

四角せき雑考

—水路幅と切欠き幅との関係—

ペンタフ株式会社 高梨 哲彦

1. 四角せきの記載条件
2. b/B 条件を推定する
3. 適切なCを考え、四角せき設置を検討する

はじめに

JIS B 8302 に準拠するせき式流量計の適合条件に関し、水路幅と切欠き幅との比率(b/B)、具体的には切欠き側縁から水路壁までの距離(Cとする)に対する疑問がある。

この疑問は、既存四角せき施設の更新業務等で、JIS 適合を判定するときに経験してきたが、JIS B 8302 にはこれに関する規定がない。

四角せきの切欠き幅・水路幅比(b/B)を、いま流行りの AI に尋ねると 0.2~0.6 だと答えてくれるが、その根拠を明確にはしてくれない。

海外流量計メーカーの文献を漁ってみると、切欠き側縁から計測最大水位の2倍以上を記載されたものを見たが、これも水理的根拠は示されていない。

そこで JIS の記載条件だけに頼って、この C の JIS への適合性について考察してみる。

2. 四角せきの記載条件

JIS B 8302 には、四角せきの適用範囲が以下のように記載されている。

- ① 水路の幅 : $B=0.5\sim 6.3$ m
- ② 切欠きの幅 : $b=0.15\sim 5$ m
- ③ 水路の底面から切欠き下縁までの高さ : $D=0.15\sim 3.5$ m
- ④ JIS 式の適合範囲 : $bD/B^2\geq 0.06$
- ⑤ 計測水位の適合範囲 : $h=0.03\sim 0.45\sqrt{b}$ m

3. b/B 条件を推定する

はじめに、記載条件①②③の最小値と最大値を当てて、b/B と④⑤の値を計算する。

最小値 : $B=0.5\text{m}$, $b=0.15\text{m}$, $D=0.15\text{m}$,

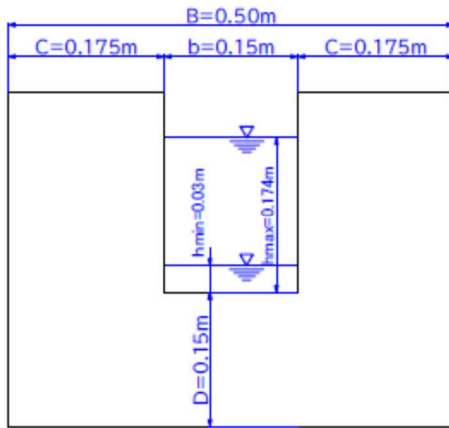
$b/B=0.300$, $bD/B^2=0.090\geq 0.06$, $h_{\min}=0.03\text{m}$, $h_{\max}=0.174\text{m}$

最大値 : $B=6.3\text{m}$, $b=5.00\text{m}$, $D=3.50\text{m}$,

$b/B=0.793$, $bD/B^2=0.441\geq 0.06$, $h_{\max}=1.006\text{m}$

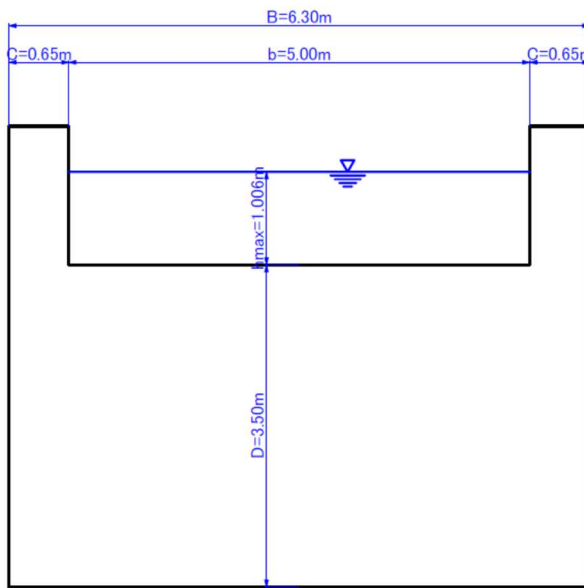
C(切欠き側縁から水路壁までの距離)の最大・最小値 :

$C=(B-b)/2$ から、C の最小値=0.175m、C の最大値=0.65m を得る。



最小値
 $B=0.50\text{m}$
 $b=0.15\text{m}$
 $b/B=0.300$
 $D=0.15\text{m}$
 $bD/B^2=0.090 \geq 0.06$
 $h_{\min}=0.03\text{m}$
 $h_{\max}=0.45\sqrt{b}=0.174\text{m}$
 $C=0.175\text{m}$

図-1 C 最小値の四角せき



最大値
 $B=6.30\text{m}$
 $b=5.00\text{m}$
 $b/B=0.793$
 $D=3.50\text{m}$
 $bD/B^2=0.441 \geq 0.06$
 $h_{\max}=0.45\sqrt{b}=1.006\text{m}$
 $C=0.650\text{m}$

図-2 C 最大値の四角せき

JIS 適用範囲の中で、 B 、 b 、 D が連動して最小値から最大値まで直線的に変化すると仮定すると、 b 、 D 、 b/B はそれぞれ B (水路幅) の関数として表される。

b (切欠き幅) は、最小値 0.15m から最大値 5.00m まで、

D (切欠き深さ) は、最小値 0.15m から最大値 3.50m まで直線的に変化し、

b/B は、最小値 0.3 から最大値 0.793 まで双曲線状に変化する。

図-3 b/B の変化

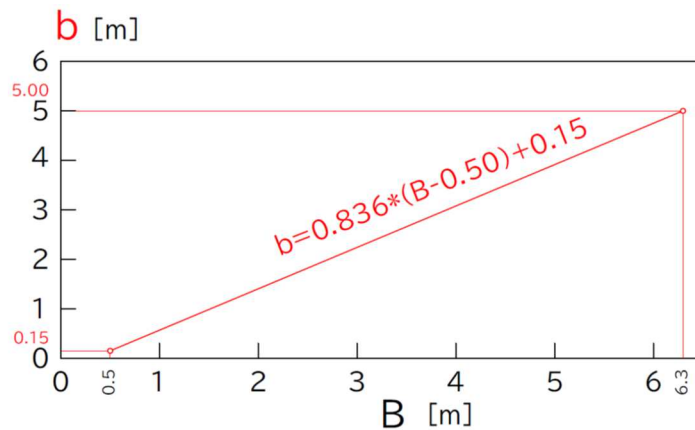


図-4 D/B の変化

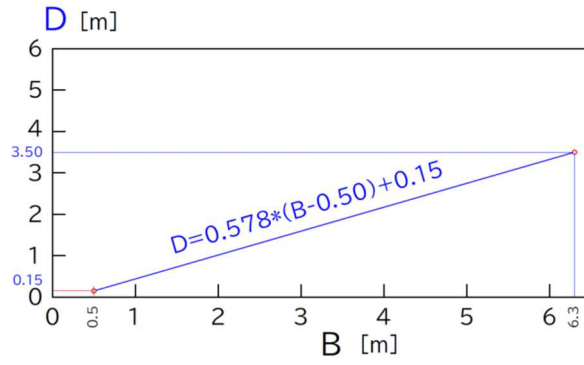
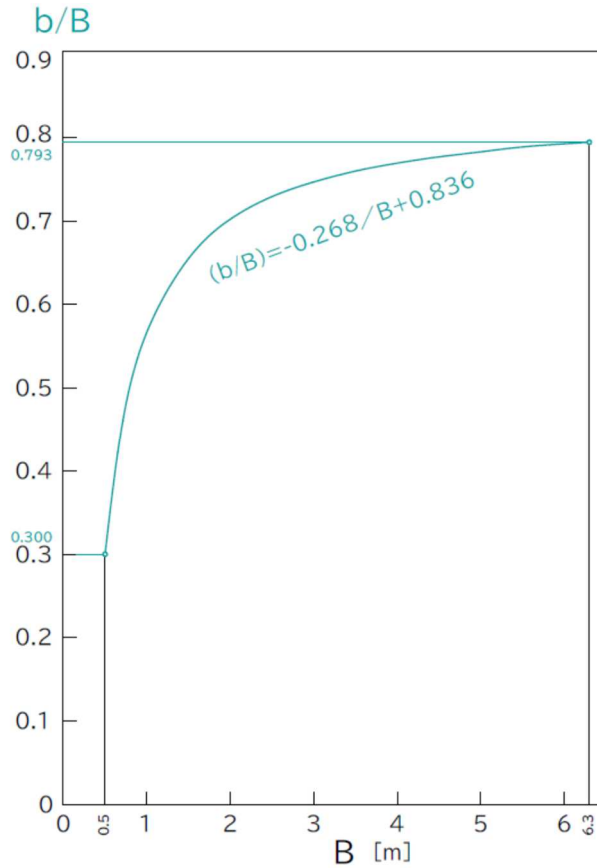


図-5 (b/B)/B の変化



切欠き側縁から水路壁までの距離、 $C = (B - b)/2$ も B の関数として表され、最小値 0.175m から最大値 0.65m まで直線的に変化する。

図-6 C/B の変化

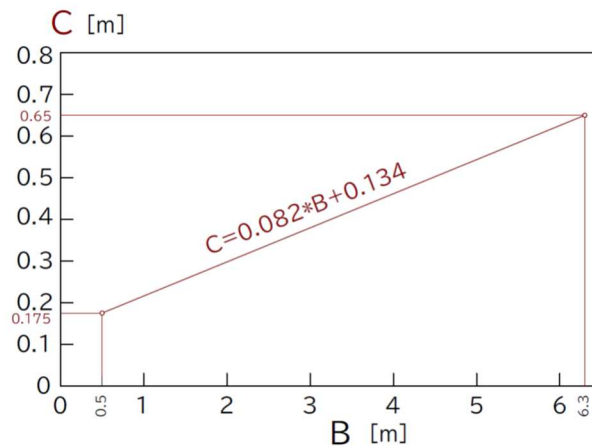
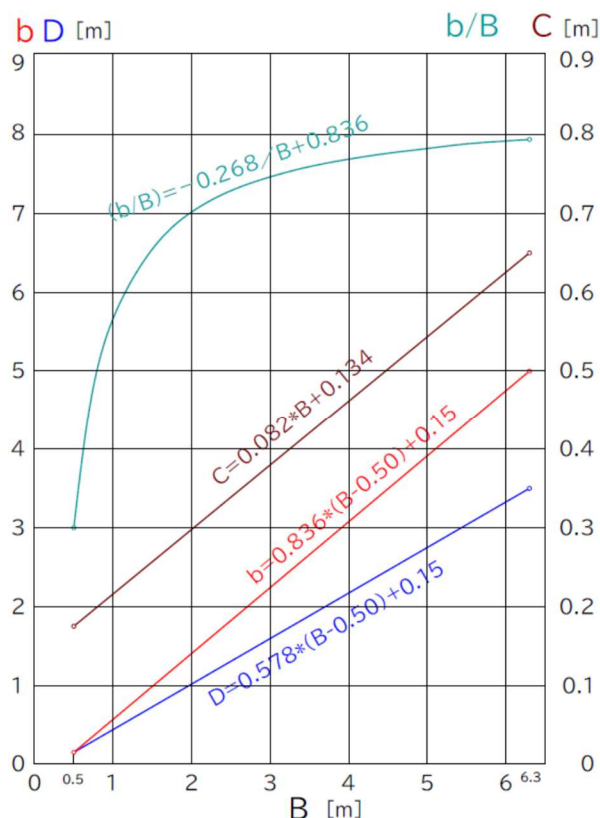


図-7 まとめ
b/B、D/B、(b/B)/B、
C/Bの変化



4. 適切なCを考え、四角せき設置を検討する

以下の目安は、JISを硬直的に適用しただけなので、この範囲でなければならないという値ではない。

- ① 図-1: 最小水路幅 0.5m に対する最小切欠き幅は 0.15m、b/B は 0.3 (15/50)、 $C = (B-b)/2$ は 0.175 狭い水路でも切欠き幅 b 以上の C (切欠き側縁から水路壁までの距離) が必要であるように見える
- ② 図 2: 最大水路幅 6.3m に対する C は、65cm 以上必要のように見える
- ③ 切欠き深さ D は接近流速と関係するので、①②とは別にグラフとは関係なく JIS を適用する

既存水路に四角せきの設置するときの検討手順は次の通り。

- ④ 現状水位 : 既存水路の最高水位を水跡等から確認する
- ⑤ 下流影響 : 遡流や滞留など、既存水路の水はけを確認する
- ⑥ 計測最大流量 : 既知の最高水位時や計画値を勘案して計測最大流量を設定する
- ⑦ 四角せきの設計 : 水位-流量表をもとに、切欠き幅と水位計測範囲を JIS の範囲で仮決定する
水位計測幅が狭いと、水位検出精度が流量計測精度に追いつかなくなる
- ⑧ グラフ照査 : 前掲のグラフ群を使って、設計した四角せきの諸条件を調べておく
- ⑨ C 判定 : ①②の条件から離れるようであれば、D の条件も加えて全幅せきを検討する
- ⑩ 適合判定 : 全幅せきでは水位計測範囲を確保できない場合は、せき施設には不向きなので面速式流量計など、別の計測方法を検討する

おわりに

既存の四角せき施設更新に当たって、ここで述べた b/B 条件に適合しない場合でも、JIS に記載されているわけではないので、事情によりせき施設の形状は変えずに更新することがある。

時折、上縁の無い額縁のような四角せきを見ることがあり、流れを溜めたり狭めたりすることによって正確に流量を計測するという、せき本来の目的に反しているように思ったため、その対応を雑考としてとりまとめた。

既存水路へ四角せき設置を設計するときの参考にしていただければ幸甚である。