

地圧により変状したトンネルの将来予測法

トンネルの変状とは

山岳トンネルでは、完成後の地圧の作用により、変形、ひび割れなどの変状を生じることがあります。図1に地圧によるトンネルの変状の例を示します。トンネルの覆工にひび割れが発生したり、トンネルの内空が縮小したりするのが典型的な症状で、ひどい変状の場合には建築限界を支障したり、剥落して運転支障を起こす場合もあります。

新設による取替が困難なトンネルにおいてはこのような変状トンネルを適切に維持管理していく必要があります。対策としては、裏込注入、ロックボルトなど色々な工法がありますが、トンネルは狭隘な空間であることから、対策を行うには一般的な構造物に比べて多くの苦労がともない、時間も工費も余計にかかります。例えば高架橋では列車を通しながら柱の補修工事を行うこともできますが、トンネルでは列車を通しながらの補修工事は簡単にはできず、一般には列車本数の少ない夜間の列車間合いに行うことになります。十分な列車間合いが確保できない場合には、列車を運休させて工事を行わなければならないこともまれにあります。

このような変状を生じたトンネルにおいては、いつどのような対策を行うのがよいか、前もって予測しておく必要があるといえます。一方で、トンネルが地圧により変状を起こすメカニズムは不明な点が多く、地圧により変状を生じているトンネルの将来的な変状の進行の予測法は確立されておらず、いつどのような変状が生じるか予想がつかないのが現状でした。

変状の将来予測法

このような背景から、地圧の作用により変状を生じているトンネルに対して長期的な維持管理手法を提案することを目的として、事例調査や数値解析による検討を行い、地圧による変状の予測法を開発しました。

変状の予測は数値解析により行います。解析手法には、トンネル周囲の地山の強度を経時的に低下させていくことで変状の発生を表現する手法を用いました。

変状の予測においては、まず、変状を生じたトンネルにおいて、地質ボーリング、内空変位計測（トンネルの変形量の

計測)を行い、解析に用いる「地山の劣化曲線」(地山の強度が時間の経過とともにどのように低下するかを示す曲線)を算定します。一般に地質ボーリングを行うのには多額の費用を要しますが、本手法では、トンネルの変形の計測結果を活用することにより、地質ボーリングは基本的に1回で済むことになっています。その後、得られたデータを用いて変状の進行を予測する数値解析を行い、トンネルに変状が発生する時期を事前に予想することができます。

図2に予測解析の結果の例を示します。白色部分が破壊箇所です。時間の経過に伴い、地山・トンネルともに破壊が進行していくことが視覚的に確認できます。トンネルの保守においては、剥落に直結する、ひび割れや圧ざ(曲げ圧縮破壊)がいつ発生するかが予測できると有用であるといえますが、本手法により、これらの発生時期を予想することができます。

山岳トンネルは経年が進み、変状に悩むトンネルも少なくありません。今後は、これらの変状トンネルの将来予測に本手法を適用していくことを考えています。

(構造物技術研究部 トンネル 野城一榮)

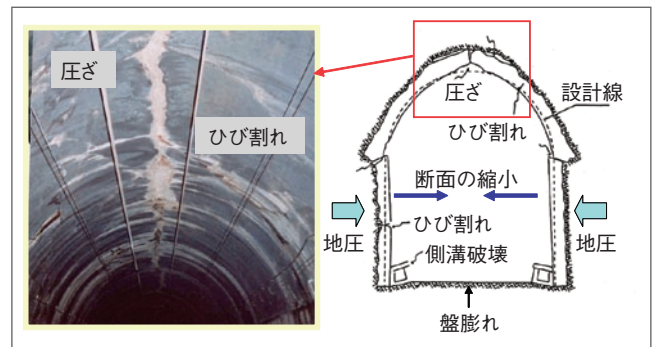


図1 地圧によるトンネルの変状の例

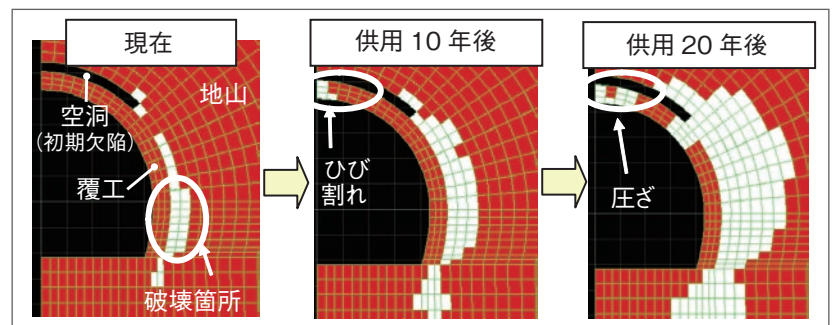


図2 変状の予測解析結果(図中の白色部が破壊箇所)