

中央大学 理工学部 正会員 星 塾 和

盛土本体と基礎地盤の沈下機構を解明し、盛土工事の計画・施工に際して沈下量の計算と将来予測を行なう必要から、これまで数多くの沈下実測例が記録されており、沈下記録の解析方法についても圧密理論を準用するか、双曲線式を当てはめて検討するなど種々試みられているが、いずれも満足できる結果を得ていない。

北関東地区の火山灰土地帯において自動車高速走行試験路の建設工事が行なわれるに当り、盛土と地盤の沈下実測記録がいくつか得られたので、筆者の提案する解析法を適用して、当否の検討を試みた。地盤の沈下解析については既に発表した部分(参考文献)もあるので、盛土の沈下解析を中心に概要を報告する。

1. 有効荷重の概念と算定

ここに提案する沈下の解析方法は、盛土なり地盤なりの土体に加わる荷重は、直ちに沈下を引き起すものではなく、その一部が沈下と関係しながら時間とともに増大すると考え、この荷重の有効部分を仮に有効荷重と名付けると、有効荷重は次の諸式で表わされるものとする。なお、ここで扱おう盛土の場合は、荷重の大きさをすべて盛土高の単位で表わしている。

イ) 瞬間載荷重による有効荷重 ある時突で瞬間的に荷重 H が加わったとき、有効荷重 H_t は

$$H_t = H \sqrt{\frac{t}{3t_c + t}} \quad (1)$$

ここに、 H : 盛土高で表わされる載荷重、 t : 載荷後の経過時間、 t_c : 有効荷重の大きさと時間経過を決める係数、 H_t : 時間 t における有効荷重

この式によれば、有効荷重 H_t は初期には \sqrt{t} に比例して増し、最終的には載荷重 H に近づく。 $t = t_c$ ならば $H_t = H/2$ となり、 t_c は有効荷重 H_t が実荷重の $1/2$ となるまでの時間を意味する。

ロ) 一定の速度で載荷するときの有効荷重 載荷重が一定の割合で時間 t_0 の間に H まで加わる時の有効荷重は、上式を積分することにより、次のようになる。

$$\begin{aligned} t_0 \geq t \geq 0: \quad H_t &= H \left(\frac{3t_0}{t_0}\right) \left\{ \sqrt{1 + \frac{t}{3t_0}} \sqrt{\frac{t}{3t_0}} + \ln \left(\sqrt{1 + \frac{t}{3t_0}} - \sqrt{\frac{t}{3t_0}} \right) \right\} \\ t > t_0: \quad H_t &= H \left(\frac{3t_0}{t_0}\right) \left\{ \sqrt{1 + \frac{t}{3t_0}} \sqrt{\frac{t}{3t_0}} + \ln \left(\sqrt{1 + \frac{t}{3t_0}} - \sqrt{\frac{t}{3t_0}} \right) - \sqrt{1 + \frac{t-t_0}{3t_0}} \sqrt{\frac{t-t_0}{3t_0}} - \ln \left(\sqrt{1 + \frac{t-t_0}{3t_0}} - \sqrt{\frac{t-t_0}{3t_0}} \right) \right\} \end{aligned} \quad (2)$$

ハ) 盛土の自重による有効荷重 盛土の自重による有効荷重は、盛土内部の水平面に加わる荷重が、その面より上部にある盛土重量であることを考えに入れて、上式をさらに積分すると

$$\begin{aligned} t_0 \geq t \geq 0: \quad H_t &= H \left(\frac{3t_0}{t_0}\right)^2 \left\{ \left(\frac{3}{4} + \frac{t}{3t_0} - \frac{1}{2} \frac{t}{3t_0}\right) \sqrt{1 + \frac{t}{3t_0}} \sqrt{\frac{t}{3t_0}} + \left(\frac{3}{4} + \frac{t}{3t_0}\right) \ln \left(\sqrt{1 + \frac{t}{3t_0}} - \sqrt{\frac{t}{3t_0}} \right) \right\} \\ t > t_0: \quad H_t &= H \left(\frac{3t_0}{t_0}\right)^2 \left\{ \left(\frac{3}{4} + \frac{t}{3t_0} - \frac{1}{2} \frac{t}{3t_0}\right) \sqrt{1 + \frac{t}{3t_0}} \sqrt{\frac{t}{3t_0}} + \left(\frac{3}{4} + \frac{t}{3t_0}\right) \ln \left(\sqrt{1 + \frac{t}{3t_0}} - \sqrt{\frac{t}{3t_0}} \right) \right. \\ &\quad \left. - \left(\frac{3}{4} + \frac{t}{3t_0} - \frac{1}{2} \frac{t-t_0}{3t_0}\right) \sqrt{1 + \frac{t-t_0}{3t_0}} \sqrt{\frac{t-t_0}{3t_0}} - \left(\frac{3}{4} + \frac{t}{3t_0}\right) \ln \left(\sqrt{1 + \frac{t-t_0}{3t_0}} - \sqrt{\frac{t-t_0}{3t_0}} \right) \right\} \end{aligned} \quad (3)$$

沈下記録における載荷重の時間経過から、いくつかの荷重段階ごとに盛土時間 t_0 と盛土高 H を求め、共通の有効荷重係数 t_0 を仮定して、上の諸式により、時間 t における有効荷重を計算し、重ね合せの法則を適用して総計し、有効荷重 H_t をうることができる。

2. 沈下の計算

沈下計算の基本式は次による。

$$S = K_0 \ln \left(1 + \frac{H_t}{H_0} \right) \quad (4)$$

ここに、 K_0 , H_0 : 沈下に関する力学定数, H_t : 前記の方法で求めた有効荷重, S : 有効荷重により生ずる沈下

この式を微分すると $dS/dH_t = K_0 / (H_0 + H_t)$ となり, 有効荷重沈下曲線の傾きは, 初期において K_0/H_0 となり, 時間とともに H_t が大きくなるため減少し, 下に凸なアーク型曲線となる。また, 最終沈下 S_f は $H_t = H$ において次式をうる。

$$S_f = K_0 \ln \left(1 + \frac{H}{H_0} \right) \quad (5)$$

盛土本体については沈下が盛土高 H に比例するとして

$$K_0 = k_0 H \quad (6)$$

と置く。

荷重沈下曲線の起算が原点以外にあるときは, 基本式(4)を次のように修正する。

$$S = S_0 + k_0 \ln \left(1 + \frac{H_t - H_0}{H_0} \right) \quad (7)$$

ここに、 S_0 , H_0 : 曲線の起算における座標値。

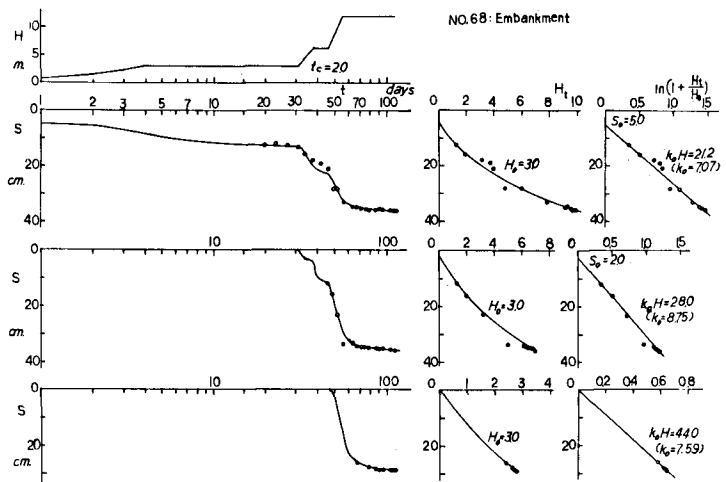


図-1. 盛土の沈下記録と解析結果の一例

3. 解析例

宇都宮市東方の喜連川町に建設された高速走行試験路について実測された沈下記録の解析を試みた。土質は大半が典型的な火山灰土である。

図-1は3層の盛土についての解析例, 図-2は地盤についての解析結果を併せて総合したものである。決定した諸定数は図中に記入してある。他の沈下記録を含めて実測と計算はよく一致し, 1に近い相関係数を得た。

参考文献: 星塾; 地盤沈

下の解析法と解析例(1980), 土質工学研究発表会。

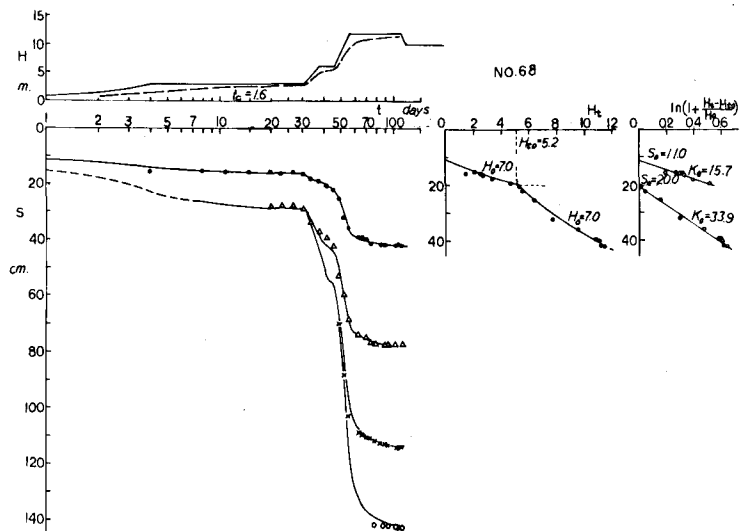


図-2. 盛土と地盤を総合した沈下の解析結果