

Ⅲ-313 複数の模擬不連続面を有する供試体の力学特性

関西電力○正会員 吉田 次男
正会員 打田 靖夫
関電興業 安原 敏夫

1. はじめに

著者らは、大河内発電所の地下空洞掘削時の周辺岩盤の挙動を把握するための各種計測を行った。その結果、岩盤は従来考えられていたような連続体としての挙動を示すのではなく、不連続面の性状や応力状態に支配される不連続体としての挙動を示すことが分かった。また、掘削に伴って空洞周辺岩盤の応力が不規則に再配分されるといった現象など、変形によって岩盤の幾何学的な構造に変化が生じていると考えられる現象も測定されている^{1) 2)}。

岩盤は複数の不連続面を有しているので、単一不連続面の岩石などと異なりモーメント力や岩塊要素の隅角部の存在などを考慮する必要がある。これらの要因により、岩盤が変形する際に、岩塊要素どうしの噛み合いや荷重伝達経路の変化などが生じるものと考えられ、岩盤では単一不連続面の岩石などでは生じ得ない新しい力学特性が付加されるものと考えられる。

そこで、岩盤のせん断に伴う幾何学的な構造変化と、それに伴う力学特性を調べるために、複数の模擬不連続面を有する供試体を用いて実験的研究を行った。

2. 試験の概要

試験は、縦、横とも22.5cm、厚さ3cmの供試体を用いて、応力制御方式の二軸せん断試験を行った。供試体周辺にはバネを取り付け変位を許している（図-1）。変位は、ダイヤルゲージで1面につき3ヶ所づつ測定し、その平均値を用いた。

供試体は、2系統の滑らかな不連続面（ $\phi=35^\circ$ ）を有している。供試体要素の隅角部は、破壊を防止する等の理由で、やや丸くしているのでせん断時に大きな変形を生じる（図-2）。また、比較のために単一不連続面の供試体でも試験を行った（図-3）。

荷重条件については、空洞周辺岩盤の応力条件を考慮して、2ケースの荷重条件で行った。図-4のA領域のように壁面近くでは、水平方向の拘束条件が弱く、また、掘削に伴って水平方向に除荷される。

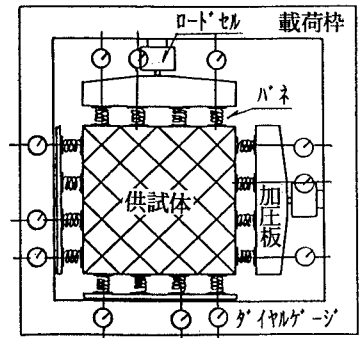


図-1 二軸せん断試験装置

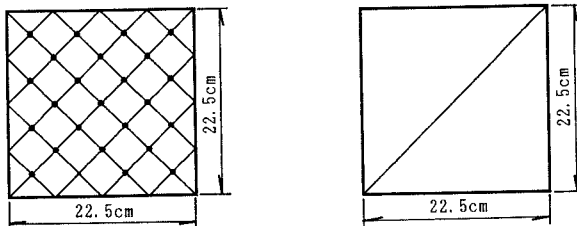


図-2 複数不連続面の供試体 図-3 単一不連続面の供試体

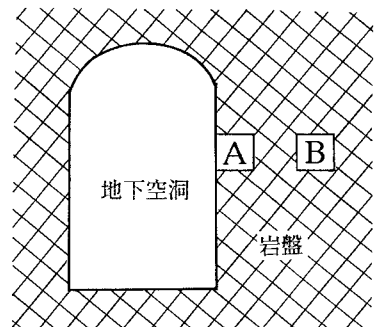


図-4 地下空洞周辺岩盤

一方、B領域のように壁面から離れた領域では、掘削に伴って水平方向に除荷される荷重は小さい。そこで、A領域に対する荷荷条件として、供試体を等方的に荷荷した後、軸圧を単調に増加させるとともに、それと同じ割合で側圧を減少させる試験を行った。初期荷重は 0.89kgf/cm^2 である（ケースA）。また、B領域に対する荷荷条件として、供試体を等方的に荷荷した後、側圧一定で軸圧を単調に増加させる試験を行った。初期荷重は 0.12kgf/cm^2 である（ケースB）。単一不連続面の供試体では、ケースBと同じ荷荷条件で試験を行った（ケースC）。

3. 試験結果

図-5に、それぞれケースA、ケースB、およびケースCにおける応力比～軸ひずみの関係を示す。

複数不連続面の供試体（ケースA、B）と単一不連続面の供試体のせん断特性を比較すると、せん断初期では、複数不連続面の方が同じ応力比に対して大きなひずみを生ずる。しかし、変形が進行すると逆に単一不連続面の方がひずみが大きくなる。また、せん断強度を比較すると単一不連続面よりも複数不連続面の供試体の方が大きな強度を発揮する。複数不連続面の供試体の方が大きな強度を発揮する時には、供試体要素は回転が卓越した挙動を示す。

ケースAとケースBで、複数不連続面の供試体で応力経路や拘束条件の違いによる強度特性を比較すると、ケースBの方が変形、強度特性が優れている。特に、ケースBでは、ひずみの進行に伴ってひずみ硬化の特性が強く現れる。

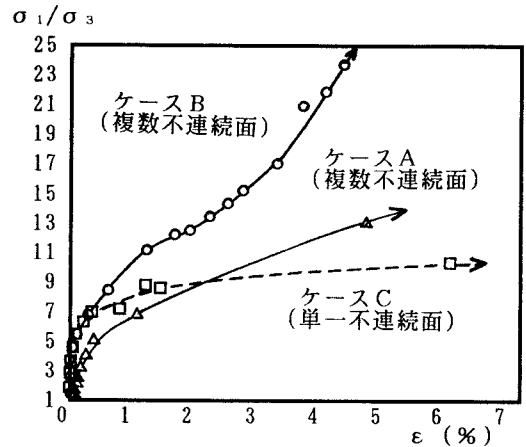


図-5 応力比～軸ひずみの関係

4. 考察

複数不連続面の供試体と単一不連続面の供試体の力学特性を比較すると、両者に違いが見られた。これは、供試体要素の回転などによる幾何学的な構造変化が供試体の力学特性に影響を与えていると考えられる。

複数不連続面の供試体を用いて、地下空洞周辺の応力経路や側方の拘束条件の違いによる力学特性への影響を調べた結果、空洞壁面から離れた領域の方が壁面近くの領域よりも力学特性が優れている結果が得られた。これは、幾何学的な構造変化のパターンが応力経路などの要因により異なるためだと考えられる。この結果は、空洞壁面近くの岩盤は鉛直荷重の増分をあまり負担していないという現地測定結果と調和するものと考えられる¹⁾。

今回は、 45° 方向に2系統の不連続面を有する供試体を用いて検討を行った。しかし、複数の不連続面を有する供試体の力学特性は、不連続面のパターンに影響されることが考えられ、今後は種々の不連続面のパターンを有する供試体を用いて検討を行う予定である。

5. 参考文献

- 1) 打田、原田、金川、中川、浦山、中村、石田：地下発電所掘削時における側壁岩盤の挙動、第24回岩盤力学に関するシンポジウム、pp316～320、1992.2
- 2) 打田、吉田、安原：節理性岩盤の応力再配分に関する一考察、第30回土質工学研究発表会、1995.7