

砂質土の細粒分含有率と粘土分含有率

九州工業大学工学部 正員 安田 進

◆まえがき◆

液状化の簡易予測を行う場合、粒径の影響に関するパラメータを用いる必要がある。一般に、中砂や細砂程度が最も液状化しやすく、細粒分が含まれてくると考えられているが、そのような特性を表すのに、どのようなパラメータを用いればよいかかなり難しい問題を抱えている。これまでのところ、平均粒径や細粒分含有率などがよく用いられてきたが、それだけではシルト質の砂に不十分であり、粘土分含有率を用いた方がよいのではないかと考える方も最近強くなってきている。ところが、砂質土に対しては、粒度試験として一般にふるい分け試験しか行われていなく、例えば過去の土質調査結果を用いて液状化の簡易予測を行おうとする場合、粘土分含有率については情報が得られないことになる。そこで、ここでは、いくつかの地点での土質調査結果を収集し、細粒分含有率と粘土分含有率の関係を調べ、液状化強度特性との関連について考察を加えてみた。

◆各種予測方法で用いている粒径のパラメータ◆

わが国では、多くの設計基準類に液状化の予測方法がとり入れられるようになってきている。これらに用いられている粒径のパラメータを示すと表-1となる。基準類は古い順に並べたが、当初はパラメータとして、20%通過粒径 D_{20} 、平均粒径 D_{50} 、細粒分(74 μ 以下)含有率FC、均等係数 U_c 、粒径範囲そのもの、といくつかのものが用いられていた。これが、次第に D_{50} が多く用いられるようになっていった。これは、 D_{50} がレキから粘土までの広い粒径範囲を表すことが出来ることに主に起因している。

ただし、 D_{50} だけでは足りなく、例えば D_{50} が同じ砂でも均等なものとの配合が良いものの液状化強度の差が出にくいため、これを修正するような方法も提案されている。例えば、道路橋示方書で用いられている予測方法が導かれたもとになったデータでは、図-1に示した D_{50} ～FCの関係になっていたが、これよりはずれる関係の砂に対しては、図中の ΔFC の値によって液状化強度を修正しようとの考えも出されている¹⁾。

最近では、シルト質の砂に対しては、シルト分以下の全体の含有量よりも粘土分だけの含有量PCが液状化強度に関係しているのではないかと考える方も出され、新しい予測式も考えられ始めている。(中国ではすでに基準あり)ところが、砂質土では一般にフルイ分け試験しか行われてなく、砂質土についてのPCの値の特性はまだ明らかにされていない。

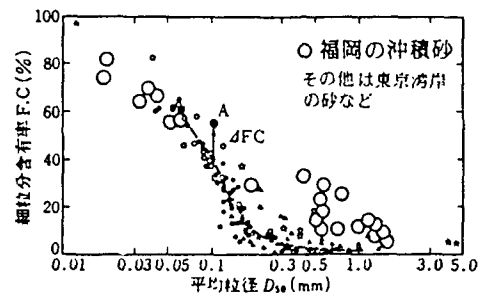
◆PCとFCの関係の整理◆

PCとFCの関係を明らかにするため、東京湾岸、福岡市の沖積砂と埋立砂の粒度試験結果を収集し、まとめた。また、しらすとまき土についても、1つずつではあるが同様にまとめた。

表-1 代表的な設計基準類で液状化判定に用いている粒径のパラメータ

設計基準類	D_{20}	D_{50}	FC	U_c	PC	範囲
港湾構造物						○
道路橋(旧)	○			○		
国鉄建造物(旧)	○			○		
建築基礎(旧)		○	○	○		
石油タンク			○			
LNGタンク			○			
水道施設		○				
道路橋(新)		○				
鉱さい堆積場		○				
下水道施設		○				
国鉄建造物(新)		○	Δ			
建築基礎(新)			○		○	

(注) これらの設計基準類は制定年の古いものから順に示している。

図-1 D_{50} とFCの関係

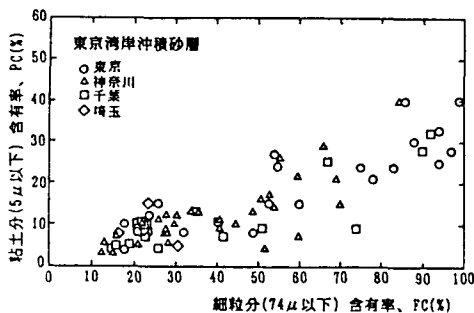


図-2 FCとPCの関係(東京湾岸、沖積砂)

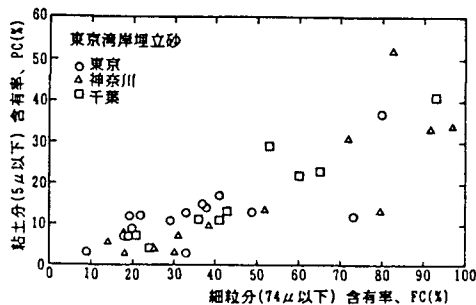


図-3 FCとPCの関係(東京湾岸、埋立砂)

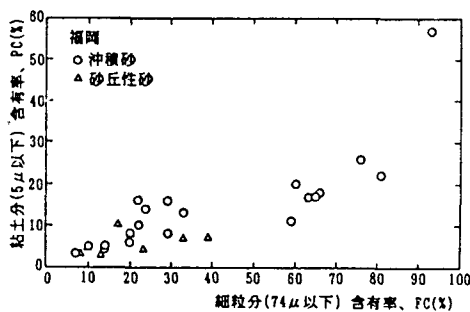


図-4 FCとPCの関係(福岡市、沖積砂)

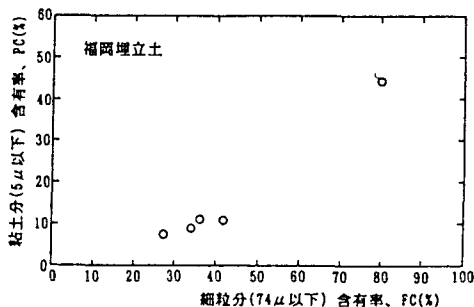


図-5 FCとPCの関係(福岡市、埋立砂)

図-2～5にそれらの結果を示す。まず全体に対して、バラつきはあるものの、それぞれ、PCとFCの間にはある程度の相関があると言えるのである。これは、既往の土質調査でフルイ分け試験しか行えなくても、PCがある程度推定でき、PCを用いた液状化予測式も利用できることにつながる。

次に、個々のデータについて見てみる。東京湾岸の沖積砂では県ごとの比較をしてみたが、有意な差は見られない。また、埋立砂と比較してもほぼ同様な関係となっている。福岡市では、一般の沖積砂に対し、埋立砂、砂丘砂は少し下に位置している。沖積砂について東京湾岸と比較するとFCが少ないところで多少PCが多いように見うけられる。

図-6のまさ土としらすでは、しらすは沖積砂などと同様の関係にありそうであるが、まさ土は上に位置し、粘土分が多い傾向となっている。

なお、福岡市の沖積砂の $D_{50} \sim FC$ 関係をプロットすると図-1中の○院となる。道路橋示方書の式に用いられているデータ(主に東京湾岸の砂)よりも D_{50} の割にはFCが多い。このため、筆者達の実験結果²⁾によると、液状化強度の予測式は道路橋示方書の式より少し異なった関係が導かれている。

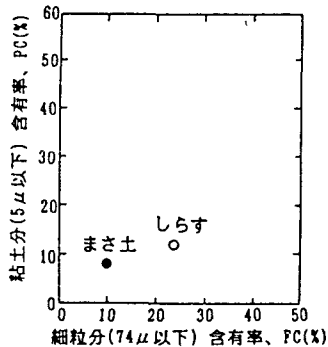


図-6 FCとPCの関係(その他)

◆あとかき◆

液状化の簡易予測に用いられようとしているPCについてデータをまとめてみた。データの整理にあたっては坂西美保子さん(九工大学生)に手伝ってもらった。感謝する次第である。

◆参考文献◆ 1) 安田進: 液状化簡易予測式に与える粒度分布形状の影響、土木学会第38回年次学術講演会講演概要集、Ⅲ、1983。 2) 宮本孝行・他: 福岡市の地盤の液状化特性、昭和62年度土木学会西部支部研究発表会、投稿中。