

愛媛大学工学部 ○矢田部 龍一・八木 則男・榎 明潔

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 、ダイレイタンス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2次の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_0 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なえば可能であろう。間隙圧を強制的に与える動的貫入試験の有効性は既に報告した²⁾。そこで、本報告では強制的に間隙圧を与える静的貫入試験の有効性を室内実験により検討した結果を述べる。

2. 間隙圧を強制的に与える静的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、静的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、静的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有効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静的貫入試験を実用化するには静的貫入抵抗と貫入チップ先端の有効応力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面(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-2に示すような静的貫入抵抗値の違いがみられる。ところで、コーンから1cm側方(u_1)では全く間隙水圧が測定されていないことから考えると、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、貫入抵抗値はコーン先端の有効応力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。

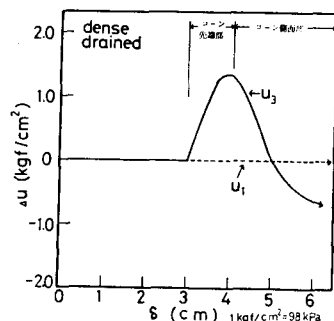


図-1 静的貫入時発生水圧

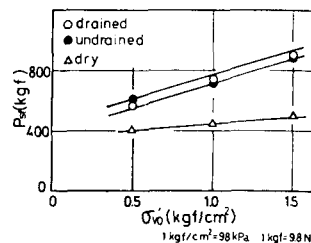


図-2 静的貫入試験結果

図-3に密な地盤での静的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。そして、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。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、土の液状化等の判定にも有効であろう。ところで、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。

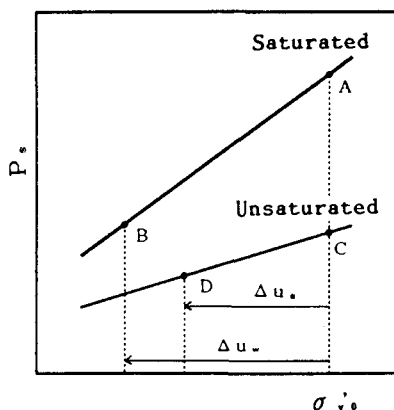


図-3 静的貫入抵抗の模式図

3. 強制的に間隙圧を与えた貫入試験結果

実験の詳細は参考文献に示す^{1) 2)}。図-4に標準砂地盤に対して強制的にコーン先端より空気圧(Δu_a)と水圧(Δu_w)を与えた時の静的貫入抵抗 P 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。与えた空気圧(Δu_a)と水圧(Δu_w)は図中に示す。地盤の初期状態は乾燥および飽和状態である。強制空気圧は初期に乾燥状態である地盤だけでなく、飽和状態のものに対しても与え、実験を行なった。これから、初期状態が乾燥、飽和にかかわらず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。また、強制水圧を与えたものは飽和状態の線上にある。これから、静的貫入抵抗は貫入チップ先端の有効応力により定まるということがわかる。従って、前記のような貫入試験法が可能である。

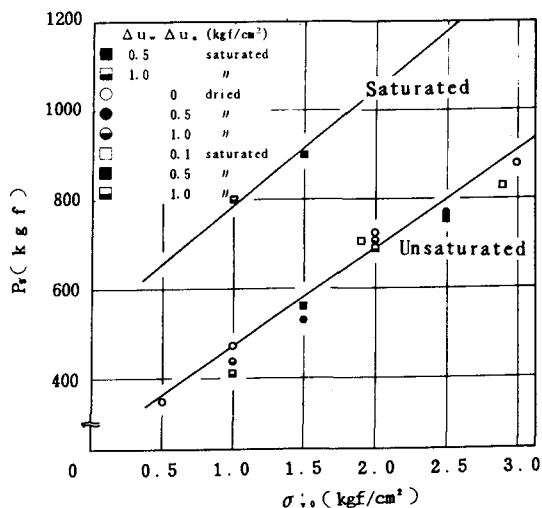


図-4 強制圧を与えた静的貫入試験結果

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、矢田部；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.
- 2) 八木、榎、矢田部、玉井；間隙圧制御型動的貫入試験の開発の基礎的研究、第19回土質工学研究発表会講演集、1985.