

# 河川への影響を考慮したダム撤去事業への モデル空間の適用

永村 景子<sup>1</sup>・野間 卓志<sup>2</sup>・高田 哲聖<sup>3</sup>・小林 一郎<sup>4</sup>

<sup>1</sup>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

<sup>2</sup>正会員 熊本県企業局 荒瀬ダム撤去室 (〒862-8570 熊本市中央区水前寺6丁目18-1)

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

<sup>3</sup>非会員 玉名地域振興局 土木部 (〒865-0016 熊本県玉名市岩崎1004-1)

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

<sup>4</sup>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モデル空間の構築および有効性について述べる。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）の構築および有効性を示す。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, dam removal, construction process planning, existing structures in the river

## 1. はじめに

1970年代の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。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ている。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ている。本研究は、ダム撤去事業における、河川への影響を考慮したモデル空間を構築し、実現場に適用することで設計・施工の質の向上を図り、その有用性を示す。

図-1は撤去開始前の荒瀬ダム堤体の写真である。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・生育等）に配慮し、河川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を図-2に示すように、平成24年度から6段階（6ヵ年）と設定している。大型発電ダムの撤去は、日本のみならず、アジ



図-1 荒瀬ダム

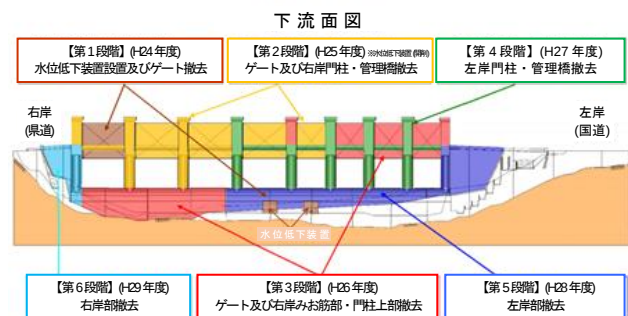


図-2 全体計画

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る。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-3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も、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ている。本稿では主として、撤去工事へのモデル空間の適用について述べることにする。

## 2. モデル空間を用いた撤去工事の施工検討

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が、河道内の構造物撤去の観点から、モデル空間の活用事例として、ユニークな事例であるため、別途機会を見て、論文発表する予定である。

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）、(2)水位低下装置の水中



図-3 全体図

表-1 空間の利用状況

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

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)は概略を示し、(3)に関して、次章で詳述する。

### (1) 全体計画

まず図-2に示す撤去手順に従って、工程表から施工を再現した。各工程表をもとにモデル空間に時間情報を加えることによって、事業全体の施工工程を段階的に可視化し、施工状況を再現した。このモデル空間を協議の場で用いることにより、施工全体の撤去手順の確認、調整、問題点の抽出をおこなった。各年度（6段階）で検討した結果、表-2のような見直し案の作成に至った。

### (2) 水中施工の検討

水位低下設備（図-4）は、放流工（堤体にトンネル状に設置）と、仮締切りゲート（放流工の掘削をおこなう際の仮締切りも兼ねて上流側に設置）で構成されている。設置作業は、作業員が潜水し、視界が悪い水中施工において直接堤体へと設置する。したがって、危険かつ施工が困難であるため、施工前に不可視領域での施工性や安

表-2 撤去見直し案

| 年 度             | 現 計 画 | 見 直 し 案 |
|-----------------|-------|---------|
| 第 2 段階<br>H25年度 |       |         |
| 第 3 段階<br>H26年度 |       |         |
| 第 4 段階<br>H27年度 |       |         |
| 第 5 段階<br>H28年度 |       |         |
| 第 6 段階<br>H29年度 |       |         |

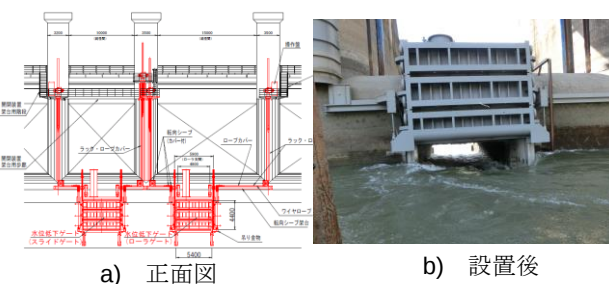


図-4 水位低下装置

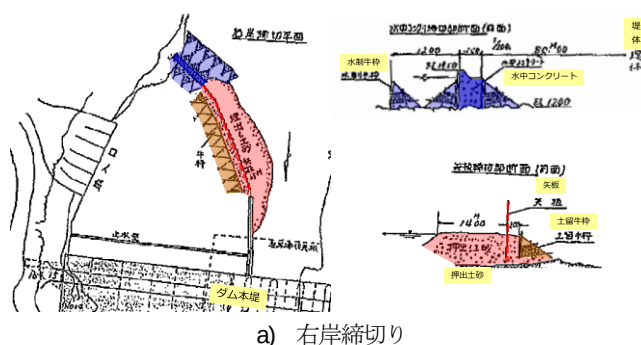
全性を検討する必要があった。図-5は構築したモデル空間である。図-6のようにモデル空間をスクリーンに投影させて、協議をおこなった。

### 3. 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、上流側に図-7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」<sup>2)</sup>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2)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コンクリートにて締め切った。築島に矢板を打込んだ為、矢板

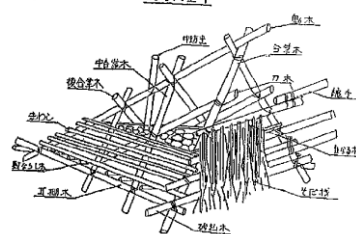
保護の意味に於いて裏側に9基の牛杵を設置した」とある。これらを図-8a)に当てはめると、赤の部分が上流に現れている矢板の位置であり、青の部分が締め切りコンクリートの位置である。また、図-8b)から牛杵の材料と構造を読み解くと、おおよそ7mの三角すいの形をしているもので、材質は杉丸太であることがわかった。また下流側では、「水深2m以上の所は沈杵、4m以上の所は牛杵を設け、それを型杵取付の支へとして水中コンクリートにて締め切を行った。止水壁は堰堤前面より上流に一段、堰堤背面より下流30mの所に一段、設けた。」とあった。県企業局所有の建設当時の写真においても、この止水壁の施工の様子が確認できた。締め切り後、ポンプで締め切り内の水を汲み出している状況も確認できる。なお止水壁の状況であるが、ある程度本体の施工が進んだ時点の写真には映っていない。

これらの資料を参考として、図-9のような残存物の3次元モデルを作成した。位置については、計測機能付カメラ<sup>3)</sup>にて観測した点群データに擦り付けることで、より正確な位置に配置した。図-10は残存物を含めた撤去工程を再現した、モデル空間である。これにより、残存物を含めた施工計画の立案が可能となった。



a) 右岸締め切り

図 6



b) 牛杵の図面および材料表

| 名   | 材       | 単位 | 数量    | 重量   | 体積 |
|-----|---------|----|-------|------|----|
| 杉丸太 | 1.5x2.5 | 本  | 2,000 | 2.25 |    |
| 杉板  | 1.5x10  | 枚  | 2,000 | 1.21 |    |
| 杉板  | 1.5x15  | 枚  | 2,000 | 0.97 |    |
| 杉板  | 1.5x20  | 枚  | 1,400 | 1.11 |    |
| 杉板  | 1.5x25  | 枚  | 1,400 | 0.97 |    |
| 杉板  | 1.5x30  | 枚  | 1,400 | 0.97 |    |
| 杉板  | 1.5x35  | 枚  | 1,400 | 0.97 |    |
| 杉板  | 1.5x40  | 枚  | 1,400 | 0.97 |    |
| 杉板  | 1.5x45  | 枚  | 1,400 | 0.97 |    |
| 杉板  | 1.5x50  | 枚  | 1,400 | 0.97 |    |
| 杉板  | 1.5x55  | 枚  | 1,400 | 0.97 |    |
| 杉板  | 1.5x60  | 枚  | 1,400 | 0.97 |    |
| 杉板  | 1.5x65  | 枚  | 1,400 | 0.97 |    |
| 杉板  | 1.5x70  | 枚  | 1,400 | 0.97 |    |
| 杉板  | 1.5x75  | 枚  | 1,400 | 0.97 |    |
| 杉板  | 1.5x80  | 枚  | 1,400 | 0.97 |    |
| 杉板  | 1.5x85  | 枚  | 1,400 | 0.97 |    |
| 杉板  | 1.5x90  | 枚  | 1,400 | 0.97 |    |
| 杉板  | 1.5x95  | 枚  | 1,400 | 0.97 |    |
| 杉板  | 1.5x100 | 枚  | 1,400 | 0.97 |    |

図-8 建設当時の資料（文献2）に加筆）

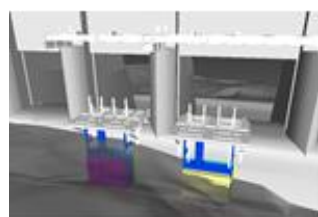


図-5 モデル空間



図-6 協議



図-7 残存物



図-9 モデル空間に付与

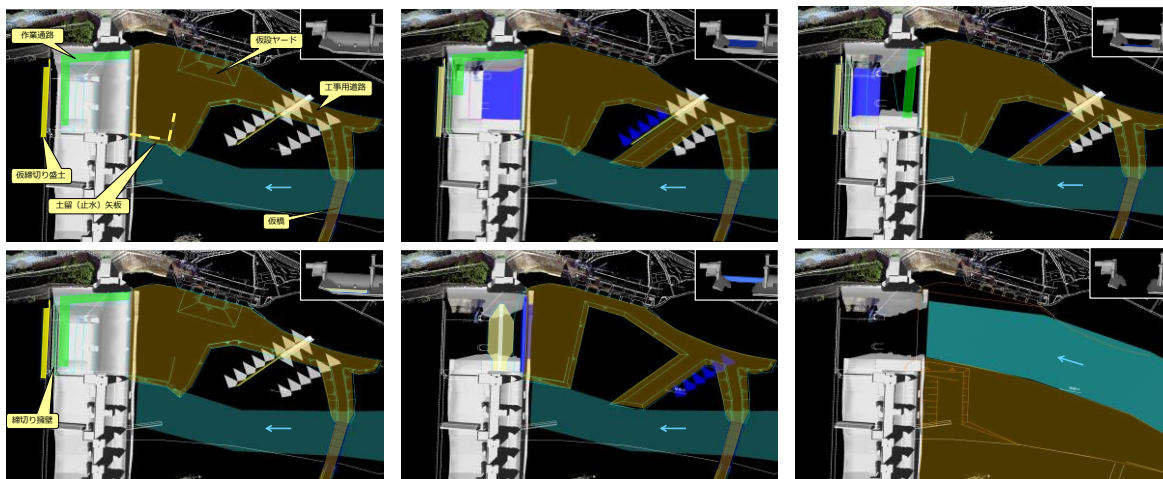


図-10 撤去工程の確認

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。

#### 4. おわりに

本稿では河川への影響を考慮したモデル空間の構築を行い、ダム撤去事業に適用することによりその有用性を示した。ダム撤去事業に限らず、周辺環境を考慮しなければならない大規模な土木構造物の撤去工事において、モデル空間を用いた施工検討は、問題点の事前発見、共有、解決を可能にする。

今後は河川再生へむけた事業への適用も期待される。一方で、課題として、データ作成の時間短縮、河川の流れや環境モニタリングといった流動的な自然データの取り込み等が課題である。

#### 参考文献

- 1) 小林一郎, CIM を学ぶIII, JACIC, 2017.7.
- 2) 平松平: 荒瀬ダム施工概要, 群峰 6 巻 pp. 12-31, 1955. 6.
- 3) 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.

(2017.10.11 受付)

## APPLICATION OF MODEL SPACE ON DAM REMOVAL PROJECT CONSIDERING INFLUENCE ON RIVERS

Keiko NAGAMURA, Takuji NOMA, Tetsusei TAKADA and Ichiro KOBAYASHI

This paper describes the construction and effectiveness of the model space on Arase dam removal project which was the first case in Japan. At this project, it was necessary to monitor the environmental change of the river channel by removal of the large infrastructure, and to verify workability and safety in the invisible area. In this case, model space was applied to remove the ruins at the time of dam construction.