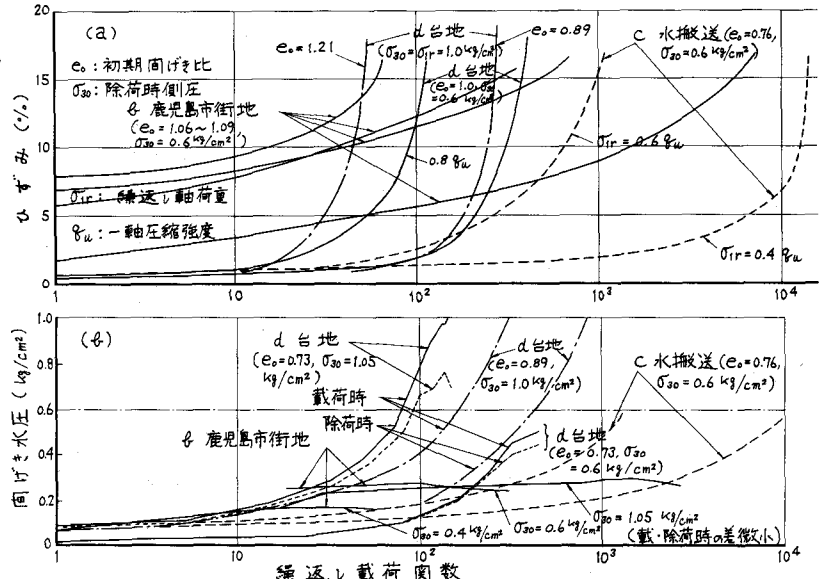
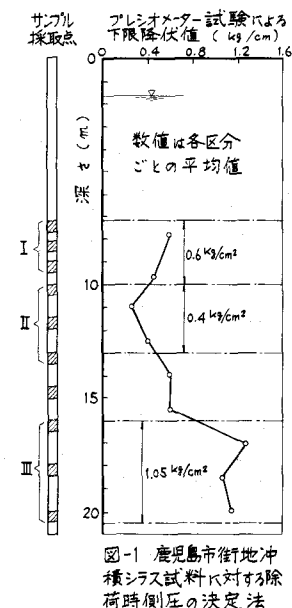


1. まえがき 砂が流動化を起こす物理的要因としては、粒度と密度に着目することが新潟地震いらいの定説となっている。筆者ら¹⁾はさきに、砂の流動化は新潟砂ではそれでよいが、砂の微視的要因をも考慮しなければならない場合があり、この要因がしばしば前者の巨視的ともいべき要因を優越することのあることを、シラスを例に指摘した。その後、シラスの流動化はえびの地震の噴砂で実証され、ついで北海道の臨海地の火山灰質砂に対する地震時流動化の注意²⁾を喚起しておいたところ、これも十勝沖地震で起った。流動化は地震災害を大きくしたように考えられる。いっぽう、砂の種類によっては、標準貫入試験による N 値は、砂の流動化を伴った結果であることも指摘した³⁾。ここに微視的要因というのは、おもに粒子の形状と表面の粗滑をいい、角張って滑らかなほど流動化しやすいと筆者は述べている。ところがこのような粒子の集りは、静的にせん断抵抗が大きく、静的と動的とで安定性が相反している。この関係についても若干の考察を行なった^{3,4)}。

2. 流動化を起こすシラスと起こさないシラス シラス台地から採取した“きれいなシラス”ともいべきシラスの飽和供試体に対する三軸の動的繰返し圧縮試験によって、相対湿度100%でも流動化を起こしたが¹⁾、現場の問題として検討の急がれる沖積シラスに流動化の起さる可能性の有無⁴⁾を同様の実験によって調べた。この実験では、鹿児島市街地の地盤から、 NKC サンプラーによって乱さない試料を採取し、かつプレシオメーター試験による下限降伏値(図-1)を、繰返し三軸の除荷時側圧にとり、一軸圧縮強度の0.8~0.2倍の荷重を軸荷重にした場合、図-2に示すように流動化を起こさなかった。この地盤では、深さ方向の静的支持力と N 値に基づく支持力とが比較的一致した。つぎに水搬送工法による造成地のシラスに対して行なった実験では、図-2に併記してあるように流動化が



起きたが、起きやすさは従来用いてきたきれいなシラスほどではなかった。」これまで取扱ってきたシラスの粒度は図-3に示すとおりであり、シラスでも粒度が流動化の決定的要素ではなく、材料の微視的性質の相違が大きな影響を与えることが分る。ただし繰返し三軸の実験では20mmを最大粒径としている。

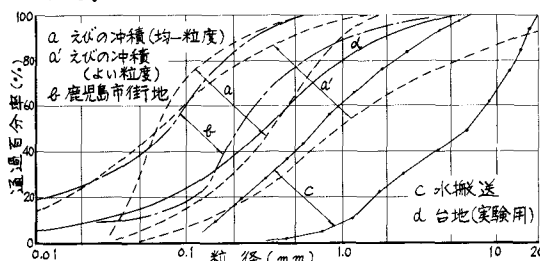


図-3 数種のシラスの粒度

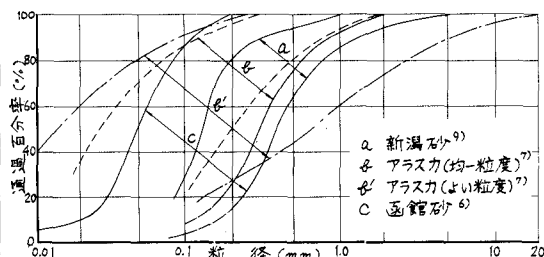


図-4 最近流動化を起した砂の粒度(シラスを除く)

3. 粒子の微視的考察 シラス、ハブ砂、アラスカ砂、新潟砂などについてスライドで説明する。

4. 結び 既報および今回の報告を総合して、砂の流動化について次のことがいえる。(1) 浅い沖積シラスや水搬送シラスのように、微視的要因がもっとも顕著な“きれいなシラス”は、従来の巨視的要因を優越する。しかし深い沖積シラスには粘土が流亡したシラスの微粒子が粘土に代っている場合があり、それが流動化を著しく阻止する。このようなシラスは、“きれいなシラス”と明確に区分して考える必要がある。(2) 地震地帯に多い火山灰質砂には、粒子が角張って表面が滑らかであるという共通の微視的要因が、程度の差はあっても、シラスだけでなく、ハブ砂、アラスカ砂にも認められ、これが地震時の流動化^{5,6,7)}を容易にしたように見える。しかし粒子内の間げきとくにその飽和度の影響の検討がまだ残されている。新潟砂は巨視的要因のみに支配されるケースであり、火山灰質砂にはそのまま適用できない。(3) 微視的要因は、すでに知られているように、静的インターロッキングの重要な要因⁸⁾であり、これが流動化の機構と密接な関係を持つことは明らかである。ゆえに流動化の究明は、従来のように間げき水圧だけでなく、もっと骨組の崩壊機構に着目して研究する必要がある。(4) 標準貫入試験がかなり大きな撃力による繰返し載荷試験であることから考えて、 N 値は巨視的、微視的の両要因が集約された結果のインディケーションとして、現場で流動化の起きやすさを判断するため、もっとも有用な手段である。しかし新潟砂に基づいて提唱された限界 N 値曲線⁹⁾の普遍性の検討が必要であろう。(5) 流動化の危険のある砂地盤の改良は、(i) 密度増大をはかるためには、局部的に流動化を起すような振動方法でなく、ウエルポイントによる圧密のような静的な方法がよい。しかしきれいなシラスではこの方法も十分でなく、むしろ普通砂による締固めグレイを施すのがよい。(ii) 浸透注入の方法でベントナイトまたはゲル化材料を砂粒子間に迷入工法の開発が期待される。もちろん場所打の地中壁やくいは、砂の揺れを拘束する目的で有効である。」なお筆者の行った実験では、流動化の起きる載荷回数が大きすぎるが、これは装置の機能に制約されて周期(4~6秒/サイクル)が大きいためであり、回数の絶対値には意味がないことをお断りしたい。

謝辞 今回の実験には、鹿児島県住宅供給公社の要請による検討を含んでおり、またシラス試料の採取など基礎地盤コンクリート(株)などの協力を得ている。実験については研究室の森 徹、中島通夫 両氏の労を煩わした。引用文献 1) 山内他: 第22回土木学会学術講演会講演概要, Ⅲ, 昭. 42. 5, 2) 山内他: 第3回土質工学研究発表会講演集, 昭. 43. 6, 3) 山内: 第24回土木学会学術講演会講演概要, 3, 昭. 44. 10, 4) 山内他: 昭和44年度土木学会西部支部研究発表会講演集, 昭. 42. 2, 5) 山内他: S & F, Vol. 10, No. 2, 1969. 3, 6) 岸田: 同上など, 7) Peacocks et al.: J. S.M. & F.E. Proc. ASCE, 1968. 5, 8) 香山: 第5回土質工学研究発表会講演集, 昭. 45. 6, 9) 大崎: 建築技術, No. 169, 昭. 41. 6, F.E.