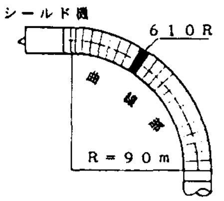
# 曲線シールド洞道施工時の現場計測結果とその考察

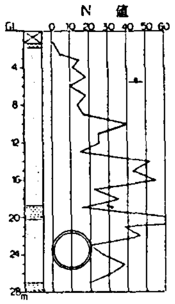
中部電力（株）　正会員　滝　英治
中部電力（株）　正会員○奥田　康三
熊谷・佐藤・鹿島・大豊ＪＶ　武内　秀行
日本工営（株）　和田　正樹

## 1．はじめに

一般に、シールド洞道は道路下に構築される場合が多く、その線形は道路線形に支配され、急曲線施工を余儀なくされることが多くなっている。しかしながら、シールドの曲線施工時における洞道の挙動には不明瞭な点が多く、また軸方向設計についても研究途上にある。このため急曲線施工時の合理的な設計方法を確立するために、曲線部（Ｒ＝９０ｍ）について現場計測を実施したので、その結果を報告する。




図－１ 計測位置




図－２ 土質柱状図

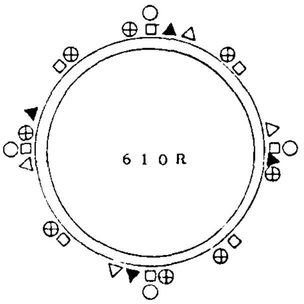
## 2．現場計測概要

計測は、図－１に示す位置で実施した。洞道周辺地質は、第四紀洪積世の熱田層で、砂層と粘土層の互層でほぼ水平に成層している。

地下水位はＧ．Ｌ．－５．２ｍで地質状況ならびに洞道構築位置を図－２に示す。

一次覆工には外径4．３５ｍ，幅0．７５ｍ，厚さ１７．５ｃｍのテーパー付きセグメントを用いた。

計測には、ひずみゲージ式の土圧計・ストレインゲージ・リング間継目変位計・ピース間継目変位計・ボルト張力計を用い、図－３に示す配置とした。



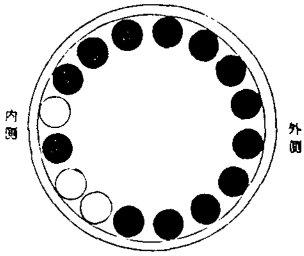

図－３ 計測機取付位置

## 3．計測結果と考察

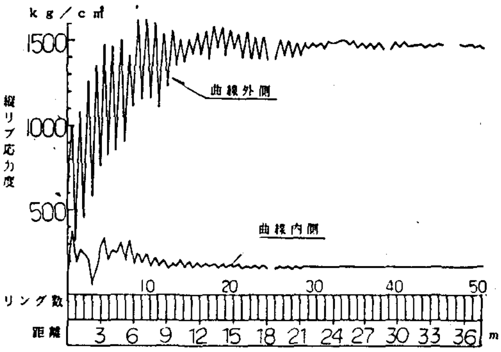
本現場では、中折れ装置付きのシールド機を用いたため、図－４に示すように、ほぼ全押しに近い状態で曲線部を掘進できた。

曲線部掘進時のジャッキ総推力は１１００ｔ～１３００ｔであり、縦リブ応力度は全断面内で圧縮となり、これまでの現場計測結果[1]と異なるが、これは、今回のジャッキ使用状態によるものと考えられる。図－５は曲線外側と内側の縦リブ応力度を示したもので、横軸は測定断面と推力作用点との距離を表わしている。これによると、曲線外側で最大１６００ｋｇ／ｃ㎡，内側で最大３７０ｋｇ／ｃ㎡で、常に曲線外側の方が高い値を示したまま収束している。

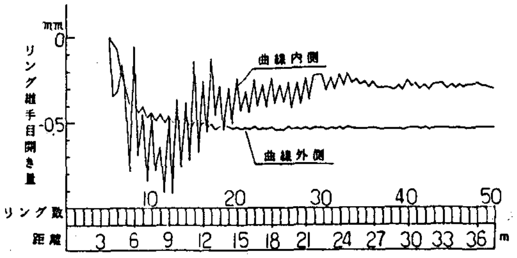
図－６にリング継手目開き量の挙動を示す。約１５ｍまでは曲線外側の縦リブ圧縮応力度が常に曲線内側よりも大きいにもかかわらず、リング間継手の圧縮量は、曲線外側よりも曲線内側で大きくなっており、約１５ｍ後方からは逆転して収束していく。この約１５ｍまでの挙動は、曲線部におけるシールド洞道構築初期での特異的挙動であると考えられる。



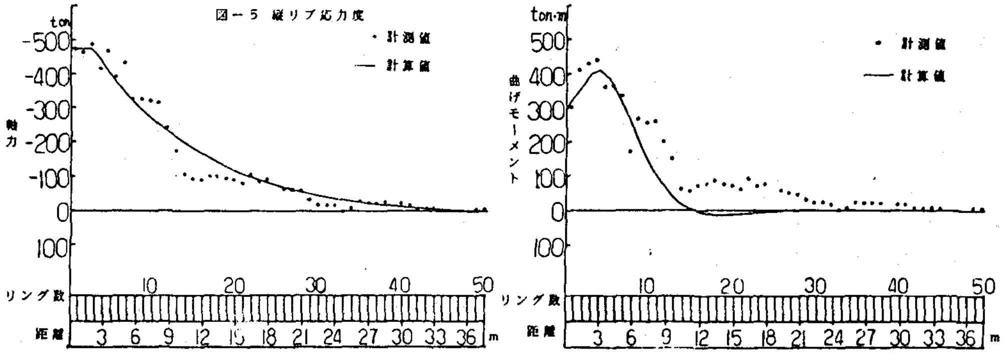

図－４ ジャッキ使用状態




図－5 縦リブ応力度




図－6 リング継手目開き量




図－7 推力作用位置と軸力及び曲げモーメント

縦リブの圧縮歪から求めた軸力と曲げモーメントの後方伝播状況を図－7に示す。軸力は推力作用位置より後方に向かって指数関数的に減衰しており、約３０ｍ後方で収束している。また曲げモーメントは、推力作用位置より後方３ｍで最大値となり、これより後方では減衰し、軸力同様に約３０ｍ後方で収束している。

曲線部施工時のセグメント挙動を説明するために、西野・村上らの棒構造モデル[2]を用い計算を行った。この際、軸剛性（ＥＡ），曲げ剛性（ＥＩ），及び、リング間継手部の回転ばね（ばね定数$k_\theta$）はセグメント及びボルト等の諸元から誘導した。また、軸方向地盤反力ばね（ばね常数ｋｇｕ）については直線部での計測結果より逆算して得られた値（２．２２ｋｇ／ｃｍ³）とし、軸直角方向地盤反力ばね（ばね定数ｋｇｖ）は、ｋｇｕに等しいものとした。更に施工条件より、地盤反力ばねは推力載荷位置より３リング間には作用しないものとし、シールド掘進中の方向のずれを、シールド機諸元より$\varphi=5°$とした。

計算結果を図－７に示す。計算値は計測値と良く一致しており、曲線施工時のセグメントの挙動を棒構造モデルで評価することの妥当性が確認された。

４．あとがき

曲線部におけるシールド掘進中のセグメント挙動を計測し、棒構造モデルによる解析結果との比較よりモデルの妥当性を確認した。本計測では、セグメントの挙動以外に周辺地盤の挙動やシールドの挙動についても計測されているため、今後本計測で得られたトンネル構築時初期の特異的挙動を解明するためにも、これらを総合的に評価して、他の曲線施工箇所でも計測を行っていきたい。

参考文献

１）西野・吉田・小泉 「シールドトンネル縦断方向の現場載荷試験とその考察」 土木学会論文集 1986年
２）小泉・村上・西野 「シールドトンネルの軸方向の挙動について」 土木学会論文集 1987年