

長大吊橋の基礎の沈下予測のための地盤の変形特性調査

国土交通省 近畿幹線道路調査事務所 東岡正樹  
 基礎地盤コンサルタンツ(株) 正会員 山田眞一  
 林 三男  
 東京大学 正会員 龍岡文夫

**まえがき** 紀淡海峡に建設予定の長大吊橋（由良瀬戸大橋）のアンカレッジ1Aの支持地盤は、大阪層群上部層（地質年代 80 万年程度）とその下の厚い大阪層群最下部層（地質年代 150 万年程度以上）の未固結の洪積世粘性土・礫層・砂層の複雑な互層地盤である（図1）。このような地盤で大型橋梁基礎を支持するのは従来経験がないため、アンカレッジの底面位置や断面形状等の決定のためには支持層の即時及び残留圧縮量と圧縮速度の予測が重要である。そのためには、支持地盤内に挟在する粘土層の剛性と変形の時間依存性（圧密係数と二次圧密特性）を正確に知る必要がある。しかし、従来式孔内水平載荷試験や原位置弾性波速度測定だけではその目的を達成できず、不攪乱試料を用いた適切な室内力学試験が有用であることが分かった。

**試験方法** 粘土層の圧密特性を把握するため、不攪乱試料を用いて以下の圧密試験を実施した。

定ひずみ速度圧密試験：供試体は直径 6 cm、厚さ 2 cm、ひずみ速度 0.01 ~ 0.05 %/min である（地盤工学会基準に準拠）。

三軸異方圧密試験：供試体は直径 5 cm、高さ 10 cm、主応力比  $\sigma_1/\sigma_3 = 2.0$  一定でひずみ速度 0.002 %/min、最大鉛直応力は定ひずみ速度圧密試験による圧密降伏応力  $p_c$  の 2 倍を目安（6,000 kN/m<sup>2</sup>）にした。上下端面排水状態で、側面等にはペーパードレーンを施した。また、載荷軸の変位を測定した他、正確な軸ひずみを測定するために、1 対の LDT を供試体の側面に設置した。

**試験結果** 中位段丘層、大阪層群上部層、大阪層群最下部層内の粘土層に対する試験結果の例を図2~4に示す。図から次のことが分かる。

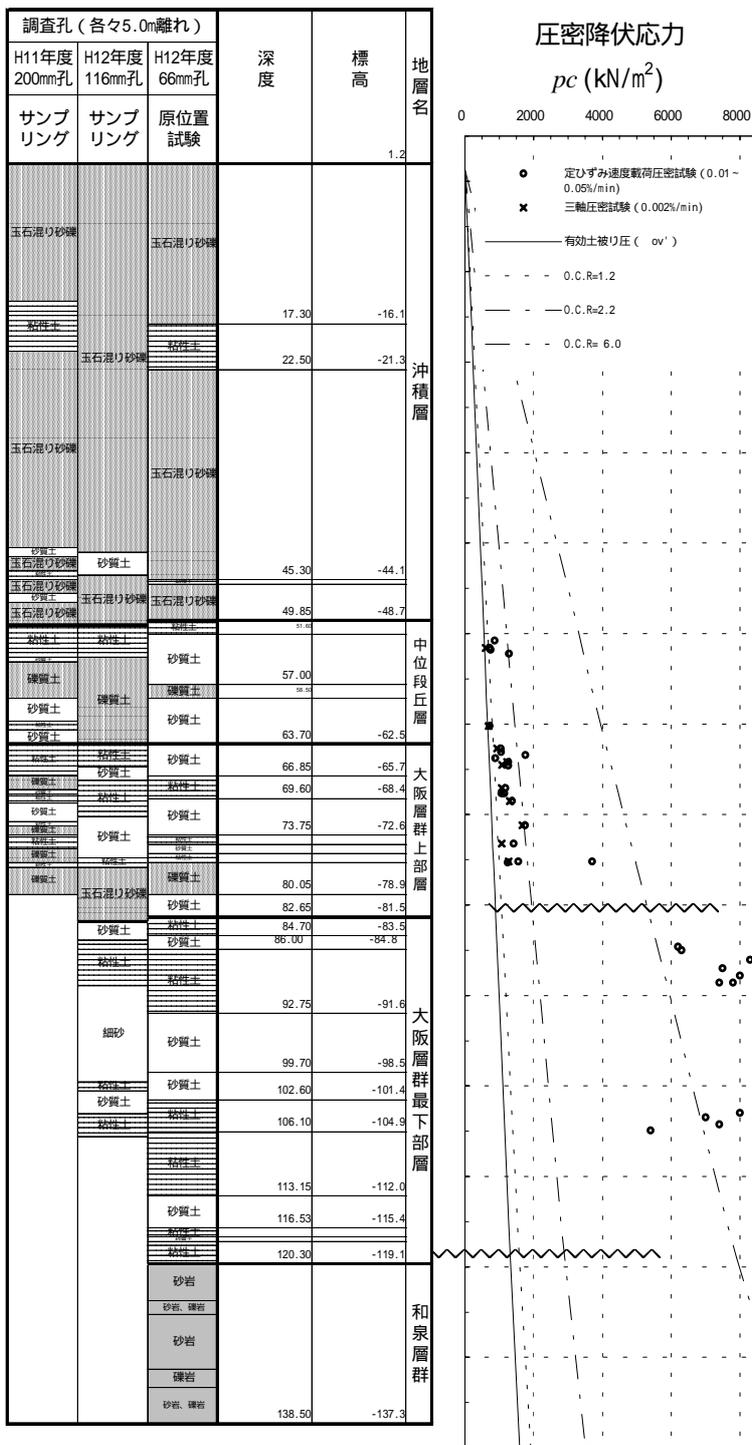


図1 地層区分及び深度~pc関係

- 1) 三軸異方圧密試験による  $p_c$  の値は、定ひずみ圧密試験による値よりも若干小さい。これは、三軸異方圧密試験のひずみ速度が25倍程度小さいためであろう。
- 2) 定ひずみ速度圧密試験による剛性（圧密圧力/軸ひずみの比）は、三軸異方圧密試験による剛性に比較して極端に小さい。また三軸異方圧密試験においても、LDT から得られる剛性に比較して外部変位による剛性は小さい

2)の現象が生じる理由は、定ひずみ速度圧密試験の供試体厚さは2cmであり整形による端面の乱れの影響が大きく、軸圧縮量もキャップ上端で測定するため供試体とキャップ等の境界部の変形誤差を含んでいる。また、三軸異方圧密試験では供試体高さが10cmであり定ひずみ速度圧密試験に比較して乱れゾーンの影響が小さいが、外部変位計の測定値も供試体とキャップ等の境界部の変形誤差を含んでいる。また、一般にひずみ速度が速いと剛性を高くなるが、定ひずみ速度圧密試験のひずみ速度が最大25倍も速いにもかかわらず、その剛性は三軸異方圧密試験の剛性よりも非常に小さい。以上のことから、LDTを用いなければ正確な剛性の評価をできないことがわかる。

図5に三軸異方圧密試験から得られた圧密応力～軸ひずみ(LDT)関係のまとめを示す。深度による剛性の差は2倍程度であるにもかかわらず、深度80mを境界にして圧密降伏応力  $p_c$  は5～10倍と極端に変化している。これは、定ひずみ速度圧密試験の結果と対応している(図1)。おそらくこのような物性のために、微小ひずみでの剛性に対応しているせん断弾性波速度ではこの層境界を明確に同定できないのであろう。すなわちこの場合、年代効果や過圧密履歴等の履歴は降伏前の微小～小ひずみレベルでの剛性よりも圧密降伏応力  $p_c$  により大きな影響を与えているようである。

**結論** 厚さ2cmの供試体を用いた定ひずみ速度圧密試験は、圧密降伏応力  $p_c$  を推定する目的に有効である。しかし、LDTを用いた三軸圧縮試験での剛性と比較すると剛性を著しく過小評価する。今回の調査では、地盤の剛性を過小評価すると基礎の沈下量と速度を過大評価することになり、非経済的な設計をすることになる。従って、LDTを用いた不攪乱試料の三軸圧縮試験は手間が掛かるが、必要な試験法である。

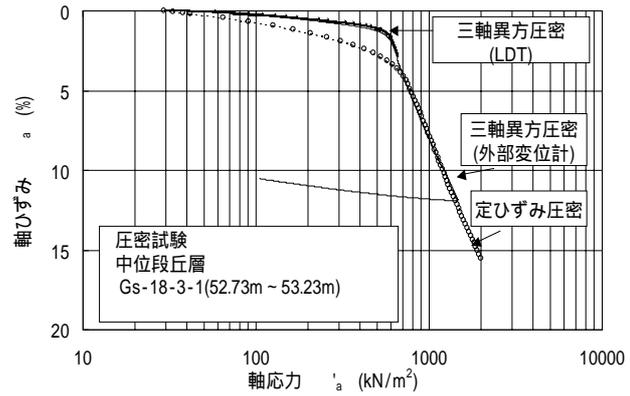


図2 圧密圧力～軸ひずみ関係(中位段丘層)

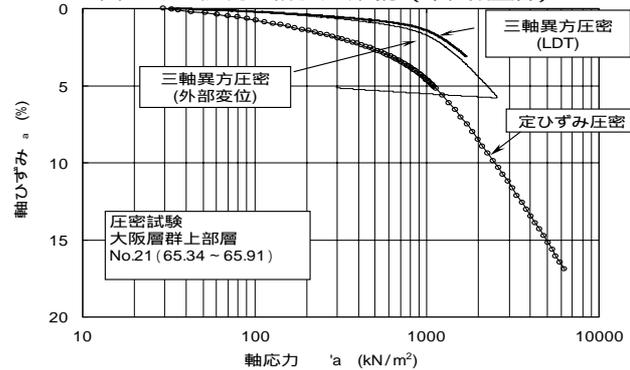


図3 圧密圧力～軸ひずみ関係(大阪層群上部層)

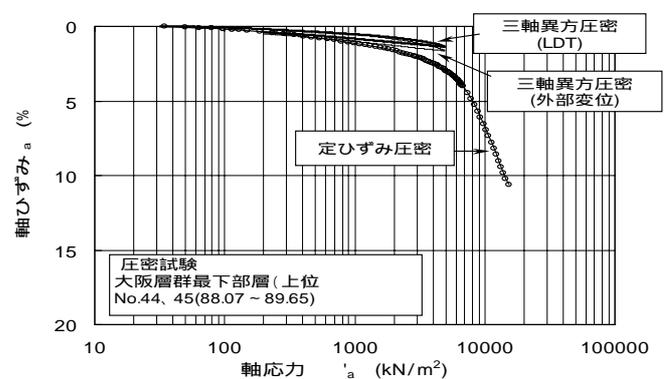


図4 圧密圧力～軸ひずみ関係(大阪層群最下部層)

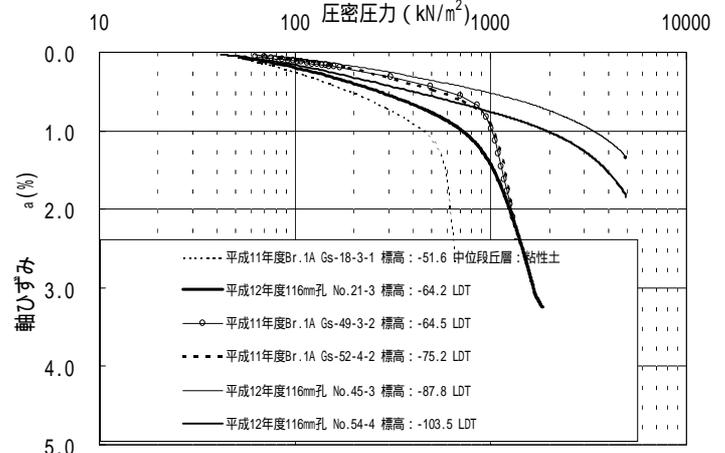


図5 圧密圧力～軸ひずみ関係(LDT)