

盛土荷重による軟弱地盤の沈下性状に関する事例研究

宮崎大学工学部 正員 藤 本 康 同 横 田 漢

同 学生 〇三浦慶宣、同 横山政道

1. まえがき

軟弱地盤上に5年前に築造されたある道路盛土の沈下現象を対象として、その沈下が單純に基礎盤の圧密によるものであるか、あるいはまた側方へのクリープ変位を伴って将来においてクリープ破壊の可能性が存在するかどうか、という点に解明の主眼をおいた調査解析結果も、解析の途中であるが事例研究として報告する。なお、本事例研究の条件としては、施工前の圧密試験を含む一般的な土質試験結果と最近3ヶ月間における沈下の観測資料があるだけで、盛土施工後の沈下の継続的観測資料はない。したがって、現在までの総沈下量は推定によらざるを得ないという特殊なケースである。

2. 地盤条件と現況

圧密沈下の対象となる粘土層は、図-1の上質柱状図に示すように、深度8.6~15.2m(層厚約7.0m)で、地盤改良は行われていない。施工前の土質試験結果によると、粘土層の上下面排水条件下での90%圧密に要す時間は2268日 $\approx$ 6.2年となっており、最終沈下量の予測値は約124cmとなっている。図-1の柱状図は、今回の調査時点のもので、図で盛土底面の深度が4.70mとなっているのは、図-2の盛土断面に示したように、ボーリングサイト(B.S)が地盤面(G.S)上2.0mの盛土法面にあるため、これより、 $4.70\text{m} - 2.00\text{m} = 2.70\text{m}$ 程、盛土枕が地盤中に埋没していることが分る。しかし、この2.70mがすべて沈下によるものと判断し得る資料はない。

この道路盛土は、昭和55年4月完工時点から沈下が継続し、上記のように沈下の観測は行われておらず、沈下に応じて路面をオーバーレイして現在に至っている。したがって、現在までの沈下量の推測値は、上記盛土底面の深度を考慮すれば、少なくとも1.0~2.0mに達するものとみて差支えあるまい。

沈下の定量的観測が行われたのは昭和58年8月から10月にかけての3ヶ月であるが、その間の最大沈下量は約2.0cmである。これは月平均にして約0.7cmの沈下である。

図-2に示した盛土断面でa~b部は盛土完工直後に地盤面に盤ぶくれの徴候が見られたために抑え盛土として施工された部分である。現在、周辺の地盤には変状は見られない。

3. 調査・解析方法

解析の主眼を、①今回の調査時点における圧密度の確認、②基礎地盤におけるせん断クリープ破壊の可能性の有無の検討、の2点においたため、図-1に示した深度から不攪乱試料(No.1-a, No.1-b, No.1-c)を採取し、物理試験、標準圧密試験、改良型一面せん断試験機による排水せん断試験及び排水せん断クリープ試験を行った。クリープ破壊の可能性の有無の検討は、クリープ試験によって求めた粘土土上限降伏値と地盤中の

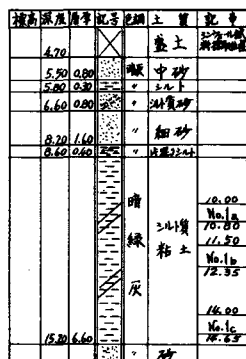


図-1. 土質柱状図

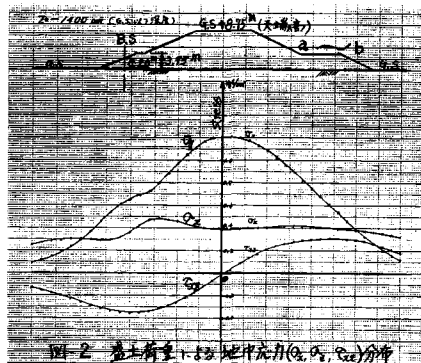


図-2. 盛土断面と地盤面(B.S, G.S)分布

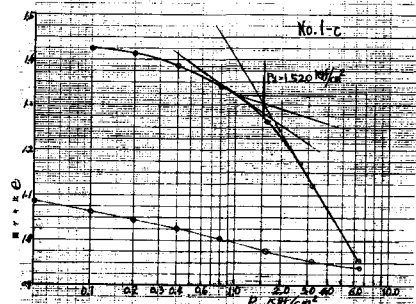


図-3. 側方変位-圧密荷重曲線の一例

図-3. 側方変位-圧密荷重曲線の一例。この図は、側方変位と圧密荷重の関係を示すグラフである。横軸は圧密荷重 P, Q (N/m²)、縦軸は側方変位 Q (mm) である。曲線 No.1-c は、試験結果を示す。点 $P=1520 \text{ N/m}^2$ は、試験結果の一例を示す。

最大せん断応力とを比較する方法によった。

4. 土質試験結果の考察と解析結果

考察対象の試料土は、解析の目的から深度を考慮して試料No.1-bとNo.1-cとに限った。

(1)物理的性質の特性：試料No.1-cはNo.1-bに比較して、粘土分が約10%多く、 $L.L.$ が約5%高く $P.I.$ も4%程大きくなっている。 w , S_r 共にほとんど同一であるが、No.1-cはNo.1-bより e が僅かに大きく、 e もそれに依りてや、小さくなっている。これは、No.1-cの下位が砂層で排水層となっているためにNo.1-bより盛土荷重による圧密が先行していることを示していると考えて差支えあるまい。

(2)圧密性状：図-2は盛土荷重による地中応力 (σ_z , σ_c 及び σ_{cz}) 分布をブシネス式で求めたものである。図-3はNo.1-cの e - $\log p$ 曲線である。No.1-bの圧密降伏応力は $P_y = 9.80 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ でNo.1-cの P_y は $15.20 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ あった。図-4に試験地点における地盤中の有効土被り圧 P_0 の分布と P_y の値をプロットした。これより、No.1-bは盛土荷重による圧密が進行中、No.1-cは正規圧密粘土となり、さらに、盛土施工前における調査で70%圧密に要する時間が約6年となっていたことを考慮すると、施工後4年経過している現時点においては、この粘土層は盛土荷重によって大略70%程圧密が進行しているとみて差支えないようである。

(3)せん断特性とクリープ特性及びクリープ破壊発生の可能性の有無：表-2にせん断試験結果を示す。両試料の P_y を考慮して夫々の正規圧密領域と過圧密領域における強度定数を比較すると、 C_d は両試料共等しく、 ϕ_u は正規圧密領域では大差ないが過圧密領域でNo.1-cがNo.1-bより約5%程大きくなっている。

図-5と図-6はクリープ試験結果を示したもので、上限降伏値¹⁾は、No.1-bで $C_u = 0.374 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$, No.1-cで $C_u = 0.468 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ が求められた。いずれもピーク強度の約75%の値である。

図-7は、盛土荷重による最大せん断応力 τ_{max} の分布を示したもので、図-2の応力分布から最大・最小主応力を算定し、 $\tau_{max} = (\sigma_1 - \sigma_3)/2$ で計算したものである。これより τ_{max} の最大値は、深度70mで約 $0.370 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ 、深度14.0mで約 $0.400 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ となっており、いずれも、 C_u 以下の値である。したがってクリープ破壊の可能性は無いとみて差支えあるまい。

5. おわりに

以上により、当該粘土層は圧密度70%程度の段階にあることが確認され、クリープ破壊が起る可能性は無いものと結論された。終りに、試料のサンプリングは(株)国土開発コンサルタントによった。付記して謝意を表す。

参考文献) 藤本他監：過圧密粘性土の進歩的破壊と対象とにせん断特性とクリープ特性との相関性，第19回土質工學研究発表会講演集(昭和57年6月)，2-1，P.425

表-1. 試料土の物理的性質

試料番号	No.1-b	No.1-c
深度	11.50~12.35	14.00~14.65
土質	シルト質粘土	シルト質粘土
含水率 w %	60.2	65.7
液限 w_L %	26.8	28.4
塑限 w_P %	33.4	37.3
日本統一土質分類	(CH)	(CH)
天然含水率 w %	52.3	52.4
天然含水率 w_L %	1.617	1.662
天然含水率 C	1.463	1.445
天然含水率 S_r %	76.6	76.7

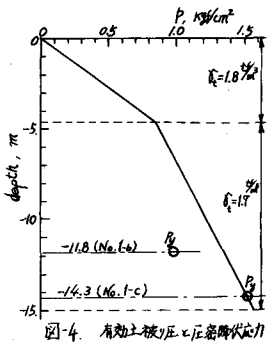


図-4. 有効土被り圧と圧密降伏応力

表-2. 改良型一面せん断試験結果

試料	1-b					1-c				
σ_1 , $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$	0.25	0.50	1.00	1.50	2.00	0.25	0.50	1.00	1.50	2.00
σ_3 , $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$	0.25	0.35	0.50	0.75	1.00	0.25	0.35	0.50	0.75	1.00
σ_d , mm	1.25	1.50	3.00	5.50	5.50	1.25	1.75	3.50	5.00	6.00
C_d , $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$	0					0				
ϕ_u , $^\circ$	2.50					2.50				
ϕ_u , $^\circ$	27.4					27.7				
ϕ_u , $^\circ$	13.2					20.4				

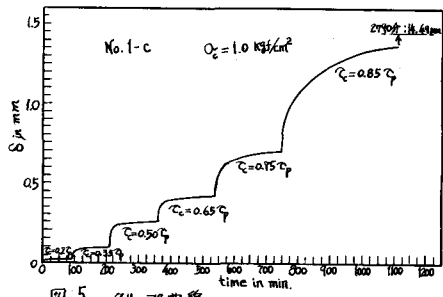


図-5. γ - t 曲線

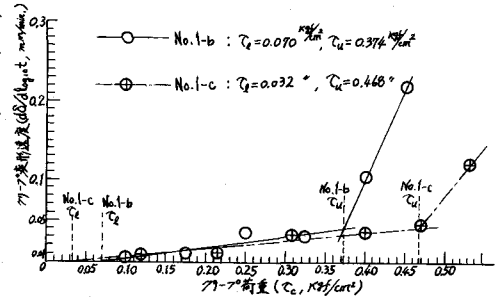


図-6. 上下限降伏値の決定

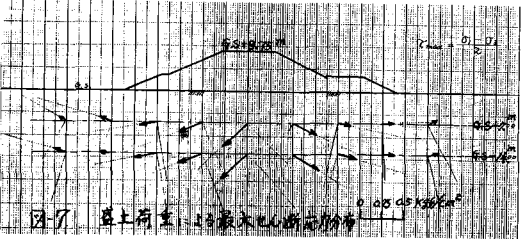


図-7. 盛土荷重による最大せん断応力分布