

遠賀川流域の特殊地盤について

九地建 遠賀川工事事務所 深堀 政春

1. まえがき

筑豊平野を貫流する遠賀川は、以前から石炭採掘による鉱害沈下の激しい河川として知られてきた。ところが、流域の下流部には、ソーラ層と呼ばれる軟弱な腐蝕植物繊維層が分布し、鉱害とともに農地等に被害をもたらしてきたが、北海道の泥炭や有明海沿岸のちゅう積粘土に較べ層厚が薄く、軟弱な基礎地盤として注目されるに至らなかった。

しかし、最近になって、この地盤上に施工した盛土が、しばしば沈下や滑りを起し、ソーラに対する調査、研究も必要なものとなってきた。本報告は、ソーラ層の基礎地盤としての性質を知るため、飯塚市、直方市、鞍手郡の三地実より不攪乱試料を採取し、その土質試験の結果を示すものである。

2. 流域下流部の土層の状況とソーラ層の分布

流域の中央部にあたる飯塚市附近では、古第三紀層が浅く、比較的安定した地盤だと言えるが、遠賀川に沿って下流へ深くなり、直方市で10~15m、中岡市で15~25m程度の砂質シルト

図-1 ソーラ層の分布とサンプリングの位置



層または粘土層があり、特に左岸の鞍手郡では軟弱層が30mにおよぶ地域がある。図-1は、過去のボーリング結果によりソーラ層の分布を想定したものであるが、まだ調査の中途の段階で、正確にその分布範囲を掴むには、ボーリング資料の蒐集を続けると共に、広範な調査ボーリングを必要とする。

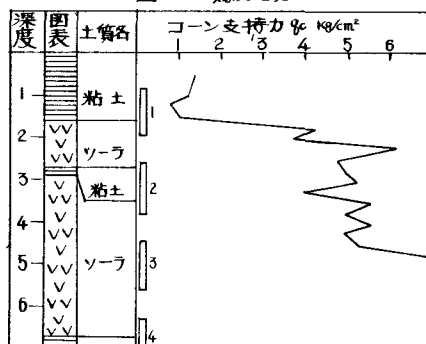
ソーラの層厚は同じ地域でも一定でなく、レンズ状に存在しているものと考えられ、層厚が20mにおよんでいる地実もある。

2-1. ボーリング地実の土層の状況とコーンペネトロメーターによる調査

図-2~4にボーリング結果とコーンペネトロメーターによるコーン先端支持力を示す。

各地実共ソーラ層はわりあい等いが、野口地実では、ソーラ層の上下層も軟弱な粘土層で腐蝕繊維がかなり混入している。また猪倉地実では、かなり複雑な堆積過程を示していて、洪積粘土上に海成のちゅう積粘土が、その上に河成の砂質シルト、ソーラが、更にその上にマサの埋立がなされている。また

図-2 猪倉地実



ここで気付くのは、ソーラとその下層の砂質シルトとの境界が明確なことである。普通、ソーラ層は、鯨田や野口のそれのように、植物繊維を含む軟弱な粘土層に挟まれるが交互の形で存在する。従って、ソーラ層自体は薄層でも軟弱層としては厚く、不良な基礎地盤であることが多い。

ソーラ層中のコーン支持力をみてみると、バラツキが大きい。鯨田では、単管式コンベネを用いたため、深部になる程ロッドの周辺摩擦が大きくなり、相当過大に出ているようである。二重管式使用の必要があった。野口、猪倉両地盤では二重管式を用いたのであるが、猪倉のソーラ層中 $q_c = 1.6 \sim 3.25 \text{ kg/cm}^2$ も多少過大に出ているように思える。水位以下のゆるい細砂、シルトにおいては、二重管間隙に微粒子が入り込み、内管と外管との摩擦が大となるため、 q_c は、過大に出る傾向がある。本地盤においても表層のシルト混砂層を貫入する際に微粒子が管間隙に入り込んだものと思われる。従って、ソーラ層における q_c は、信頼度が薄く、2.7m 以深の砂質シルト層では更に信頼度が落ちる。

野口地盤の $q_c = 0.8 \sim 1.8 \text{ kg/cm}^2$ は、上層が粘土層であるから信頼出来る。

3. ソーラの物理的な性質

物理試験の結果を表-1 に示す。鯨田では No.3、野口では No.5 6、猪倉では No.7 がソーラ層中の試料で、その他は繊維質が混入した土である。(No.9 は、繊維の混入が全くない)

自然含水比、単位体積重量、間隙比など一般土に較べ異常な値を示しているが、なかでも野口の間隙比 e は、9.0~11.0 で、有明のちゅう積粘で $e_{\max} = 3.5$ 程度であることを考えると、いかに大きいかが分る。

強熱減量は、繊維質のおおよその量を示すものであるが、この繊維質の量と、含水比、比重の関連性が認められる。また、液性限界、塑性限界は、繊維のかみ合いのため実施不能の試料があり、2、

図-3 野口地盤

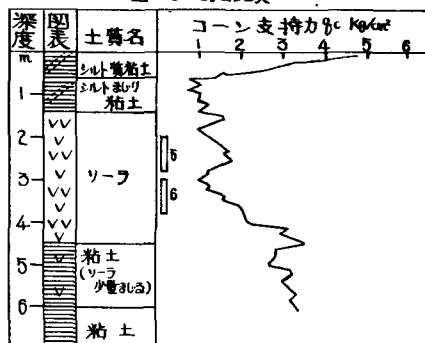


図-4 猪倉地盤

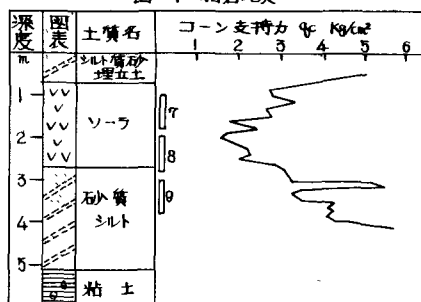


表-1 物理試験結果一覧

試料採取地	試料採取深度 m	自然含水比 %	単位体積重量 γ_{sat} kg/cm^3	比重 G_r	間隙比 e	飽和度 $S\%$	液性限界 γ_L %	塑性限界 γ_P %	強熱減量 %
鯨田	1 0.80~2.00	89.3	1.400	2.511	2.40	94.5	26.3	17.9	
	2 2.55~3.85	305.0	1.166	2.314	7.04	100.0	36.1	22.3	
	3 4.40~5.60	336.0	1.167	1.936	6.22	104.6	26.1	47.8	
	4 6.25~	79.9	1.488	2.656	2.19	96.9		11.7	
野口	5 2.00~2.80	449.0	1.053	1.96	9.23	95.2	60.2	48.9	
	6 3.00~3.80	444.3	1.037	1.96	9.33	93.8	65.7	44.8	
猪倉	7 1.00~1.80	205.6	1.140	1.92	3.93	93.0	28.5	49.2	
	8 2.00~2.80	88.4	1.257	2.36	2.55	82.2	40.7	27.8	
	9 3.00~3.80	69.2	1.633	2.61	1.71	105.8	28.7	9.4	

に揭げなかったが、大体の傾向として、繊維の量が増す程、液性限界、塑性指数は大きくなるようである。これは繊維が流動現象を生じ難くしていると考えられ、試験値を普通土のそれと同じ様に扱ってよいかどうか疑問である。

4. ソーラの力学的性質

試験結果を表-2に示す。ソーラは、北海道の泥炭より繊維の腐蝕が進んでおり、指先でこねると、容易に糊状となる程度で、一軸、三軸の供試体作成時、ワイヤーソーに引か、るほど強い繊維はなかった。以下、各試験結果について述べる。

4-1. 一軸圧縮試験

破壊時の供試体の形は、滑り面は現われず、ひび割れも生ぜず全層の状態を呈する。このような場合 $C = \frac{q}{2}$ としてよいかが否か疑問であるが、内部には、せん断面が生じているものと考えられるので(極限応力が明らかに表われる) $q/2$ を粘着力とみてよいのではないが、 $q/2$ の値を各地実あるいは深度毎にみると、物理試験では大差はないのに、かなりの差を示すものがあるが、これは、繊維自体にも強度差があるためではないかとも思える。

4-2. 三軸圧縮試験

一軸による C の求め方に疑問があることは三軸についても言えるが、非排水試験の結果は表に示すとおり、一軸の C とかなりの差がある。これは、繊維の偏在によるものではないかと思われる。

4-3. 圧密試験

間隙比 e が非常に大きいということ自体が大きい圧縮性を物語るものであるが、試験の結果、最も間隙比の大きい野口のソーラでは、 $C_c = 5 \sim 6$ という大きな値を示している。圧縮指数 C_c は自然間隙比 e とほぼ直線的な関係を示すが、内田氏は、飯塚地区のソーラについて、

$$C_c = 0.42(e - 0.30)$$

と報告している。

圧密係数 G_r は、圧密荷重によって、非常に差があり、圧密荷重が大きくなるほど急激に小さくなる。例えば野口の $N0.5(20m \sim 28m)$ の試料で

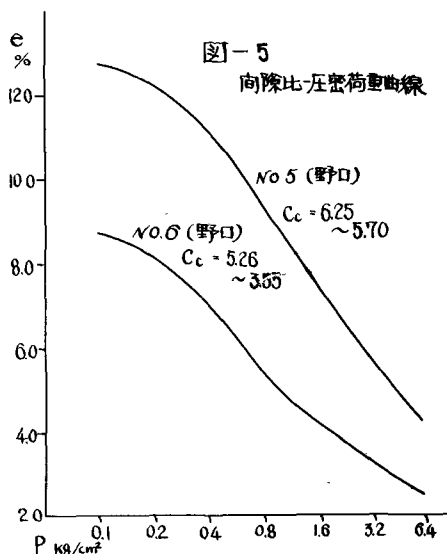
$$G_r = 3.31 \times 10^{-2} \sim 8.71 \times 10^{-5}$$

$$\text{但し } \bar{P} = 0.05 \text{ kg/cm}^2 \sim 4.8 \text{ kg/cm}^2$$

当初の間隙比が大きいだけに圧密による減少率も大

表-2 カサ試験結果

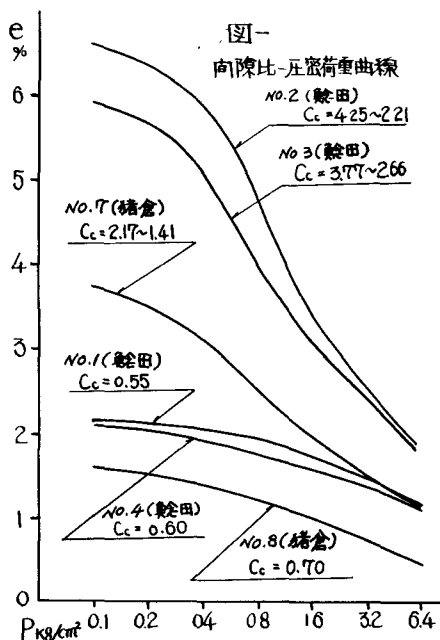
採取地	No.	一軸圧縮強度 C (kg/cm ²)	三軸圧縮強度 C (kg/cm ²)	圧縮指数 Cc	圧密荷重 P ₂ (kg/cm ²)	間隙比 e	
餘田	1			1.96	0.84	0.55	
	2	0.254		6.08	0.37	4.25 2.21	
	3	0.368		5.45	0.32	3.77 2.66	
	4	0.488		1.92	0.36	0.60	
野口	5	0.222	0.18 0.20	8 (a) 7 (a)	13.09	0.31	6.25 5.70
	6	0.382	0.21 0.23	11 (a) 8 (a)	9.20	0.28	5.28 3.55
猪倉	7	0.216	0.12 0.08	13 (a) 14 (a)	3.91	0.32	2.17 1.41
	8	0.218	0.17	7 (a)	1.68	0.44	0.70
	9	0.238	0.18	17 (a)	1.59	0.57	0.46



ま、 G_v の急激な減少がみられるのであろう。すなわち、盤土荷重が大きくなるほど、圧密の進行は緩やかになる。

4-4. 圧密と粘着の関係

圧密-非排水せん断試験(Q_c)を実施した。圧密の進行に伴う粘着力の増加はあまりない。粘土の粘着力の増加は、圧密による間隙水の脱水のため、各々接近することにより発生するといわれているが、固体粒子を持たないソーラ層では、このことはあてはまらないのではないかと考えられる。また図-5、6に示すように、同程度の繊維質を持つ土が、間隙比および圧縮性を異にしている。これは、その土の締りの程度を表わし、一般土であれば当然、粘着カとの関連を示すのであるが、ソーラ層の場合、締りの違いによる粘着力の増加は殆んど見い出せない。



5. 基礎地盤としてのソーラ層

ソーラ層の基礎地盤としての特性は大体、次のようである。

1. 圧密沈下が非常に大きい。有明粘土の2〜3倍に達する。
2. 圧密時間、載荷重が大きくなる程急激に長くなり、荷重度 $10t/m^2$ 以上になると、 $G_v = 10^{-9} \sim 10^{-5} \text{ cm/sec}$ というオーダーを持つ。このようなオーダーは粘でも珍らしい。
3. 圧密による粘着力の増加は殆んどない。
4. 振動や攪乱による流動化の傾向は乏しい。

これらのことから、盤土施工の対策として次のようなことが考えられる。

- A. 沈下対策に特に注意する。余盤の量も大きくなる。
 - B. 浅く薄いソーラの部分は除去してしまう。
 - C. サンドトレイン、ペーパートレインは、圧密促進に役立っても、粘着力の増加は期待出来ない。
 - D. 盤土荷重による円弧滑りを防ぐには、1、押えをする。2、法勾配を非常にゆるくする。
- 3、コンポーザーのような、それ自体が強度を持つ材料で地盤改良を行なう

あとがき

以上の試験結果は、ソーラ層のほんの一部に過ぎない。従って、こゝで出した結論は、今後、多くの地域の多くの試料に対して試験を行ない、修正あるいは補足すべきものである。

また、遠賀川の流域に分布するこの軟弱な地盤が、今後の道路、河川等の工事にどの程度影響を与えるものか、どの範囲におよぶのか詳しい調査が必要があると思う。