

土木 むかし

その (1) ダムの話

前田建設工業(株) 土木本部土木技術部ダムグループ 副部長
堀内敬太郎

ダムとは？

ダムとは“渓谷、河川、凹地などを横断して築造される構造物、およびその付帯構造物の総称”をいいます。そしてダムはその目的により以下に分けられます。

貯水ダム＝利水あるいは治水のために水を貯留する施設

取水ダム＝用水の取り入れに必要な水位を確保する施設

砂防ダム＝流送砂礫を貯留または調節する施設

また、世界大ダム会議が決められている定義（日本も採用）では、基礎から天端（クレスト）までの鉛直

距離（堤高）が15m以上のダムを「大ダム（large dam）」と称しています。日本ではこの定義にあったものを「ダム」として管理しています。

ダムの用途

ダムの型式には次頁の図表1のものがあります。

ダムは主に洪水調整、農業、工業、生活用水の確保、水力発電、下流の河川の流量維持等のために造られます。

ダムによる洪水調節は、貯水池を空けておいてそこに洪水を貯めこみ、下流へは一定のルールにもとづいて放流するという形で行われます。放流量を決めるルールは種々ありますが、代表的なものは次の3つです。

●一定量放流方式

最も簡単な調整方式でピークカット方式ともいわれ、ある一定量以上の流入に対し、その一定量以上の放流を行わない、というものです。

●一定率一定量方式

ある流量から計画対象の最大流量までは流入量に一定の率をかけた量を放流し、最大流入量に達した後はそのときの放流量で一定量放流しようというもので、最も一般的に採用される方式です。

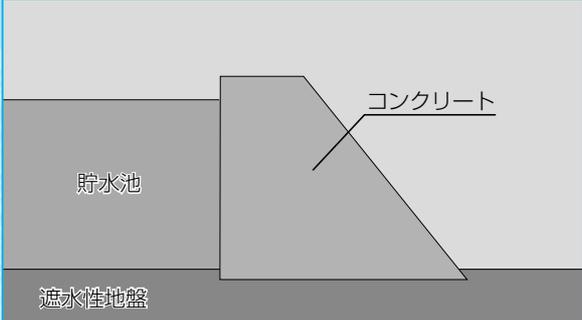
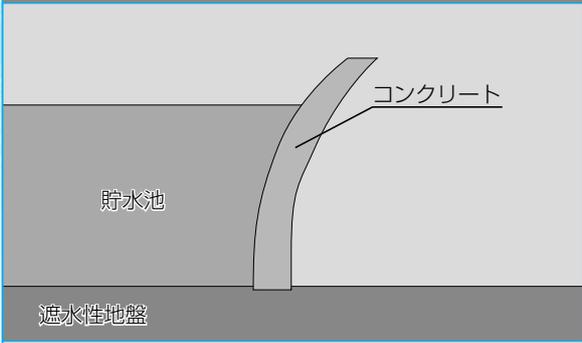
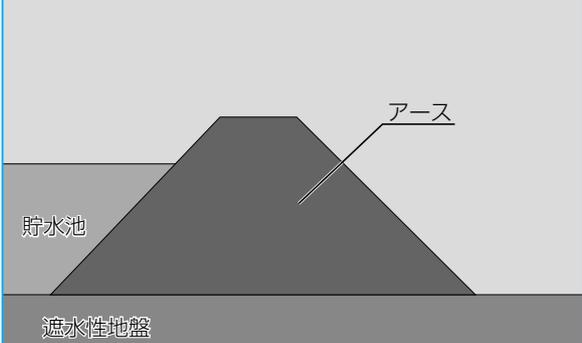
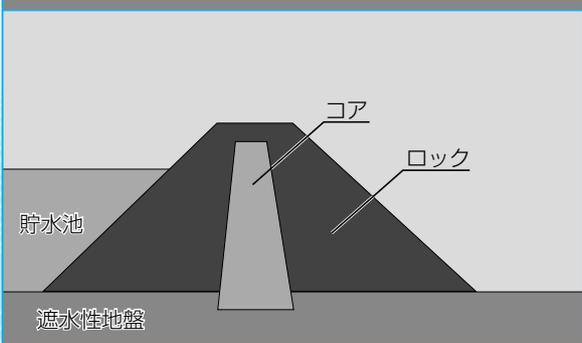
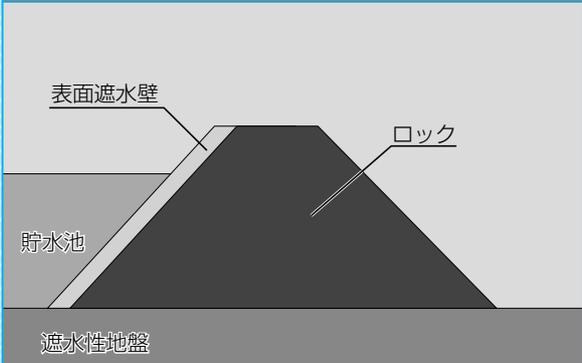
●自然調節方式

操作が最も簡単な（あるいは操作がまったく必要ない）ものであり、穴あき方式ともいわれ、流入した洪水はダムに設けられた常用洪水吐きと呼ばれる放流管または切り欠きから流出させ、放流量は穴の大きさと貯水位によって自然に定まります。

ダムによる用水の確保は、日本の河川の特徴として流域の河川延長が短く急流となっており、山間部に降った雨は数日で海へと流れ出てしまい、実際に使用できる水は数%もありません。したがって、ダムを建設して効率よく取水しているのです。

水力発電は、ダム湖に貯めた水を放流するときの落差による運動エネルギーによって発電機のタービンを回して発電します。水力発電では昼間に発電で使った水を下流のダムに貯めておき、夜間、電力使

図表1 ダムの型式

	<p>重力式コンクリートダム</p> <p>コンクリートで造られた最も一般的なダムで、水圧をダムそのものの重量で支える型式のダムです。地盤にある程度の強度（ダムの重量を支えるのに十分な強度）があれば建設でき、構造が簡単で地震等にも強く巨大なものが建設できます。最近造られるダムのほとんどがこの形式です。</p>
	<p>アーチ式コンクリートダム</p> <p>コンクリートで造られたアーチ型のダムで、アーチの持つ力学的特性によって、水圧の大部分を兩岸の岩盤に伝えることによって支えます。重力式コンクリートダムと比べ堤体を薄くすることができ、経済的ですが、兩岸の岩盤に水圧を支えるだけの強度が必要とされます。</p>
	<p>アースダム</p> <p>アースフィルダムともいい、50%以上の土を原料とするダムで、土堰堤ともいいます。構造、施工ともに簡単ですが、大規模なダムの建設には適しません。</p> <p>アースダムにも、すべてを均一な土質によって造る「均一型アースダム」と、異なるいくつかの土質で構成する「ゾーン型アースダム」等の種類があります。</p>
	<p>ゾーン型ロックフィルダム</p> <p>ロックフィルダムとは50%以上の岩石を原料とするダムのことです。地盤があまり強くなくても建設でき、堤体中心部（コア）に粘土質の土を使用して遮水を受け持つための壁を造り、その上下流に岩石を並べる構造で堤体を強固なものにしています。ただ堤体上に洪水吐きを造れないなど構造上の欠点もあります。</p>
	<p>表面遮水型ロックフィルダム</p> <p>岩石を原料とするのはゾーン型ロックフィルダムと同じですが、コンクリートやアスファルトで遮水壁を堤体上流面に設置している型式です。</p> <p>遮水部分が表面にあるのでメンテナンスや施工が簡単という利点があります。</p>

用量の少ないときに火力・原子力発電所の電気を使って上流のダムに戻し、また昼に発電する、といった揚水発電を行うところもあります。

欧米におけるダムの歴史

ダムは古代アッシリアやエジプトなどで、水を維持するために造られたのが始まりとされています。

以下には『ダム辞典 [用語・解説]』（財団法人ダム協会）を引用します。

古代都市社会が発展するためには、安定的な食料生産が前提であり、灌漑用の水源としてダム建設が必要でした。

ダムと呼べるものとしては、カイロの南方で、エジプト・クフ王朝時代の紀元前2750年頃と推定されるサド・エル・カファラダムの遺跡があります。これを世界最古のダムとするのが現在の定説だといわれています。このダムは、ピラミッド建設用石切場の労働者の飲料水を確保するために造られ、堤高11m、堤頂長106m、底幅84mと大規模なものであったようです。

古代アラビアでは、シーバの女王で有名なサバ王国で、紀元前750年頃、首都マリブへの給水のためマリブダムが建設されました。このダムは、世界で初めて洪水吐きを備えたダムで、ダム技術史上画期的なものでした。マリブダムは2度の嵩上げが行われたようですが、その際、洪水吐きも石積構造で嵩上げされています。

中国では、紀元前240年頃、山西省のグコー川に堤高30mの当時としては世界最高のダムが建設されました。このダムは、14世紀末にスペインのアルマンサダムが完成するまで、1,600年余りにわたって世界一高いダムであり続けました。

ローマ人は古代の最も偉大な技術者だといわれています。ローマ人が、紀元前193年にスペインのトレドを征服したとき、この町への給水のために、堤高30mのアルカンタリアダムを建設しました。ローマ帝国の遺跡で知られるメリダの近くでは、同130年頃に堤高19mのプロセピナダムが、またその後

に堤高28mのコルナルボダムが建設され、これらは現在もなお使用されています。ローマ人はまた、北アフリカのチュニスの南西で、2世紀頃にカセリンダムを建設しました。このダムは土砂と粗石でできたコアを持ち、表面は水硬性モルタル・漆喰で継ぎ目をかためた切石はめ込み積みでした。

現存最古のアーチダムは、テヘランの南西で1300年頃に建設された堤高26mのケパールダムだといわれています。下流面が半径38mの円筒形をしているアーチダムで、蒙古人によって造られたようです。その100年ほど後に、スペイン人が建設したアルマンサダムは、下流面曲率半径25mのアーチダムでした。スペイン人はまた、1594年に堤高が41mに及ぶ、当時世界一の堤高のチリダムを完成させました。この堤高は300年にわたり破られませんでした。これもまた上流面曲率半径107mのアーチ状のダムでした。その後、エルシュダム（堤高23m、1632年着手）、レルダム（堤高28m）がスペイン人によって建設されましたが、これらはより薄肉断面のアーチダムでした。

1747年に北スペインで建設されたアルブエラ・デ・フェリアダム（堤高23m）は、製粉用水車を回すための設備を備えており、世界初の動力用貯水ダムです。また、近代的バットレス技術が採用された最初の大ダムでもありました。

日本におけるダムの歴史

日本は農耕民族の国であり、稲作技術の導入とともに水田耕作が開始され、稲作に適した河川等の低湿地に定住するようになりました。そして、水田耕作の拡大にともない大規模な稲作に必要な水を確保するために、ため池などで水をためる工夫をしました。

日本最古のため池

現在、日本で最も古いため池とされているのは『古事記』や『日本書紀』にも記述が見られ、大阪府の史跡・名勝にも指定されている狭山池であり、わが

国最古の灌漑用のため池（ダム）ともいわれています。古くは行基や重源（1121～1206）により改修が行われ、少なくとも10回程度の嵩上げが行われたことがわかっています。

狭山池では、平成13（2001）年にダム化への改修工事が終わりましたが、この工事にさきだち、文化財の調査が進められました。この調査により発掘された東樋（ひがしひ）の木製樋管（コウヤマキ）について、年輪年代測定法により伐採年代を測定したところ、616年ということが判明しました。これによって、狭山池の築造は7世紀前半とする説が、現在有力であるようです。狭山池のダム化改修は、大和川水系西除川、東除川の治水対策の一環として、狭山池の池底を平均約3m掘り下げ、堤体を約1.1m嵩上げし建設したもので、この度の改修で既設農業用水容量180万m³に治水容量100万m³が加えられました（図表2）。

満濃池（香川県）も古いため池として有名です。満濃池は、大宝年間（701～703）に讃岐の国守道守朝臣が金倉川沿いの谷地の湧き水をせき止めて造ったといわれており、すでにそれ以前から池が造られていたようですが、このときは貯水量を増やすため嵩上げが行われたようです。満濃池は貯水量が1,540万m³、満水面積138.5haの日本一の大型ため池です。

日本最古のコンクリートダム

以降も日本各地で多数のため池が造られましたが、近代技術を使った本格的なダムと呼べるものは、明治になって、水道用や発電用にコンクリートダムが造られるようになってからのことです。

日本最古のコンクリートダムは、五本松ダム（兵庫県）です（次頁左上写真）。五本松ダムは水道専用の重力式コンクリートダムで、明治33（1900）年に完成しました。英国人ウィリアム・バルトンの指導のもと技師の佐野藤次郎が設計しました。

五本松ダムは阪神・淡路大震災にも耐え、現在も神戸市の水源として使用されています。平成10（1998）年には、すぐれ



日本最古のため池 狭山池（工事前）



改修工事完成後の狭山池（写真提供：上下とも大阪府土木部河川室ダム砂防課）

た土木遺産として、文化庁から登録有形文化財の指定を受けました。

その後のダム

昭和5（1930）年に完成した小牧ダム（富山県）は、当時東洋一のダムといわれた堤高79.2m、堤頂長300.8m、堤体積28万9,000m³の重力式コンクリー

図表2 狭山池ダムの諸元

位置	大阪府大阪狭山市岩室外	堤頂長	997m
型式	均一型アースフィルダム	湛水面積	0.36km ²
堤高	18.5m	総貯水容量	280万m ³



日本最古のコンクリートダムである五本松ダム（布引ダム）の建設当時の写真（出典：土木学会附属土木図書館「土木貴重写真コレクション」）

トダムで、今日のような機械化施工技術で建設された最初の重力式コンクリートダムともいわれます。

このように、まず、重力式コンクリートダムが造られましたが、ついで、アーチ構造を利用して堤体積を大幅に少なくすることができるアーチダムが建設されるようになりました。

日本で初めて造られた本格的アーチダムは、三成ダム（島根県）です。三成ダムは、昭和29（1954）年3月竣工の発電用ダムです。堤高が36m、堤頂長109.7m、堤体積2万2,000m³と小規模ですが、アーチダムの先駆けとなりました。

その後、造られた大規模なアーチダムとしては、上椎葉ダム（宮崎県）があります。難工事を克服して昭和31（1956）年に竣工した堤高110m、堤頂長341m、堤体積39万 m³の大規模ダムです。

その後、日本経済の高度成長によって、労働賃金が増加したため、経済性の観点から、投入労働力が少なく、機械化の度合いの高い施工方法が求められ

るようになり、ロックフィルダムが建設されるようになりました。

初期のころの代表的なロックフィルダムとしては、御母衣ダム（岐阜県）があります。堤高131m、堤頂長405m、堤体積795万 m³の大規模ロックフィルダムで、機械化施工を駆使して建設されました。

世界と日本の比較——ダムの堤高

堤高が世界一高い既設のダムは、タジキスタンのNurek ダムで、堤高300mです（図表3）。まだ完成していませんが、同じくタジキスタンの Rogun ダムは、堤高が335m もあります。

一方、日本では、黒部ダムが堤高日本で186m、ロックフィルダムとして高瀬ダムがその後続きます（下の写真、次頁図表4）。世界の大ダムと、日本のダムでは大きな規模の違いがあります。



代表的なロックフィルダム 高瀬ダム

図表3 世界のダム

順位	堤高 (m)	ダム名	国	型式
1	335	Rogun (未完成)	タジキスタン	アース/ロックフィル
2	300	Nurek	タジキスタン	アース
3	285	Grande Dixence	スイス	重力式コンクリート
4	272	Inguri	グルジア	アーチ

図表4 日本のダム

順位	堤高 (m)	ダム名	県	型式
1	186	黒部	富山県	アーチ
2	176	高瀬	長野県	ロックフィル
3	161	徳山 (未完成)	岐阜県	ロックフィル
4	158	奈良保	群馬県	ロックフィル

図表5 日本のダム建設の移り変わり

	社会的背景	ダムの目的	ダム建設の状況
1870年以前	稲作を中心とした農業主体の経済	灌漑用水を貯めるための“ため池”	灌漑専用のアースダム
1870年～	近代工業の発展	灌漑用水中心から水道や工業用水へまた、流れ込み式を主体とした発電	水道、工業用水および発電を主体としたダム
1945年～	戦後の経済復興期	荒廃した国土の復興 産業復興のためのエネルギー開発としての大規模な水力発電（水主火従）	国土保全のための治水を主体としたダム 大規模な発電専用ダム
1960年～	高度成長期	人口の急増する都市の治水対策を中心とした洪水防御 都市への人口集中にともなう都市用水需要の激増 発電は火主水従に変化し、発電専用ダムへの需要が後退。ただし、ピーク対策としての揚水式発電は需要が増加	治水を主体とした河川総合開発事業による多目的ダム 揚水式発電のためのダム
1975年～	安定成長期	国土の高度利用を目指した治水安全度の向上 依然として続く水需要の増加と渇水対策 従属発電を中心とした中小水力発電によるエネルギーの有効利用	治水を主体とした河川総合開発事業による多目的ダム

出典 『日本の水とダム』（財日本ダム協会、1986年7月）

近代における日本のダム建設の変遷

近代におけるダム建設の変遷は、社会的・経済的進展とともに、ダムの目的も変わり、その目的にあったダムの様式が開発され、発展してきた歴史でもあります。

1870年以前は、農業主体の経済から灌漑専用のアースダムが造られ、1870～1945年代は近代工業の進展から水道・工業用水および発電を主体としたダムが、1945～1960年代は戦後の経済復興による国土

保全のための治水および発電専用ダムが、1960～1975年代は高度経済成長期による河川総合開発を目的とした多目的ダムおよび揚水式発電ダムが、1975年代以降は安定成長期となり、河川総合開発による多目的ダムがそれぞれ建設されてきました（図表5）。

【参考文献】

- 『ダム年鑑 2005年版』（財日本ダム協会、2005年3月）
- 中村泰治編『絵で見る ダムのできるまでⅠ（計画・調査・用地編）』（山海堂、1998年5月）
- 『ダム辞典 [用語・解説]』（財日本ダム協会）
- 『日本の水とダム』（財日本ダム協会、1986年7月）