

大阪工業大学 正員 福田 護
KK瑞 池 組 正員 ○中沢 重一
KKニッサングループ 正員 今面 肇

1. まえがき 土を締固めることによって、より強固な盛土の造成が可能なのは周知のとおりである。従来、盛土斜面の安定性の検討、とりわけマサ土のような風化砂質土の盛土斜面の安定解析については、経験的な感にたよるが、あるいは $C=0$ 、中法で一般に考えられ、締固め効果を加味した論理的な設計法は未だないようである。そこで、本報告は、締固めによる強さ増加の概念を導入した安定解析法について述べることにする。

2. 締固めによるせん断強さの増加 この種の土を締固めることによって、土の力学的性質が改良されることは観念的に理解されているものの、現場においてどれほどの締固め度かのような最大せん断抵抗 S_f (強さ)をえられようか、という定量的な判定をなすことは困難なことであった。著者は、この S_f を正確く種々な応力状態で室内試験(直接せん断試験)を行なった。その結果、この種の土の S_f は図-1に示すように応力履歴に大きく支配されることが判明した。 S_f と垂直応力 σ ならびに先行垂直応力 σ_0 の関係を図-2に示す。図-1からわかるように、正規圧密土の破壊包絡線(τ - σ 線)は原点を通る直線となり、 S_f は従来通り $S_f = \sigma \tan \phi_a$ として求められ、過圧密土では C 、 ϕ_a を定数として S_f を求められないが、 σ と σ_0 の関係がそれらを求めることができる。 w の一定な盛土について、上述のことを締固め時ならびに完成後の土中の応力状態に対応して考えてみると、水平面と角度傾く面の S_f は図-3のように、またつぎのように表わされよう。 $S_f = f(\sigma, \sigma_0) \cdot U$ $\sigma_0 = f(\sigma_{vo})$ (2) 正規圧密土は $\sigma = \sigma_0$ 、過圧密土では $\sigma < \sigma_0$ となり、 $\sigma_0 = \sigma_c = f(\sigma_{vo})$ (1)(2)式中、 σ 、 σ_0 、 σ_c はそれぞれ水平面と角度面の垂直応力、先行垂直応力および締固め時に作用した垂直応力、また σ_{vo} は締固め荷重子による鉛直応力(締固め圧)である。

3. 盛土の性状 盛土は一般に、高さ H と σ_{vo} による σ_{vo} の大小関係から図-4に示すような3種の性状に分けられる。図中、Aは、 σ_{vo} が小さくかつ H がある程度大なる場合で、過圧密領域は表層部のみでほとんど全域にわたり正規圧密領域となる。Bは、 σ_{vo} が中位でかつ H がある程度大なる場合で正規圧密領域と過圧密領域が存在する。Cは、 σ_{vo} が大きいあるいは H が非常に小なる場合で、盛土全域にわたり過圧密状態となる。

4. 締固め時の土中応力 締固め時に生ずる応力は前述の通り、 S_f の値を左右することになる。この時の応力状態は実際において、きわめて複雑なものと考えられる。J.I.S. 1210の試験法では、一様に締め固められるものとしているので、このことを現場に対応してみると σ は接地面の真直下にすべて伝達され分散しないものと

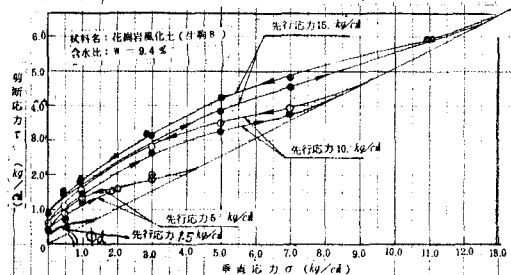
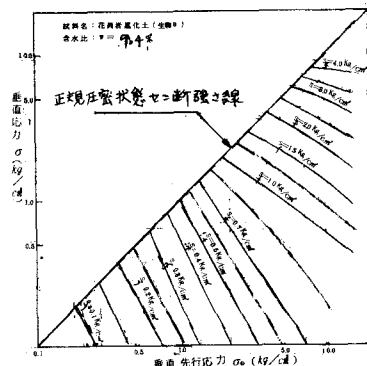
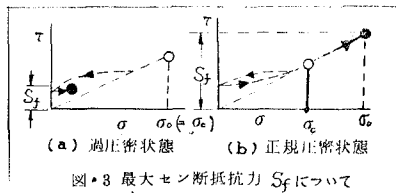


図-1 応力履歴と破壊せん断応力

図-2 S_f および σ_0 の関係図-3 最大せん断抵抗力 S_f について

した考え方といえよう。これは、薄層あるいはタンピングローラーによる締固めのような場合に近似するものと考えられる。が一方、締固め厚さがある程度以上になると必ずしも一様に締固められるとはいえないというのは、機械の接地面が深くなるほど q による σ_{vo} は分散するからである。図5は土中応力の一例として、 $q = 10 \text{ t/m}^2$, $d = 30 \text{ cm}$, 接地巾 $a = 50 \text{ cm}$ 接地巾 $b = 250 \text{ cm}$ (ブルドーザー類を想定) の中心点 O におけるブツネスクの式から得られた結果を示したものである。地表面から深くなるほど鉛直応力 σ_{vo} および水平応力 σ_{ho} は小さくなる。

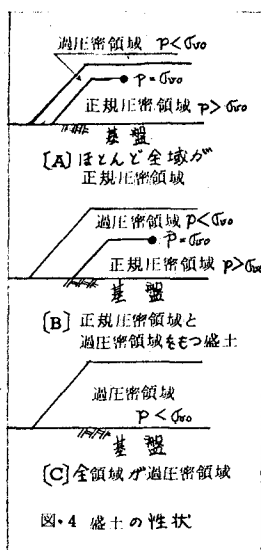


図4 盛土の性状

解析に必要な α に対する平均値的な締固め圧 $\bar{\sigma}_{vo}$ は、図5(a)に示すような係数 α をもって、 $\bar{\sigma}_{vo} = q \cdot \alpha$ として求めることにする。図中、横線ハッチは $\bar{\sigma}_{vo}$ より大、斜線ハッチは $\bar{\sigma}_{vo}$ より小な部分を示す。上述の α は、機械の接地面形状と締固めの厚さに関係する係数で、示率的な値を図6に示す。また、 $\bar{\sigma}_{vo}$ から q の式より、締固め時に生ずる平均値的水平応力 $\bar{\sigma}_{ho}$ を求め、安定解析に供する。

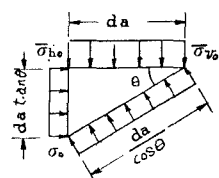


図7 締固め時の応力状態

$K_n = \bar{\sigma}_{ho} / \bar{\sigma}_{vo} - (3)$ (3)式中、 $K_n = 0$ とすれば $\bar{\sigma}_{ho}$ の無視を、 $K_n = 1.0$ とすれば $\bar{\sigma}_{vo} = \bar{\sigma}_{ho}$ となり等方性圧縮を、そして前述の α が1.0であれば q は接地面の真直下にすべて伝達され分散しないことを意味する。一般に締固め時には、正規圧密状態の締固めと推定され、 K_n 値は0.5程度が適当と思われる。そして、(3)式から求められる $\bar{\sigma}_{ho}$ から、図7のように巾 da の微小プリズムを考えると、水平面と θ 度傾く面に作用する垂直応力 σ_o はつぎのようになる。

$\sigma_o = \bar{\sigma}_{ho} + (q \cdot \alpha - \bar{\sigma}_{ho}) \cos^2 \theta - (4)$ したがって、斜面安定の検討に際しては、(4)式から締固め時の応力条件に応じた σ_o を求め、解析を行なえばよい。

5. 安定解析 堅固な水平地盤上に造成される盛土を対象とし、破壊型は斜面先破壊、すべり面は単純円弧とする。解析の手順は従来の分割法通り行なえばよいが、各分割片のすべり面の S_f は(4)式よりえられる締固め時の σ_o と盛土完成後の σ から図8に示す図表より求める。なお、解析手順の詳細については別報告で述べることにする。

6. あとがき 以上、締固め効果を導入した解析法について述べたが、ここでもっとも重要な事項は q (あるいは $\bar{\sigma}_{vo}$) の確認である。これは現場における C と室内試験の $C \sim \log P$ 線に対応させるが、あるいはプルーフローリング試験を活用し、タイヤの空気圧を調節し接地面積を q え、その70%程度から推定できよう。が他方、各種圧縮機の締固め圧に関する研究がより一層望まれるところである。なお、浸水が予想される場合は別途の考慮を必要とすることを付記する。

参考文献: 1) 福田護, 砂質土の応力履歴とせん断強さについて, 第30回年次学術講演会(土木), 第3部, S.50.10

2) 福田, 今西, 藤原, 締固め効果を考慮した盛土斜面の安定解析例, 年次講演会概要集, 第3部, S.51.10

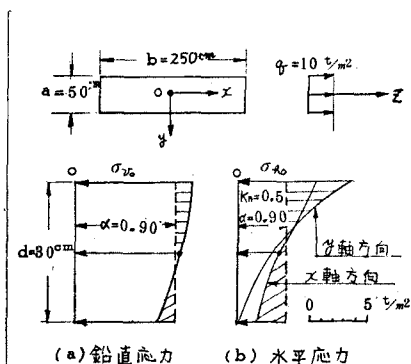


図5 ブツネスクの式より求めたO点における土中応力

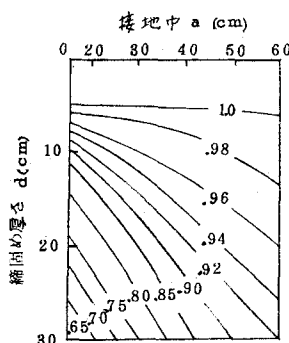


図6 接地巾および深さと α の関係