

地山掘削によるトンネルの変状と対策

J R西日本 広島支社 広島構造物検査センター
正 西田丈美 城 巧治 ○野崎勝弘

1. はじめに

J R西日本広島支社管内、呉線にあるAトンネルは、昭和18年に建設され昭和45年に電化が行われ現在に至っている。今回、上部地山の過度な切取り工事に伴い変状が発生したトンネルの変状と対策について概要を述べる。

トンネル概要は、単線1号型（電化）、 $L=189\text{m}$ 、場所打コンクリート覆工、覆工厚 30cm 、 $R=360\text{m}$ 、勾配 $=10/1000$ である。

地質・地形は、海側に約 45° で落ち込む斜面中にあり、切取り前の斜面での土被りは約 $8\text{m}\sim 20\text{m}$ で、地質は花崗岩である。

2. 変状の概要及び原因

トンネル上部地山に極めて近接して過度な切取り工事（昭和57年～昭和63年）が行われ、トンネル延長で約 50m の区間に渡って、地山の保護層厚が最小 1.8m にまで削り取られ、偏圧による覆工の山側アーチ肩部に卓越する引張りクラックの発生・拡大と、断面変形（昭和62年7月～10月までの3カ月間に約 2.5mm ）が進んだため、昭和62年11月より、変状の進行状況に応じて2段階に対策工を実施した。対策工1は、セントル補強工（ 100H ） $L=70\text{m}$ 、対策工2は、ロックボルト+S F吹付コンクリート工、 $L=35\text{m}$ が施工された。

なお、施工後は、内空変位測定の継続、メカニカルアンカー軸力測定による監視計測を行っているが、現地は荒されたまま放置された状況になっている。

変状原因は、トンネル上部の掘削により保護土被りが最小 1.8m となり、土圧のバランスがくずれ、断面変形をおこしたと推定される。図-1ひずみ計設置位置

3. 調査結果

(1) ひびわれ調査

上部掘削開始後から61本の新たなひびわれ発生が確認され、特に土被りが 2m 以内の所では、右側にトンネルと平行なひびわれが多く、最大は、土被り 1.8m のアーチクラウン付近で線路と平行なもので、 5mm である。

(2) ひずみ計

土被り 1.8m のアーチ3箇所（図-2）のひびわれ部に設置し、時系列測定の結果、AとB部は縮小、C部に拡大の傾向がみられ覆工の変化、変形が進行していることが確認された。

(3) 断面変位測定

土被り 1.8m の位置において図-3の内空断面の時系列変化をみると、A方向とD方向が伸び、B方向では縮み、C方向は横ばい状態にあり、トンネル断面が軸回転を起こしている。また、A方向の変位量の進行状態をみると、昭和62年7月～昭和62年10月までの3カ月で 2.5mm 伸び、1次対策施工後は、3カ月で 1mm 程度となり、2次対策施工後は、ほぼ横ばい状態になっている。土被りと断面変位については、土被りの少ない所では、断面変位が多く変位量も 1.5mm 以上である。

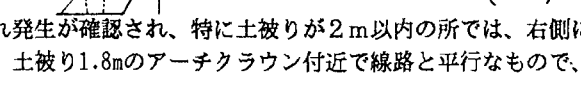
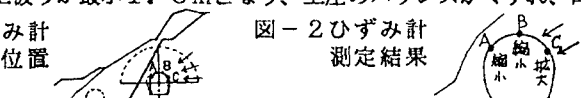
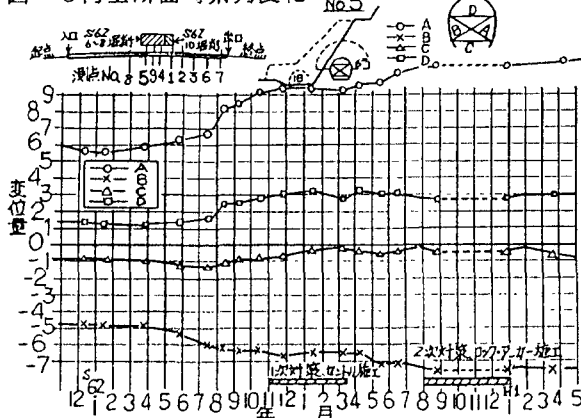


図-3 内空断面時系列変化



降雨量と断面変位については、降雨量の多い時期に変位量が大きく、降雨量の少ない時期に変位しない傾向が認められる。

(4) メカニカルアンカー軸力測定

対策工の効果と異状偏圧等の有無を確認するため、土被りの少ない2箇所にて図-5の様に3断面づつ、各7ゲージを取付け軸力測定を行った結果

① イ断面Aアンカー、ロ断面A・Cアンカー先端部で圧縮ひずみが生じている。これは、ひずみの生じている領域がロックボルトの外側にあると想定される。

② イ・ロ断面Eアンカーは、先端部で引張りひずみが生じている。これは、地盤内の節理、割れ目、ズレがあると想定される。図-6の様にゆるみ範囲が推定される。

③ イ断面とロ断面を比較した場合ロ断面の方がトンネル上部の土被りが薄く、Aアンカーを施工したにもかかわらず上部掘削しているため、応力開放が起こってゆるみ領域が拡大され、ゆるみが大きくなっている。

逆に、イ断面の方は、トンネル上部付近の土被りがあるため、Aアンカー付近のゆるみが抑制されているため、圧縮力はそれほどでない。

4, 今後の対策

トンネルの長期的な安定確保の観点から、環境変化の著しい箇所を対象にトンネル壁面からの保護層厚=6mを確保できるような押え盛土と、土留擁壁による斜面の安定化を図る。

5, むすび

トンネル断面変位量は、収束傾向にあり、ロックボルト軸力測定も施工直後で引張りが卓越していたものが、現在は圧縮側に変化してきている。総合的に判断して、セントル、ロックボルト吹付コンクリートは、共同してトンネル補強の機能を十分果たしていると評価できる。今後も抜本的対策が完了するまで検査を継続し、安全・安定輸送の確保に努める。

図-4 テープスケールと雨量の関係

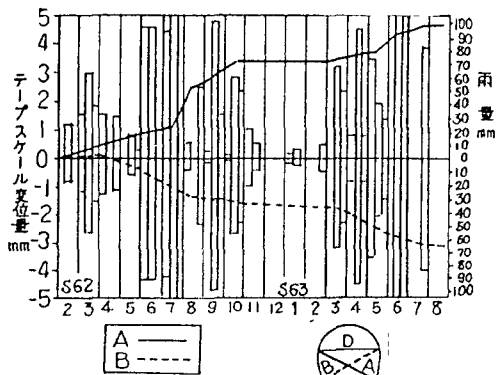


図-5 メカニカルアンカー設置図

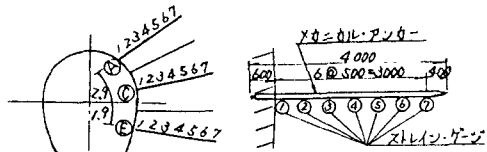


図-6 模式図

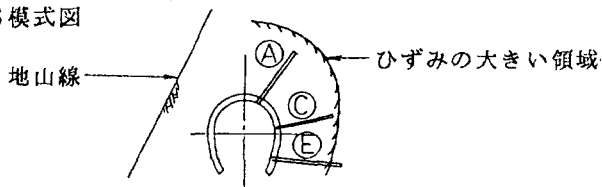


図-7 メカニカルアンカー軸力分布グラフ

