従て同一の $(cr)/\nu$ に対する速度分布曲線は粗度に無関係に同じ形になりたゞ高さのみが異り、この高さはその管の最大速度 U/c の大きさに依て定まる。

(3) 同一の $(cr)/\nu$ に対する最大速度、平均速度及び λ に関しては次の関係がある。

$$\left(\frac{U}{c}\right)_s - \frac{U}{c} = \left(\frac{\bar{u}}{c}\right)_s - \frac{\bar{u}}{c} = \sqrt{8} \left\{ \left(\frac{1}{\sqrt{\lambda}}\right)_s - \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \right\}$$

$$= a' + b' \log \frac{cK}{\nu}$$

これは粗い管に対する粗度の影響を表してゐる。

(4) 粗い管の U/c , $\bar{u}/c$ 及び $\sqrt{8/\lambda}$ は、次の形になつてゐる。

$$\left(a + b \log \frac{cr}{\nu}\right) - \left(a' + b' \log \frac{cK}{\nu}\right)$$

$$\text{或は} \quad \left(\alpha + \beta \log \frac{r}{\delta}\right) - \left(\alpha' + \beta' \log \frac{K}{\delta}\right)$$

δ = 境界層の厚さ

第 1 項はその管が滑かな場合の値で第 2 項はその管の粗度の影響を表してゐる。

$\log(cr/\nu)$ が 0.55 以下の場合には第 2 項は零となり粗度の影響なく滑かな管と全く同一の値となる。

$\log(cr/\nu)$ が 1.80 以上になれば $\beta = \beta'$ となり $(\alpha - \alpha') + \beta \log(r/K)$ なる形となり粘性の影響がなくなり粗度のみが影響する。

三角堰の切欠板を ラップ 接目にした際の内側突出の影響⁽¹⁾

(昭和 11 年 11 月 28 日 応用力学講演會に於て講演)

正 員 沼 知 福 三 郎⁽²⁾ 正 員 黒 川 恒 勝⁽³⁾ 准 員 遠 田 榮 次 郎⁽⁴⁾

摘 要

三角堰の切欠板は鉄板で造り、切欠きの部分のみ真鍮板で造り、これを ラップ 接手にして造ると切欠板の内側面は滑かな平面とはならず、その真鍮部の厚さだけ突出することになる。かゝる構造は目下工場に於て相當用びられてゐる実状からして、水量測定規格測定委員會で問題となつた。依てかゝる切欠きが現行本會規格規定の切欠きに対して流量係数 C が何程異なるかを実験的に吟味してみた。その結果、二者の差は殆ど問題にならぬ位僅かであるが、この切欠きの方が C の値にして 0.7-0.8% 位大きくなることが解つた。

1. 緒 言

三角堰により水量の測定をする場合には、嚴密な自家検定の結果に依る方法と、落差を測定して公式に依り流量を算出する方法とある。後者のうち直角三角堰に関して、現行機械學會 ポンプ 試験規格第 27 条或は J.E.S 日本標準規格第 162 号類別 B 41 第 13 条 (4) には次の様に定めてある。即ち「堰板ノ内面ハ、成ルベク平面ニシテ水流ヲ乱ス如キ突起物ヲ有セズ、特ニ切欠ノ縁ヨリ 10 cm ノ間ハ滑ナル平面トナス事」とある。依て第 1 図における SS 断面は同図 A の様にせよと云ふのである。

然るに水量測定規格制定委員が、昭和 10 年 6 月 22 日-23 日数個の工場における現状を視察した際に、用ひられてゐる直角三角堰は上記第 1 図 A の様な構造のものよりは、B の様なものが極めて多いのを認めた。即ち B に於て切欠きのみ巾狭き真鍮の板金で製作し、これを ラップ 接目 にして堰板に張りつけてあるので、「堰板ノ内側ハ滑ナル平面」ではなく

切欠きに近く不連続的に突出してゐる(著しいのはボルト或はリベットの頭が堰板内側に突出併列してゐるものもあつた)。

かゝる構造は明かに上記の現行規格には反する処であるが、かゝるものゝ多いと云ふ実状は、全く切欠部製作上の便利から来てゐるものであるから、新規規格制定に當り、かゝる構造(ボルトやリベットの頭は論外とするも、ラップ接目に依る第 1 図 B の様な突出)を一概に禁じてしまふ前に、先づ

これが流量係数に及ぼす影響の程度を吟味して、場合に依てはかゝる製作も許容することにしては如何と云ふ議が纏つた。依て委員の 1 人である筆者(沼知)が、この実験を行つた次第である。

第 1 図 三角堰並に切欠き 2 種

2. 切欠き

東北帝国大学工学部水力実験室階上に設備せられてあつた三角堰の切欠きは、第 2 図の様な直角三角 (90° 2' 8") の実測値を得た) のもので唯上端水平部巾が少し廣かつた。

[第 3 卷 第 11 号]

(1) Einfluss der durch Überlappungsherstellung bewirkten stromwärts un stetig hervorragenden Fläche der Wehrrante eines rechtwinklig-dreieckigen Wehrs auf die Durchflusszahl.

(2) Fukusaburo NUMACHI, Mitglied. Tōhoku Kaiserl. Univ., Sendai. 東北帝国大学。

(3) Tunekatu KUROKAWA, Mitglied. Tōhoku Kaiserl. Univ., Sendai. 東北帝国大学。

(4) Eijiro Tota, Korresp Mitglied. Hansin-Tekkoshō, Kōbe. 阪神鉄工所。

め、これを削つて全く現行規格に合致するものとした。この標準の切欠きに就て、先づ流量係数を各落差に就て求めておいた。次に問題の切欠きの様なものを作るために、第3図に示す様に接目の内部にセルロイドの板を挿入して、厚さ10mm巾53mmの第1突出切欠きが出来た。更にこの巾を変化さす爲に、厚さ10mm巾83mmの第2突出切欠きを造ることが出来た。この第1第2の突出切欠きは共に前記規格が「切欠ノ縁ヨリ10cmノ間」に関して定むる所に違反するものである。この二つの切欠きに関し同様流量係数を求め標準の場合と比較したわけである。

第2図
東北帝国
大学水力
実験室用

第3図
第1突出切欠き

第4図
第2突出切欠き

3. 装置

第5図に示す様に堰水路は、巾1.185m、高さ0.9m、長さ約10.3mで、この一端に前記第1図の堰 N を取付けた。

切欠より溝底までの深さは0.46m。落差の測定のためには堰の上流2.7mの距離に於て、一方の側壁に壁面に直角な孔を穿ち測定室 S 内の水面をフック計 F で読むことにしてある。

本會規格に依れば、水路の巾1.185mは最高許容落差221mmを與へ、切欠きからの深さ0.46mmは最高落差150mmを與へる(第8図 W_n 及び B_n で示す)。従て該水路は落差150mm以上の水量測定に対しては現行規格には合はぬことになる。

水路の巾と深さが流量係数に及ぼす影響は目下吾々が研究中であるから、将来水路の巾と深さに対する制限が緩和されることがあるならば、以上の許容最大落差は150mmより大になる可能性がある。

水は直流電動機で運轉される1箇~3箇の渦巻ポンプに依り P_1 と P_2 に送られ、 P_2 からは直接水槽 K に落下す

昭和12年5月]

るが P_1 に來た水は垂直管 D を通つて水槽 K に落ちる。この際水槽 A 内の水は一部は溢水槽 O より管 P_3 に逃れ去り A 表面の水位従て流量は一定に保たれる。依て水量多き実験を行ふ場合は、 P_1 P_2 両者から供給するが、水量少なる実験で、僅かの流量の不規則変化が結果に影響する憂あるときは、専ら P_1 、 D 、 K の通路のみに依て水を支給し、実験中における流量の不規則変化を避けることが出来た。落下した水は次に格子 G_1 G_2 を通り水流は整へられ堰 N に到る。

4. 測定法

(A) 流量 流量は大量の場合は容量タンク T_1 (第5図)を用ひて測定した。タンク T_1 は容量約6.85 m^3 で高さ2.61mあり、正確に検定した目盛ガラス M が取り付けてある。堰を越えた水は H_1 (第5図)の穴から落下し、切換装置 C により水槽 T_1 或は T_2 に入る。 T_1 に流し込んだ時間と前記

目盛 M とから流量 $Q m^3/s$ が求められる。

流量少い場合には H_1 を塞ぎ、 H_2 を開き、水は水槽 T_0 並に切り換え装置 f を経て重量水槽 T_w に入る。 T_w は秤の上に乗せてあるから流入せる水の重量が知れる。

(B) 落差 尙前記第5図の落差測定室 S と堰水路と連通するには、第6図 A に示したIIの位置

(溝底より115mm)に内径15mmの穴を穿つた。然しその前に第6図 A に示すI、II及びIIIの三つの異なる穴を用ひその結果を比較した。Iは溝底より395mmにIIと等しい内

第5図 堰実験装置

第6図 落差測定と堰水路を通ずる孔の位置

径15mmの穴を穿けたものであるが、IIIは実験室創設當時設備したもので、第6図 B に示す様に径約60mmの管を半分溝底に埋め上部に径10mmの穴を一系列に多数穿けたものである。

この三者を比較すると、第6図に示す様にその差は測定誤差の範囲内と認められる。依て以下実験はすべて II のみを用ひフック計により S 室内の水面を測定しこれと零点 H_u とより落差 H を出した。

即ち $H = H_s - H_u$

(C) 零点 S 室内に普通の様に備へてあるフック計の他に遊尺顕微鏡に、顕微鏡の代りにフックを取りつけた第7図の様な云は遊動フック計を用ひた。零位を決定するには、堰水路中に水は切欠きより数 cm 下迄満しておく、而して次の様にする。

(i) その水面の位置を S 室内のフック計で、読み h_1 をとる。

(ii) 同じく遊動フック計で、読み h_2 をとる。この際遊動フックは切欠きより 2-3cm 離して水面が表面張力の影響を受けぬ様にする。

(iii) 次に遊動フックを切欠きに接触させフックの先端を切欠きの頂点と一致させる。この際正しく

合したか

否かは顕

微鏡或は

レンズ

を以て観

察した。

この際

の読みを

h_3 とす。

然るとき

は S 室内

のフック計で表した零点 H_u は次の様に決定せられる

$H_u = h_1 - (h_2 - h_3)$ 。

5. 結 果

第2図に示した切欠きを用ひて実験した結果、落差 H と流量係数 C との関係は第8図の様な曲線になる。この標準曲線に対して、第3図に示した突出厚さ 10 mm、巾 53 mm の場合、並に第4図に示した突出の厚さ 10 mm、巾 83 mm の場合は、曲線が夫々第8図上の様な曲線になる。この巾 53 mm と 83 mm との差は流量係数に影響殆どなく二つの曲線は一致してしまふ。亦これ等と標準曲線との差を観るに僅か 0.7-0.8% 位である。この差は殆ど普通行はれてゐる実験の誤差範囲であり、無視して良い位である。

尙突出の厚さ並に巾を更に変化して実験するためにセルロイドの板を用意しておいたが、これ以上の実験は止めることにした。その理由は切欠きの巾は本実験に於て行つた 53-83 mm 位が普通であり、厚さに於ては工場視察の際 8 mm 位が最大であり、切欠き製作に 10 mm 以上の突出を未すことは先づないと考へられるからであつた。

即ち実験の目的である ラップ接目 切欠きの突出の影響は

蓋し、無視して可なりとの解答を得た。

6. 附 記

筆者達は零点の決定には前述の様な方法を用ひたが、一般使用者に取つて簡便な、(而も結果の正確を期し得る) 方法が定められることは、規格制定上にも極めて要望せられてゐる。その意味から零点として試みに次の二者をとつたときを考へて見た。その結果としては唯零点の測定が如何に著しく測定

結果に影響するかを示したにすぎないが茲に述べる。

(i) 堰水路に水を徐々に満し水位が切欠きに達し、正に流れ出さんとするときの水位を S 室内で測定してこれを零点とする場合。

(ii) 堰を越えて水を流して後、給水を中止して水路中の水位の降下するにまかせ、やがて切欠きより水が少しも流出しない様になつたときの水位を S 室内で測定してこれを零点とする。

第7図 遊動フック計

第8図 ラップ接目による突出切欠きの影響

第9図 落差(零点)測定より来る極端な誤差

何れの場合も水路中に於て水の流動は全然起させないから、この零点と切欠きの眞の高さとの差は切欠きの頂点における水の表面張力に依る。前者並に後者により測定した落差を夫々 H_0 並に H_u とする。

第8図に示した

標準となる実験から求めた流量係数と C と、同様に H_0 及び H_u を探つた際の流量係数は

$$C = Q/H^{5/2}, \quad C_0 = Q/H_0^{5/2}, \quad C_u = Q/H_u^{5/2}.$$

これ等は9第図に示す様になる。亦 C_0 及び C_u の C と異なる割合を示すために $\epsilon_0 = (C_0 - C)/C$, $\epsilon_u = (C_u - C)/C$ を求めると同じく第9図に点線で書いた様になる。

以上の結果に依て解ることは、今仮りにかゝる方法で零点を定めることとするならば、 H_0 と H_u とでは流量係数 C における差は数%に及ぶこと。更に従来例へば、Strickland の式の様なものを用ひるのに H_0 及び H_u を採れば 10% 位の誤差は避けられないことである。

終に臨み本実験は服部報公會の補助に依て遂行することが出来た。茲に感謝の意を表す。尙本実験の零点測定に就ては本学助手角田賢治君に負ふ処多きこと、亦予備実験には学生、飯淵仁夫、中鉢矩雄、淵澤定敏、松原將の諸君が関係したことを附記して置く。