

金沢工業大学 正会員 宮北 啓 前川晴義

北国鑿泉(株) 正会員 小川義厚

1. まえがき

石川県能登半島には非常に多孔質な珪藻質軟岩が広範囲に分布しており、土木・建設工事で本軟岩を対象とした施工例が近年多くなってきた。今回は含水比、方向性（堆積）の変化における変形・強度特性を明確にするため一軸圧縮試験を実施したので報告する。

2. 供試体および実験方法

実験に用いた試料は能登半島北東部に分布する飯塚珪藻泥岩層に属し、砂分の含有量がきわめて少なく組織的には非常に均一な、未風化のものである。供試体は堆積方向に留意し、採土横坑の切羽からブロック形状で採取したものを図-1に示すように4種の方向に切り出し（0°、30°、60°、90°シリーズ）、直径5cm・高さ10cmに成形をした。含水比の調整は4日間水浸させた後、恒温恒湿室（気温20℃、湿度85%）で自然乾燥をさせ、それぞれ所要の含水比に低下した時点で密封容器に入れ乾燥を停止させた。含水比が10%以下の調整は乾燥剤（シリカゲル）を用いて行った。また乾燥過程で供試体内の含水比に不均一が懸念されるため、密封容器に入れたまま約1か月間養生した後、圧縮ひずみ速度約0.3%/minで一軸圧縮試験を行った。試験後は供試体の中心部、外部など6カ所の含水比を測定した。なお表-1は供試体の諸性質を示す。

3. 実験結果および考察

一軸圧縮強度（ σ_u ） 岩石・軟岩の圧縮強度は一般に含水比の低下に伴い、いくつかのパターンで増加することが既に知られている。これに対し、図2～5は各シリーズにおける $\sigma_u \sim w$ の関係を示したものであるが、図からもわかる通り各シリーズで類似した非常に特異な傾向がある。まず飽和状態（ $w_{sat} = 113 \sim 120\%$ ）から

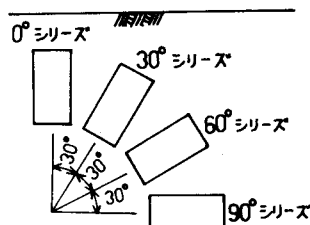
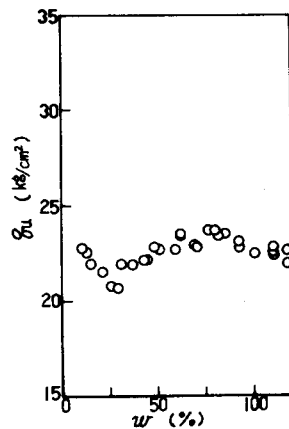
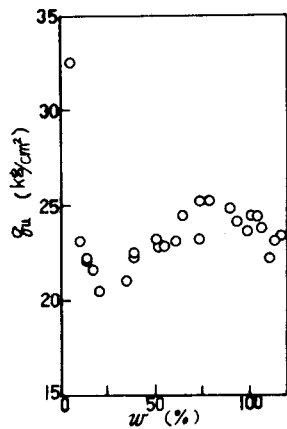
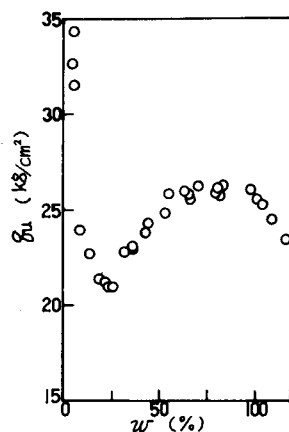
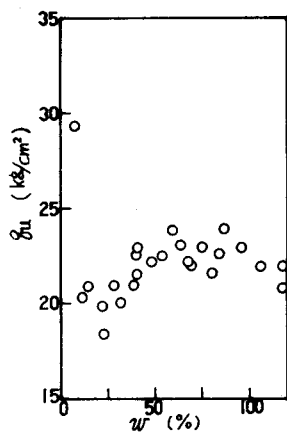


図-1 供試体の方向性

表-1 供試体の諸性質（平均値）

自然含水比 w	108.6 %
土粒子の比重 G_s	2.21
飽和含水比 w_{sat}	114.2 %
飽和密度 γ_{sat}	1.36 % cm^3
乾燥密度 γ_d	0.64 % cm^3
間隙率 n	70.3 %

図-2 $\sigma_u \sim w$ (0°シリーズ)図-3 $\sigma_u \sim w$ (30°シリーズ)図-4 $\sigma_u \sim w$ (60°シリーズ)図-5 $\sigma_u \sim w$ (90°シリーズ)

$w=80\%$ 付近まで含水比を低下させると、各シリーズによって $1.5\sim 3\text{ kg/cm}^2$ の強度増加が認められる。しかし、 $w=45\sim 50\%$ に至るまでの過程で強度に若干の変動はあるが 2 kg/cm^2 程度の強度低下を示し、ほぼ飽和状態の強度と一致する。さらに供試体を乾燥すると強度低下は一層顕著となり、 $w=25\%$ ではすべてのシリーズで最小強度となる。 $w=25\%$ と $w=80\%$ 付近との強度差は 60° シリーズのものが最も大きく、約 5 kg/cm^2 であった。これは供試体の破壊角が堆積面と一致する、ほぼ 60° のせん断破壊を起しており、特にこのシリーズのものは強度に対する含水比の影響が顕著であったものと考えられる。また $w=25\%$ 以下については含水比の低下に伴い再び強度増加の傾向を示す。方向性と圧縮強度に関しては飽和時の供試体の諸性質(w , γ_{sat} など)に若干の相異があり、シリーズ相互について詳しく検討することは困難であるが相対的な評価をするならば、 0° シリーズは含水比の影響を受けにくく、 60° シリーズは受け易い。

変形係数 (E_{50}) 応力~ひずみ曲線の形状は低応力レベルにおいても、直線関係を示さずpeakに至る。またpeak後は含水比の低いもの(約 10% まで)ほど、ひずみ軟化の傾向が明瞭となり、破壊を起こすに必要な軸ひずみは増大する。図6~9は $E_{50}\sim w$ の関係を示す。 $w=25\%$ までは含水比が低くなるに従い E_{50} は小さくなり、両者にはほぼ直線的な傾向が認められる。これは供試体が含水比の低下に伴い圧縮性が増すためと考えられ、peak時の軸ひずみは $1\sim 3\%$ の広範囲な値となる。なお 60° シリーズでは他のものに比べ σ_u の結果(図-4)と同様、 E_{50} の低下が著しい。

4. まとめ

含水比と圧縮強度との関係は土中の水分の存在状態、つまり自由表面エネルギー等が重要な要因とされている。珪藻質軟岩では従来から指摘されているような含水比の低下による単調な強度増加はなく、逆に減少する明瞭な含水比の範囲が確認されたことは注目できる。なお圧裂引張試験からも先の $\sigma_u\sim w$ の関係とはほぼ同様な結果を得ており、このように特定の含水比で大きな強度低下を起す要因については今後、微視的な見地からの詳しい検討が必要である。また強度低下が一層大きいと予想される乾湿繰返し条件での強度特性についても重要な問題となろう。終りに本研究に際し本学卒業生の市川、高橋、福村君と本学卒研生の藤元、室伏君に負うところが大きい。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 前川, 宮北, 小川 : 珪藻質軟岩の力学的特性, 第34回土木学会年次講演会, 1979
- 2) 田中 芳剛 : 珪藻質軟岩の含水による強度変化, 応用地質, 9巻, 2号, 1968
- 3) 北國, 遠藤, 星野 : 軟岩の力学的特性に及ぼす水分の影響 —特に破壊強度について—, 第5回 国内シンポジウム, 1977

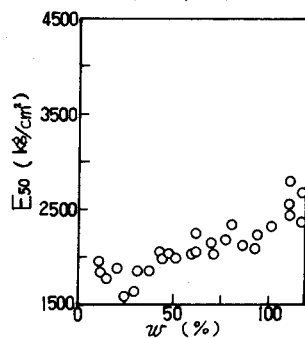


図-6 $E_{50}\sim w$ (0° シリーズ)

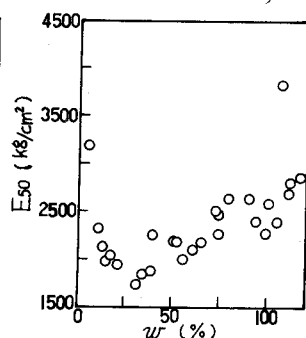


図-7 $E_{50}\sim w$ (30° シリーズ)

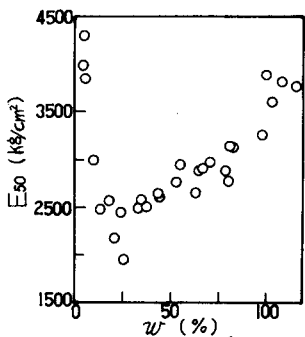


図-8 $E_{50}\sim w$ (60° シリーズ)

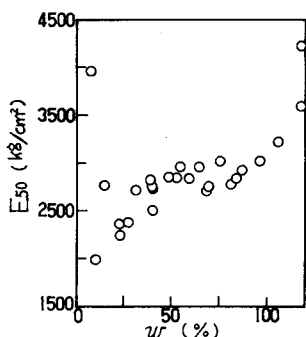


図-9 $E_{50}\sim w$ (90° シリーズ)