

# ため池築堤土のせん断弾性係数に及ぼす諸要因について

Soil quality factors on shear modulus about compacted soil of small dams

奥野日出\*  
Hizuru Okuno

小山修平\*\*  
Shuheï Koyama

## 1.はじめに

本研究はため池堤体や盛土道路の法面変形解析を行うにあたり，必要な地盤定数（せん断弾性係数  $G$  等）に及ぼす諸要因（等方圧密圧力，細粒分含有率  $F_c$ , 塑性指数  $I_p$ , 間隙比  $e$ , 締固め度  $D$  等）の影響を物理・力学特性<sup>1)</sup>から定性的かつ定量的に把握することを目的としたものである． $F_c > 35, I_p > 15$  の締固め土において， $G$  は  $\sigma_v$  と  $I_p$  に相関があり， $D$  の影響を受けることが分った．また締固め土と築堤の不攪乱土について  $G$  の定式化を試みた．

## 2.静せん断弾性係数 $G_{50}$ の算定方法

微小ひずみ領域（せん断ひずみ  $\gamma = 10^{-6}$ ）におけるせん断弾性係数（剛性率） $G$  は一般に(1)式を用いて与えられる．

$$G = \frac{d}{2(1 + \nu)} \frac{E}{a} \quad \text{----- (1)}$$

ここに， $\sigma_v$  はせん断応力であり，軸差応力  $d$  を用いて  $\sigma_v = d/2$  より得られる．また  $\gamma$  は軸ひずみ  $a$ ，ポアソン比  $\nu$  より  $\gamma = (1 + \nu) a$  より得られ， $\nu$  は飽和試料の非排水試験では  $\nu = 0.5$  を用いる．

ここで，静せん断弾性係数を提示する場合は三軸圧縮試験(CU条件)から求め，(1)式が静的な場合も成り立つとして(2)式のように改める．

$$G_{50} = \frac{\sigma_{v, \max}}{3} \frac{E_{50}}{\sigma_{v, \max}/2} \quad \text{----- (2)}$$

ここに， $G_{50}$  は静せん断弾性係数， $\sigma_{v, \max}$  は最大軸差応力， $E_{50}$  は  $\sigma_{v, \max}/2$  の軸ひずみである．

## 3.締固め度 $D_{90}$ の $G_{50}$ と圧密圧力 の関係

近畿圏複数の土取り場から採取したコア用土の締固め供試体より， $G_{50}$  と圧密圧力との関係を Fig.1 に C 材（細粒分含有率  $F_c$

$> 50(\%)$ , 塑性指数  $I_p > 15$ )，Fig.2 には成分を含む C 材 ( $50 > F_c > 35, I_p > 15$ ) の結果を示した．同図より  $G_{50}$  と  $\sigma_v$  は全般に線形の相関

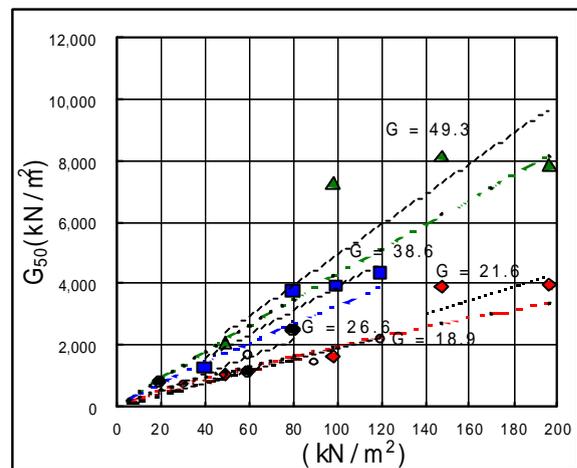


Fig.1 C材の  $G_{50}$  と  $\sigma_v$  の関係

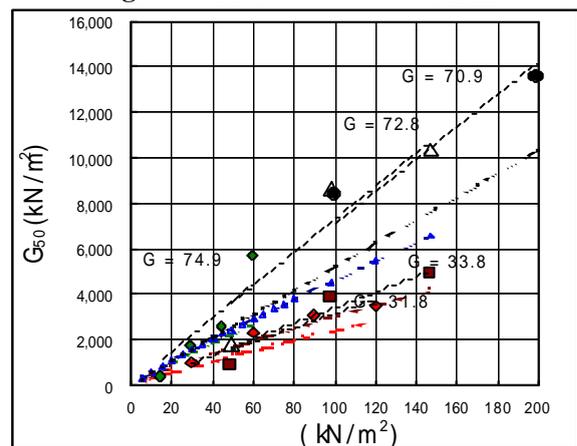


Fig.2 成分を含む C 材の  $G_{50}$  と  $\sigma_v$  の関係

\* 株式会社アスカソイルコーナ  
\*\* 大阪府立大学大学院 生命環境科学  
キ-ワ-ド: せん断弾性係数 塑性指数

Co.,Ltd. AsukaSoil Corner  
Osaka Prefecture University Life & Environmental  
Science Sciences

が認められ、傾き  $a$  と各供試体の  $I_p$  との関係は Fig3 のように表わされ、 $F_c > 35, I_p > 15$  なる D90 締固め土では、 $a = -2.4 + 106.2$  の相関式が得られた。

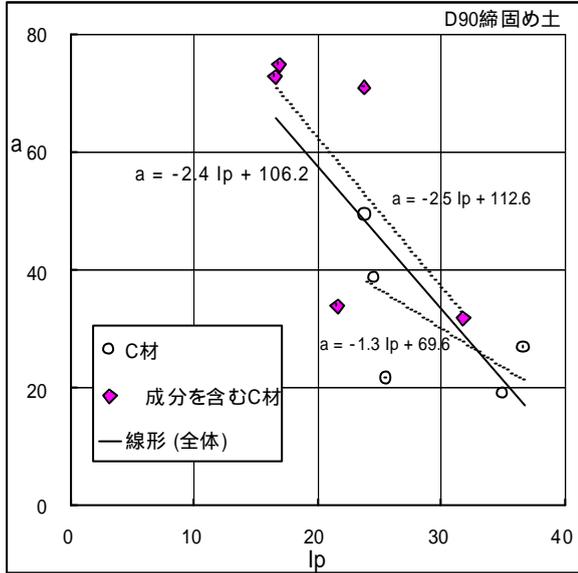


Fig3. D90 供試体の  $a$  と  $I_p$  の関係

一方、築堤の不攪乱土 10 試料においては、 $a = -2.2 + 106.2$  の相関式が得られ、D90 締固め土と比べて大差はなかった。

#### 4. $G_{50}$ に影響を及ぼす諸要因について

Fig4 には締固め度 D95 の成分を含む C 材と D90,  $F_c < 35(\%)$  の C 成分を含む材の供試体について  $G_{50}$  と  $I_p$  の関係を示す。

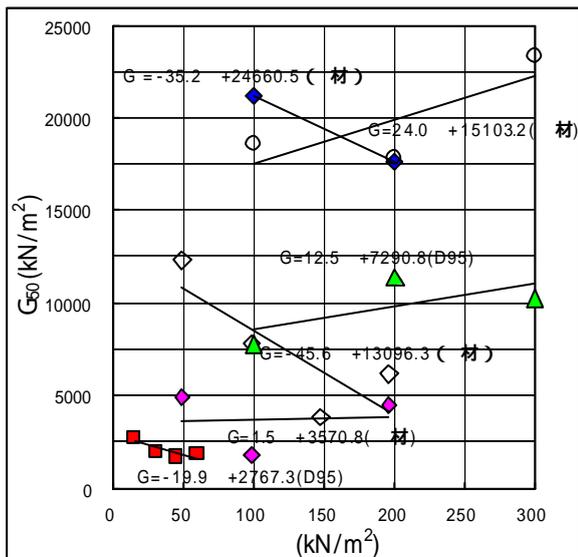


Fig4. 材, D95 供試体の  $G_{50}$  と  $I_p$  の関係

これらの試料は  $G_{50} = a \cdot F(e) \cdot \dots$  の正の相関が得られず、締固め時の初期間隙比  $e_0$  や  $F_c (< 35\%)$  に支配されると考えられる。また D95 の  $G_{50}$  は D90 のそれよりも大きい。D95 の  $G_{50}$  は  $I_p$  の増加に対して D90 よりも小さくなる結果も得られた。すなわち、マトリックスの細粒分が締固め時(D95)や  $I_p$  の増加に対してオーバーコンパクションが生じて  $G_{50}$  に影響を及ぼすと考えられる。

#### 5. $G_{50}$ の実験式について

微小ひずみ領域の  $G$  については、Hardin らによる実験式<sup>1)</sup>より、有効拘束圧  $(\sigma'_v)^n$  のべき乗 ( $n=0.5$ ),  $e$ , 実験定数  $A$  などで示され、自然地盤を対象としている。

著者らは締固め土を対象とした大ひずみ領域の実験結果より、 $G_{50}$  の式を以下に提案する。

$$G_{50} = a \cdot F(e) \cdot \dots^n + b \quad (3)$$

$$a = 106.2 - 2.4I_p \quad (F_c > 35(\%), I_p > 15 \text{ の D90 供試体})$$

$$a = 106.2 - 2.2I_p \quad (F_c > 35(\%), I_p > 15 \text{ の不攪乱 供試体})$$

$$F(e) = \frac{1 + e_0}{1 + e_{min}}$$

( $A$  は実験定数,  $e_0$  は締固め時の間隙比,  $e_{min}$  は最大乾燥密度  $\rho_{dmax}$  の間隙比である.)

$\sigma'_v$ : 圧密圧力 ( $\text{kN/m}^2$ )

Fig1, 2 には (3) 式を用いて、 $n=0.8 \sim 1$ ,  $b=0$  として各現場毎に破線で表した。

なお、 $b$  値は築堤後の年代効果を経たセメンテーション定数として導入した。

このような実測値に基づくせん断弾性係数の近似曲線は、大ひずみ領域での実用的な変形解析に有効に活用できる。

#### < 引用文献 >

- 1) 奥野日出, 小山修平 (2005): 主として細粒土から構成された盛土斜面の安定解析手法の提案, 平成17年第40回地盤工学会研究発表会(函館), 論文No. 679
- 2) Hardin, B.O and Black, W.L.: "Vibration modulus of normally consolidated clay", Proc. of ASCE, Vol. 94, NO. 2, 1968, pp. 353 ~ 369.