



波 紋

今 市 憲 作*

昭和42年7月2日の昼近い頃、近畿では鮎の名川として知られた由良川の中流域の中州で二人の釣人が清流に竿を出していた。体を染めるような緑に囲まれ、足許を洗う清流に漁る楽しみはまことに素晴らしいものであったが、突然、全く突然に川の水が増え、あっという間に水面は首迄達し、二人はそのまま押し流され、そのうち一人は行方不明になってしまった。この突然の出水はその川の上流の和知町市場に新設された関西電力和知発電所の第三水門が操作直後あるいは操作中に突然破壊し、せき止められていた多量の水が一時に放出されたためであった。この行方不明の釣人は全くお気の毒であったが、発電所側がサイレンを鳴らし、下流域にも警報を出すなどの処置をとった事や、折しも盛夏の渇水期であり、川の水位が非常に低かったためにそれ以上の大事は生じなかった。この事故についての二日後の朝の新聞の天声人語を引用すると「完成したばかりのダムで水門の一部が水圧のために吹っ飛び濁水は文字通りセキを切って下流を襲い死者一人を出した。おりから全国安全運動のさなかだ。椿事を起した京都府下の関西電力知和発電所のダムは先月26日に建設、通産両省の検査に合格したばかりである。今月末から発電を開始する予定でダムを満水にしたところ、たちまち第三水門の35トンもある鋼鉄製のとびらが吹っとんだ。約3時間のあいだに400万トンの水が下流に流れ出たという。由良川が渇水状態でなければ大きな被害を出したかもしれぬ。4年前にイタリアのパイオント・ダムの近くで2,000人の生命が一瞬に奪われたことがある……」と述べ、さらに「戦後の日本のダム建設はめざましい。重力ダム、ロックフィルダム、ホローダム、アーチ式ダム

など各方式のダムが山あい水をたたえて、アメリカにつぐダム王国だ。ダム建設技術では堂々たる先進国だ。“上手の手から水がもる”たとえもある。水ももらさぬ用心とゆきたい。」と結んでいる。正に、この通りである。これだけの大事故である。事故の翌日から関西電力、建設省、メーカによる本格的な事故調査が始まり、「和知ゲート事故技術調査委員会（委員長、矢野勝正 京大防災研教授）が設けられ、詳細な調査とともに、残されている第一ゲートを使用して大がかりな実験が8月の17日から4日間にわたって行なわれた。この結果、「主原因はゲートを支えるアーム（腕木）の構造が弱く坐屈を起したためと考えられる」という中間発表が委員長からなされた。私自身も事故後余り日がたっていない時期に現場を偶々通りかかり、すさまじい水の力を目の当りにするとともに川床に無残な姿をさらすゲートの残骸を見ることができた。その際の印象からいえば明らかに破壊の直接原因は委員長の指摘通りアームの座屈のように思われた。そして年明けての4月25日、調査委員会から近畿地建局長と大阪通産局へ最終報告がなされた。事故はゲートのアーム部分の強度が不十分であることが主要原因であり、水圧によるアームの変形が座屈へと進んだことが明らかにされている。当然、この報告に基いて、新たに作られるゲートは改善され、またダムの検査規程も改められ完成後の検査だけでなく、設計の段階でチェックが行われねばならないことになった。以上がこの事故の技術的な面における処理経過である。この調査はエキスパートが何人も集り、それぞれ精力的に仕事をされたことであり、技術面に限定すれば、完全なもので、直接タッチしていない人間が外から兎や角言うべき所は全くない。しかしそのことは別に機械工学、流体工学の分野で

*今市憲作 (Kensaku IMAICHI), 大阪大学, 基礎工学部機械工学科, 教授, 工学博士, 流体工学

研究するものにとって、この事故はいくつかの大きな問題を提起したように思える。もち論、短時日で答の出る問題ではない。これらの問題は上に述べたような現実的な問題処理とは別の次元で解決して行くべき筋のものである。気障に言えば、冷静に純学問的な視角からこの事故の背後に潜む力学的真理に迫ることを目標としたプロセスがあるべきだと考えられる。もち論、このような大上段に構えた表現をすれば、敢えてこれに異を唱える人はいないのが常であり、マスコミも事故の当座は声を大にこれを叫ぶ。しかし、それは長続きしないのがふつうのことである。まして一応、社会的に事故処理が済めばそのような研究を進めて行くことはかなりしんどい事である。そのような風潮はどこにでも

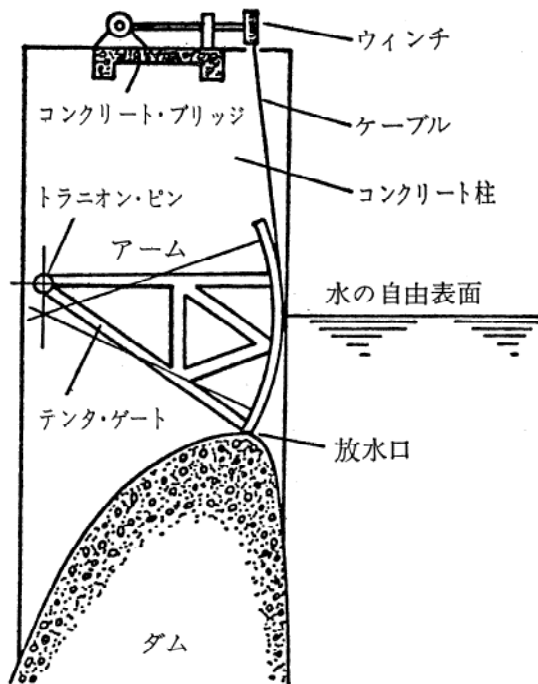


図1 テナタ・ゲート系

あることでめくじらを立てることではない。私は一応公的な技術調査が終了した段階から、学問の場で、私なりにこれを取扱ってみようと考えた。

破壊したゲートはテナタゲートと呼ばれるもので一般に図のような形をしている。事故の起きたゲートでは図の中のアームの部分が脆弱だったのである。これは調査報告のとおりである。しかし弱いアームが作られた事は間違いのないにしても、弱ければ何故つぶれるのかという

事である。弱いアームがつぶれる事は現実には大変な事でも学問的には極めて当り前の事で、弱くなればつぶれる筈がない。どのような力に対して弱いのであろうか。どんな力がその強度を上廻ったのかということこそ明らかにしなければならない。力が働かなければ弱いも強いも無いのである。釣好きの私はその後も何回か由良川筋を訪れた。河原の夏草に埋れたゲートの残骸を見ているうちに、気になりだした事がある。それは、42年7月6日の朝日新聞の記事の中に「……なお後藤京大教授の話によると水門を少しあけた状態だと水流のために異常な力が働き、水門全体が激しい震動を起すことがある。という。決壊した水門も30センチほどあけていたのをしめようとしたとき事故が起ったもので、同教授は個人的な意見として『こんどの事故も、この震動と関係があるかも知れない。震動によって弱い部分がこわれる可能性は十分ある』と述べた」というくだりのあった事である。もし震動が生じたのであれば、私も全く後藤先生と同意見であり、アームが弱ければ震動によりこれがつぶれてしまう可能性はきわめて高い。問題は何故震動が生じるかという事である。一般にこの種の問題においてゲートからほとぼしる水の力がゲートを揺り動かすと考えられているが、それだけではないように思われて来た。そこでこれについて本格的に研究を始め、次第にいろんな事が判って来た。もしゲートが何かの理由で、ごくわずか震動したとする。その結果、ゲートからの放水量は僅かながら変化する。その変化はダムの水面に僅かでも波を起す。その波はゲートの付近にとどまり、その付近の水面を波立たせる定在波的成分と、ダム上流へ向ってさかのぼる連行波成分とに分けられる。これらの波の運動はそれぞれに水中における圧力を時間的に変動させる。従ってゲートに接する水の圧力もまた時間的に変化する。その圧力の変化は広いゲート面全体に及び、ゲートに働く水圧全量の変化は相当の大きさとなる。そしてゲートの形状、その重量、水面の高さなどの要因次第ではこの変動圧力による力はゲートの動きを促す方向に働く。この動きに抗する力はゲートをつり下げているワイヤ

などの構造の弾性であり、この系の剛性もまた変動圧力の励振作用に関係する。以上の事から、テンタゲートという構造は場合によってはダムに水面に生じる波と手を組んで自分自身で震動を起す性質があることが判って来た。この研究には大阪電気通信大学の石井徳章助教授による精力的な解析と、多くの学生諸君による実験が必要であった。これらの事が、ある程度判って来た今日あらためて、過去のダム災害の事故例を調査していくと、テンタゲートの事故は決して珍しいものではなく、とくに北米に

おいては、相当古くから報告されていることも判ってきた。しかし、私達の得た結果は上に述べた由良川の事故や北米の事故における破壊の力学的過程をまだ完全に説明するには至っていない。なすべき事、残された事はまだ多い。昭和42年以来すでに10年、長い道であった。しかしこの道はまだはるか彼方にまで伸びている。ダム水面に生じた波紋が上流へ上流へとさかのぼるように私達もまた、何かを求めてこの道をさかのぼるつもりである。