

山梨大学大学院 学生会員 清水 謙太郎

山梨大学工学部 正 会 員 村上 幸利

1. まえがき

環境保全が重要視されている今日、施工現場付近に分布する岩石をそのまま盛立て材料として使用されることが多くなっている。しかし、その岩石が泥岩の場合、固結力が弱く、変質しやすい性質を持っているため、締固めが不十分な場合は、乾燥・湿潤の繰り返しの影響を受け、盛土の長期的あるいは継続的沈下が生じる。また、泥岩は吸水膨張性を持っているため、過度な締固めが行われた場合、水浸によって膨張し、この膨張を抑えようとする内圧が働いてしまう。このため、泥岩を締固める際には十分な注意を要する。そこで本報では、限定的に山梨県峡南地方に分布する泥岩を対象として、空気間隙の度合い、上載荷重、乾燥湿潤繰り返し作用および泥岩の力学的性質に注目しながら、締固めた泥岩材料の水浸に伴う沈下および膨張の変形特性を論じる。

2. 泥岩試料の基本的性質

表-1 用いた泥岩試料の基本的性質

岩石名	勝坂泥岩	波高島泥岩	桃ヶ窪泥岩	高萩泥岩
堆積年代 (万年前)	2600～1800	1300～1000	1300～1000	1800～1300
自然含水比 (%)	13.8～15.3	10.3～13.5	4.31～5.96	11.3～14.3
最適含水比 (%)	17.2	14.5	6.5	14.0
スレーキング率 (%)	100.0	94.4	54.1	99.2
破砕率 (%)	44.0	34.4	28.5	40.5
吸水率 (%)	33.5	19.4	6.8	14.2

本研究で用いた試料の基本的性質を表-1に示す。スレーキング性および破砕性を評価する方法としてはこれまで用いられている方法を準用した¹⁾。また、吸水率については粒径19mm～37.5mmに粒度調整した試料を72時間水浸させた後、測定したものである。

3. 実験方法および実験結果

ここで言う水浸試験は締固めた泥岩材料の空気間隙率 V_a 、水浸時での上載圧 P 、乾燥湿潤の繰り返し回数を変化させて、これら条件が水浸に伴って発生する変形量にどの程度影響を与えるかを定量的に把握するためのものである。実験方法は粒径19mm～37.5mmに粒度調整したものを最適含水比付近に含水比調整し、所定の空気間隙率になるようにCBRモールドで突き固め、得られた供試体において上載荷重を作用させたまま水浸させ、24時間後の変形量を測定するものである。図-1は締固めた勝坂泥岩について空気間隙率と水浸24時間後の圧縮ひずみ量（以降、水浸変形量と呼ぶ）の関係を示す。この結果では、ある空気間隙率を境にして、その増減により水浸沈下量または水浸膨張量が増加している。他の泥岩についても同様な結果を確認したが、この空気間隙率（以降、臨界空気間隙率と呼ぶ）は上載圧の影響を受けず一定であることが分かる。図-2は上載圧と臨界空気間隙率の関係を示すが、他の2つの泥岩試料においても同様に、上載圧によらず臨界空気間隙率は一定している。図-3は締固めた桃ヶ窪泥岩に乾湿の繰り返しを与えたものと与えないものについて、空気間隙率と水浸変形量の関係（上載圧 $P=29.4$ kPa）を示した図である。この結果より、乾湿を与えた場合の水浸沈下量は乾湿を与えない場合に比べ相当大きな圧縮ひずみを示しているが、臨界空気

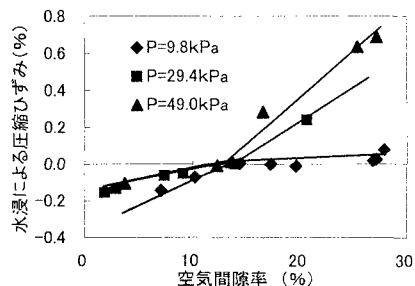


図-1 空気間隙率と水浸変形量の関係（勝坂泥岩）

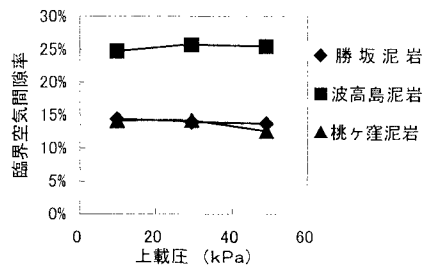


図-2 上載圧と臨界空気間隙率の関係

間隙率は、乾湿に関係なくほぼ一定であることが分かる。図-4 は臨界空気間隙率と乾湿繰り返し回数の関係を他の泥岩材料も併せて示したものであるが、同様に臨界空気間隙率は乾湿の影響をほとんど受けていない。軟岩において、スレーキング率 S 、破碎率 H に関係する岩の指標 $[S/100 \cdot (1-H/100)]$ と乾湿 5 回行った場合に生じる水浸沈下量は一義的関係をもつことがこれまでに明らかになっている²⁾。図-5 はこの指標と水浸変形量の関係を締固めた泥岩の空気間隙率で整理したものである。ここで示した水浸変形量は乾湿の繰り返しを 1 回行い、上載圧 49.0 kPa のもとで測定した値であるが、この指標は水浸膨張の範囲を含めて水浸変形特性に強く関係していることが分かる。また、図-6 は泥岩材料の吸水率と水浸変形量の関係を締固めた泥岩の空気間隙率で整理して示したものであるが、吸水率も水浸変形量と強い関係をもつことが分かる。

4. 考察およびまとめ

実験結果より、締固めた泥岩塊の水浸沈下および水浸膨張の程度に対して、空気間隙の度合い、上載荷重、乾湿の繰り返し作用が大きく影響することが分かる。特に、泥岩は乾湿の繰り返し作用に伴ってスレーキングによる細粒化を起こすため、締固めが不十分な場合は過大な沈下が起る。逆に、過度に締固めた場合はスレーキングによる細粒化の影響よりも材料自体の吸水膨張の影響が勝るため、締固めた泥岩全体としては膨張が生じてしまう。よって、盛土材として泥岩を用いる場合は締固め度が長期的な変形安定性に強く関わっていることが分かる。臨界空気間隙率とは水浸沈下量が急激に大きくなる空気間隙率のこととしたが、この空気間隙率は上載荷重、乾湿繰り返し作用の影響を受けないことが分かった。実際の盛土では、上載荷重は土被り圧に対応し、乾湿繰り返し作用は天候の影響に置き換えて考えることができる。よって、臨界空気間隙率になるように締固めれば、盛土全体においても長期的な天候の変化に対しても過大な変形を起こさないことが推論できる。泥岩のもつスレーキング性および破碎性によって水浸沈下特性が影響されることはこれまでに明らかになっていたが、水浸膨張も同様にこれらの影響を受けることが分かった。さらに、水浸沈下・膨張量は泥岩材料の吸水率にも大きく関わるということが分かった。これにより、泥岩のスレーキング性、破碎性および吸水性を評価することで、締固めの程度によってどれ程の水浸変形が起きるかを予測しやすくなり、水浸変形を起こさない空気間隙率の目安が付けやすくなると考えられる。

これまでに述べた実験結果と考察より得られた結論を以下に示す。

1. 締固めた泥岩塊の水浸変形量は締固め度、上載荷重、乾湿繰り返し作用の影響を受けるが、臨界空気間隙率は上載荷重、乾湿繰り返し作用の影響を受けない。
2. 泥岩の水浸変形特性は岩のもつスレーキング性、破碎性および吸水性と大きく関係する。

参考文献 1) 島 博保、今川史郎：スレーキング材料（軟弱岩）の圧縮沈下と対応策、土と基礎、第22巻、第6号、pp. 13-20、1980。
2) 村上幸利：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、土木学会論文集、No. 511、pp. 109-116、1995。

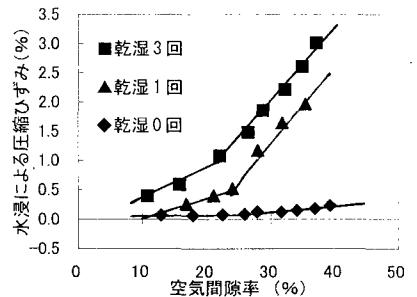


図-3 乾湿繰り返し回数の異なる空気間隙率と水浸による圧縮ひずみの関係

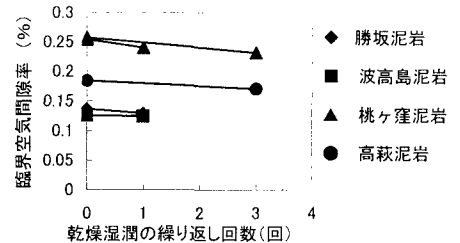


図-4 乾湿繰り返し回数と臨界空気間隙率の関係

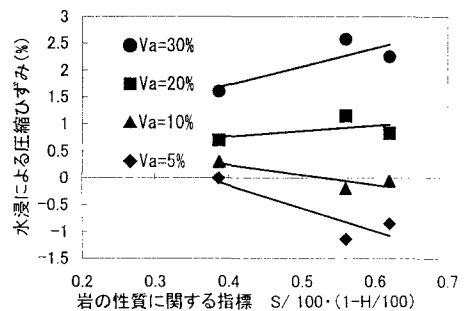


図-5 岩の性質に関する指標と水浸変形ひずみの関係

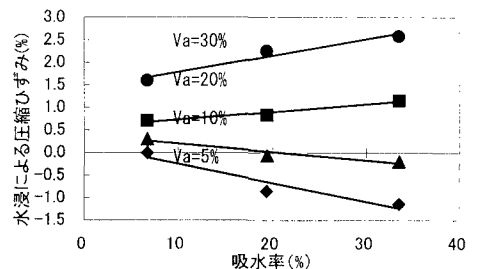


図-6 吸水率と水浸変形ひずみの関係