

各種原位置地盤調査と室内試験による大阪層群の変形特性

国土交通省近畿幹線道路調査事務所	宮川 久
基礎地盤コンサルタンツ(株)	正会員 中島 啓
東京大学	正会員 龍岡 文夫

1. はじめに: 紀淡海峡に建設予定の長大吊橋のアンカレイジ 1A の支持地盤は、未固結の洪積世粘性土・礫・砂の層が繰返し厚く存在する。この様な地盤が大型橋梁基礎の支持地盤となった例はないため、基礎の底面深度・形状等の設計のために基礎の即時・残留沈下量とその速度を正確に過大評価せずに予測する必要がある。そのため、パイロットボーリングと原位置試験用、主に砂礫のサンプリング(採取径 ϕ 200 mm)用、主に粘性土のサンプリング用の合計 3 本ボーリングを行い、標準貫入試験・密度検層・PS 検層・孔内水平載荷等の原位置試験を行った。また、不攪乱試料を用いて圧密試験・三軸圧縮試験・繰返し三軸試験等を行った。

2. 調査結果: 花粉化石・珪藻化石・火山灰分析・古地磁気測定に基づくと、上位から沖積層、中位段丘層、大阪層群上部層(地質年代 80 万年程度)、大阪層群下部層が欠如して不連続に大阪層群最下部層(地質年代 150 万年程度以上)、和泉層群(硬岩)と分類できる(図-1 左端)。しかし、この情報だけでは基礎の設計はできない。また、三つのボーリング孔の位置は間隔が 5.0 m と近いにもかかわらず、それぞれの柱状図(図-1 左端)では非常に不規則に粘土・砂・礫層が堆積していて、層序の細部は一致していない。このため、不攪乱試料の採取には非常に高度な技術が必要であった。原位置・室内試験によって求めた物性値を図-1 に示す。

湿潤密度 ρ_t と自然含水比 w_n 及びせん断弾性波速度 V_s とそれから求めた弾性的ヤング率 E_0 の深度分布は、複雑な層序に対応して変化が非常に激しい。このため、測定長が数 10 cm である RI 密度検層とサスペンション式 PS 検層でも局所的変化を十分正確に捉えていない可能性が高い。また、礫・砂・粘土層の順に ρ_t, V_s, E_0 の値は大きく、これらの値の下限値は深いほど大きい。このことから粘土層は深いほど硬いことが分かるが、これらの深度分布からは大阪層群上部層と最下部層の境界を同定できない。なお、不攪乱試料を用いた三軸試験(LDT で軸ひずみ測定)による非排水弾性ヤング率は V_s から求めた E_0 と良く対応している。

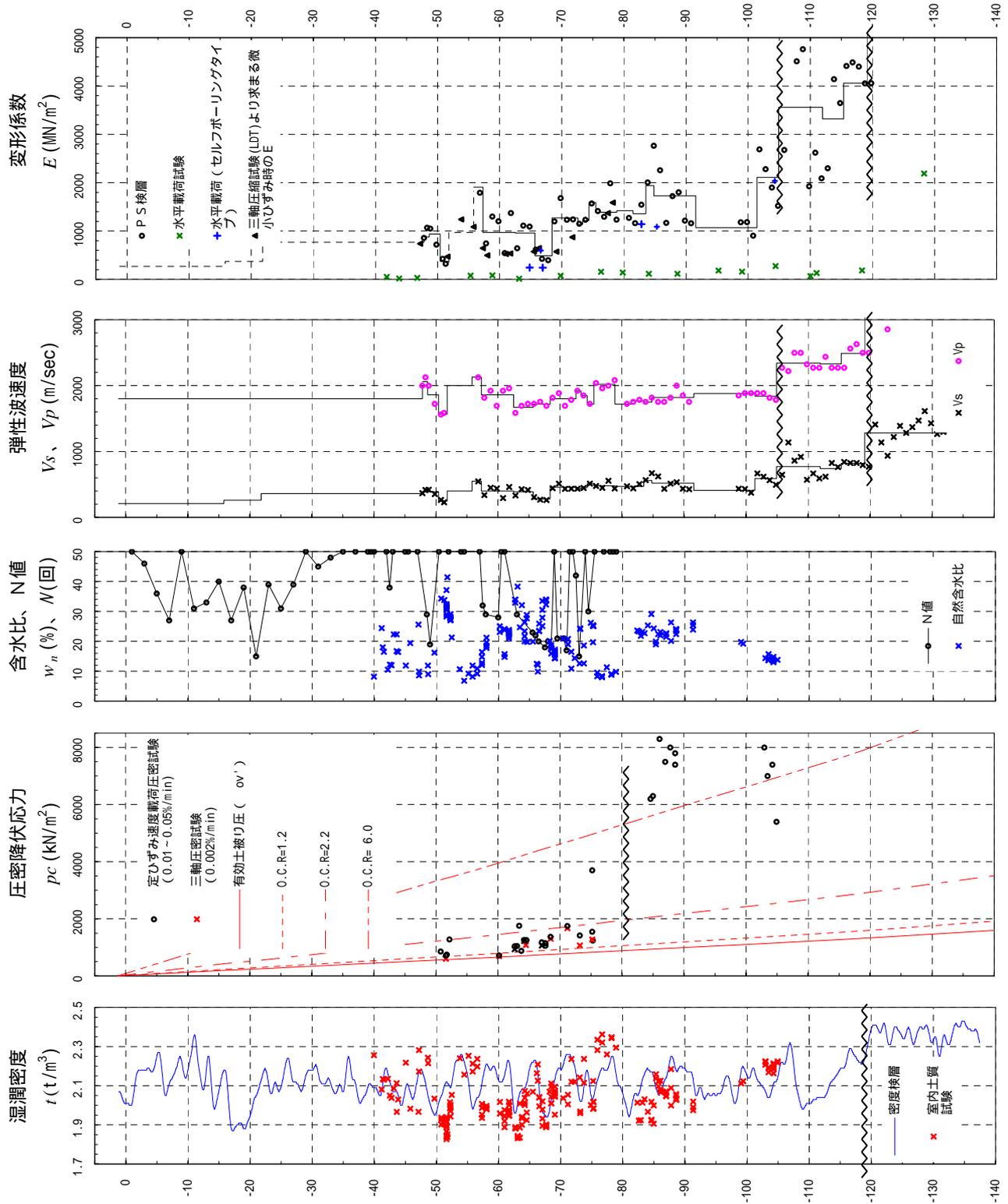
従来式(プレボーリング式)孔内水平載荷試験による剛性も深度に対して漸増しているが、 V_s から求めた E_0 の値よりも相当小さく、層序に対して感度が悪い。また、その深度分布から大阪層群上部層と最下部層の境界は同定できない。土の変形特性は著しく非線形であるが、明石海峡大橋の基礎の建設に伴って地盤内に生じたひずみは、従来式孔内水平載荷試験で地盤内に生じるひずみよりも一オーダー以上小さかった。また、孔壁の乱れも小さな剛性が測定される原因となる。このため、この試験による剛性を用いると基礎の沈下量をかなり過大評価する可能性が高い。一方、5 深度で行ったセルフボーリング式孔内水平載荷試験による剛性はかなり大きくて E_0 に近づいている。これは、地盤内に生じるひずみが小さく、孔壁の乱れが小さいからであろう。

不攪乱試料を用いた定ひずみ速度圧密試験(ひずみ速度 0.01 ~ 0.05 %/min)によって求めた圧密降伏応力(p_c)の深度分布からは、二つの層の境界が明確に同定できる。過圧密比($=p_c/\sigma'_v$)は、上部層で 1.2 ~ 2.2, 最下部層で 6.0 以上であり非常に異なる。この差は、PS 検層と従来式の孔内水平載荷試験では確認できない。従って、基礎の沈下には大阪層上部層の圧縮の要因が大きいことが予測される。図-1 には三軸異方圧密試験($\sigma'_1/\sigma'_3=2$, ひずみ速度 0.002 %/min, LDT 使用)による p_c の値も示すが、その値はひずみ速度が小さいため若干小さい。また、不攪乱試料と繰返し試料を用いた三軸圧縮試験による変形強度特性も、この p_c の分布に対応していた。基礎の沈下測定に必要な粘性土の降伏前の剛性と圧密特性は別途報告する。

3. まとめ: ここで報告する事例では、基礎の沈下予測に必要な地盤の変形特性を原位置地盤調査だけで評価するのは難しく、不攪乱試料を用いた室内試験が必要であり、圧密降伏応力(p_c)が重要な指標である。

キーワード 大阪層群, 圧密降伏応力, 密度検層, PS 検層

連絡先 〒550-0011 大阪府大阪市西区阿波座 1 丁目 11 番 14 号 基礎地盤コンサルタンツ(株) TEL 06-6536-1781



調査孔(各々5.0m離れ)		地層名	標高	深度
H11年度 200mm孔	H12年度 66mm孔	沖積層	1.2	17.30
サンプリング	原位置試験			
玉石混り砂礫	玉石混り砂礫	粘粒土	-16.1	22.50
玉石混り砂礫	玉石混り砂礫	粘粒土	-21.3	45.30
玉石混り砂礫	玉石混り砂礫	砂質土	-44.1	48.85
粘粒土	粘粒土	砂質土	-48.7	57.00
粘粒土	粘粒土	砂質土	-62.5	63.70
粘粒土	粘粒土	砂質土	-65.7	66.85
粘粒土	粘粒土	砂質土	-68.4	68.60
粘粒土	粘粒土	砂質土	-72.6	73.75
粘粒土	粘粒土	砂質土	-78.9	80.05
粘粒土	粘粒土	砂質土	-81.5	82.65
粘粒土	粘粒土	砂質土	-83.5	84.70
粘粒土	粘粒土	粘粒土	-91.6	92.75
粘粒土	粘粒土	砂質土	-98.5	99.70
粘粒土	粘粒土	砂質土	-101.4	102.60
粘粒土	粘粒土	粘粒土	-104.9	106.10
粘粒土	粘粒土	粘粒土	-112.0	113.15
粘粒土	粘粒土	砂質土	-115.4	116.53
粘粒土	粘粒土	粘粒土	-119.1	120.30
粘粒土	粘粒土	砂岩、礫岩	-137.3	138.50

図-1 試験結果深度分布図