

特殊な性状を持つ岩塊を用いた盛土地盤の沈下についての研究

なか せ 古 幸 次 郎*
 み き 木 幸 蔵***
 た なか たか お
 田 中 隆 夫*****

か もん こう じ
 嘉 門 弘 司**
 よし はら かず たか
 芳 原 和 貴****

1. まえがき

現在の土質力学で解明困難な問題は数多いが、その中でも早急に解明しなければならない問題として、人工地盤の支持力や沈下特性をあげることができる。

人工地盤という言葉は自然地盤に対して、最近用いられるようになってきたが、洪積層丘陵や軟岩硬岩からなる山地の造成地盤、海岸低地部の埋立による埋立地盤、または産業廃棄物による地盤などのように、人力や機械力で急造された地盤を総している。

山地の造成地では、種々の岩種の大小の岩塊を深い谷間に積み上げ、人工地盤が形成されるが、造成地内で相当な面積を占める盛土地盤は、果たして使いものになるかどうか、沈下量はどの程度で、どれほどの期間で落ち着くのかなど明確にしなければならない重要問題がある。しかし、これらに対して何らの判定基準も方法もないのが現状である。特に関西地方では、盛土材料として使用する岩塊が風化に対して特殊な性状を示す、いわゆる特殊軟岩を使用せねばならない場合が増加してきている。この場合問題がより一層複雑となり、全く予想すらつげがたい。しかしながら、この問題を放置して置くわけにはいかないので、筆者らが協力し合い、大型圧密振動試験機を試作し、住宅公園花山東団地の現場で数多くの実験を行ない、検討を加えた。その結果が一応まとまったので、ここに報告する次第である。なお、本試験機の製作ならびに実験方法などについては、川崎地質(株)顧問の森田紀元氏に種々のご指導やご助言をたまわった。本文に入る前に厚く感謝する次第である。

2. 岩塊盛土の沈下機構について

まず、岩塊を使用した盛土地盤の沈下を左右する要素として、以下のような諸点があげられる。すなわち、

1) 盛土材料 (岩種, 岩塊の径, 風化に対する抵抗性)

- 2) 盛土厚さ
 - 3) 施工状況 (転圧効果度, 施工後の経過月日)
 - 4) 浸透水流下状況 (降雨, 地表水の流入状況, 地下水位)
 - 5) 振動作用 (建設機械の振動, 地震力に対する影響)
 - 6) 載荷重の作用
 - 7) 施工前の地山の形状とコウ配
- などの点である。

これらの事項は、それぞれどのような関連性をもち、どれが一番沈下に対して影響力が大きいかという点について検討を加えた。

盛土材料として、土砂を用いた場合、それが粘性土か砂質土か、粒度配合はどうかといったような土性については問題になるが、よく転圧、締め固められた人工地盤と自然地盤との間にはそれほど大きな差異はない。したがって各深度ごとの正確な現場密度値などが得られれば、沈下量の予測はそれほど困難ではない。ところが、岩塊を主体とした盛土材料の場合は、転圧締め固めが困難で、盛土地盤中に大きな空ゲキを残しやすく、地山と比較した場合、その状態は著しく差異があると同時に不安定である。岩塊盛土地盤の沈下は、まずこの施工時に残される空ゲキの大小に左右されるであろう事が容易に推定される。図-1(a)は岩塊と岩塊との間に空ゲキがない盛土が施工された場合を想定したものである。しかし、実際には岩塊を用いた盛土地盤では、原岩を一端切りくずし、運搬して盛り上げるから、いかに厳密な施工による転圧を行なっても、それが原岩状態に回復する事は絶対にあり得ない。つまり盛土地盤の密度が原岩の密度と等しくなる事はあり得ない。したがって盛土の安全状態というものを密度で判断するならば、その

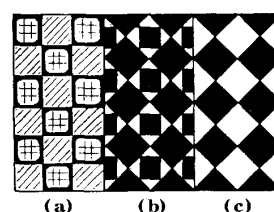


図-1 岩塊盛土の空ゲキ模式図

* 理博 大阪大学助教授 教養学部
 ** 住宅公園大阪支社 係長
 *** 理博 川崎地質(株)大阪支店 取締役支店長
 **** 川崎地質(株)大阪支店 試験課長
 ***** // 計測課 課長代理

限界値は原岩の密度といい得る。またその時の空ゲキ率（間ゲキ比ではない）はゼロとなる。図一1(b)は、大小の岩塊が比較的良好に混合され締め固められた場合を想定した図である。この場合では岩塊と空ゲキとの比は1:1/2となる。図一1(c)は、同じような大きさの岩塊が投げ出的に、ほとんど転圧締め固めも行なわれず盛土された場合の模式図である。このような最悪の場合には、岩塊と空ゲキとの比は1:1となる。つまり最悪の状態の盛土密度は、岩塊密度の半分と考えることができる。もちろん、大小の岩塊が組み合わせられて盛り上げられた場合、その状態によっては図一1(c)よりも空ゲキが大きくなる事もあるが、盛土状態を密度や空ゲキ率で判断するに際しては、大体この値を下限値と考えて差しつかえないと思われる。

以上のように、沈下量を計算する場合、岩塊盛土地盤がどのような空ゲキ率と見かけ密度値をもっているかということは、まず知らなければならない重要事項である。

つぎに、岩塊盛土の沈下がどのようにして発生して行くのか考えてみることにする。

まず、岩塊のすべてが風化に対して、非常に強い抵抗力をもっている場合、角と角とがかみ合った岩塊は振動荷重などによって、多少、そのかみ合わせが強くなるであろう。しかし、時間が経過しても盛土内部の状態は、大きな変化をきたさないであろう。ただ、このような状態では、岩塊と岩塊との間の空ゲキが大きいため、盛土上部に細粒土砂などが引きならされた場合、雨水によりその土砂が岩塊盛土の空ゲキに流入し、あたかも表面が沈下したような状態を示す。したがって、風化に対する抵抗力の大きい岩塊盛土の場合、施工時にできるだけブルドーザーで何回も振動荷重を与えておくか、または盛土中の孔内で発破をかけ、強制的に締め固めるなどの処置をとっておけば、大きな沈下もなく、建築基礎地盤としても使用可能となるであろう。ただし、深い基礎が必要となる重量構造物の場合の基礎工事費は、高価なものにならざるを得ない。

ところで、今回取り扱った岩塊は、風化に対する抵抗力の弱い、第三紀層の岩塊である。もちろん、風化しやすいといっても、新鮮な山腹から切り出された岩塊は一般にリッパー作業が困難なほどかたく、角ばったものである。

今仮に、上記した最悪の状態で積み上げられた岩塊の角が、浸透水の流下・乾燥の繰返し・振動荷重などによって

風化し、砕かれ、丸くなっていく場合を想定して見ると、模式的には、図一2に示すようになる。

図一2(a)で示した状態のものが、図一2(c)の状態になるためには、隅角部約30%の体積が細片化し、土壌化しながら空ゲキ中に流入する。丸くなった岩塊が、図示したように、ボールを積み上げたような状態で安定すると仮定した場合、 nb の高さのものが na の高さに減少することになる。つまり $a:b=1:1.4$ で、約 $0.3H$ の沈下が発生する。

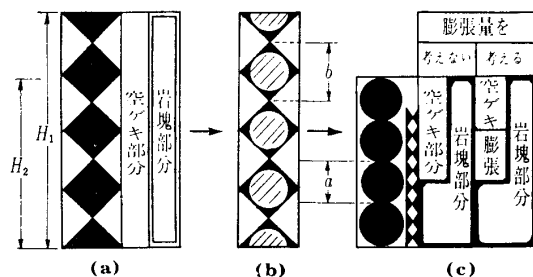
この場合、岩塊の表面膨張、細片化し土壌化した部分の膨潤について考慮しなければ、図一2(c)の左に示すような空ゲキが盛土中に残存することになる。ところで、岩塊の平均見かけ密度を2.2、細片が土壌化し空ゲキに流入した部分の見かけ密度を1.6とするならば、細片の体積は約40%増加することになり、全体では約10%の体積増加があるという結果になる。つまり図一2(c)の右に示すような状態となり、盛土中の空ゲキはほとんど消滅してしまう。したがって、盛土材料として使用する岩塊が膨潤性をもったものならば、ほとんど締め固めが行なわれない最悪の状態でも積み上げられたものでも $0.3H$ も沈下すると、岩塊と岩塊の間の空ゲキはほとんど消滅し、沈下が停止するといえる。つまりこの種の盛土地盤の沈下現象を解析する場合、風化膨潤膨張という問題を無視することはできない。

つぎに、盛土地盤中に岩塊のまま残された部分について考えれば、表面の風化部分は別として、内部は硬く過圧密された状態であり、上記のように盛土中の空ゲキが消滅した後は、むしろ膨張膨潤しようとする圧力が徐々に高くなる。また一方、岩塊と岩塊の間に流れ込みその部分を閉そく化した細片は、部分的には液性限界値に近い含水比をもち、その部分のみを取り上げれば、圧密沈下するような土性のものであっても、固い岩塊が組み合わせられた骨組の間を充てんしているだけだから、岩塊の膨張膨潤によっておさえつけられ、圧縮され、間ゲキが減少し、将来固くなることはあっても、その存在が盛土沈下の原因となることはない。

筆者らは、岩塊盛土の沈下機構について、以上のように考え、沈下量を正確に求めるには、つぎの諸点を明らかにしなければならないという結論に達した。すなわち、

- 施工された岩塊盛土の空ゲキ率と見かけ密度
- 岩塊の種類と混合の度合
- 各岩石の膨張・膨潤率
- 静荷重・浸透水の流下、振動荷重作用のうち、沈下の促進に最も有効な作用、またそれぞれの沈下量。
- 岩塊盛土中の空ゲキが消滅した時点での見かけ密度。またその時点での間ゲキ比。

などの諸点である。これらの点を明確にするため、下記のような実験を行なった。



図一2 岩塊盛土の沈下模式図

3. 風化膨張膨潤試験

よく膨潤(Swelling)と、吸水膨張(Expansion on water absorption)とは混同して使われているが、基本的には異なった現象である。

すなわち、岩石を構成している固体鉱物粒子結合体が水と接触した場合、

- ① 結合度合が変化しない。
- ② (a) 結合度合が弱められ、岩石が全体として膨張する。
- (b) 鉱物粒子自体の中に水が取りこまれると共に (a)の現象も同時に起こって膨潤する。

- ③ 粒子間の結合が弱まり崩壊する。

というような状態を示す。

吸水膨張と膨潤状態を図示すると、図-3のようなになる。岩石の吸水膨張は、岩石の組織構造に支配され、タイ積岩では層理に直角方向に、節理片理が発達する。火成岩や変成岩では、一般にこれらの卓越方向と直角な方向に最大の吸水膨張を示す。この原理は構成鉱物と水との界面張力の問題であり、これにより岩石が膨張する割合は、最大10%程度であるとされている。一方膨潤は層間結合水が結晶構造の中に取りこまれ、毛細管現象で取りこまれる吸着水と連絡して、大きな容積変化を起こす場合であり、その圧力も吸水膨張と比べて大きく、周囲を拘束した場合の岩石の膨張圧は、コンクリートの強さ以上になることも知られて

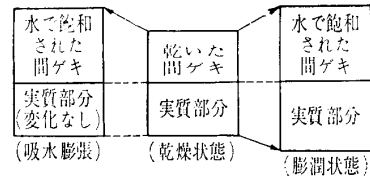


図-3 膨張・膨潤説明図

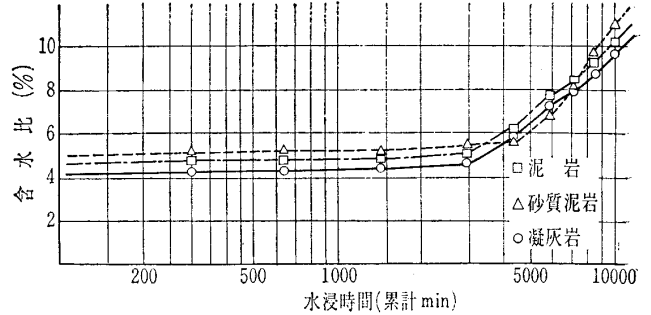


図-4 花山東団地風化試験(水浸時間~含水比)

いる。しかし理論的には、上記のように区別されていても、実際には膨潤には吸水膨張を伴っているものと思われる。

風化試験には、まず盛土材料として使用する岩塊の、吸水膨張と乾燥の繰返しによる形状変化を肉眼で確認するため、蒸発皿の中に岩塊を入れ、それを半ば浸水状態で放置し、時間経過に伴った変化を観察する事から開始した。結果は写真-1~2に示すように、これらの岩塊が膨潤性鉱物であるモンモリロナイトを多量に含有するため、風化の

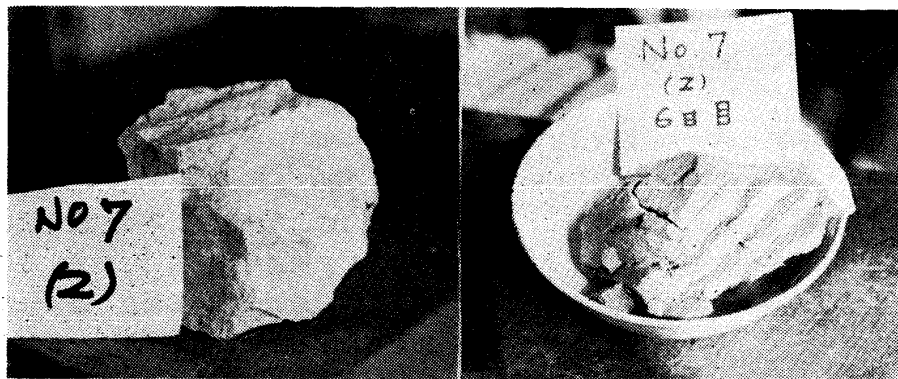


写真-1 風化試験(凝灰岩)

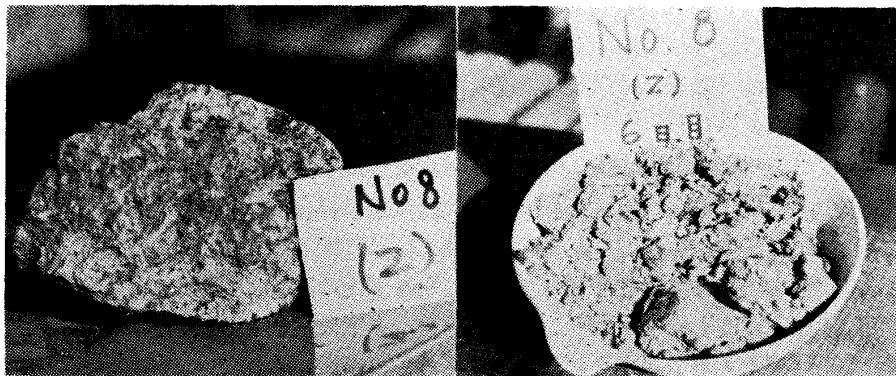


写真-2 風化試験(凝灰質砂岩)

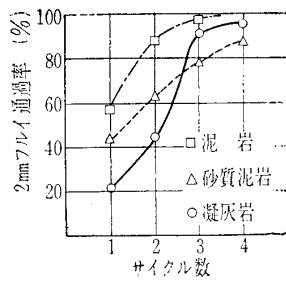


図-5 花山東団地風化試験 (分解試験)

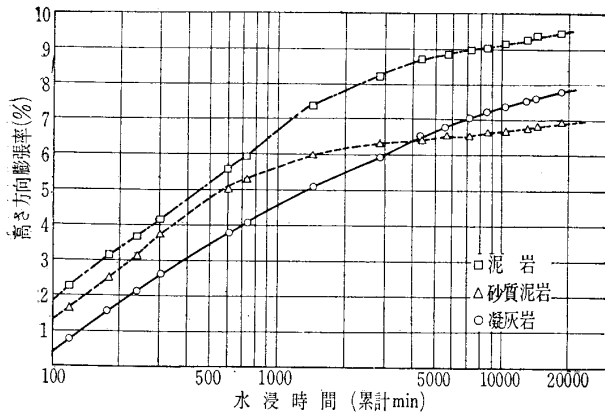


図-6 花山東団地風化試験 (膨張率)

進行速度は速く、6~10日間でほとんど土砂化してしまつた。この際、測定した供試体の含水比増加状況を示したのが図-4である。ただ全然水浸させずそのまま空气中に放置した試料は、10日間位では目立った風化は認められず完全に水浸させた試料の分解度も、半水浸のものとは比べて目立っておそかつた。これは恐らく完全水浸の場合、乾燥という作用がないため、このような結果を示したものと思われる。

つぎに、吸水膨張、乾燥の繰返しを、土砂化現象に与える影響度合とを明確にするため、36時間完全水浸させた試料を36時間低温乾燥させる作業を1サイクルとし、その繰返しにより、細片化や土砂化が進む岩盤の分解度を、2mmフルイを通過する土砂の百分率で表わす実験を行なつた。結果は図-5に示した。

上記の作業を4回も繰返すと、取り扱った岩石はいずれもほとんど土砂化してしまう事がわかつた。

図-6は、あらかじめ細片化しておいた岩片をCBR試験機のモールドに十分突き固めてつめこんだ後、水浸させて高さ方向の膨張率を測定したものである。神戸層群の泥岩の場合、実に10%もの膨張率を示した。

これらの試験結果から前項で仮定した事、つまり盛土材料中に、これらの分解しやすい膨潤性の高い岩塊が、多量に混入すると、岩塊の細片化による空ゲキの充てんと共に、膨潤による空ゲキの充てん作用も同時に進行するという事、さらに空ゲキの減少と共に、沈下速度も徐々に減少し、空ゲキの消滅と共に沈下もまた終了するという事などがわかつた。したがって膨潤性が高く、分解しやすい岩塊の混合

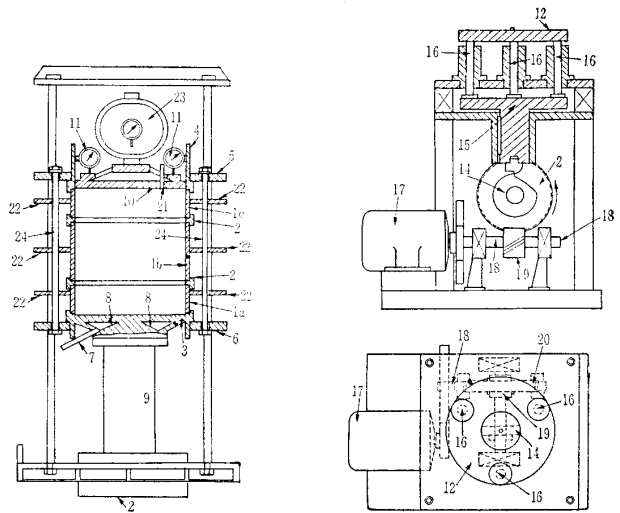


図-7 大型圧密振動試験機構造図(その1)

図-8 大型圧密振動試験機構造図(その2)

割合の多い盛土地盤の方が、沈下量も少なく、沈下もまた早期に完了し、逆に分解度や膨潤率の低い岩塊の混入が多いほど、沈下量は大きく、沈下終了までの時間もまた長くなるという事がわかる。

4. 大型圧密振動試験機の構造と試験方法について

一般の圧密試験機は、供試体を入れる圧密リングが、内径60mm高さ20mmと小さく、均質な粘性土でなければその効果が十分発揮できない。しかし、この大型圧密振動試験機は、モールドの内径500mm、高さ460mm(260mm、100mm、100mmの3層の組合せ)と大きく、盛土のように不均質な土塊や岩塊で構成される供試体に対して種々の測定が可能で、静荷重、振動荷重、浸透水圧を与えてその沈下特性の検討を行なつた。

図-7で(1a)、(1b)、(1c)として示したものがモールドでこのように最高計3段の組合せが可能である。もちろん、この組合せは、自由に変更することもできる。モールドを数段重ねて用いる場合、各モールドの間には、水もれを防止するために、オイルシールおよびOリングをそう入してある。これらのモールドは、台板(3)に載せ、おさえ金具(4)のフランジ(5)と、台板のフランジとの間の締付けボルト(4)による締付けのもとに、台板およびモールドおさえの間、取りはずし自在に固定されている。

台板には、排水管(7)が付設され、排水管は直径の小さい通孔(8)を介して、モールド内部の空ゲキと連通されている。

モールド内の試料に荷重を加える載荷板(10)は、モールド内に摺動自在にはめこまれている。ダイヤルゲージはおさえ金具に取りつけられ、載荷板の真上に配されている。モールド内の試料に摺動を与えるための振動系は、図示の場合、上下に振動する振動板(12)を備えた形式の振動機(13)によるものが用いられている。振動機の振動板は、カム(14)により、押板(15)および押棒(16)を介して上下動され、カムはモー

ター(17)に連結されたスピンドル(18)により、スピンドル上のウォーム(19)およびこれとかみ合うウォームホイール(20)を介して回転される。上記カムの回転数は一定でも、また可変でもよく、可変する場合カムの伝導系中に、変速機を組み入れるか、あるいはモーターに可変タイプのものを充当するなどの方法により目的を達することができる。

モールド内の試料に、浸透水圧を与えるための給水系は図示の場合は、給水管(21)の形式になっており、この給水管には、流量調節弁を有する導水管が接続される。この給水管は載荷板に取りつけられている。

この試験機を用いた試験は、次の順序で行なった。



写真-3 テストピット孔内状況



写真-4 試料の混合状況

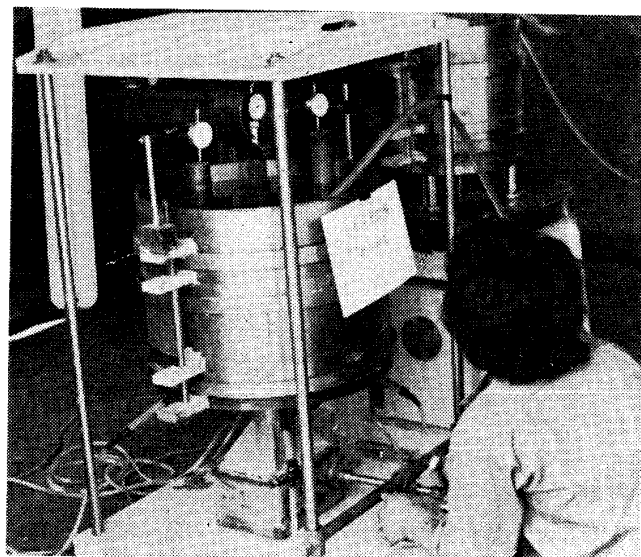


写真-5 試験状況



写真-6 試料のフルイ分け

- ① 写真-3に示す盛土地盤中のテストピットから、および地区内の露頭から必要な試料を採取し、50mm以上のものを除いて調整する。
- ② 調整した供試体の含水比を一定にして、所定の密度になるようにモールドに詰める。
- ③ 載荷板(0.02 kg/cm²)とダイヤルゲージをセットし、100 kg (0.05 kg/cm²)の静荷重で2時間圧密される。
- ④ 振動機にモールドをセットし、落下高5 mm、10回/minの振動を60分与え、振動によって生ずる沈下を測定する。
- ⑤ 圧密台にモールドを載せ、水で飽和させると共に、モールド上部から一定量の水を24時間供給しつづけ、供試体に浸透水圧を作用させ、沈下量を測定する。
- ⑥ 油圧ジャッキを用い、0.5~10.0 tonまでの荷重を5段階にわけて、それぞれ90分ずつ圧密沈下量の測定を行

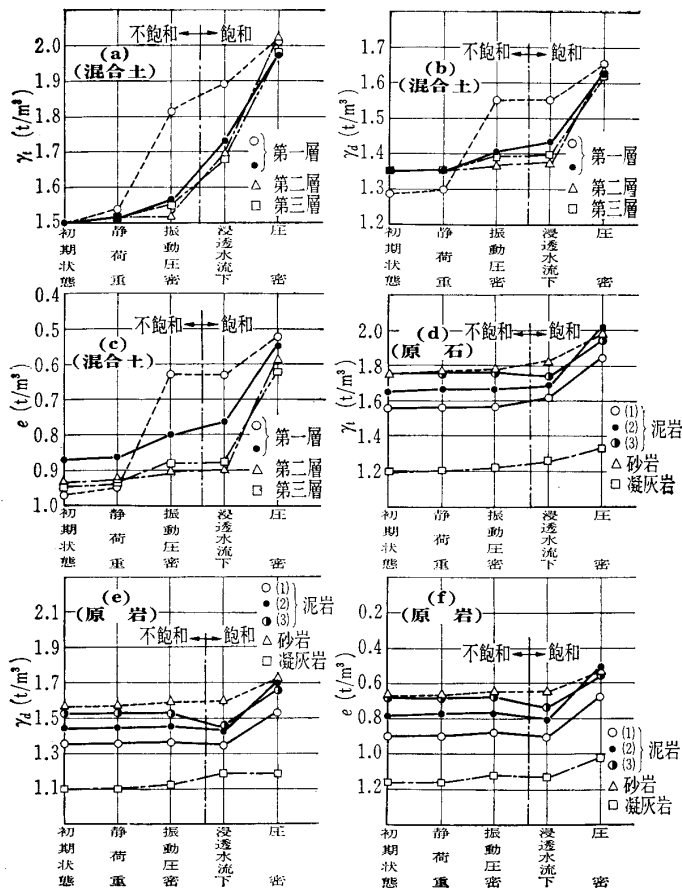


図-9 大型圧密振動試験結果

なり。

5. 試験結果について

テストピットによる観察および調査ボーリングの結果予測し得た現場の盛土地盤をモデル化し、混合土を作成した。試験結果を、湿潤密度 γ_t の変化図として書き表わすと図-9(a)のように、同じデータを乾燥密度で整理すると、図-9(b)のように、間ゲキ比(e)の変化図として表わすと、図-9(c)のようになる。

この試験結果から、つぎのような事柄が判明した。すなわち、

- ① 供試体の材料、混合比などの条件を種々変えても、最終的には $\gamma_t \approx 2.0 \text{ t/m}^3$ に収れんする。
- ② 静荷重→振動→浸透水流→5段階荷重による圧密、の4過程のうち、総合的には最終の圧密下における沈下量が最も大きく、盛土の状態によっては、振動荷重によって最も大きく沈下する。
- ③ 浸透水の流下が始まると、初期段階では例外なく、供試体の膨張膨潤により体積が増加する。しかし、混合試料の場合は、膨潤度の高い岩石の混合割合が少ない事もある。一たん逆の動きを示したダイヤルゲージも、引き続き流下する浸透水による細粒土砂の流下によって、再び沈下を始める。
- ④ 浸透水流下による供試体の体積増加量は、岩種の混

合割合だけでなく、初期の含水比、密度と関連性をもっている。すなわち、初期密度に比例し、含水比に反比例する。

⑤ 供試体の間ゲキ比 e は、 γ_t 値と同様、試験開始時の状態に関係なく、最終的には $e = 0.55$ 程度となる。この時の e 値は間ゲキ比で、試験開始時にあった岩塊相互間の空ゲキは完全に消滅している。

⑥ 供試体の空ゲキは、振動過程で急激に減少し、浸透水の流下作用と細粒子の膨潤でほぼ消滅する。その後は最終の圧密過程で、空ゲキに残存していた余分の間ゲキ水の排除や軟弱部分の圧密が行なわれて、供試体は強固なものとなる。

などの諸点である。

上記のように、この試験結果で示された体積圧縮量は、最終過程の圧密において最も大きい。現実的には盛土地盤へ直接 $30 \sim 40 \text{ t/m}^2$ もの荷重を作用させる事はまずないと思われるので、この点を加味すれば、盛土地盤の沈下問題を検討する場合、振動過程→浸透水流下過程における圧縮量や膨張量が重要な検討要素となる。つまり実際に盛土地盤を沈下させる作用は、振動や浸透水の流下作用であろう。

図-9(d)(e)(f)は、地区内で採取した原岩の試料を調整し、試験した結果を、 γ_t , γ_d , e について整理したものである。

泥岩、砂岩はいずれも上記した混合土とほぼ似た結果を示し、最終的な値は約 2.0 t/m^3 , e 値は0.55の値を示す。

しかし、泥岩の供試体は、いずれも岩塊の分解によって生じた細粒土が、残存する空ゲキを埋めるために生ずる沈下量よりも、浸透水の流下による供試体の体積増加の方が大きいため、ダイヤルゲージは逆向きの動きを示す。したがって泥岩の e 値変化を見ればわかるように、試験過程において、岩塊相互間の空ゲキは着実に消滅していついなるにもかかわらず最終的な圧密過程までの間ゲキ比は、ほとんど横ばいか、もしくは増加の傾向を示す。

凝灰岩の試験データが、とびはなれた試験結果を示すのは、原岩の密度値が、砂岩・泥岩に比べて小さいためである。

以上のような結果がわかったので、これらの試験結果、テストピット、その他原位置試験の結果などを加味検討して沈下計算を行なった。

6. 沈下計算について

A) 密度値にもとづく計算

沈下計算の対象となる岩塊盛土地盤の上部6mまでについては、写真-3に示したように、テストピットを掘り原位置で正確な密度測定を行ない、その値を求めた。6m以下の盛土地盤については、データの対比を可能とするため、テストピット孔の横で行なった原位置試験(貫入試験・KKT試験・透水試験・P.S.検層・電気検層)の結果から下記のような方法で、密度値の推定を行なった。

表-1 盛土地盤調査結果表

	P.S 検層		K.K.T		電気抵抗 Ω-m	透水系 数 cm/sec	乾燥 密度 g/cm³	岩種組成	
	P 波 m/sec	S 波 m/sec	kh30 kg/cm³	Py kg/cm²				現場 観 察	打込みサ ンプラー 分析結果
0.00 第 I 層 -6.00	480	170	3	2	15	10 ⁻⁵	1.33	Md 34	27.4
			5	5	25		1.40	Ss 36	44.4
									Tf 30
第 II 層 -12.00	480	250	3	3	15	10 ⁻⁵			Md 34.7
			8	6	30				Ss 34.0
第 III 層 -18.00	900	310	4	4	15	10 ⁻⁵			Md 19.5
					30				Ss 53.5

Md: 泥岩 Ss: 砂岩 Tf: 凝灰岩

表-2 盛土密度計算表

	S波速度 (Vs)		弾性係数 (ED)		密度の 増加割合	密度値 γt(g/cm³)
	測定値	増加割合	測定値	増加割合		
第 I 層	170m/sec	1.00	1660	1.00	1.00	1.60
第 II 層	250	1.47	3251	1.96	1.10	1.76
第 III 層	310	1.82	5367	3.23	1.03	1.64

表-1は、それらの試験結果をとりまとめ示したものである。表からわかるように、この岩塊盛土については、I、II、III層にそれほど大きな相違は認められず、わずかにP、S波速度が深くなるにつれて大きな値になる傾向を示している。そこで密度値を実測できなかったII、III層については、P、S波速度からその値を求める。

弾性論から導かれる式として、S波速度(Vs)、動弾性係数(ED) 動ポアソン比(μD) と供試体の密度との間には、

$$V_s = \sqrt{\frac{E_D g}{\rho} \cdot \frac{1}{2(1 + \mu_D)}} \dots\dots\dots(1)$$

なる式がある。この式から(2)式が導き出される。

$$\rho = \frac{980 \cdot E_D}{2 V_s^2 (1 + \mu_D)} \dots\dots\dots(2)$$

測定結果より、μD≒0.43 であるから

$$\rho = \frac{980}{2.86} \times \frac{E_D}{V_s^2}$$

すなわち、密度 ρ は動弾性係数 ED に比例し、S波速度 Vs の2乗に反比例する。そこで測定結果からII、III層

の密度増加割合を求めると表-2のようになる。計算の基礎となる第I層の密度値は、現場における密度値と、実際にモデルを作り試験し求めた値から、γt≒1.60 t/m³ とした。以上この岩塊盛土が、振動および浸透水流下によって、γt≒1.8 t/m³ まで締まり、最後に強力な載荷重によって、γt≒2.0 t/m³ に増加するわけであるが、実際的な沈下量の計算の目標値としては、γt≒1.8 t/m³ で良いと思われる。しかし、ここでは一応両者について計算を行なった。すなわち第I層は、

$$S_1 = 6.0 \text{ m} \times \left(1 - \frac{1.6}{2.0}\right) = 1.20 \text{ m}$$

$$S_1' = 6.0 \text{ m} \times \left(1 - \frac{1.6}{1.8}\right) = 66 \text{ cm} \text{ となり,}$$

第II層は、

$$S_2 = 6.0 \text{ m} \times \left(1 - \frac{1.76}{2.0}\right) = 72 \text{ cm}$$

$$S_2' = 6.0 \text{ m} \times \left(1 - \frac{1.76}{1.8}\right) = 13 \text{ cm} \text{ となり,}$$

第III層は、

$$S_3 = 6.0 \text{ m} \times \left(1 - \frac{1.64}{2.0}\right) = 1.08 \text{ m}$$

$$S_3' = 6.0 \text{ m} \times \left(1 - \frac{1.64}{1.8}\right) = 54 \text{ cm} \text{ となる。}$$

したがって盛土全体の極限沈下量は、

$$S_1 + S_2 + S_3 = 1.20 + 0.72 + 1.08 = 3.00 \text{ m} \text{ で,}$$

実際的な沈下量 (γt=1.8 t/m³ を目標とする場合) は、

$$S_1' + S_2' + S_3' = 0.66 + 0.13 + 0.54 = 1.33 \text{ m}$$

No. 852

とその値を求めることができる。

B) 間ゲキ比にもとづく計算

試験で示された間ゲキ比 e 値を見ると、初期状態 $e \approx 0.9$ という値は、空ゲキ比と間ゲキ比がミックスされた値がでており、岩塊の膨張膨潤という事は考えていない値である。しかし、最終的な状態 $e = 0.55$ という値は、圧縮と膨潤によって空ゲキ比が0となり、全体的な間ゲキ比だけを表す値となっているので、両者の値には根本的な違いがある。したがって間ゲキ比 e 値を用いて、沈下量を計算するに当たっては、初期状態の間ゲキ比というものを補正する必要がある。補正に当たっては、つぎのような考え方を適用する。つまり、平均密度 $\gamma_t \approx 2.2 \text{ t/m}^3$ の岩塊の集合体が、最終的に $\gamma_t \approx 2.0 \text{ t/m}^3$ の塑性体となったわけだから、固体部分は10%体積増加したと考えてよい。したがって $e = 0.9$ の値を1.10で割った値 $e' = 0.82$ を初期補正間ゲキ比と考えるべきである。また、間ゲキ比を用いた沈下量計算に当たって、密度値と同様、極限的な値 $e = 0.55$ となる事は、現実的にまず考えられないので、この場合も試験結果から目標値として $e \approx 0.7$ の値が推定される。そこで以下これらの値を用いて計算を行なうと、

$$S = \frac{e_1 - e_2}{1 + e_1} \cdot H = \frac{0.82 - 0.55}{1 + 0.82} \times 1800 \text{ cm} = 267 \text{ cm} \\ = 2.67 \text{ m}$$

$$S_1 = \frac{0.82 - 0.70}{1 + 0.82} \times 1800 \text{ cm} = 118.7 \text{ cm} \approx 1.19 \text{ m}$$

となる。

密度値から求めた値と、間ゲキ比から求めた値の両者から、実験地盤の現実的な沈下量は1.20~1.30 m位、理論的に求め得た最終的な沈下量は2.70~3.00 mとそれぞれ求めることができる。

7. あとがき

都市化の進展に伴って、宅地造成は次第に山岳地で実施されることが多くなり、難解な問題が次々と持ち上がっている。ここで取り上げた岩盤盛土の問題もその一つである。今回の研究でこの問題が、完全に解明したとは決して思っていない。今回調査した盛土地盤が、予想通りの沈下を生ずるかどうかが観測を続けて、はじめて結論づけられることである。しかしながら、一応納得できる予測をなしえることができたので、今後他の地区でも同様の実験を継続し、今回の方法が有効であることを明らかにして行きたいと考えている。

またこの厚い岩塊盛土地盤を建築地盤として活用する場合、どのような基礎工法が最も経済的かつ安全かという事を明確にするため、現在実験計画を立案中である事を付記しておく。

今回の研究が、同様な問題に取り組んでおられる方々に多少とも参考になれば幸いである。

(原稿受理 1974.12.3)

土質工学会教育関係資料編集委員会編
土質工学会発行

『土の試験・調査実習書』発刊のお知らせ

土質工学会では、すでに室内試験用の解説書として、「土質試験法」を、また野外調査試験の解説書として、「土質調査法」を発行しています。しかし、これらの解説書には試験法の判定の経緯や改訂点、問題点が詳細に述べられ、各章のページ数も多く、やや熟練者向けの参考書となっております。

そこで、初心者向にもう少し簡潔で、わかりやすく実習に適したものが望まれていました。本書はこのような趣旨のもとに、大学・高専・高校、および企業における初級技術者の土質試験(土壌物理試験を含む)、土質調査の実習教育に適するよう編集したものです。

本書の内容は、室内試験と野外調査の重要なものが網羅されて実習できるように、各章を選定しました。同時

に、実践面でもわかりにくいところを明確に説明するように努めました。試験方法、測定方法の手順は特にフローチャートを用い、図、写真、注などをそう入して視覚にうったえながら説明文を簡明にし、試験や調査の流れを把握しやすくしました。また各章の終わりには結果の利用方法や計算例を簡単に付け加え、試験調査の意義と応用に役立つよう配慮しました。さらに巻末には各試験、調査項目のデータシートがつけてありますので、報告書の提出に利用できます。

本書は土質工学会教育関係資料編集委員会が企画し、検討を加えたもので、内容は充実したものと確信しています。

皆様に広くご利用くださるようお勧めいたします。

申込み先：社団法人 土質工学会
東京都港区西新橋1-13-5 (東亜別館)
〒105 TEL 03-502-6256~9 振替 東京40786

体裁 B5判 本文300ページ データーシート53枚
定価 1800円 会員特価 1500円 送料1冊 240円
一括購入の場合1500円