

湛水した砂防堰堤の堆砂量把握手法

国土交通省 東北地方整備局 岩手河川国道事務所
 パシフィックコンサルタンツ 株式会社 ○北原一平、澤田 悦史、堂ノ脇将光
 株式会社アークジオサポート 尾城 隆紀、三上 海人、前田 祥吾

1. はじめに

除石管理型砂防堰堤では砂防堰堤の堆砂量を把握する必要があるが、湛水している砂防堰堤の場合には深浅測量が必要となる。また、未満砂の砂防堰堤の安定性を照査する場合にも堆砂の高さを計測する必要があり、湛水している場合は深浅測量が必要となる。除石管理型砂防堰堤の増加や砂防堰堤の安定性照査の増加に伴い、湛水している砂防堰堤の堆砂量や堆砂高を計測する深浅測量のニーズは増加していると推察される。

本発表では湛水している大型の砂防堰堤を対象にこれまで砂防事業ではほとんど使われていないサイドスキャンソナーを用いて深浅測量を実施し、除石手法及び除石計画を検討した事例を以下に報告する。

2. 小柳沢砂防堰堤の諸元

表1に小柳沢砂防堰堤の諸元を、写真1に小柳沢砂防堰堤及び湛水池の全景を示す。

表1 小柳沢砂防堰堤諸元

堰堤名	小柳沢砂防堰堤
施工地	岩手県北上郡雫石町大字橋場
竣工年	1995年3月
工種	重力式コンクリート
堰堤高	16.5m
堰堤長	154.0m
堆積量	386,000m ³



写真1 小柳沢砂防堰堤及び堆砂地全景

3. 深浅測量が必要となった経緯

秋田駒ヶ岳火山砂防基本計画としては「秋田駒ヶ岳火山砂防基本計画書（案）：平成20年3月」が策定されている。この中で小柳沢については、既設の小柳沢砂防堰堤を除石（除石高 5.0m）することで空容量を確保し、土砂整備率 100%を達成することとされている。このため、小柳沢砂防堰堤については、除石用の管理用道路を新設のうえ、除石管理する計画である。

4. 深浅測量の手法

4.1 小柳沢砂防堰堤の深浅測量の課題

小柳沢のような大型の砂防堰堤の場合、堆砂域が広いと、深浅測量を全面で実施する場合、時間とコストがかかる。また、小柳沢砂防堰堤は上流から流入する土砂が堰堤の直上流まで堆積しており、比較的浅い範囲が広域に及んでいる。

4.2 小柳沢砂防堰堤の湛水池の深浅測量手法の検討

上記の小柳沢砂防堰堤の湛水池の特徴を踏まえ、表2に示すように、代表的な3つの深浅測量の手法を比較検討した。①ナローマルチビームは精度は良いが、深さが5m以上必要であるため、使うのが困難である。③シングルビームは真下を点で計測するため、面的な計測が出来ない上に時間がかかる。②サイドスキャンソナーは浅いところでも40cmまで計測でき、一度の計測幅も広い。面的に効率良くかつ精度良く計測できるため、小柳沢に最も適している。

表2 深浅測量手法の比較表

機種名	①ナローマルチビーム	②サイドスキャンソナー マルチビーム	③シングルビーム
測深方法	クロスファンビーム方式 角度ごとの音波の戻り時間から水深を測定	インターフェロメトリ方式 時間ごとに角度の位相差を検出し水深を測定	単素子 音波の反射時間を測定することで水深を測定
周波数	455kHz	200kHz	200kHz
①計測幅	水深の約3倍	水深の5~8倍	真下の点のみ
②対応水深	5~100m	0.4~100m	1~250m
③分解能・精度	0.6cm : 分解能	5.5cm : 分解能	±0.03+水深/1000m以上 : 精度
④機材重量	約35kg	約15kg	約8kg
⑤面的測深	可	可	不可
⑥費用	比較的高い	中間	最も安い
評価	△	◎	△

4.2 3次元サイドスキャンソナー (C3D) の特徴

本発表で用いたものは、3次元サイドスキャンソナー (C3D) である。基本性能を表3に、C3Dの測深風景を写真2に示す。米国 Teledyne Benthos 社製のサイドスキャンソナーであり、6個のトランスデューサーを並行に配列したことにより同時に測深を行なうことができる。Over-the-Side Mount タイプによる曳航式ではない舷側固定のものである。

表3 C3Dの基本性能

周波数	200KHz
レンジ(ビーム)	25~300m片側
計測レンジ	水深の5~8倍
解像度サイドスキャンソナー	4.5cm
測深分解能	5.5cm(レンジに依存)
測深点数	最大2000
ビーム幅	1度(前後方向)
パルス数	25usec~1msec
発信間隔	30pings/sec
トランスデューサー取り付け角度	20、30、40度
発信強度	Max244dBre:1 μ Pa@1M



図1 C3Dイメージ

4.3 測深原理

C3D はインターフェロメトリ方式で1個のトランスデューサーに対し、6個の音波受信部を持っている(両側で12個)。発信波は1個のトランスデューサーから1波を発信し、受信時に入射角を細かく判定することで、最大2,000点の測深点を決定することが出来る(CAATI方式)。またこの音波は、同時に取得できるサイドスキャン画像にも使用されている。水深情報とサイドスキャン画像情報を同時に取得出来るため、地形区分の容易性に優れている。

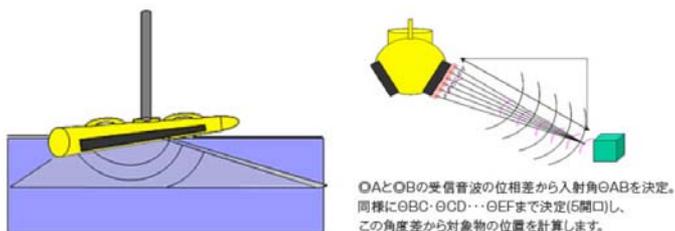


図2 C3Dの測深原理イメージ



写真2 C3Dの測深風景

5. 計測結果

5.1 航空レーザ計測との接合

現地においてC3D計測を行った。計測は機材の搬入出を含めて1日で終了した。作成した深浅測量の3次元データと航空LPデータの接続を行い、陸域と水域を合わせた3次元堆砂データを作成した(図3)。この図から現況堆砂量(314,130m³)を推定した。

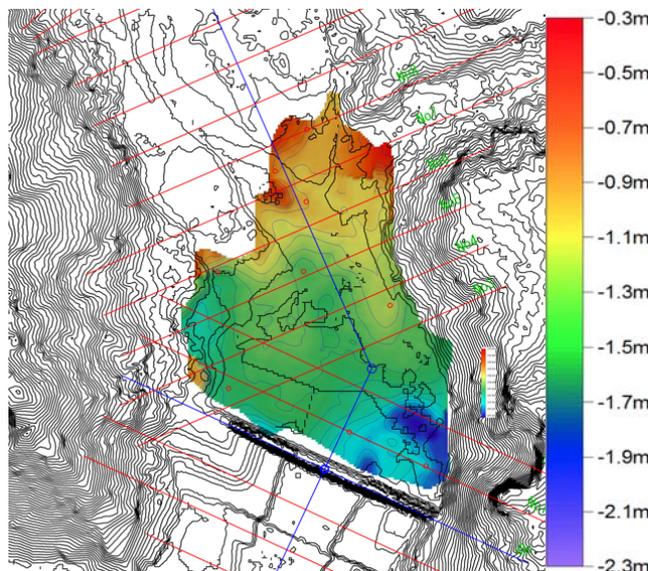


図3 小柳沢砂防堰堤堆砂地(陸部LPデータ)

5.2 簡易サンプリャによる底質調査

C3Dの計測後、続けて簡易サンプリャを用いて堆砂地の土砂をサンプリングした。表面の堆積土砂は全体的に「泥: 図中●」、一部で「泥混じりの砂: 図中●」が確認された。

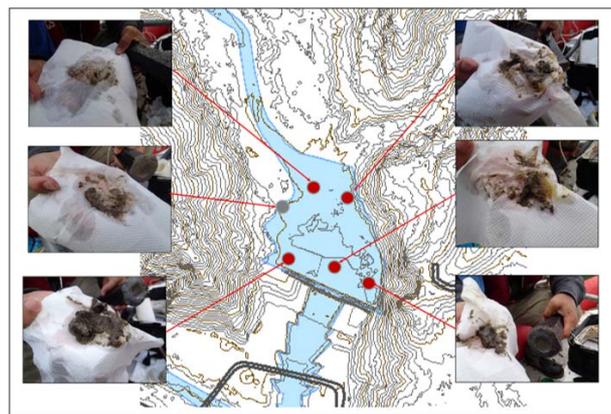


図4 小柳沢湛水池の堆積土砂の質の状況

6. 計測結果を利用した除石手法・除石計画検討

上記の計測結果を用いて小柳沢砂防堰堤の除石手法の検討及び概略除石計画の検討を行った。

7. 今後の展望：本手法の効率性を高め、素早く正確かつ安価に、砂防堰堤の堆砂量を計測できる仕組みを構築する。