

Ⅲ-361

多成分ボアホールひずみ計によるトンネル合流部の挙動計測

清水建設（株） 正会員 楠本 太
 東京大学地震研究所 石井 紘
 北海道開発局 正会員 相馬 和則

1. はじめに

供用中の道路トンネルに掘削断面積が約 80m^2 の迂回路トンネルを交差角 35° で合流させるトンネル工事では、この迂回路トンネル掘削時の岩盤挙動の把握が合流部を安全に施工する上での重点課題の1つである。この岩盤挙動計測に、これまでのNATM計測に加えて小型多成分ボアホールひずみ計¹⁾の改良型を適用した。その結果、このひずみ計の有効性が示されたので報告する。

2. 多成分ボアホールひずみ計の概要

計器寸法は、直交2成分測定用のMBS40-2Cで $\Phi 40 \times 248\text{mm}$ 、4成分測定用のMBS40-4Cで $\Phi 40 \times 368\text{mm}$ である。MBS40-4Cは直交2成分のものを2個用いて、計器軸方向に 115mm 離し片方を計器軸回りに 45° 回転させて4成分を測定する。ひずみの測定範囲は $10^{-7} \sim 10^{-3}$ であり、3成分のひずみ測定により計器軸に直交する断面内でのせん断ひずみが換算できる。

3. 合流部の挙動計測

トンネル合流部地点の地層は溶結凝灰岩であり、土被り厚は約 70m である。計器配置を図-1、図-2に示す。MBS40-4Cは小函トンネル軸に直交する方向に掘削面から 2m の位置に埋設する。MBS40-2Cは小函トンネルの覆工コンクリート内に壁面から 35cm の位置に埋設する。これらの計器は、迂回路トンネルの掘削にさきがけて小函トンネル側から設置する。ひずみの測定方向は、図-3に示すとおりである。

4. 計測結果

(1) 交差鋭角部の岩盤挙動

トンネル周方向ひずみ (ϵ_y) は伸びを示し、小函トンネル軸方向ひずみ (ϵ_x) は縮む。同じ位置でのエクステンソメータからのトンネル半径方向ひずみ (ϵ_z) は周方向の約2倍の 0.03% の伸びとなるが、下半掘削後は0に近づく。 ϵ_y の経日変化では、上半切羽が計器の横を通過する以前に全ひずみ量の約 15% が発生し、上半切羽通過時に 45% 、下半切羽の到達までに約 85% が発生する。残りの 15% は下半掘削により発生する。

ϵ_x では、上半切羽が計器の横を通過する以前に全ひずみ量の約 20% が発生し、上半切羽通過時に 75% 、下半切羽の到達までに約 90% が発生する。覆工コンクリートの切断、撤去によるこれらへの影響は小さい。

(2) 交差鋭角部岩盤のせん断ひずみ

ϵ_y と $\epsilon \pm 45^\circ$ から求めたせん断ひずみ (γ_y) は、 ϵ_x と $\epsilon \pm 45^\circ$ からのせん断ひずみ (γ_x) の約2倍の約 0.03% 発生する。このせん断ひずみは、上半切羽の通過時にせん断方向が反転し、全ひずみ量の約 45% が発生する。さらに上半切羽の進行とともに徐々に増加し、弾性的な挙動を示す。またせん断ひずみは、上半覆工コンクリートの解体、撤去時に約 20% 増加するが、下半掘削による変化は小さい。

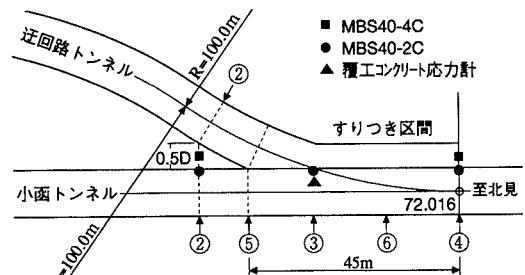


図-1 計器の平面配置

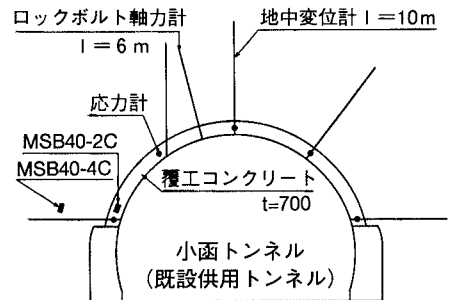


図-2 計器の配置（横断面）

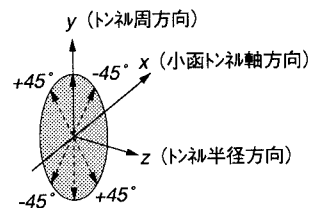


図-3 ひずみの測定方向

（3）交差鋭角部の覆工挙動

覆工コンクリート周方向ひずみ（ ϵ_{cy} ）は上半切羽の進行とともに増加し、上半掘削後に約0.01%の伸びとなる。軸方向（ ϵ_{cx} ）では周方向の約2倍の0.02%縮む。これらは上半覆工コンクリートの切断、解体にともない減少するが下半掘削による影響は小さい。また下半覆工コンクリート撤去時には急激に減少し、周方向とトンネル軸方向とで伸縮は逆転する。これらから、交差鋭角部の岩盤（ ϵ_{rx} 、 ϵ_{ry} ）と覆工コンクリートはともに地山掘削の影響を受けるが、覆工コンクリート撤去による岩盤への影響は小さい。

（4）すりつき区間の覆工挙動

MBS40-2Cからの覆工コンクリート周方向ひずみ（ ϵ_m ）の経日変化は、覆工コンクリート応力計からのひずみ（ ϵ_s ）に比べて、上半掘進および覆工コンクリートの切断、解体、撤去の施工プロセスと良い対応を示す。この計器では、測定軸方向への設置誤差がないのとこれの直交成分も同時に測定できる利点がある。

5. まとめ

トンネル合流部の岩盤挙動と供用トンネルの覆工コンクリート挙動が迂回路トンネルの施工プロセスと密接に関連していることが本計測により明かとなり、この計器の有効性が示された。今後は、これらの測定値からの挙動特性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、銀河トンネル共同企業体所長の新谷義行氏とスタッフの方々の協力に感謝します。さらに計測データ整理は（株）エーティックの阿部勇治氏によることを記します。

参考文献

[1]楠本太,石井紘,新谷義行、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、土木学会第49回年次学術講演会、1993年9月

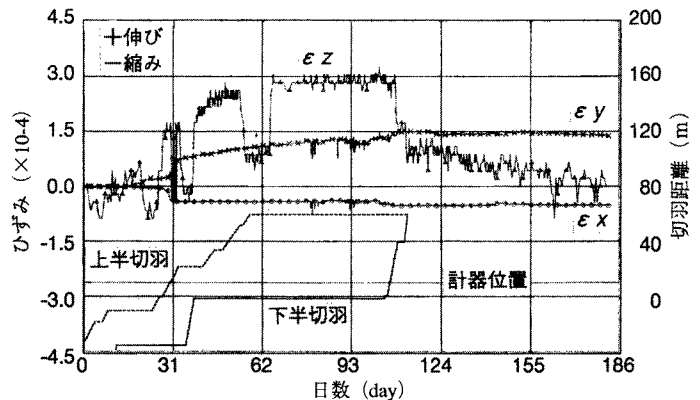


図-4 交差鋭角部岩盤の軸ひずみ

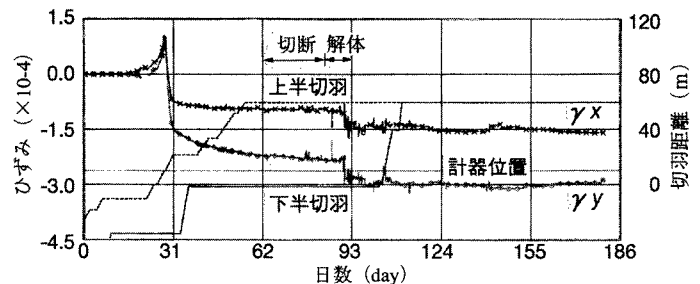


図-5 交差鋭角部岩盤のせん断ひずみ

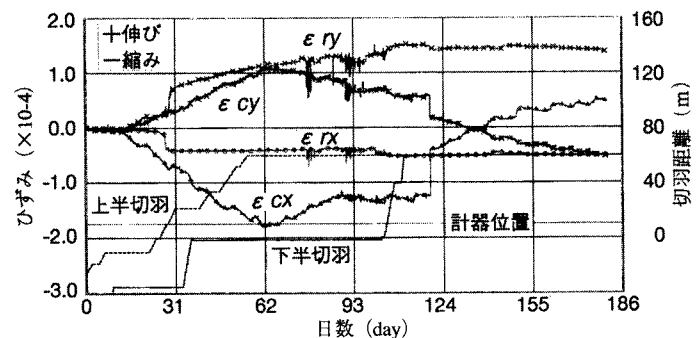


図-6 交差鋭角部の岩盤と覆工コンクリートの軸ひずみ

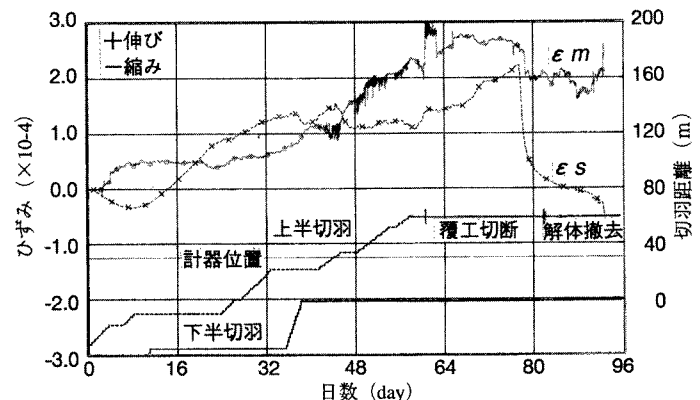


図-7 すりつき区間の覆工コンクリート周方向軸ひずみ