

III-A 412 掘削工法の相違が周辺岩盤の変形挙動に与える影響について

大成建設 正会員 羽出山 吉裕
 動力炉・核燃料開発事業団 正会員 杉原 弘造
 同上 正会員 佐藤 稔紀
 同上 正会員 菊地 正

1.はじめに

岩盤内に空洞を掘削することによって周辺岩盤の応力、含水および亀裂の状態が変化し、岩盤の力学・水理学的物性が変化する領域（以下、掘削影響領域と示す）が発生すると考えられている。

岐阜県土岐市にある東濃鉱山では、坑道掘削が岩盤に与える影響の評価を目的として掘削影響試験を実施している。この掘削影響試験の項目の一つとして、発破掘削時および機械掘削（ミニロードヘッダーによる掘削）時の岩盤の変形挙動に関する調査が実施されている。ここでは、掘削工法の相違によって生じた、岩盤内の変形挙動の違いについて報告する。

2.調査地点の概要と計測方法

調査地点は土盛り135mに位置し、その岩種は新第三紀堆積岩（土岐夾炭累層）で砂岩、泥岩の互層および礫岩から構成されている。室内コア試験¹⁾による岩石の物性値を表-1に示す。

掘削影響試験は、最初に、計測坑道を発破掘削した（昭和62年度）。次に連絡坑道、試験坑道を発破工法にて掘削して、これに伴う岩盤内変位量をKH-2孔に設置した多点式地中変位計にて計測を行なった²⁾（昭和63年度）。平成5-6年度は、発破工法によって計測坑道の掘削、多点式地中変位計の設置を行ない、平成7年度に試験坑道を機械掘削して、これに伴う岩盤内変位量をMD-1孔に設置した多点式地中変位計にて計測した（図-1参照）。計測位置はそれぞれの試験坑道壁面からの距離で以下のとおりである。

表-1 室内試験結果¹⁾

項目	細粒砂岩	粗粒砂岩
一軸圧縮強度 (MPa)	3.94~8.51	2.49~3.38
変形係数 (GPa)	1.05~1.86	0.32~0.80
粘着力 (MPa)	2.28~3.94	1.69~2.78
せん断抵抗角 (°)	4.99~12.70	4.93~16.15

- ・発破掘削 0.5、1.0、1.5、2.0、4.0、6.0(m)
- ・機械掘削 0.5、1.0、1.5、2.5、4.5、6.5(m)

計測は、発破掘削、機械掘削ともに、掘削1進行（約1.0m）毎に実施した。

3.坑道周辺岩盤の変形挙動

3.1計測結果

図-2に坑道掘削終了時の機械掘削、発破掘削での岩盤内変位分布を示す。これから、試験坑道から1.0 (m) の位置で計測された変位量は、発破掘削で1.46mm、機械掘削で0.67mmであり、約2倍の相違が生じている。また、発破掘削で得た変位分布は連続性の悪いものとなっている。また、試験坑道から0.5mに設定した計測点では、発破の衝撃によって多点式地中変位計のアンカーがずれてしまったた

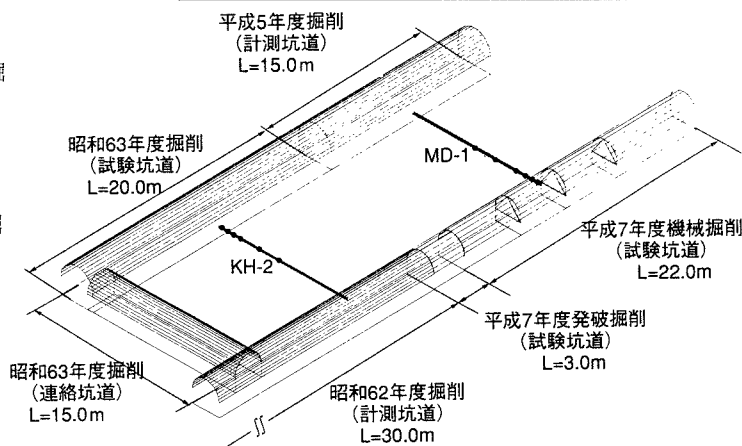


図-1 掘削影響試験 坑道配置

め、岩盤内変位を計測できなかった。一方、機械掘削では、試験坑道から0.5mに設定した計測点で岩盤変位が0.76mmであり、その変位分布も連続的である。

3.2 考察

坑道の掘削進行に伴う岩盤の変形挙動を検討するために、試験坑道から1.0mの位置で計測された変位量を用いて、切羽離れが $-2D \sim +3D$ （ D ：掘削面積を等価円で評価した際の坑道径）区間を対象として、切羽離れと変位量を最終変位量で無次元化したもの（以下、地山特性曲線と示す）を整理した（図-3）。これから、切羽到達時（0D）までは、両者に大きな相違が生じていないが、切羽通過後は機械掘削よりも発破掘削の場合の方が緩やかな曲線となっている。また、図中に、坑道掘削による岩盤内変位量を軸対称弾性解析を用いて算出した地山特性曲線を示す。これから、機械掘削時の地山特性曲線は解析と良く一致しており、岩盤が弾性的な挙動をしたことがわかる。一方、発破掘削時の地山特性曲線は切羽後方（切羽離れ0.0D以降）において、解析と大きく異なっている（切羽離れ+1Dで

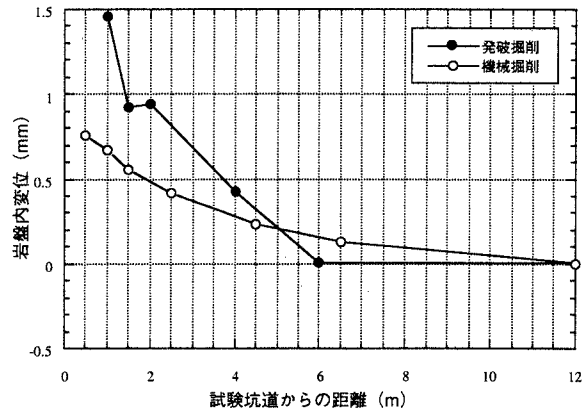


図-2 岩盤内変位量

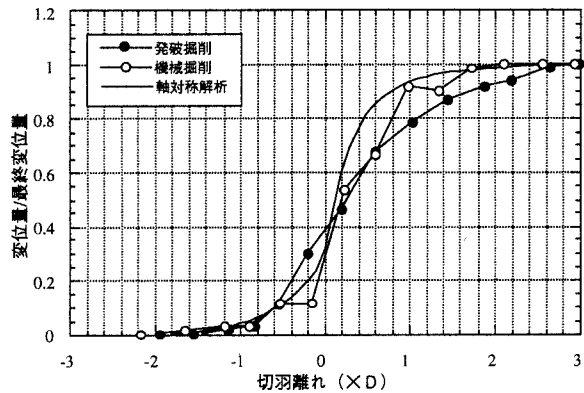


図-3 地山特性曲線

発破：0.78、解析：0.95）。このように切羽後方の変位が弾性解析と比較して遅れて発生する要因としては、掘削に伴う、坑道周辺岩盤の変形係数の低下、岩盤内応力の再配分による岩盤変形が考えられる。

4. おわりに

岩盤内変位計測結果から、掘削工法の違いによる掘削影響領域の相違について考察した。その結果、発破掘削では、掘削影響領域の発生により坑道周辺の岩盤は弾性的な挙動とは異なる結果となったのに対して、機械掘削では弾性的な挙動を示した。これは、掘削影響領域が発破よりも機械の方が小さかったことを示唆している。

発破掘削坑道³⁾では、屈折法弾性波探査および弾性波トモグラフィーによって、坑道周辺の掘削影響領域が坑道壁面から約0.8mと判断されており、今後は、機械掘削坑道を対象とした、物理探査（屈折法弾性波探査および弾性波トモグラフィー調査等）および機械掘削坑道の周辺岩盤を対象とした室内試験を実施し、掘削工法の相違による掘削影響領域の相違を詳細に検討する予定である。

参考文献

- 1) 杉原、大石、榊、石島 機械掘削による影響評価試験の事前調査・解析 平成5年度実施分 動燃事業団技術資料 PNC TR/GE 94-02
- 2) K.Kamemura, K.Sugihara: In-Situ tests and Numerical analysis of excavation disturbed zone around a drift in Neogene sedimentary rock Assessment and Prevention of Failure Phenomena in Rock Engineering (1993) pp.301-307
- 3) 二宮、杉原、伊藤、亀村、青木：ジオトモグラフィーによる地下空洞周辺緩み領域の評価について 第22回岩盤力学に関するシンポジウム pp.476-480