

VI-8

円形管用高圧スライドゲートの開発

日本技研㈱ 正会員 戸田五郎

1. ま え が き

巨額の投資を要するダム施設は地点の減少と堆砂により埋没していく。ダムには洪水の余水や下流利水のため取放水が義務づけられており、構造上円形管が多い。高圧、高速流の関係でその開閉には従来より問題が多く、2, 3の水門しかなく、排砂泥を考えた万能のものはない。今、放水管の前後のみでなくその途中でも設けることができる水門を開発する試みで、堅硬、安価、操作容易な高圧スライドゲートを大幅に改良することを考えた。

構想は、角型ゲートでは円形から構造上最も不利となる角形に、再び円形に断面変化を行う。このテーパー管を無くすることから発し、扉体リップ下面に発生する振動やダウンスラスト源となる負圧と圧力変化を無くすること、水門下流の放流水束を均等流に整流化すれば背面負圧の変動がなく扉体振動を少なくでき、その上給気量も少くできキャビテーション発生も最小限に止められること、戸溝を小さくして排砂時の損傷を少なくする見通しなどが予測される。これら水理的要素が大部分であるので水理実験の結果を極力鉄構造に折り込む順序とし、応力解析、構造検討、材料試験などを行い、排砂泥に有利と考えられる高圧スライドゲートを開発したので報告する。

2. 水理と構造との着想

代表的な高圧水門の3機種についてみると、

(1)、ゲートリップのフラット形は開閉時に縮流現象と空気連行量が大きく、リップ全域が負圧（図-1）となり、その値も低い。ダウンスラストを増し振動要因となっている。放流水は高速水脈動をおこしゲート背面負圧に変動を与えゲート振動となる。（リングシールゲート）

(2) シャープリップである通常ゲート（図-2）や、ジェットフローゲート（図-3）は、前回同様に上流水圧と流況に対応した縮流のため異状流線となって負圧変動を来し、とくにジェットフローゲートの給気量が放水量の80%増し程度となり、管路途中の設置は下流管路と給気管との増大により不経済となり、埋設部やトンネル内での設置は相応の配慮が必要となる。

(3) 前記円形管用とは別に、高圧スライドゲートの上流側開口状となるリップは部分的な圧力変化が起こり上流角部や水密部に改良を加えて圧力調整された研究もある。図示の流線を詳査するとゲート幅の間で流水断面が変化し開口部で相当の流速が増してから自由面へ開放されることに起因するものと考えられ、本ゲートは角形ゲートの戸溝の存在が最大の欠点であり、高速渦流のため管路途中では不向きと考えられる。とくに高速の場合

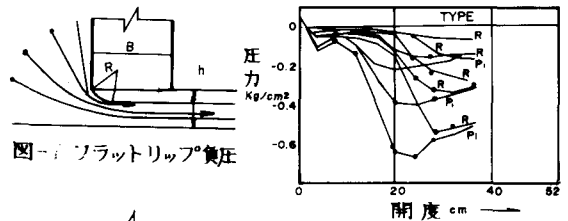


図-1 フラットリップの負圧

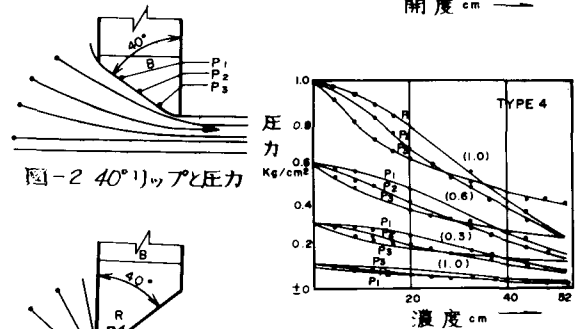


図-2 40°リップと圧力

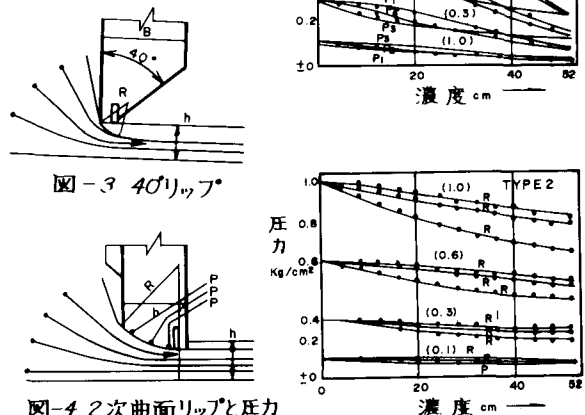


図-3 40°リップ

図-4 2次曲面リップと圧力

は耐摩耗のみならずキャビテーションやターバー管路を長く必要とするなど危険や不経済を伴うので留意を要する。

(4) 今回図-4、5、6に示すようにゲートリップを、上流の水頭によって自然に形成される水脈形状に幾分余裕を持つ2次曲線とし、高ポテンシャル流水をゲート幅の間で速度水頭に替え、ベクトルを管軸方向に変えるまでガイドする形状で、ベナコントラクター部で開放する。よってゲートリップの圧力は常に正圧で流水は縮流後も乱流となりにくい。

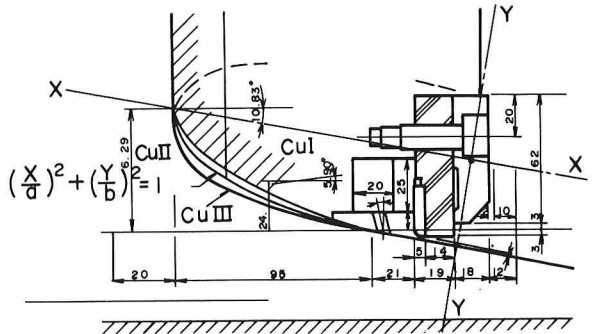


図-5 上流圧に応じた水理曲線の比較

3. 水理の適用と構造の開発

傾斜楕円を基本とするCuIIのリップを採用し、写真-1の水密部圧縮代5mmによる縮流幅を僅か4mm以内とし、3mmの場合も含めて下流の流線と水密テストを検証した。また水密ゴムとファインセラミックス等と合成した弾性構造と耐摩耗性について検証して微細な点を重視した。

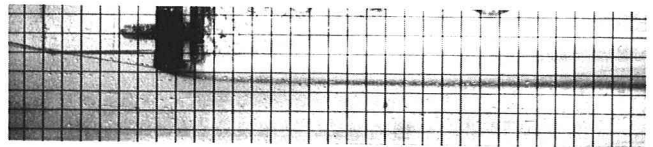


写真-1 押え代5mm水密ゴムの水流通

スロット内の渦流写真-2に示す流況のテストでは下流コーナー部にも2次曲線を設け、約30°傾斜楕円の渦の中心が高速管路流の方へ引き寄せられ一定形状の定位置を保つ運動であることが判った。スロットの深部での流況と内壁に対する耐摩耗に関する材料を決める参考となりFRP、鉄合成などの対応が一考される。

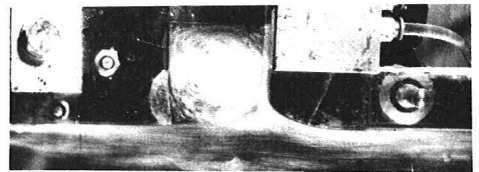


写真-2 ゲートスロットの流況

図-6は試作機φ600で、正面のゲート下部は円管形と相似の扉体とし、下部戸溝を無くして円管形と同形にし、両側は閉塞時に異物を噛み込まないように傾斜戸溝とし最も難しい水密性を解決することができた。角形にする必要がないので経済性は大きい。ハウジング内の水圧や振動防止対策にウレタンゴム製の車輪組合せ方式のダンパーの開発を行った他、縮流係数が大きく給気量が少く、負圧によるダウンスラストが無いこと、放流後の流況が均等平行流となることで振動が少い。総重量が大幅に減少し、維持放流としての部分開放や微小開放が可能である。

4. あとがき

従来の不備弱点を水理の他多角的に排砂の可能性について研究した結果、大小口径水頭を問わず満足できる製作ができた。新技術開発財団（会長三木武夫）の御援助を受けたものであり深謝します。

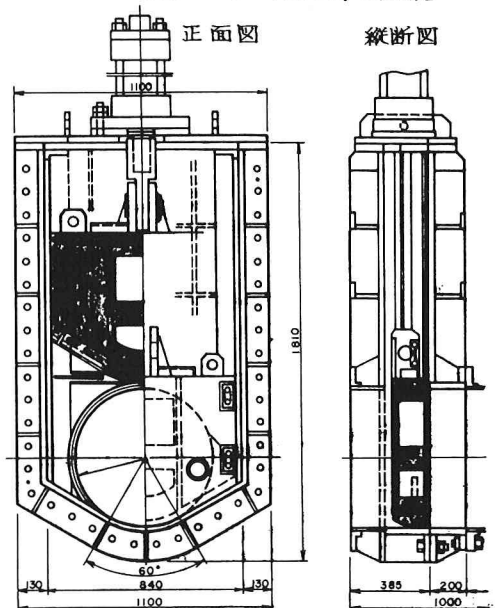


図-6 円形管用スライドゲートの主要部