

1. まづ、軟弱な粘土地盤上に盛土を施工し、地盤の複雑な挙動を呈することは周知である。この挙動を解析し、しかも地盤の安定性に結びつけることは非常に重要であるが、かなりおぼろしい。したがって、一般には、盛土は事前設計の段階で得られる土質調査結果に基づき、この時点での最適な設計、施工を求め、実施される。しかし、事前設計で求められた設計、施工は、施工前の情報に基いており、計算の中に含まれる種々の不確定性の存在などから、決して破壊をゼロにすることはできない。すなわち、施工中、あるいは施工後に破壊する可能性をもっていることになる。このような観点から、最近では施工中の安全性と施工中の観測結果から認識しようとする施工方法の採用されるようになり、換言すれば、施工中の観測結果から地盤の破壊を予想しようとする試みが行われるようになった。その一つの試みとして、松尾、川村らは過去に施工した軟弱地盤上盛土の実例として多く集め、図1のような施工管理図を提案した。図1に示すのは、他の機会に多く発表しているもので、ここでは詳述しない。ところで、図1の中にネオトに破壊現象線を含む管理曲線が、近似的には、等価な安全度の状態において、側方変位量が地盤の強度や厚さ、盛土の形状や幅に関係なくほぼ一定になっている。しかし、一般論からすれば、この側方変位量は地盤の厚さや盛土幅の影響を受けることが予想されるため、若干の傾向をもつことが指摘されている。したがって、この方向で工学的に検討することは、図1の適用に際して有益であり、また不可欠な問題と考えられる。したがって、上記のように、地盤の挙動を解析することは非常にやっかいな課題であるため、精確な議論はいまだ目下と持ち合わせるべきではない。仮に、大抵な仮定条件を設定して解析した際、側方変位量、大略、地盤の厚さや盛土幅の影響を受けまいとある結論と得たときには、その考え方をすじ書き、今後のより現実に近い状況下に関する解析にむけて大抵であることは言うに及ばない。以上から、本文は粘土地盤の側方変位量と地盤の厚さや盛土幅の関係は、大抵の仮定条件下で解析したところ、工学的見地からは、あまり大きな影響を与えないことが予想される解を得たので、その考え方をすじ書きで紹介するものである。

2. 簡単な定性的議論； 本文で行う解析には、以下のような仮定を用いる。① 解析は、地盤の側方流動にだけ注目する。すなわち、地盤の安定性は、側方流動との関係だけで表現できるものとある。② 粘土地盤は均質である。③ 図2に示すように、側方流動はZ方向だけに発生する。④ 盛土荷重による発生する側圧σはいまZ方向で一定とする。⑤ 地盤の側方流動は、あらかじめニュートン流作のような挙動があつて、以上の仮定に基づき、側方流動が非常に小さい ($\partial x/\partial z \neq 0$, $\partial x/\partial z$: 側方流動の速度) とすれば、図2のエレメントのZ方向に関する釣り合い条件は、

$$-(\sigma + \frac{\partial \sigma}{\partial x} dx) dz - (\sigma) dz + (\tau + \frac{\partial \tau}{\partial z} dz) dx - \tau dx = 0 \quad \therefore \frac{\partial \sigma}{\partial x} = \frac{\partial \tau}{\partial z} \quad \text{--- ①}$$

となる。一方、地盤はあらかじめニュートン流作のよう挙動するため、

$$\tau = \gamma \frac{\partial x}{\partial z} \quad \text{--- ②}$$

と表される。ここに、 τ ; せん断力、 γ ; 等価な粘り率、①, ②より

$$\frac{\partial \sigma}{\partial x} = \gamma \cdot \frac{\partial^2 x}{\partial z^2} \quad \text{--- ③}$$

が得られ、($z=0$ とし、 $\partial x = U$, $z=D$ とし、 $\partial x = 0$)の境界条件を式③と積分すれば、次式が得られる。

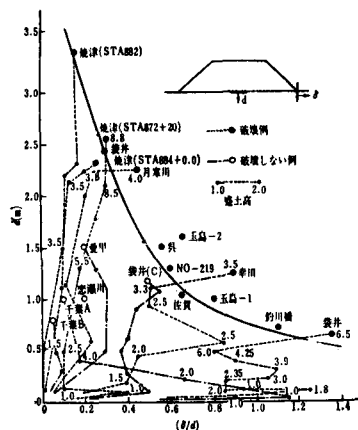


図-1 施工管理図

$$\frac{\partial x}{\partial t} = 1 - \left(\frac{z}{D}\right) - \left\{ \frac{D^2}{2\gamma U} \left(\frac{d\sigma}{dx} \right) \right\} \left\{ \left(\frac{z}{D}\right) - \left(\frac{z}{D}\right)^2 \right\} \quad \text{--- ④}$$

パラメータ $\left\{ \frac{D^2}{2\gamma U} \left(\frac{d\sigma}{dx} \right) \right\}$ に関するZ方向の速度分布が図3に示してある。また、X方向に関する速度が図4に示してある。図3、4の速度分布は、地盤の側方変位量に関する実際の計算例と比較して定性的に満足できるものがある。また、ある深さZ ($= z/D$) における $\partial x(z, x, t)$ にもとづき、 $t = t$ における側方変位量 $\hat{Q}_{tot}(z, x)$ は次式で記述できる。

$$\hat{Q}_{tot}(z, x) = \int_{t=0}^{t=t} \partial x(z, x, t) \cdot dt = \int_{D=D_i}^{D=D} \partial x(z, x, D) \frac{dD}{dD} \cdot dD \quad \text{--- ⑤}$$

⑤式を時間tと深さDの変数変換で計算するため、図5にみるように、 $x = x$, 幅 dx , 深さDの土柱からZ方向に流出する単位時間当りの全土量 $Q(x, D)$ と、そのときの地盤の沈下速度 $-(dD/dt)$ の関係を示してみよう。 $Q(x, D)$ と土柱 ($dx \times D$) の体積減少速度が等しいとすれば、

$$\frac{dQ(x, D)}{dx} = - \left(\frac{dD}{dt} \right) \quad \text{--- ⑥}$$

が得られ、盛土の上面 ($x=B$) の側方変位量に注目すると、⑥式より、

$$Q_{x=B}(D) = - \left(\frac{dD}{dt} \right) \cdot B \quad \text{--- ⑦}$$

となる。一方、④式より、

$$Q_{x=B}(D) = \int_0^B \partial x(z, x=B, D) dz = \frac{1}{2} UD - \frac{D^3}{12} \left(\frac{d\sigma}{dx} \right) \quad \text{--- ⑧}$$

が得られることから、⑥、⑦式より次式が成立する。

$$- \left(\frac{dD}{dt} \right) = \frac{1}{2} \frac{UD}{B} - \frac{D^3}{12\gamma B} \left(\frac{d\sigma}{dx} \right) \quad \text{--- ⑨}$$

⑧式を⑤式に代入し、 $\hat{Q}_{tot}(z, x=B)$ を計算する。さらに、 $x=B$ における側方変位量の最大値 $\hat{Q}_{max}$ とすれば、 $\hat{Q}_{max}$ は次式によることがわかる。

$$\hat{Q}_{max} = \frac{B}{3} \frac{\left[\ln \left| \frac{D_i \left[1 - \left\{ \frac{(d\sigma/dx)}{6\gamma U} \right\} D_i^2 \right]}{D \left[1 - \left\{ \frac{(d\sigma/dx)}{6\gamma U} \right\} D^2 \right]} \right| \right]^2}{\ln \left| \frac{1 - \left\{ \frac{(d\sigma/dx)}{6\gamma U} \right\} D_i^2}{1 - \left\{ \frac{(d\sigma/dx)}{6\gamma U} \right\} D^2} \right|} \approx \frac{3}{2} B \ln \left| \frac{D_i}{D} \right| \quad \text{--- ⑩}$$

結局、 $\hat{Q}_{max}$ はBと (D_i/D) の関数で表わされる。ここで、実際の地盤の挙動は定性的に考えよう。Bが D_i に比べてかなり大きい条件下 (盛土高 H_1) では、X方向に関する地盤の沈下圧の変化が小さい ($-(d\sigma/dx)$ が小) ことから、側方流動による沈下量 $d_1 (= D_i - D)$ は相対的に小さい値が予想される。これに対して、Bが D_i と等しい状態に近づいたり、あるいは小さくなるにつれて

条件下では、等価な安全率をもつ盛土に関して (盛土高 H_2)、勿論、 $H_1 > H_2$ が成立するが、この場合、地盤の沈下圧の変化が前者よりも大きい ($-(d\sigma/dx)$ が大) ことから、側方流動による沈下量 d_2 が d_1 より大きくなる。これは、すなわち、このような関係で、いま (D_i/D) とBとを関数型で表現することを

大きな誤りはないであろう。すなわち、 $D_i/D = \exp(M/B)$ --- ⑪
が成立し、⑩式を⑩式に代入すれば $\hat{Q}_{max}$ は
近似的に一定となり、等価な安全率の状態では、B、 D_i にあまり影響を及ぼさないと予想される。

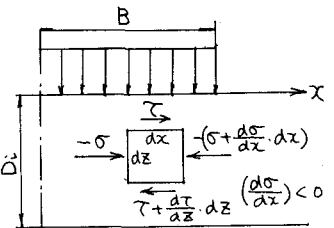


図 2

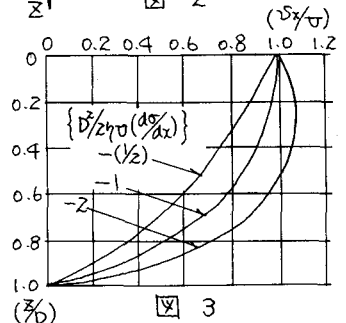


図 3

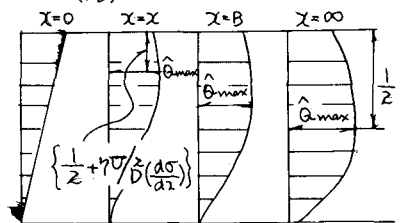


図 4

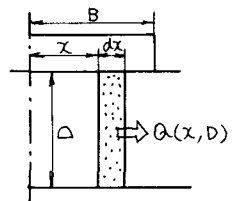


図 5

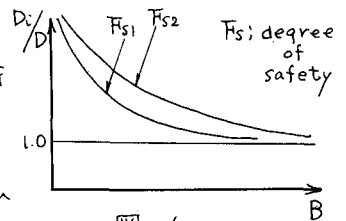


図 6