

東海大学工学部 正会員 稲田 信徳
東海大学工学部 正会員 赤石 勝
東海大学大学院 学生員 張 惠文

1. まえがき

軟弱地盤上に帯状盛土を行った場合、盛土に接する地盤面は沈下し、盛土側方の地盤面は隆起するかあるいは沈下する。この現象は盛土荷重によって地盤内の土がせん断変形したり圧密変形するため生じるものである。このような地盤変動量やその周辺地盤への影響範囲を予測することは、盛土の設計・施工上きわめて大切であると思われる。近年有限要素法などの理論的解析法の発達によって、このような地盤変動をかなり正確に推定できるようになつたが、複雑な地層条件をどのように評価するかなど残された問題が多い。この報告では、概略設計や現場の施工管理に役立つ実用的な目的のため、かなりの精度を持つ簡易に行なえることを主眼とした即時沈下量および周辺地盤への影響範囲を簡易な図表によって求める方法を提案したい。

2. 即時沈下計算法

2.1 従来の研究

Skempton-Bjerrum¹⁾は局部載荷を受ける粘土層の即時沈下量 ρ_i が弾性論によって次式で計算されるものとした。

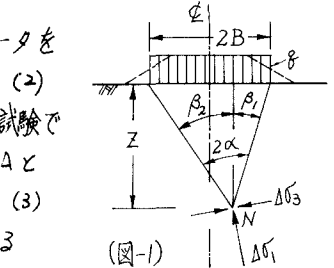
$$\rho_i = \frac{3}{4} \cdot \frac{\gamma \cdot B}{E} \cdot I_0 \quad (1)$$

ここで γ : 荷重強度, B : 載荷幅, I_0 : 載荷重の形状・剛性による影響値, E : 土の弾性率である。(1)式は半無限弾性体の表面沈下量を表わすものであるから、載荷幅が比較的大きく、粘土層の厚さが小さい場合に生ずる誤差は無視できない大きさとなるであろう。

持永・世良²⁾は名神高速道路など軟弱地盤上に道路を建設した場合の実測データをもとに実用的な即時沈下量 S_i の推定法を提案した。

$$S_i = \frac{1}{100} \cdot A \cdot H \cdot \gamma_t \quad (2)$$

ここで H : 盛土の高さ(cm), γ_t : 盛土材の単位体積重量(g/cm^3), A : 一軸圧縮試験で得られた E_{50} に比例する係数(cm^2/g)である。そして、現場の実測データから A と E_{50} (Kg/cm^2)の関係式として $A = 12.4 - 0.44 E_{50}$ を得た。



軟弱層厚が小さくても盛土幅が大きい場合、極端に大きな沈下量の得られるSkemptonらの方法にくらべて実用であるため設計計算にかなり広く用いられている。しかし、この方法も S_i が軟弱層厚、盛土幅に無関係に示されており、適用は、名神高速道路などとはば似た形状の盛土と軟弱層厚の場合に限られると思われる。

2.2 提案法

2.2.1 即時沈下量 図-1に示すような帯状等分布荷重 γ が半無限弾性体地盤上に作用する場合、深さ Z のV点に生ずる主応力増分を(4)式に示す。

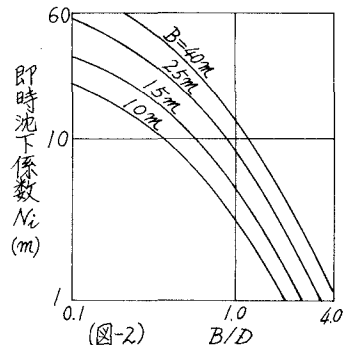
$$\left. \begin{aligned} \Delta\sigma_1 &= \frac{\gamma}{\pi} (2\alpha + \sin 2\alpha) \\ \Delta\sigma_2 &= \frac{\gamma}{\pi} (2\alpha - \sin 2\alpha) \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

また載荷直後、軟弱地盤が非排水条件下で等体積せん断変形する場合の最大主応力方向のひずみ ϵ_1 は、(5)式のように表わされる。

$$\epsilon_1 = \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{E_i} \cdot (\Delta\sigma_1 - \Delta\sigma_2) \quad (5)$$

ここで $\nu_i = 0.5$, $E_i = 3E/2(1+\nu)$ である。(5)式は(4)式を代入すれば、即時ひずみ ϵ_1 は、(6)式で示される。

$$\epsilon_1 = \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{E_i} \cdot \frac{\gamma}{\pi} \cdot \sin 2\alpha \quad (6)$$



(6) 式を軟弱層厚 D で積分すれば、帯状荷重中央直下における即時沈下量 S_i を求めることができる。

$$S_i = \frac{\sigma}{E_i} \cdot N_i \quad (7)$$

ここで 即時沈下係数 $N_i = \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{\pi} \int_0^B \sin 2\alpha dz$ (m) である。 N_i は軟弱層厚や盛土幅によって変化するので、図-2に示す N_i の算定図表を用いれば、 S_i を容易に求めることができる。

2.2.2 即時沈下の影響範囲 帯状盛土荷重によって盛土周辺地盤に生ずる鉛直方向のヒン断変形量は、最大・最小主応力方向のひずみとその方向から前項の即時沈下量と同様に計算できる。いま鉛直方向のヒン断変形量の絶対値が3cm以上となる範囲を帯状荷重の中心線から L_i (m) として (8) 式で表わされるものとする。

$$L_i = I_i \cdot D \quad (8)$$

ここで、 I_i は影響係数、 D は軟弱層厚である。

載荷幅 $2B=40$ m の場合、 I_i と D の関係をプロットすると、図-3のように I_i は D にはほとんど関係せず一定となる。そこで盛土荷重の半幅 B をパラメーターとして I_i を E/γ に対してプロットしたのが図-4にある。図4を用いることによって L_i が計算できる。

3. 各計算法の比較

3.1 即時沈下量

昭和41年日本道路公団が実施した愛甲試験盛土のデータを用いて即時沈下量の比較検討を行う。検討に必要なデータは図-5のように示されている。提案法 $B/D=0.9$ 、図-2より、 $V_i=3.5$ 、 $S_i = \frac{\sigma}{E_i} \cdot V_i = \frac{6.53}{13.8} \times 3.5 \approx 0.17$ m

$$\text{Skempton-Bjerrum法 } S_i = \frac{3}{4} \cdot \frac{\sigma(2B)}{E_{50}} \cdot I_p = \frac{3}{4} \cdot \frac{6.53 \times 18 \times 1.12}{13.8} = 0.172 \text{ m}$$

$$\text{持永・世良の方法 } A = 12.4 - 0.44 E_{50} = 12.4 - 0.44 \times 13.8 \approx 6.33 \text{ cm}^2/\text{g}$$

$$S_i = \frac{1}{100} \cdot A \cdot H \cdot \gamma_i = \frac{1}{100} \times 6.33 \times 450 \times 1.45 \approx 4.1 \text{ cm}$$

以上の三方法によって軟弱層厚 D を変化させ、即時沈下量 S_i を計算し比較したのが図-6である。持永・世良の方法は D, B によって S_i が変化せず一定値をとる。Skemptonの方法は D によって S_i は変化しないが、 B に比例して増加するなどの各方法の特長を図-6には示していると思われる。

3.2 側方地盤への影響範囲

建設省、日本道路公団および国鉄などが施工した軟弱地盤上の盛土に対して、動態がほぼ明らかにされている10ヶ所の観測結果は図-7のように示されている。ここで、 L は側方地盤の隆起範囲、 b は盛土敷幅、 D は軟弱層厚である。提案法において、図-7を求めた平均的条件として、 $b=50$ m、 $D=15$ m、 $E=440 \text{ t/m}^2$ 、 $\gamma=14 \text{ t/m}^3$ を用いれば、 $E/\gamma=31$ 、 $B=18.5$ m であるから、図-4より、 $I_i=2.9$ となる。 $L_i = I_i \cdot D = 44$ m。実測データは、 $b/D=3.3$ 、図-7より、 $C=1.6$ 、 $L=C \cdot D=1.6 \times 15=24$ m。したがって、盛土中央からの距離は49 m となる。

これらの結果から提案法によって側方地盤に対する即時沈下の影響範囲をある程度予測できるように思われる。

4 参考文献 (1) A.W. Skempton and L. Bjerrum; A Contribution to the Settlement Analysis of Foundations on Clay. Géotechnique, Vol. 7 (1957) (2) 持永龍一郎・世良至; 名神高速道路大垣地区の盛土の沈下について、第3回土質工学研究発表会講演集、(1968)

