

III-62

小型多成分ボアホールひずみ計によるトンネル交差部の岩盤挙動計測

清水建設（株） 正会員 楠本 太
 東京大学地震研究所 石井 紘
 清水建設（株） 正会員 新谷 義行

1. はじめに

地球物理研究用として開発された小型多成分ボアホールひずみ計は、高感度で耐久性と長期安定性に優れ、取り扱いが容易であることから、地震予知等の長期連続観測に適用されている¹⁾。これを工学分野へ適用するための改良を加え、トンネル交差部の岩盤挙動測定に適用した。その結果、本計器の有効性が示されたのと、岩盤挙動に関する新たな知見を得たので報告する。

2. 多成分ボアホールひずみ計の概要

(1) 計測の原理

写真-1 に計器の外観を示す。計測の原理は、砲弾型の容器の中に、容器と一体に彫り出されたひずみ拡大センサを用いて、感受体となる容器外筒の変形をメカニカルに拡大し、変位センサーにより電気信号に変換して出力する。

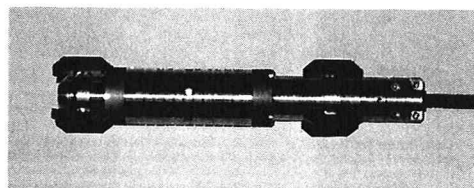


写真-1 NBS60

(2) 主な特徴

計器の寸法はNBS60で $\phi 58 \times 383\text{mm}$ 、NBS90で $\phi 90 \times 442\text{mm}$ である。ひずみの測定範囲は、 $10^{-9} \sim 10^{-7}$ の微小ひずみ（NBS90）から $10^{-4} \sim 10^{-3}$ 程度の大ひずみ（NBS60）まで測定でき、温度変化による影響は小さい。この計器では、計器軸に直交する断面内での任意方向ひずみの測定が可能であり、3成分の測定を行えば、せん断ひずみ等への換算ができる。

(3) 計器の適用性

上記の特徴を有することから、岩盤掘削時の掘削外力の再配分状況をひずみの連続的な変化として捕えることができる。また、空洞周辺のゆるみの進展や覆工コンクリート等に作用する後荷等がモニターできる。この他に、地震により空洞周辺岩盤等が受けるひずみ量や、貯水池での水面変動にともなうダム堤体や基礎岩盤の挙動等を長期にわたって連続的に観測できる。

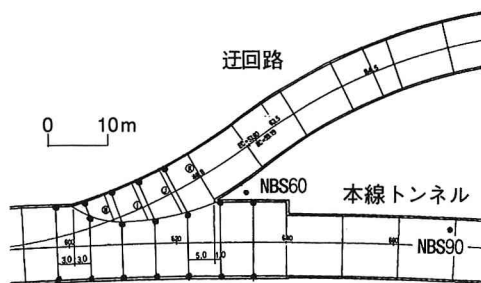


図-1 トンネル交差部平面図

3. トンネル交差部の岩盤挙動計測

(1) 計器の設置

トンネル交差部が位置する地層は粘板岩であり、土被り厚は約150mである。小型多成分ボアホールひずみ計は、図-1 に示すように、3成分のものを2ヶ所に埋設する。NBS60は本線トンネル壁面からはほぼ水平に迂回路軸に直交する方向に $\phi 76\text{mm}$ のボーリング孔を削孔し、孔口から約2mの側壁部に設置する。NBS90は本線トンネル底盤部に、鉛直下向きに $\phi 120\text{mm}$ のボーリング孔を約1m削孔し、この中に設置する。計器は、所定方向に合わせてから、セメントミルクで固定する。この他に、NBS60の設置点での計器軸方向ひずみを測定するために、エクソテンソメータを本線トンネルから設置する。ひずみの測定方向は、図-2 に示すとおりである。

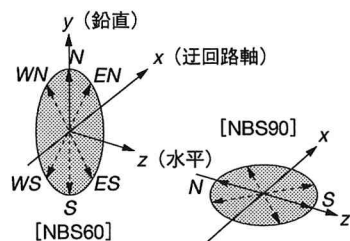


図-2 ひずみの測定方向

(2) ひずみの測定結果

10分間隔に測定した3成分のひずみデータの1部を図-3に示す。測定値は電圧の低下や停電等により部分的に不連続なデータを含むが、岩盤ひずみは安定して簡単に測定できることを確認した。

(3) 側壁部の岩盤ひずみ(NBS60)

迂回路の掘削による鉛直方向ひずみは 10^{-4} 程度の伸びとなり、上半切羽が計器の横を通過した時点で全ひずみ量の約50%が発生する。下半掘削による影響は小さい。迂回路軸方向ひずみは 10^{-4} 程度の縮みとなり、上半切羽が計器の横を通過した時点で先行変位も含めると全ひずみ量の約40%が発生する。これが下半切羽の通過時に約30%減少し、切羽が遠ざかるにつれふたたび増加し、最終的には上半掘削時に発生したひずみレベルにもどる。せん断ひずみは迂回路軸方向ひずみとともに変化し、 10^{-4} 程度発生する。水平方向ひずみはかなり変動し、 10^{-3} 程度の伸びとなる。

(4) 底盤部の岩盤ひずみ(NBS90)

迂回路軸から約30m離れた所の水平方向ひずみは 10^{-5} 程度の伸びとなり、せん断ひずみは 10^{-4} 程度発生する。迂回路軸方向ひずみと水平方向ひずみを比較すると、上半掘削時では軸方向の方が大きい、下半掘削時に反転し、水平方向の方が大きくなる。

4. まとめ

小型多成分ボアホールひずみ計は、比較的簡単に、安定して岩盤ひずみが測定できることを確認した。さらにトンネル交差側壁部の岩盤ひずみが迂回路の切羽進行と密接に関連していることが明かとなったうえに、この変化の様子が本線トンネル底盤部でのものに比べて大きく異なることが示され、新たな知見を得た。今後は、これらの測定データを数値解析により確認する予定である。

最後に、この機会を与えてくださった北海道開発局旭川開発建設部の方々に感謝します。さらに北海道大学笠原稔助教授、北日本計測コンサルタント株式会社の関係者の協力を得たことを記します。

参考文献

[1]石井紘、新しい小型多成分ボアホール歪計の開発と観測、物理探査学会講演論文集、1992年5月

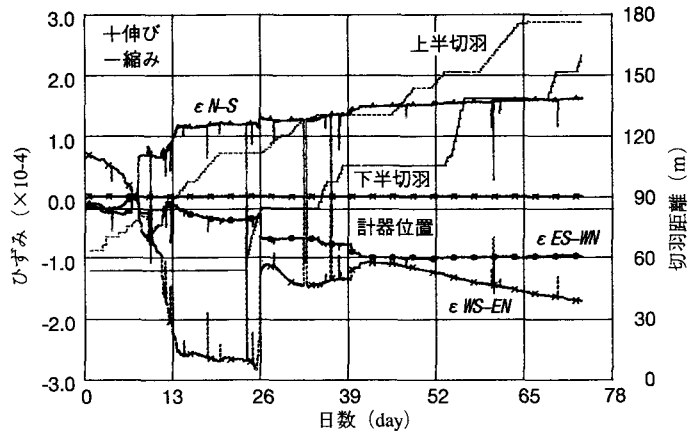


図-3 NBS60による側壁部のひずみの測定値

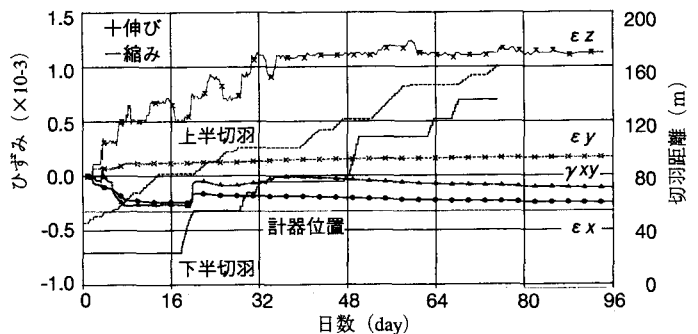


図-4 側壁部での鉛直面内のひずみ (NBS60)

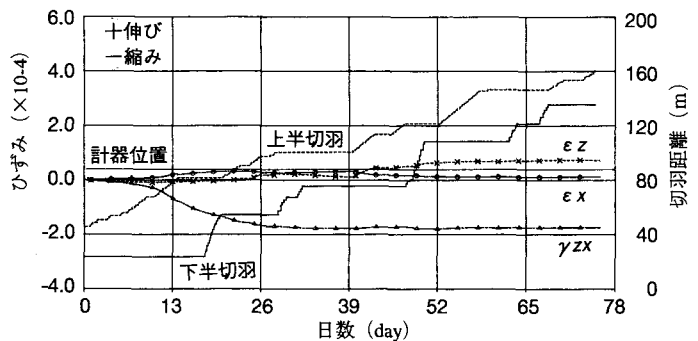


図-5 底盤部での水平面内のひずみ (NBS90)