

Ⅲ - B34

地中連続壁の周面摩擦力度～変位量関係の推定に関する一考察

千代田化工建設（株）正会員 藤岡 豊一

日本鉄道建設公団 正会員 青木 一二三

東日本旅客鉄道（株）正会員 増田 達

1. はじめに

杭や地中連続壁の周面摩擦力度と変位量の関係（伝達関数）は荷重伝達解析上極めて重要である。筆者らは土のせん断試験から得られるせん断応力とせん断ひずみの関係を線形に仮定して地中連続壁の伝達関数を推定する方法を提案した。本論は、これをさらに拡張してせん断応力とせん断ひずみの関係から直接に伝達関数を推定する方法と解析例を報告する。

2. 伝達関数の提案

壁が上に変位した時の周面土の変形状態を図-1に示す。壁に接する単位厚さの水平な土層を考え、 x と y 軸を図示のようにとり、壁から x_m まで離れた位置まで影響を受けるものとする。鉛直荷重を受けると、壁の要素と周面土は y 方向に変位し、この上下の要素と周面土も類似の挙動をするものとする。いま、壁と周面土の間に滑りが生じないで周面土が単純せん断を受けるものとする。さらに、土中のせん断応力は壁からの距離、 x に比例して減少するものとする、 x 点のせん断応力、 τ_x は次式で示される。

$$\tau_x = f_0(x_m - x) / x_m \quad (1)$$

ここに、 f_0 は壁面に接する土のせん断応力（すべりが無い時は周面摩擦力度に等しい）である。図-1から明らかなように τ_x はせん断ひずみ、 $\gamma_x (=dy/dx)$ の関数として表される。

周面土の τ_x と γ_x の関係が図-2に示す単純せん断試験の結果と一致するとすれば、壁から x 離れた点のせん断ひずみ、 γ_x は $\tau = \tau_x$ として求まる。したがって、その点の変位、 y は

$$y = \int_x^{x_m} \gamma_x dx \quad (2)$$

となる。これは図-3(b)の斜線で囲んだ面積に相当する。壁面に接する土の変位、 y_0 は式(2)の積分を0～ x_m まで行えば求まる。

式(1)を x で微分して式(2)に代入すると

$$y = \frac{-x_m}{f_0} \int_{\tau_x}^0 \gamma_x d\tau_x = \frac{x_m}{f_0} \int_0^{\tau_x} \gamma_x d\tau_x \quad (3)$$

を得る。これは図-2の斜線部の面積（補完ひずみエネルギー、complementary strain energy）に x_m/f_0 を乗じた値に等しい。壁面に接する土の変位、 y_0 は式(3)から次のようになる。

$$y_0 = \frac{x_m}{f_0} \int_0^{f_0} \gamma_x d\tau_x \quad (4)$$

壁と周面土の間にすべりが無い場合、壁の変位は y_0 に等しく、周面摩擦力度は壁面に接する土のせん断応力、 f_0 に等しいので周

キーワード：周面摩擦力、伝達関数、地中連続壁

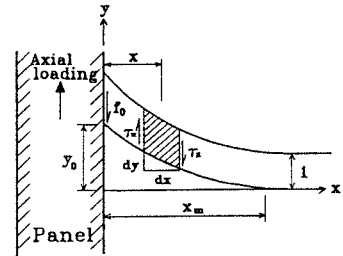


Fig.1 Idealized vertical section

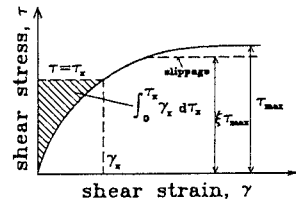


Fig.2 A shear stress-strain curve

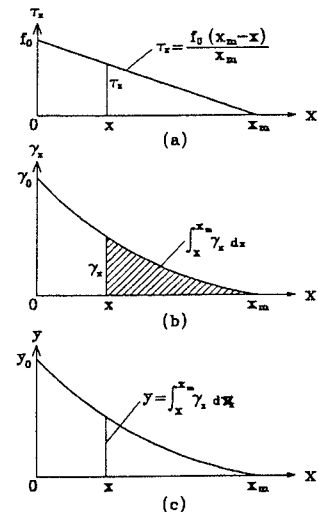


Fig.3 Profiles of τ_x , γ_x and y

面せん断地盤反力係数, k_s は次式で表される。

$$k_s = \frac{f_0}{y_0} = \frac{f_0^2}{x_m \int_0^{f_0} \gamma_x d\tau_x} \quad (5)$$

$f_0 = \xi \tau_{\max}$ ですべりが生じるものとする、この時の土の変位 $y_{0,s}$ は式(4)から

$$y_{0,s} = \frac{x_m}{\xi \tau_{\max}} \int_0^{\xi \tau_{\max}} \gamma_x d\tau_x \quad (6)$$

となる。一端すべりが生じると周面土の変形は止まり壁の変位だけが進行する。

因みに $\tau - \gamma$ 関係を $\tau = \gamma / (1/G_i + \gamma/\tau_{\max})$ の双曲線で近似する場合、地盤の変位, y は次式で表される。

$$y = \frac{\tau_{\max}}{f_0 G_i} \left[\tau_{\max} x_m \ln \frac{\tau_{\max} x_m}{\tau_{\max} x_m - f_0 (x_m - x)} - f_0 (x_m - x) \right] \quad (7)$$

以上の式で x_m は壁の載荷試験の逆解析などにより求める。

3. 解析例

JR 田端駅近くで実施した地中連続壁の相反載荷試験では、図-4に示すように試験壁の外周地盤に多点変位計を設置して地盤の変位を計測した。図-5は不攪乱試料を用いた三軸試験の一例で、八面体面せん断応力比 τ_{oct} とせん断ひずみ, γ_{oct} の関係を表示したものである。

単純せん断試験を行っていないので三軸試験の $\tau_{\text{oct}} - \gamma_{\text{oct}}$ 関係と地盤の $\tau_x - \gamma_x$ 関係が等しいとし、上部シルト層の中間の要素④（深度 3.1 m）における地盤の変位を求め図-6に示す。図中の△と○は壁体と壁から 1 m 離れた地盤の実測変位で、図-5の△と○に対応し、各々すべりの生じる直前とすべりが発生した時の変位である。1 m 離れた点の変位は小さく、影響範囲が小さいことを示唆している。推定した地盤の変位曲線はこの影響範囲をうまく表現しているように思われる。

4. まとめ

地中連続壁の壁頭と先端の境界条件による影響を無視して、単純せん断試験の $\tau - \gamma$ 関係から伝達関数を求める方法を提案した。厳密には地盤内の力と変位の釣り合い条件を満足していない。したがって、周面摩擦力度が深さ方向に一樣に分布する場合の簡便的な伝達関数の推定法である。今後は壁体の軸力と変位だけでなく壁近くの地盤の変位を正確に計測し、さらに合理的で実用的な推定法となるよう努力してゆきたい。

参考文献

- 1) Fujioka, T., Sakimoto, J., and Yamada, K. : Behavior of diaphragm panels under bi-directional loading, DFI Annual Meeting, 1996.10.

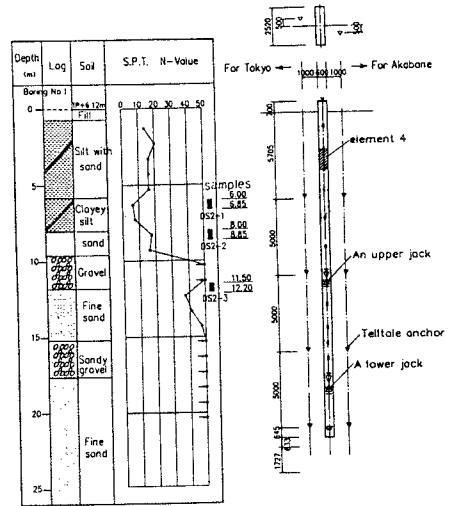


Fig.4 Soil Profile

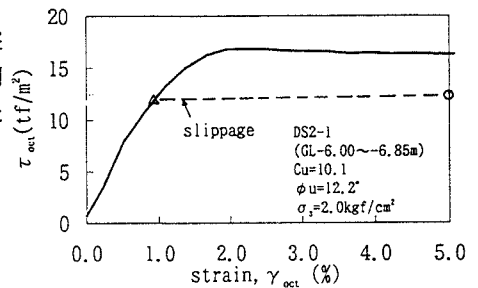


Fig.5 A triaxial test result

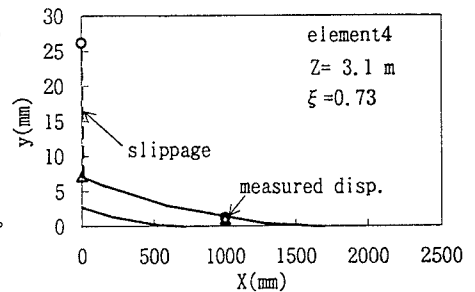


Fig.6 Soil and panel displacements