

がでると考えられる。次に内空変位量と針貫入試験から得られた一軸圧縮強度の関係について見ると、図-4のようになる。実測した内空変位量は事前の解析値や弾性理論で得られる値より全般的に小さいが、土の強度が大きければ変位量が小さくなるという傾向は十分うかがえる。

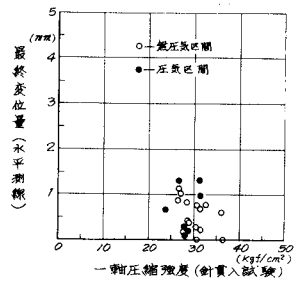


図-4 一軸圧縮強度と最終変位量の関係

以上より、切羽における針貫入試験によって地山の強度を推定すると同時に、掘削後の内空変位量の最終値を予測する事ができると考えられる。

(2) 地表・地中変位計測結果について

次いで計測Bで行った地表地中内空変位計測と間隙水圧計測の結果について考察する。

掘削に伴う地山変位挙動を測定する目的で地表より多岐式変位量および間隙水圧計を固結シルト層内に設置した。

その結果、地盤の絶対変位量は間隙水圧の減少量と良い相関が見られ、最大変位量は地表面で出ており2.3mmであった。固結シルト層内は1.1~1.6mmの変位で地表面に比べ小さかった。切羽進行に伴うトンネル壁面近傍の0.5~1.0m間の区間変位量と間隙水圧の変化量を図-5に示す。

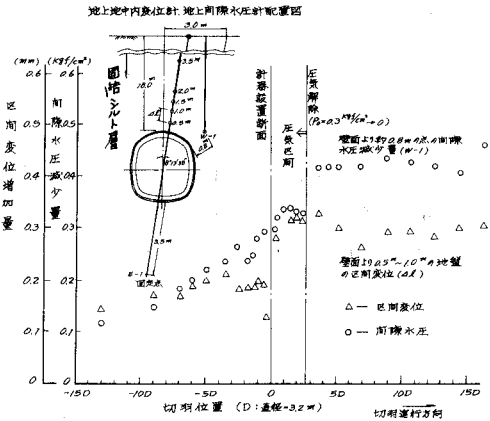


図-5 切羽進行と地中ならびに間隙水圧の変位との関係

間隙水圧は切羽が近づくと共に直線的に減少しており切羽が1D過ぎると安定し、圧力を解放すると急変して、その後収束している。区間変位は-3Dまでは直線的に増加し間隙水圧の変化と良い相関を示しているが、-3Dを過ぎると異なる動きを示し、切羽到達直前で減少した後急激に増加し1Dを過ぎると収束している。なお切羽進行を考慮した軸対称モデルによる弾性解析結果では-2Dより応力解放による影響が出て、1Dを過ぎると収束する結果が得られている。

一方、図-6に示す観測孔の水位変化を見ると、切羽が約150m付近になると固結シルト層直上の砂質土層の水位が減少しはじめ、切羽が到達するまで水位低下が続く。覆工完了後回復傾向にある。これは切羽に出てくる介在砂層を通して排水される事によるものと思われる。これらの事より掘削による地山挙動は間隙水圧の減少による圧密変形と応力解放による変形が重なると考えられる。

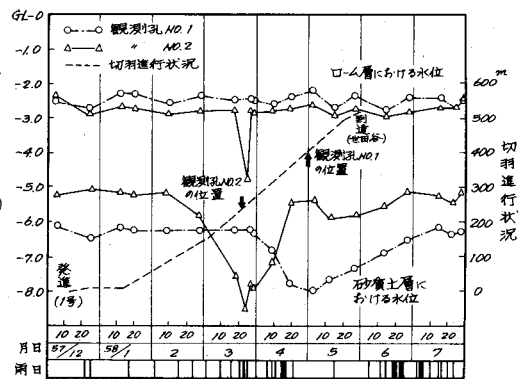


図-6 切羽進行による観測孔水位の変化(世田谷変電所~1号立坑)

4. おわりに

都市部における小断面NATMトンネルにおける計測結果の一部について述べてきたが、以上をまとめると、
①内空変位を一軸圧縮強度のみで関係づけることはできないが、今回の結果からみると切羽安定管理の一手段として、切羽における針貫入試験は有効なものであると考えられる。
②設計においては応力解放によるトンネルの安定解析に加え、湧水に伴うトンネルの安全及び圧密による地上構造物への影響の検討なども必要である。今後は他の計測結果をも総合的に評価し、より安全かつ効率的な設計・施工にとりくみたいと考えている。
最後に、今回の工事にあたり、終始三指導いただいた都立大学山本総教授に謝意を表します。