

(Ⅲ-18) 岩質材料の亀裂の状態と力学特性に関する一考察

(株)青木建設 技術本部研究所 正会員 ○高橋裕之

〃 〃 〃 池尻 健

〃 〃 〃 永井哲夫

1. はじめに

著者らは、大規模地下空洞掘削時における周辺岩盤の力学的挙動について、これまで過去の施工実績および実測結果に関する事例解析を行い、微視的に見ると、岩種に対応して新たな割れ目の発生現象や既存節理の開口現象があること、大きな変位の発生は主として後者によるものであることを明らかにしている¹⁾。そこで本研究では、岩質材料の供試体を用いた繰り返し一軸載荷試験により、新たな亀裂および既存の亀裂が供試体の見かけの力学特性に及ぼす影響について考察する。

2. 実験概要

岩石供試体の繰り返し一軸載荷試験を行うと、繰り返し回数が多くなるにつれて供試体中に亀裂の発生、進展および成長が見られ、それに伴い強度および変形特性が大きく低下する(図-1参照)。このことから、Müller²⁾は、岩盤の応力-ひずみ関係が岩石供試体のピーク後のその中に見出すことができると考え、岩盤の力学的挙動に関する考察を行っている。

本研究では、早強セメント：川砂：水を1：2：0.5の重量比で混ぜ合わせたモルタル製の円柱供試体(直径50mm、高さ100mm)により繰り返し一軸載荷試験を行い、亀裂の発生、進展および成長が供試体の見かけの力学特性に及ぼす影響を検討するため、繰り返しごとに供試体中の亀裂を観察し、見かけの強度および変形特性値と対応させて検討した。なお、試験は300ton万能試験機により、載荷速度0.035mm/min.の定ひずみ載荷とした。

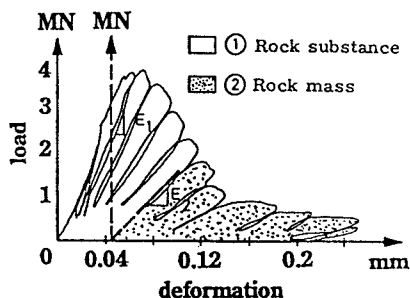


図-1 繰り返し一軸載荷試験による典型的な荷重-変位曲線¹⁾

3. 実験結果および考察

繰り返し回数の増加に伴う亀裂の発生、進展および成長の様子を大別すると、次のように3つの段階に分類して考えることができる。

【段階1】 新しい亀裂が多数発生する段階

【段階2】 既存の亀裂が進展し、他の既存の亀裂と連結する段階

【段階3】 既存の亀裂の幅が大きくなる段階

いま、繰り返し載荷に伴う亀裂の変化状態について、代表的な例を示すと図-2のようになる。この場合、

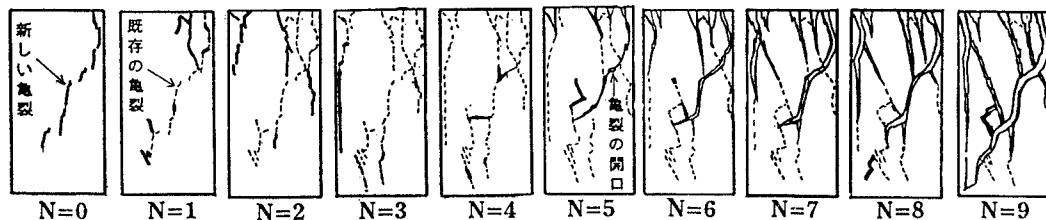


図-2 繰り返し載荷に伴う亀裂の変化状態の代表的な例

繰り返し回数が10回以上になると供試体はせん断破壊して、それ以上の繰り返し載荷ができなかったため、0～9回までの各繰り返し後の供試体の状態をまとめている。この図から、0～2回は段階1、3～5回は段階2、6～9回は段階3にそれぞれ対応することが分かる。次に、亀裂の変化状態と供試体の見かけの力学特性の関係について考察するため、図-2の各繰り返しに対応する応力-ひずみ関係をまとめると図-3のようになる。そして、繰り返し回数が0回の一軸圧縮強度、接線弾性係数および限界ひずみ³⁾を基準にとり、繰り返し回数ごとのそれらの値を無次元化して整理すると図-4が得られる。これらの図から、まず接線弾性係数について見ると、段階1では変化が非常に少なく、段階2になると若干の減少を示し、段階3においては大きく減少することが分かる。それに対して、一軸圧縮強度はほぼ一様に減少することから、限界ひずみは、段階1では若干の減少を示し、段階2になるとほとんど変化せず、段階3においては若干増加している。以上のような傾向は、図-2のようにせん断卓越型の破壊を示す供試体に共通のものであった。

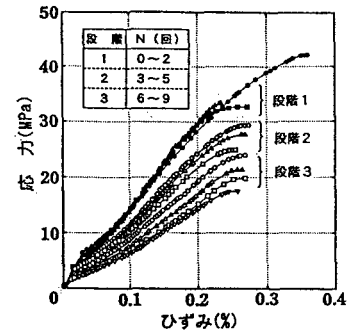


図-3 応力-ひずみ関係

これに対して、引張り卓越型の破壊を示す供試体の場合(図-5参照)、繰り返し回数と亀裂の変化状態の関係はせん断卓越型のそれとほぼ同様である。しかし、亀裂の変化状態と供試体の見かけの力学特性の関係には、図-6に示すように大きな違いが見られる。つまり、段階3における接線弾性係数は段階2に比べると減少の割合が小さいため、限界ひずみが減少することである。

以上のことから、せん断卓越型の挙動に伴って既存の亀裂の幅が大きくなる場合、見かけの変形特性はかなり小さく、発生する変位は小さくなることと分かる。このような現象は、大規模地下空洞掘削時に見られる岩盤の力学的挙動^{1), 4)}と良い対応をなしており興味深いものである。

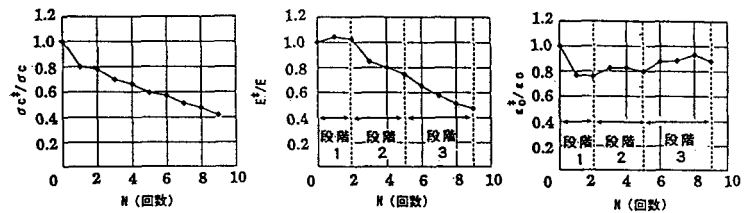


図-4 見かけの強度および変形特性の変化(せん断卓越型)



図-5 引張り卓越型供試体

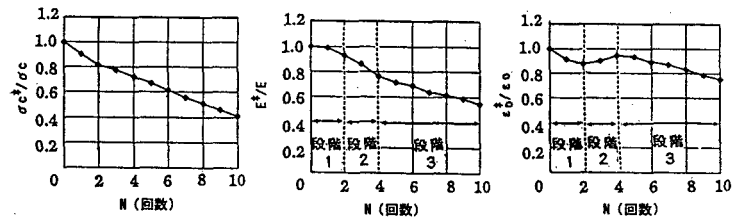


図-6 見かけの強度および変形特性の変化(引張り卓越型)

【参考文献】

- 1) 池尻 健・國村省吾・永井哲夫：大規模地下空洞掘削に伴う周辺岩盤の挙動に関する一考察，第2回岩盤システム工学シンポジウム講演論文集，pp.27-30，1994。
- 2) Muller, L. : Rock mass behaviour - determination and application in engineering practice, Proc. 3rd. Cong. ISRM, Denver, Vol.1A, pp.205-215, 1974.
- 3) 櫻井春輔：トンネル工事における変位計測結果の評価法，土木学会論文報告集，第317号，pp.93-100，1982。
- 4) 打田靖夫・吉田次男・浦山 克・平川芳明：大規模地下空洞掘削における不連続性岩盤の変形形態，土木学会第49回年次学術講演会講演概要集第3部，pp.1178-1179，1994。