

極めて軟弱な地盤上に施工された高速道路盛土の長期沈下挙動

軟弱地盤、圧密沈下、二次圧密

NEXCO 中日本(株) 正会員 ○中堀千嘉子
 NEXCO 中日本(株) 国際会員 稲垣太浩
 八千代エンジニアリング(株) 阿久根幸孝
 清水建設株式会社 正会員 長澤正明
 株式会社 CPC 国際会員 白子博明

1. まえがき

舞鶴若狭自動車道の小浜 IC から三方 IC 間は、現在施工が進められている。この内、三方湖南側に位置する向笠地区は、日本で数々の軟弱地盤であるため試験盛土によって本線盛土における安定・沈下対策工が決定された。本報告は、試験盛土及び横断構造物部、橋台部で実施しているプレロードの沈下観測結果から、高速道路盛土の長期沈下速度について取りまとめるとともに若干の考察を加えたものである。

2. 向笠地区の軟弱地盤概要

向笠地区は、有機質土混じりの粘性土、有機質土を主体とした軟弱な沖積層が厚さ 40m~50m 分布している。図-1 は、向笠地区の地質を道路縦断方向に示したものである。図より、STA. 496+00 から 500+00 間及び STA. 508+00 から 510+00 間は、有機質土が主体の区間である。この有機質土は、極めて軟弱であり 7~10m の盛土高を確保するために、盛土厚は 20m にも及ぶ区間である。有機質粘性土と有機質土の物理、力学的性質は、表-1 に示すとおりである。

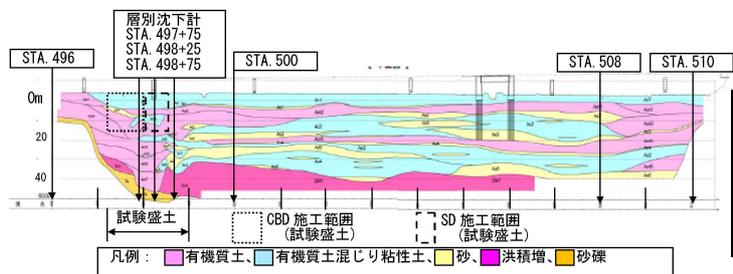


図-1 向笠地区地質縦断図

表-1 向笠地区軟弱地盤の土性

	有機質土混じり粘性土	有機質土
自然含水比 w_n (%)	30~100	30~350
一軸圧縮強度 q_u (kN/m ²)	120~200	60~220
圧密降伏応力 P_c (kN/m ²)	100~400	70~320
圧縮指数 C_c	0.5~1.1	0.3~4.0
強熱減量 Lig (%)	7~19	8~63

3. 既往施工事例との比較

図-2 は、供用時点の沈下量と軟弱層厚の関係を示したものである。図中の▲及び■は軟弱地盤上に施工された高速道路盛土の施工事例¹⁾から供用時点の沈下量の観測結果を、●は向笠地区の沈下観測結果から log t 法によって供用時点の沈下量を予測したものである。図より、既往事例における供用時の沈下量は 50~750 cm、平均的には 200~300 cm であるが、向笠地区では既往事例を遥かに上回る 300~1200 cm となるものと予測している。つぎに、図-3 は、既往施工事例と向笠地区の長期沈下速度 β を軟弱地盤層厚との関係で示したものである。図より、既往事例の β は、大きくても 200(cm/log t) 程度であるが、向笠地区では、100~400 cm/log t であり極めて大きな長期沈下速度である。

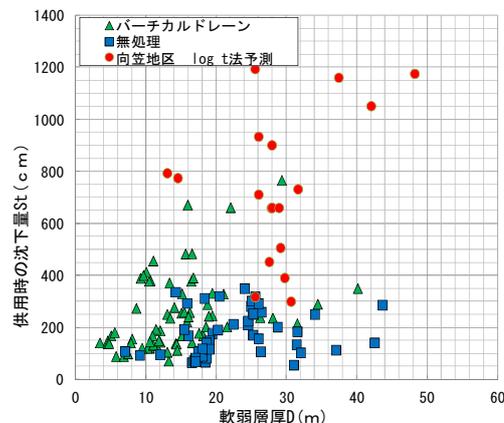


図-2 供用時点の沈下量と軟弱層厚

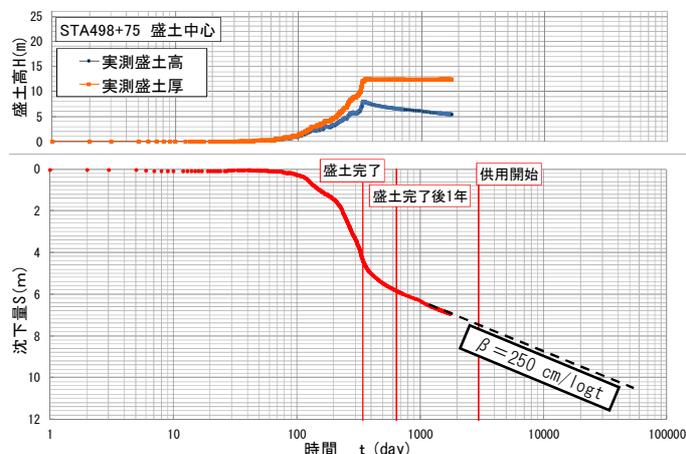


図-4 向笠地区における沈下観測事例

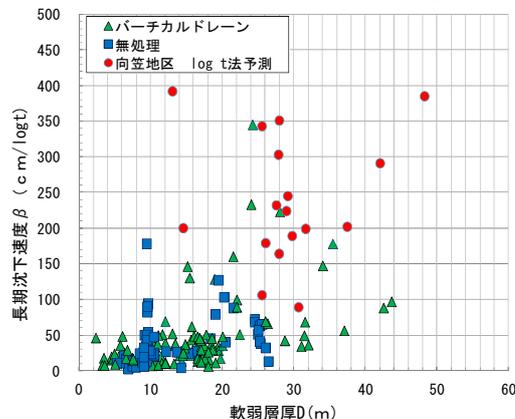


図-3 長期沈下速度と軟弱層厚

図-4 は、STA. 498+75 で実施されたプレロードの沈下量、盛土高(厚)～時間の関係の1例を示したものである。図より、盛土施工時には大きな沈下が発生しているが、盛土完了から概ね1年後には時間の対数に比例する沈下に移行している。図-2 に示す向笠地区の供用時の沈下量は、図-4 の時間の対数に比例する沈下勾配(長期沈下速度)を用いて予測している。ただし、 β は盛土完了1年後から徐々に減少する傾向にあるため、図-2 の沈下予測に利用した β 及び図-3 の向笠地区の長期沈下速度は観測期間内で最新のデータを用いて決定している。

4. 向笠地区における長期沈下挙動

4.1 自然含水比と長期沈下速度

図-5 は、図-1 に示した位置に設置した層別沈下計の観測結果から、有機質粘性土及び有機質土各層で求めた $\beta \alpha$ (ひずみで定義した長期沈下速度)と、それぞれの層の自然含水比 w_n の関係を示したものである。(図中■、◆、▲)また、●は各層で実施した段階載荷圧密試験結果から設定した $\beta \alpha$ である。図中には、Mesriによって提案された二次圧密速度 α_{vol} と自然含水比 w_n との関係を記入している。段階載荷圧密試験の $\beta \alpha$ は、Mesriの提案した $\alpha_{vol} \sim w_n$ 関係のやや上方にプロットされているが、現場の層別の β は遙か上方に位置している。一次元圧密試験結果に基づく体積ひずみ(=鉛直ひずみ)で定義されたMesri式は、地盤の自然含水比のみから二次圧密速度を予測できるため、多くの現場で便利に使われているが利用限界についての認識はそれほど高くない。Mesri式にはせん断変形そのものの概念が無いいため、道路盛土のような二次元状態の β は、過小な予測値を与えることになる。²⁾

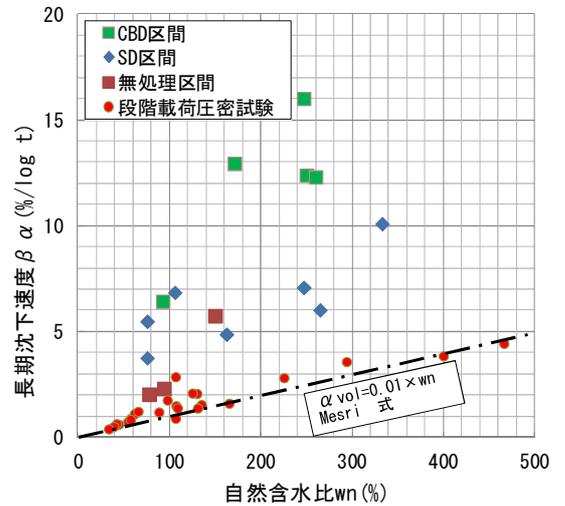


図-5 長期沈下速度と自然含水比

4.2 有機物含有量と長期沈下速度

図-6 は、層別沈下計と段階載荷圧密試験の $\beta \alpha$ を有機物含有量(Lig)で整理したものである。図中の破線は、松尾ら³⁾によって明らかにされた二次圧密速度とLigの関係である。有機物を含まない無機質な粘性土の二次圧密は、土粒子骨格の粘性圧縮によって発生すると考えられる。他方、松尾らによれば有機物を多量に含む場合は、有機物や土粒子で構成された骨格のクリープと有機物自身の間隙からの排水も二次圧密の一部であり、無機質な粘性土の二次圧密に比べて極めて大きいとしている。

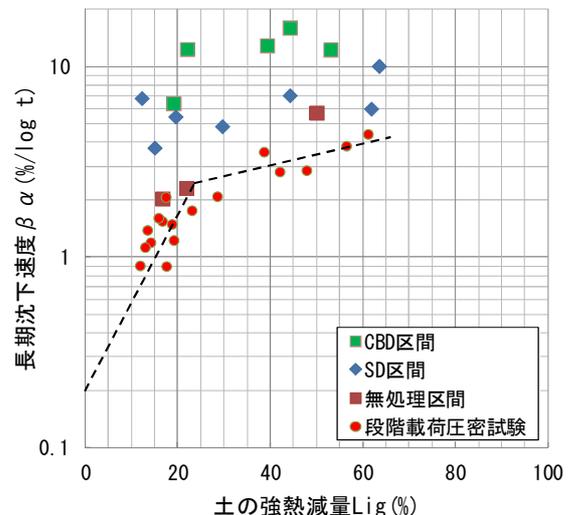


図-6 長期沈下速度と有機物含有量

図中には向笠地区の層別沈下と段階載荷圧密試験の $\beta \alpha$ をプロットしているが、段階載荷圧密試験の $\beta \alpha$ は、松尾らの提案する両者の関係によく一致している。しかしながら、層別沈下の $\beta \alpha$ は、大きくかけ離れた位置にプロットされており、有機物含有量による整理でも一義的な解釈が難しいようである。

5. あとがき

極めて軟弱な地盤上に施工された高速道路盛土の長期沈下速度について、自然含水比や有機物含有量との関係を整理し考察を加えた。有機質土はもとより、有機物を含む粘性土の長期沈下速度は、無機質な粘性土の長期沈下速度より大きいことは周知のことであるが、実際の長期大沈下との関係は未だよくわからない点が多くその予測法は未だ確立されていない。ただし、図-7 に示すように w_n とLigの関係は、概ね比例関係にあることが福江ら⁴⁾によっても確認されていることから更に研究を進めることで簡便な予測法についての提案が出来そうである。

参考文献

- 1)日本道路公団試験所：軟弱地盤における沈下事例集,試験所技術資料,第302号,1977.
- 2)白子他：道路盛土による軟弱地盤の長期沈下と二次圧密,土と基礎,Vol.45,No.10,pp.41-42,1997.
- 3)松尾他：泥炭の二次圧密係数について,土質工学論文報告集,Vol26,No.1,pp.13-150,1986.
- 4)福江他：折戸湾・清水港が駿河湾への環境負荷軽減に果たす役割,東海大学紀要海洋学部,第4巻第3号,1-15頁.

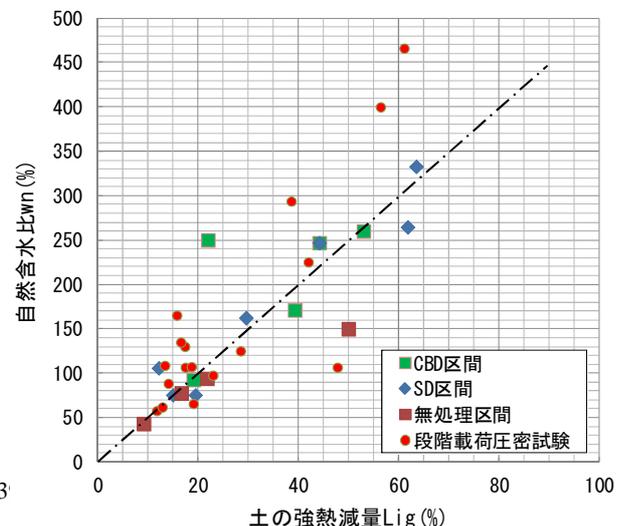


図-7 自然含水比と有機物含有量