

砂の動的貫入抵抗に関する一室内実験

愛媛大学工学部 八木 則男 矢田部 龍一 大学院 武智 修
八重建設コンサルタント ○大西 慎一

1. まえがき

貫入試験もある拘束条件、ある排水条件下の土の力学試験とみなすと、貫入試験結果には強度に関する定数や排水条件それに土のダイレイタンス特性などの影響が大きくあらわれるので、内部摩擦角 ϕ や相対密度 D_r を正しく推定するにはこれらの条件を評価することが大切である。このような立場に立って、筆者らは砂地盤の動的貫入試験における飽和度や排水条件、さらにダイレイタンス特性の影響を室内模型実験を行な、て調べ、すばに定性的に明らかにしたが、今回はこれを定量化し、さらに貫入抵抗にどの程度影響するか調べ考察を加えた。

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。間隙水圧は砂槽中央と中央より2.33 cm(コーン外端1 cm)の位置に上下5 cm間隔で設置した硬質ビニール管に接続された水圧計で記録される。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。ロッドの周面にはテフロンシートを巻き、またス重管にして周面抵抗をなくした。砂質地盤の試料には豊浦標準砂を用いた。

動的貫入試験は、地盤の条件として上載圧 σ_v を、0.5, 1.0, 1.5 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ 、試料の状態を乾燥、飽和を変え、さらに飽和地盤の場合は排水条件を排水、非排水と変えて実験を行なった。動的貫入は、3.88 kgの落錘を24 cmの高さから落下衝突することにより行なった。なお飽和地盤の試料は脱気処理を行ない、実験時には、1.0 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ のバックプレッシャーを与えて地盤の飽和度をあ

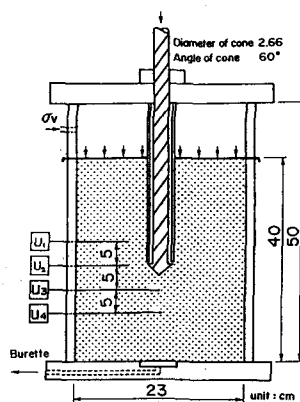


図-1 実験装置の概略図

げた。

3. 実験結果と考察

図-2a, 2b, に貫入抵抗 N と体積変化量 ΔV それに貫入量 δ の関係を示す。 N - δ 関係を見ると、支持力理論から考えると本実験のように上載圧に比べて砂の自重が無視できる場合には、貫入初期を除いて貫入抵抗は貫入量に比例なく一定となる。ところが実験結果からは、ゆるい状態では貫入抵抗は一定となるのに対して、密な状態では貫入量の増加に対し貫入抵抗が直線的に増加する傾向にある。この現象は、おそらく砂槽の拘束条件や砂のダイレイタンス特性が影響していると思われる。

また体積変化量は、密な状態で10 cm^3 、ゆるい状態では、30 cm^3 もの排水を生じ、両状態とも貫入量の増加に伴い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には等方応力の増加によるものと、せん断変形によるもののふたつの成分が含まれるが、本実験結果からみると、等方応力の増加によるものより、せん断変形による体積変化の方が卓越していると思われる。

図-3に動的貫入試験と静的貫入試験の ΔV と δ の関係を示す。これからゆるい状態、密な状態ともに動的貫入試験の方が、数 cm^3 排水量が増えている

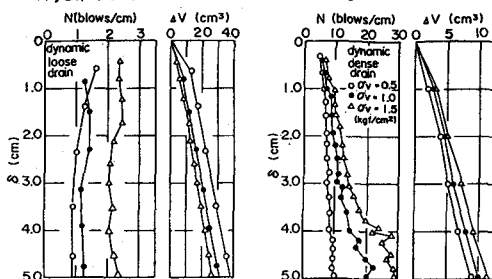


図-2a δ - N - ΔV の関係

図-2b δ - N - ΔV の関係

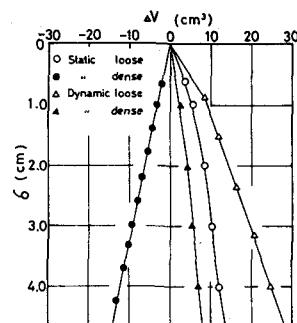


図-3 静的動的貫入の δ - ΔV の関係

のがわかる。静的貫入試験に比べ動的貫入試験の方が、排水量がかなり多くなるのは、動的貫入機構が繰り返しもせん断現象に類似しているため、静的貫入試験に比べ、体積圧縮の影響を受けているためだと考えられる。

図-4に N 値と初期間隙比 e_0 の関係を示す。これは、以前示したのと同様な結果である。この飽和、乾燥、あるいは排水、非排水の地盤条件の違いによる貫入抵抗の相違は、図-5、図-6に示した地盤のダイレイタンス特性に合致した打撃時発生水圧と残留水圧に起因しているであろうことはすでに考察した。図-5、図-6をみるとコーン下端部にセットした測点3では、地盤の間隙比にかかわらず打撃直後に正の過剰間隙水圧が、またコーン側面の測点1では打撃直後に負の過剰間隙水圧が発生している。これは、コーン直下は圧縮領域であり、コーン側面はせん断領域があるとともに打撃時に発生する水圧は位置的にも距離的にも非常に複雑な分布をしていると思われる。

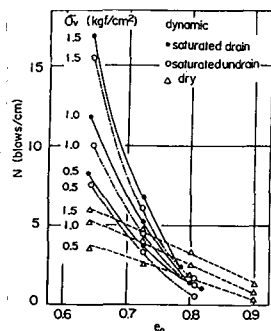


図-4 $N \sim e_0$ の関係

ところで、前報の考察では、コーンより5cmの位置で測定した打撃時に発生する動的水圧や残留水圧だけでは、貫入抵抗の差異を完全には定量的に説明できなかった。図-7は静的貫入試験時にコーン下端部および側面部で直接に測定した水圧である。これからみるとコーン近傍では非常に大きい正負の過剰間隙水圧が発生していることがわかる。これから推定すると動的貫入試験時にもコーン近傍では、図-5、図-6に示す動的水圧よりかなり大きい水圧が発生していると考えられる。図-8は空らによるウォータージェットの室内実験結果である。図-5 打撃時の過剰間隙水圧 P は貫入抵抗 σ_v の上載圧から杭先部の水圧を引いたものである。これから、 P は σ_v と一意的関係にあり杭先端部の水圧に貫入抵抗は大きく支配されていることがわかる。これから考えると前報の考察はコーン近傍での動的水圧が考えれば、よく説明できるとと思われる。

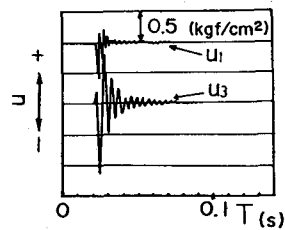
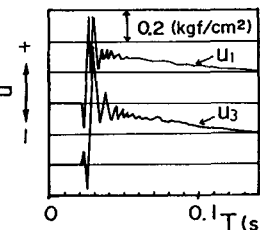


図-6 打撃時の過剰間隙水圧 (dense)

4. あとがき
本実験から、打撃時に発生する動的水圧や静的水圧が動的貫入抵抗に大きく影響を与えることが明らかになった。今後は、貫入時のコーン先端部の動的貫入機構をも、と明確にするとともに、ポアープレッシャークーンを作成して、水圧分布を測定し、この水圧分布が貫入機構に与える影響を考えたい予定がある。

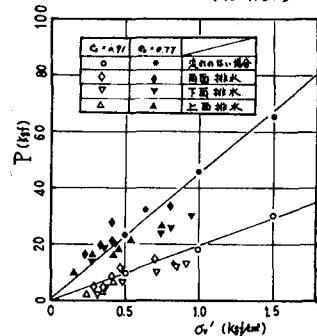
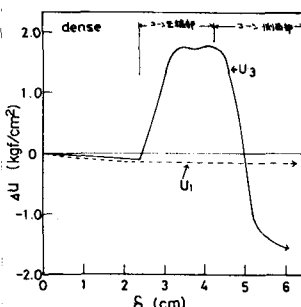


図-8 $P \sim \sigma_v'$ の関係

参考文献

- 1) 八木・鹿・矢田部・藤田：室内実験による静的・動的貫入試験に関する考察，オ16日土質工学研究発表概要集，1981
- 2) Yagi, Enoki, Yatabe: Influence of Pore Water Pressure on Dynamic and Static Penetration Testings, ESOPT II, 1982
- 3) 望・鹿・河原：低振動・低騒音杭工法の施工法と支持力に関するシンポジウム，ウォータージェットの打込み抵抗低減効果について，1982
- 4) 八木・矢田部・武智・大西：動的静的貫入抵抗に関する一室内実験，オ17日土質工学研究発表概要集，1982