

岩の異方性強度についての基礎的実験

九州電力(株)総合研究所 正会員 赤司六哉 正会員 永津忠治
正会員 古賀善雄
九州産業大学 工学部 正会員 石堂 稔 学生員○平島岩富美

1. はじめに

筆者等が過去に実施した岩石の異方性強度試験結果によると、岩石自体が持つ不均一性と試験供試体個数の不足などの理由から相当のばらつきがみられ、一般に報告されているような層理面と水平面のなす角(層理面の傾斜角と呼ぶ)の変化による一軸圧縮強度の相違、いわゆる岩の異方性強度を確実につかむことができなかった。そこで、本研究においては、等質な模擬材料を用いて種々の互層供試体を作成し、一軸圧縮試験を実施して層理面の傾斜角の違いによる圧縮強度および応力-ひずみ曲線の変化を比較検討した。

2. 試験方法

供試体は、④砂岩の互層を模擬した2層構造のもの、⑥頁岩の互層を模擬した2層構造のもの、および③砂岩と頁岩の互層を模擬した2層および4層構造のものの4種類とした。なお、④、⑥、③の供試体の静弾性係数は、 $E_s = 1.0 \times 10^4 \text{ kgf/cm}^2$ および $E_s = 3.0 \times 10^4 \text{ kgf/cm}^2$ の2種類とした。使用材料は、砂岩を模擬する場合はセメント・木節粘土・豊浦標準砂、また、頁岩を模擬する場合はセメント・木節粘土とした。層理面の傾斜角(θ)は、④および⑥の供試体で $\theta = 0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$ および 90° の4種類、③の供試体で $\theta = 0^\circ, 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 75^\circ$ および 90° の7種類とした。供試体の作成は、所定の配合比で練り混ぜたモルタル

を図-1に示すような角度をつけて設置した直径10cm、高さ20cmの鋼製のモードに打ち込み、凝結の終了時に打継面を整形し、打ち込みより24時間後に2層目の打ち継ぎを実施した。図-2は、砂岩と頁岩の互層を模擬した2層および4層の供試体の種類を示した。なお、図中の数字①、②、③、④は、ストレインゲージの貼付位置を表わす。

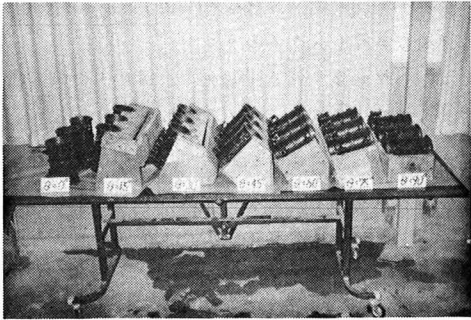


図-1 供試体の作成状況

3. 試験結果

図-3は、層理面の傾斜角と圧縮強度の関係を全試験ケースについて示したものであり、図-4は、応力-ひずみ

曲線の代表例として図-3(g)のケースを示したものである。図-3から次のように考察できる。

i) 層理面の傾斜角と圧縮強度の関係は、傾斜角が $60^\circ \sim 75^\circ$ で最低値を示す下に凸な曲線を示す。ただし、(a)(f)のケースではそれが認められない。

ii) 下に凸な明瞭な曲線を示すのは、細かい粒子で構成される層理面を持つ頁岩互層を

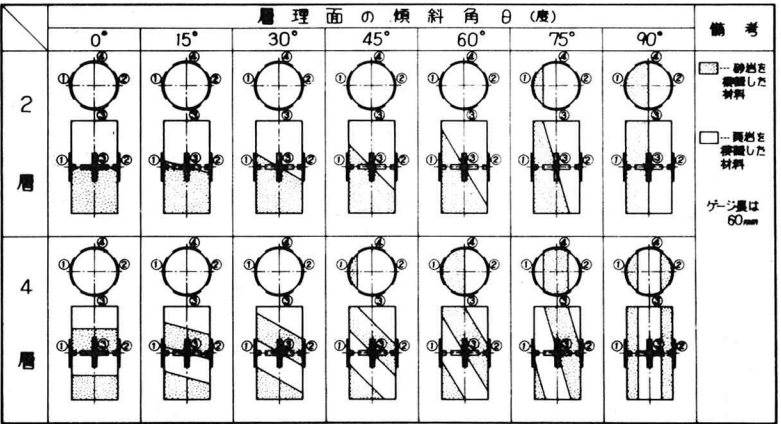


図-2 砂岩・頁岩を模擬した2層および4層の供試体の種類とストレインゲージの貼付位置

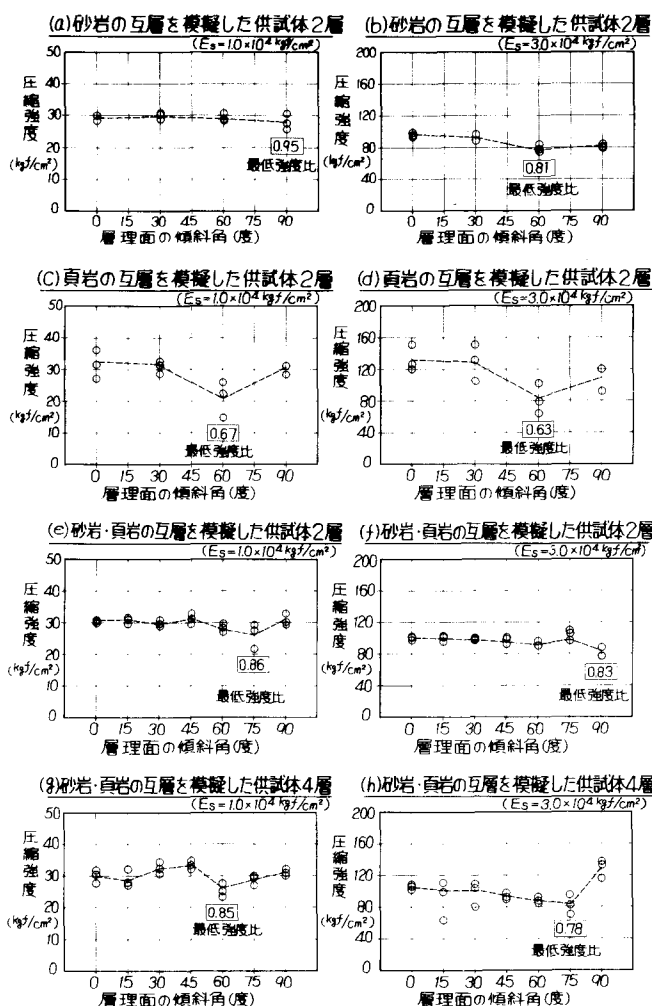


図-3 層理面の傾斜角と圧縮強度の関係

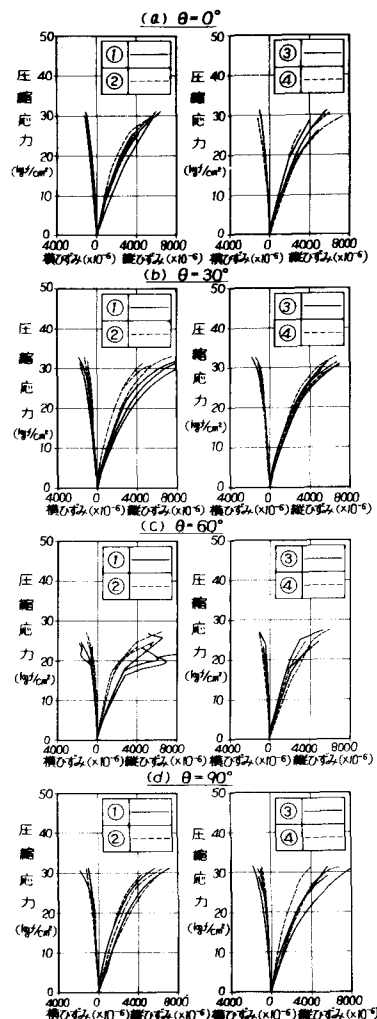


図-4 砂岩・頁岩の互層を模擬した供試体4層 ($E_s=1.0 \times 10^4 \text{ kgf/cm}^2$) の応力-ひずみ曲線

模擬した(c)(d)の場合と砂岩・頁岩の互層を模擬した4層供試体(g)(h)の場合とである。iii) $\theta=0^\circ$ の圧縮強度と最低強度の比(最低強度比と呼ぶ)をとってみると、(c)(d)が最も小さく60%台である。iv) 模擬供試体の最低強度比は $E_s=1.0 \times 10^4 \text{ kgf/cm}^2$ に比べて $E_s=3.0 \times 10^4 \text{ kgf/cm}^2$ の方が小さい(図中の口印内の値参照)。v) 互層の層数に着目してみると、4層の方が2層に対して最低強度比が小さく、しかも下に凸の傾向が明瞭になる。次に図-4 から考察する。i) 応力-ひずみ曲線は、図-3(g)の強度曲線と良く対応しており、最低強度を示す $\theta=60^\circ$ の場合、縦ひずみ 2000×10^{-6} 程度からの乱れが著しくなっている。ii) ストレインゲージの貼付位置という点からすると、 $\theta=0^\circ$ では①②、③④ともに同等とみてよいが、 θ が大きくなるにつれて③④のゲージの動きには殆んど変化は認められないのに対し、①②のゲージの間には、 $\theta=60^\circ$ を頂点として相当な開きが認められる。このことは、層理面を持つ異方性供試体のゲージ貼付位置が問題視されねばならないことを示唆している。

4. あとがき

今回の試験で反省している点は、均質供試体を作成したつもりでも強度にばらつきがあり、試験個数が少なかったことと破壊点付近のひずみの動きを動的に測定する必要があることである。なお、今後の予定として、層毎に弾性係数を変化させた供試体による試験や実際の岩盤を考慮した接触面を工夫して試験を行なう計画である。