

1 はじめに

原子力発電所やダムなどの建設において，基礎岩盤の力学特性の把握は重要である．礫岩のような不均質な岩盤の場合，その力学特性は礫の分布及び礫と基質の力学特性の差に支配されると考えられることから，何らかの形でこの特性を考慮して評価する必要がある．力学特性の評価は原位置岩盤試験によって実施することが通常であるが，試験体に巨礫が含まれている場合などは原位置岩盤試験の実施が困難である．

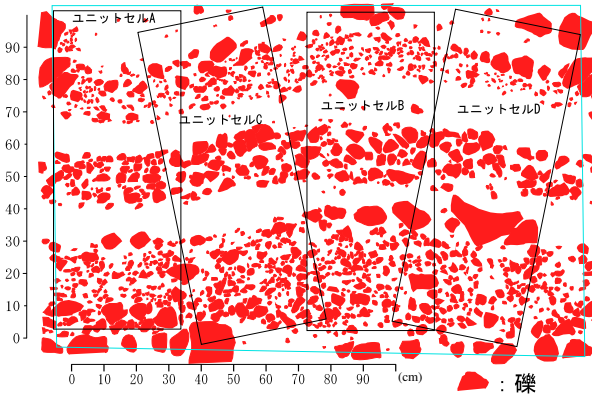
均質化法は微視レベルで周期構造を持つ複合材料の力学特性の解析的な評価に有効な理論であり，近年工学分野への適用が積極的に行われており [1]，岩盤を対象とした力学特性評価にも適用されつつある [2]．この方法の特徴は，対象とする岩盤の幾何情報と構成する岩石の力学特性から岩盤の力学特性を算定できることにある．本報告では，不均質な岩盤を対象に実施された原位置三軸試験 [3] を対象に，均質化法によって岩盤の変形特性評価を行った結果を報告する．

2 計算条件

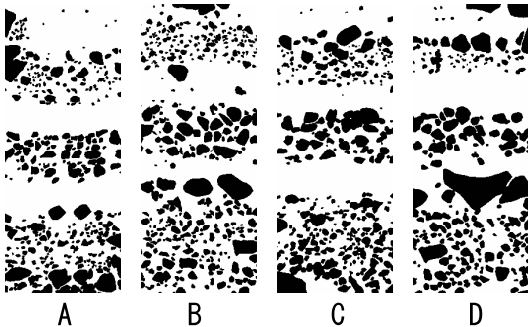
対象は，新第三系の礫岩（以下，礫岩と呼ぶ）であり，礫岩を構成する礫及び基質の材料特性は，円柱コア（D=5cm，H=10cm）の室内三軸試験によって把握し，表 1 の値を用いた．対象岩盤の幾何情報は，図 1 に示すように，原位置三軸試験に用いたボーリング孔（D=56cm，H=100cm）の孔壁の展開画像から幅 40cm × 高さ 100cm の領域を取り出し，解析用の 2 次元断面として用いた．なお，原位置三軸試験とは，ボーリング孔底に中空円筒状の試験体を掘削し，中央の小孔と外周溝にゴム膜を介して側圧を作用させるとともに，上面を軸方向に載荷したときの試験体の軸および円周方向の変位を計測する試験方法である [4]．

3 計算結果

計算と試験による弾性係数 計算によって得られた均質化弾性係数マトリックスをもとに，直交異方性体を仮定して，原位置三軸試験の載荷方向と同じ方向の弾性係数を求めたものを図 2 に示す．計算による弾性係数は，原位置三軸試験の弾性係数よりやや大きめの値を示すものがあるものの，計算結果と試験結果は概ね一致することがわかる．



(1) 孔壁の展開画像



(2) 孔壁の展開画像から抽出した画像情報

表 1 解析用物性値

特性	密度 (g/cm ³)	ヤング率 (MPa)	ポアソン比	粘着力 (MPa)	内部摩擦角 (°)
基質部	2.06	1170	0.42	1.12	38.8
礫部	2.60	36900	0.41	18.10	63.3

図 1 対象とした礫岩のユニットセル

変形特性の異方性 均質化法では、計算によって得られる均質化弾性係数マトリックスを回転したうえで、直交異方性体を仮定すれば、任意方向の弾性係数を算定することが出来る。これを利用して、載荷方向を鉛直方向からの角度で0度から90度の範囲で22.5度づつ回転させて、各々の方向の弾性係数を求めたものを図3に示す。図より、45度の場合に弾性係数が最も小さく、90度回転（水平方向に載荷）した場合には最も大きくなるのがわかる。

弾性係数と載荷方向の関係を比較するために、砂岩と泥岩の互層構造に伴う変形特性の異方性を把握する目的で行われた原位置三軸試験の結果を図4に示す[5]。この互層岩盤は、相対的に軟らかい砂岩（弾性係数は泥岩の1/7程度）が3割程度の体積を占めている。変形特性は方向によって最大で1.6倍程度異なっており、層の傾斜が30度程度の場合に弾性係数が最も小さく、90度で最も大きくなっている。各々の岩盤は構造や構成材料が異なるために厳密には比較できないが、変形特性の異方性の傾向は定性的に一致していることがわかる。

4 まとめ

均質化法に基づく計算によって礫岩の変形特性を評価した。その結果、計算による弾性係数と原位置三軸試験による弾性係数はほぼ整合することが判った。さらに、礫岩の変形特性の異方性を計算し、互層岩盤の変形特性と比較した結果、両者の傾向は定性的には一致することがわかった。今後は、強度特性の評価を行う予定である。

謝辞

本報告は9電力会社と日本原子力発電株式会社および電源開発株式会社による電力共通研究として実施したものである。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- [1] 京谷孝史, 岸野祐次, 渡嘉敷直彦 (1997): 均質化法と極限支持力解析法の組み合わせによる岩盤構造物の破壊強度評価法の提案, 構造工学論文集, Vol.43A, pp.477-484.
- [2] 京谷孝史, 寺田賢二郎, 欧陽立珠 (1999): 岩石の力学特性と不連続面画像情報による岩盤の変形強度特性評価, 土木学会論文集, No.631/III-48, pp.131-150.
- [3] 谷和夫 (1998): 岩盤の強度・変形特性を調査する2つの新しい原位置試験法の提案, 第42回地盤工学シンポジウム, 地盤工学会, pp.71-76.
- [4] 岡田哲実 (2003): 電中研式原位置岩盤力学試験方法の開発, 電力中央研究所報告 (U02023)
- [5] 土木学会 岩盤力学委員会 (1998): 岩盤上の大型構造物基礎, p.212

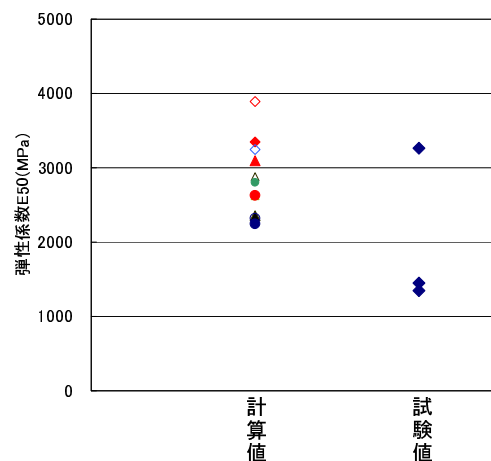


図2 弾性係数の比較

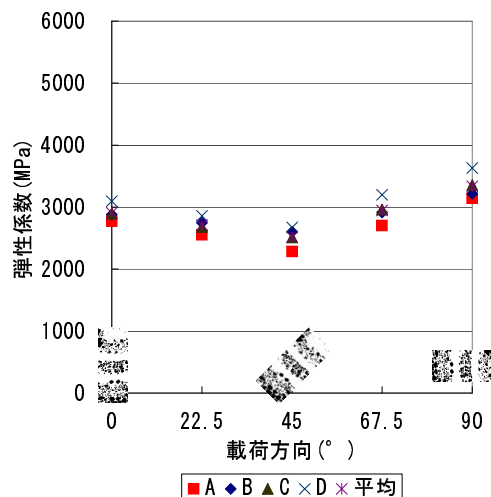


図3 弾性係数と載荷方向の関係

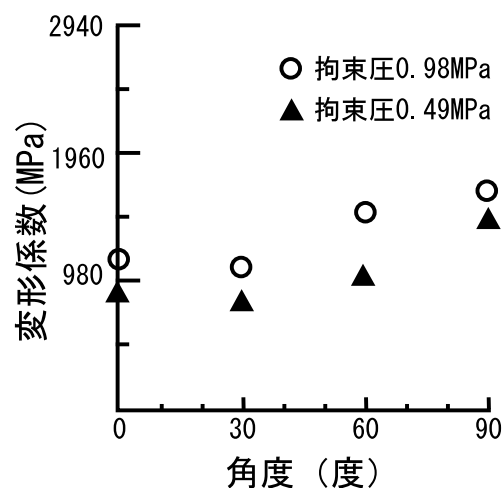


図4 弾性係数と載荷方向の関係