

III-297

空洞掘削過程における周辺岩盤の挙動測定

関西電力(株)総合技術研究所 正会員 打田 靖夫、内藤 栄康  
 (財)電力中央研究所 正会員 石田 毅、金川 忠  
 (株)新日本技術コンサルタント 正会員 浦山 克、中村 隆浩

1. まえがき

地下空洞掘削に伴うゆりみ領域や岩盤挙動に関する知見を得る目的で、地下発電所空洞の掘削に先行して、併設されたトンネル内から数本のボーリング孔を穿孔し、これらの孔を使用しA E、弾性波速度、鉛直方向ひずみ、水平方向相対変位、B T Vによる孔内観察などを組み合わせた測定を集中的に行っている。本稿では、地下発電所空洞掘削過程における側壁岩盤の挙動について興味ある結果を得たので、その一部を以下に報告する。

2. 測定の概要

測定現場は、兵庫県の峰山・砥峰高原の東側斜面から約280mの地下に建設中の幅24m、高さ46.6m、長さ134.5mの大規模な発電所空洞である。空洞周辺岩盤は、電中研式岩盤分類でCH～CM級の堅硬なひん岩であり、発電所の長軸と平面的に直交あるいは平行な節理群が卓越している。

空洞掘削に伴って発生する周辺岩盤内の鉛直方向ひずみ変化および水平方向相対変位を測定するため、空洞から20m離して平行に掘削した併設トンネルから発電所長軸に直交する下向き4°のボーリング孔を穿孔し、56mmφの孔には鉛直方向ひずみ計を11箇所に埋設し、116mmφの孔には1m間隔に17個のメジャリングマークを取り付けた水平方向相対変位測定用ケーシングを埋設し、養生した。空洞の掘削ステップと計器埋設位置の関係を図-1に、測定計器の主な仕様を表-1に示す。計器埋設孔の標高は、側壁掘削ベンチ②と③の間に位置している。測定は、図-1のサイロット③の掘削が終了した時点初期値とした。

3. 測定値の経時変化

測定開始から側壁掘削ベンチ③までの鉛直方向ひずみ増大量の経時変化を図-2に示す。この図には、アーチ部切上げ、側壁掘削ベンチ①～③の時期を併記した。図中の計測対象領域は、測定孔を中心軸として、アーチ部切上げ過程は±3m、側壁掘削過程は±18mの平面的範囲である。

図-2に示した鉛直方向ひずみ増大量は、測点M2～6およびM8における測定結果である。いずれの測定値もアーチ部切上げ時からひずみ増分が発生し、各計測対象領域の発破時に顕著な変化を示した。図中の引張側のひずみ増分は、初期値が初期地圧のために岩盤に圧縮ひずみが生じた状態であるから、圧縮ひずみの解放を意味するものである。

図-2の鉛直方向ひずみの経時変化から、側壁掘削予定線から2.7～5.5mの範囲にあるM2、M3、M4およびM5の計器を埋設した岩盤では、ベンチ③の掘削により鉛直方向圧縮ひずみを負担する位

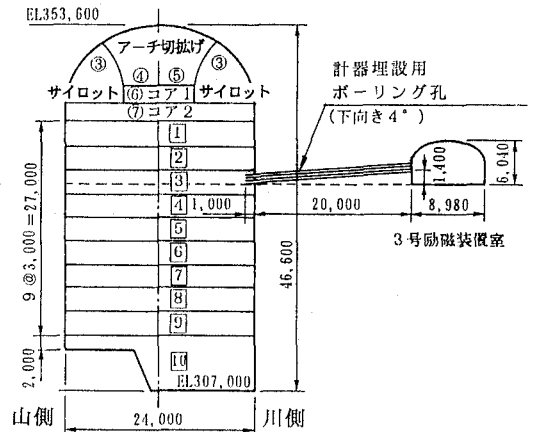


図-1 空洞の掘削ステップと計器埋設位置

表-1 測定計器の主な仕様

計器名 (測定目的)	仕 様
スライディング マイクロメータ (水平方向 相対変位)	測定基線長 : 1000mm 測定範囲 : ±5mm 平均誤差 : ±0.003mm以内 動作温度 : -20℃～+60℃ 耐水圧 : 15kgf/cm <sup>2</sup>
1成分型 埋設ひずみ計 (鉛直方向ひずみ)	型 式 : BSM型 容 量 : ±1000μ 標点間距離 : 52mm 出力感度 : 約1mV/V 保証温度 : -20℃～+60℃

置が変化している様相が認められる。また、M8は側壁掘削予定線から8.5m離れた位置にあるが、アーチ部切詰め発破により急激に圧縮ひずみが増大し、掘削の進行に伴ってさらに増大する傾向を示している。しかし、ベンチ③の掘削による顕著なひずみ変化は認められない。

側壁掘削ベンチ③までの水平方向相対変位測定結果から、区間水平変位量の経時変化を図-3に示す。区間水平変位量は、各区間ともアーチ部切詰め時からベンチ②の掘削終了までは緩やかに伸び量が增大する傾向を示したが、ベンチ③の発破により空洞側壁に近い1.5~3.5mの範囲、併設トンネルに近い13.5~17.5mの範囲および鉛直方向ひずみが顕著な増大量を示した8.5~9.5mの範囲の伸び量が顕著に増大した。

4. 空洞周辺岩盤のひずみ変化量の分布

掘削過程における空洞周辺岩盤の鉛直方向ひずみ増大量 $\Delta \epsilon v$ および区間水平変位量の分布を図-4に示す。図-4によれば、岩盤内の $\Delta \epsilon v$ の分布は、計器埋設標高よりも約7m上方のアーチ部切詰めが終了した時点では、側壁掘削予定線から2.7m離れた位置までは解放ひずみを示し、4.5mおよび8.5m離れた位置に圧縮ひずみのピークを示している。この傾向は、ベンチ③掘削終了時における $\Delta \epsilon v$ の分布にも見られるが、図-2の経時変化を考慮すると、空洞側壁から4.5m

mの位置(M5)へと遷移しつつあることがわかる。一方、岩盤内の区間水平変位は、アーチ部切詰め終了時に各区間とも0.2mm程度でほぼ均等な分布を示した。これに対し、ベンチ③の掘削終了時における空洞側壁から3.5mまでの範囲および13.5m以上の範囲の区間水平変位量は、3.5~13.5mの範囲の変位量の約2倍となっており、この範囲はゆるみの程度が大きいことをしめしている。

以上から、鉛直方向ひずみの増大量が圧縮側にピークを示す岩盤内の位置は、荷重または応力が計器を埋設した岩塊に集中していることを示しているものと推測される。また、前述の空洞近傍の $\Delta \epsilon v$ がピークを示す位置の遷移現象は、掘削の進行に伴う岩盤内の応力再配置挙動を表しているものと推察される。

5. あとがき

以上の結果からゆるみ領域を明確に評価することができないが、今後これらの継続測定に加えて集中的に測定中の他の数種類の測定結果を組み合わせる予定である。

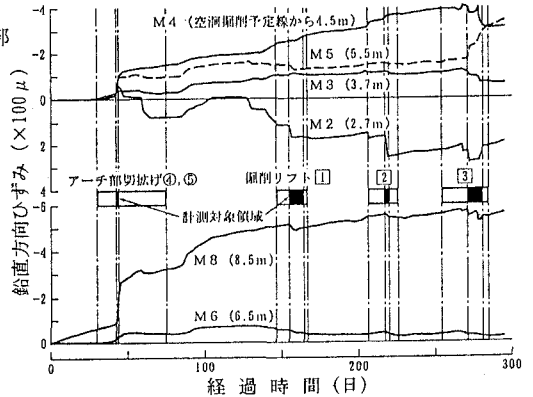


図-2 鉛直方向ひずみの経時変化

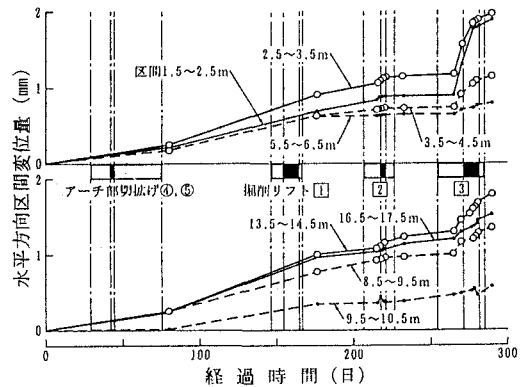


図-3 水平方向区間変位量の経時変化

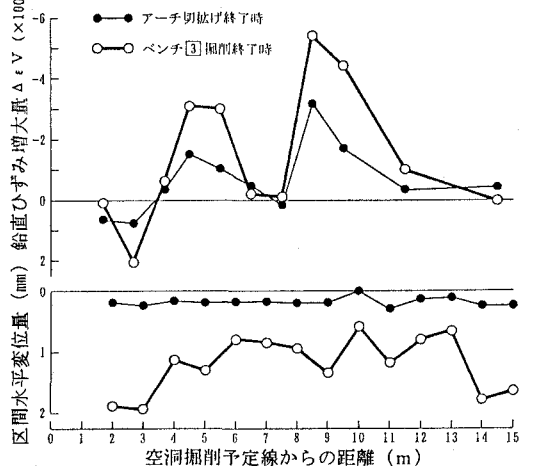


図-4 掘削に伴う鉛直ひずみおよび区間水平変位の増大量の分布