

九州産業大学工学部 正員 石堂 稔

1. まえがき すでに実用されている土と杭材との間の周面摩擦係数の値は、実物大の観測や室内試験例の平均値であり、それらは通常杭材やその表面の粗滑あるいは地盤の粒度の相違に対しては、ほとんど差別なく用いられることが多い。砂地盤についての摩擦係数 μ の例をあげてみると $\mu=0.2\sim 0.5\sim 1.0$ あるいは $\mu=(0.75\sim 1.00)\tan\phi$ の範囲にあり、乾湿の差を与えてゐる以外は、所場杭であれば同一視されてゐることになる。摩擦係数は壁面の状態により異なることや、すべり面の垂直応力が一定でも土中の場合と壁面の場合の粒子配列の相違、壁面すべりに限定しても垂直応力の変化による接触面積の変化などがあげられ、砂地盤であれば常に $\mu=const.$ と仮定することは適切ではないと考へられる。こゝではそのうちの2, 3をとりあげて摩擦に関して実験的に検討したものである。

2. 実験 小型一面セン断試験機を用いた。杭材との摩擦試験は下部箱を改良して板状材料をあて、砂をつめた上部箱を直接のせて上部移動とし、移動時の接触試料面積は一定となるようにした。実験の仕様は表-1に示す通りであり、砂は相対的に粗粒なものとして相馬砂、細粒のものを標準砂として乾燥砂を用いた。

杭材	木(相馬), 鉄(20号), エポキシ(伊佐)
密度 (g/cm^3)	標準砂 1.35, 1.42, 1.55, 1.59
	相馬砂 1.56, 1.60, 1.64, 1.69
σ (kg/cm^2)	1.1, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0, 2.1
セン断速度	0.1 mm/min
砂供試体	60 ϕ x 10

3. 実験結果および考察

(a) σ - f の関係 図-1, 2 に示すように周面摩擦力 f は同一材料であれば砂のセン断極抗 T と同様に e が小さいほど大きくなるが、 f の大きさははてはくさくさかなり小さい。また $\sigma=const., e=const.$ の場合でも材料の相違によって差が生じていると同時に、 σ の変化に対して f が直線的に変化しないことがわかる。砂のサのセン断時には非常に高い圧力のときは上に凸の曲線をなすことが知られているが、こゝで用いた σ の範囲では原点を通る直線とみなせる。しかし σ - f の関係は下に凸の曲線状をなし、その理由の一つに固体周面摩擦係数を一定とすれば、 σ の増加にともなうて接触面積が増大し、 $\sigma \propto A, f \propto \sigma$, $\therefore f$ の A の結果であると受けとれる。他の一つには試料厚が大きかったため側面摩擦が σ の小さいときほど影響が大きかったのかもしれない。いま面積の影響の方がより大きいとすれば $f \propto \frac{1}{1+e_0}$ となり(e_0 は接触面での平均的間隙比と仮定する), 砂のセン断の T - e 曲線の傾向と等しくなる(こゝで T - e の関係は双曲線状をなすと考へてよい)。

(b) σ - β の関係 $f = \sigma \mu_s, T = \sigma \mu_0$ と置き $\beta = \frac{f}{T} = \frac{\mu_s}{\mu_0}$ を各 e, σ について求めると図-3, 4 のようになる。(a)と同様に材料によって β は異なるが、同一材料でも必ずしも一定とはならず、 e の大きさによる差は σ が大きくなればしだいに縮小されるとみられる。これを接触面積増加率 v と関連づけて考へると、初期の荷重 σ_0 や粒子配列の幾何学的要素などが、それぞれ(σ, e)に対する増加率が異なり、例えば $\sigma_0 > \sigma \rightarrow v$ は小, $\sigma_0 < \sigma \rightarrow v$ は大, $\sigma_0 = \sigma$ 極めて大 $\rightarrow v$ は0が考へられ、 σ が大きくなっても e_0 が最小値に近づけば v の増加もなくなり β は一定値に収束するであろう。

表-1

(C) 粒度と枝料 砂は相馬砂 ($D_{10}=1.75, C_u=1.6$)

標準砂 ($D_{10}=0.75, C_u=1.5$) であるが、粒度によってかなりの差を生ずることがわかる。 $\sigma=2 \text{ kg/cm}^2$ での各枝の平均 β 値は、相馬砂 (モルタル: 0.30, 鉄: 0.35, 木: 0.35)、標準砂 (モルタル: 0.29, 鉄: 0.28, 木: 0.30) であり、絶対値には多少のずれも含まれていようがその傾向が知られる。一般には前述の推論から粗粒のものほど β が小さくなること、接触面の凸凹の大きさと粒径の関係から、それらが近似するほど β は大きくなることと推測される。また枝料の硬さと粒径および圧力が影響することと木枝の場合が示している。

(A) 摩擦係数 (A)(C) の傾向と全く同じであり $\mu=0.2 \sim 0.5$ の範囲にある。

4. むすび 試料 10 mm 厚での結果であるが、鉄の模型引板試験から得られた例 $\beta=0.3 \sim 0.4$ と大きな差はない。測定技術の問題などが残されているが、ともかく各種の条件に応じて μ の値を判断すべきであることがわかる。

参考文献

- Potyondy, "Skin friction between various soil and construction materials, Geotechnique, Vol. 6, 1961.
- 土質工学会, 「土のせん断試験に関する基礎的研究」

