

III-11 ダムの背砂に関する研究

京都大学防災研究所 正員 矢野 勝正

〃 〃 芦田 和男

〃 〃 田中祐一郎

1. はしがき

堰上流部の平衡河床形状については従来よりかなり研究され、多くの事実が明らかにされているが、実際的にはどのような過程を経て平衡河床形状に近づくかということが重要な問題であり、このためには時間の項を入れた河床変動の解析を行なうことが必要である。この際、解析に用いられる基礎方程式と境界条件の定め方が明確になれば、上流からの流量および流砂量を与えることによってこれに対応した変動が解析される。基礎方程式そのものについても、なお多くの研究すべき問題が残されているが、ここでは主として境界条件の定め方について考察を加える。

境界条件を明らかにするための理論的取り扱いには、ダムを越流する流れにダム上流部の局所的な河床形状がどのように影響するかを詳細に検討することをも必要とするが、これは非常に困難であるため実用上の見地から一応、ダムの位置において河床高、水位またはエネルギー水頭が一定であるというような境界条件が用いられる場合が多い。著者もまたこのような実用的見地に立って、上のいずれの取り扱いが許容し得るかを実験的に明らかにしようとするものである。

2. 実験方法とその結果

実験に用いた水路は図-1に示すような、断面 $20 \times 20\text{cm}$ 長さ 20m の両面ガラス張りのもので、水路中央部に高さ 10cm の刃形堰を設け、水路を $1/100$ のこう配に設置し、堰上流面を $1/200$ に均一に敷き均した後、一定の流量および流砂量を与え、河床高ならびに水位の時間的变化を 1m 間隔にてポイントゲージで測定した。なお堰の近傍は側面より十分間隔で写真撮影を行ない詳細に読み取った。

実験の種類を示すと次の表のようである。

実験種別	流量 l/s	給砂量 gr/s	備考
RUN 1	4.88	22.5	用いた砂は 細野産のも ので粒径は $d_{50}=0.4\text{mm}$
RUN 2	〃	13.0	
RUN 3	〃	0.0	
RUN 4	〃	25.0	

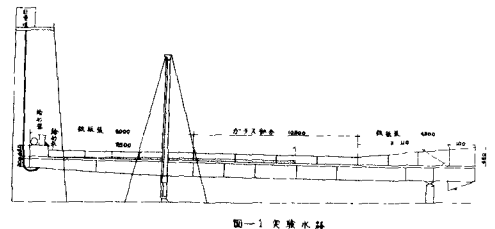


図-2(a)および(b)はRUN 3の $x=0$ ならびに $x=10\text{cm}$ での河床高、水位、エネルギー水頭の時間的变化を示したものである。これらの図から堰の位置での河床高は一定であるという境界条件は妥当でないことが知られる。(a)図から、 $x=0$ において水位がほぼ一定であるように見受けられる。これは堰上流部の河床が低下した場合でも、河床付近はほとんど水は流れず、水流は縮流をなした流管を形成し、流水断面積は河床低下に関係なくほ

ば一定であると考えられるから、上の事実はこの付近のエネルギー水頭が変化しないことを示しているものであろう。しかし、この付近の流管の形が明らかにされない限り、 $\alpha=0$ において水位が一定という境界条件を与えても、実際に計算を行なうことはできない。

一方、(a)図においては $\alpha=0$ においてエネルギー水頭は時間的に変化しているようであるが、これは流水断面全体が一様に等しい流速を有するとして求めたため、上述のような理由を考慮して流速分布に因する補正を行えば、この点でのエネルギー水頭はほぼ一定であると考えられる。こうした局所的な流れの影響をさけるため堰から少し上流へ離れた点をとってみると図(b)に見られるようにエネルギー水頭はこの近傍ではほぼ一定であることが判る。したがって実用的な境界条件としてはエネルギー水頭を一定とすることが最も優れていると思われる。

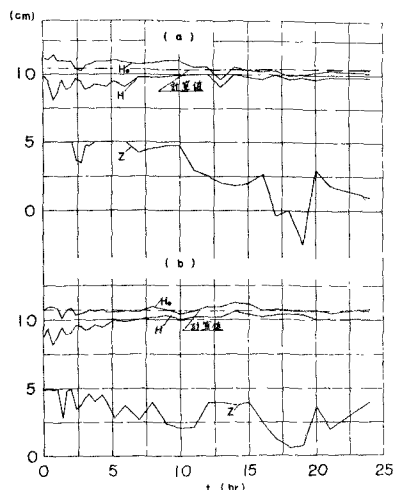


図-2

RUN3は給砂量を0とした場合であり、河床がほぼ平衡状態に達したと思われるまで約30時間通水した。しかし上流部での平均水深は 8.5cm であり、この場合の移動限界水深 $h_k=10.2\text{cm}$ には達していないが、上流より徐々にこれに近づいているようであり最終的には全区间 h_k なる等流状態になるものと思われる。

図-3はRUN1の通水後2時間の河床高、水位およびエネルギー水頭の距離的变化を示したものである。通水時間が短かったため、完全に平衡状態にあるとは言い難いが、この図からもエネルギー線から各点の比エネルギーを差し引けば河床高が求まるようである。したがって、平衡河床形状は堰上の H_e の位置から等流こう配に H_e 曲線を引き、この線から各点の比エネルギーを差し引けば良いわけで極めて簡単にその形状が決定できる。

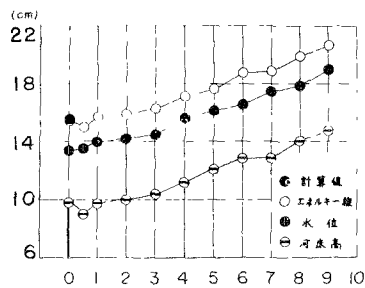


図-3

そこで堰上での H_e を求める方法であるが、今刃形堰の越流公式

$$Q = m L H_0 \sqrt{2g H_0} = C L H_0^{3/2}$$

を用いて計算した堰上での H_e を図-3に示してあるが、実測値より求めたものとほぼ一致している。したがって刃形堰以外の堰の場合も、流量係数 C を適当に選ぶことにより、与えられた流量に対する堰上の H_e の値を求めることができよう。

3. 結語. 以上の実験的考察によって得られた事柄を要約すると、ダム上流部の河床変動を推定する場合の境界条件としては、与えられた流量に対し、越流公式により堰上のエネルギー水頭を計算し、この値は不変であるとするは、実用的には十分であろう。

以上で一応、境界条件の定め方が明らかになったわけであるが、今後は基礎方程式そのものについて考察を加え、より合理的な計算方法の確立に努めたいと思っている。