

III-230

留 萌 砂 岩 の 2、3 の 異 方 的 力 学 特 性

北海道大学工学部 (正) 土岐 祥介 三浦 均也
 応用地質(株)札幌支社 持田 文宏

1. ま え が き: 堆積岩の力学特性の異方的性質に関する研究は、その堆積過程の考察あるいは、地中構造物の挙動解析に重要な課題と思われる。この報告は、堆積軟岩の力学的性質およびその異方性に関するこれまでの報告¹⁾²⁾³⁾の続報で、ここでは、堆積条件および強度・変形特性に異方性を有する砂岩の、透水係数、S波速度、一軸圧縮強度などについての試験結果を報告する。

2. 試料および試験方法: 試料は新第三紀鮮新世の砂岩で、図-1に示すような左岸および右岸の調査横抗から径53mmのJ7-(RQ D50%)を採取した。右岸からは、鉛直方向(V_R -sample)、および直交する二つの水平方向(堤軸方向; H_{EW} -sample、堤軸直角方向; H_{NS} -sample)の計三方向から、左岸からは鉛直方向(V_L -sample)からそれぞれ採取した。一軸圧縮試験 および三軸圧縮試験は径50mm 高さ100mm の供試体について行なった。透水試験は、径50mm、高さ 50mmの供試体にシリコン系ゴムを塗布した後membraneをかぶせ、三軸試験装置内で σ_c' を変えて(0.2~40.0kgf/cm²)変水位法で行った。なお、 $\sigma_c'=(1.0\text{kgf/cm}^2)$ における透水係数 k の値は、定水位透水試験より求めた値とほぼ一致していた。せん断波速度 V_s の測定には一軸圧縮試験の供試体を用いた。試料の物理的性質等は既報をご覧きたい。

3. 試験結果とその考察: 図-2に、各試料の三軸圧縮(CD)試験に於ける応力~ひずみ曲線の代表例を示す。試料の採取地点および採取深度がほぼ同じであるにもかかわらず、それらの応力~変形挙動には著しい相違が認められる。この図に示す試験条件の下では、 V_L -sampleおよび H_{EW} -sampleの強度が高いのに対し、他の2つの強度

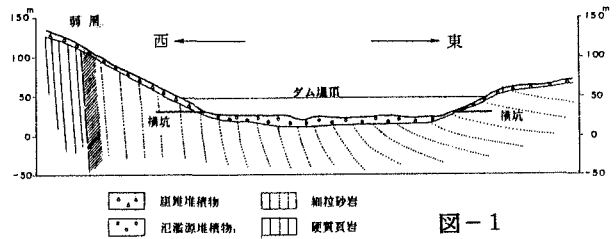


図-1

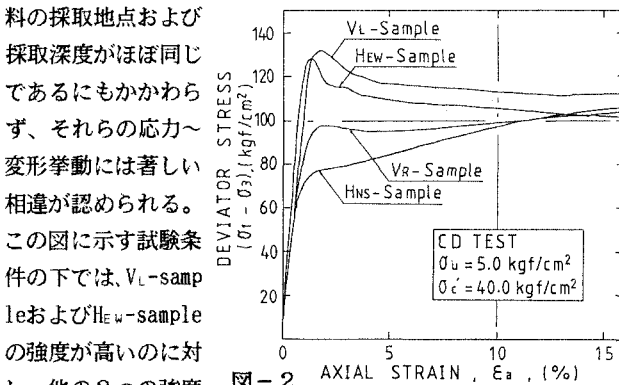


図-2

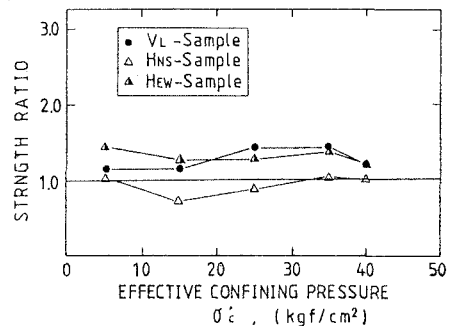


図-3

はこれよりかなり低い。さらに応力~ひずみ関係にも違いが認められ、同じく水平方向から採取した H_{EW} -sampleと H_{NS} -sampleとの相違は著しい。三軸圧縮(CD)強度の異方性を $\sigma_c' < 40.0(\text{kgf/cm}^2)$ の範囲について示した図-3から明かなように、 V_R -sampleの強度を基準とすると、 H_{EW} -sampleおよび V_L -sampleの強度は20%程度高く、 H_{NS} -sampleはほぼ同じかやや低く、堆積条件の相違に基づく力学特性の異方性の存在が認められる。強度異方性は、図-4に示すように一軸圧縮強度 q_u にも認められる。ここでは V_L -sampleの強度が最も小さく、図-3で見られた傾向と一致しておらず、また q_u の増加に対する H_{NS} -sampleの変形係数 E の増加率が他よりやや大きい、 E は q_u とと

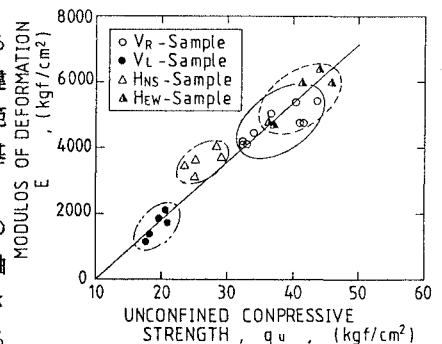


図-4

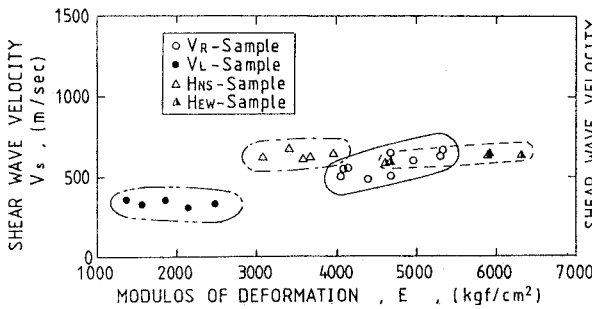


図-5(a)

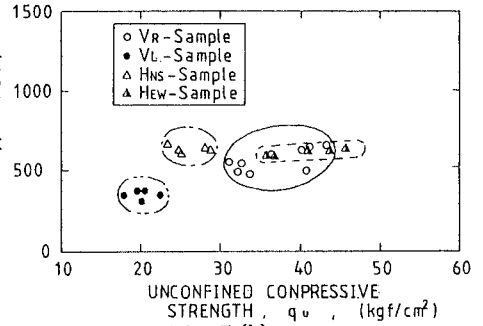


図-5(b)

もに増加しており、 E と q_u の異方性は対応している。ここで E は、応力～ひずみ曲線の最長直線部の勾配、このような部分が存在しない場合は初期接線勾配を採用している。またせん断波速度 V_s も、図-5に示すように q_u および E の異方性に対応している。透水係数 k の異方性は、図-6に示すように著しい。 k は圧密力 σ'_c (試験時の側圧)とともに単調に減少し、その傾向は k の異方性に依らずほぼ同一である。一般に堆積層の透水係数は、鉛直方向より水平方向の方がかなり大きいとされているが、ここではその傾向は全く逆となっている。

以上述べた幾つかの力学定数の異方性と、それらの間の相互関係を図-7に示す。ここでは V_R -sample の値を基準にして各供試体の値との比を求めている。但し k は $\sigma'_c=1.0(\text{kgf/cm}^2)$ に於ける値について求めた比を、記号を付記し数値の順に適宜記入している。図-3で示したように、三軸圧縮強度では V_L -sampleの強度は V_R -sampleとほぼ同じ高い強度を示している。しかし、図-7で見る範囲では、 q_u 、 E 、 V_s とも H_{EW} -sampleの値が V_R -sampleより大きく、他の2つはそれより小さく、 V_L -sampleが最も小さい。図-1から予測されるように、この付近は東から西に力を受けており、褶曲の軸は南北を向いている。砂あるいは粘土の堆積層では、堆積過程に受けた最大の応力方向の強度定数が、他の方向のそれに比べて大きいことが確かめられており、図-7に示された傾向もこの理由に基づくと考えられよう。 V_L -sampleの k が大きいことは前記の説明と対応しているが、 V_R -sampleと H_{NS} -sampleおよび H_{EW} -sampleとの k の相互関係には、現在のところ適切な説明は出来ない。

4. む す び： 堆積過程に於いて受けた応力条件に起因すると考えられる砂岩の力学的性質の異方性を、ある程度定量的に示すことが出来た。種々のデータの間にはまだ統一的に説明できない点も多く、さらに資料を集積する予定である。本研究の実施に当たり、北海道開発局留萌建設事務所の御援助と御協力を頂いた。また図面の作製等には研究室の諸君の助力を頂いた。記して謝意を表する。

参考文献：1)土岐、三浦、持田他（1989）；軟岩の力学特性に及ぼす間隙水圧…、第24回土質工学研究発表会。

2) 土岐、三浦、持田他（1989）；堆積軟岩の変形・強度…、土木学会第24回年講。3) 土岐、三浦、持田(1990)；堆積軟岩の変形…、第25回土質工学研究発表会。

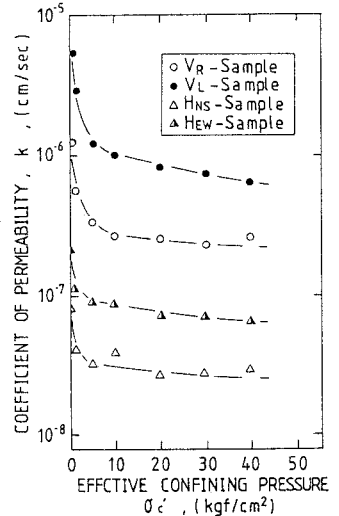


図-6

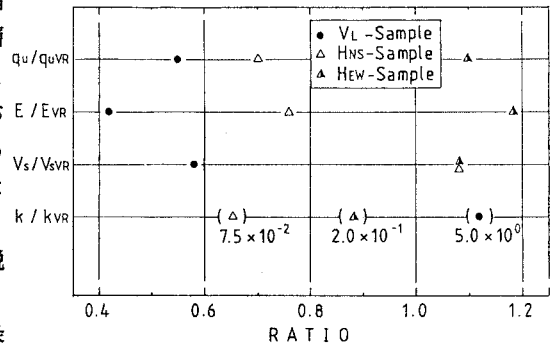


図-7