

III-378 粒度特性からみた濃尾平野の液状化の危険性

建設省 正会員 ○長屋和宏
岐阜工業高等専門学校 正会員 吉村優治

1. はじめに 東海地方に水成堆積平野として広がる濃尾平野は、木曾三川（木曾川・長良川・揖斐川）の作用により、沖積低地が発達しており、地震時の液状化による被害が幾度も見られた¹⁾。液状化の発生は、砂の状態（相対密度・飽和度・地下水位など）に大きく関係するが、それ以前に砂そのものの性質（粒度分布など）が重要な要素である。本研究は、濃尾平野を形成する木曾三川の各水系から採取した多種の砂（粗粒土）の粒度分布から液状化の危険性について検討したものである。

2. ϕ 尺度と液状化をおこす粒径範囲の定義 JSP規格²⁾の粒径加積曲線は任意の粒径 D (mm)より小さい(あるいは大きい)土がどれほどあるかを知るには便利であるが、その土の粒径別の頻度を直感的に判断しにくい。これに対して、既に筆者らの報告³⁾している頻分布曲線は ϕ 尺度($D=2^{-\phi}$)を用いており、頻度分布およびモード径(最頻粒径)を知るときには便利で自然砂の粒度を検討する際には有効である。したがって、本報告ではこの頻度分布を用いて液状化の危険性を定量的に示す。

液状化判定が必要な土層は、平均粒径 D_{50} が一定範囲内⁴⁾にある土層とされてきたが、これは粒径が大きい土では透水性が高いために過剰間隙水は生じにくく、また粒径が十分小さい土では粘着力により動的強度が地震時に急激に減少することは少ない⁴⁾からである。図-1は港湾関係で用いられる液状化の起こしやすい範囲⁵⁾であるが、この曲線に基づいて液状化危険性のある粒径範囲を次のように定義した。

液状化の危険性を持つ粒径範囲の上限は透水性を考慮し、これらの曲線の粒径の大きい粒度分布側の有効径 D_{10} (0.405, 1.200mm)とした。次に、液状化の可能性を持つ粒径範囲の下限は粘着力を考慮し、粒径の小さい粒度分布側の D_{90} (0.043, 0.155mm)とした。したがって、液状化を起こす粒径範囲(範囲 β)を $\phi=-5.0\sim 0.0$ ($d=0.031\sim 1.000$ mm)、特に液状化を起こす粒径範囲(範囲 α)を $\phi=-3.5\sim -1.5$ ($d=0.088\sim 0.353$ mm)と定義し、これを図-2に示す。各試料の頻度分布曲線をこの図に当てはめて ϕ 尺度上の0.5間隔の粒径で範囲 α 内の頻度と範囲 β に含まれている頻度の1/2の合計を液状化危険値(%)とする。

3. 木曾三川砂の液状化判定 頻度分布曲線による液状化危険性の判定には、木曾三川およびその流域支川の河岸約120地点よりサンプリングした試料を使用した。しかし、サンプリングの問題などを考慮し、さらに碎屑性堆積物は2mm粒径を境界とした複数のモードを有するという特性³⁾から特に2mm粒径より細かい試料について判定を行った。

図-3は、これらの試料の液状化危険値と河口からの距離との関係を各水系別に示したものである。この結果より、木曾三川水系全体の傾向としては、河口に近いほど液状化に対して危険であることがわかる。しかし、いずれの水系においても河口付近では、若干液状化危険値が低くなっている。濃尾平野の河口付近は

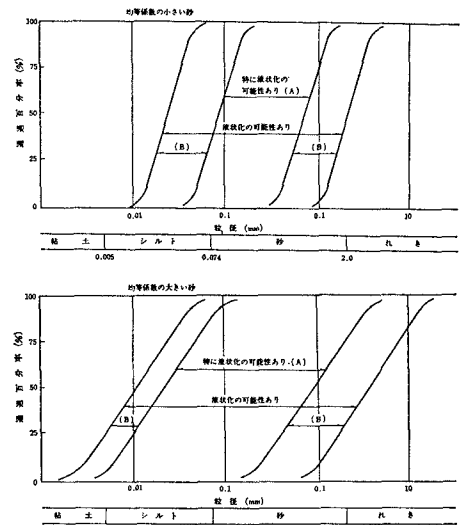


図-1 液状化の可能性のある土の粒径分布⁵⁾

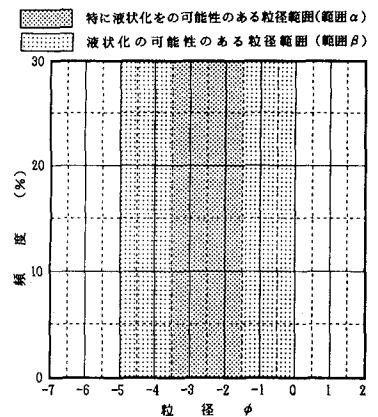


図-2 液状化の危険性を持つ粒径範囲

海拔ゼロメートル地帯が多く、木曾三川は天井川⁶⁾と呼ばれ長良川河口堰建設でも問題になっているように、伊勢湾の潮汐作用によって海水が河川に逆流し、長良川においては約15kmの地点までこの影響のあることが報告⁷⁾されている。したがって、河口から約15kmより下流では潮汐作用により、細砂およびシルトが海へ運搬され液状化危険値を低下させていると考えられる。

また、各河川の部分的な箇所での液状化危険値と地域特性を考察したところ次のような結果が得られた。①頻度分布曲線で複数のモードを持っている試料の地域特性は共通して河川の合流地点であり、定常的な流れもしくは本流河川の流れによる堆積物が液状化危険値に影響している(例えば、長良川の河口より50~60km、揖斐川の35km付近)。②河川の上流部におけるダムなどの建造物による流速の変化は侵食土砂の堆積を促進させており、これは貯水池堆砂という形で全国的な大きな社会問題となっているばかりでなく、液状化危険値に大きな影響を与えている(例えば、揖斐川の上流部、河口より85~110kmは横山ダムの影響によるものと考えられる)。③長区間に渡って河川の蛇行の激しい区間では、河床勾配も緩く比較的細かい砂を多く含んでおり液状化危険値点の高い地域であると考えられる(例えば、長良川の中流域、河口より60~80km)これについては、土岐川における同じ様な蛇行区間で、1891年の濃尾地震において液状化が報告⁸⁾されている。

さらに、各河川とも局部的に河川の大きくわん曲している箇所の凹岸側の試料では、大部分が砂質土^{9) 10)}であるために液状化危険値が高い傾向があった。

4. おわりに 本研究により、粒度分布からみた液状化の危険性と木曾三川の地域特性の関係がおおまかにわかった。しかし、これは現在の堆積状況に対する液状化の危険性を示したものであり、直接この結果から地震時の液状化被害を予想できるとは限らない。今後、各河川の旧河道を調査し、さらには現場から不攪乱試料を採取することにより堆積状況の調査や既存のボーリングデータ等を活かして濃尾平野全域の詳しい液状化の危険度を明らかにしたい。

参考文献 1) 栗林栄一・龍岡文夫・吉田精一: 明治以降の本邦の地盤液状化履歴, 土木研究所彙報, 第30号, pp14-23, 39-41, 88-93, 1974.12. 2) 土質工学会: 土質試験の方法と解説, pp.54~70, 1990.3. 3) 吉村優治・長屋和宏: 木曾

三川砂の粒度の特徴について, 平成3年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, pp.334~335, 1992.3. 4) 日本道路協会: 道路橋示方書(V耐震設計編)・同解説, pp16~20, 1986.4. 5) 日本港湾協会: 港湾の技術上の基準・同解説, pp.2-168~2-171, 1979.3. 6) 小出博: 日本の河川, 東京大学出版会, 191~203, 1970.9. 7) 谷村喜代司: 長良川河口堰を考える, 山海堂, pp.33~40, 1990.12. 8) 若松加寿江: 日本の地盤液状化地点分布図, その4. 東海・濃尾, 東海大学出版会, 1991. 9) 西畑勇夫: 河川工学, 技報堂出版, pp.24~28, 1989.3. 10) 井口昌平: 川を見るー河床の動態と規則性, 東京大学出版会, pp.28~29, 1980.4.

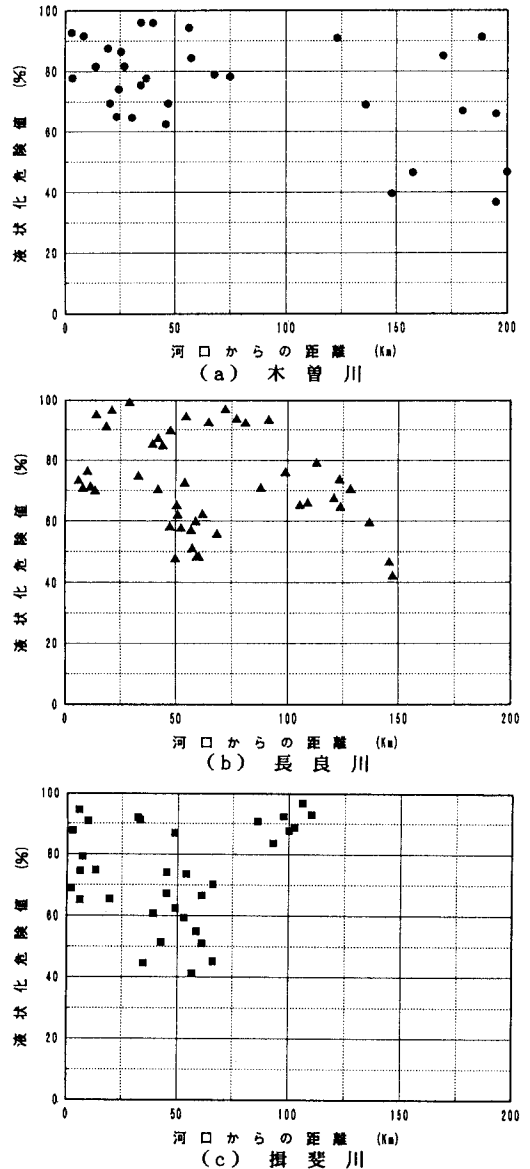


図-3 液状化危険値と河口からの距離