粘性土地盤における長期沈下の要因に関する考察

（株）高速道路総合技術研究所　正会員　○板清　弘
（株）高速道路総合技術研究所　正会員　　大窪　克己

１．はじめに

高速道路における軟弱地盤上の盛土の中には、軟弱層が厚く堆積している箇所などで、残留沈下が１ｍに及ぶような事例が報告されている。またその沈下時間も供用から 20 年以上継続する場合があり、維持補修に多大な労力とコストを要している。

そこで、過去に長期沈下を生じた地盤の物性を詳細に把握することを目的に、自然堆積粘土の持つ骨格構造に着目して各種室内試験を行った結果について報告するものである。

２．調査箇所の概要

今回試験結果について報告を行う二地区の概要を以下に示す。

（１）Ａ地区（昭和 50 年 10 月供用開始）

Ａ地区は河川の下流部に位置しており、表層約 10mは砂層が存在し、その下部に層厚 20～30m の非常に厚い沖積粘土層が堆積している。この粘性土は均質な海成粘土で、自然含水比が高く、液性限界とほぼ等しい。計画完成高は 7.4mであり、当初の沈下予測における残留沈下量 20～30㎝ に対して、供用後 20 年で約１ｍの残留沈下が確認されている。図１に電気式静的コーン貫入試験（CPT）の結果を示した。

（２）Ｂ地区（平成 5 年 3 月供用開始）

Ｂ地区は河川の流路を除いてほぼ丘陵地に囲まれたオボレ谷となっている。砂と粘土が互層となった沖積層が最大 27mと厚く堆積し、上層より３つの粘土層が存在している。最深部の粘土層は 14mと厚く、砂の介在がほとんどない均質な粘性土で、高含水比、高鋭敏比、低透水性という特徴を持っている。盛土計画高８ｍに対し、当初の予測では残留沈下量が 20㎝ 程度であったが、約１ｍの残留沈下が確認されており、現在も沈下は収束傾向になく、下部粘土層において間隙水圧の上昇が確認されている。

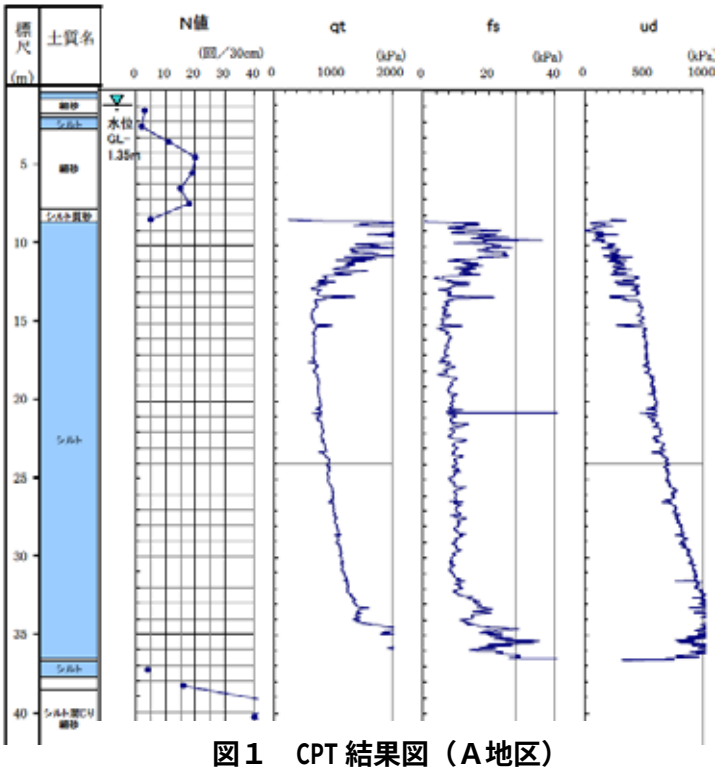

図１　CPT 結果図（Ａ地区）

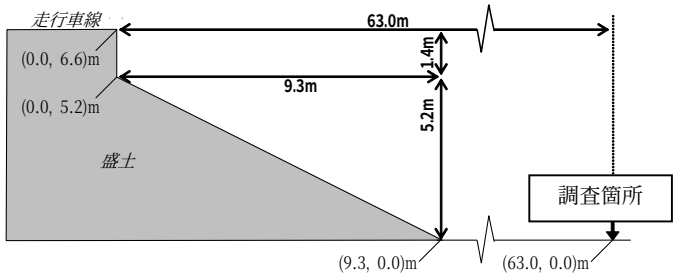

図２　調査地点の断面図（Ａ地区）

３．試験結果

今回試験に用いた不撹乱試料は、既存の盛土の影響がない盛土のり尻から十分離れた位置の平地部から採取している。図２にＡ地区における調査地点の断面図を示した。土の骨格構造の程度を評価するため、不撹乱試料と自然含水比で十分に練り返して作成した供試体を用いて、一般に行われている一軸圧縮試験、段階載荷圧密試験に加えて、土の定ひずみ速度載荷試験を行った。表１に不撹乱試料の物性値の一覧を示した。両地区と

キーワード　軟弱地盤，残留沈下，盛土，構造，高速道路
連絡先　〒194-8508　東京都町田市忠生 1-4-1　（株）高速道路総合技術研究所　土工研究室　ＴＥＬ042-792-1621

も土粒子密度はおおよそ 2.70g/cm³であり、砂分はほとんど含まれずシルト分と粘土分主体の粒度構成となっている。自然含水比は液性限界に近い値となっており、液性指数が大きくなっている。また鋭敏比や液性指数も高く、構造が高位で不安定な粘土であることがわかる。

表１　粘性土の物性値

		A地区 深度21.5m	B地区 深度18.0m
土粒子密度 g/cm³	ρs	2.70	2.67
自然含水比 %	Wn	75.3	77.1
塑性指数	Ip	56.1	41.0
液性指数	IL	0.70	0.89
一軸圧縮強さ kN/m²	qu	138.6	83.1
鋭敏比	St	14.3	16.0

４．圧密特性について

図３に段階載荷による圧密試験と、定ひずみ速度載荷による圧密試験のｅ-logp 曲線を示す。

１）不撹乱資料と撹乱試料の対比

不撹乱試料は、練り返した試料と比較すると同じ圧密圧力に対する間隙比が大きく、構造が高位な状態にあることがわかる。不撹乱試料は圧密降伏応力Pcを超えた付近から間隙比が急激に減少し、正規圧密領域では練り返した試料のｅ-logp曲線に近づき、下に凸な曲線となって直線部分が認められない。このような特徴は、同様な長期沈下を生じた他の地区で採取した粘土にも見られる[1)2)]。

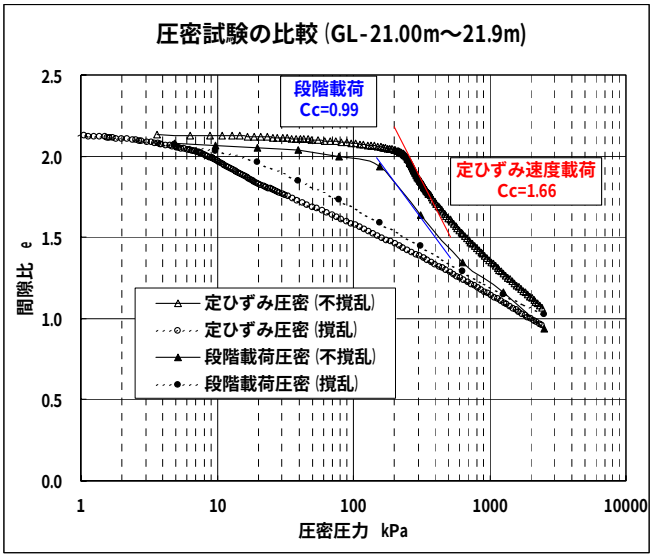

図３　ｅ-logp の関係（Ａ地区）

２）段階載荷と定ひずみ速度載荷試験の対比

Ａ地区の段階載荷による圧密試験から求まる圧縮指数 Cc は 0.99 であるが、定ひずみ速度載荷による圧密試験から求まる Cc は 1.66 となった。これは定ひずみ速度載荷試験の方がPc を超えてからの急激な間隙比の低下を捉えることができることによるものである。Ｂ地区の試料についても同様な傾向が確認された。

３）圧密係数

図４に不撹乱試料と練り返し試料の圧密係数 Cv と平均圧密応力の関係を示す。不撹乱試料については、過圧密領域においては比較的大きな値を示しているが、Pc を超えた付近から Cv は 100ｃ㎡/ｄ程度に急激に低下し、練り返した試料の Cv に近づく様子が確認できる。

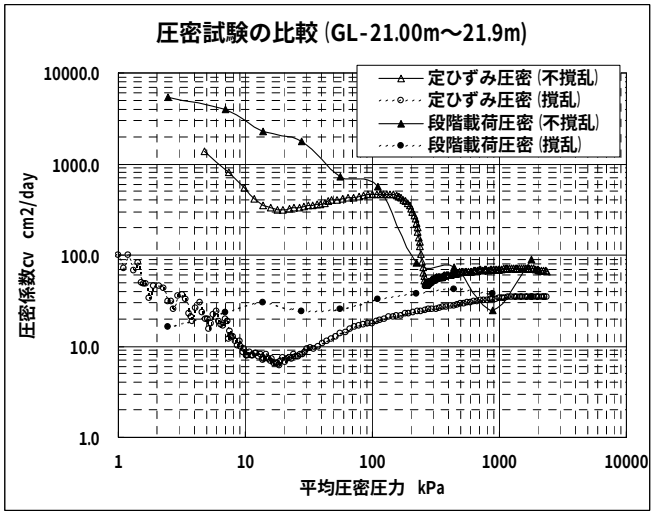

図４　圧密係数と平均圧密応力の関係（Ａ地区）

４）沈下量の対比

今回実施した不撹乱試料と練り返した試料を用いた段階載荷の圧密試験結果から、各層のｅ-logp 曲線を用いて沈下量を算定した結果を表２に示す。このように、従来の沈下計算以上の沈下が生じた理由の一つとしては、当該粘性土地盤が高位な構造を有し、構造の低位化が顕著であるためと考えられる。

表２　沈下量の計算値と実測値

地区名	e-logp曲線を求めた試料 過圧密領域	正規圧密領域	計算沈下量	実測沈下量
A地区	不撹乱	不撹乱	209cm	312cm
	不撹乱	練り返し	346cm	
B地区	不撹乱	不撹乱	260cm	290cm
	不撹乱	練り返し	440cm	

５．まとめ

一般的に実測と予測の沈下量・沈下時間が一致しない原因としては、地盤材料の不均一性や盛土施工時の側方移動などの影響がある。その中において、長期沈下を生じる恐れのある粘性土地盤が持つ特徴をあらかじめ理解・把握することによって、そのような粘性土が厚く堆積している場合における沈下予測の精度向上や合理的な維持管理に寄与すると考えられる。

（参考文献） １）稲垣他：高位な構造を有した粘土の圧密特性と長期沈下挙動に関する考察，第 40 回地盤工学研究発表会，pp.1003-1004，2005.　２）板清他：長期沈下の要因となる粘性土地盤の物性に関する考察，第 41 回地盤工学研究発表会，pp.937-938，2006.