

1. 中国地方の地形・地質、および地盤特性

3. 島根県の地盤特性

Chapter 1. Topography, Geology and Geotechnical Properties in Chugoku Area

3. Geotechnical Properties in Shimane Prefecture

鈴 鹿 和 央 (すずか かずお)

松江工業高等専門学校 教授

福 田 恭 司 (ふくだ きょうじ)

松江工業高等専門学校 技官

1. ま え が き

土木構造物の設計・施工に当たって、地盤または地盤を構成する土の工学的特性をよく把握しておくことは最も大切なことの一つと思われる。

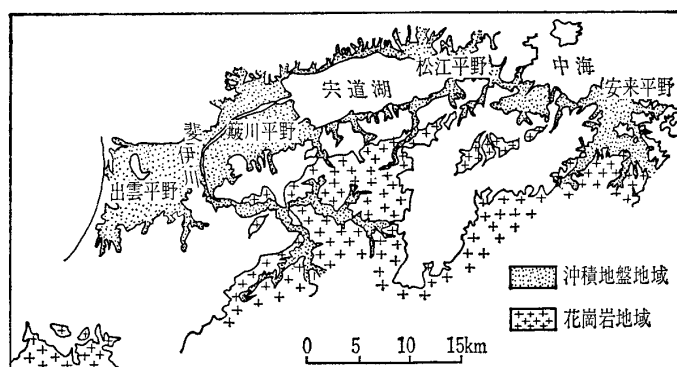
近年の産業の発展に伴って、道路用地・工場建設用地として地域開発がすすむに従って、島根県でも多くの土の工学的な問題がクローズアップされてきている。中でも島根県東部に広がる沖積平野は軟弱地盤としての性格が強く、圧密沈下の問題とかすべり破壊に対する安定の問題などが粘土地盤では生じ、また砂地盤についても液状化現象が心配されるなど建設基礎として工学的に見て多くの問題をもつ地盤を形成している。さらに島根県東部南限にあたる中国山脈山ろくにあっては花崗岩風化土壌であるまさ土が広く分布しており、土の有効利用の面からも、または災害地盤としてみた場合について地盤または土を工学的に扱うとき多くの問題をもつ地盤を形成している。

本文では島根県東部地域に限って、沖積平野の堆積学的・工学的特性について述べ、かつまさ土など特殊土壌について簡単に紹介することとする。

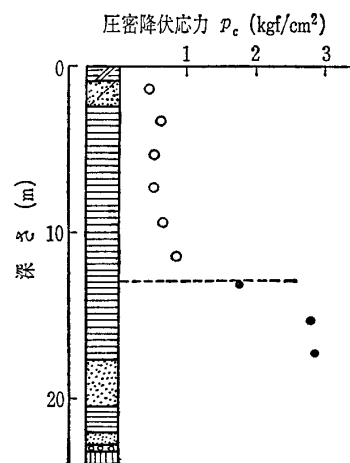
2. 沖積地盤の特性

2.1 地質概況

島根県東部には、構造湖として宍道地溝帯にできた宍道湖がほぼ東西方向に延びており、この線上に図一1に示すように出雲・簸川・松江それに安来平野がある。この平野部には第三紀の堆積岩とか火成岩を基盤岩として、それを覆って第四紀の堆積物が



図一1 島根県東部の平野と花崗岩の分布

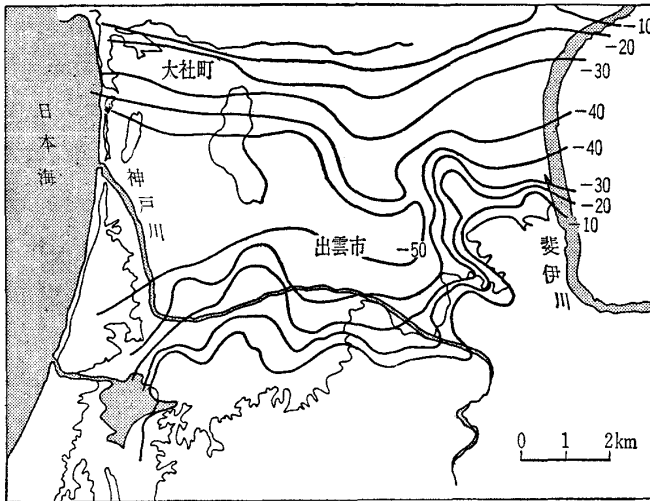


図一2 圧密降伏応力の深さ方向分布

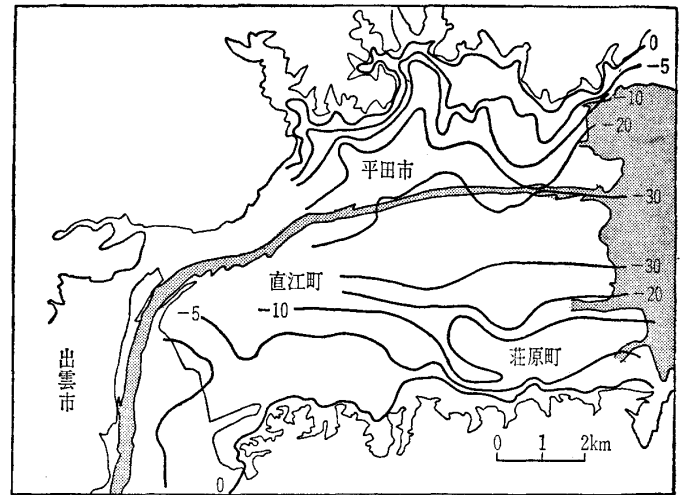
かなり厚く堆積している。

第四紀堆積物は洪積層と沖積層に分かれるが、この層序区分には地質学的考察が要求されるのは当然であるが、工学的な特性からも区分が可能である。

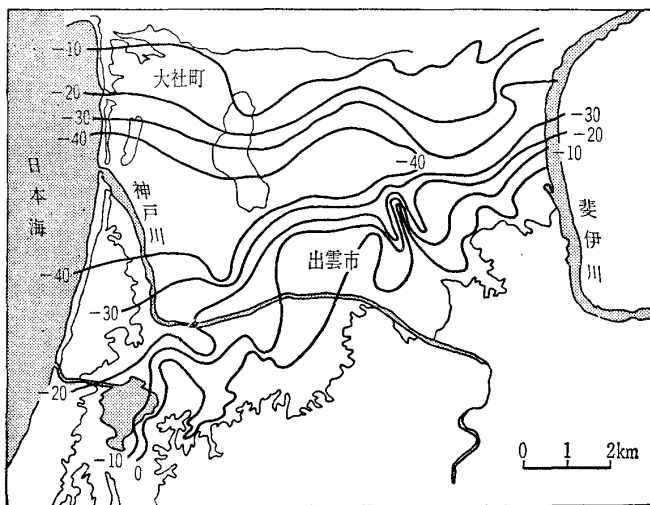
図一2は圧密試験で得られた圧密降伏応力を深さ方向に示したものであるが、12m付近で同じ一連の粘土層と観察されるにもかかわらず明らかな変曲点が示されている。この事はこの変曲点の上と下とで粘



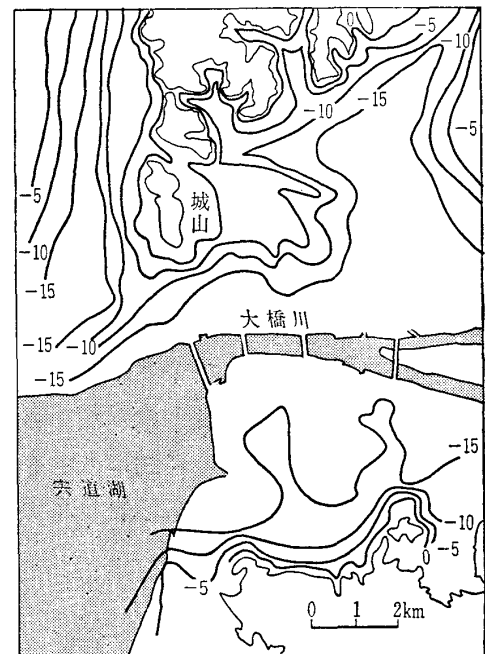
図—3 基盤岩類の深度分布（出雲）



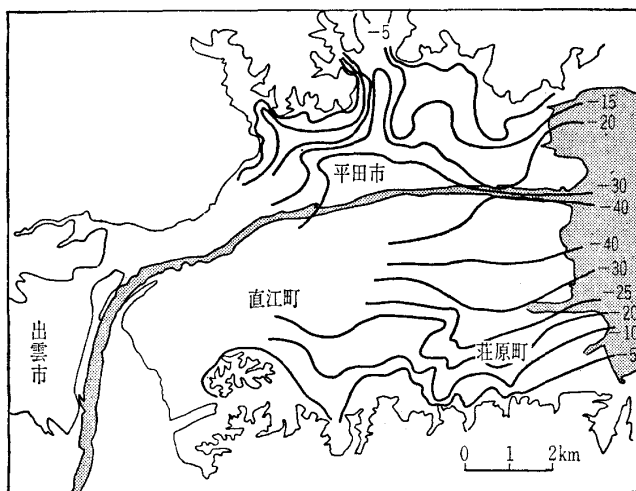
図—6 洪積層の深度分布（簸川）



図—4 洪積層の深度分布（出雲）



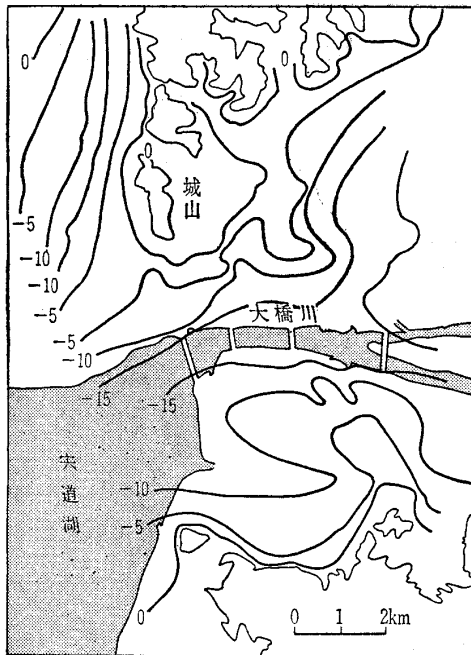
図—7 基盤岩類の深度分布（松江）



図—5 基盤岩類の深度分布（簸川）

土層が受けた地質学的応力履歴（例えば海浸・海退という地質現象）が相違していたであろう事を示すものと考えられる。このような現象は圧密降伏応力のみならず N 値とか一軸圧縮強度、時には自然含水比にさえも見いだすことができる。このような工学

的特性値に基づく地層区分と従来の地質学的研究とを比較検討すると、この変曲点がおおむね洪積層と沖積層の境界面に一致する。図—3から図—8には、出雲・簸川それに松江平野について、ボーリング調査による柱状図と土質実験による工学的特性値をもととして、前記したことを念頭において地層区分を行い、基盤岩および洪積層と沖積層の境界面の分布する深さを各々求めて、等深線図としてまとめて示してある。なお図中の数字は標高を示すものである。示した図から、ほぼ平野の中央部に位置して、松江・簸川それに出雲平野を連ねて、基盤岩で形成された谷地形が認められる。これは宍道地溝帯形成に伴う向斜部分と考えられるが、当然この谷部には海水

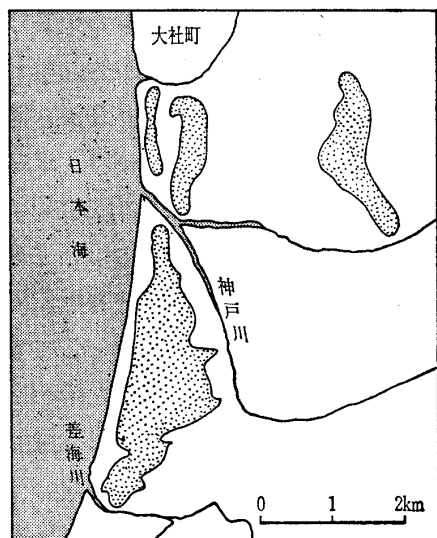


図—8 洪積層の深度分布（松江）

が浸入していたと考えてよいから、現在の中海と西の日本海を結ぶ一つの運河地形の存在が予測される。洪積世に入って、地盤の隆起が生じ、その証跡として所々に段丘を認めることができるが、この時の基盤岩の浸食物が堆積して現在の洪積層が形成されたものと考えられる。このために図にも示されるように、洪積層のなす地形はほぼ基盤岩のなす地形に等しい。

2.2 沖積平野の形成

現在出雲市南西部から簸川郡大社町にかけての汀線に沿って、図—9に示されるように出雲砂丘と呼ぶ砂丘地形を見る事ができる。この砂丘は、中国山



図—9 砂丘の分布

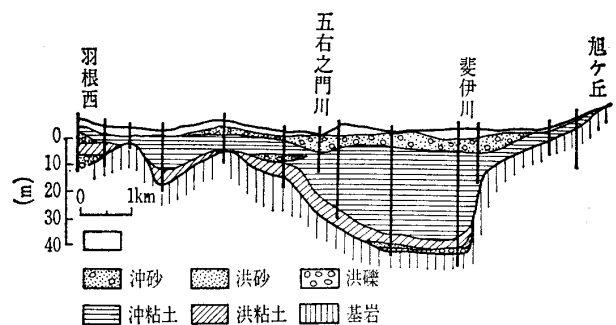
地から斐伊川・神戸川が日本海に運び出した多量の土砂でその河口に形成された砂洲が、強い偏西風に押し上げられたためにできたものと考えるが、この形成に伴って運河の西線がせき止められ、運河は次第に潟湖に変わり、ここが沖積世には堆積の場になり、前記2河川からの流出物等で埋積され、次第に平野となったものと思われる。この時の堆積物からなる地層が沖積層であり、基盤岩または洪積層で形成された谷をほぼ埋め尽くす状態で谷の深いところで厚く、浅いところで薄く堆積している。厚いところでは40m以上に達する場所もある。

2.3 沖積層の性状

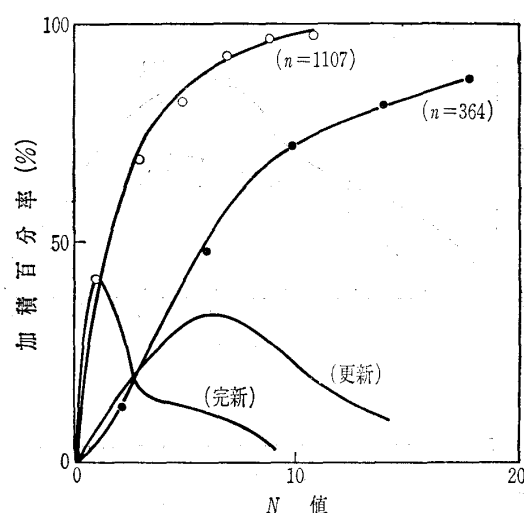
前述のとおり、沖積層は基盤岩や洪積層で形成された谷部を埋めて堆積しているが、各平野とも最下部に粘土層があり、それを覆って砂層がある。粘土層は粘土またはシルト質粘土からなり、色調は暗青灰色・黒灰色または暗緑色等である。含有物としては貝化石や植物片が認められ場所によっては腐食物も含まれ臭気がある。この層を覆って上部にある砂層は礫・礫まじり砂またはシルト質砂からなり、石英とか雲母といった母岩を構成していた一次鉱物が良く観察されている。色調は暗灰色・青緑灰色・黒褐色それに暗青灰色等多様である。これら粘土層と砂層の上部にはさらに粘土層と砂層からなる最上部層があるが、下部粘土層・砂層ほどの連続性は認められない。また堆積物や色調等は前記した下部の粘土層や砂層とほとんどかわらない。ただこれら最上部を構成する地層は斐伊川等河川の氾濫原堆積物、すなわち後背湿地型の堆積物が主であり、 N 値も極めて小さく基礎地盤としては問題の多い地盤を形成している。図—10には堆積機構を示す一例として簸川地区の1地質縦断面図を示しておく。

2.4 沖積層の工学的特性値の傾向

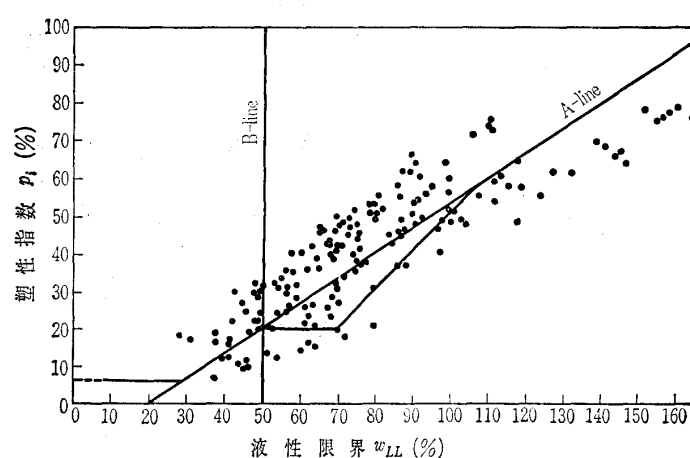
ここでは誌面の都合上、沖積地盤の中の粘土層が



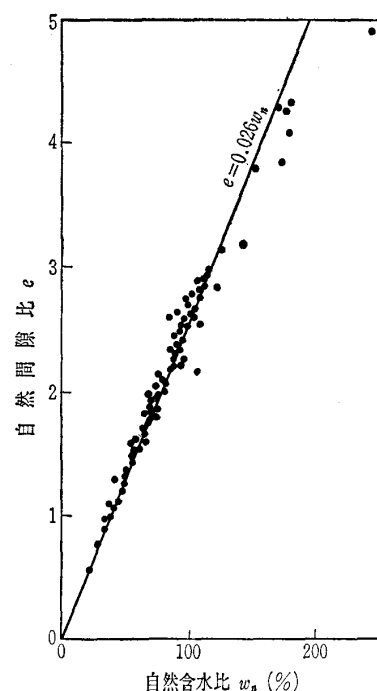
図—10 地質縦断の一例（簸川平野）



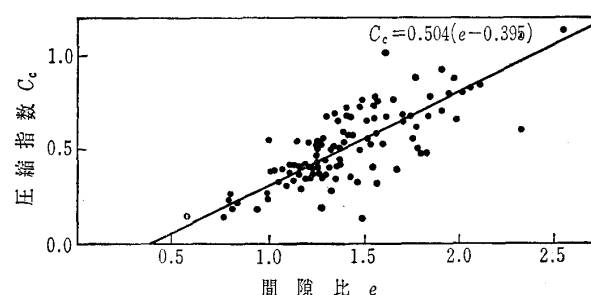
図—11 N値のヒストグラムと累積曲線



図—12 塑性図 (出雲平野)



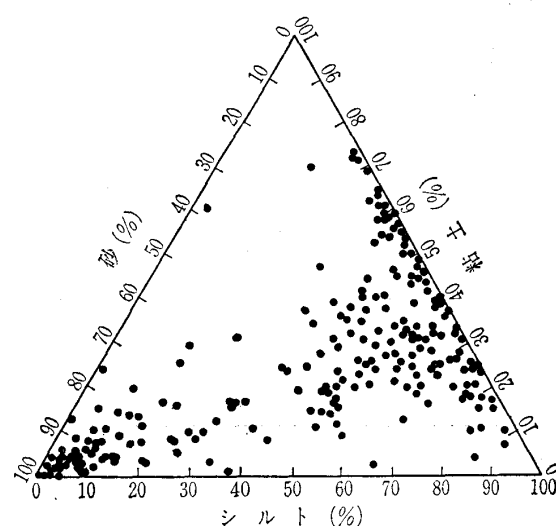
図—13 自然含水比と自然間隙比の相関



図—14 圧縮指数と間隙比 (松江・安来地区)

もつ工学的特性について記述しておく。

図—11に洪積粘土と沖積粘土の固結程度を比較するために、 N 値のヒストグラムと累積曲線を示す。沖積粘土の N 値の最頻値は2、洪積粘土の最頻値は7であり、両粘土層の固結度にかんがりの相違が認められる。また累積曲線の50%値を比較してみても沖積粘土は洪積粘土に比較してかなり固結度が低いことが分かる。道路用基礎地盤の軟弱地盤判定の基準は N 値4以下とされているので沖積粘土層は軟弱地盤を形成していると考えて良い。この沖積粘土層から得られた土質実験による物理定数は自然含水比21.8~361.0(%), 飽和度78.3~124.8%, 自然間隙比0.57~7.01, 単位体積重量1.09~2.03(tf/m³), 比重1.86~2.79などが得られ、力学的定数は圧縮指数0.1~4.8, 粘着力0.1~1.02(kgf/cm²), 摩擦角0.0~28.6(度)が得られている。これらの工学的特性値からみても沖積粘土層は圧密沈下が生じやすく



図—15 土の三角座標 (出雲・簸川地区)

かつすべり破壊が生じやすいものと考えられる。なお図—12に塑性図を、図—13に自然含水比と自然間隙比の関係を、また図—14に自然間隙比と圧縮指数の関係を示しておく。また図—15に出雲・簸川地区

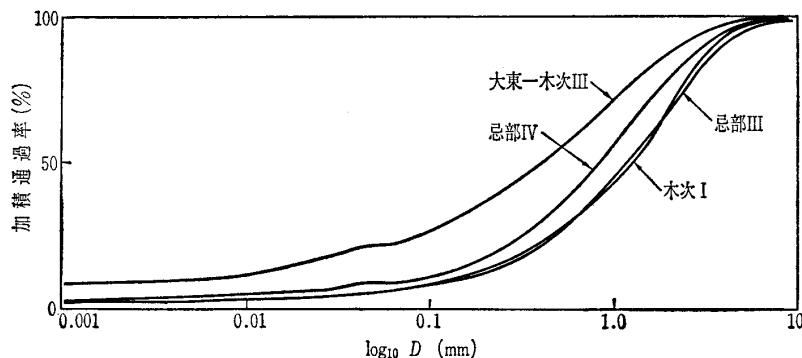
報告—1993

の沖積層から得た土の三角座標を示しておく。

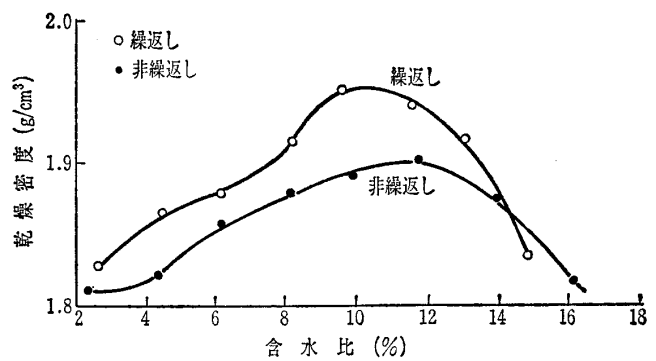
なおここではおもに沖積層を構成する粘土層を対象として記述したが、出雲平野では砂丘が存在するために平野のかんりの面積が砂層で占められている。この砂層は N 値が累積曲線50%値で30以上とかなり固結度の高いものであり、支持力という面からはさほど問題がないが、構成する砂の粒度分析による均等係数が多くの場合4以下と小さく粒度配合が悪い。その上に地下水位が地表面より1 m下程度にあり地震時の液状化が心配される地盤となっている。

3. まさ土の工学的特性

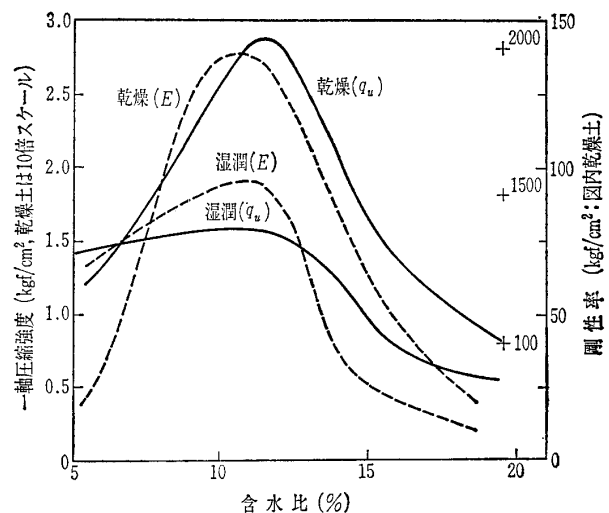
図—1に示すように島根県東部の南限には中国山脈があり、この山脈の構成岩石がおもに花崗岩であるために、山脈沿いにはその風化物であるまさ土が産出する。この土は図—16に一例が示されるように粒度配合が良く締め固めた場合非常に良く締め固め得るという特性があり良く盛土材料として用いられている。図—17は突固め試験の一例を示したものであるが最大乾燥密度 1.95 t/m^3 が得られており他の粘性土などと比較しても高い締固め密度が得られることが裏付けられている。なお図中に繰返し、非繰返しと記されているのはそれぞれ繰返し法・非繰返し法の略称表示であるが、まさ土は繰返し利用することで粒子破碎がすすみ、締固め前後で粒度が違うために、得られる最大乾燥密度は非繰返し法より繰返し法の方が大きくなる傾向が見られる。また図—18は締固め過程での一軸圧縮強度の変化を求めたものである。図中湿潤と記されているのは締め固めてそのまま圧縮試験をしたものであり、乾燥とあるのは締め固めで得られた供試体を気乾燥して重量変化が認められなくなった時点で圧縮試験を行ったものである。両者の強さを最大強度で比較すると乾燥時



図—16 まさ土の粒径加積曲線



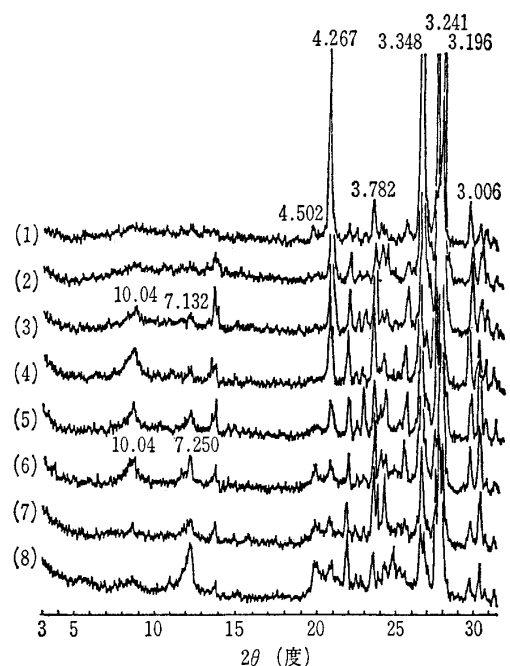
図—17 突固め曲線の一例



図—18 突固め土の強度 (q_u) と剛性率 (E)

強度は湿潤時強度の20倍近くに達し、砂質土であるがまさ土は乾燥収縮に伴う凝集力の増大が著しい土であると言える。

以上盛土材料としてのまさ土について締め固めとい



図—19 まさ土の粒径別X線分析の一例

う観点から記述したが、土木材料としては、花崗岩のもつ成因的特性のために、その風化生産物であるまさ土に含まれる鉱物は図—19に一例を示すように、X線分析でその構成鉱物をみると石英・カリ長石・斜長石および黒雲母というどちらかというと低温生成鉱物に富み、風化に対する安定性にすぐれているために砂材料としてすぐれている。反面花崗岩はその構成鉱物が大きく生長し、石基部分が他の火成岩と比較して少ないので、岩体のままで節理面に沿っての風化がかなり深部に及び土砂化がすすんでいるので梅雨時期には雨水の浸透に伴って間隙水圧の増大によるせん断抵抗の減少とともに山腹崩壊が良く発生する。この崩壊は瞬時に生ずる事が多く、防災上では頭をなやます地盤形成をしている。

4. その他問題となる地盤

沖積土・まさ土以外にも島根県東部には大山・三瓶山等の火山活動に伴う火山灰堆積物が諸々に見られ、道路路床として用いられるときにオーバーコンパクション現象が生じたりして問題となることが多

い。また第三紀中新世の堆積物である頁岩層が広い地域にわたって見られ、これらの地域では地すべりが良く発生しており、耕地に対してはもとより道路構造物を中心とした土木構造物に多くの被害を与える地盤を形成している。

5. ま と め

島根県東部には軟弱地盤としての性格をもつ沖積地盤を中心として、花崗岩風化生産物であるまさ土、火山灰堆積物(ローム)、それに第三紀堆積物である頁岩層地盤など工学的に問題となる多くの地盤がある。本文ではこれらの地盤または地盤を構成する土のもつごく1部について紹介したが、より詳細な調査・研究のもと、いかに有効にこのような地盤または土を利用するか、あるいは防災上いかなる有効手段があるか等を見いだすことが大切かと思われる。

参 考 文 献

- 1) 島根県：島根県の地質，1985.
- 2) 最上武雄ほか：土の工学的分類とその利用，鹿島出版会，1979.

(原稿受理 1990.1.18)