

スラリー粘土および圧密再構成粘土のせん断弾性係数

信州大学大学院 ○杉山周平

信州大学工学部 正 梅崎健夫, 正 河村 隆

1. はじめに 浚渫粘土埋立地盤では、沈降堆積過程を経て、高含水比の自重圧密過程からその後の載荷圧密過程に移る。したがって、この2つの圧密過程における圧密特性や強度特性を評価することが重要である。本文では、スラリー粘土および圧密再構成粘土に対してベンダーエレメント試験を実施し、せん断弾性係数 G の測定を行った。また、段階載荷圧密試験および一面せん断試験も実施し、それらの試験結果を液性限界で正規化した含水比 (w/w_L) との関係で比較検討した。

2. 試験概要 試料は NSF(B)粘土(土粒子密度 $\rho_s=2.726\text{g/cm}^3$, 液性限界 $w_L=73.9\%$, $I_p=40.8$)である。ベンダーエレメントを装着した試験装置(内径 $D=7.5\text{cm}$, 高さ $H=48\text{cm}$)は、沈降堆積過程から自重圧密過程および載荷圧密過程までの試験を連続して行うことができる。その詳細については参考文献 1)を参照されたい。スラリー粘土に対しては、供試体高さが 2.0cm 程度となるように含水比を調整して繰り返した試料を装置のアクリル円筒内に投入し、

真空圧で脱気した後、載荷盤を設置した。排水による体積変化が生じないように載荷圧 CP と背圧 BP を所定の圧力まで増加させ、20 時間以上放置後、ベンダーエレメント試験(BET)を実施した。圧密再構成粘土に対しては、別の予圧密容器中で鉛直圧密圧力 $p=68.6\text{kPa}$ で一次元圧密により作製した試料から供試体($D=7.5\text{cm}$, $H=2.0\text{cm}$)を切り出し、本試験装置に挿入した。その後、 $BP=196.0\text{kPa}$ を載荷し、所定の鉛直圧密圧力で再圧密した供試体に対して BET を実施した。BET におけるせん断波には、いずれも電圧 20V , 周波数 30kHz の $\sin$ 波を用いた¹⁾。

3. 試験結果および考察 図-1 に送受信波の電圧時刻歴の概略図を示す。川口ら²⁾は室内試験機を用いて行われる BET においては near-field-effect の見極めが必要不可欠であり、これを考慮した上で $S-C$ 間を伝達時間 Δt としている。本文でもこの手法に基づいて伝達時間を判断した。

図-2(a)~(e)にスラリー粘土および圧密再構成粘土に対する送受信波の電圧時刻歴の典型的な結果を示す。図-1 における C 点に相当すると判断された時刻 t_c を図中に○印で示した。図-2 (c) ~ (e) において、 (w/w_L) の増加に伴って伝達時間が長くなる。すなわち、せん

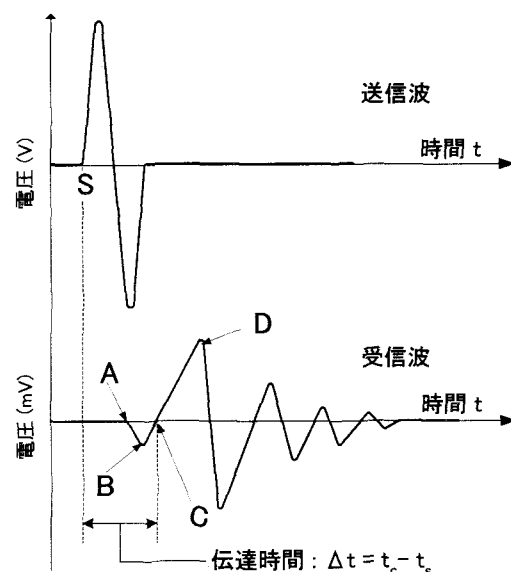
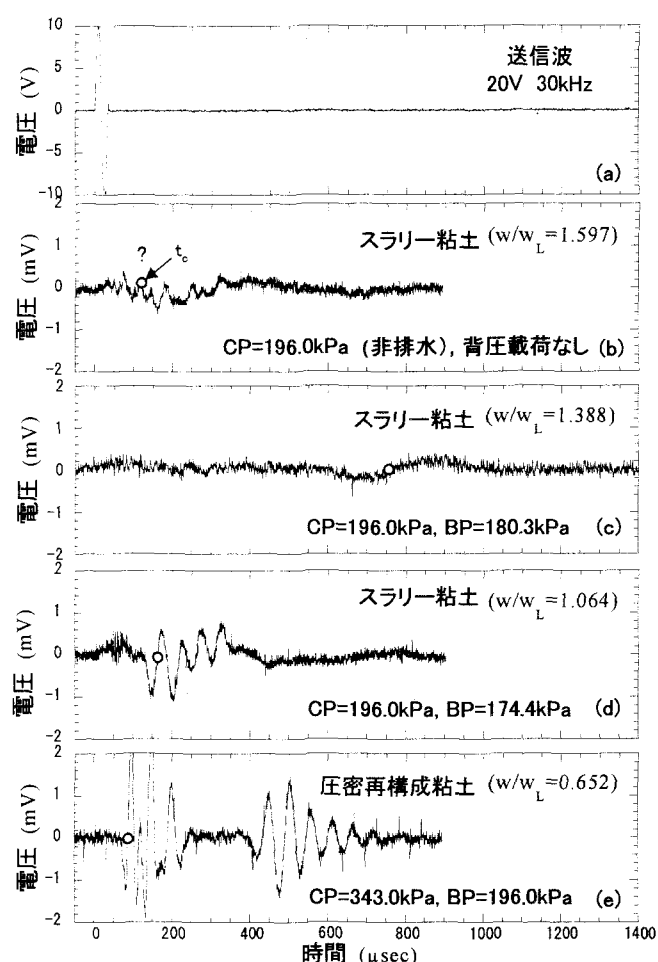
図-1 せん断波伝達時間の決定²⁾

図-2 送受信波の電圧時刻歴

断波速度 $V_s=(L/\Delta t)$ (L : ベンダーエレメント間の距離) が小さく算定される。一方、参考文献 1) で既に発表している背圧载荷なしのスラリー粘土は、図-2(c)のスラリー粘土より高含水比であるにもかかわらず、伝達時間が短く、 V_s は大きく算定される。

図-3 は、スラリー粘土の $(w/w_L) \sim \log G$ 関係に及ぼす飽和度の影響を示している。ここで、 $G = \rho_t V_s^2$ であり、 ρ_t は湿潤密度である。背圧载荷なしのスラリー粘土 Δ と背圧载荷した圧密再構成粘土に対する $(w/w_L) \sim \log G$ 関係は、傾きの著しく異なる 2 つの直線で近似される。図-2 の考察に基づけば、スラリー粘土に対する BET は、飽和度の影響を受け、飽和度が低い場合には G を過大評価するものと考えられる。

図-4 は (w/w_L) と $\log G$, $\log p$ および $\log Cu$ の関係である。ここで p は圧密圧力、 Cu は非排水せん断強度である。背圧载荷したスラリー粘土の G は図-3 の結果と比べて小さな値である。背圧载荷したスラリー粘土と圧密再構成粘土に対する $(w/w_L) \sim \log G$ 関係は、傾きの異なる 2 つの直線で近似できる。その交点は $(w/w_L) = R_L = 0.90$ である。浚渫粘土の载荷圧密過程に相当する $0.5 \leq (w/w_L) \leq R_L = 0.9$ の範囲での (w/w_L) と $\log G$, $\log p$ および $\log Cu$ 関係における 3 つの直線の傾き α_3 , α_1 および α_2 の相互関係は $(\alpha_1/\alpha_3) = (\alpha_2/\alpha_3) = 0.91$ である。

図-5 は $\log(w/w_L)$ と $\log G$, $\log p$ および $\log Cu$ の関係である。スラリー粘土と圧密再構成粘土に対する $\log(w/w_L) \sim \log G$ 関係は 1 つの直線で近似できる。浚渫粘土の自重圧密過程に相当すると考えられる $R_L = 0.9 \leq (w/w_L) \leq 1.6$ の範囲での $\log(w/w_L)$ と $\log G$ および $\log p$ 関係における 2 つの直線の傾き β_3 および β_1 の相互関係は $(\beta_1/\beta_3) = 1.32$ である。

4. まとめ NSF(B)粘土に対して以下のことが得られた。① スラリー粘土に対する BET は、飽和度の影響を受け、飽和度が低い場合には G を過大評価する。② スラリー粘土および圧密再構成粘土の $(w/w_L) \sim \log G$ 関係は、傾きの異なる 2 つの直線で近似できる。その交点は $(w/w_L) = R_L = 0.90$ である。③ 一方、 $\log(w/w_L) \sim \log G$ 関係は、1 つの直線で近似できる。④ 浚渫粘土の圧縮指数 C_c や非排水せん断強度の増加量 ΔCu を (w/w_L) と G の関係を用いて評価することの可能性が示唆される。

【参考文献】1) 杉山周平, 梅崎健夫, 河村 隆: ベンダーエレメント試験によるスラリー粘土のせん断弾性係数の測定, 第 38 回地盤工学研究発表会講演集, pp.203-204, 2003. 2) 川口貴之, 三田地利之, 渋谷 啓, 佐野佑房: 室内ベンダーエレメント試験によるせん断弾性係数 G の評価, 土木学会論文集 No.694/III-57, pp.195-207, 2001.

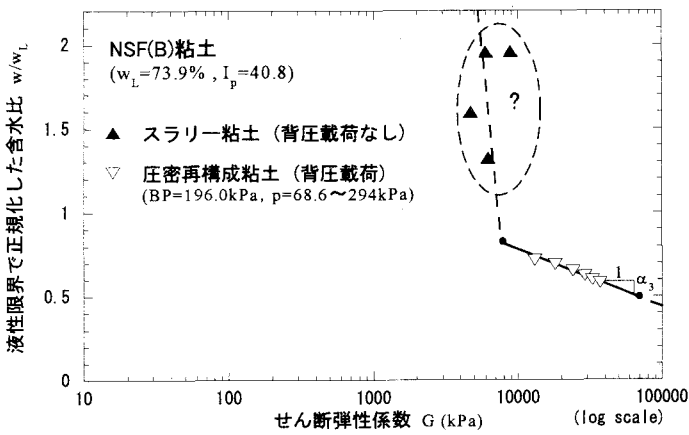


図-3 $(w/w_L) \sim \log G$ 関係に及ぼす飽和度の影響

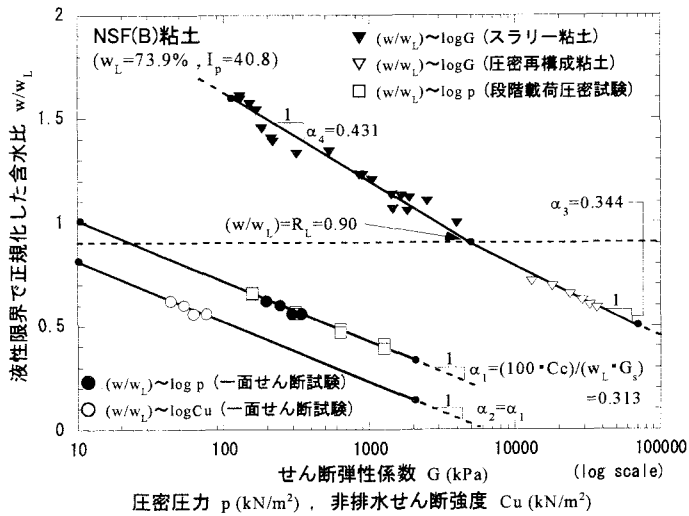


図-4 (w/w_L) と $\log G$, $\log p$ および $\log Cu$ の関係

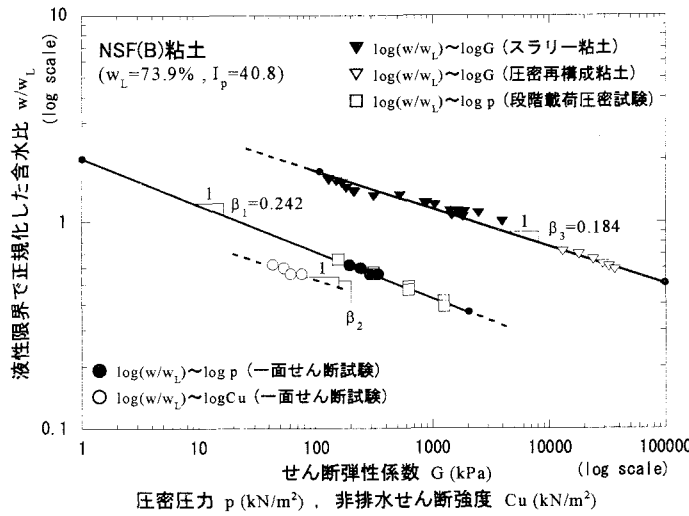


図-5 $\log(w/w_L)$ と $\log G$, $\log p$ および $\log Cu$ の関係