

地下鉄複線隧道(シールド工法によるトンネル覆工)の現場測定について

京都大学 工博 正員 村山 翔郎
 大阪市交通局 〃 〃 三浦 恒久
 〃 〃 〃 〃 三輪 利英
 〃 〃 〃 〃 三好 迪男
 〃 〃 工修 〃 〃 森田 啓介

大阪市高速鉄道第4号線谷回〜森、密間において、昭和40年7月よりシールド工法で施工中の複線隧道(外径10.70)について、隧道構築に及ぼす外的荷重(土圧、水圧)及び構築に生ずる応力度、変形、地表の変状等の現場測定を計画し、その一部について若干の資料が得られたのでここに報告する。隧道は、図-1に示すような地層中を通過する。シールド工法施工区間は延長890で、粘土と砂礫の互層よりなる洪積扇台地の頂上附近より終して、21%の勾配を約15mの高さで下っている。隧道上部は細砂層でN値10~30で、下方にはN値50以上の砂礫層があり、貫通している粘土層は自然含水比32.5%、自然密度1.96^{g/cm³}、塑性指数36.0、鋭敏比8.2、先行荷重3.7^{kg/cm²}、圧縮指数0.423、粘土分32%、シルト分52%、砂分16%、礫分0%の洪積粘土である。現場測定は図中に示すNO.1~NO.4の4ヶ所についておこなう計画であり、現在までにNO.1、NO.2について測定と実施している。なお、隧道覆工はNO.1、NO.3がダクタイル鋼鉄セグメント(FCD45)であり、NO.2、NO.4は鉄筋コンクリートセグメントである。各測定箇所1ヶ所当り2リングを当て、551

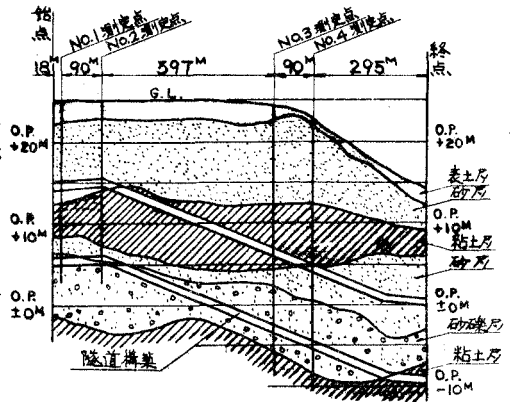


図-1 隧道縦断面図

リングを補助測定リングとして

測定項目は、土圧、間接土水圧、隧道覆工の内外縁応力度、覆工セグメントの接手ボルト応力度、隧道の変形、地表面沈下量、地下水位で

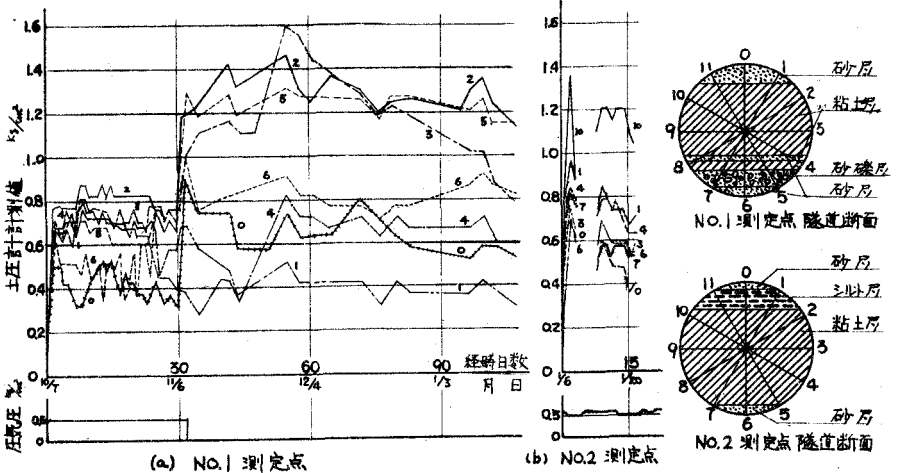


図-2 土圧(土圧計測定値)の経時変化

ある。測定点は、頂点と起点として30°ピッチ12ヶ、間ゲキ水圧のみ上下、水平の4点とした。長期の測定に耐えられるように土圧計、間ゲキ水圧計、歪計はカールソン型の計器を使用している。隧道の変形量は、隧道内に測定用円環(H型鋼製)を設置し、これと隧道定点との相対変位を二次覆工をおこなうまで測定している。隧道セグメント接合はボルト結合しているが、作用するボルト応力度を測定するため、ボルトにゲージを貼附して特別に調整したものを使用している。本工事は地下水位がGL-5.0程度であるため、0.5^{kg}程度の圧気下で施工しているが、各計器は大気圧中で基準点を測定し圧気中で設置した。NO.1のみロック蓋を替え工事のため、設置後30日で圧気外へ出た。

図-2(向)に、NO.1, NO.2 測点における土圧の経時変動状態を示す。NO.2は設置後、経過時間が少ないので、NO.1について考察する。土圧計設置後、土圧(土計計測値)が急激に減少するのは、設置時の地山への押す力や短期間(10日値)で解放するためであり、その後一定値を保持するのは、圧気下での地山応力が平衡状態に入ったためと考えられる。圧気の地山応力状態に及ぼす影響は、祐上の場合だと瞬間的なものと考えられる。これは30日目の圧気解放前後で圧気圧0.5^{kg}の気圧降下にはほぼ相当するだけの土圧増加をしていることから明らかであり、House²⁾の測定結果と類似している。圧気解放後の土圧の変化は地山の応力再編成に伴うものと考えられ、一定値に至って安定するであろうが、現段階では不明である。

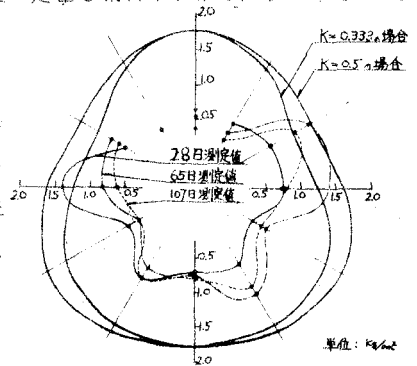


図-3 土圧(土計計測値)分布図

次に図-3に NO.1 測点での測定開始より才28日、65日、107日の土圧値を示す。28日は圧気中での土圧安定状態の土圧分布として、107日は圧気解放後の安定状態に近しいものとして選んだ。図中実線は推定土圧分布で、外荷重のさる覆工に作用する摩擦力の影響を無視して求心方向の圧力のみを描いた。土圧のさる頂天附近の土圧計は、地山の砂質土で取付困難なため、あまり良好な結果が得られなかった。土圧分布の不明確な形状を示しているのは、地山の硬質粘土であるため掘削時の仕上り条件が均一になっていないためと考えられる。応力度は、ダクタイル解鉄セグメント区間では内外縁とも、鉄筋コンクリートセグメント区間では外縁と鉄筋応力も測定した。ここでは NO.1 の内縁応力度のみを図-4に示す。実線は理論値で、これに比して実際の応力度の出方が一定していないのは、土圧分布で述べたのと同様の理由によるものと考えられる。傾向としては、三角形地盤反力を想定した理論値に相似しているようである。

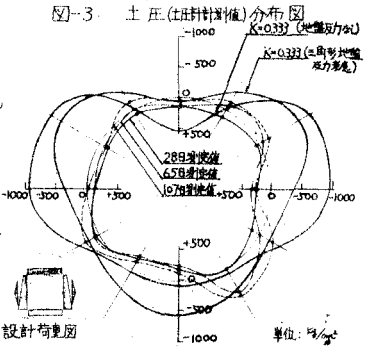


図-4 内縁応力度分布図

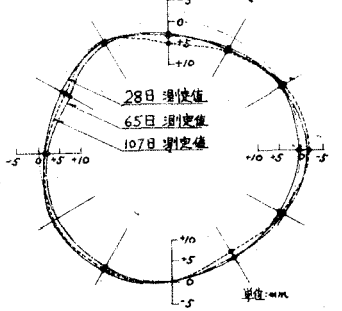


図-5 隧道変形図

参考までに、隧道の変形状態(NO.1に702)を図-5に示す。最大変形量は5.8^{mm}程度である。

- C.F.
- 1) 三浦恒久; '地下鉄複線シールド工法', J.R.E.A., Vol.8, 1965.1,
 - 2) W.S. House; "Earth pressure of Tunnels" Transaction of A.S.C.E.