

諏訪湖周辺の地盤沈下について

信州大学工学部 正 川上 浩
正 阿部 広史
学 ○ 石沢 克信

1. 緒言

諏訪湖岸の諏訪市では、以前から大規模な地盤沈下が発生し、市民生活に大きな問題をなげかけている。道路、鉄道は渡うち 体育館の床は毎年補修を必要とし、警察署は周辺の地盤のかさあげに追われている。

これらの沈下現象は、かなり古くからのもので、底無しの沼と呼ばれる地点もある程である。これらの地域の地下水位は、地表面に近く通常の都市にみられる地下水のくみ上げによるものとは考え難い。諏訪湖岸一帯には、地表下 0~15 m に俗称「スクモ層」と呼ばれる湖岸堆積物の腐植土層が存在しており、この圧密沈下がその主因と考えられる。

しかしながら、局所的に沈下の大きい地域が存在すること。また沈下が、かなり長期にわたることなど、問題点を含むと考えられる。そこで、諏訪湖浄化対策の広域下水道事業、高速道インター工事などに関連して、地盤調査資料もかなり存在することから、スクモ層の分布と沈下の因果関係の調査を開始した。

今回は、その手始めに被害の概況と大方の地盤上の土性について報告する。

2. 地盤の状況

諏訪湖は、昔、現在の面積の1.5倍あったと考えられる。これが周辺の大小河川の流入、及び湖岸近くまでせまった山地の崩壊等により、その面積を徐々に狭めてきている。したがって、周囲の地層は、粘土・シルトを中心に薄い砂層・レキ層が互層をなし、標高(75%)が高いこともあり、未風化の有機物を多量に混入し、軟弱層を成す原因となっている。

資料よりN値が、5以下の軟弱層厚の分布を調べると諏訪湖の南東側に厚くなっている。これは、沈下による被害が諏訪湖南東側に、多く発生していることによって裏付けられる。

諏訪湖南東側の軟弱層の代表的な柱状図の概略を示すと図-1のようである。この図中には、図式記号のみで示してあるが、多かれ少なかれかなり深部まで有機物を混入して軟弱な地層を形成している。色調は、腐植土と分類されているものには黒褐色のものが多く、未風化の繊維質のものを多く含む。シルト・粘土では暗灰色のものが多く。

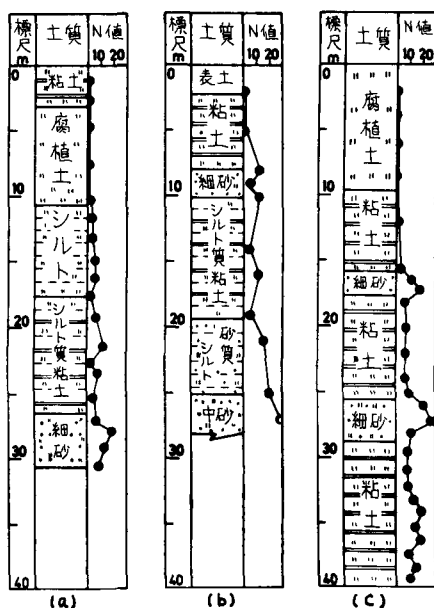


図-1

3. 沉下被害の実状

a) 諏訪実業高校

諏訪実業高校は、諏訪湖の南東、国鉄上諏訪駅から茅野方向へ約2 kmの線路ぞいにある。この地域は昔「底なし沼」と呼ばれていた湿地帯であり、その軟弱層を埋立ててできた地域である。

柱状図の概要を示すと、図-1(a)であり、沈下に関係すると思われる軟弱層は、薄い砂層を挟在する腐植土及び腐植質混りのシルト質粘土層と考えられる。

校舎の沈下による変状の一例を相対沈下で示したのが、図-2である。昭和40年にサンドパイル($\phi 0.43 \times 10$ m)を、1.8 m間隔で打設後プレロードとして3.5 mの盛土が行なわれている。

校舎はベタ基礎で、沈下の絶対量はかなり大きいものと推察される。体育館の場合も同様の地盤処理がなされたが、建物の基礎部のみ26 mのPCグイで支持され変状は見られない。しかしながら内部の床面は毎年かさ上げが繰返され、その量が75 cmにも

及んでいる。グラウンドでは、0.8~1.3 mの盛土敷ならしが行なわれたが、図-3に示すごとくその沈下量は最大90 cmにも達している。オ一期工事から10年経過しているが、沈下状況は落ちつく様相を呈していない。

b) 鉄道の沈下

中央東線上諏訪~普門寺間は、その昔諏訪湖を埋立てた軟弱地盤であり、特に普門寺信号場はここも以前「底なし沼」と称せられた湿地帯であり、最も著しい地盤沈下を示している。すなわち昭和45年10月に線増工事のために、築堤高約

4~3 mの腹付盛土が施工されて以来、昭和49年3月に至るまでの間に総沈下量1080 mmを示している。一方、砂田架道橋は、検測の結果沈下変状がないことが確認されている。この架道橋の基礎は径50 cmの鋼管パイルを下り線5か所、上り線6か所に軟弱層下部のレキ層まで杭打施工している。

なお、線増工事以前の路線の沈下状況を示すと、図-4のようになる。この沈下曲線は、この地盤の軟弱層厚とほぼ対応関係にある¹⁾。概略の柱状図を示すと、図-1(b)のようである。

c) 諏訪警察署

昭和46年6月に建設されたものであり、上述の軟弱層地域に含まれる位置にある。代表的な柱状図を図-1(c)に示した。建物の基礎部は30数mに及ぶコンクリートパイルが打設され、何ら変状は見うけられない。しかしながら、約1 mの盛土を行なった周辺部は沈下が著しく、玄関前で55 cm車庫前が75 cmといった沈下を示し、毎年舗装のカサ上げをくり返している実状にある。

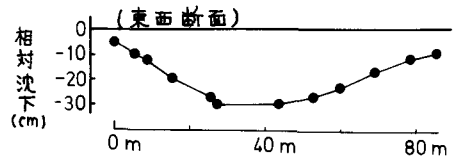


図-2

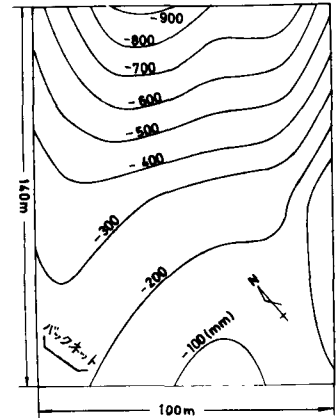


図-3

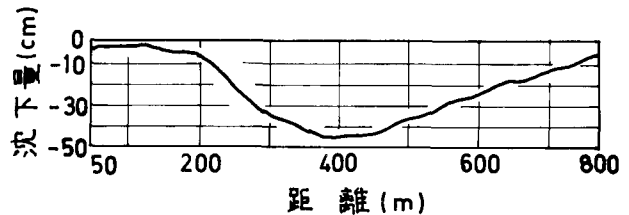


図-4

4. 軟弱層の土性

各種機関・調査業社などから 300 件を越える土質試験データが集められている。これらのデータをもとに種々の整理を試みたものを以下に示す。

塑性図のうえでは、図-5 に示すように、A-線よりいくらか下側に位置し、かなり幅広く分布している。図中の記号は圧縮指数と対応させて示してあるが、ほぼ相関関係が見られる。研究室で行なった試験結果は圧縮指数を添えて○印で示した。他のデータより小さめであるが、A-線の傾きと異なった直線関係が見うけられる。

三角座標上に示すと、図-6 が得られる。粘土分が 20~70%、シルト分が 30~80% の領域に集中するが、圧縮指数との対応は判然としなくなる傾向にある。これは、有機物の混合の多少が、圧縮特性に大きな影響を与えているものと考えられる。

圧縮指数と液性限界の関係を、図-7 に示す。図中には、Skempton により提案された線及び国内の土に対して求められている線を破線で示した。これらの各線は適用されうる液性限界の範囲が各々異なるため、単純な比較はできないが、名古屋粘土から留萌港粘土の領域まで広い分布を示している。このような状況を示す理由としては、やはり有機物量の多少が考えられる。圧縮指数と自然含水比の関係(図-8)で見た場合にも、同様の傾向が見うけられる。図-7 の傾向よりは、まともに見せており、自然含水比の増

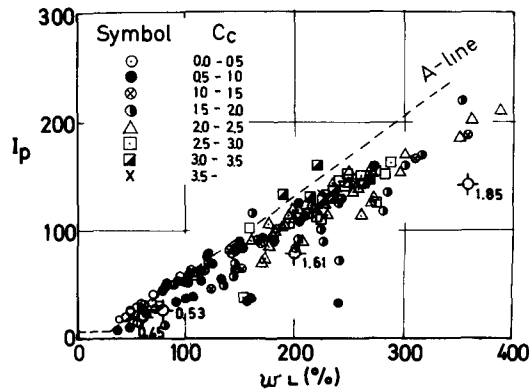


図-5

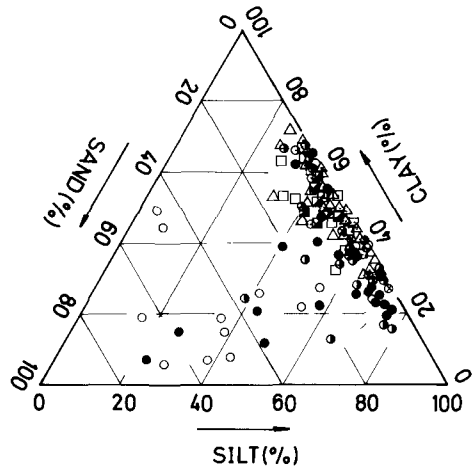


図-6

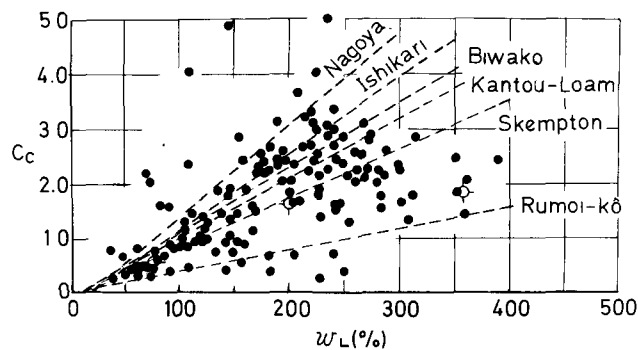


図-7

大とともに圧縮指数が著しく大きくなる。一般に、有機物量の増加にともない高含水比となり、大きな間隙比を有する。そこで、有機物による骨格構造は非常に弱いことから、大きな圧縮性を示すようになると思われる。

有機物量の多少が、圧縮特性を大きく左右していることを述べてきたが、各種集められた試験データには、有機物量についてはほとんどふれられておらず、研究室で得られた数少ないデータにたよっているのが現状である。

5. 時間-次下特性

有機質土2種類の圧密に伴う時間-次下曲線を図-9に示した。また表-1には両試料の土性を示した。

前述のように、地盤沈下にもなう被害は、かなり年数が経過しても、継続的に生じてきているが、その傾向は、圧密試験においてもはっきり現われている。すなわち、180日間の長期

載荷でも、初期の勾配と変わりなく沈下が進行し、一次圧密と二次圧密の区分を

6. まとめ

多数収集した試験データ、柱状図などを取りまとめている段階であり、沈下機構を明確に把握できる段階まで至っていないが、現在研究室で進めている一連の試験結果とと比較対照し、より明確なものにしたいと考えている。なお電子顕微鏡レベルでの観察によると、有機物の他に多量のケイ藻土も観察されてきており、この存在も無視できない影響を与えているのではないかと思われ、今後さらに追究していきたい。

なおこの研究の一部は、長野県科学振興会の研究助成金による補助を受けていることを付記する。
＜参考文献＞

- 1) 井浦広美：「中央本線茅野・上諏訪間軟弱地盤における盛土施工について」、長野鉄道管理局施設部資料、1970。

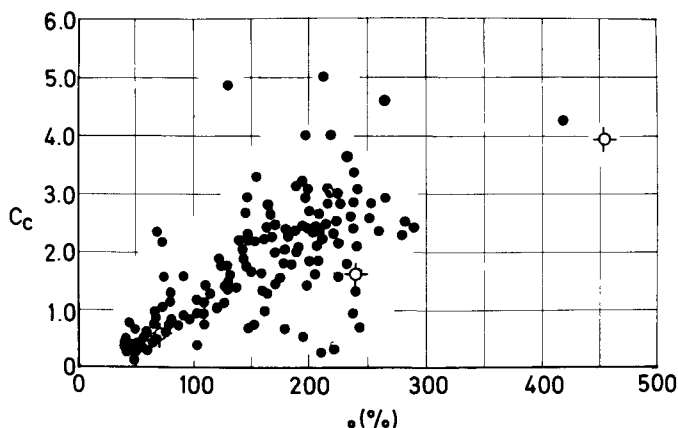


図-8

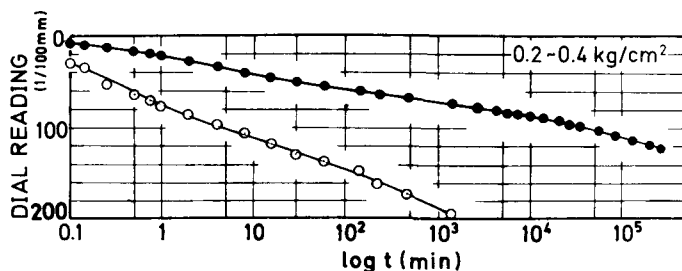


図-9

表-1

	Duration day	W_o %	e_o	Sr_o %	G_s	W_L %	W_p %	I_p	液性指数 %	C_c
●	180	208	4.02	94.5	1.83	385	241	117	56	1.85
○	1	454	10.8	84.0	1.95	583	375	208	65	4.93