

$$K/r_0 \text{ or } K/M \text{ or } h_0/a = f(L/r_0, v/v_T) \dots\dots\dots(3)$$

著者は(1)~(3)の關係を見出すために表-1の砂を使用し、これ等の実験値と在来発表せられている結果とを比較し結論として次の事項を得た。

表-1

相 模 川 砂			
篩の径	5.0~25mm	25~12mm	12~4.6mm
比 重	2.598	2.595	2.566
沈降速度	27.39 cm/sec	21.83 cm/sec	8.77 cm/sec
水中容重	35°	31°27'	26°54'

1) 洗掘現象はある時間以上経過すると釣合の状態となり安定面が得られる(図-2)。2) 安定面の勾配が砂の自然勾配より大きくなる部分は砂層を一つの板と仮定した時の動圧の受ける部分と関係づけられる。なお本研究は文部省科学研究費の補助を受けた。

文 献

- 1) Rouse : "Eng. Hydraulics" 1949
- 2) Doddiah Doddiah, Maurice L. Albertson and Robert Thomas : "Scour from jet" I.A.H.R. 1953

(4-3) 低いダムの越流係数について

准員 電力中央研究所 鍋 岡 昭 三

低いダムの越流係数を与える本間公式の適用範囲を拡張して、諸地点水理の基礎資料とするため、次のような範囲で実験的に検討した。

- (1) 下流側勾配(s_d)及び上流側勾配(s_u)に対しては s_d, s_u ; $\infty \sim 0.25$
- (2) 堰頂中(b)に対しては(h_d ; ダム高度) b/h_d ; $0.6 \sim 15$
- (3) 隅角の曲率半径に対しては(上流側 α_u , 下流側 α_d) α_u, α_d ; $0 \sim 2$
- (4) 流量は(特別なものを含めて) $q, h_1/h_d$; $0.2 \sim 0.8$

(ただし q, h_1 は完全越流時の上流側水位)

この結果、越流の場合に直線近似 $m = \mu \frac{h_1}{h_d} + \nu$ を施して整理すれば、

(1) $h_d/b < 1.00$ の範囲では、いずれの場合も μ の値は小さくほぼ 0.02 であり、 ν はほぼ一定値 0.33 に近い。

(2) $h_d/b = 2.00 \sim 5.00$ のときは、 μ は主として上、下流勾配に依存し、近似計算の結果は $\mu \approx 0.30 - 0.027$

$\times \left(\frac{1}{s_d} \right) - 0.028 \left(\frac{1}{s_u} \right)$ である。これに対して ν は、上、下流側勾配堰頂巾、及び隅角のすべてに依存し $\nu \approx$

$0.224 + 0.008 \left(\frac{1}{s_u} \right) + 0.009 \left(\frac{1}{s_d} \right) + 0.023 \left(\frac{h_d}{b} \right) + 0.027 \alpha_u + 0.034 \alpha_d$ となる。

(3) $h_d/b = 15.00$ のときは直線近似は不可能である。

また、不完全越流及び激流の場合を一括して検討するため、本間公式からのずれ Δy を計算して検討すると

(ただし $x = \frac{h_2}{h_1}$, $y = q/h_1 \sqrt{2gh_1}$ とする),

(1) h_d/b の増大とともに Δy の値はかなり増大する。すなわち $\frac{h_d}{b} \leq 0.6$ のときは $\Delta y \approx 0$, $h_d/b = 3.00$ の

ときは $\Delta y \approx 3.7 x(1-x) \exp\{-5.1(1-x)\}$ [ただし $1/s_u, 1/s_d = 0$], $h_d/b = 15.00$ のときには $\Delta y \approx 5.7 x(1-x) \exp\{-4.6(1-x)\}$ [ただし $1/s_u, 1/s_d = 0 \sim 1$] となる。

(2) s_u, s_d の増大とともに Δy は減少する。すなわち、 $1/s_u, 1/s_d = 1$ のときは $\Delta y \approx 3.6 x(1-x) \exp\{-4.9 \times (1-x)\}$ [ただし $h_d/b = 3.00$] で $1/s_u, 1/s_d = 4$ となれば、 $\Delta y \approx 0.27 x(1-x) \exp\{-1.1(1-x)\}$ となる。

(4-4) 須田貝発電所調圧水槽の模型実験

正員 東京大学工学部 嶋 祐 之

東京大学工学部土木教室において東京電力株式会社の委託により、須田貝発電所の放水路に設けた調圧水槽の諸特性を知るために模型実験を行った。

1. 本発電所は発電所が地下にある特殊な型式のものであるので、使用水量を放水するため延長 1700 m にわたる放水路トンネルを必要とするが、水衛作用に対しトンネル並びに発電機を保護するため放水路式調圧水槽を設ける必要がある。

2. 放水路式調圧水槽はトンネル末端の放水口水位に従い大別して3つの現象を生ずる。

すなわち放水口水位が十分に高い場合には水槽内のサージングの際の最低水位は放水トンネル末端より高い位置に止まるので水槽、トンネル及び下流側調整池からなる振動系は完全なる U 字管振動を行う。このようなサージングは調圧水槽水位に関して、最も危険側である最高水位を与えるものである。

つぎに放水口水位のやや低い場合にはダウンスージングの水位がトンネル天端より低くなるので、トンネル内に空気が入り水槽よりある距離の範囲内では開水路となりそれより下流側では管路となる。しかしながら最低水位の時刻を越えるとトンネル内の水は逆流し始め水槽内の水位も上昇してゆく。この際トンネル内の空気の大部分は水位上昇とともにトンネルより逃れ去るが一部の空気はトンネル内に閉じこめられ、この閉じこめられた空気が遊離して水槽内に出てくるとき衝撃的な圧力が水中に生じ、それがエヤーハンマーとなつて構造物に被害を与える。

さらに放水口水位が低くなればトンネル内は完全に開水路となり急激な負荷変動にともなう流量の変動は投波の型式をもつて下流側へと伝播する。このような場合には水位の上昇低下量は至つて少なくまたエヤーハンマーも生じないので設計上の問題は起らない。

3. 実験装置はまづトンネルが完全な管路である場合のサージングに対する力学的相似性を満足させるため、Gibson の相似律に従つて各ディメンションを決定した。

その結果模型及び実物のトンネル長の比及びトンネル径の比は $1/60$ 、サージングの比は全負荷に対し $1/184$ 、時間の比は $1/12.5$ となつた。また使用水量が模型の水槽水位の変動にもかかわらず一定流量を維持せしめるため高水槽は水槽の位置より 20 m の高さに置いた。

4. 測定装置の主要部分には水槽水位の記録とエヤーハンマーの圧力の記録装置である。前者は運動が非常に緩慢であるので 100 V の電灯線より電源をとりこれを 3V に落し、一方 2 本の平行に張られた金属棒を水槽内に入れ水位の変動にともなう電気抵抗の変化に応ずる電流の変化をオシログラフに記録した。この場合の感光紙上の振巾と水位の振巾との直線性はきわめてよく、また感度も本実験の範囲内では充分であつた。後者には受圧板として直径 4 cm、厚さ 0.15 cm のゴム円板を用い、1 cm の水压に対し中心部の撓みを 0.1 cm の程度とし、この円板に抵抗線に貼つて弾性膜の伸縮に応ずる電気抵抗の変化を DM-3C 型抵抗線歪測定器並びにオシログラフによつて衝撃的圧力変化を記録した。

両者とも水槽水位から感光紙上の振巾を容易に検定することができるので水位並びに圧力の絶対値に 関し信頼できる値が求められたと思う。

5. 負荷変動にともなう水位の上昇高に対して実験結果は理論式とよく一致することが認められた。従つてこの結果より実際の調圧水槽に対する種々の条件の負荷変動にともなう水位上昇高、あるいは最高水位に至るまでの時間や通気孔に生ずる風速等を決定することができた。また放水口水位を変化せしめることにより実験的に前記の 3 現象を誘起せしめて、サージングの諸特性を検討しその結果放水口水位に対する水位上昇高の変化や、エヤーハンマーが生じやすい条件を求めた。

6. エヤーハンマーによる衝撃圧に対しては仮定を設けて簡単な解析を行い、模型で測定した圧力が実際の場合にはどの程度のものであるかの評価を一応可能ならしめるため相似関係を求めてみた。さらに定性的な結論として

(1) エヤーハンマーは水槽水位の上昇あるいは下降中に生ずる。すなわち閉じこめられた空気が周囲の流体圧とのバランスが崩されやすく空気塊が移動しやすいときに生ずる。

(2) 閉じこめられた空気の全量が一時に大気中に逃れずに幾つかの空気塊に分れて間歇的に周期性を持つてくる。

(3) 閉じこめられた空気は水槽水位の上昇とともに圧縮された大気圧よりも常に高くなつていく。

(4) 空気塊がトンネルより逃れ出て自由表面に達すると低い大気圧中に瞬間的に放出され空気塊の占めていた空間に瞬間的に水が流入してくる。すなわちこの際流体内に負の衝撃圧が働らくことになる。

(5) 次の瞬間には流入してきた水が瞬間的に静止せざるを得なくなるので、そのとき反動的に正の衝撃圧が流体中に生ずる。