

釜房ダム越流余水吐水理模型実験（中間報告）

建設省釜房ダム工事事務所	所長	正員	大石克雄
同	調査課長	正員	佐々木昭一郎
同	調査課	正員	荒井治
東北大学工学部	教授	正員	岩崎敏夫
同	○助手	正員	大嶋忠剛

1 はしがき

釜房ダムは名取川水系の右支川碓氷川（宮城県柴田郡川崎町小松倉地内）に計画され、多目的ダムとして昭和41年度から着工された。この前年度より東北大学工学部河川実験室において水理模型実験を実施中であって、いまだ最終結果をうるに至っていないが、ここでは今日までの経緯を報告する。このダムの計画高水流量は $1650 \text{ m}^3/\text{sec}$ でこの内 $800 \text{ m}^3/\text{sec}$ を調節し下流に $850 \text{ m}^3/\text{sec}$ を放流する計画であるが、当初は $850 \text{ m}^3/\text{sec}$ 全量を放水管で負担し、異常洪水時に100年確率洪水 $2000 \text{ m}^3/\text{sec}$ の2割増 $2400 \text{ m}^3/\text{sec}$ を放水管とフレストの全部で放流することとし、越流頂水門2門、放水管1門で計画された。昭和40年度にはこの案による場合の放流能力および減勢池、ことに水叩きおよび副ダム部について $850 \text{ m}^3/\text{sec}$ の洪水の流下の安全性をしらべ、必要な対策を講ずることを目標として実験がおこなわれた。この実験は一応昭和40年度に完了したのであるが、その後の調査により水叩き終端附近に凝灰質泥岩が存在するために水叩きの長さを極力短縮する必要があること、右岸は良質の石英安山岩であるが、左岸は低い石英安山岩の上に厚礫凝灰岩がのっているためにダム軸を右岸より回転させる必要があること、および放水管による放流の確実性を確保することのために、放水管の放流能力を $850 \text{ m}^3/\text{sec}$ の2割増、すなわち $1020 \text{ m}^3/\text{sec}$ とすること等のために、昭和40年度の実験結果を参照して、放水管3門、越流頂水門4門の重合形式をもつ水路中 85 m の余水吐水路とし、これに伴う各種の水理的問題を解決することを目的として、昭和41年度の実験が行なわれているのである。

2. 下流水位の決定

減勢工の機能はダムの放流水脈の水理特性と、下流水位とを境界条件として決定される。前者は、ダムの模型実験において精密な注意が払われて相似条件をみたすようにされるのであるが、後者に関しては実測値がある場合はまったくといってよいほどなく、自然河川での水位を、等流計算か、あるいは狭さく部その他の支配断面より出発した不等流計算かによって推定しその値を模型上に再現することしかおこなわれていない。しかし下流水位が実際に存在する値に正しく推定されていないと、減勢工の機能はジェット放散型を除き、まったく所期の機能を果たさないこととなり、失敗する場合が少なくない。本実験ではこの点に着目し、ダム軸より上流 162 m 、下流 500 m の区間にわたり、固定床によってダム建設以前の河道形状の通りに $1/50$ の縮尺模型を作成し、通水することによって

自然河川の水面形を測定し、これと、不等流による計算結果を比較した。その結果、下流の屈曲部附近に支配断面が存在し、この附けでの計算値は実測値とよくあう結果を与えている。図-1にその例をしめた。しかし図

-2にしめす断面No. 17は、減勢工の末端附近のひらりの部分であって、この附近では流量が大きいと、右岸に水路が曲って行くことのために生じる水流の偏りによって、

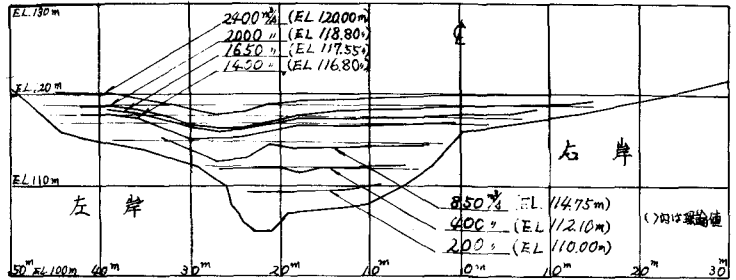


図-1 下流水面形 断面 No. 13

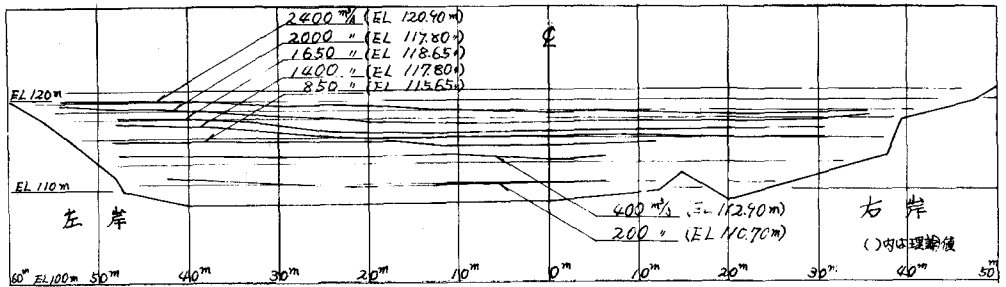


図-2 下流水面形 断面 No. 17

理論値に比して実験値の方が低い水位を与えた。

このように若干の偏りを生じている原因については、不等流計算において一層慎重な配慮が欠けていたことによるものと思われる。

理論計算においても下流水位が低くすぎて跳水がおこらないので、副ダムあるいはシルを設けることが必要であった。

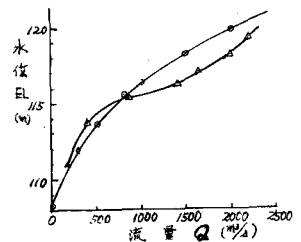


図-3 断面 No. 17における計算水位と実験平均水位との比較

② 第一次試算におけるエプロン上の流況

減勢工の水理については2次元流として水平床あるいは順傾斜、逆傾斜などのエプロンについて跳水対応水深を求めるための式を使用し、前節の結果に示されるように下流水深が不足の場合にはシルなどでせき上げて、対応水位と下流水位とがほぼ一致するように試みるのが通例である。しかしながら、50 %secまでは、放水管1門で放流し、それ以上では放水管と越流頂とより放流することのために、エプロンに流入する水は横断方向には不均等であり、かつまたフルード数のことなる3種の流れが接触するところに、衝撃波を生じ、フロントに生じた飛沫や

水塊が激しく飛散するといった流況を呈する。しかも放水管出口が低く、その上エアロンの長さを短かくしたいという要求があるために、到底横方向に均等な流況がえられない。したがって適当なエアロン長さおよびシル高さの決定は試的に数個の組合せを試みる以外に方法がなかった。図-4は実験に用いたエアロン長さおよびシル高さの種類であって、シルは5種類(シルなしをふくむ)、エアロン長さは原設計の長さを L_1 とし、0.6 L_1 との間を3等分して4種類とし長い方より、 L_1, L_2, L_3, L_4 と名づけた。図-5に長さ L_1 で5種類のシルの場合の各種の流況をしめた。

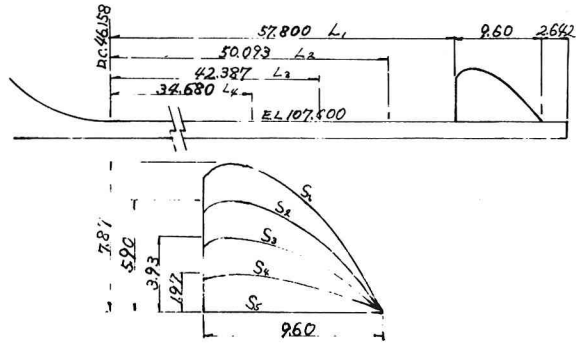


図-4 エアロン長さおよびシル高さの種類 (昭和40年度実験)

α. シル S_1 の場合には、 $Q = 200 \sim 400 \text{ m}^3/\text{sec}$ では潜流、 $Q = 600 \sim 1000 \text{ m}^3/\text{sec}$ では中央オリフィスよりの水脈が強く、潜流の中央よりでは一部跳水が起っている。流れ込み跳水と名づけた。 $Q = 1200 \sim 2000 \text{ m}^3/\text{sec}$ では跳水は水路中一杯にひろがり、理想跳水といえよう。 $Q = 2400 \text{ m}^3/\text{sec}$ では衝撃波が生じて不平衡跳水といえる。

β. シル S_2 の場合には、潜流、流れ込み跳水、理想跳水が S_1 の場合より少ない流量でおこるが $Q = 1200 \text{ m}^3/\text{sec}$ の場合中央オリフィスよりの流れが跳水を下流へおし流し、あとに衝撃波が露出している。跳水はしかし水路中一杯に一樣であって、これを衝撃波平衡跳水と名づけることにした。(写真-1)。 $Q = 1400 \text{ m}^3/\text{sec}$ の場合、衝撃波の中が優勢で衝撃波不平衡跳水ということにする。(写真-2)すなわち跳水のフロントが水路中一様に

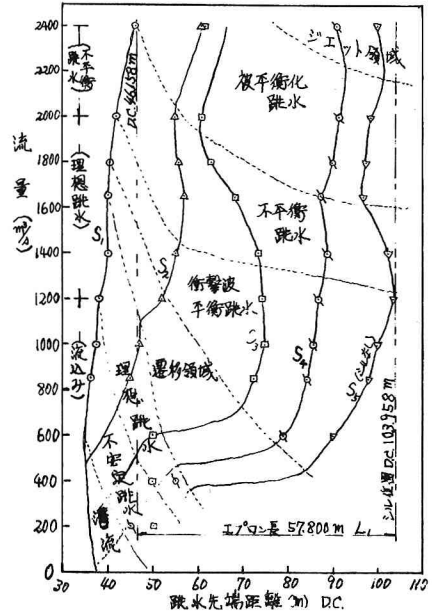


図-5 跳水先端距離実測図

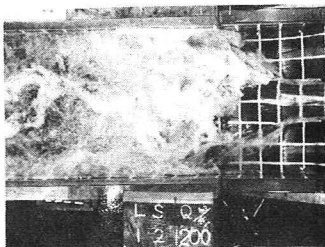


写真-1 衝撃波平衡跳水
 $L_1 S_2 Q = 1200 \text{ m}^3/\text{sec}$

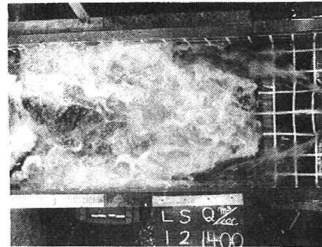


写真-2 衝撃波不平衡跳水
 $L_1 S_2 Q = 1400 \text{ m}^3/\text{sec}$

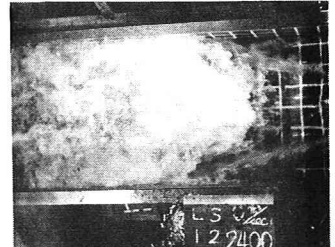


写真-3 被平衡化跳水
 $L_1 S_2 Q = 2400 \text{ m}^3/\text{sec}$

ない。 $Q = 2400 \text{ } \frac{\text{m}^3}{\text{sec}}$ ではふたたび跳水が水路中一杯に起っているので、被平衡化跳水とよぶことにした。

C. シル S_3 , S_4 についても上にのべたような多種類の流況が起っている。ただ跳水のフロントが、 $Q = 2400 \text{ } \frac{\text{m}^3}{\text{sec}}$ の附近で大巾に後退することや、 $Q = 1800 \text{ } \frac{\text{m}^3}{\text{sec}}$ では回復してくるようなことが起っている。

シル S_4 についても同様な流況であるが、フロントは S_3 に比して、 $10\text{m} \sim 30\text{m}$ 位後退している。

図には揚げなかったが、エプロンの短い場合には当然シルをエプロン最下流端に設ける関係上シルの位置も上流へうつされる結果となる。その結果跳水の先端も上流側へ移動し、 S_3 , S_2 , S_4 などの曲線が、 S_1 の方へ近づいてくる。しかし S_1 についてはシルの長さに関係に一定位置をとる。これはバケットカーブ終点が $Q = 46 \text{ m}$ にある為に、跳水も移動し得ないこととなっている為であろう。

4. オ2次試案の設計と問題点

図-6はオ2次試案の背面図であり、先述のように均等な流況を生じるように意図されている。最も特徴のあるのは半管路オーバラップ型の放水管であって、オリフィステーゲートより下流部分は自由水面をもった暗渠になっており、下流ではバケットカーブにすりついて行くが、越流頂よりの流れを横に分散せしめるデフレクターを備えている。コンジットより出た水脈があらゆる貯水位、ゲート開度において上面に接触しないようにすることが問題であり、また空気連行作用に必要な空気量および給気管の太さについても十分考慮を払う必要がある。

さらに先に述べたようにエプロン末端附近が凝灰質泥岩であることの為に、下流の掘さく部(断面 $\phi 7 \sim \phi 12$)に、 $\frac{1}{4}$ を設けて必要な下流水位を確保する工夫が必要であった。

現在、オ2次試案について $\frac{1}{50}$ の縮尺による全体模型および $\frac{1}{50}$ の縮尺による部分模型を設置し、計測および成果の検討に努力を行なっている状態である。

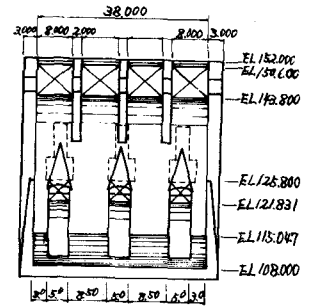


図-6 オ2次試案

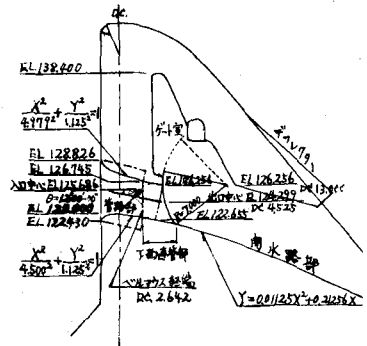


図-7 コンジット断面図