

室内実験によるまき土の静的貫入試験に関する一考察

愛媛大学 工学部 八木 則男, 榎 明潔, 矢田部 龍一

愛媛大学 大学院 川端 浩二

松本コンサルタント 奥村 隆文

1. まえがき

標準貫入試験やコーン貫入試験は地盤調査に多く用いられ、その結果は内部摩擦角 ϕ や相対密度 D_r の推定、更には支持力係数の推定にまで用いられている。ところで D_r 、ダイレイタンシー特性や支持力係数は本来は物質定数であるが、応力や境界の条件の影響を受けないものである。一方貫入抵抗は強度等と同様に応力状態に影響されることから上記の物質定数を貫入抵抗から推定する場合、有効応力すなわち過剰間隙水圧の貫入抵抗に及ぼす影響を考慮する必要がある。これまでに、砂地盤での静的および動的貫入試験の室内実験を行ない飽和度や排水条件さらにダイレイタンシー特性の違いによる過剰間隙水圧の貫入抵抗に及ぼす影響について調べた。¹⁾そこで本研究では、これらのことを踏まえた上でまき土地盤の静的貫入試験を行ない過剰間隙水圧ならびに粒子破砕が貫入抵抗に及ぼす影響について報告する。

2. 実験方法

図-1に試験に用いた装置の概要を示す。上載圧はゴム膜を介して空気圧で与えられる。間隙水圧は土槽中央より2.33cm(コーン外端より1cm)の位置に上下10cm間隔で設置した硬質ビニール管に接続された水圧計を通して電磁オシロに記録される。水圧計 U_2 の測定深度が貫入開始時点でのコーン下端深度に対応する。コーン諸元は図中に示す。ロッドは2重管にして周面抵抗をなくした。また試料と側壁との摩擦を減らすために土槽側面にゴム膜を入れ側壁との間にグリースを塗布した。土槽からの排水量は底面中央部に設けたポーラスストーンにつながるビュレットで測定される。コーンはあらかじめ22.5cmの深度に埋設したのち万能圧縮試験機による0.33cm/minの速度で貫入コセ実験を行なった。実験は有効上載圧、初期含水比を数種変えて乾燥、飽和排水、飽和非排水の地盤条件で行なった。ここで排水、非排水とは土槽底面中央部のポーラスストーンよりの水の出入りに依るものと看做する。まき土の物性は $G_s = 2.62$, $D_{max} = 600\text{mm}$, $D_o = 0.33\text{mm}$, $U_c = 500$ である。また飽和地盤の試料は脱気処理を十分行ない、実験時には20kgf/cm²のバックプレッシャーを与えて飽和度を高めた。

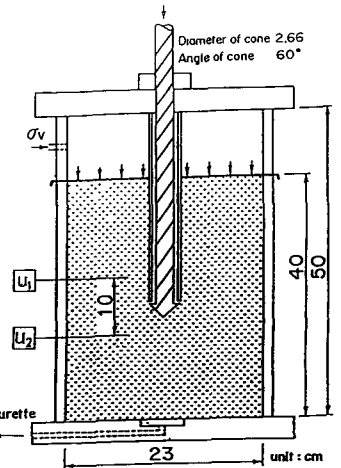


図-1 装置の概要

3. 実験結果と考察

図-2.3に貫入量 δ と静的貫入抵抗 P_s 、体積変化量 ΔV の関係を示す。 $P_s \sim \delta$ の関係をみるとゆるい状態(初期間隙比 e_0 が0.9程度)では数ミリの貫入で抵抗値が一定値を示すのに対し、密な状態(e_0 が0.6程度)では貫入量の増加とともに貫入抵抗は大きくなる傾向にある。図示しているのは乾燥状態でも同様の傾向を示す。上載圧に比べて自重を無視できる本実験のような場合、支持力理論から考えれば貫入初期を除く貫入量 δ に無関係に貫入抵抗は一定とならねばならない。貫入に伴って貫入抵抗が増加してゆく密な状態での $P_s \sim \delta$ の関係は土槽の拘束条件やダイレイタンシー特性および粒子破砕が影響していると思われる。

$\Delta V \sim \delta$ の関係をみるとゆるい状態も密な状態も常に貫入量の増加とともにほぼ直線的に排水量が増加している。この貫入に伴う体積変化はコ

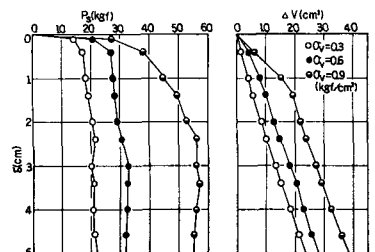


図-2 飽和排水、ゆるい地盤

一貫入時のせん断変形によるダイレイタンシー成分よりも粒子破碎や平均有効主応力 σ_m の増加による体積圧縮成分の方が卓越していると思われる。

図-4,5に飽和非排水条件での δ と P_s および貫入時に発生する過剰間隙水圧 ΔU_s の関係を示す。ただし ΔU_s は U_1, U_2 で測定した水圧の平均値である。

$P_s \sim \delta$ 関係については排水条件のそれとほぼ同様な傾向を示している。

ΔU_s と δ の関係をみるとゆるい状態も密な状態も正の過剰間隙水圧が発生し、ゆるい状態では貫入に伴って一定となる傾向にあるが密な状態では直線的に増加している。これらの結果を砂と比較するために密な状態の非排水条件での結果を図-6に示す。ゆるい状態では同様の傾向を示すが密な状態において砂は排水条件では吸水、非排水では負の過剰間隙水圧が発生しマエエの密な状態とは逆になっている¹⁾。この理由として砂はせん断変形によるダイレイタンシーが卓越しているがマエエは粒子破碎などによる体積圧縮が卓越しているものと思われる。このことを調べるためにマエエの粒子破碎を実験前と実験後の粒度分布で表わしたのが図-7である。なおこの条件は粒子破碎が最も起る飽和排水条件で密な状態における上載圧 0.9 kgf/cm^2 の場合の結果である。

次に乾燥、飽和排水、飽和非排水といった地盤条件の違いによる静的貫入抵抗の差異を調べるため図-8に P_s と初期間隙比 e_0 の関係を示す。なお前記したように密な状態では貫入抵抗が一定とはならず貫入に伴って増加する傾向にあるが一応 3 cm 貫入時の貫入抵抗値を P_s として示した。

この結果から、ゆるい状態での貫入抵抗は乾燥条件で最も大きく飽和非排水条件で最小となる。密な状態では非排水、排水条件で同程度の値であるが乾燥条件での値はそれに比べてかなり小さい。初期間隙比 e_0 の違いによる貫入抵抗の差異は地盤内の有効応力が異なるためであると思われる。ところが上載圧、初期間隙比が等しい、すなわち有効応力状態が同じであれば乾燥、飽和にかかわらず地盤は同一強度を有するので貫入抵抗の差異はやはり過剰間隙水圧に起因するところが大きいと考えられる。砂の密な状態での実験におけるコーン先端部では排水非排水の条件にかかわらず圧縮応力 σ_m の増加によりかなり大きな正の過剰間隙水圧が発生することがわかっているが¹⁾、マエエの場合にはさらに粒子破碎や透水性の違いによる影響が大きく貫入抵抗に現れているように思われる。

4. あとがき

今回行った実験から粒子破碎や過剰間隙水圧が貫入抵抗に大きく影響することがわかった。今後、過剰間隙水圧をより正確に測定し水圧分布を詳しく知る必要がある。そしてこの水圧分布が貫入機構に与える影響を考えなければならぬ。

参考文献 1) 日本工部院「砂地盤への静的・動的貫入抵抗に与

る間隙水圧および応力状態の影響」土質学会論文報告集, Vol.23, No.3, 1983

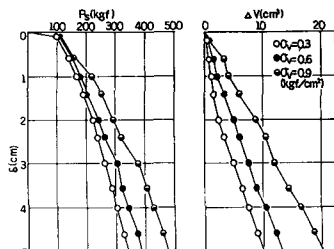


図-3 飽和排水、密な地盤

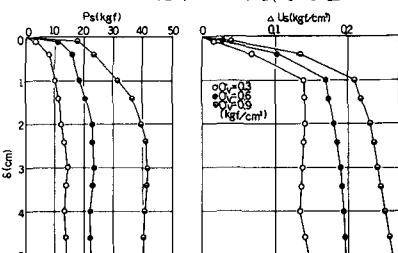


図-4 飽和非排水、ゆるい地盤

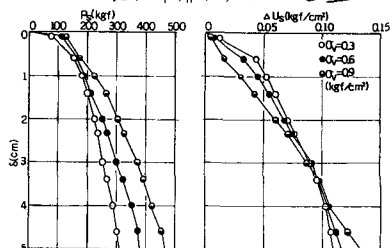


図-5 飽和非排水、密な地盤

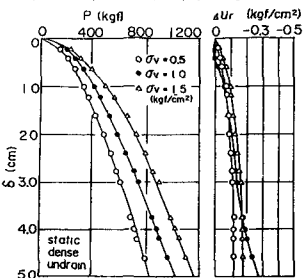


図-6 砂の飽和・非排水、密な地盤

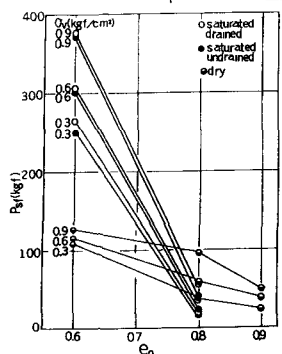


図-8 P_s と初期間隙比の関係

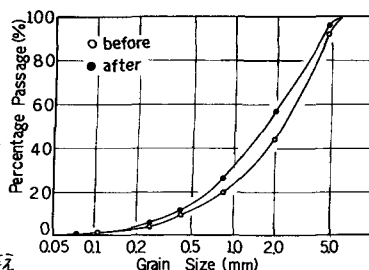


図-7 実験前後の粒度分布