

日立造船(株) 正員 ○ 巻幡敏秋

日立造船(株) 正員 有馬健次

日立造船(株) 正員 柏原正和

1. 緒言

一般的に、水利構造物は水路あるいは構造物付近に発生する水利現象により誘起される変動水压を受けて振動する。土木分野において、それらの現象に対する解明を試みた例は少なくない。^{(1)~(5)} 著者らの1人は、従来より問題となっている主・副ゲートを有する放水路の水利的不安定現象についての研究成果を既に発表している。⁽⁶⁾

本論文では上記研究の延長として不安定現象発生を把握するための系統的な水利実験を実施した。また、著者らの1人が発表した近似理論の理論値と比較検討を行ない、良好な結果を得たので以下に報告する。

2. 水利実験

2.1 実験装置および方法

図1は実験装置を示す。ダム上流部、ベルマウス部、空気管、放水管および主ゲートはアクリル樹脂製模型、副ゲートは鋼製模型(A-模型およびB-模型)を作成した。A-模型はゲート下端部形状が幅方向に一定である2次元模型であり、B-模型は下端部形状が両端でしぼられている3次元模型である。

計測方法は圧力変換器(共和電業製PGM-2K)を図2に示す個所に埋め込み、早送り電磁オシロを用いて変動圧を記録した。なお、放水管内への空気供給を十分に行なうために2本の空気管は全開とした。

不安定現象が発生する主ゲート開度 S_0/D_0 および副ゲート開度 S_i/D_i を究明するために次の実験を実施した。

i) 静的実験(対象副ゲート模型:A-模型、B-模型): S_0/D_0 および S_i/D_i を静的に変化させる。

ii) 動的実験(対象副ゲート模型:B-模型): S_0/D_0 は静的に変化させ、 S_i/D_i は図3に示すように動的に変化させる。なお、副ゲートの動きはポテンシオメータ(緑測器製CPP-45)により追跡した。

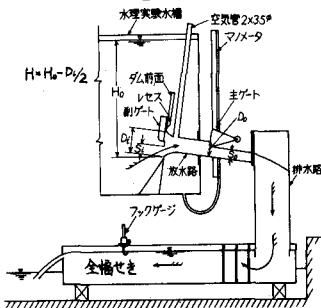


図1 実験装置

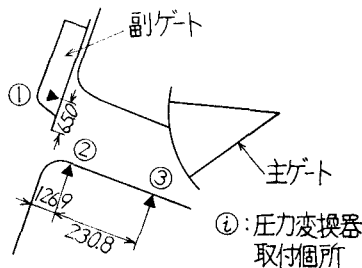


図2 変動圧測定点

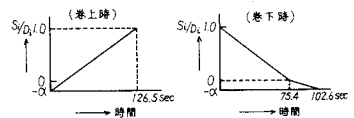


図3 副ゲート開閉所要時間

2.2 実験結果

2.2.1 静的実験

図4はA-模型における S_0/D_0 および S_i/D_i に対する変動圧(両振幅) ΔP /総水頭 H を示し、図5は測定点①の周波数を示している。変動圧は、 S_0/D_0 および S_i/D_i の特定値において最大値を示しているが、振動数はゲート開度に余り関係なく一定値をとる。図6は図4中の測定点①の $\Delta P/H$ に注目して描いたContour curveである。また、図7は同様な手順によって得たB-模型に対するContour curveである。これらの図より、両模型共に $S_0/D_0 = 0.6$ 、 $S_i/D_i = 0.3$ あたりにおいて強い不安定現象が顕著に見られる。両模型の不安定現象発生領域は殆ん

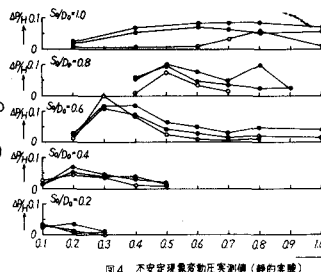


図4 不安定現象変動圧測定値(静的実験)

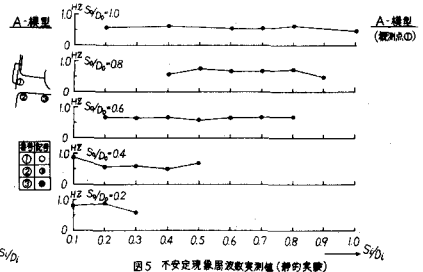


図5 不安定現象周波数測定値(静的実験)

ど異なるが、3次元模型であるB-模型の領域が2次元模型のそれより若干大きい。

2.2.2 動的実験

図8、9は図3に示す時間にはば
 従ってB-模型を巻上げ、巻下げを
 行なった際に発生する不安定現象の
 変動圧 $\Delta P/H$ を示している。なお、
 周波数は読取り不可能であるので本
 論では省略した。図10は図8、9を
 基にして描いたContour curveであ

る。巻上げ時、巻下げ時に発生する不安定現象の変動圧の大きさおよび領域の形状については差が認められない。
 。また、静的実験測定値である図7と比較すると、変動圧の大きさについて本実験の方が若干小さくなっている
 が、発生領域形状は殆んど変わらない。

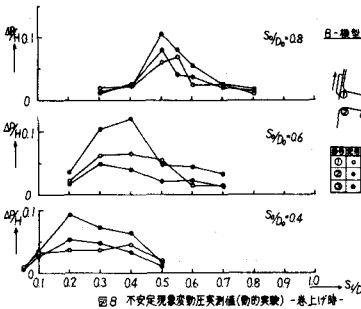


図8 不安定現象変動圧実測値(動的実験) - 巻上げ時 -

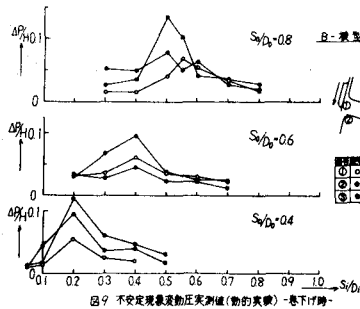


図9 不安定現象変動圧実測値(動的実験) - 巻下げ時 -

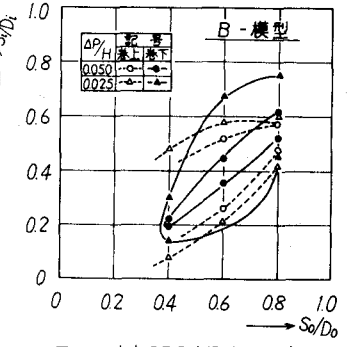


図10 不安定現象発生領域(動的実験)

3. 近似理論による計算結果

著者らの1人が発表した近似理論⁽⁵⁾
 は、主・副ゲートを有する放水路に
 ついて図11に示すモデル化を行ない、
 次の3つの仮定の下に展開したもの
 である。すなわち、1)流れは1次元
 流れ2)自由表面の圧力は大気圧3)非
 定常流れの場を準定常流れの場とす

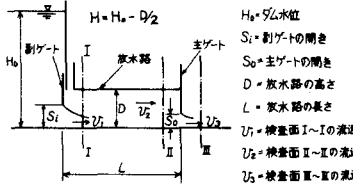


図11 流れ場のモデル化

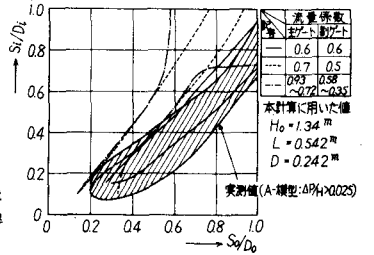


図12 不安定現象発生領域(理論値)

る。この理論を本実験に適用して求めた計算結果は図12である。同図にA-模型の実測値をも併記したが、主・副ゲートの流量係数をそれぞれ0.6にした理論値と良く一致している。

4. 結 言

ダム放水路流れの水理的不安定現象を発生させる系統的水理実験を実施し、準定常理論の近似理論により理論解析を行ない次の事が明らかとなった。

不安定現象発生領域の実測値と理論値とは良く一致し、本理論による発生領域の推定は可能である。

参 考 文 献

- 1) 岩佐義朗：開水路水流の不安定限界について、土木学会誌、40-6（昭和30年6月）
- 2) K.Petrikat：Vibration Tests on Weirs and Bottom Gates, Water Power, May (1958)
- 3) W.H.Li et al：Free Outlets and Self-Priming Action of Culverts, Proc. ASCE, HY3, June (1959)
- 4) 吉岡政夫：ダム放水路のゲートの振動に関する水理実験、日立造船技報、30巻、1号（1969）
- 5) 巻橋敏秋：ダム放水路流れの不安定現象について、土木学会第25回年次学術講演全国大会（昭和45年10月）