

地すべり陥没帯を横切るトンネル施工と問題点

Geological problems of tunnel passing through landslide graven

上野 将司[1]

Shoji Ueno[1]

[1] 応用地質（株）技術本部

[1] OYO Technical Center

<http://www.oyo.co.jp>

地すべり移動層中に建設されたトンネルは全国各地に存在し、トンネル維持管理上の問題になっている。ここではトンネル建設時に地すべり陥没帯に遭遇した2事例について紹介し、地質的問題点と対応策を示す。

事例1：トンネル（延長600m）は中生代白亜紀の堆積物である和泉層群の砂岩泥岩互層中に計画され、当初のボーリング調査および弾性波探査結果に基づいて通常の地山区分で設計が行われ掘削に着手した。トンネル中央部の直上（土かぶり40～45m）に小さな池があることから、トンネル掘削に伴う湧水が懸念され、周辺水文環境に対する調査が追加された。この調査の中で池の位置が古期地すべり変動によって形成された陥没帯にあたること、その結果トンネルが地すべりの陥没帯を貫通する可能性を指摘した。陥没帯で集中的な調査を実施した結果、陥没帯部分にあたる池の底にはトンネル施工基面まで崩壊岩塊、軟弱粘性土、火山灰が堆積し、多数の木片を混入することが明らかになった。ただしこの堆積物の透水係数は小さく、掘削に伴う池の枯渇は問題ないものと結論された。この部分の掘削に際しては、適切な補助工法を適用することによりトンネル施工を安全かつ円滑に進めることができた。当初設計の状態でも施工を継続していれば大事故に結びつく可能性があった。

事例2：トンネル（延長2,056m）は新第三紀の泥岩および凝灰角礫岩、その後に貫入した安山岩の分布する地域に計画され両坑口から掘削が始まった。工事は順調に進捗したが、貫通まであと100mを残す段階でトンネル中央付近で天端崩落が発生し、土被り130mの地表には直径30m、深さ18mのクレーター状の陥没が生じた。この陥没位置は大規模地すべりの陥没帯にあたり、陥没帯を埋めたルーズな土砂と地下水がトンネル内に流入したために引き起こされた事故であることがわかった。大規模地すべりは、平面形400m×400m、すべり面深度120mに達する大きさである。

地表面での対策はエアミルクによる陥没箇所の充填を行い、トンネル内での対策は水抜きボーリング、薬液注入等の対策を実施して地山の安定を図った。また、大規模な地すべりは年間1cm程度の変位が認められたため、本線トンネルから排水用トンネルを施工してここから陥没帯の地下水を集水ボーリングで排水した。排水対策により陥没帯の地下水位は10～30m低下し、地すべり移動を抑制することができた。トンネルは崩壊部分を再掘削して完成したが、大幅な工期遅延となった。

以上の事例に示すように、大移動した地すべりでは地すべり頭部に陥没帯が形成され、多くの引っ張り亀裂や空隙が発達する。この部分はルーズな未固結堆積物によって埋積され、透水性が良い場合には豊富な地下水を貯留している。このような陥没帯を不用意に掘削すれば、崩落事故等に結びつく恐れがある。ところが、事前調査やトンネル掘削でこのような場所に遭遇すると断層と誤認される場合が多い。活動を停止した地すべりでも過去の移動量が大きい場合は、陥没帯が存在するので注意が必要である。筆者の経験では、大規模な地すべりや開析された古い地すべりの見逃しが多いようである。

対応策としては、地形図の読図や空中写真判読に今一度立ち戻り、地すべり地形を抽出する事が重要である。地すべり地形の詳細確認は踏査が基本であるが、レーザスキャナの活用で陥没帯の幅や延長の詳細を容易に把握できる場合がある。地すべりの平面形が抽出できれば、その幅の1/3～1/11がすべり面深度であり、陥没帯の幅も同程度あると見込むべきである。