

3次元モデルを用いたダム撤去事業における 土木史料活用の報告

永村 景子¹・野間 卓志²・高田 哲聖³・小林 一郎⁴

¹正会員 日本大学生産工学部 助教 環境安全工学科 (〒275-8575 千葉県習志野市泉町1-2-1)

E-mail: nagamura.keiko@nihon-u.ac.jp

²正会員 熊本県庁 (〒862-8570 熊本市中央区水前寺6丁目18-1)

E-mail: noma-t@pref.kumamoto.lg.jp

³非会員 熊本県庁 (〒862-8570 熊本市中央区水前寺6丁目18-1)

E-mail: takada-t@pref.kumamoto.lg.jp

⁴正会員 熊本大学大学院特任教授 先端科学研究部 (〒860-8555 熊本県熊本市中央区黒髪2-39-1)

E-mail: ponts@kumamoto-u.ac.jp

我が国初のダム撤去事業における3次元モデル作成への土木史料活用を報告する。当該事業では、河道内の大規模構造物撤去に伴う環境変化のモニタリングや、不可視領域を含む施工検討による施工性・安全性の検証といった課題に対し、①広域空間（環境モニタリング用）、②周辺空間（河床モニタリング用）、③対象空間（設計・施工検討用）の3通りのモデル空間を活用した。本稿では③対象空間（設計・施工検討用）における土木史料活用について報告する。当該モデル空間は、ダム撤去過程において明らかとなった、建設当時の残存物の撤去検討に大いに効果を発揮した。

Key Words : CIM , model space, construction process planning, existing structures in the river

1. はじめに

高度経済期に建設された土木構造物の多くは、近い将来寿命を迎え、老朽化に伴い取り壊されることが予想される。土木史的見地からみれば、土木遺産としての価値が認められる場合は、構造物とともに建設当時の史料保存やアーカイブ化が重要であることは言うまでもない。一方、撤去される構造物では、撤去工程において、こうした史料が重要な役割を果たし得る。本稿はそうした土木史料の存在が、予定工期での撤去事業進行に大きく貢献した事例を報告する。球磨川の荒瀬ダムでは、我が国初となるダム撤去工事が実施され、2018(平成30)年3月に完了した。これまで経験のない施工方法や、撤去事業が周辺環境へ与える影響等に関する科学的・工学的知見は乏しく、撤去も含めたダムの維持管理方針は未だ定まっていない。こうした課題が累積し、ダム撤去事業における円滑な施工を妨げる場合もある。荒瀬ダム撤去事業では、河川への影響を考慮したモデル空間(3次元モデル)を構築し、実現場に適用することで設計・施工の質の向上を図った。その過程では、撤去手順の見直しや、想定外の撤去構造物の出現など、モデル空間の活用が、予定通りの事業完了に大きく寄与した。

写真は撤去開始前の荒瀬ダム堤体(写真-1)および撤去完了後の荒瀬ダム跡(写真-2)である。撤去工事にあたっては、漁協など地元の意見を踏まえ河川環境（球磨川の代表的な魚類であるアユの生息成育等）に配慮し、河川



写真-1 撤去工事前の荒瀬ダム(下流左岸側より撮影)



写真-2 撤去工事前の荒瀬ダム(上流右岸側より撮影)

内の水に触れる部分の工事については、11月中旬から2月末までとし、河川工事の撤去期間は図-1に示すように、平成24年度から6段階（6ヵ年）と設定された。大型発電ダムの撤去は、日本のみならず、アジアでもはじめてのケースであり、ダム撤去によって、自然がどのように回復していくのか、回復を促進する要件はなにか、といった問題を考える必要があった。そのため、撤去工事開始前から継続的に、広域での様々な調査がおこなわれている。図-2は、荒瀬ダムにおける調査区間である瀬戸石ダムから遥拝堰までの20kmまでの全体図である。施工計画をたてる上では、環境への影響を最小にするための詳細な検討が必要であり、治水面および環境面のモニタリング調査結果について評価・検証と並行して、安全かつ環境への配慮が求められた。本稿では主として、撤去工事においてモデル空間を作成し施工検討を行う際に特に効力を発揮した、土木史料の活用について報告する。撤去工事が進み中で、現場において建設当時の仮設構造物が出現し、施工計画の見直しが必要となった。土木史料を活用して作成したモデル空間は、限られた工期の中での施工手順に検討に大いに役立った。

2. CIMの推進と3次元モデルの活用

国土交通省は建設現場の現状や将来的な問題を見据え、2016年を「生産性向上元年」と位置づけ、建設現場の生産性向上に取り組んでいる。測量・調査から設計、施工、検査、維持管理・更新までのあらゆる建設生産プロセスの各段階において3次元データやICT等を活用するiConstructionを重要施策の1つとして3次元データの利活用も進められている。この取り組みの1つとして2012年より取り組まれているのが、CIMモデルの活用である。CIMとはConstruction Information Modelin/Managementの略称であり、CIMモデルは「対象とする構造物等の形状を3次元データで表現した「3次元モデル」に部材の諸元や物性値等の属性情報を付与し、各種シミュレーション等に活用するモデル」とされている。線形モデル、地形モデル、構造物モデルなどが作成用途に応じて用いられる。荒瀬ダム撤去事業においては、次章に示す通り、用途に応じた空間を対象範囲としたモデル空間を作成し、撤去工事の施工検討を行った。

3. モデル空間を用いた撤去工事の施工検討

荒瀬ダム撤去事業では、モデル空間は、表-1のように、①広域空間（環境モニタリング用）、②周辺空間（河床モニタリング用）、③対象空間（設計・施工検討用）の

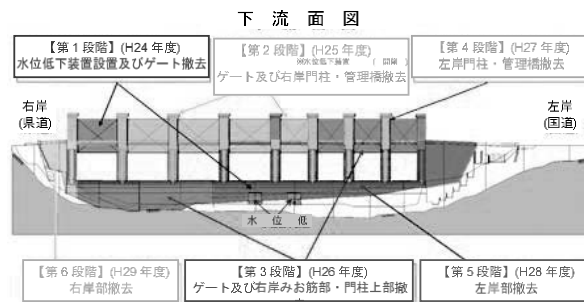


図-1 全体計画



図-2 全体図

表-1 空間の利用状況

	対象空間	周辺空間	広域空間
目的	・施工性、安全性の確認 ・改善案の提示	・地形変化の把握(周辺) ・周辺環境への影響評価	・地形変化の把握(広域) ・広域への影響評価
検討項目	・設計検討 ・施工検討	・施工検討 ・河川モニタリング	・環境モニタリング
構成	・各種図面(平面図、立面図等)	・FVデータ ・建設時の文献 ・定期横断測量 ・航空写真	・定期横断測量(横断面、縦断面) ・数値基盤地図 ・航空写真
モデル			

表-2 撤去見直し案

年度	現計画	見直し案
第2段階 H25年度		
第3段階 H26年度		
第4段階 H27年度		
第5段階 H28年度		
第6段階 H29年度		

3通りを作成した。紙面の都合で、①、②に関しては割愛する。

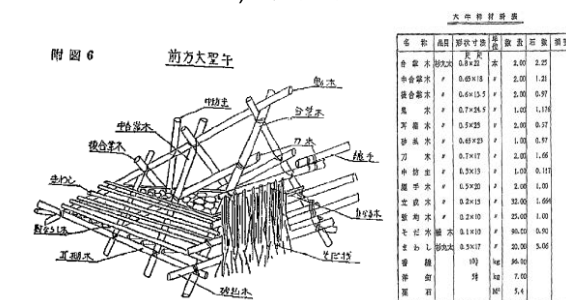
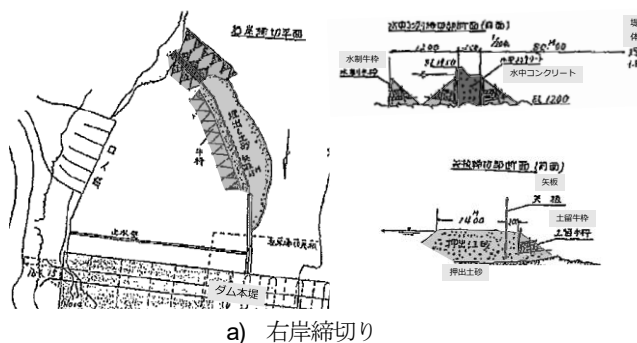
構造物周辺の対象空間では、(1)全体の施工工程検討(第1段階から第6段階まで、表-2)、(2)水位低下装置の水中施工の検討と(3)残存物を考慮した施工検討等を行った。本報告では、(1)と(2)は省略し、(3)に関して、次章で詳述する。

4. 残存物を含めた撤去工程の確認

表-2の第3段階では、右岸みお筋部の撤去に伴う河川の切り替えが生じることから、慎重な施工検討が求められる。ここで課題となったのが建設当時の残存物の撤去である。第2段階で設置した水位低下装置による水位低下に伴い、上流側に写真-3のような矢板等の締め切りがあることが確認された。これらの残存物は、河川の流れを切り替えた際に、妨げとなることが想定されたため、撤去の検討がおこなわれた。しかしこれらの構造物は、図面等に表記がなく、構造物の位置や水中・地中内の形状がどのようになっているか、把握は困難である。また荒瀬ダムでは、河川内での工事期間が制限されているため、計画された撤去工程と同時に残存物を撤去する必要があった。そこで、建設当時の文献・写真・動画など確認作業に使える資料の収集・調査を行った。国会図書館をはじめとする公文書館や図書館等も調査対象とした。西松建設社内報に掲載された「荒瀬ダム施工概要」²⁾は施工の概要がわかる、最も重要な資料である。これらを参照することで、残存物の推定をおこなった。文献3)では、「上流側は土砂堆積層浅きためブルドーザにて左岸の土砂を押し出して長さ65m幅20mの築島(ちくしま)をなし鉄矢板を打込み」とあり、上流に現れている矢板はこの矢板を意味することがわかる。また、「左岸の土砂を押し出して長さ65m幅20mの築島をなし鉄矢板を打込み、水深4m以上の矢築島不能の所は牛杵を用いて水中混凝土にて締切った。築島に矢板を打込んだ為、矢板保護の意味に於いて裏側に9基の牛杵を設置した」とある。これらを図-3a)に当てはめると、ダム本堤に近い部分が上流に現れている矢板の位置であり、右岸側に近い部分が締め切りコンクリートの位置である。また、図-3b)から牛杵の材料と構造を読み解くと、おおよそ7mの三角すいの形をしているもので、材質は杉丸太であることがわかった。また下流側では、「水深2m以上の所は沈杵、4m以上の所は牛杵を設け、それを型杵取付の支へとして水中コンクリートにて締切を行った。止水壁は堰堤前面より上流に一段、堰堤背面より下流30mの所に一段、設けた。」とあった。県企業局所有の建設当時の写真においても、この止水壁の施工の様子が確認できた。



写真-3 建設当時の残存物



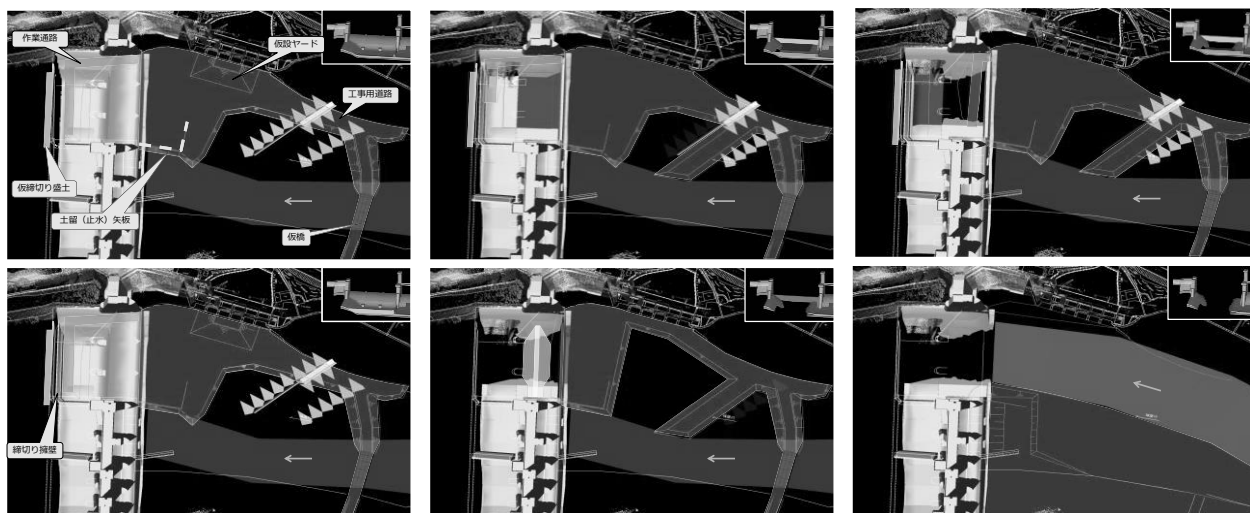


図-5 撤去工程の確認

物を含めた施工計画の立案が可能となった。

なお本モデル空間の画像は、第8回荒瀬ダム撤去フォローアップ専門委員会（平成26年10月開催）において、活用された。河川環境の専門家からなる委員からは、「工事の手順説明が、非常に三次元的な分かりやすい表示方法で、私もなるほどと思いました。」とか「圧倒的な説明力がある。」といった感想に加え、「重点的な物理環境調査エリアで、河床の形とか、水面とか、そういったものの表現に役立てていく方法として」活用できないかといった提案がなされた。今回の施工検討や関係者への手順説明において、3次元で表現されたモデル空間の画像の理解度の高さが改めて確認できた。

残存物の形状推定についても付言したい。現時点では、3次元CADにより作成するモデルは、設計図を元に作成するか、実測データより再現するのが一般的である。今回は、歴史的な資料（文献、写真、図面等）を元にモデルを推定再現した。本件では、モデルの精度はそれほど重要ではなく、「どの位置に」「どれくらいの大きさのものが」「どのような位置関係で」存在しているかがわかれば良かった。その意味では、モデル空間の活用は極めて有効な手法であった。また推定の過程で、建設当時の工事写真から得られる情報の有効性を再認識した。撮影者の目的とは関係無い画像でも、我々にとっては、極めて有効な情報が隠されている。たとえば、「人の背丈くらいの大きさ」「この時点では構造物は撤去されている」などである。

5. おわりに

本稿では撤去工事においてモデル空間を作成し施工検討を行う際に特に効力を発揮した、土木史料の活用について報告を行った。CIMの推進においては、最先端技術の研究開発や習得が重要であることは明らかである。それに加え、本事例のような場合は、土木史料の存在が重要であることは紛れもなく、そうした史料を見つけ出し、読み解き、空間情報として処理することのできる技術が必要であることを指摘しておきたい。この視点に寄って立つと、土木史分野の果たすべき重要な役割が1つ、増えるといえよう。

参考文献

- 1) 熊本大学大学院先端科学研究部モデル空間研究所・一般財団法人日本建設情報総合センター建設情報研究所研究開発部 編：CIM を学ぶⅢ，2017.7.
- 2) 国土交通省：3次元データ利活用方針，2017.11
- 3) 平松平：荒瀬ダム施工概要，群峰 6 巻 pp. 12-31，1955. 6.
- 4) 吉田史朗，野間卓志，藤田陽一，小林一郎：ダム撤去における河道管理への測量機能付カメラ利用の可能性，土木情報学シンポジウム講演集，Vol. 39，pp. 177-180，2015. 9.

(2018.4.9 受付)