

I-28 地盤沈下機構について

京都大学防災研究所 正員 工博 村山 朔 郎

上下が滯水砂層ではさまれた粘土層において、上下両滯水層の水頭が等しくかつ粘土が堆積時の自然圧縮を完了しているとき、上部または下部滯水層の水位を低下すれば地盤沈下を生ずることはすでに Terzaghi によつて解かれ、また被圧滯水層からの湧水による粘土層の沈下については和達博士、石井博士の解があり、被圧滯水層自身の沈下には速水博士らの解があつて何れも立派な結果を与えている。しかしこれらの解に用いた考へ方には多少異つた点があり、それらの関連性と考へ方の意義について吟味してみる。すなわち、(1) Terzaghi は、粘土層内の間げき水圧が、地表面に載荷を行へば即時に急増するのと同様に、粘土層上にある自由水面の水位や被圧滯水砂層の水位を急低下させたときにもそれに即応して間げき水圧も急減するような考へ方をしているが、これは計算手段のための思考仮定としてはともかく、実際には則さない。何となれば、このときもし間げき水圧の急低下が起るとすれば、間げき水の一部が急に排出されることとなるが、粘土のような不透水性土ではそのようなことは起りえないからである。上述の仮定から出発すると、被圧滯水砂層の水位を低下すれば、それに応じて粘土粒子に働く浮力の減少、過剰間げき水圧が発生することになるがこの点については石井博士も批判されているようにその実在性には疑問がある。(2) 被圧水の汲上げによる粘土地盤の沈下の解析では、間げき水の脱水過程を間げき水圧傾度を Darcy の式に入れて解を進めているが、本来からいへば間げき水の水頭の傾度を用いる方がよい。

以上の点を考慮して地盤沈下の機構を再考してみる。図-1のように、粘土層上に自由水と下部にこの自由水と同じ水頭をもつ被圧滯水層をもつ堆積時の自然圧縮を完了した粘土層を考える。これを Terzaghi 式のモデルで示せば図-2となる。ある基準面から測つた被圧水の初期の水頭 h_0 を h_u まで低下すれば、 $(h_0 - h_u)$ によつて粘土内を下方に何う浸透流が生じようとする。その際粘土中(図-2でピストンの上下面)に水頭差 dh ができるの

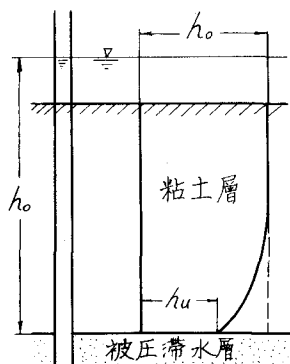


図-1

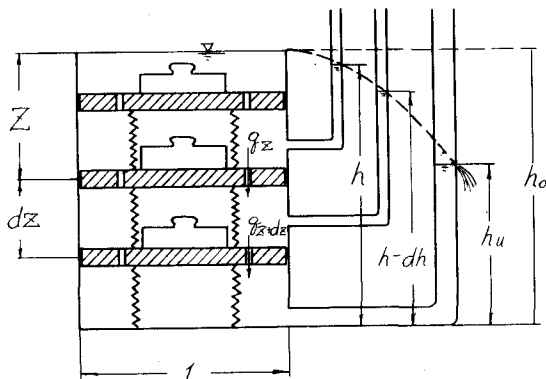


図-2

でこの静水圧力差でピストンを下方に下げ、スプリングが縮んだだけ dz 間の間げき水は脱水して浸透流に追加される。なお上記の dh は Terzaghi は粘土粒子に働く浮力の減少とみなし、また石井博士は dh/dz を流水圧力と定義して圧密解を進めているのに相当する。

このモデルで、図のように dz 間の dt 時間に生ずる排水量を $q_{z+dz} - q_z = dq$ とすれば

$$\frac{\partial q}{\partial t} = -K \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} \cdot dz \quad (K: \text{透水性係数})$$

dz 間の水頭差 ($-dh$) によって、弾性係数 ($1/v$) のスプリングが圧縮量 $\varepsilon \cdot dz$ (ε : ヒズミ) を生じ、そのため $\varepsilon \cdot dz = dq$ の脱水量が生じるから

$$-v \cdot dh \cdot \gamma \cdot dz = \varepsilon \cdot dz \quad (\gamma: \text{水の単位重量})$$

$$\frac{\partial q}{\partial t} = \frac{\partial \varepsilon}{\partial t} \cdot dz$$

上記3式より

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{K}{v\gamma} \frac{\partial^2 h}{\partial z^2}$$

これは被圧水を低下するときには過剰間げき水圧という概念を除く方が考えやすいため、間げき水の水頭を用いるようにしただけで、従来の圧密の式と全く同型である。

なお、常数 v については粘土の力学特性は上述のような簡単な弾性ではないので、本来の特性に合う力学模型を用いればより一層精度が上がるのは勿論であるが、砂質土その他の土についてもそれらに合適する力学特性を用いれば、下層から揚水するときの沈下特性を上記の同じ式で求められる。

故に従来揚水による地盤沈下について各種の解が提示されているが、それらはどれも独特の本質より進められ一見相異なる所があるかにみえ、また中には実際に則さないようにみえる仮定に立つものもあるが、帰する所は同じものといえよう。

参考文献

堀 武男 訳: テルツァギー・フレリッヒ 粘土層の沈下.

石井靖丸 : 地盤沈下 最新土質工学 1950. P.83

大阪湾港湾技術調査会 : 大阪の地盤沈下に関する研究 昭. 24. 7.