

建設省土木研究所 正会員 立石 俊一
 〃 〃 〃 今田 徹
 〃 〃 〃 〇石橋 正徳

1. まえがき

合理的かつ経済的なトンネル設計のためには、トンネル構造物に作用する荷重を適確に推定することが必要である。しかし、トンネルの土圧現象は複雑でその解明が遅れており、設計、施工上の重要な要素の決定は経験によってなされているのが実情である。しかも、その現象を理論的に、また、適切な地山の力学的な指標を用いて推定するには資料も少なく、その信頼性も明らかなでない。そこで、当所では現位置計測として、構造物に作用する荷重を直接測定する方法や作用する荷重と直接関係する地山のゆるみの実測方法を検討しており、その一手段として、地中変位計を用いてトンネル掘削に伴う地中の変位を実測している。本文ではその計測方法と実測例を紹介する。

2. 計測方法

地山のゆるみ範囲を測定する方法として、弾性液を用いる方法や変位計により地中の変位を測定する方法などがあるが、変位計による方法は直接変位を測定するものであり比較的信頼できる資料が得られるものと考えられる。使用した計器は従来の伸縮計と異なり、アンカーの設置方法を工夫して1本のボーリング孔中に数個のアンカーを設ける点が特徴であり、地表面または坑内に設置した変位計の受感部とアンカーをパイロットワイヤで連結し相互の変位を求めるものである。孔内に取付けるアンカーは、その設置地点の変位を正確に示すように常時スプリングにより孔壁を押し付け密着する機構を有している(写真-1)。アンカーに結ばれたパイロットワイヤは以浅のアンカーの中空のシャフト内を通り計測部に接続される。重錘によりワイヤの張力を一定にした後、差動トランスなどにより直接その変位量を求めるものである(写真-2)。

3. 実測例

小夜の中山および嶺岡トンネルにおける上半部掘削時における地中変位の計測例を図-1に示す。前者の計測地点は節理の多い砂岩で比較的土被りは薄く(約11m)掘削断面幅は約12mであるが、後者は破碎、粘土化した頁岩および蛇紋岩からなる不良な地山で土被りは約39m、掘削断面幅は約11mである。変位の計測は上半クラウン部上で、後者については導坑フラウ

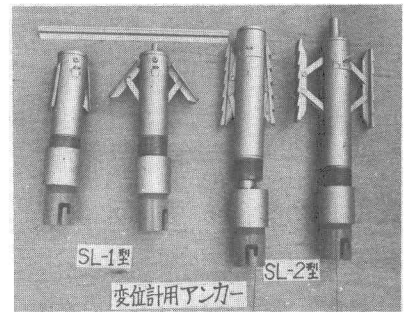


写真-1 アンカー

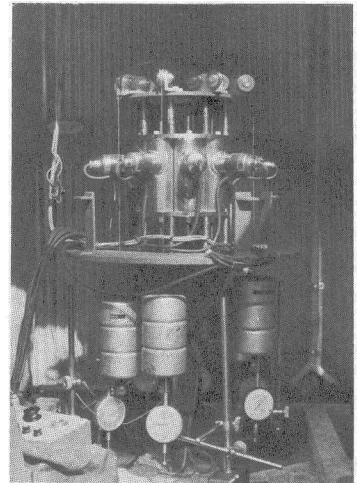


写真-2 多点変位計

ン部上においても実施した。

小夜の中山トンネルの場合、切羽が計測点を通過すると同時に地中の変位も生じ、切羽通過5日後(前方約11m)にはほぼ一定値を示す。また、No.4とNo.5の地中変位は明らかに分離し、No.4以深の変位はほぼ等しい。これは節理の多い硬質の砂岩であり、時間に依存せず坑頂部上の岩盤の崩壊(ゆるみ)の現象を示していると考えられる。同一地点における支保工の脚部反力(約13~17t)の鉛直成分やヒズミ計測による外力分布を考慮すると、アーチ部に一様なゆるみを生じているのではなく、断面が錐状のゆるみを呈していると考えられる。その分布をアーチクラウン部上に頂点を持ち支保工両脚部間を底辺とする三角形分布と仮定し、脚部反力の鉛直成分と等しくなる頂点を求めると掘削面から(3.4~4.1)mとなり、この位置はNo.5とNo.4の間であり、計測値と一致する。

一方、嶺岡トンネルの場合、掘削による地中の変位や地表面の泥下は切羽通過前から生じ、通過後もその変化が継続している。さらに、地中の全変位量の変化を横断面上で整理したのが図-2であり、経時とともに等沈下量の範囲が拡大していく現象がみられ、小夜の中山トンネルの場合とは異なり地山を連続体として、粘性、塑性も考慮しなければならないことがわかる。

4. あとがき

実測例のように、掘削に伴う地山の変位を計測する方法として多点変位計を用いる方法は、地山のゆるみ現象を把握し解明するうえで有効な方法であると考えられる。今後はさらに改良をし、ゆるみに関するデータを収集するとともに、理論的な検討を進めていく予定である。

5. 参考文献

(1) 今田徹：トンネル土圧測定方法の問題点、才23
回建設省技術研究会報告、昭和44年度

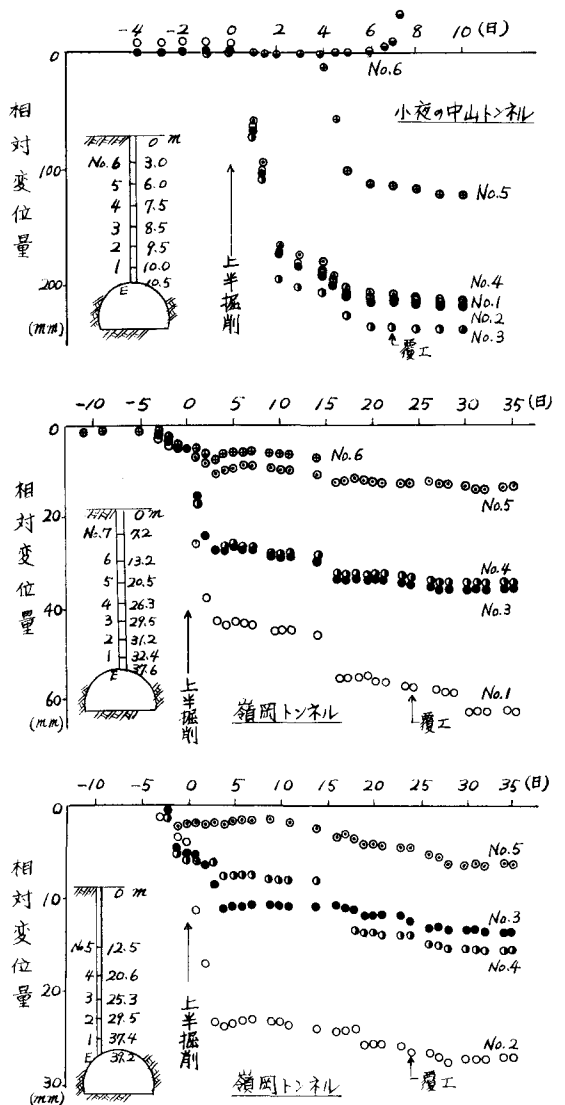


図-1 地中変位の経時変化

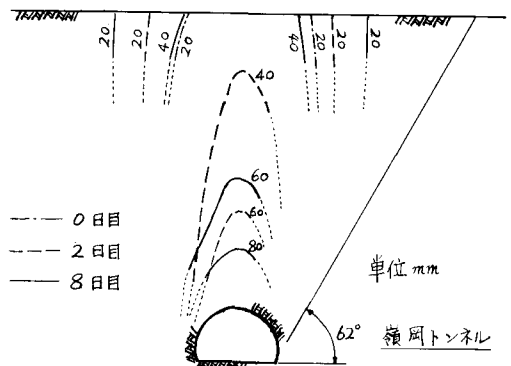


図-2 鉛直変位等値図