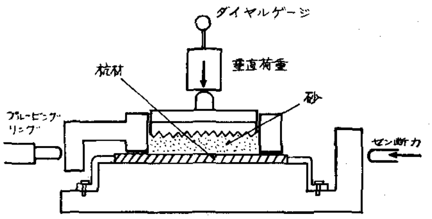
V －19　杭の摩擦抵抗に及ぼすセン断速度の影響

九州産業大学工学部　正員　石堂　稔
〃　学生員○空閑　信
〃　〃　桑原　三郎
〃　〃　小山田　宗夫

1. はじめに　砂と杭壁面間の摩擦抵抗は砂自体のセン断抵抗より小さくなることが知られており、筆者の一人も基礎的な検討結果について報告したが、それは複雑な因子に影響されるので必ずしも簡単に評定することはできない。もし室内試験値をもとに現地の実物杭の抵抗値を推定するならば、両者のおかれた条件の適合度によって推定精度は左右される。例えば杭材の種類と表面粗度、砂の含水状態などによりかなりの相違がみられることは、Potyondy，江刺、石堂らの報告によってすでに明らかである。また砂のセン断抵抗は相対密度やセン断速度により異なるが、杭壁面抵抗についても例外ではない。標準的セン断速度として用いられている 1mm/min 近傍では抵抗値にほとんど差を生じないことは事実であるが、実際の杭基礎における条件がそれに等しいとは必ずしもいえない。ここでは諸因子の中でセン断速度の影響をとりあげ、鋼板と乾燥砂の摩擦抵抗に関する実験的検討を行なった。

2. 実験　図－1のような小型一面セン断試験機を利用し、杭材片としての鋼板（74×73×2 mm）を下箱に設置し、上箱（直径60mm）に10mm厚さの乾燥した相馬砂をつめた。試験条件は表－1の通りである。

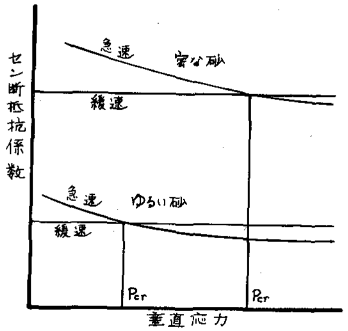


図－1. 摩擦試験装置

γ_d (t/m³)	1.50，1.55，1.60
σ (kg/cm²)	0.3，0.6，1.1，1.6
セン断速度 (mm/min)	0.016，0.032，0.70 1.70，2.00
$G_s = 2.64$　$V_c = 1.26$　$D_{60} = 0.70$ mm $e_{max} \doteqdot 1.0$　$e_{min} \doteqdot 0.50$	
一面セン断結果 (1mm/min) $\gamma_d = 1.60$　$\tan\phi \doteqdot 0.90$ $\gamma_d = 1.55$　$\tan\phi \doteqdot 0.81$ $\gamma_d = 1.50$　$\tan\phi \doteqdot 0.74$	

表－1

3. 考察　各条件で行なった試験結果を最大摩擦抵抗と垂直応力の比 $\mu = f/\sigma$ で表わし、垂直応力に対して表わすと図－3のようになる。飽和した砂の場合急速セン断と緩速セン断の抵抗が等しくなる点の応力は、相対密度の大きさにより異なり、乾燥砂では内部摩擦角に若干の差が見られる以外は同様な傾向にあると解されている（図－2）。杭壁面摩擦においてもその傾向が考えられる



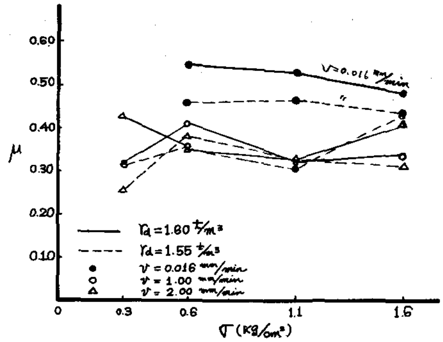
図－2.

が、この実験ではその値は明らかでない。緩速試験値が急速試験値より大きくなるので、$\sigma > P_{cr}$ と考えられ、この試験の範囲（相対密度は約0.45～0.75程度と考えられる）では $P_{cr} = 0.3\ \mathrm{kg/cm^2}$ より大きくないといえよう。

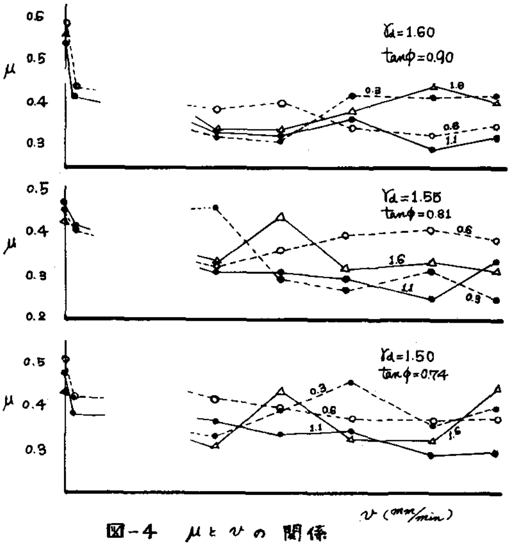
図－4はセン断速度に対する μ の変化を示したものであるが、$v = 0.7 \sim 2.0\ \mathrm{mm/min}$ の範囲の速度では壁面摩擦係数の変化はほとんどみられない。しかし $1\ \mathrm{mm/hr}$ の場合と比較すれば、σ, γ_d を問わず平均的には $1/(1.3 \sim 1.5)$ 程度の比をもっている。杭の載荷試験や構造物増荷の速度が室内試験の標準速度（$1\ \mathrm{mm/min}$）より小さいなら、室内試験値によって推定される周面抵抗値は上記の比率に等しい安全率をもっていることになる。

また $1\ \mathrm{mm/min}$ の速度で行なった砂の一面セン断試験結果と比較すると $\beta = \mu/\tan\phi$ の値は $v = 1\ \mathrm{mm/min}$ 附近では $\beta = 0.30 \sim 0.50$, $1\ \mathrm{mm/hr}$ では $\beta = 0.57 \sim 0.64$ となる。前者の値はすでに報告した筆者の値と変らないが、Potyondy が示した乾燥砂とスムース鋼との値 $\delta/\phi = 0.54$ から得られる値（$\beta \fallingdotseq 0.48 \sim 0.51$）はその上限附近になり、やはり緩速試験値よりは小さい。

密度の差に対する μ の差は小さいが、つめ込み時の鋼表面における接触間ゲキ比は、それより離れた点の砂中間ゲキ比と比例的な大きさに造成されるとは必ずしもいえず、締固めはほとんど大部分が接触面以外の間ゲキの減少を起こさせるものと考えられる。



図－3. μ と σ の関係.



図－4　μ と v の関係

4. あとがき　実物杭の載荷条件が分らなければならないが、打ち込み杭と周辺土の間の接触度合、粒子配列、載荷時の条件の変化等を考えれば、β の値は小さく考えておく方が好ましく、鋼杭では、$v = 1\ \mathrm{mm/min}$ の速度で得られる $\beta \fallingdotseq 1/3$ 程度を採用してよいといえる。

参考文献

1). Potyondy 「Skin friction between various soils and construction materials」 Geotechnique Vol.11 1961

2). 石堂 「砂層におけるクイの周面抵抗について」第5回土質工学研究発表会 （昭和45年6月）

3). 石堂 「砂中の杭の周面抵抗について」 九州産業大学工学部研究報告第7号 （昭和45年6月）

4). 江刺・片岡 「砂地盤における杭の引抜抵抗」 第21回年次学術講演会 （昭和41年5月）