

佐賀平野における軟弱地盤上道路盛土の動態観測結果について

基礎地盤コンサルタンツ(株) ○田中 淳, 白井 康夫
 佐賀県 県土づくり本部 伊賀屋 豊
 佐賀県 有明海沿岸道路整備事務所 井上 泰治, 宮原 尊洋
 佐賀大学 低平地沿岸海域研究センター 日野 剛徳

1. はじめに

佐賀平野は日本有数の軟弱地盤地帯であり、高含水比で鋭敏、軟質な有明粘土が最大20m以上の層厚で分布する。本論では、層厚10mの有明粘土上に無処理で盛土厚2.5mの試験盛土を行った際の動態観測結果について報告するものであり、対象地の地盤特性および沈下・側方変位などの経時変化について論じた。試験盛土の結果、一次元圧密理論による沈下予測1.30mに対し、盛土完了後927日経過時点で圧密度88%、沈下量1.20mの観測結果、双曲線法による最終沈下量は1.38mと予測された。

2. 試験盛土概要

佐賀県に分布する有明粘土は後述するように極めて軟弱であり、限界盛土高は3m程度である。このような地盤上に盛土高4~8mの有明海沿岸道路が計画されていた。佐賀県ではこれまで高盛土道路の施工実績がなく、軟弱地盤対策を行っても安全に盛土を立ち上げることができるか不安があった。そこで、有明粘土地盤の強度変形特性を把握するとともに、選定対策工法の安全性及び対策効果を検証するために、試験盛土を行った¹⁾。

本論では、上記対策時の試験盛土に先立って実施した無対策地盤での実盛厚 H=2.5m の試験盛土の仕様、結果について報告する。

【盛土条件】：実盛土厚さ2.5m、施工速度5cm/日

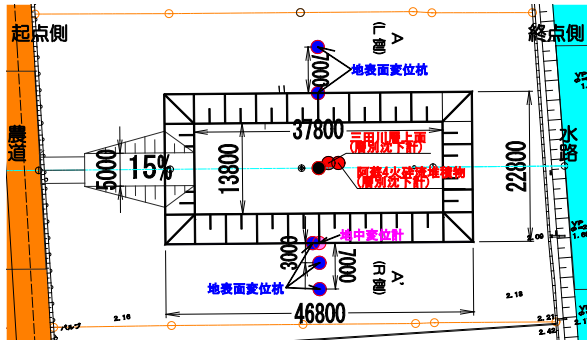


図-1 Case1試験盛土概要平面図

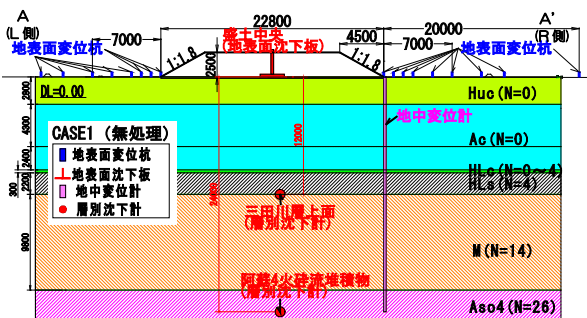


図-2 Case1試験盛土概要横断面図

【観測内容】：図-1,2試験盛土概要平面図及び横断面図参照

【観測計器】：地表面沈下板，層別沈下計，地中変位計，地表面変位杭，間隙水圧計等(図-1,2参照)

3. 地盤特性

図-2のように当該地には非常に軟弱な粘土地盤、いわゆる有明粘土 Ac が厚く堆積しており、Ac 層上部および下部には陸成粘土である蓮池層 Hc が分布する。更にその下位には洪積層である三田川層(N=14)、阿蘇4火砕流堆積物(N=26)が分布し、基盤岩は数百メートルと深い^{2),3)}。

図-3,4に試験盛土位置周辺で行われた土質試験結果を

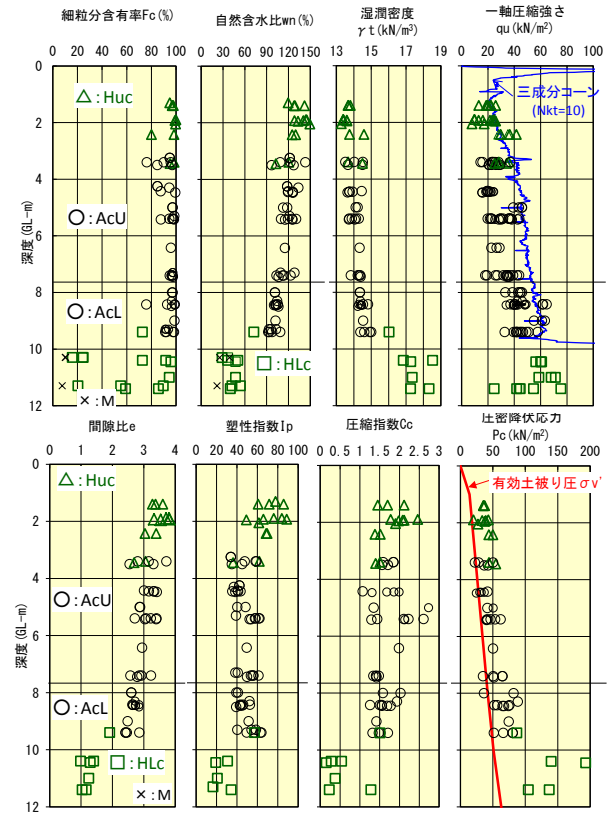


図-3 当該地の地盤特性(深度分布図)

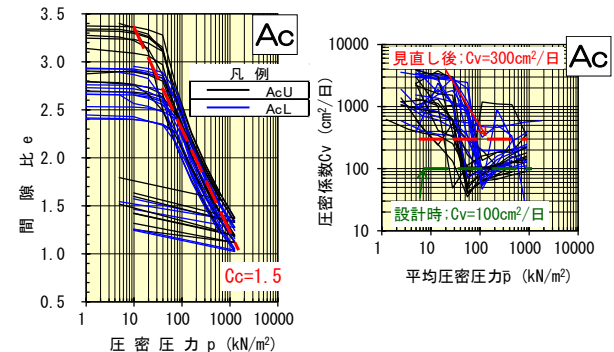


図-4 有明粘土層 Ac の圧密特性

示す。Ac層は自然含水比 $w_n=90\sim 150\%$ 、初期間隙比 e が2~4と大きく、また圧縮指数は $C_c=1.0\sim 2.5$ (平均的に1.5~2.0程度)の正規圧密粘土であり、圧密係数 $C_v=100\text{cm}^2/\text{日}$ 程度と小さい。

蓮池層上部Huc層もほぼ同様の地盤特性であり、ともに圧縮性に富み、また圧密時間も長いことが伺える。また、強度特性は一軸圧縮強さ $q_u=10\sim 80\text{kN/m}^2$ と深度方向に大きくなるものの小さく、限界盛土高は3.3m(盛土施工速度5cm/日)である。

4. 試験盛土観測結果

図-5に盛土中央及び盛土のり尻位置の鉛直変位経時変化を示す。この結果から盛土完了後、927日で盛土中央の沈下量は1.2m、双曲線法による50年後の最終沈下量は1.38m、この時点の圧密度は88%となった。この盛土中央の沈下量は、一次元圧密計算で算出した最終沈下量 $S_f=1.3\text{m}$ とほぼ一致する。ただし、沈下速度は当初想定よりも早く、圧密係数 C_v を当初の $100\text{cm}^2/\text{日}\Rightarrow 300\text{cm}^2/\text{日}$ と見直すことで実測の沈下曲線と合う傾向を示す。なお、三田川層以深の洪積層でも沈下がみられたが、沈下量は最大で2cm程度と小さい。また、盛土のり尻及び周辺地盤の変位は施工時に隆起することを予測⁴⁾していたが、施工初期段階から沈下がみられた。これは、表層のクラストレイヤー(表面硬化層)の影響と考える⁵⁾。

図-6に盛土のり尻周辺の水平変位の経時変化を示す。盛土のり尻及び周辺地盤の水平変位は盛土完了時点までは盛土から離れる方向に生じるものの、盛土完了後は引き込み沈下により戻る傾向を示す。ただし、盛土のり尻から5m以上離れると水平変位は戻っていない。

なお、このような地盤上においても深層混合処理工法による対策工を行うことで、高さ6.5mの盛土を無事施工することができており、周辺地盤の変位も5cm程度の目標値で施工できた¹⁾。ただし、この場合、図-7に示すように、沖積粘土層の沈下は25cm程度、洪積層以深においても28cmと大きな沈下が生じることが確認されている。

5. おわりに

有明粘土地盤上に無処理で実盛土高 $H=2.5\text{m}$ の試験盛土を行った結果、盛土完了後927日経過時点で圧密度88%、沈下量1.2mの観測結果、双曲線法による最終沈下量は1.38mと予測された。この結果は、一次元圧密理論による沈下予測結果に対して、ほぼ一致し、土質試験結果から設定した地盤定数を用いることで沈下現象を精度よく予測できることが明らかとなった。

《引用・参考文献》

1) Igaya, Y., Hino, T. and Chai, J.-C : Behavior of trial embankments on soft Ariake clay deposits with and without column improvement, Proceedings of the International Symposium and Exhibition on Geotechnical and Geosynthetic Engineering, Challenges and Opportunities in Climate Change, Bangkok, Thailand, pp.354~362, 2010.

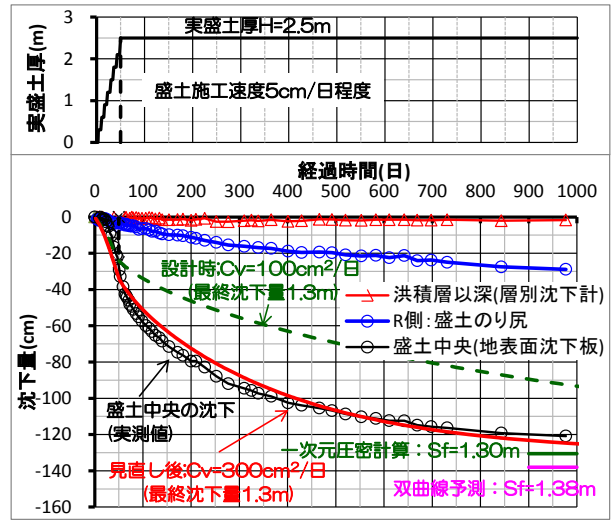


図-5 盛土中央、盛土のり尻位置の鉛直変位経時変化図

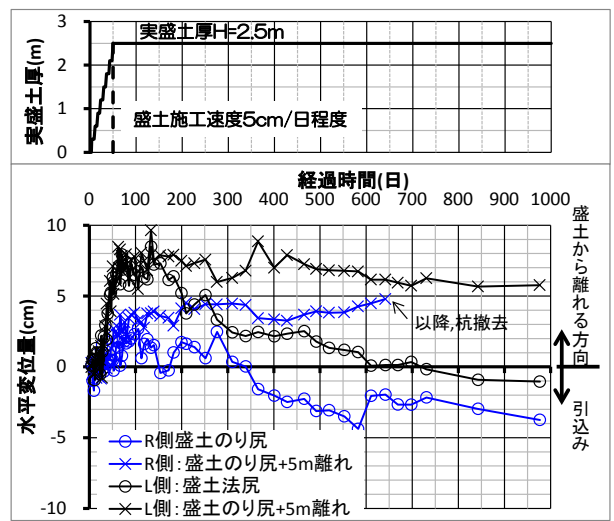


図-6 盛土のり尻周辺の水平変位経時変化図

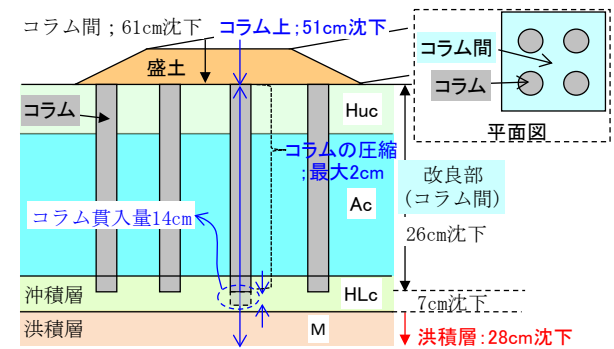


図-7 Case2試験盛土の沈下量概略図

2) 独立行政法人 産業技術総合研究所地質調査総合センター編：佐賀地域の地質，下山正一・松浦浩久・日野剛徳，pp.22,65, 2010.

3) 土木学会第66回年次学術講演会編：有明海北岸低地における沖積層と洪積層の境界区分(その1)，小海尚文・伊賀豊豊・日野剛徳・白井康夫ら，pp.737~738, 2011.9.

4) 社団法人 日本道路協会編：道路土工 軟弱地盤対策工指針，pp.152~154, 2012.8.

5) フローティング基礎研究会編：コラムスラブ工法・コラムアプローチ工法，pp.45, 2008.4.