

京都大学工学部 正 員 谷本親伯、岸田 潔
 京都大学大学院 学生員 ○越田哲史、安東直紀

1. はじめに

不連続性岩盤における変形挙動を把握するため、原位置において平板載荷試験や孔内載荷試験などが行われ、岩盤の変形挙動の評価を行っているが、その変形挙動を大きく支配する不連続面の性状を考慮にいれた考察は十分なされていない。筆者らは繰返し載荷による孔内載荷試験を行い、その際に現れる非弾性的挙動が不連続面に支配される因子であることを確認し¹⁾、永久変形係数と定義し、不連続性岩盤の評価を行ってきた²⁾。本研究では孔壁観察から得られる不連続面分布状況により、載荷地点のモデル化を行い、不連続面の法線方向と載荷方向のなす角をパラメータとして、不連続面の変形挙動の評価を行った。

2. 原位置試験

本研究では載荷試験に先立ちボーリング孔壁をボアホールスキャナ (BSS) を用いて観察し、不連続面の走向・傾斜・深度・開口幅といった情報のデータベースを作成した。その後、Goodman Jack を用いて孔内載荷試験を行った。この地点の岩種は流紋岩質凝灰岩で、試験ポイントは深度の異なる 33 地点を抽出し、その各地点で同一地点で載荷方向を 90° 変えた 2 方向について載荷試験を行った (計 66 方向)。その結果得られた荷重～変位曲線を図 1 に示す。この荷重～変位曲線から変形係数 D 、弾性係数 E 、永久変形係数 M ¹⁾ を算定される。この図 1 の 2 つのグラフから、載荷方向によって荷重～変位曲線の形状が異なることが確認できる。この結果の相違は室内試験や BSS 観察結果より、不連続面による影響であると考え^{1) 2)}、その変形に影響していると考えられる不連続面を抽出し、その不連続面を載荷地点付近の岩盤モデル化を行い、不連続面が変形係数に与える影響を考察した。

3. 岩盤のモデル化

変形に影響している不連続面を抽出する上でパラメータとして変形係数比 D_1/D_2 に関する、5 つの条件を設定した。ここに D_1 は同一地点 2 方向載荷で得られた変形係数の大きい方、 D_2 は小さい方である。

1. 変形に影響する不連続面は 1 つである
2. ジャッキの載荷板に接触している不連続面は影響しない
3. 変形係数比 D_1/D_2 が大きければ傾斜の大きな不連続面が影響している
4. 変形係数比 D_1/D_2 が小さければ傾斜の小さな不連続面が影響している
5. 載荷地点に最も近い不連続面が影響している

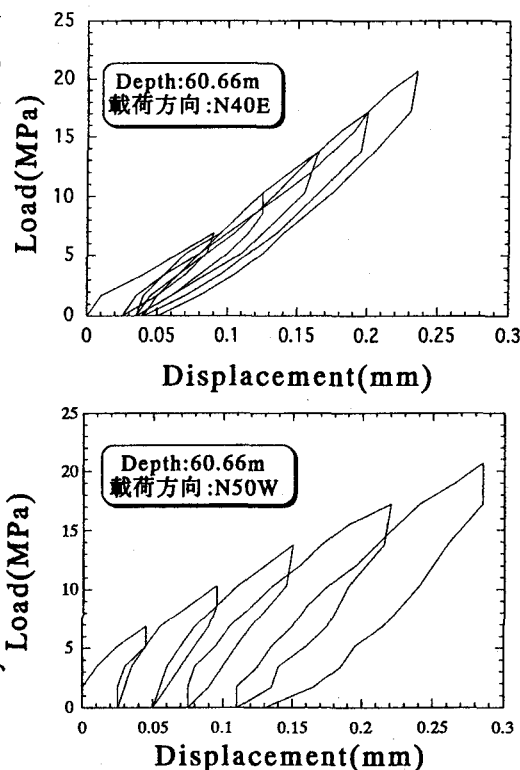


図 1 荷重～変位曲線 (60.66m 地点)

この仮定を満たす不連続面を載荷地点毎に抽出し、その不連続面を用いて載荷地点の岩盤モデルを作成した(図2)。次に、この仮定を満たす不連続面と載荷方向との関係を考察するため、不連続面の法線ベクトルと載荷方向ベクトルとのなす角 ω を定義した。このなす角 ω と変形係数 D_1 、 D_2 との関係を図3に示す。この図によれば、なす角 ω が増加するにつれて、相対的に変形係数 D も増加する傾向にあることが確認できる。前述した5つの条件を満たす不連続面を対象としたとき、なす角 ω が小さいときは ω が大きいときに比べて相対的によく変形すると言える。

さらに、なす角 ω と変形係数(D_1 、 D_2 と区別しない)の関係を見るときなす角 ω と変形係数の間には相関が見られない。これは載荷地点の不連続面の性状(頻度、間隔、ラフネス等)あるいは不連続面の剛性等が異なるためと考えられる。そこで本研究では、変形係数を相対的に評価するため変形係数比 D_1/D_2 を用い、 D_1 が得られたときのなす角を ω_1 、 D_2 が得られたときのなす角を ω_2 とし、 D_1/D_2 となす角差($\omega_1 - \omega_2$)の関係を考察した。この図を図4に示す。この図より、なす角の差が大きいとき、即ち傾斜の大きな不連続面に対して載荷を行ったとき、その載荷方向の違いによって変形挙動が大きく異なることが確認できる。

4. おわりに

本研究では、孔壁観察データをもとにした岩盤のモデル化を行い、孔内載荷試験の結果の解釈を変形に影響を及ぼす不連続面を考慮にいれて行った。岩盤の変形挙動を表す変形係数を評価するのに不連続面と載荷方向のなす角 ω を提案し、なす角 ω が大きいほど変形係数も大きくなることを確認した。また変形係数比となす角差の関係により、載荷方向の差違が変形挙動に大きく影響することを確認した。以上のようなことから、不連続性岩盤において実施した孔内載荷試験結果を考察する場合、不連続面の方向性を考慮した上で変形係数等の評価をする必要があると考える。

参考文献

- (1) Tanimoto, C., et al. (1993): Elastic and in elastic behaviour of rock masses in the load-displacement relation obtained through borehole jacking, EUROCK'93, Lisboa, Vol.1, pp.727-734, A.A. Balkema.
- (2) 谷本親伯ら (1994): 原位置載荷試験による永久変形係数と載荷スケールの影響に関する基礎的研究、第9回岩の力学国内シンポジウム講演論文集、pp403-408、岩の力学連合会。

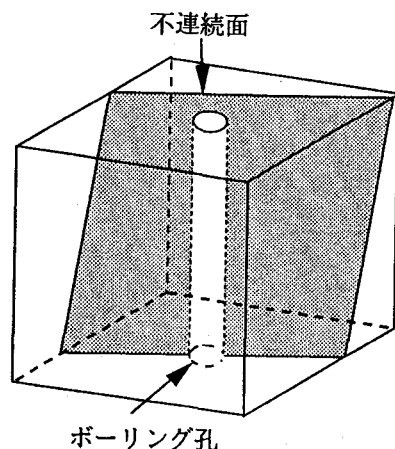


図2 60.66m 地点の岩盤モデル

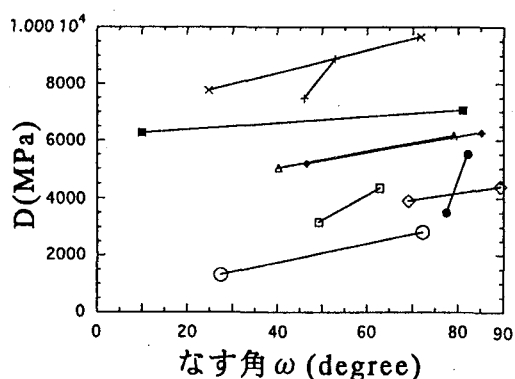


図3 $D \sim \omega$

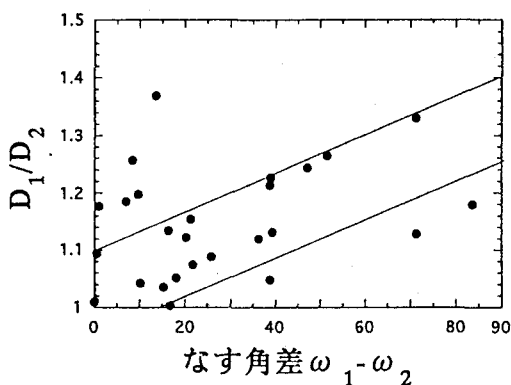


図4 $D_1/D_2 \sim \omega_1 - \omega_2$