

数々の木曽三川砂の最大密度・最小密度について

岐阜工業高等専門学校

古村優治

同

上

学生 ○ 荻田博行

1. はじめに 木曽三川(東から木曽川, 長良川, 揖斐川)によって造られた濃尾平野は、地震時に液状化を生じ易い地形として注目されており、明治以降だけでも濃尾地震($M=8.4$, 1981.10.28)、江濃地震($M=6.9$, 1909.8.14)、東南海地震($M=8.0$, 1944.12.7)¹⁾により各地で液状化が発生している。これは、濃尾平野のうち沖積平野部が86%を占め、扇状地帯、自然堤防地帯、三角州地帯の沖積平野の三地形帯が我国の沖積平野のなかで最も典型的に配列していることに起因している。

この液状化の発生に影響を及ぼす要因としては、土そのものの性質(寸法, 粒度分布, 細粒分含有量, 粒子形状等)、その状態(密度, 深さ, 地下水位等)、外的要因(地震動の大きさ, 継続時間等)等が考えられる。特に土の締めり具合(N 値あるいは相対密度, 余隙間隙比)はその大きな影響因子であり、これには土の体積収縮量が関係する。

本報告は、木曽三川流域の河川敷きに露出した所より採取した数十種類の試料について最大・最小密度試験を実施し、それらの土の可能な体積収縮量について述べたものである。

2. 試料の採取場所と粒度分布 図1に木曽三川砂の採取場所を示す。採取した試料にはかなりの量の礫が含まれており²⁾、「砂の最大密度・最小密度試験(JSF T 161-1990)」が困難であったため全試料とも2mmふるいでふるい分けを行い、その通過分のみにより試験を実施した。

2, 3の試料は75 μ m以下の細粒分含有率が5%を超えたが、試験の際には団粒化、分級には十分注意した。このように準備した木曽, 長良, 揖斐川砂の粒径加積曲線を各々図2, 3, 4に示す。ただし、図3の長良川砂については試料数が多かったため河床勾配(図5参照)³⁾を考慮して、(a)河口から40kmより上流側、(b)河口から40kmより下流側に分けて示してある。採取した試料は図1の通り、河口部から0~60km程度であり、流路延長が227kmの木曽川では下流域、166kmの長良川, 121kmの揖斐川では中・下流域に当たる。

図2~4から砂の粒径はおおよそ河口に近いほど細かくなっており、特に木曽川については採取地点が下流域であるため粒径が細かく均等であることがわかる。

3. 最大密度・最小密度試験結果 砂の状態(詰まり方)を表現するのに相対密度を用いる場合が多い。しかし、仮に幾種かの砂の相対密度が等しくても各砂の最大密度(最小間隙比)及び最小密度(最大間隙比)が異なれば、圧密あるいはせん断時の体積収縮量に相違が生ずる(図6⁴⁾参照)。以下に、今回実施した木曽三川砂の最大密度・最小密度試験の結果について述べる。

図7は最大密度と最小密度の関係を各水系毎に記号

分けして示したもので、木曽, 長良, 揖斐川の各水系には無関係に両密度の間にはかなり相関の強い比例関係がある。さらに、この図には本実験に用いた沖積層の砂の他に洪積砂層の関係⁵⁾が併記してあり、これらか



図1 試料採取地点

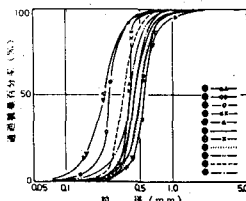


図2 木曽川砂の粒径加積曲線(2mm以下)

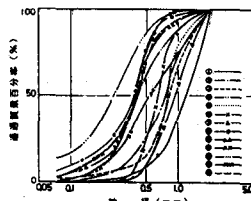
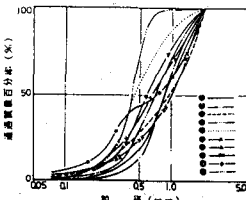
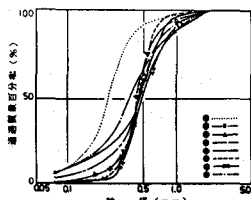


図4 揖斐川砂の粒径加積曲線(2mm以下)



(a) 河口から40kmより上流側



(b) 河口から40kmより下流側

図3 長良川砂の粒径加積曲線(2mm以下)

ら最大、最小両密度の間には鉱物（あるいは岩片）及び堆積時代に区別なく比例関係があることがわかる。

図8は最大・最小間隙比と平均粒径の関係を各水系毎に記号分けして示したものである。木曽、長良、揖斐川の水系による最大・最小間隙比の差異は認められず、平均粒径の増加に伴い両間隙比ともやや減少し

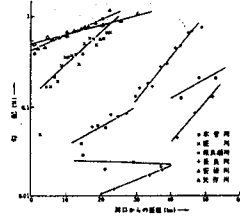


図5 代表的な河川の河床勾配の変化³⁾

ている。また、この間隙比の範囲 ($e_{max} - e_{min}$) も図9に示すように平均粒径が大きい砂ほど小さくなっており、これは石原が均等係数1.0~5.0の多くの砂についてまとめた結果⁵⁾ともほぼ一致する。なお、本実験に用いた砂には均等係数が6を越えるものもあった。

図10は最大・最小間隙比と均等係数の関係を図8と同様に示したものであり、この図からも各水系による差異は認められない。また、ややばらつきはあるものの最大・最小間隙比とも均等係数が3~4付近で極小値をもち、その間隙比の範囲は図11に示すように均等係数が大きい方が若干広がるようである。

4. おわりに 今回、木曽三川の中・下流域から採取した砂の最大・最小密度について幾つかの事が明らかになったが、試験に用いた試料は実際に堆積しているものとは異なる。今後は現地盤に堆積している試料そのものの最大・最小密度試験の実施及び密度に影響を与える各種の因子（平均粒径、均等係数の他に例えば最大粒径、曲率係数、細粒分含有量、粒子形状等）についてまとめていきたい。

謝 辞 本研究を実施するにあたり、貴重な御助言ならびに御指導を頂いた長岡技術科学大学建設系池田俊雄名誉教授(現(株)ダイコンコンサルタント)、小川正二教授、北海道大学工学部土岐祥介教授、三浦均也講師に対し心から謝意を表します。また、本研究は安田(株)奨学寄付金の一部で行ったものであり併せて謝意を表します。

参考文献 1)宇佐美龍夫:

「資料日本被害地震総覧」,東京

大学出版会(1975.3) 2)吉村優治・阿部滋:数々の木曽三川砂の粒度分布について,平成2年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集,第Ⅲ部門(1991.3) 3)坂本峻雄・谷津栄寿:現代の自然観3「生命の歴史」,岩波書店,pp.65-68(1961) 4)石原研而:液状化に影響する因子,「土質動力学の基礎」,鹿島出版会,pp.249-273(1976) 5)田中誠一・牧原依夫:洪積砂層の相対密度と力学特性,砂の相対密度と工学的性質に関するシンポジウム発表論文集,土質工学会,pp.49-50(1981.11) 6)石原研而・渡辺忠雄:飽和土の液状化におよぼす粒度と間隙比の影響,第7回土質工学研究発表会発表講演集,pp.313-316(1972.6)

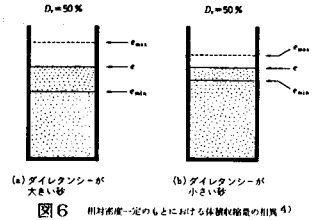


図6 相対密度一定のもとにおける体積数(空隙率)の関係⁴⁾

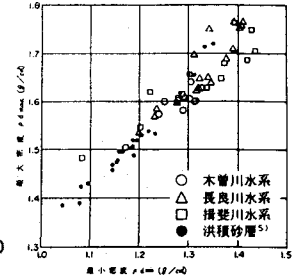


図7 最大密度と最小密度の関係

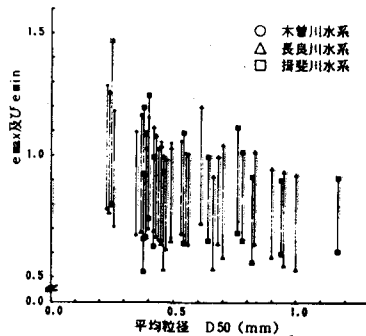


図8 最大・最小間隙比と平均粒径の関係

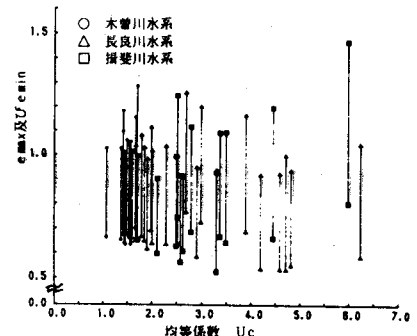


図10 最大・最小間隙比と均等係数の関係

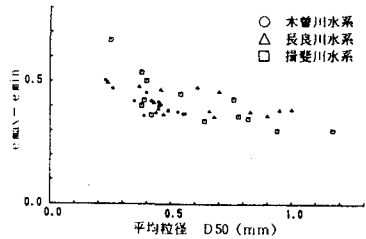


図9 間隙比の範囲と平均粒径の関係

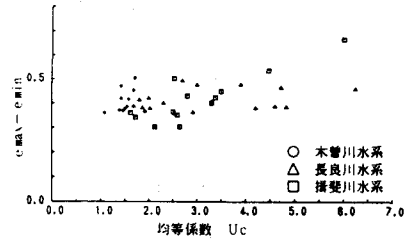


図11 間隙比の範囲と均等係数の関係