

ダム好学の夜「with Dam Night 2026」のweb開催報告

「ダムオデッセイ: 2026年ダム探求の旅」レアタイプダム編

川崎秀明¹

「with Dam☆Night（ダム好学の夜）」は、2010年にダム工学会20周年記念事業として開始して以降、当学会と一般市民を結ぶ活性化の重要な役割を担っており、現在、全国各地で開催の当学会恒例の行事に発展しています。東京開催分はコロナで2年休止後の2021年から「Dam Odyssey（ダム探求の旅）」と題してテーマを設けたWeb方式に変更し、今年で再開後6回目となります。

2026年7月24日に開催の今回は、形状が複雑で現在は造られていませんが、技術的な価値が高く国内・海外ともに人気が高い「中空重力式、マルチプルアーチを含むバットレス系のダム」を取り上げました。これらは決して過去の遺物ではなく、将来のために後世に伝えるべき貴重なレアタイプダムです。

1. 2021～2025 年の実施状況

ダム好学の夜とはwith Dam Nightの原点となる「ダム好き学びの夜」であり、2021年再開以降の個別別称「ダムオデッセイ: ○○年ダム探求の旅」は、「Space Odyssey: 2001年宇宙の旅」へのオマージュである。

全面web放映の新シリーズ以降は、下記のように開催している。内容的に専門的かつ硬派のテーマが並ぶが、少し高度なダム好きと若手技術者のための教養講座という側面が多くある。

(1) 2021年7月9日、テーマ「ダム再生工事」

前半にダム愛好家の夜話を2題、後半2hrにゼネコン4社の事例紹介と質疑を展開した。盛り沢山の話題に時間が不足するほどであった。

(2) 2022年7月22日、テーマ「ゲート」

前半にダム愛好家と専門家によるゲート夜話2題、後半2hrでゲートメーカー4社の事例紹介と質疑を展開した。ゲートについては知られていないことが多いため、大いに勉強になったという声が多かった。

(3) 2023年7月14日、テーマ「導流・減勢」

前半に水理設計に関する講義と後半にダム別の問答編とした。豪快な放流に魅せられてダムファンになった人が多いが、放流と減勢について理解してもらうために、専門用語集を用意した。

(4) 2024年7月12日、テーマ「最強の治水ダム」

人気ダム愛好家二人の5コマ対決として、1コマの両者対決が終わるたびに視聴者全体が参加する投票方式を採用した。洪水調節を容易に知る格好の材料となることから、教材利用の要望もあった。部分的に英訳版も作成し国際会議で披露した。

(5) 2025年7月25日、テーマ「フィルダム」

フィルダムは、国内既設ダム数の大半を占めながら、最近では台形CSGダム等に圧されて建設数が激減している。そこで技術危機感をもって古今東西の様々なフィルダムに遡り、夜話4題と時代貢献度の高い15フィルダム群ベスト投票を展開した。

2. With Dam Night 2026 の実施内容

今年のテーマは、「レアタイプダム」としたが、国内海外ともに絶滅危惧型式化している一方で、構造と出処に謎が多い「バットレスダム、中空重力式ダム、マルチプルアーチダム」が対象である。これらは、20世紀以降に設計理論をもって普及し、日本でも約25ダムが建設されたが、施工の複雑さ故に現在では建設されていない。レアタイプダムには他に、重力式ダム系のプレストレストダム、フィルダム系の変わり種、鋼製ダム等があるが、今回は技術共通性があるバットレス系に対象を絞っている。

¹ダム工学会活性化小委員長、NPO 風土工学デザイン研究所 主宰

今回対象のレアタイプダムについては、資材不足の時代の産物であり、資材充足の現在、今後建設することは無いので、もう学ぶ必要がないという意見があるが、ダム技術の多様性や技術伝承を考えるとそうでもない。即ち、未来の技術進展につなげるために過去の技術を振り返ることが必要であり、AI化・ロボット化、新素材登場、材料費高騰の時代になれば、いつレアタイプダムの出番が来るかは判らない。

(1) 広報用チラシ

図1は事前広報用のチラシであるが、オモテ面は基本事項とレアタイプ6ダムの写真を載せて、ウラ面には当日構成を載せている。プログラムは、山口ダム工学会長の挨拶から始まり、夜雀さんからの「日本の希少型式ダム」、筆者からの「世界のレアタイプダム」、中部電力の佐藤さんからの「中空重力ダム」、中国電力の渡辺さんからの「バットレス式ダム」であり、

ダム工学会 with Dam★Night 2026

Web開催 一般参加行事（無料）

日時：2026年7月24日（金）18:00～20:45

2026年 ダムオデッセイ（ダム探求の旅）
「レアタイプダムの不思議」

今回のレアタイプ（希少型式）ダムとは、重力式やアーチ式ではない「中空重力式、バットレス式、多連アーチ、複合」等の純コンクリートダムです。これらの不思議な構造と意味深長な経緯が明らかになって、知れば知るほど面白くなるフォルムを愛で合うひとときです。

下記のレアタイプダムのダム名は何でしょう！（答えは裏面へ）

写真 川崎秀明



内容は学会ホームページ(<http://www.jsde.jp/index.html>)でご確認ください。

人数制限のweb講演方式ですので早めに事前登録して下さい。

申込期間：6/24(水)～7/22(水) 定員400名になり次第締切らせていただきます

申込方法(事前登録)：お手数ながら、下記申込フォームからお申し込み下さい。

<https://forms.gle/YhFRbsCvJMt8lp788> (ダム工学会ホームページから入れます)

主催/ダム工学会 後援/日本ダム協会、建設コンサルタンツ協会、ダム工事総括管理技術者会

前半と後半の終了前に各々意見交換コーナーを設けて視聴者からの Chat を歓迎することにした。両電力会社はレアタイプダム保有する代表的な企業であるが、建設時の古い資料や実際の管理面での様々な話をして頂くように講演を依頼し、快諾を頂いた。

(2) 事前配信資料

過去にも2023年導流減勢のように、専門用語の参加者への事前配信の例はあるが、今回は「レアタイプダム（バットレスダム、中空重力式ダム、マルチプルアーチダム）」の分類・全体構成、世界における年別・国別の建設数と特色、日本の建設数と内訳、本場イタリアの状況、20世紀前半のダム設計家等の資料を本番視聴用 URL とともに視聴者に事前配信した。

事前配信資料は、筆者の夜話用だが、ダム技術者でもほぼ知らない世界であるので、筆者夜話の前後に確認するとより理解が増すと思われる。

■with Dam★Night（ダム好き学びの夜）は、講演や意見交換を通じてダムの魅力を発見・発信する一夜だけのダム工学会主催イベントです。出演者は、ダム第一線のプロ、ダム愛好家の面々です。
■本部開催のwith Dam Nightは、今年もWeb開催を採用し、アマ・プロを問わずダム好きの皆さんが放映基地とWeb空間上に会し、ダムの魅力を知る喜びを分かち合う楽しいタベになるようにしています。
■多くの方のご参加をお待ちしております。おもて面のURLアドレスにお申し込み下さい。

2026年 ダム探求の旅「レアタイプダムの不思議」

7月24日金曜夕方6時開始、放映基地は Studio AB @ ダム技術センター です。

プログラム

1. 開会の辞 18:00
 2. プログラム紹介 司会：磯部祥行
 3. 挨拶 ダム工学会会長
 4. 夜話1「日本の希少型式ダム、全踏破への道」 夜雀
 5. 夜話2「世界のレアタイプダム、人気の秘密」 エンジニアスカワサキ
 - 休息 10分ほど
 6. 夜話3「中空重力式ダム、よも山語り」 中部電力
 7. 夜話4「バットレス式ダム、よも山語り」 中国電力
 8. 夜話5「レアダムトークショー」
- 視聴者Chat参加：世界のレアタイプダム大国、中空重力の見極め方、レア型式の設計思想、私の好きなレアダム、レアダムが現代に語るもの、その他
9. 閉会の辞 20:45

企画：夜雀（ダム愛好家）、川崎秀明（活性化小委員長）、司会 磯部祥行（編集者・都市鑑賞者）、
コメンテーター：みつはし（ダム愛好家）、尾山玲（ダム工学会活性化委員）、ボランティアスタッフ（放映係・会計係・会場係・その他）：ダム工学会有志+ダム技術センター企画部

お問合せ：ダム工学会 with Dam Night事務局【（一財）ダム技術センター内】
E-mail アドレス：dam_eng@jdec.or.jp TEL 03-5815-4161（担当：中村、藤井）

【解答】おもて面写真のダム名は、a.豊稔池ダム、b.膳塚ダム、c.笹流ダム改修前、d.横山ダム、e.ロズランドダム（仏）、f.フェディアダム（伊）です。a～dは独特のフォルムで有名な国内ダムであり、e,fは世界のダム美の最高峰を誇ります。

図1 with Dam Night 2026の事前配布チラシのオモテ面とウラ面

3. 開会の挨拶 ダム工学会会長

最初に山口嘉一ダム工学会会長（ダム技術センター・ダム技術研究監）からダム工学会の意義・活動とイベント等の活性化への取り組み等についてお話し頂いた。



図 2 会長挨拶の画面

4. プログラム及びフィルダムの紹介

司会の磯部さんから番組構成を説明頂くとともに、講演者4人と、コメンテーターのみつはしさんと尾山さんの紹介が為された（図3）。

with Dam Night 2026 = ダム好学の夜 **ダム好き学びの夜**
 ダムオデッセイ・・・ダム探求の旅
 今回のテーマ「**レアタイプダムの不思議**」

プログラム	
開会の辞 18:00	6. 夜話3「中空重力式ダム、よも山語り」
1. プログラム紹介	7. 夜話4「バットレス式ダム、よも山語り」
2. 挨拶 ダム工学会会長	8. 夜話5「レアダムトークショー」
3. 夜話1「日本の希少型ダム、全踏破への道」	視聴者Chat参加：私の好きなレアダム、希少型ダムが現代に語られるもの、その他
4. 夜話2「世界のレアタイプダム、人気の秘密」	閉会の辞 20:45
休息 10分ほど	

図 3 番組のプログラム構成

5. 夜話1「日本の希少型ダム、全踏破への道」 夜雀講師

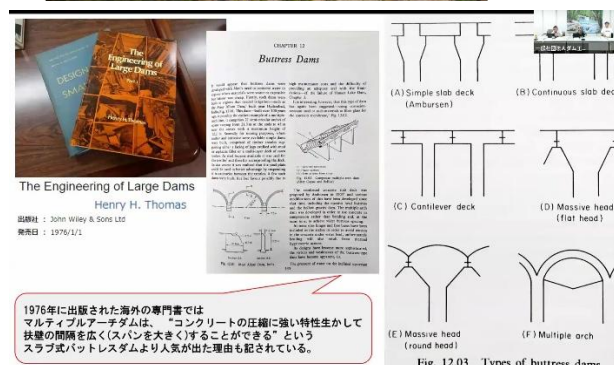
夜雀講師からは、まず米国西部のバットレス系ダムの超格好良い姿の紹介があり、国内バットレス6ダムと中空重力式13ダムの踏破に伴う話が語られた。

特に、国交省以外の中空重力式の内部はなかなか見られないだけにそれらの写真は感動の圧巻だった。

Florence Lake Dam USA California / 1926



出典：米国
大ダム会議
USCOLD



アンバーセン型バットレス国内6ダムの踏破 写真：夜雀



中空重力式ダム(Hollow Gravity)：国内
13ダムの踏破 写真：夜雀



中空重力式ダムの内部 写真：夜雀

図 4 夜雀講師による国内レアタイプダム踏破への道

6. 夜話 2 「世界のレアタイプダム、人気の秘密」 講師 エンジニアスカワサキ

筆者（川崎）から、まずは約 50 分の講演について 10 分間ほど以下の目次構成を説明した。

- ① レアタイプダム（希少型式ダム）の分類
- ② 国別の希少型式ダムの保有数とダム設計家たち
- ③ バットレス式コンクリートダム
 - a. 重力型バットレスダム（古代ローマ～近世）
 - b. アンバーセン型 (Ambursen)：20 世紀初頭から米国で流行
 - c. ノルウェー型：戦後のノルウェーやフランス
 - d. 連続型 (Contiguous)：天才ネッツリ発案で、セメンツァやコインの設計したダム
- ④ 中空重力式コンクリート (Hollow Gravity) ダム

- e. 密閉型 (All covered)：上流直立のダム、日本の中空重力ダム
- f. 半密閉型： マルチェロの開発したセル型、イタイプダム

⑤ マルチプルアーチ式コンクリートダム

- g. 直立型 (Vertical)：インド・アルミナダム
- h. 傾斜型 (Sloped)： グレノダム、豊稔池ダム
- i. ドーム型 (Dome)：ネッツリの提案によるクーリッジダム、カナダ・ポルトガルのダム

その後、バットレス式、中空重力式、マルチプルアーチと実ダムの図・写真を示しながら技術特徴と経緯を語った。バットレスの素性と相関性を語るため最低必要な分量とはいえ 70 枚ほどになったが、視聴者には chat で結構良い評価をして頂いた。

1. レアタイプダムの分類

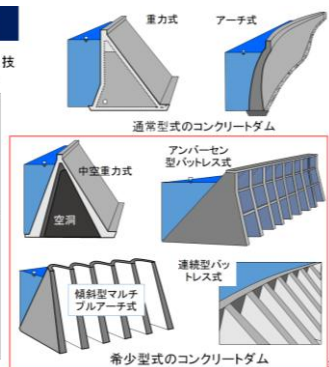
レアタイプダムとは、現在ではほぼ知られていないが、技術的に後世に伝えるべき貴重なダム型式である。

今回のレアタイプダムは、重力式やアーチ式ではなく、近年世界的に、建設数の激減している「バットレス、中空重力、マルチプルアーチ」の希少なコンクリートダム型式を指している。

これらの型式のダムは、理論的に最適な構造で、20 世紀前半に大きく発展したが、1970 年代以降は経済性の理由から急速に数を減らした。いわば生物界の希少種、絶滅危機種のようなものだが、技術価値、文化財価値という点でこれら存在価値は大いにある。

下記型式のダムは今回の話に入っていない。

- 近代化前のコンクリート系ダムは、文化遺産的なレアダムだが、各々が個性的な形状で型式分類が難しい。
- フルダム系にも多くのダム型式があるが、多様化しており、分類が難しい。



バットレス系コンクリートダムの 20 世紀以降の発展系統図

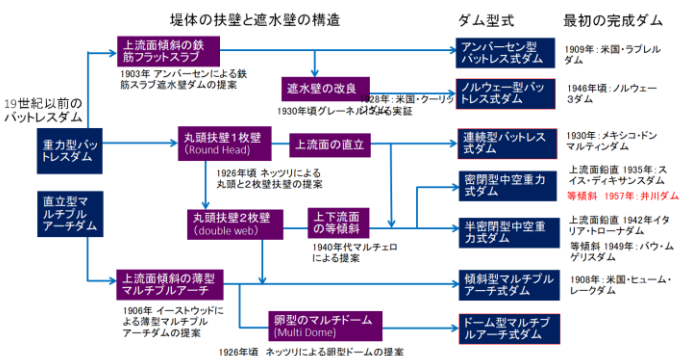


表 2 世界大ダム会議の台帳から調べた各国のレアタイプコンクリートダム (堤高 15m 以上、現存するもの)

	バットレス 1901- 1945	中空重 1946- 1975	バット 1976- 2010	バット 合計	重力 合計	レア 合計	備考
世界				355	103	6	
ノルウェー	4	38	4	46	0	46	大半が堤高 30m 未満のノルウェー型バットレスダム
フランス	11	5	16	19	35	35	マルチプルアーチ数は世界第 1 位、バットレスはフランス
イタリア	4	21	2	27	8	35	中空重力式 16 ダムは世界第 1 位
USA	16	2	1	19	13	32	米国のアンバーセン型の建設数 16 ダムと、マルチプルアーチの 13 ダムで大半を占める。
日本	10	14	24	2	2	27	戦前のバットレスダムは全てフラットスラブ型、中空重力式 13 ダムは世界第 2 位、マルチプルアーチ 2 ダムあり。
中国		6	11	17	9	26	近年レアタイプの建設が多い唯一の国、セメント高?
南アフリカ		6	5	11	14	1	20 18.19 世紀のバットレスが多いので実際は倍ほどある
スペイン		22	22	1	23	23	連続型バットレスが多い。
メキシコ	11	5	3	19	1	18	20 18.19 世紀のバットレスが多いので実際は倍ほどある
ブラジル	2	10	12	5	1	18	中空重力式が多いとされている。
アルゼンチン	1	6	3	10	3	13	大型の中空重力式が数多くある
イギリス	1	10	1	12	0	13	連続型バットレスが多い。
カナダ	9	2	11	1	11	12	大半が堤高 30m 未満のアンバーセン型
オーストラリア	1	3	4	3	2	9	
デンマーク		5	1	6	0	6	
オランダ		2	2	4	0	4	
ポルトガル		2	2	2	2	4	
スイス		2	2	0	1	3	

表 3 日本のバットレス式と中空重力式コンクリートダム 24 ダム (出典：世界大ダム会議の台帳、黄色マーカーは当台帳に無記載のダム)

ダム型式	ダム名	完成年	堤高 m	目的	所有管理機関	都市圏	流域面積 km ²	貯水量 km ³	発電容量 MW	備考
傾斜型	多摩川 (現在下流側を遷して)	1910	21.2	1404 S	旧東京市	東京都	1,599	21-22	9.5	
傾斜型	多摩川 (下流側を遷して)	1920	32.5	158.4 S	新東京市	東京都	1,599	21-22	9.5	
傾斜型	多摩川 (下流側を遷して)	1923	21.6	169 S	旧東京市	東京都	1,599	21-22	9.5	
傾斜型	多摩川 (下流側を遷して)	1924	20.5	124 H	旧東京市	東京都	1,599	21-22	9.5	
傾斜型	多摩川 (下流側を遷して)	1928	15.2	94.4 H	旧東京市	東京都	1,599	21-22	9.5	
傾斜型	多摩川 (下流側を遷して)	1929	22	61 H	旧東京市	東京都	1,599	21-22	9.5	
傾斜型	多摩川 (下流側を遷して)	1930	20	104 H	旧東京市	東京都	1,599	21-22	9.5	
傾斜型	多摩川 (下流側を遷して)	1931	32	88 H	旧東京市	東京都	1,599	21-22	9.5	
傾斜型	多摩川 (下流側を遷して)	1937	24	53 H	旧東京市	東京都	1,599	21-22	9.5	
傾斜型	多摩川 (下流側を遷して)	1940	18	25.3 S	旧東京市	東京都	1,599	21-22	9.5	
傾斜型	多摩川 (下流側を遷して)	1950	15	56.2 S	旧東京市	東京都	1,599	21-22	9.5	
傾斜型	多摩川 (下流側を遷して)	1957	104	243 H	旧東京市	東京都	1,599	21-22	9.5	
傾斜型	多摩川 (下流側を遷して)	1959	72	198 H	旧東京市	東京都	1,599	21-22	9.5	
傾斜型	多摩川 (下流側を遷して)	1961	46	160 H	旧東京市	東京都	1,599	21-22	9.5	
傾斜型	多摩川 (下流側を遷して)	1961	58	150 H	旧東京市	東京都	1,599	21-22	9.5	
傾斜型	多摩川 (下流側を遷して)	1961	68	170 H	旧東京市	東京都	1,599	21-22	9.5	
傾斜型	多摩川 (下流側を遷して)	1962	125	268 H	旧東京市	東京都	1,599	21-22	9.5	
傾斜型	多摩川 (下流側を遷して)	1963	60	250 HSC	旧東京市	東京都	1,599	21-22	9.5	
傾斜型	多摩川 (下流側を遷して)	1963	81	220 CH	旧東京市	東京都	1,599	21-22	9.5	
傾斜型	多摩川 (下流側を遷して)	1964	67	255 H	旧東京市	東京都	1,599	21-22	9.5	
傾斜型	多摩川 (下流側を遷して)	1967	57	288 CH	旧東京市	東京都	1,599	21-22	9.5	
傾斜型	多摩川 (下流側を遷して)	1968	69	232 H	旧東京市	東京都	1,599	21-22	9.5	
傾斜型	多摩川 (下流側を遷して)	1969	66	274 CH	旧東京市	東京都	1,599	21-22	9.5	
傾斜型	多摩川 (下流側を遷して)	1972	83	168 HCS	旧東京市	東京都	1,599	21-22	9.5	

a. 重力型バットレス式コンクリートダム

ローマ時代 (A.D. 1 世紀～4 世紀)：世界遺産の 2 ダム

ローマ時代 (1 世紀～4 世紀) になるとローマンコンクリートが開発されて、より頑丈なメソニンダムが造られるようになった。イペリア半島、アフリカ北部、ギリシャなどにおいて今もダムの遺跡が残っている。最大堤高を誇ったのはイタリアのスピアチオダム (Subiaco, 堤高 40m) であるが、1305 年に事故で崩壊した。

一方、下記のスペインの 2 ダムは、扶壁 (バットレス) を用いてローマ人によって築造され、現在も使われている。1993 年に「メリダの道跡群」の一部としてユネスコの世界遺産に登録された。

プロセルピナダム Proserpina: スペイン、建設：西暦 1～2 世紀、メリダ植民市への水道補給用、堤高 18m、堤頂長 427m、重力型バットレスダムの原型



Proserpina Dam - Wikipedia

コルナルヴォダム Cornalvo: スペイン、建設：西暦 1～2 世紀、堤高 28m、堤頂長 194m、重力型土管壁の背面が扶壁なしの土堤であるので重力式アーチダムに分類されている。

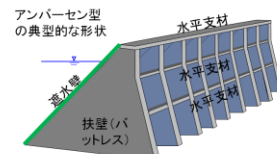


Cornalvo Dam - Wikipedia

b. アンバーセン型バットレス式コンクリートダム

アンバーセン (Ambursen) 型は、流水壁 (スラブ) を傾斜させることでダム自重に加えて水重も利用して巨大な貯水圧を三角形の扶壁 (バットレス) で支える鉄筋コンクリート構造であり、扶壁壁を最小限に抑えることを可能にした。

右図に示すように、上流側では水圧を受ける流水壁が傾斜し、下流側では鉛直方向に立つ扶壁に水平支材 (横梁) が格子状に配置されるのが特徴である。



1903 年にノルウェー系アメリカ人の土木技術者ニルス・F・アンバーセン (Ambursen) が新型フラットスラブバットレスの設計を行い特許取得した。このスラブと扶壁による鉄筋コンクリート構造は、アンバーセン型バットレスダムと呼ばれ、経済性の優位性をもって米国を中心に人気を博し、米国では 1930 年代までに堤高 15～30m の中小規模のダムが約 20 基建設された。ただし、アンバーセン型ダムは、劣化しやすい維持管理上の問題があり、1936 年の大ダム会議では凍結融解による鉄筋腐食等の問題が共通認識され、その後は激減した。

アンバーセン型のダムは南米でも少数建設され、当型式で最も高いものは、アルゼンチンの 1948 年完成のエスカバダム (堤高 83m) である。

アンバーセン型ダムは日本国内では 1923 年完成の世流ダムから 1937 年の三満ダムまで 8 基が建設されたが、戦後は経済的優位性がなくなり、採用されなくなった。

最近のニュースとして、アンバーセン型バットレス第 1 号の米国・ラブレダムが、劣化のため 2025 年に解体撤去され、直下流における新ダム建設が始まっている。

図 5 筆者による世界のレアタイプダム、人気の秘密の講演から その 1

c. ノルウェー型バットレス式コンクリートダム

鉄筋使用のアンバーセン型は、凍結融解等の表面劣化が起こりやすいため北欧では採用されなかったが、第二次世界大戦後の物資不足の中、ノルウェーではアンバーセン型を改良して強度を増し無筋化するとともに重力式ダムと比べて堤体積を大幅に削減したノルウェー型バットレスダムが、堤高約30m以下において約40基ほど建設された。新構造の特徴は、「**継ぎ目の位置と構造を見直して鉄筋量を減らした。扶壁を太くして水平材を無くした**」であり、形状としては、アンバーセン型同様に、進水壁の上流面は傾斜しているが扶壁の下流面は鉛直に近い。開発者のグレーネル技師に因んでノルウェーではGrøner-damと呼ばれる。フランスでも戦後、堤高30m未満のノルウェー型同様のダムが10数基造られたが、下位標高のみ扶壁間を厚い横材で補強することで剛性を高めた点が異なる。ノルウェー型の開発経緯を以下に記す。

- ① ノルウェーの技術者グレーネル(C.F. Grøner)は、1910年代にアンバーセン型を改良し、コンクリートスラブの垂直ジョイント(継ぎ目)を「**曲げモーメントがゼロになる位置**」に配置する特許を考案した。これにより、スラブ内に必要となる鉄筋の量を大幅に削減することに成功した。
- ② ノルウェー重力式ダムのRingedalsダム大規模修復(1929年に着手)において、既存の重力式ダムの深刻な水漏れを解決するため、**グレーネルは独自の高強度コンクリートスラブを前面に増設する新技術**を開発し特許を取得した。
- ③ ①と②の技術によって鉄筋使用量の大幅減が可能となり、凍結融解条件の厳しい当国に適した技術となった。
- ④ 1940～50年代の戦後復興期、ノルウェーではセメントや鉄筋などの資材が非常に不足しており、グレーネルの特許は「通常の重力式ダムに比べてコンクリート使用量を激減させ、鉄筋も最小限に抑えられる」という極めて経済的な利点があったため、世界各国の水力発電ラッシュと相俟した。1950～1970年代の間に、ノルウェー国内のバットレスダム(Platedam)の大部分が建設され、「Grøner-dam」は同国におけるスラブ・バットレスダムの代名詞となった。

d. 連続型(Contiguous type)バットレスダム

欧州では1930年代からブロック別に扶壁の上流端を丸頭にして連続させることで強固な進水壁としたバットレスダムが建設されるようになった。

このタイプは**連続型バットレスダム**と呼ばれ、ネツツリが1926年に提案した「**丸頭扶壁**」が基になっている。ネツツリはさらに扶壁の**枚数**構造を提案したが、枚数はセル構造の内部中空になることからマルチェロらによって横継目部だけ開放された**半密閉型中空重力式**に発展した。

連続型は1枚壁扶壁となるが、その外観の特徴は、「上流面:ほぼ鉛直かつ凸状のブロック柱の連続による進水壁形成、下流面:緩い扶壁傾斜と水平支材などの太い扶壁」等である。進水壁が立っているだけで施工も良い。

連続型に使われる丸頭扶壁は、全長圧縮制となるためひび割れが入りこく強固な進水壁を形成できることから、堤高(水圧)の高い場合や長い谷にダムを構築する大規模ダムの場合にも多く採用されている。ただし、**日本に実施例が無い**ため、国内では今一つ知られていない。

イタリアのフダイアダム(1955年完成)では曲線進水壁を多数連ねた堤頂長の長い屈曲したバットレスダムが採用され、フランスのロズランダム(1962年完成)では堤高の高い谷部に大型アーチダム・丘陵地の長い左右岸には連続型バットレスの複合式ダムが採用された。両ダムとも世界有数の美しいダムとして知られている。

4. 中空重力式コンクリートダム

中空重力式は、揚圧力とコンクリート量を減らすために、扶壁で区切ったバットレスダムの下流側をコンクリートで蓋することで堤体内部を中空にしたダム型式である。バットレス式と構造的に近いため、ICOLDのダム型式区分では中空重力式もバットレス式に区分される。

外見の違いは下流面を全て覆った密閉型とブロック境界の横継目部を開放した半密閉型の2種類がある。内部構造の違いはブロック単体で上流を支える扶壁に**1枚壁**と**2枚壁**(**1型**)と**2枚壁**(**2型**)がある。1枚壁中空重力式の最初は1942年完成のイタリアの**ローマダム**であり、上流面傾斜形状の最初は1940年完成の**バウムプルスダム**である。中空重力式の最新は1997年完成の**イタリアのカトニエラダム**であり、世界最大は、ブラジルとパラグアイの国境にある**イタイプダム**(1984年完成)である。中空重力式ダムは、施工がかなり複雑となるため、経済的には衰えてきた。現在は建設されていない。日本では、1957年完成の井川ダム(堤高104m)以降、国内で13ダムが建設され、密閉型が12ダムと大半を占める。1972年完成の内之倉ダムの後は建設されていない。

- 中空重力式ダムの1970年代以降の失速の理由として下記①が挙げられるが、②③④の影響も大きい。
- ① コンクリート単価が下がったため、中空重力式の利点が少なくなった。
 - ② **コンクリートダム合理化施工法の技術開発**に向かう中で、施工の複雑な**中空重力式は回避された**。
 - ③ **中空重力技術の推進者であったマルチェロの1969年の死の影響も大きい**。
 - ④ 国内では、1970年代前半に作成された河川管理施設機指令において**中空重力式は規定されなかった**。

b. イタリア等海外の中空重力式コンクリートダム

半密閉型中空重力式コンクリートダムは、イタリアの著名ダム設計家であるマルチェロを中心に開発され、イタリアでは1942～1972年の30年間に22ダムが完成した。通常の重力式ダムと違い、内部に大きな空間(中空部)を開けることで、**コンクリートの使用量を大幅に削減している**。コンクリートが貴重だった第二次世界大戦後のイタリアにおいて、コストと資材を抑える画期的な先端技術であった。

マルチェロが考案した普通の重力式ダムと比べての半密閉型ダムの主な利点は次の通りである。

1. 揚圧力および間隙水圧を減じ、またある場合にはほとんど無くしてしまうこと。それによって、構造物の応力状態についての不明確さをなくし、また、コンクリートのひび割れを防止することができる。
2. コンクリートのひび割れ防止に、**大断面の型型に匹敵するだけの効果**をあげることはできない。さらに基礎岩盤が完全に水平なかつりとした地層からなる場合でも、岩盤には必ず節理や目が存在するから、必要に応じて扶壁の基礎に基礎排水孔を掘れば、容易に排水効果をあげることができる。
3. セメントの水和熱の放散を容易にすること。
4. コンクリート量を大幅に節約できること。その上、私の考案した型式の中空重力式ならば、多少とも工事費を減じ、工期を短縮することができる。実際には、普通の重力式ダム、バットレスダムおよび中空重力式の単価は、ダムの型式によって相当異なることは考慮すべきである。

Claudio Marcello and his dam | 73 | History of Construction Cultures V

出典:「ダム第1号1993～1998年のイタリアのダム」

5. マルチプルアーチ式コンクリートダム

1736年にスペイン人技師のペドロ(Pedro B. Villareal de Berris, 1670-1740年)によって世界初のダム設計書が書かれ、この中でマルチプルアーチについて「アーチの下流面は鉛直にする」とし、扶壁の厚みはかなり安全側に設定された。ペドロは実際に堤高5m以下の数ダムの設計と施工を行った。

最初の本格的なマルチプルアーチダムは、インド・ハイデラバード市水道用の水源池であるミール・アラムダム(Meer Alam, 堤高12m, 21連)であり、1804年から1808年に建設された。

その後100年ほど経って、鉄筋コンクリート製で上流面を傾斜させたヒュームレークダム(Hume Lake, 米国カリフォルニア州、堤高15m)が1908年に完成した。ダムの設計と建設監理は、ジョン・S・イーストウッド(John Eastwood, 1857-1924)が担当した。彼の設計は、同等の重力式ダムに比べてコンクリート使用量が少なく、建設費も低く抑えられ、2023年までの15年間でイーストウッドの設計に基づいたマルチプルアーチダムが米国内で合計12基建設された。ただし、1923年12月にイタリアのグレンダム(Gleno, 堤高23m)が洪水後に基礎部の流失で決壊し、堤体の欠陥はないものの当型式の信頼性を揺るがすものとなった。

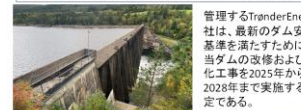
さらに1928年には、新型式として卵形二重曲線ドーム構造を持つクーリッジダム(Cowridge, 米国アリゾナ州、堤高76m)が完成した。当ダムは中央径間は54.9mの3連アーチであるが、この後のドーム型アーチダムの開発に大きな影響を与えた。世界で最大マルチプルアーチダムは堤高214mのカナダのダニエル・ジョンソンダム(1968年竣工)であるが、ドームアーチが中央大径間アーチ等に採用されている。

日本最初のマルチプルアーチダムは1930年に竣工した雪輪池ダム(堤高30.4m)である。堤高は低いものの島根県の旧神戸堰(1928年完成、堤高2m、直径9m×8連、堤頂長95m)もマルチプルアーチであった。

ノルウェー型最新ダム、寒冷対策を別途行い、下流面に鉛直保護壁を設けていない。

ストールフォスダム (Storfosdammen, ノルウェー、1982年完成)

目的: 発電用雪氷融解、堤高25m、貯水容量1.7百万m³



フランス最新のバットレスダム、ノルウェー型の亜種

シェイラール・ダム Barrage du Cheylard, フランス、1983年完成

目的 CWP、堤高: 25m、堤頂長: 163m、堤体積2.5万m³、貯水容量: 330万m³



ロズランダム (Roselend, フランス・アルプス)

中央大径間アーチ+連続型バットレスダム

ロズランダムはコインのキャリアの集大成とも言える。

施工1955～62年、試験湛水1960、堤高150m、堤頂長806m、堤体積約94万5,000m³、貯水容量: 約1億8,700万m³



ハイブリッド構造(中空重力式+アーチ式): 谷の地形が左右非対称で複雑だったため、中央部の深い谷をアーチ構造にし、左右のなだらかな斜面部分を多数のバットレスで支えるという、美しい複合形状が採用された。

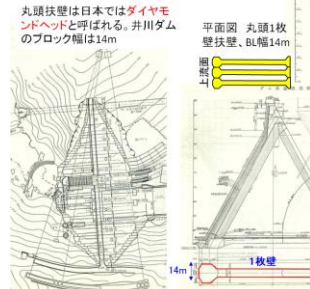
20160712撮影

国内初の中空重力式コンクリートダム・密閉型

井川ダム

静岡県、完成1957年、堤高104m、堤頂長243m

丸頭扶壁は日本では**ダイヤモンドヘッド**と呼ばれる。井川ダムのブロック幅は14m



マルチェロ設計の半密閉型中空重力式の最重要ダム

アンチパダム Diga di Ancipa

イタリア・シチリア島、1953年完成、堤高112m、堤頂長253m

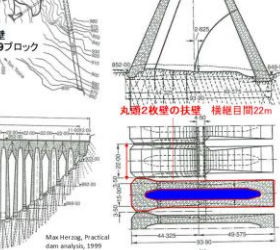
アンチパダムの成功によって半密閉型中空重力式ダムへの高い国際評価とマルチェロの名前は確立した。



各ブロックは上下流面勾配4割の二等辺三角形断面。

丸頭2枚壁の扶壁、横継目間22m

Max Herzog, Practical dam analysis, 1999



ポルトガルの誇るドーム型マルチプルアーチダム(マルチドーム)

アグエイラダム Barragem da Aguieira

目的 FWAP、建設1973-79年竣工、運用1981年、堤高89m(天端EL.125m)、堤頂長400m、堤体積365千m³、3連アーチ、中央径間170m、ダニエル・ジョンソンダムより大きい二重曲線アーチ、2 crest 洪水注ぎ(最大放流量2,080 m³/s) + 1 低部放流量(最大放流量180 m³/s)、総貯水量4億2300万m³、最大出力338MW



Aguieira Dam - Wikipedia

2025.4

発電用の取水口

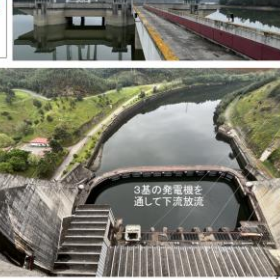


図 6 筆者による世界のレアタイプダム、人気の秘密の講演から その2

【休憩タイム及び動画放映】

司会の磯部さんから、休憩を 19:28 まで 10 分ほど取ることを告げ、尾山さん作成の美しいデモ動画を放映した。視聴者からダム名の質問が有ったりして結構盛り上がった。



図 7 動画における笹流ダム・補強後のバットレス部

7. 夜話 3 「中空重力式ダム、よも山語り」 中部電力・佐藤正俊 講師

佐藤講師から、中空重力式ダムである井川ダム、畑薙第 1、第 2 ダム、高根第 2 ダムについて、建設時の設計に関する貴重な資料や最新の安全性検証等について語られた。今回提示された資料は中空重力の謎を知るのに大変判りやすく、井川の扶壁一枚壁と畑薙以降の 2 枚壁、マルチェロ来日談も面白かった。

中部電力の中空重力式ダム（写真）

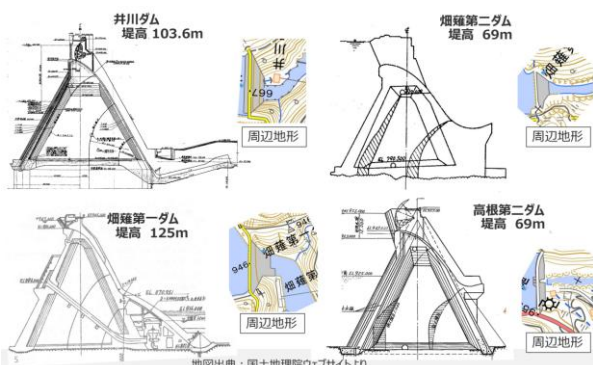
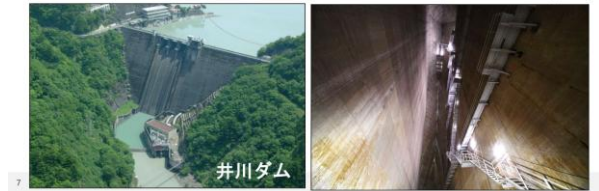


図 8 佐藤講師による中空重力式ダムの講演から その 1

井川ダム：日本初HG誕生のドラマ（1957年竣工）



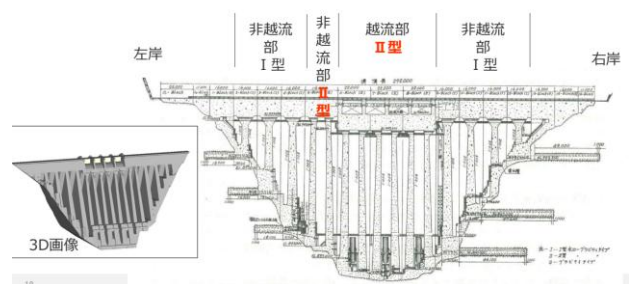
- **我が国初の中空重力式コンクリートダム（昭和32年竣工、堤高103.6m）**
- **世界的権威マルチェロ技師の招聘**
HG本場イタリアへ技術者を派遣し、さらにマルチェロ技師を現地井川へ招聘
- **日本独自の耐震・泥圧の考え方を反映**
イタリア標準勾配『1:0.45』に対し、日本の地震力と泥圧に耐えるため『1:0.55』へ変更
- **光弾性実験による最適形状選定**
エポキシ樹脂模型実験で角部に引張応力が発生するII型を避け、安全な『I型ブロック』を採用
- **ダムコンクリートの耐圧試験機には、日本初の最大容量500ton（5,000kN）を設置（現存）**



畑薙第一ダム：ダム軸断面



- **非越流部**: 幅16mのI型, 急傾斜のため、基礎に極端な高低差が付きやすいため
- **越流部**: 幅22mのII型, 空洞部に水圧鉄管と排水路を設置するため、ダム高、圧力が井川と異なり、光弾性実験で引張応力が発生せず



高根第二ダム：ホロー内部動画



- 岩盤むき出しのフロア
- 「ダム内ウスキー貯蔵プロジェクト」で活用



図 9 佐藤講師による中空重力式ダムの講演から その 2

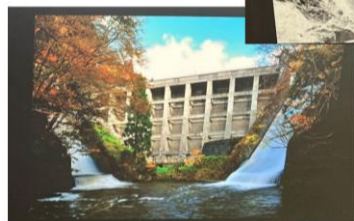
8. 夜話 4 「バットレス式ダム、よも山語り」 中国電力・渡辺健一 講師

渡辺講師から中国電力管内のアンバーセン型バットレスダムである恩原ダムと三滝ダムについて、現状、維持補修等について語られた。現場の苦労話から、バットレスダムの維持管理の大変さが良く分かった。プラムライン設置や漏水量計測方法などの質問がいくつかあったが、可能な限りの計測が実施されており、十分な維持管理体制下、適切に管理されている。普段は堤体真下に近寄ることができないため、何とかダム直下流に近づき遮水壁背面の不思議な構造を覗いてみたいという意見が多くあった。

恩原ダム



三滝ダム



物部長穂
博士直筆
の古い設
計資料



常時微動
計測によ
る健全性
調査



固有周期 (sec)	15.0	20.0	24.2	28.0
ダム軸方向	上下流方向	上下流方向	上下流方向	上下流方向
平面モード	逆対称1次	逆対称1次	逆対称2次	逆対称2次
断面モード	1次モード	2次モード		



夜雀女史からは是非との訪問希望があった奥津発電所懸崖水槽も中国電力が管理する。

1933年完成

図 10 渡辺講師によるバットレス式ダムの講演から

9. 夜話5「レアダムトークショー」

トークショーは視聴者各位のChatの問いに出演者が応じる形で、20:50まで30分ほど和気藹々を実施された。主な質問と回答は下記のものであった。

- ① 中空重力式の底はコンクリートで床版を敷く必要

はないのでは？ →床版は重機移動のためかとしたが、後日工事誌から、堤体滑動への対応、岩盤の風化防止、グラウト効果の向上、水圧鉄管布設等のために床版で被覆したことを確認した。

- ② マルチェロは井川ダムを見て怒ったのでは？ →当時の状況は判らないが、中部電力は次の畑薙第1、第2ダムでは扶壁に2枚壁を採用した。
- ③ 畑薙第一ダムの天端は幻の中央道のために9.7mに上げたとのことだが、耐久上の工夫やその片鱗を垣間見えるものは？ →特に無いが、保安上から歩道を設置した。天端高欄内設置の外灯が多い。
- ④ 畑薙第一ダムの天端右岸の円形の謎のモニュメントの意味は？ →工事誌には越流部に見られる曲面のような女性的な優美さを頂部関係の付帯構造物の設計概念として取り入れた旨の記載がある。
- ⑤ 中休みの動画のフィルダムの名前は？ →香川用水調整池（宝山湖）らしい。
- ⑥ バットレスは山奥が多いが身近に行きやすいダムは？ →函館の笹流ダムと思われる。
- ⑦ 行ってみたいダムは？ →仏のロズランとか。南米のイタイプは絶対行きたい。マルチェロの設計法を知るならば諸塚ダム。北海道では金山と笹流ダム。横山ダムは事前申し込みで中空内を見れる（森と湖に親しむ旬間はずっと容易）。
- ⑧ レアタイプダムの現在に語るものは？ →アンバーセン型のような薄い構造でも新素材があれば復活するかも。施工の面倒な中空重力もAI時代において施工可能となるかもしれない。
- ⑨ 井川ダムで上下流面の勾配を1:0.55と等しくしているのは何故？ →上流面勾配は水重を載せるために緩いほど有利だが、無鉄筋の丸頭の施工は勾配が緩いほど難しくなる。下流面勾配は扶壁の長さ太さで決まるので自由度があるが、上流面勾配と揃えるのはマルチェロの設計思想である。

10. おわりに

本シリーズは技術教材としても好評を頂いていることから、今回も編集後の動画を公開して、教材化を進める計画である。一方、Web視聴の事前申込数は114件とこのところ低調である等、放映上の課題はある。特に、夕方6時からの時間帯は現役が参加しづらいとの声が多いため、15時～18時の勤務時間帯に移して技術情報的に視聴頂く案も考えられる。

最後に、視聴者のご参加、出演者と実施スタッフのご協力に対して心からお礼申し上げます。