

九州産業大学工学部 正員 石堂 稔

正員 〇野間口 明義

学生員 秋吉 和彦

学生員 石 又 元

はじめに

クイの先端抵抗は静力学的には、土質係数をもとに q_p を算定して $Q_p = q_p \cdot A$ から求める方法が一般に用いられる。砂地盤を対象とすると q_p は地盤の自重とせん断抵抗角によって変り、次式の形に表わされる。

$$q_p = K_0 \cdot \gamma \cdot D_f \cdot N_q' \quad \dots \quad (1)$$

また地盤の状態が一定の場合、上式のように q_p が D_f に正比例するとは限らない事も知られている。

Meyerhof より与えられる複合支持力係数 N_q' は $D_f/B > 10$ では $N_q' = \text{CONSTANT}$, $D_f/B < 10$ では N_q' はそれより小さくなる事を理論的に示している。

Berezantsev 等の実験例によると、クイ長が小さくなる程 q_p は $K_0 \cdot \gamma \cdot D_f \cdot N_q'$ より小さくなる事から自重はアーチ作用などによって、 $\gamma \cdot D_f$ より小さくなるという推論が成されている。

本文では、それらの傾向をもとに室内で粗砂砂を対象に先端抵抗可能なモデルクイを試作したものと二重管コーンペネトロメーターを用いて行った実験例について検討したものである。

1. 実験

侵入試験は $100 \times 100 \times 100$ (mm) の試験槽に 50mm 程度の厚さに乾燥した粗砂砂をつめたもので、砂の物性は $G_s = 2.644$, $C_u = 1.2$, $C_g = 0.96$, $e_{max} = 0.888$, $e_{min} = 0.54$ で三軸試験結果は Fig. (2) に示す。

実験手法1-A 二重管コーンペネトロメーターによるコーン支持力 q_c の測定

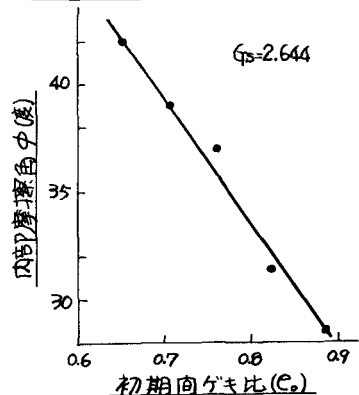
先端角 30° , 断面積 $A = 6.3 \text{ cm}^2$ を有するコーンを用いてケーシングは外径とほぼ同じ径を使い内部のロッド頭部で先端抵抗の計を測定するもので、侵入は速度 15 mm/min 以内とする事に努め、深さ方向に連続的に測定するもの。

1-B 試作モデルクイによる先端抵抗 q_p の測定

所定の深さまでケーシングでロッドをついた先端を静的に圧入し、その後内部のロッドに荷重を加えケーシングと完全に分離した状態で先端抵抗の計を測定し、載荷重はスミ制御方式、荷重速度 1.0 mm/min で行なう。

1-C 先端に土圧計を設置した鋼管クイによる先端抵抗の測定

クイの頭部で全反力と変位とを同時に測定し、かつ先端抵抗をヒスミ指示計で測定するもので、載荷重は速度はすべて (1-B) 方式と同様にやる。

Fig. (2) 三軸試験による C_u と ϕ の関係

2. 実験結果および考察

実験は以上の三つ法によって行なうたもので(1-C)法による先端抵抗は鋼管先端に埋設した工点計の(キャパシタンス)が小さい事から低い密度についての測定を行なった。先端の応力集中なども考えるとロードセル等による測定が適切であると考えられるが一応の結果としてFig.(6)に示す。

2-1 二重管による g_c と深さ

静的コーン支持力と土載圧、密度、粒度および内部摩擦角により異なる

ことはすでに周知の通りであるが二重の密度について測定を行ないFig.(2)の関係を得た。

図中の矢印は任意の深さに対するコーン値の標準偏差を示したもので、ハッチングはそれらの傾向を近似的に表わしたもので、ほぼ深さが増すにつれてコーン値のバラツキが大きく表われている。

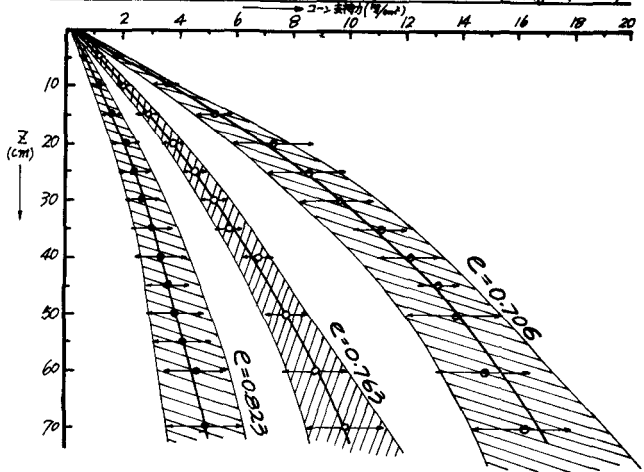
この様なバラツキは測定上から生じる負入操作の不十分も考えられるが、実験槽に砂地盤を造成するときの不均一さからも生じたものとも考えられ、室内でのモデル地盤造成の困難を示すものである。

一方それらの平均値は密度の低いもの程、直線的に分布する傾向が小さく表われてあり、直線部分を過ぎると、先端抵抗の低減率は密度の大きいもの程大きくなる。本実験では比較的浅い実験槽を使用しているので、それ以上の深さに対する g_c の変化は見出すことはできないが、 g_c は一定値に漸近する傾向にある。

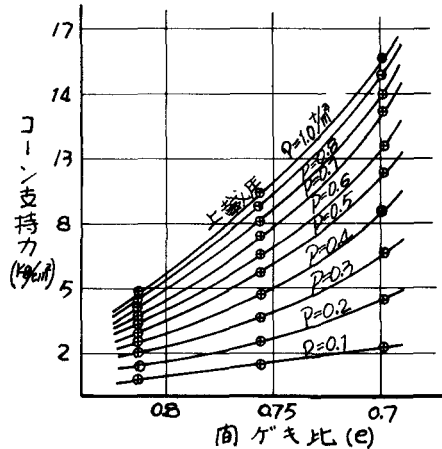
実験値を上載圧について整理したものがFig.(3)で土載圧が増すにつれて g_c の変化の割合が一定に近づく事がわかる。この事は土載圧が1.0倍の g_c に対する任意の深さの g_c の比を求め、その比が等しくなる深さを求めると、密度の異なるもの程、浅い部分で得られ、先述の傾向を知ることが出来る。

これらの実験から g_c の定性的傾向を知ることが出来る。

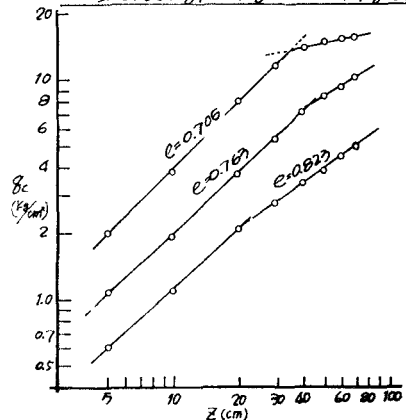
二重管コーンペネトrometerによる g_c と深さ(Z)との関係 Fig.(2)



コーン支持力と土ゲキ比との関係 Fig.(3)



二重管による $\log p \sim \log Z$ の関係 Fig.(4)



がある深さに達すると q_p が低減する特異な関係の原因は
見出せないが、その関連性をマクロ的にとらえるために、
 q_p と z の関係と両対数にプロットしFig-(4)に示した。
するから q_p の分布は対数上では二本の直線から成り、学に
時間的な影響を考えなければ

$$\begin{cases} \log z = \log C_1 + n_1 \log q_p & z = C_1 q_p^{n_1} \\ \log z = \log C_2 + n_2 \log q_p & z = C_2 q_p^{n_2} \end{cases}$$

と示すことが出来る。この事は q_p の分布が学にある一定の
関係では成立しない事を示している。二本の直線の交差が
 q_p の変曲点を与えるものとするれば、大きな密度のものが、
変曲点の深さが大きくなる。

2-2. モデルウイの先端抵抗の測定

直径5cm先端鉤型モデルウイを用いて、各深さに対し
て載荷を行ない、極限荷重を測定した後、続いて外部のケー
シングを静的に圧入し同じ称量方法で行なうものでFig-(5)
に使用値を示す。

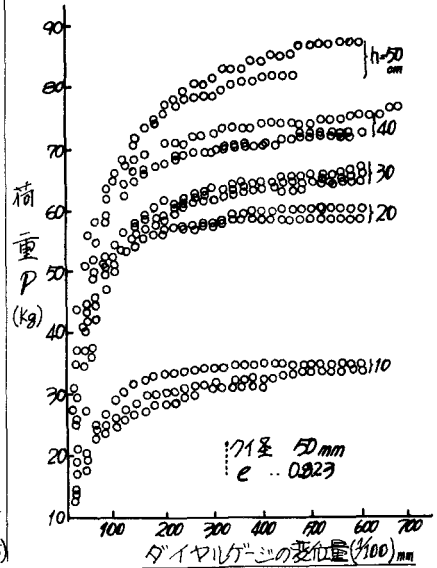
図からは明瞭なピークは見られない
が、曲線は一定値に漸近する傾向に
あり、その交をも、て極限荷重とし
た。Fig-(6)は極限荷重を断面積で
除いた値を、密度について整理した
ものである。密度が大きい時 q_p はほ
んど直線的に増加しているが、二
重コーンの実測例から推察すれば、
ある深さに達すると、一定値に漸近
する傾向にあると考えられる。

この関係を明らかにする為には非常
に深い部分まで実験を必要とする。すでに Kerisel はウイに関する一連の大規模な実験を行ない種々
の事実を明らかにしているが、ここで示した比較的低密度の低い使用例についても、同じ傾向を
知ることができた。

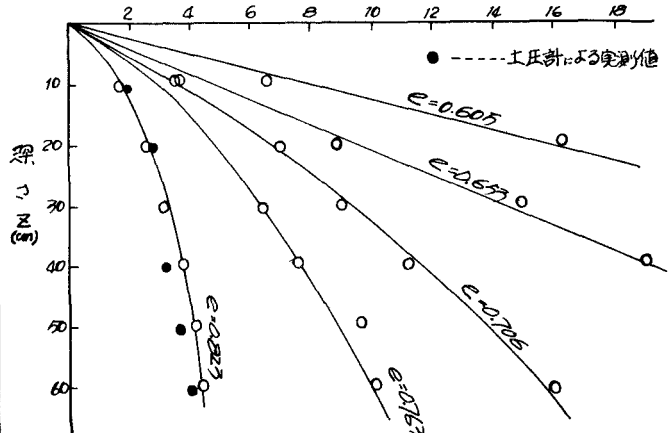
一、Terzaghi, Meyerhof, 等により与えられる N_{60} を用いて先端支持力を算定する場合、根入
れ D_p に対し、 γ を一定とすると先端支持力は直線的に求められるが、使用値の傾向は深くなれば、一
定値に漸近する傾向にある。

Fig-(7)は $q_p/\gamma z$ の値を深さについて整理したもので、コーン径の大小についての関係は明らか
でないが、 $\gamma B(B: 径) > 10$ 以上になると、値の変化は顕著でなく二重管によるものと、モデルウイ
によるものとは、ほぼ同じ比率を示している。

Model pile 先端の変位と荷重 Fig-(5)



Model pile の先端分断による極限荷重と深さの関係 Fig-(6)



3 実験結果から得られた傾向

実験から得られた ρ_c および ρ_p の深さに対する直線的分布は低い密度のもの程小さく、密度が増えるにつれて大きくなる。直線部分と過ると密度の低いものでも $\rho_p > 10$ 倍以上の深さへ達すると、 ρ_c , ρ_p は低減し一定値に漸近する傾向にある。また低減の割合については高い密度のもの程顕著に表われている。

この様なある深さへ達すると先端抵抗値が低減する現象は鉛直圧が土のかぶり圧より小さくなるためと考えられる。すなわちこの事はコーンが侵入するとき砂はせん断応力を受けダイレイタニシー現象が主として先端付近の砂の圧縮と膨張を生ずる事になり、応力は塑性領域から弾性領域へと伝達され応力の再分布が起こる。

鉛直土圧はこの様なせん断応力によって生じるアーテニングにより砂粒子の移動がよまされられ、低減される事になり土のかぶり圧より小さくなるものと考えられる。すなわちこの様なアーテ作用は即摩擦係数により異なるもので、大きい密度のもの程そのアーテニング効果は大きい。

この様な傾向は本実験から知る事ができる。先に述べた ρ_c 値の変化率の関係から一定値と仮定した ρ_c に対する ρ_p の比をパーセントで求め、比を一定とした時の深さの関係から大きい密度のもの程浅い部分で得られ、小さい密度のもの程深くなる傾向を求め、これは先述のアーテ作用により説明できる。この様な要素に起因されるアーテ作用の影響圏がどの程度のものであるかは不明であるが、円筒の土槽の底面に円孔をあり砂が下入に移動するときの変位と鉛直圧とを測定し ρ_p の関係からアーテ作用がどの様なものであるかを実験を試みている。

は砂の粒子が微動に移動するを示すアーテ作用の挙動と基に ρ_p のアーテ領域について今後実験を進め検討するつもりである。

あとに

本文では ρ_p の支持力の問題として、 ρ_c およびモデル ρ_p の先端抵抗を基に検討を行ったが、今後は実物 ρ_p による研究もあわせて進めたい。

参考文献

コンクリートパイルハントブック

山海堂

基礎のための工法工学

工法工学会出版 1963.3.26

鋼ゲイ

工法工学会編

山本, 王置他: 東京砂局における ρ_p の支持力に関する研究 (その1, その2) 第4回土質工学研究

