

III-685

立坑掘削に伴う岩盤内のひずみの変化

動力炉・核燃料開発事業団 正会員 杉原 弘造
(株) 大林組 正会員 吉岡 尚也
〃 正会員 畑 浩二
〃 正会員 〇木梨 秀雄

1. はじめに

乱されていない原位置の岩盤内に空洞を掘削すると、空洞周辺岩盤では応力再配分が起こり新たな力学的平衡状態に達する。この応力再配分過程を把握しておけば、空洞の力学的安定化と支保工建込みの時期の関係などの情報が得られる。本報告では、立坑掘削中に実施した岩盤内のひずみ計測結果から、空洞近傍の岩盤挙動について考察した。

2. 岩盤内のひずみの計測方法

使用した計器は、電中研式の8成分岩盤ひずみ計(以下ひずみ計と略す)である¹⁾。ひずみ計は図-1に示すように立坑を第2計測坑道の底盤まで掘削し、さらに第2計測坑道の掘削を終えた後、同坑道から試錐したボーリング孔に埋設した。ひずみの計測位置は、立坑掘削壁面から半径方向への離れが約2mで、深度はそれぞれG.L-106.5mとG.L-124mである(図-1参照)。両地点の岩種は凝灰質砂岩で、インタクトな岩の一軸圧縮強度は約6MPaである。

3. 計測結果

図-1に示した、計測点1におけるNo.1~4ゲージおよびNo.5~8ゲージで計測されたひずみを描いたものがそれぞれ図-2と図-3である。縦軸のひずみは引張りを正、圧縮を負で表している。横軸の切羽位置は、ひずみ計を埋設した深度と立坑切羽位置との離れを掘削径Dで基準化して表した。したがって、負の符号は立坑切羽の位置がひずみ計埋設レベルの上方にあり、正の符号は立坑切羽がひずみ計埋設レベルを通過したことを意味する。図-2と図-3より、NO.1~8の各ひずみゲージで計測されたひずみは、切羽がひずみ計を埋設したレベル(すなわち、0D)を通過する前後で急激に変化した後、掘削径の2倍(2D)以上進行すると、ほとんど変化しなくなることがわかる。

4. 考察

立坑掘削に伴うひずみの変化は、立坑の半径、接線、鉛直方向のひずみ($\epsilon_r, \epsilon_\theta, \epsilon_z$)で表したほうが分かりやすい。そこで、計測された8個のひずみ成分($\epsilon_{No.1}, \epsilon_{No.2}, \dots, \epsilon_{No.8}$)に対し、X軸を東、Y軸を北、Z軸を鉛直上向きとした直交座標系に対する6つのひずみ成分($\epsilon_x, \epsilon_y, \epsilon_z, \gamma_{xy}, \gamma_{yz}, \gamma_{zx}$)を未知量として、ひずみロゼット法²⁾に基づく8個の測定方程式を立てる。さらに、これらの測定方程式から正規方程式を導くことにより、6つの未知量に対する最確値($\epsilon_x', \epsilon_y', \epsilon_z', \gamma_{xy}', \gamma_{yz}', \gamma_{zx}'$)が求まる³⁾。これらを円筒座標系に変換することにより($\epsilon_r, \epsilon_\theta, \epsilon_z$)が得られる。

計測点1, 2におけるそれぞれの計測結果から $\epsilon_r, \epsilon_\theta, \epsilon_z$ を求め、これらを立坑の切羽位置との関係で示すと図-4, 5のようになる。両図より立坑の切羽がひずみ計を埋設したレベルを通過する直前より $\epsilon_r, \epsilon_\theta$ には変化が生じ、立坑の切羽が掘削径の2倍以上進行すると $\epsilon_r, \epsilon_\theta$ とも一定値に収束することがわかる。一方、 ϵ_z の変化は小さい。これらの挙動から、立坑掘削に伴う応力再配分により立坑の接線方向には圧縮ひずみが生じ、半径方向にはそれに見合った

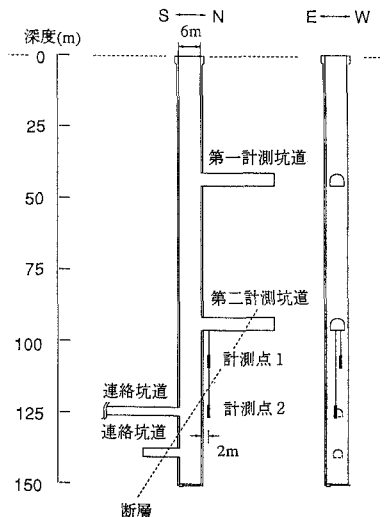


図-1 ひずみ計の埋設位置

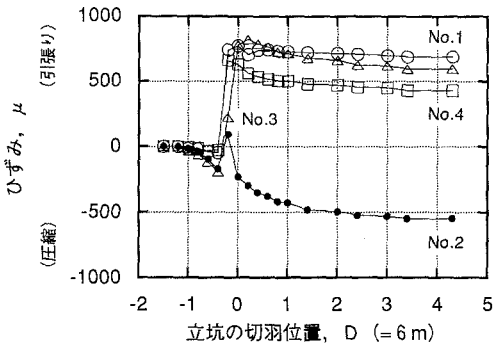


図-2 計測ひずみと切羽位置の関係(計測点1)

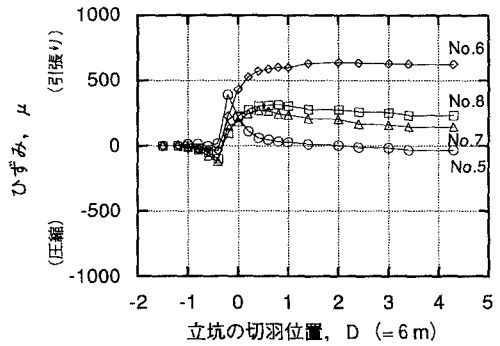


図-3 計測ひずみと切羽位置の関係(計測点1)

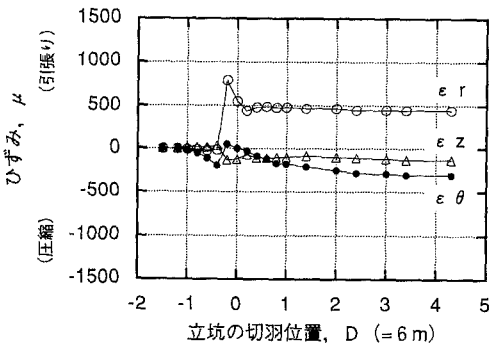


図-4 ひずみ成分と切羽位置の関係(計測点1)

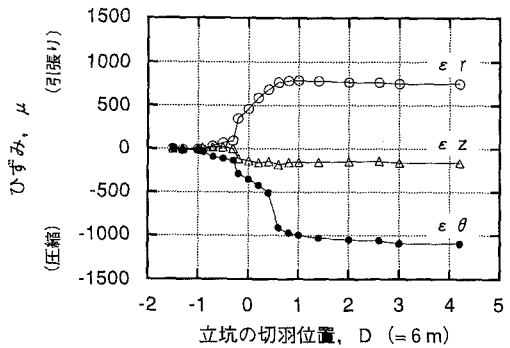


図-5 ひずみ成分と切羽位置の関係(計測点2)

引張りひずみが発生したものと考えられる。さらに、2 D以降はこれらの値が収束していることから、立坑周辺の岩盤は弾性的な挙動をしているものと考えられる。ここで、図-4と図-5を比較すると、立坑掘削に伴うひずみの変化と最終的なひずみ量に違いがある。これは岩盤のき裂間隔が影響を及ぼしていると考えられる。すなわち、計測点1付近における岩盤のき裂間隔は70cm程度、計測点2付近は30cm程度であり、これらはISRM指針によればそれぞれき裂間隔が「広い」および「中程度」の岩盤に分類される⁴⁾。また、両計測点付近のき裂のない位置で実施した等変位方式による孔内載荷試験から得た変形係数の値には、ほとんど差がなかった。したがって、岩盤内のき裂間隔の相違により、岩盤の剛性が異なっていることがひずみの挙動に影響を与えたものと考えられる。

5. まとめ

原位置におけるひずみ計測の結果から、立坑掘削時の応力再配分に伴う空洞近傍の岩盤の挙動が明らかになった。また、掘削に伴うひずみの変化過程は、周辺岩盤のき裂頻度が影響することもわかった。

参考文献

- 1) 金川ほか (1986); オーバーコアリング法による3次元地圧計測法～埋設型8成分ゲージの開発, 電中研報告 385033
- 2) 川本 (1967); 応用弾性学, 第2章, pp.34, 共立出版
- 3) 本間ほか (1981); 次元解析・最小二乗法と実験式, 第3章, pp.144, コロナ社
- 4) I S R M指針 (1985); 岩盤不連続面の定量的記載法, pp.25, 岩の力学連合会