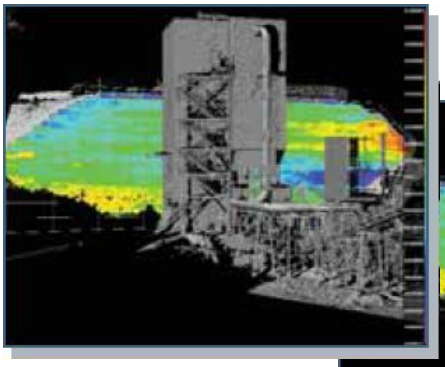
注記：この資料は Optech 社の HP に掲載されている記事を当社にて日本語訳したものです

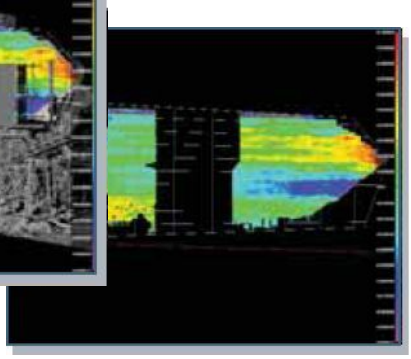
事例　鉱山の安全開発に利用される ILRIS-3D レーザースキャナー

世界中の鉱山開発において重要なことは、安全性の確保、生産性の向上、また開発の効率化である。1990 年初頭から鉱山開発では、安全なライダー（光りと到達距離）の技術を使い、位置情報を取得してきた。鉱山労働者はライダーの技術進歩によって、すばやく高精度の三次元空間情報を得ることがでるようになった。

多くの鉱山開発者がオプテック社 ILRIS-3D レーザースキャナーを採用する理由のひとつは、ワイヤレス操作で多くの業務を行なうことができ、しかも 1 名で簡単に操作できることである。ILRIS-3D の特徴は柔軟性に富んだシステムであり、以下に重要な 3 つの点を述べる。

1) 安全性
2) ボリューム計算
3) 変更要望に柔軟に対応



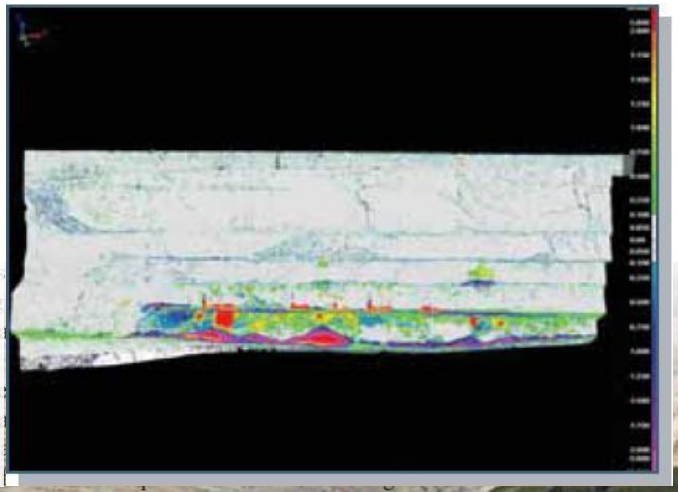


2 箇所で計測した点群データは元データとなり、将来のスキャニングと比較される。今回取得した点データは、市販されている CAD ソフトウエアへ出力され解析された。ここでは解析ソフトウエアとして InnovMetric 社のソフトウエア PolyWorks の IMAlign と IMInspect を使い、三次元で解析結果を出力した（画像上）。

実際の計測では、砕石用のビル設備と後ろの保護壁が計測された。同ビル設備の点データが取り除かれた。画像下は、壁の点データにメッシュを作成して、壁の歪み測定を行った。歪みの大きさは異なったカラーで表示した。赤と黄色は基礎となる面（プレーン）から外側に 10cm 以内、青色は同様に内側に 10cm 以内で、緑色は変化なしと表示している。

米国ネバダ州の鉱山の開発現場では、大きな保護壁が砕石機のとなりに建っている（画像上）。保護壁に対して大量の砕石が積み上げられており、大型の運搬車が岩を砕石機へと運んでいる。大量の岩が次々と運ばれており、砕石機の振動や運搬車の揺れなどが原因で、防護壁が崩壊するのではないかと懸念されている。崩壊は砕石現場で働く従業員に重大な損害を与え、砕石機への損傷も考えられる。

今回 ILRIS-3D スキャナーを使い、砕石機の後ろから保護壁をスキャニングした。砕石機に固定台を取付け、壁にはスキャン用ターゲットを配置した。ターゲットと壁の計測は合計で約 1 時間、2 箇所からスキャニングした。15mm の点密度で、合計 7 百万点の座標値を取得した。

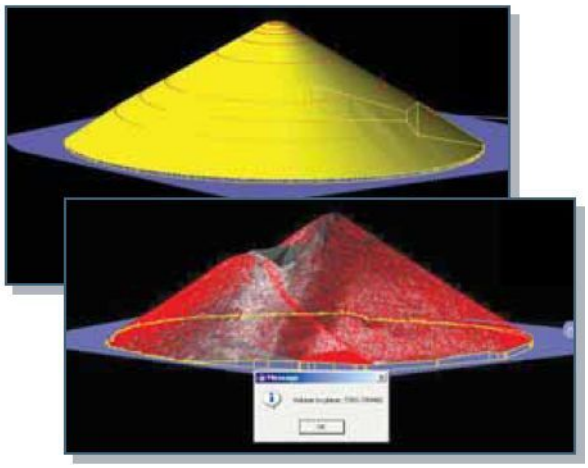


ボリューム計算

山積みされたストックの体積を計算する場合は通常、測定者が GPS を持ちながら堆積周辺を周り、地表の堆積面積を算出して基礎のデータを作成する。その後測定者は、堆積の山を登り高さの位置を取得する。問題は、この方法では危険が伴うことである。最初に人的な危険があり転倒などの事故につながる可能性がある。次に時間がかかりすぎること、また精度に欠ける点も課題として残る。

今回の土量算出では、三角錐型の山積みの表面積を 3 箇所（地表面と山の頂上）、GPS を利用して測定した。ボリューム計算は、三角錐の形から算出している。

安全ですばやく、しかも精度高く山積みの体積を算出するために、後処理として PolyWorks ソフトウエアを使用した。また複数のスキャンデータの合成や測量座標へ変換も行なっている。



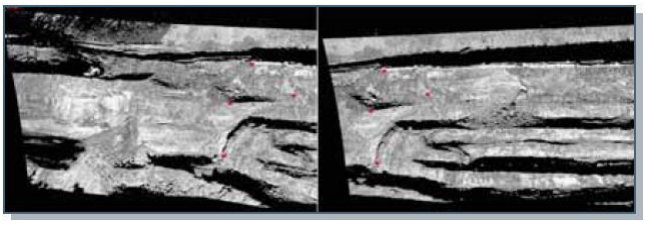
上(黄色)画像は、従来方式の GPS のみで計測した値 6802.98 立方メートル、下(赤)画像は ILRIS-3D のスキャニングおよび GPS(地表面を算出）から計測した値 7393.75 立方メートルである。地表に接した堆積物（砕石）の底面は、ILRIS-3D で取得した点データから作成した。この底面をテーブルに、三角錐形モデルを作成して、ボリュームを算出した。次に ILRIS-3D の点データから三角網を作成した。GPS を使って底面の位置データを取得し三角網のデータと合わせて、より精度の高いボリューム計算をおこなった。

ILRIS-3D は高い精度を誇り、点群の厚みが極端に薄く、そのため PolyWorks で解析したボリューム計算は、単に三角錐のモデルから算出した値と比べ、精度の高いものとなった。同ソフトウエアは、従来の計算式では無視されていたボリュームの特性を考慮しており、より正確に計算を行なうことできる。

上記のとおり、GPS のみで利用して算出したボリューム算出と、スキャナー＋GPS による計測値の差は、590.77 立方メートルであった。従来の予測の約 8%を占めていた。さらに堆積の山がもっと複雑な形となっていれば、よりいっそう大きな差が生じていた。

変更要望に柔軟に対応

ILRIS-3D は、地表面の動きの変化を簡単にモニタリングできる機能を持っている。斜面でもスキャナーを使うメリットとは、ひとりのオペレータがスキャナーを操作できることである。また遠隔地からワイヤレスで操作でき、危険な場所へのアクセス回数も減ることになる。セットアップも簡単で、非常に短時間でスキャナーをスタートできる。さらにスキャニングしたいエリアを何回も計測可能である。同じエリアを複数回計測することで、時間軸に沿って地表面の動き(堆積)の変化を正確に表現できる。スキャニングの計測データは、3DCAD モデルへ出力されて壁面の調査やエラーマップの作成に役立っている。



合成方法は上の画像のとおり、複数のスキャンデータに存在するフィーチャを選択し、合成基準点とする。最低 3 点を選択して、ふたつのスキャンデータを合成する。この作業を繰り返すことで、より精度の高い合成結果が生まれる。合成されたスキャンデータは、PolyWorks IMInspect ソフトウエアへ出力され、エラーマップなどの解析を行なう。

結論として、ILRIS-3D と PolyWorks ソフトウエアを使うことで、当初の目的であった（1）安全性の確保（2）ボリューム計算（3）高精度を維持しながら、鉱石などの変化を判明することができた。

ILRIS-3D について

作業者 1 名でスキャナーをセットアップでき、簡単に操作できます。1500m の距離、アイセーフ （Class1 レーザー）、小型でひとつのキャリングケースに収納でき、堅牢なデザインとなっている。

ILRIS-3D スキャナーは、他社スキャナーと比べても、十分に優位性を持っている。ILRIS-3D のユーザーはすでに、多くのプロジェクトを行なっており、高い投資対効果を達成している。