

II-49 風化した岩石中のトンネルの破壊機構

京都大学 正真 村山 翔 郎

岩石には主節理や層理のような一方向に規則正しく発達したいわゆる目（岩目）を有する場合が多い。目では岩石が切れている上に風化を受けやすいので弱化し、目の方向に力を加えたと小さい力でも移動を生じる。そのためこゝにトンネルを掘ると、トンネル土圧は異方性となる。従来落石・落盤事故はこのような異方性岩質のトンネルに多く生じているが、その事故の原因究明はほとんどされていないので、本文ではその一考察を行った。

図-1のような斜めの目のある岩石中にトンネルを掘るとき、トンネル周辺部の岩石のうける土圧を、図-1のように目の方向の力 Q と目と直角な力 R とに分ける。目が滑動すれば、 Q は目に沿う摩擦係数より大きくなれないから、1つの目に沿う摩擦係数を T とすれば、 $Q \leq 2T$ となる。

目のある場合、トンネル周辺岩石のうける総力 ($Q+R$) は目のない場合のそれと大差がないと考えられるので、 T が小さいときには、 Q は目のないときに Q 方向に生じるであろう力よりも小さくなり、その差だけの力は R の方向に転嫁される。すなわち均質岩石の場合には $Q=R$ であるが、目があれば、 $Q < R$ となり、無巻のトンネルは図-1の点線の傾向に変形する。

目に沿う滑動が時とともに増せば、滑動部の奥にはアーチング効果などが発生して Q は次第に減少し、 R は時とともに増加する。もし図-1のB点附近の岩石の強度以上に R が増大すれば、図-2のB点附近の岩塊は破壊して落石も発生する。しかも通常目とはほぼ直角方向には潜在した弱線があり、これは一層落石事故の発生を助長する。

B点附近の落石は、トンネルの切詰め状態にも関係し、図-3のように土圧の掘さく以後は以前に比べて岩石の支持圧間しがれよりも大きくなるから、落石の公算も大きくなる。

上記の諸傾向は寒天を用いた模型実験の

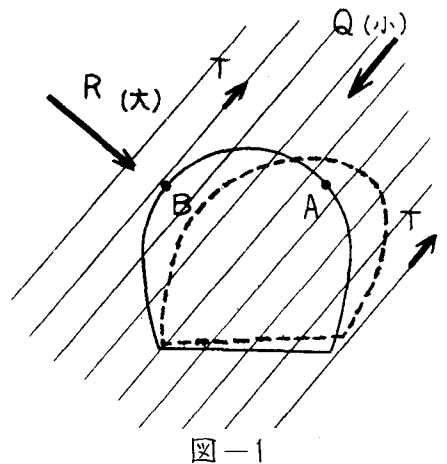


図-1

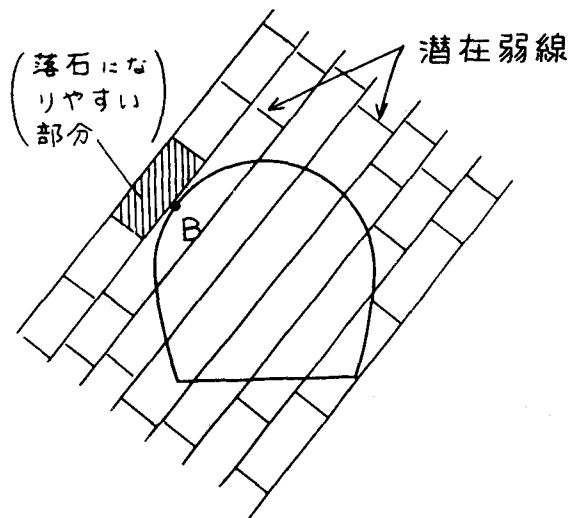


図-2

成果とよく一致し、またゼラチンを用いた光弾性実験によれば、B域附近の岩石は目の方向にも大きな応力集中を受けていることがわかった。

図-4は前述と同様に考察される比較的目の細かい場合である。このような場合のトンネルでは、B域附近の岩石がまず内面より挫屈的な破壊を生じ、ついでこれに誘発されて第2次的に天井部の落盤を発生する。

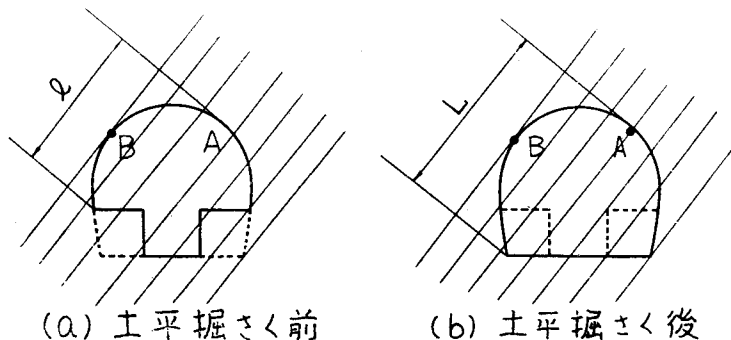


図-3

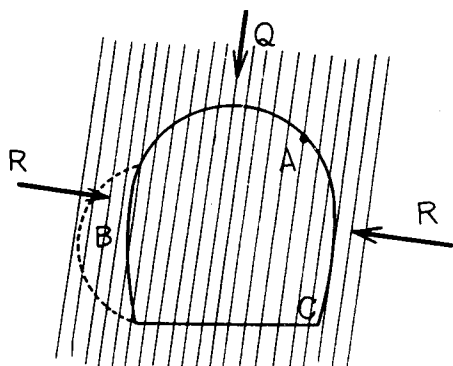


図-4

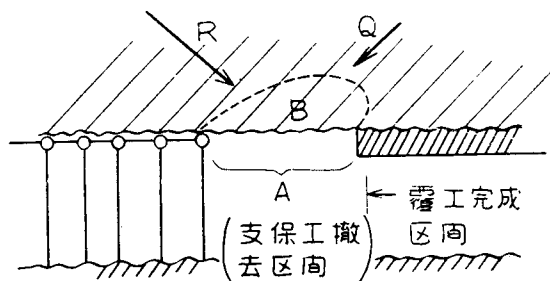


図-5

図-5は前方下向きに目のある単斜層の場合で、覆工作業に先んじて行う木外し工程中にみられる落盤の機構を示している。A区間の支保工を撤去または著しく弛めれば、力Rはその支持部を失うため、A区間の前後に転嫁され、今まで力Rの存在によってB域の目の間に生じていた摩擦力が消失する。故にこの摩擦力で支えられていたB域の岩塊が自重によって落下し、落盤事故が発生する。

以上の考察は独断的な点も少なくないので、さらに解析的・実験的に究明し、トンネル掘削工事の安全対策の指針を求めようつもりである。