

解説

巨石・岩盤層における 超流バランス式破碎型 推進工法の適用

まつもと ふみひこ
松元 文彦

(株)アルファビルエンジニアリング
取締役施工副本部長
(技術士 RCCM)

1 はじめに

近年、密閉型推進工法の適用範囲は拡充し、巨石や岩盤層などを含む難易度の高い地盤での施工が増加している。これらの施工条件下における課題として主に挙げられる要因は、ビットの耐摩耗性であり、推進工法における永遠のテーマの1つとなっているが、実際はこのような単一的な要因だけではなく、掘削方式や掘進機の耐スラスト力、方向修正ジャッキ能力など、複合した要因を踏まえた取り組みや対策が重要となる。特に、長距離・急曲線推進化が求められている昨今においては、推進管への負荷が非常に大きくなることから、管種の選定や管外周面抵抗力低減にも十分な配慮が必要となる。

すなわち、破碎型掘進工法の選定にあたっては、掘進機に影響する多面的な視点での検討が必要、かつ工法の特徴や適用能力および施工者の力量などにも配慮しなければならない。

しかしながら実情は、綿密な工法比較検討が実施され、ある特定工法にしか成立しない領域の案件に対しても、特殊性（独占禁止法等）の観点から一般工法と同様の設計基準で工事発注される場合が多く、受注後に設計思想とは異なる工法が承諾されることも多い。また、設計工法がそのまま採用となった際においても実際には設計と異なる地盤となっている場合が多く、いずれにお

いても現場諸条件との不一致で施工不良や推進管の破損および地盤沈下や陥没といった事象も発生している。

よって、本稿では先ず日本国土の地盤調査を実施し、注意すべき地域や地名などをピックアップすること、岩盤の種類や特性を把握することが重要であることを示し、破碎型掘進機に求められる機能や装備の説明および破碎メカニズムとビットライフの考え方など、多面的な観点で硬質土の難条件地盤への対策や課題を探る。

2 地盤調査

推進工法の選定にあたっては、地盤情報は欠かせないものとなっており、一般的には提供されるボーリング調査を確実に読み取ることから始まる。表1にボーリング調査から読み取られる巨石・岩盤層の判断内容と影響項目を示す。ボーリング調査において数値的な観点からの評価は重要ではあるが、ボーリング調査位置の把握も無視できない。特に、丘陵地に多く存在する巨石・岩盤層の場合は、地層の変動が激しいことからボーリング調査位置により物性値は大きく異なる。したがって、近辺の河川や丘陵・里山等との相対的な位置から想定し評価しなければならない。また、日本列島の地体構造区分図¹⁾や国土地盤情報検索サイト「KuniJiban」²⁾および過去の施工実績から対象地域の地盤を評価することも大切となる。さらに、石や岩などが付く地名におい

ては歴史・文化を探ることも有効な手段となる。参考として表-2に巨石・岩盤層が多く存在する代表的な地名を、図-1に日本列島の地体構造区分図を示す。

巨石・岩盤層においては、一軸圧縮強度により、掘進機の選定やビット摩耗限界長または日進量に大きな影響を与える。しかしながら、地質調査として試験データが存在しない場合もある。この際は、現地土質のサンプリングによる直接評価を実行することとなるが、一軸圧

縮強度試験が可能なコア採取ができない場合も多々ある。そのような場合、シュミットハンマが有効であり、簡易に反発値から巨石・岩盤強度を測定できる利点があるが、打検面の凹凸不陸は精度に欠ける結果となりやすいことに注意が必要である。経験的にシュミットハンマによる数値は一軸圧縮強度試験値よりも低い値を示すことが多いため、あくまで目安の簡易な試験手法と言える(表-3、写真-1)。

表-1 ボーリング調査からの巨石・岩盤層の判断内容と影響項目

対象地盤	確認項目	判断内容	影響項目
玉石層	玉石採取径	採取径×3～5倍想定、最大長径は？	排土口径、面板形状・開口率
	N値	N値の跳ね具合はどうか？ マトリックスはどうか？	玉石破碎効率
	粗礫率	玉石含有率・分布率は？	土質分類、日進量
	一軸圧縮強度qu値	最大値は？複数試験されているか？	推進管外圧強度、土質分類
	透水係数	10 ⁰ 乗代か？地層はどうか？	添加材濃度、注入量
	ボーリング位置と縦断分布	岩盤層区間は正しいか？	区間別土質分類
岩盤層	N値	50/30以上表現されているか？換算N値でどの程度か？ 貫入不能か否か？	土質分類、日進量
	一軸圧縮強度qu値	最大値は？複数試験されているか？	土質分類、日進量、ビット摩耗
	岩盤名称	未風化、弱風化、強風化のどれか？	ビット食い込み量、掘進速度
	ボーリング位置と縦断分布	岩盤層区間は正しいか？	区間別土質分類
	RQD	コア長が長いのは多いか？風化土は？	日進量

表-2 巨石・岩盤層が多く存在する代表的な地名(参考)

地域・地名	地盤性状	地域・地名	地盤性状
札幌市・石山	軟石	兵庫県・御影	花崗岩
福島県・田村	花崗岩	兵庫県・六甲山	花崗岩
福井県・坂井市	安山岩	兵庫県・姫路	花崗岩、流紋岩
新潟県・糸魚川	火成岩・変成岩	香川県・庵治	花崗岩
栃木県・大谷	凝灰岩	徳島県・阿南市	チャート
茨城県・真壁	花崗岩	広島県・東広島	花崗岩
群馬県・伊勢崎	玉石・巨石	山口県・岩国	花崗岩、巨石
東京都・八王子	巨石、砂岩	福岡県・北九州市	花崗閃緑岩、砂岩
岐阜県・木曾川	花崗岩、巨石	長崎県・佐世保市	泥質砂岩、頁岩
岐阜県・飛騨川	礫岩	熊本市	巨石
静岡県・富士宮	巨石、泥岩	大分県・別府	火成岩
愛知県・犬山	玉石・巨石、チャート、凝灰岩	沖縄全土	琉球石灰岩

※要注意地名(参考): 石切、赤石、石山、石仏、石見、荒石、千石、千々岩、岩出、大岩、岩屋、岩本、黒岩、赤岩、白岩など