

ダム堤体材料の原石採取における賦存量CIM管理システムの構築および施工現場への適用

安藤ハザマ 正会員○宇津木慎司, 中谷 匡志, 藤井 環希

1. 諸言

コンクリートに骨材として利用される岩石は、物理的および化学的に安定であり、コンクリートに有害でないことが必要とされる¹⁾。このため、玄武岩などの火山岩や花崗岩などの深成岩、砂岩などの堆積岩などのうち、所要の規格を満足するものが骨材原石として利用されている。しかしながら、近年、ダム建設に際して、地質的に良好な原石山開発が困難となる場合があり、厳格な品質管理のもとで低品質な原石を骨材として利用したり、施工時に賦存量管理を実施したりする事例が報告されている。このように、ダム建設現場においては、堤体材料を採取する原石山やダム堤体基礎などの地質状況を詳細に把握し、その状況に応じて最適な設計および施工を実施することが重要となる。これに対しては、調査・設計段階において、地質調査や物理探査そして各種岩盤・岩石試験などを実施することにより、計画地点を構成する地質の分布状況や工学的特性などを評価し、その結果をもとに種々の検討が行われる。ただし、調査・設計にかかる費用に限度があるとともに、上述した各種調査・試験の精度自体に限界があるため、この段階で広範にわたり詳細な地質状況を把握することは困難となる。

これに対して、施工段階においては、実際の掘削のり面で地質状況が直接、詳細に確認され、事前に想定されていた状況と実際の状況との差異を評価する。そしてその状況によっては、逐次、追加対策工の検討など施工計画や設計を見直すことが重要となる。このような状況の中、近年、CIM (Construction Information Modeling / Management)²⁾を用いた種々の検討が実施されている(図-1)。

具体的には、調査・設計段階において事前調査で想定された地質状況を3次元モデル上に表現し、地山不良部などの分布状況を詳細に確認するとともに、その状況に応じた具体的な対策工が設計されている。また、施工段階においては、掘削のり面における地質観察結果などを3次元モデル内に取り込むことにより、施工実績整理の高度化や効率化を図るとともに、事前調査結果と実際の状況との差異の確認、その状況に応じた施工計画や設計変更などの検討に用いられている。

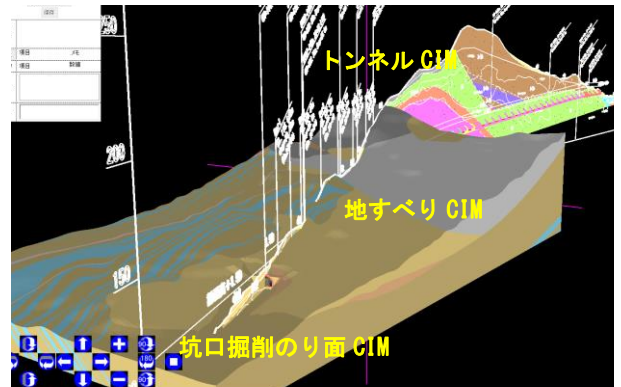


図-1 トンネルにおけるCIM表示例

本論文においては、ダム堤体材料の原石採取における賦存量管理にCIMを用いた事例について、具体的なシステムの内容と施工現場での適用事例について述べる。

2. ダム建設における地質評価に関する課題

ダムの建設に際しては、事前段階において、地質に関わる文献調査に始まり、地表面踏査やボーリング調査などの地質調査、弾性波速度測定などの物理探査および調査横坑内における原位置岩盤せん断試験などの力学的試験が実施され、ダム設置位置の検討、ダム基礎岩盤の適性評価、掘削法面の安定性評価などが実施される。また、大量のコンクリート骨材など、堤体材料が必要となるため、堤体に近接する箇所において、所要の品質と賦存量を有する原石山の検討も並行して実施される。実際の調査は広範かつ詳細に実施されるため、データ量は膨大となるが、その成果は図-2に示すような2次元の平面図および断面図として整理される。このため、調査段階で膨大な作業量が発生するとともに、ダム基礎評価で問題となる断層や高透水帯などの3次元的な分布が、作業を実施した地質技術者には理解されるものの、設計・施工に携わる土木技術者には分かりにくいなど、課題が多くある。

そして、実際の施工時においては、掘削の進捗に伴い、実績の地質図が現地確認により作成され、事前に検討された評価結果との差異が検証される。上述した評価については、2次元図を用いて検討を実施できるが、堤体の安定性に大きな影響を及ぼす断層破碎帯などが分布する場合、上述した調査段階における課題と同様に、3次元的な分布状況の把握が困難となることが指摘されていた。また、1章において述べた事前調査の量と精度に関

キーワード：情報化施工, CIM, ダム, 堤体材料, 賦存量管理

連絡先：〒107-8658 東京都港区赤坂 6-1-20 TEL：03-6234-3670, FAX：03-6234-3704

する限界を勘案すると、原石山の賦存量管理の高精度化が重要となる。実際の検討に際しては、まず、調査・設計段階において、計画された堤体体積より骨材として必要な原石量が想定され、それをもとに原石山の地質状況を考慮した上で掘削形状が決定される。その後、実際の原石採取時には、現地で確認される地質状況を評価するとともに、既掘削部における実際の原石採取量と、地山に残存し今後採取する原石体積量を同時に管理する。

このような実際の原石山における賦存量管理については、複数の断面図を用いた平均断面法による体積算出や、図-3に示すような3次元GISを用いた検討などが実施されている。ただし、これらの手法については、図-2に示すような複雑な地質状況を図-3に示す直方体で表現することが困難であることから、実際に数十万m程度必要とされる原石採取量の算定精度に、数%誤差が生じることが確認されている。

3. CIM管理システムの開発および現場への適用

当社施工のダム現場において、図-4に示すような3次元地質モデルを用いた堤体材料の賦存量管理を実施した。このモデルは、地質関連のソフト会社であるジーエスアイ社製の「GeoMAP3D」という、従来は地質の事象を3次元図化するソフトを活用して作成された。

当該システムにおいては、複数の断面図やボーリングなどから得られる地質の分布状況と地層の走向・傾斜などの情報などを考慮し、複雑な分布状況を呈する地質状況をより精度よく評価した3次元モデルを構築できる。そして施工時において、掘削に伴い掘削盤やのり面で直接得られる地質情報をもとにモデルを逐次更新することにより、その精度をより高めることが可能となる。また、このように構築された3次元モデルにおいて、材質区分ごとの体積が容易に精度よく算出できるとともに、図-5に示すように、任意の位置における地質縦断面図、横断面図、スライス図などを作成することができる。

4. 結論および今後の課題・展開

本論文においては、ダム堤体材料の賦存量管理にCIMを用いたシステム開発の内容および現場における適用事例について詳述した。今後、本システムの適用事例を増やしていくとともに、新たな現場の要望に即した改良を進めていく所存である。これにより、調査時に得られる情報の量や精度に限界がある施工箇所の地質状況について、施工計画策定時における評価、そして施工時における実績整理の効率化および高度化を図ることができると考える。さらに、竣工から維持更新時における地質情報のデータベースとしても適用できる有用なシステムに改善し、広く施工現場に展開していく所存である。

参考文献

- 1) 日本規格協会：コンクリート用砕石及び砕砂，JIS-A5005，2009。
- 2) 土木学会：CIM講演会2014(東京)講演集，2014。

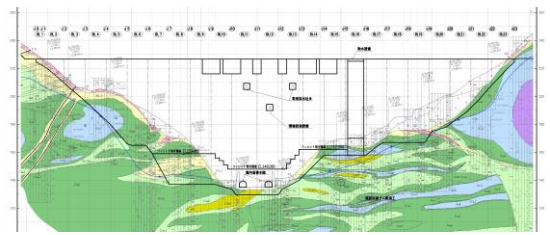


図-2 ダムにおける地質縦断面図の例

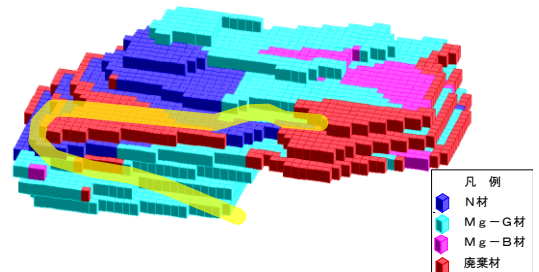


図-3 3次元GIS賦存量管理モデル

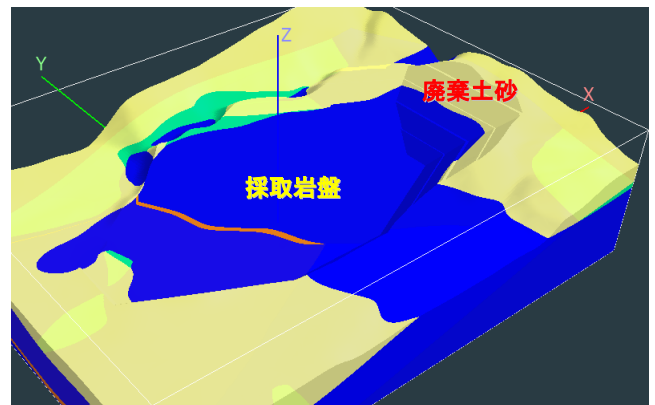


図-4 ダム原石山賦存量管理システムの概要

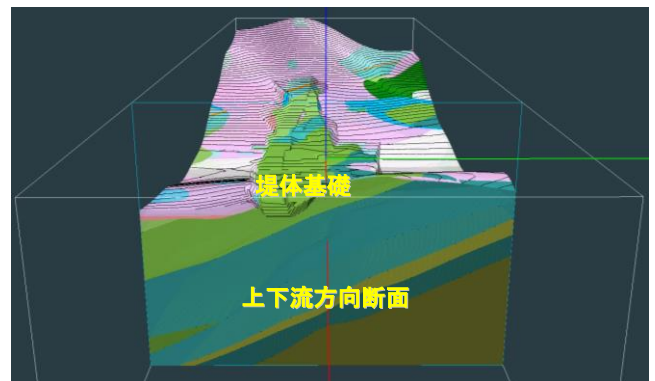


図-5 任意の位置における断面図表示例