

山岳部トンネルにおける斜坑門の適用性

山口大学大学院 学生会員 ○辻田彩乃
山口大学工学部 正会員 進士正人
山口大学工学部 フェロ・会員 中川浩二

1. はじめに

トンネル坑口部の設計において、坑門はトンネル軸線と直角をなすものが一般的である。しかし、構造物が近接している場合や地形が急峻な場合、坑口付けのための掘削が大きくできない、または坑門工のために過大な深礎工が必要となるなどの問題が生じ、坑門をトンネル軸線と直角に施工することが困難となる。また、コスト的に不利となるケースが多い。このような場合、トンネル軸線直角方向に対し角度をもつ坑門（以下、斜坑門と呼ぶ）（図-1参照）が採用されている事例がみられる。しかし、斜坑門はトンネル坑口付近の地形をうまく活用しながらトンネル構築を行う工法にも関わらず、それを計画・施工したトンネルの事例はあまりみられない。そこで本研究では、過去に斜坑門を適用し施工された事例（14件）の整理を行い、斜坑門の構造的特徴や問題点の把握を行った。そして試設計を行い、斜坑門の適用の可能性について検討を行った。

2. 斜坑門の位置付け

14件の斜坑門の施工事例を整理した結果、トンネル軸線と斜面との関係は斜面斜交型がみられる。トンネル軸線直角方向と斜面の等高線との交差角度は、図-2に示すように20～55°に分布することがわかる。また、図-3に示すように斜坑門とトンネル軸線直角方向とのなす角度は11～36°であった。坑門の斜角は30°が多くみられ、40°以上の斜角はなかった。

次に、斜角と等高線交差角度との関係を図-4に示す。図より以下の3つのことがわかる。①坑門の斜角は等高線交差角度と同等もしくはそれよりも小さい角度で採用されている。②等高線交差角度が20°未満の事例では斜坑門の採用がみられない。③等高線交差角度が40°以上の場合では、これと同等である坑門の斜角を採用した事例がみられない。これらから、現段階での坑門の斜角の限度は30°程度と考えられる。

坑門工の形式としては、ウィング式やアーチウィング式の面壁がほとんどである。これは、坑口部背面の地山斜面が急峻であることや、橋台などの近接施工により相互の構造物の隔離距離を確保したいためであると考えられる。

14件の事例では図-5に示すように、すべて橋台が近接していた。橋台が近接している場合、トンネル施工のための地山掘削や坑門構築後の人工地山が大きくとれず、トンネルを地山側に追い込むことが難しい。このため、斜坑門を採用したものと考えられる。

これらをまとめると、斜坑門が施工された箇所は、地形や周辺環境などの条件があまり良くない場所に多くみられる。斜面とトンネルとの位置関係を整理すると、斜坑門の採用理由として、斜面斜交型で斜面が急峻であり、また、構造物が近接していることがあげられる。

斜坑門が採用されない理由を考えると、次の4つがあげられる。

- ①トンネル形状に違和感を生じるため走行性がよくない。
- ②施工が煩雑であり、坑口付け施工時の地山安定性に問題が生じやすい。
- ③斜めに突き出た部分に雨・雪が吹きこむため、走行に影響を生じやすい。
- ④面壁が大きくなるため、構造安定性が不利である。

したがって、これらの問題点をクリアすれば、斜坑門は十分適用可能な坑門形式と考えられる。

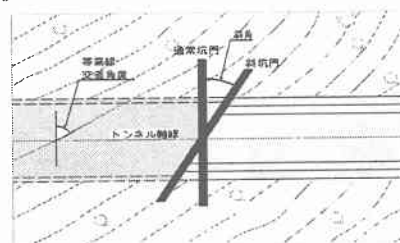


図-1 通常坑門と斜坑門

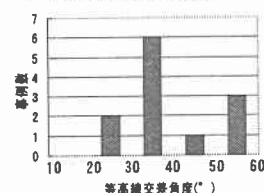


図-2 等高線交差角度の事例数

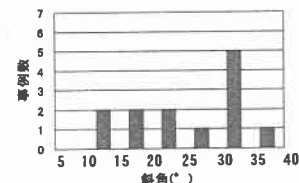


図-3 坑門工斜角の事例数

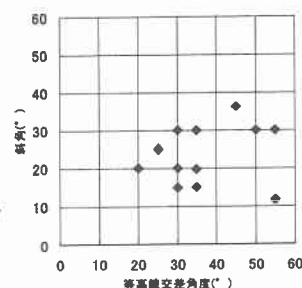


図-4 斜角と等高線交差角度の関係

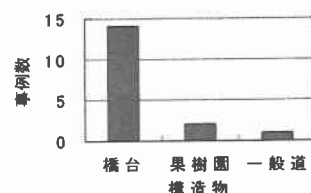


図-5 近接構造物の種類

