側の設計となる。堤防付近の直接基礎の支持力算定を行う上では、斜面肩幅と斜面高さの影響を適正に考慮して算定することが必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 鉄道総研：鉄道構造物等設計標準（基礎構造物）
- 2) 日下部治：「斜面上の直接基礎の支持力算定」，土と基礎，Vol.33, 1985, 2

試算条件 $B_e = 3.0(\text{m})$ ， $\phi = (35^\circ, 40^\circ)$ ， $c = 0(\text{kN/m}^2)$
 $\beta = (27^\circ, 34^\circ)$ ， $D_f = 3.0(\text{m})$ ，
 $\gamma = 10.0(\text{kN/m}^3)$ (水中)， $n = 1.1$

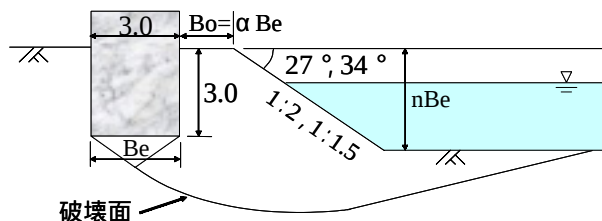


図-4 斜面付近の直接基礎モデル

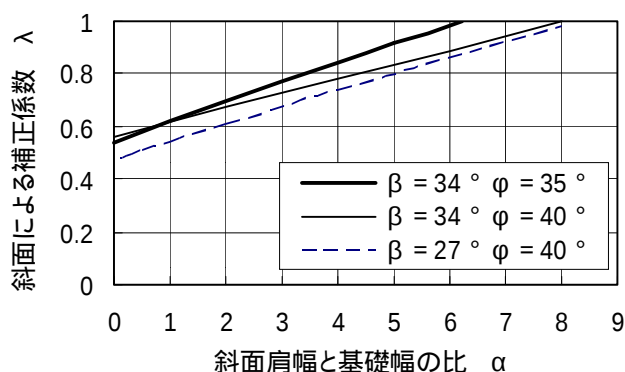


図-5 斜面肩幅と斜面による補正係数 λ の関係

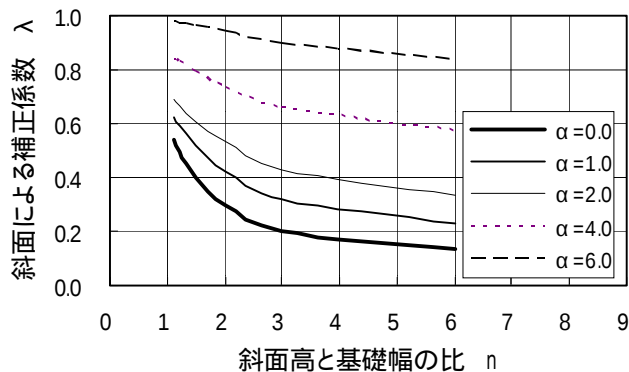


図-6 斜面高と斜面による補正係数 λ の関係