

締固めた軟岩材料の力学的安定性に及ぼす岩の性質と締固め度の影響

村上 幸利¹

¹ 正会員 工博 山梨大学教授 工学部土木環境工学科 (〒400 山梨県甲府市武田4)

水浸による圧縮沈下、載荷重作用による圧縮沈下および支持力に注目しながら、締固めた軟岩材料の安定性に及ぼす岩の性質と締固め度の影響について調べた。その結果、それらの力学量は締固めた軟岩材料の空気間隙率とある特定の関係を有すること、また、圧縮沈下量を最小限に留め、支持力を最大限に保持させ得る空気間隙率の上限が、岩の代表的性質であるスレーキング性と破碎性によってほぼ規定されることが分かった。

Key Words : bearing capacity, compaction, earthfill, grain breakage, settlement, slaking, soft rock, submergence

1. はじめに

新生界・新第三系の泥岩や砂岩あるいは第四系の熔結凝灰岩など各種軟岩が分布する地域では、道路建設や宅地造成に際して、一般にそれらの岩石が盛立て材料として用いられる。しかし、本質的に軟岩は強度に乏しく、風化・変質しやすい性質を有するために、施工の仕方によっては盛土内での地下水位や含水量の変動に伴って岩材料の細粒化と移動あるいは劣化が生じ、長期にわたる圧縮沈下の継続あるいは支持力の低下など盛土の安定性に関わる問題が起こりやすい。したがって、これらの問題の発生を未然に防止するためには、盛立て材としての軟岩の材質特性、締固め度合および盛土の安定性に関わる力学的性質それぞれを適切に把握する方法を模索するとともに、これら三者の相互関係をとらえて、安定的な盛土構造物を建築するための適切な施工の基準と手立てを確立していくかねばならない。

本論文では、軟岩材料を用いた盛土施工に関する重要な問題の一つとして、最適含水比のもとで締固めた岩材料を対象として、水浸時での圧縮沈下（以下、水浸沈下という）に特に注目しながら、軟岩の材質特性と締固めの程度がその力学的安定性に及ぼす影響について追究する。また、室内試験結果に基づき設定された基準を拠所にして実際に施工された盛土構造物の沈下観測結果について報告する。

2. 軟岩材料に関する評価法について

締固めた軟岩材料について、その材質、締固め度およ

び沈下性状や支持力の関係を定量的にとらえるためには、まず軟岩の性質に関する評価およびその締固め後ににおける状態の評価について検討しておく必要がある。

(1) 軟岩の材質評価

軟岩は一般に造岩鉱物同士の固結度が低いために岩石としての強度に劣り、外的要因の影響を受けて比較的容易に風化または劣化を起こす性質をもつ。軟岩の風化・劣化のうち、特に乾燥・湿潤状態の繰返しによって生じる岩石の細粒化・泥化をスレーキングと言うが、その性質の程度は盛土施工前後における材料の粒度・材質変化の大きな要因となって、盛土の安定性に強く関わる。また、岩塊の破碎性は重機転圧による盛土の締固め効果に大いに関係し、間接的に盛土材の風化や材質変化の進行速度に強く影響するので、スレーキング性と同様に盛土の安定性に関与する重要な岩材料の性質の一つである。したがって、盛立て材としての軟岩の材質を評価するうえで、スレーキング性と破碎性は留意すべき重要な性質として考えねばならない¹⁾。

(2) 締固め後における状態評価

盛土の安定性とは、せん断破壊による面部分の崩壊あるいは盛土表面での過度な圧縮沈下が生じず、必要な支持能力を有して、構造物としての機能が安定的に保持されることである。また、盛土を構成する材料の性質がいつまでも変わらず、施工当時の安定した状態が継続的に保証されることも必要である。

盛土の安定性には、材料そのものの強度や粒度などとともに、締固めの程度や含水状態が強く関係する。また、

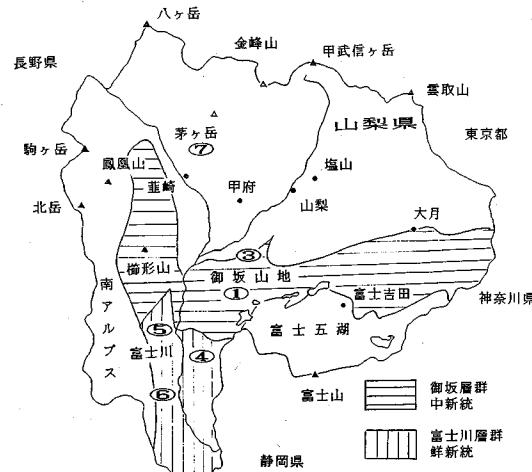


図-1 軟岩試料の採取位置

安定性の経時的変化には乾燥・湿潤状態の繰返し過程が外的要因として大いに関与するが、その影響の受けやすさは盛土の締固め度や含水状態などの内因的要素に大きく支配される。したがって、盛土構造物の安定性に関係する状態量としては、盛土の間隙部分、特に空気部分の相対量が力学的にみて重要である。このため、特に軟岩盛土の場合には、その体積に対する空気含有量の割合を百分率で表示した空気間隙率が締固めの程度を表す指標としてよく用いられる²⁾。なお、空気間隙率 V_a は、 $V_a = 100 \times \{1 - (\rho_d / \rho_w) \cdot (1/G_s + w/100)\}$ の関係があることから、盛土の乾燥密度 ρ_d および含水比 w (%) を測定することによって、比較的容易に求めることができる。ただし、ここに ρ_w と G_s はそれぞれ水の密度と岩塊粒子の真比重である。

3. 試料と試験結果

(1) 用いた試料

使用した軟岩試料は、山梨県御坂・巨摩山地の6地点から採取した新生界・新第三系および茅ヶ岳山麓の1地点から採取した新生界・第四系の岩石である。地質区分、岩石名および採取位置はそれぞれ表-1と図-1に示すとおりである。なお、図-1における括弧内の数字は表-1に示した試料番号であり、その採取位置を表す。この7試料について以下に説明するスレーキング試験、破碎試験および圧縮試験を実施し、さらにその中から、スレーキング性が顕著、中位および軽微である3試料（試料番号1~3）について、CBR試験、水浸沈下試験などの各種の力学試験を実施した。

表-1 軟岩試料の岩石名等

試料番号	地質区分	岩石名
1	中新統	泥岩
2	"	変朽安山岩
3	"	凝灰角礫岩
4	鮮新統	泥岩
5	"	泥岩
6	"	砂岩
7	第四系	凝灰岩

(2) 試験方法

材料の特質を把握するための試験として、スレーキング性および破碎性を調べる試験を行った。また、締固めた材料の力学的安定性を知る室内試験として、最適含水比のもとでモールド内で突固めた供試体について圧縮試験、CBR試験および水浸沈下試験を実施した。以下にそれらの試験の概要を説明しておく。なお、試料に関する種々の要因の影響がでないように、突固めにおいては、水浸沈下試験を除いて試料の非乾燥・非繰返しによる方法を採用した。

a) スレーキング試験

スレーキングとは前述したように岩の一一種の風化形態であって、岩石が乾燥と湿潤の状態を交互に受けることによって岩石内の空隙あるいは微小亀裂が徐々に開き、岩石を構成する微粒子の結合性が低下し、細粒化および強度低下を引き起こす現象である。自然条件下においては、これは天候の変動によって生じるために長時間の中で徐々に進行する。しかし、材料試験としては短期間にその程度を定量的に示さねばならず、一般に次のような方法が採用される¹⁾。

自然含水状態の岩試料を 19~37.5 mm の粒径に収まるようにふるいでもって粒度調整し、それを重量にして 29.4 N (= 3 kgf) 以上を用意する。これを摂氏 105 度で 24 時間炉乾燥する。その後、冷ましてから重量を測定する。次に常温のもとで試料を 24 時間水浸させる。その後に炉乾燥して、この乾燥・湿潤の繰り返しの過程を 5 サイクル行う。それを終了してから、9.5 mm ふるいを用いて、水洗いし、ふるいに残留した試料を摂氏 105 度で 24 時間炉乾燥して重量を測定する。以上の測定結果を用いて、次式によって定義されるスレーキング率を求める。

$$\text{スレーキング率 } S = B \times 100 / A (\%)$$

ここに、A は完全乾燥した試料の全重量、B は 9.5 mm ふるいを通過した乾燥試料の重量である。このスレーキング率という指標によって、乾燥・湿潤の繰り返しに伴う岩試料の風化性が定量的に評価できる。

表-2 岩試料の性質を知るための各種試験の結果

試料番号	岩石名	スレーキング率	破碎率	圧縮率	最適含水比
1	泥岩	93.1 %	30.1 %	17.2 %	11.1 %
2	変成安山岩	67.4	29.8	14.9	7.6
3	凝灰角礫岩	3.6	24.4	4.3	7.3
4	泥岩	100.0	51.2	11.5	---
5	泥岩	62.6	49.2	6.6	---
6	砂岩	58.8	44.0	6.3	---
7	凝灰岩	3.0	51.6	3.3	---

b) 破碎試験

軟岩においては外力の作用によって容易に岩塊が破碎し、粒度が大きく変化する。このため、軟岩を盛立て材として扱う場合、この粒度の変化すなわち材料の破碎性は重要な因子である。岩材料の破碎性は次のような試験で調べる¹⁾。

粒径 19~37.5 mm に粒度調整した新鮮な岩試料（自然含水状態）に所定のエネルギー（ランマー質量=4.5 kg、突固め層数=3 層、1 層当たりの突固め回数=42 回）を与えて内径 15 cm のモールド内で突固めて、供試体を作り、それを載荷装置に取り付ける。ピストンが 1 分間に 2 mm の速さで供試体を全面圧縮するように荷重を掛け、1.96 MPa (=20 kgf/cm²) まで圧縮する。その後、荷重を取り除き、載荷装置から供試体をはずす。モールドから取り出した試料をほぐして、そのまま 9.5 mm ふるいで分ける。ふるい分けた試料の残留分と通過分を炉乾燥して、それぞれの重量を測定する。以上の測定結果を用いて、次式で定義される破碎率を求める。

$$\text{破碎率 } H = D \times 100 / C (\%)$$

ここに、C はモールドに入れた全試料の乾燥重量、D は 9.5 mm ふるいを通過した乾燥試料の重量である。この破碎率によって、材料の破碎性が定量的に評価できる。

c) 圧縮試験

岩試料の風化性や破碎性が締固めた岩材料の圧縮性にどのように影響するかを知るために、次のような試験を行う。すなわち、破碎試験の場合と同じエネルギーを粒径 19~37.5 mm の岩試料（自然含水状態）に与えて 15 cm 径モールド内で突固めて、供試体を作成する。この供試体の上面全体に 294 kPa (=3 kgf/cm²) の荷重を掛けた状態で、摂氏 105 度の温度下で 24 時間炉乾燥し、常温で 24 時間水浸させる。このサイクルを 5 回繰り返した後に、供試体の圧縮沈下量を測定し、圧縮ひずみを求める。

なお、別の形態の圧縮試験として、上記と同じ粒径範囲をもつ軟岩試料に対して適当な突固めエネルギーを与えて、個々に密度が異なる供試体を多数作成し、それぞれの供試体に対して全く乾湿繰返しを与える、所定の荷重（本研究では、88.2 kPa および 166.6 kPa を用いた）

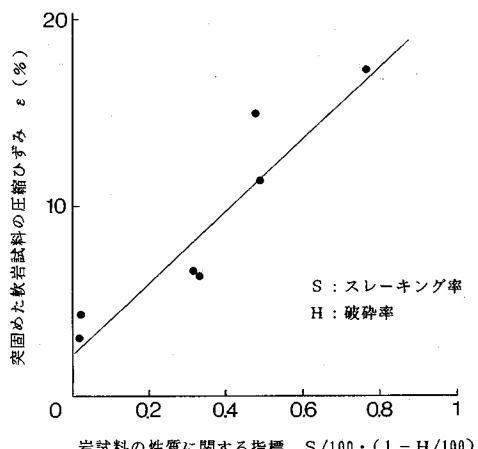


図-2 岩の性質に関する指標と圧縮ひずみの関係

のみを上面に作用させたときに生じる圧縮沈下量を測定する。

d) CBR 試験

上記と同じ要領で粒度調整した軟岩試料に適当なエネルギーを与えてモールド内で突固め、個々に密度が異なる供試体を多数作成する。それぞれの供試体の上面に重量 49 N (=5 kgf) の荷重板を載せ、2 日間水浸させる。その後、摂氏 105 度の温度下で 24 時間炉乾燥し、室温に下がるまで待った後、常温で 24 時間水浸する。この乾燥・湿潤の繰返しを 1 サイクルとして、これを 3 サイクル繰り返した供試体、ならびに全くこの乾燥・湿潤の繰り返しの処置を施さなかった供試体について CBR 試験を行う。載荷装置に供試体を取り付け、ピストンが 1 分間に 1 mm の速さで供試体に貫入するように滑らかに荷重を掛け、貫入量が 8 mm までは 0.5 mm ごとに、8 mm 以上は 1 mm ごとに力計の読みを記録する。その結果として、貫入量 5 mm における CBR 値を $(CBR)_5 = (貫入量 5 \text{ mm} \text{ における荷重強さ} / \text{標準荷重強さ}) \times 100 (\%)$ の式から求める。

e) 水浸沈下試験

含水量の減少を受けた軟岩材料は再度、水を多分に含むとスレーキングによって細粒化を起こす性質をもつ。軟岩盛土においては、地下水位や含水量の変動がある場合、細粒化した岩塊粒子は重力の作用を受けて下方に存在する隙間部分に向かって移動を起こし、盛土の長期的な沈下を発生させる。水浸沈下試験はその程度を定量的に把握するためのものである。

粒径 19~37.5 mm に粒度調整した軟岩試料を一度気乾状態にした後に、最適含水比になるように加水し、それを CBR 試験と同じ要領によってモールド内で突固めて、個々に異なる密度を有する供試体を多数作成する。得られた供試体に上載荷重 196 kPa (=2 kgf/cm²) を

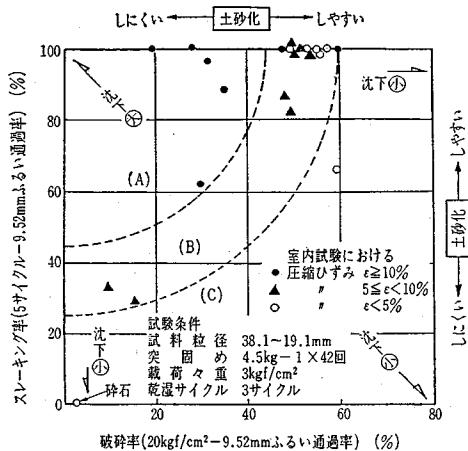


図-3 岩の性質と圧縮ひずみの関係（島・今川^[1]による）

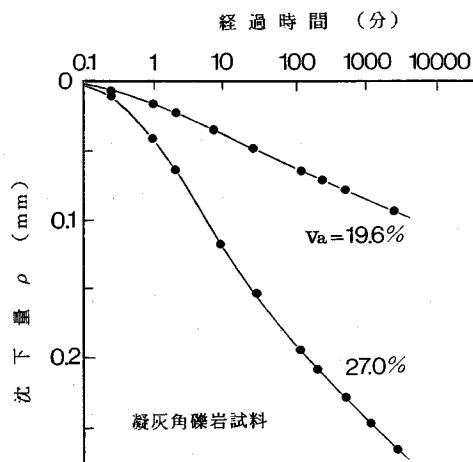


図-4 水浸沈下量の経時的変化

作用させたまま水浸させ、水浸後に継続的に発生する供試体の沈下量を 72 時間測定する。なお、上載荷重の大きさについては 196 kPa に特に限定するものではない。

なお、以上の試験のうち、a) スレーキング試験、b) 破碎試験、および c) 圧縮試験の一部は、日本道路公団で開発・基準化されている試験法であり、これまでの使用実績で高い評価を得ているので、本研究においてこれを用いるものである。

4. 試験結果および考察

表-2 と図-2 は、7種類の軟岩試料について行われた材質評価のためのスレーキング試験と破碎試験、および力学試験としての圧縮試験の結果およびそれらの関係を表したものである。供試体の圧縮ひずみ ϵ と材料のスレーキング率 S 、破碎率 H の間には、近似的に $\epsilon = a \{S/100 (1-H/100)\} + b$ の関係がある、締固めた軟

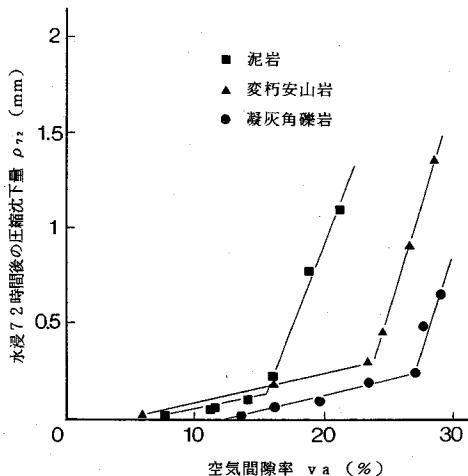


図-5 締固めた岩試料の空気隙率と水浸沈下量の関係

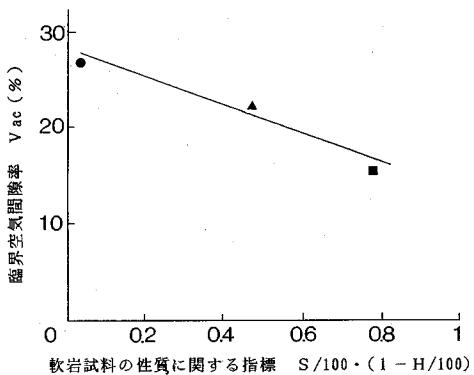


図-6 岩の性質に関する指標と臨界空気隙率の関係

岩材料の圧縮性は、そのスレーキング性と破碎性によって強く支配されることが分かる。すなわち、破碎性が低く、スレーキング性が高い軟岩材料ほど、締固め後における乾燥・湿潤の繰り返しのなかでその圧縮沈下が大きく表れることになる。この理由は、締固め時に材料があまり破碎されずに大きな岩塊のまま盛立てられると間隙量が大きくなり、その状態のもとでスレーキングのために岩塊の細粒化が進むと、細かい岩塊粒子は下方に存在する間隙を埋めるように移動を起こし、結果的に盛土体としての圧縮沈下が大きく発生するためである。これは、すでに島・今川^[1]が示した図-3 のような関係と本質的に同じくするものである。

次に、上記の試験で対象とした 7種類の軟岩試料のなかから、岩質、特にスレーキング性が互いに大きく異なる 3 試料（試料番号 1~3）を選び出し、それを最適含水比（表-2 を参照）のもとで適当なエネルギーを与えてモールド内で突固め、個々に締固め密度が異なる供試体を作成して、それについて水浸沈下試験を行った。試験結果のうち代表的なものを図-4 および図-5 に示

す。図-4は、水浸後において時間経過とともに進行する供試体の圧縮沈下量 ρ を表す。水浸直後における沈下速度は大きく、時間の経過とともに速度が漸次に低下する、いわゆる圧密とよく似た沈下性状が観測された。これは、供試体内部に水が浸透していく時間的遅れと水の浸入によって供試体内部の材料要素が細粒化を起こしていく2つの状況を複合的に反映しているものと考えられる。このような観測結果をもとに、水が供試体全体に十分に浸透すると考えられる水浸72時間後での沈下量 ρ_{72} を締固め直後における供試体の空気間隙率 v_a に対して示したものが図-5である。ある所定の空気間隙率以下では、水浸による圧縮沈下の発生量はほぼ一定で相対的に小さいが、それ以上の空気間隙率では急激な沈下量の増大がみられる。この臨界の空気間隙率を v_{ac} として、それを材料のスレーキング率 S と破碎率 H との関係で整理して表示すると、図-6のようになる。締固めた軟岩材料の水浸沈下を最小限に留どめる空気間隙率の上限すなわち臨界空気間隙率は、材料のスレーキング性と破碎性に強く関係することが分かる。この結果から次のようなことが言える。すなわち、破碎性が大きく、スレーキング性が小さい安定した盛立て材料であれば、締固め度が多少低めになっても水浸沈下の発生を小さく抑えることができる。しかし反対に、破碎性が小さく、スレーキング性が大きい岩材料の場合には、締固め度を相当に高めないと、大きい水浸沈下の発生が懸念されるようになる。このことは、盛土体の変形に関する安定性の観点からすると、図-2に示した結果と本質的に等価であると考えられる。なお、図-6が表す関係特性から、軟岩材料のスレーキング性と破碎性を把握できるならば、水浸沈下を最小限に抑えられる空気間隙率を前もって評価できることになって、このような結果は実務上有用になる。

また、スレーキング性が互いに大きく異なる泥岩と凝灰角礫岩の2試料の締固めた供試体について、載荷によって瞬時に発生する圧縮沈下量と空気間隙率の関係をとらえると、図-7のようになる。ここには、水浸沈下の場合と同様な関係がみられる。ただし、空気間隙率に対する圧縮沈下量の変化率が急変する臨界の空気間隙率は、水浸沈下の場合のそれと比べて小さく、相異することに注意する必要があろう。載荷による瞬時圧縮沈下では、材料のスレーキングが直接的には関与せず、締固めた岩材料の構造骨格の変形と岩材料の破碎に起因する面が強い。これに対して、水浸沈下の場合は、スレーキングによる岩塊の細粒化と粒子移動に起因する面が強い。したがって、両者の沈下形態の発生原因には本質的な違いがあり、両者の臨界空気間隙率が一致する必然性はない。本研究で得られた結果だけからみると、水浸沈下に關係した臨界空気間隙率は相対的に大きいために、

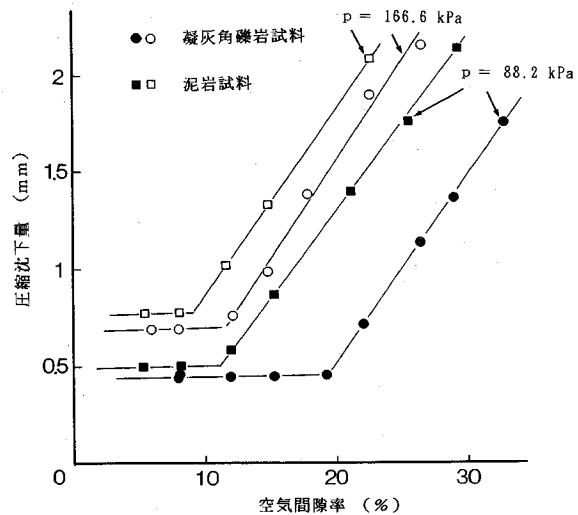


図-7 締固めた岩試料の空気間隙率と載荷による圧縮沈下量の関係

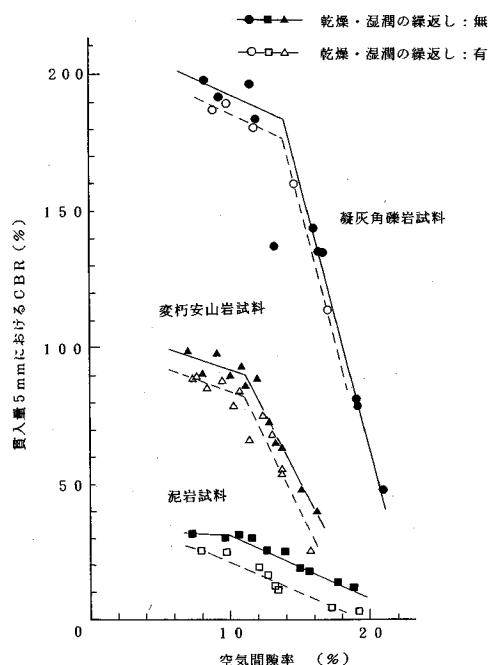


図-8 締固めた岩試料の空気間隙率と CBR 値の関係

実務面においては、これは施工基準の対象外になるようにも思われる。しかし、この点を明確にするためには、もっと多種の岩試料を用いて、より詳細かつ綿密な研究を進めていく必要がある。なお、図-7に示した載荷による圧縮沈下の特性は、既に他の研究者²⁾によって指摘されているところであることを付記しておく。

以上の結果は、締固めた材料の空気間隙率が変形に対する安定性に強く関与し、盛土施工において空気間隙率

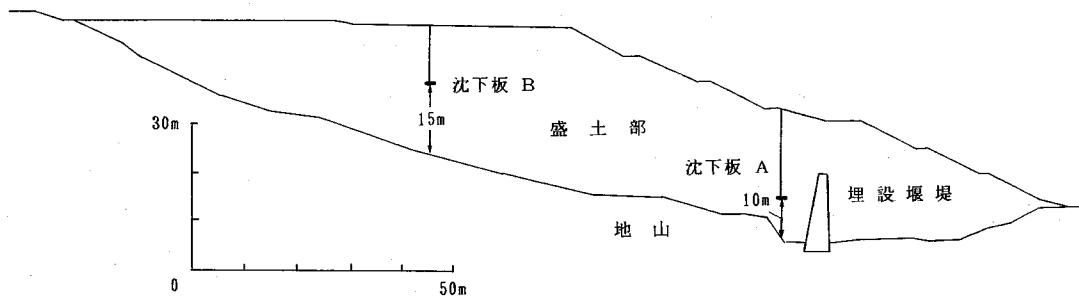


図-10 盛土構造物の縦断面形状

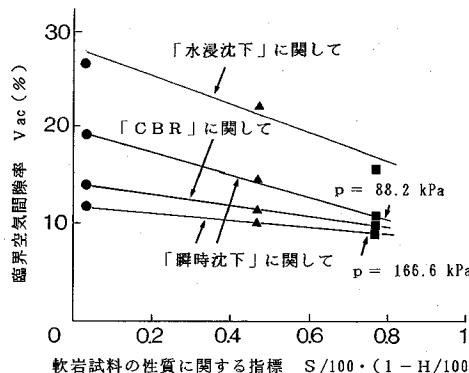


図-9 各種試験から得られた岩の性質と臨界空気間隙率の関係

が締固めの程度を規定する有用な指標になることを表している。さらに、強度面からみた安定性との関係を調べるために、別途、同じ3試料の締固めた供試体について、支持力特性を CBR 試験から求めた。図-8は、貫入量 5 mm における CBR 値と締固め後における供試体の空気間隙率の関係を表したものである。供試体に乾燥・湿潤の繰返しを施した場合と、全く施さなかった場合を合わせて示しておく。締固めた材料の支持力は、乾燥・湿潤の繰返し作用によって低下し、その傾向はスレーキング性の高い軟岩試料で顕著になっている。なお、いずれの試料に関しても、乾燥・湿潤の繰返しの有無に關係なく、空気間隙率が 10~15% より小さい場合に、CBR 値すなわち支持力の大きさがほぼ一定になっているのに對して、空気間隙率がそれ以上になると支持力が大きく減少する様子がみられる。このため、盛土体の支持力と空気間隙率の間においても、圧縮沈下と同じく特徴的な関係があることが分かる。なお、ここでは貫入量が 5 mm の場合について示したが、この貫入量以外の CBR 値についても同様な特性が認められることを付記しておく。

参考までに、以上の各種試験結果から得られた載荷(荷重 $p=88.2 \text{ kPa}$, 166.6 kPa)による瞬時沈下、水浸沈下および支持力について、空気間隙率に対するその変化

表-3 盛土施工に用いられた軟岩材料の基本的性質

項目	数値
自然含水比	9.2 ~ 11.3 %
破碎率	28.2 ~ 70.6 %
スレーキング率	30.5 ~ 94.7 %
最適含水比	11.4 ~ 13.6 %

度合いが急変する臨界での空気間隙率を材料のスレーキング性と破碎性との関係でもってまとめて表すと、図-9のようになる。締固めた軟岩材料の安定性と空気間隙率の間には、ある一定の関係が存在し、盛土の安定性を評価するうえで、締固めた軟岩材料の空気間隙率は一つの有力な指標になりうること、またそのなかで実務上重要な意味をもつ臨界的な空気間隙率は材料の性質によって評価できうることが明らかである。

5. 盛土工事現場での沈下量の実測結果

山梨県のある地域において、盛土工事が平成2年から平成4年にかけて沢部を埋め立てるようにして行われた。盛土の中央付近を通る縦断面を図-10に示すが、盛土高さは最大 30 m に及ぶものである。盛立て材として利用された軟岩は「熱水作用を受けたひん岩」であるが、その基本的性質を表-3に示しておく。この盛土は宅地造成のためのものであり、施工管理は図-11に示す手順で進められ、図-12に示されるような圧縮沈下試験の結果、管理基準としての締固め度は、乾燥密度 1.65 t/m^3 以上、空気間隙率 15% 以下という条件が設定された。盛土施工中、隨時に測定された乾燥密度および空気間隙率の分布を図-13に示しておく。

盛土内部に設置された沈下板と沈下杭を用いて、施工時は勿論のこと、盛立て後も沈下量の測定が継続的に行われた。そのうちの沈下板 A と B (設置位置は図-10に表示)において測定された結果を図-14に示しておく。ここで注意を要する点は、施工後の残留沈下が時間の経過のなかでほぼ落ち着くかにみられたが、平成3年の梅雨末期から秋季半ばにかけて急激にその速度を増

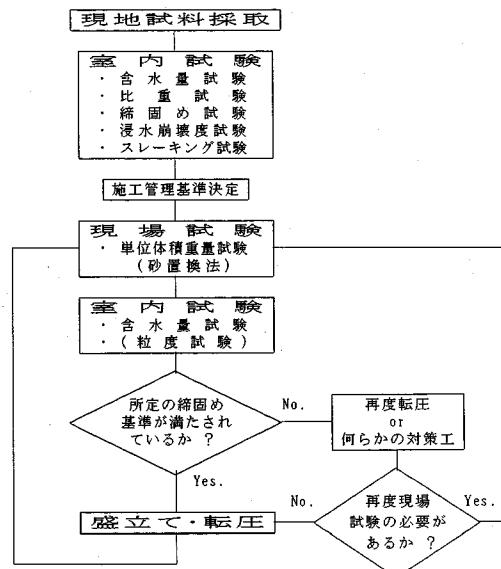


図-11 盛土施工管理に関する流れ図

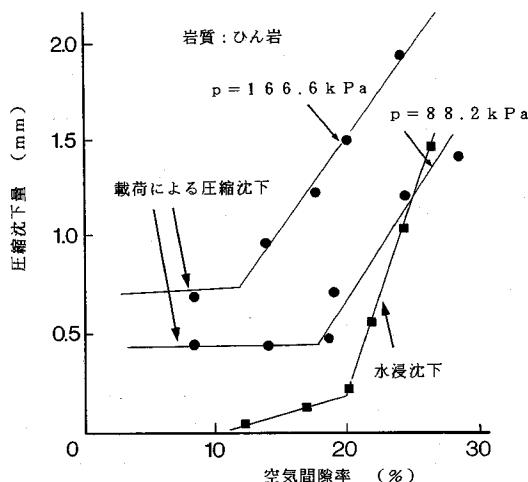


図-12 用いた軟岩材料の沈下試験の結果

し、数カ月経った時点で沈下がやっと収まった経過である。これを表-4に示した降雨観測値と対比してみると、降雨と沈下の関係が明らかになる。すなわち、7月はむしろ平年を下回る少雨であったが、6月がほぼ平年並の200 mm、8月から10月までは平年の約3倍に当たる月間450~620 mmの大暴雨が降った。大雨が断続的に降った時期から少し遅れるかたちで沈下が急速に増したことが分かる。当時、盛土内部での地下水位の測定は行われなかったが、盛土の内部に敷設された幾層もの排水シートの末端部での湧水状況が観測された。それから判断すると、降雨による盛土内部への雨水の浸透による含水量の増加あるいは地下水位の上昇によって、水浸に伴う沈

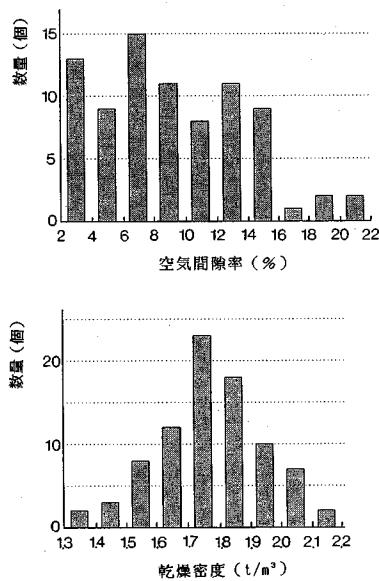


図-13 測定された空気間隙率と乾燥密度

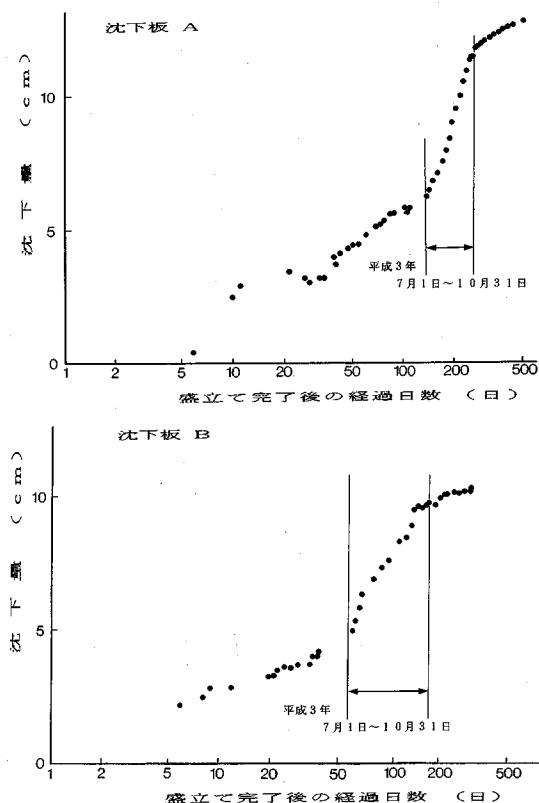


図-14 沈下板による沈下測定結果

下が発生したものと推定できる。

この現場で計測された沈下量を前記の材料試験の結果を参考にしながら検討する。既に述べたように、盛立て

表—4 施工現場での降水量観測データ

平成3年	6月	7月	8月	9月	10月	11月
月間降 水量(mm)	観測値 197	86	623	460	457	82
平年値	193	217	195	152	72	
日数	降水量1mm以上 10mm以上 30mm以上	12 8 2	12 3 0	17 8 4	15 9 4	14 11 6
最大日降水量(mm)	74	19	395	191	92	66
観測日	24日	6日	20日	19日	7日	28日

平年値は昭和23年～昭和52年の平均

材料の岩質に依存するものの、基本的にはある所定の空気間隙率以下になると、盛土の支持力が保証され、沈下が最小限に抑えられることが分かった。このことを念頭におきながら、現地から採取した代表試料について室内試験を実施し、施工管理基準を設定し、これを出来る限り厳守するようにして盛土施工が実施された。したがって、論理的には、異常降雨によって地下水位の上昇等があったとしても、それによって盛土の沈下はほとんど生じないと考えられよう。しかしながら、図—5の室内試験結果をみると、ある空気間隙率以下であっても水浸沈下の発生を全く止めるわけにいかないことが分かる。現場で計測された7月から10月ごろまでの付加的な沈下はその水浸沈下によるものと考えられよう。すなわち、室内と現場での諸条件の違いがあつて、室内試験から決められる施工基準が絶対的なものでは決して有り得ないので、単純比較によって詳細な議論はできないが、厚さ10mの盛土においては、5cmの沈下量は圧縮ひずみにして0.5%相当であり、これは15cm径モールド内の供試体（高さ12.5cm）では0.6mmの沈下量にすぎない。したがって、実務的には、この現場で実測された異常降雨時での沈下量の程度であれば、その発生を容認しなければならないことになる。また、このような沈下が生じうることを前提にして、盛土の設計あるいは施工管理を行う必要があると言える。

6. まとめ

本研究では、軟岩を盛立て材として用いた場合にその発生が心配される水浸時での圧縮沈下に特に注目し、盛土体としての安定性と締固め度の関係、およびその関係特性と軟岩の性質との関係について調べた。得られた結果をまとめて記すと、以下のようになる。

1. 盛立てた軟岩材料の水浸時での圧縮沈下、載荷による瞬時の圧縮沈下および支持力は、軟岩材料の締固め後ににおける空気間隙率とある特定な関係をもつ。
2. 盛立てた軟岩材料の圧縮沈下量を最小限に留どめ、支持力を最大限に保持させる空気間隙率の上限は、材料のスレーキング性と破碎性に強く影響を受ける。
3. したがって、軟岩材料の性質を知ることによって、それを盛立てた場合の力学的安定性を保証する締固め度を評価でき、それを基準にして施工を進めることができる。

これらの知見は、軟岩材料を用いる場合に、転圧施工時での管理基準の基本的な考え方を示唆するものである。一般的に言うならば、材料の性質にも関係するが、盛土体の空気間隙率をある数値以下に設定し得るならば、盛土の安定性は相当に高まることになる。一般土については、含水比および乾燥密度に注目して施工管理が行われるが、軟岩の盛立て材については、さらに空気間隙率に基準を設けることが重要である。本論文で紹介した実際の盛土施工現場での観測結果を参考にすると、上記の基本的な考え方は是認されるものと考える。

参考文献

- 1) 島 博保, 今川史郎: スレーキング材料(せい弱岩)の圧縮沈下と対応策, 土と基礎, 第28巻, 第7号, pp. 45-52, 1980年.
- 2) 今川史郎, 長坂勇二, 後藤 力: 軟岩すりを用いた盛土の圧縮特性, 第17回土質工学研究発表会発表講演集, pp. 589-592, 1982年.

(1994.4.8 受付)

INFLUENCE OF ROCK PROPERTIES AND COMPACTION DEGREE ON MECHANICAL STABILITY OF COMPACTED SOFT ROCK MATERIALS

Yukitoshi MURAKAMI

Soft rock materials are frequently used for fills and subgrade in construction works. However, the stability and the durability of such materials is generally poor under natural environments. In this paper, the influence of rock properties and compaction degree on the mechanical stability of the compacted materials is investigated. First, the properties of soft rocks are inspected by being associated with their use for fill materials. Next, the settlement and the strength reduction of compacted materials due to slaking and grain breakage of rocks are examined through some laboratory experiments. As a result, it can be found that there exists a specified relationship among the properties, the compaction degree and the mechanical stability of compacted soft rock materials.