

貫入試験に及ぼす間隙水圧の影響

愛媛大学工学部 八木 則男・榎 明潔

" 矢田部 龍一・〇玉井 恒治

1. まえがき

標準貫入試験や静的コーン貫入試験などは地盤調査に多用され、その結果は各種の経験的な式や図表にあてはめられて設計に用いられている。ところで、内部摩擦角 ϕ 、相対密度 D_r 、ダイレイタンシー特性や支持力係数は本来、物質定数であるので応力や境界の条件の影響を受けないものである。一方、貫入抵抗は強度などと同様に応力状態に影響される。もちろん、上記の物質定数も応力状態の影響を受けるが、一応二次的な影響であると考えられる。故に上記の物質定数を貫入抵抗から推定する場合、有効応力すなわち発生間隙水圧の影響や K 値等の応力状態が貫入抵抗に及ぼす影響を考慮する必要がある。そのような観点に立って著者等は既に貫入抵抗に与える間隙水圧などの影響を調べてきた¹⁾。その結果、初期の間隙比や有効応力状態が同じであったとしても、間隙水圧の影響等により貫入抵抗は大きく異なることが明らかになった。従って、一つの貫入抵抗値から地盤の諸定数を決定するのは無理があると思われる。

貫入抵抗値から地盤の諸定数を精度よく求めるためには、同一地盤で間隙圧を強制的に与えて地盤の応力状態を種々変えて貫入試験を行えば可能であろう。そこで、本報告では著者等が従来行ってきた実験結果を考慮して、そのような貫入試験が可能であるか否かを検討し、また、若干の室内実験結果を述べる。

2. 間隙圧を強制的に与える貫入試験に対する考察

一般に、土の強度定数等を求めるに際しては拘束圧等の諸条件を変えて複数個の試験を行なっている。従って、貫入抵抗より諸定数を求める場合にもそのような試験法が望ましい。有効応力状態を変えるには間隙圧を強制的に与える方法が考えられる。しかし、貫入試験は三軸試験と異なって要素試験ではなく、貫入機構が複雑であるので強制的に与えた間隙圧により応力状態を変えて貫入試験を行なっても、得た結果の解釈が難しい。そこで、間隙圧を強制的に与えて行なった貫入試験の抵抗値の持つ意味について考える。

貫入チップを通して間隙圧を与える場合、間隙圧は地盤内で複雑な分布をする。一般的には強制的に与えた間隙圧は貫入チップ先端の値しかわからない。従って、間隙圧を強制的に与える貫入試験を実用化するには貫入抵抗と貫入チップ先端の有効応力とを関係づける必要がある。

図-1は静的コーン貫入時にコーン周囲(u_3)およびコーンから1cm側方(u_1)で測定した間隙水圧である。また、図-2は動的コーン貫入時にコーン直下(u_3)およびコーンから1cm側方(u_1)で測定した間隙水圧である。これらの間隙水圧は飽和地盤で測定されたものであり、乾燥地盤では当然のことながら間隙水圧は計測されていない。この

間隙水圧により図-3、4に示すような貫入抵抗値の違いがみられる。ところで、貫入時に発生する間隙水圧はコーンのごく近辺に限られる。従って貫入抵抗値はコーン近辺の有効応力の影響が非常に大きいことがわかる。この結果から大胆ではあるが、貫入抵抗値はコーン先端の有効応力

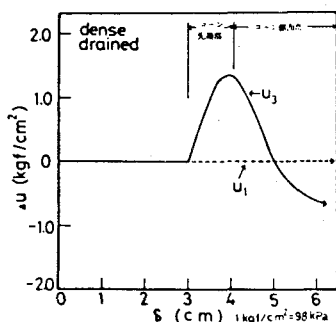


図-1 静的貫入時発生水圧

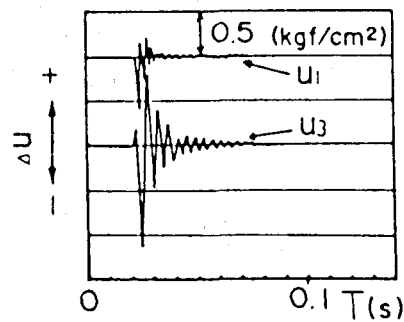


図-2 動的貫入時発生水圧

によって決まるという仮説に立つと、次のような試験が可能になる。

図-5に密な地盤での貫入抵抗値と初期有効上載圧の関係の模式図を示す。地盤が飽和状態にあるとして、測定されるであろう貫入抵抗値を点Aで示す。従来の貫入試験ではこの点Aでの値しか求められない。この1点の値から諸定数を推定している。しかし、強制的に間隙圧を与えれば次のようになる。

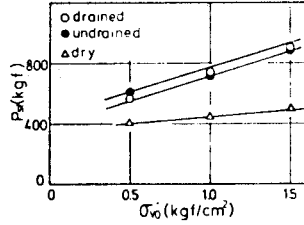


図-3 静的貫入抵抗値

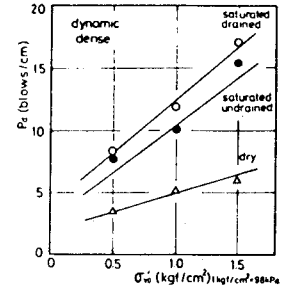


図-4 動的貫入抵抗値

例えば、 Δu_w の間隙水圧を与えれば点Bの貫入抵抗値を示すであろう。また、若干の間隙空気圧を与えて地盤を不飽和化すれば貫入時に間隙水圧が発生しないので点Cの貫入抵抗値を示すであろう。さらに、 Δu_a を与えれば点Dの貫入抵抗値を示すであろう。

このように間隙圧を強制的に与えれば、地盤の諸定数の推定がより精度よく行なえるであろう。また、飽和状態と乾燥状態の貫入抵抗の差は土のダイレイタンス特性によるので、土の液状化の判定等にも利用できるであろう。しかし、以上の考察は貫入抵抗が貫入チップ先端の有効応力により定まるという仮説に立って議論を進めてきた。次に、この仮説についての実験結果を示す。

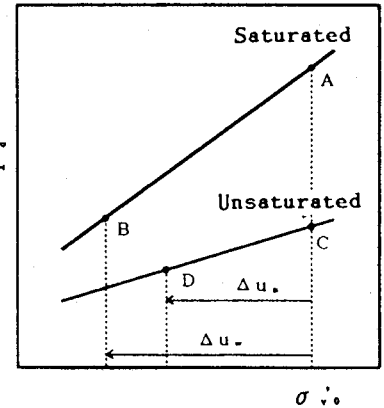


図-5 貫入抵抗の模式図

3. 強制的に間隙圧を与えた貫入試験結果

実験装置、方法の詳細は参考文献に示す。強制圧(水圧、空圧)はコーン先端部よりレギュレーターを介して与えた。図-6に標準砂地盤に対して強制的にコーン先端より水圧(Δu_w)、空気圧(Δu_a)を与えた時の動的貫入抵抗 P_d と有効応力 $\sigma'₀$ の関係を示す。ここに $\sigma'₀$ は上載圧から強制圧を引いて求めた。これから、若干ばらつきはあるが、強制水圧を与えたものは強制水圧を与えない飽和状態での線上に、また、強制空気圧を与えたものは強制空気圧を与えない乾燥状態での線上にあることがわかる。従って、貫入抵抗は貫入チップ先端の有効応力により定まることが確かめられた。故に、前記のような貫入試験法が可能であろう。しかし、今後さらに室内実験、現地実験により、このような結果が成り立つかどうかを確かめる必要がある。

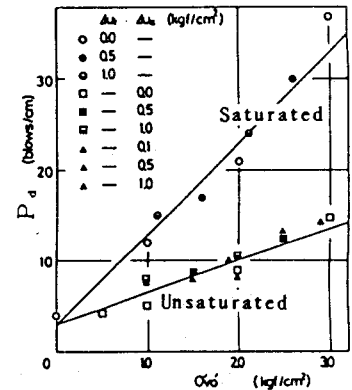


図-6 強制圧を与えた動的貫入試験結果

4. あとがき

今回、提案した貫入試験法によれば地盤の諸定数の推定や液状化の判定がより精度よく行なえると思われる。今後、室内実験により貫入機構の解明ならびに今回提案した貫入試験法の有効性を確かめるとともに現地実験によりその実用性を確かめたい。

参考文献

1) 八木則男、矢田部龍一；砂地盤への静的・動的貫入抵抗に与える間隙水圧および応力状態の影響、土質工学会論文報告集、Vol. 23, No. 3, pp. 155~164, 1983.