



## Đo lưu lượng trong kênh hở phương pháp đập tràn ứng dụng trạm quan trắc nước & nước thải công nghiệp, nông nghiệp, sông, đập...

### 1. Giới thiệu

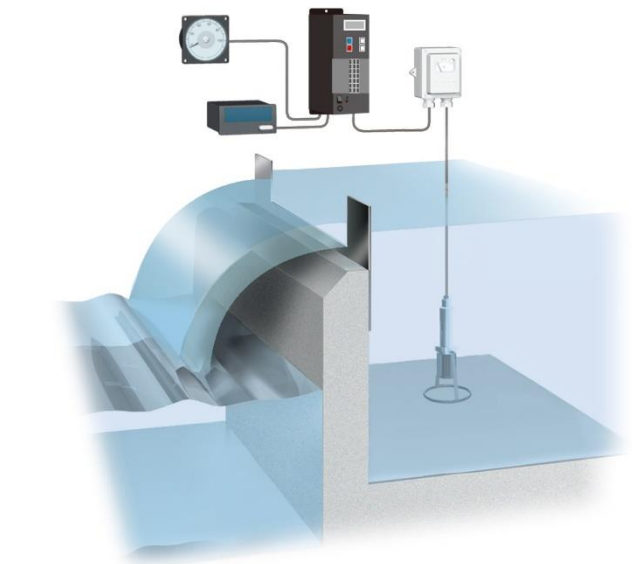
Đo lưu lượng trong kênh hở phương pháp đập tràn là phương pháp đo lưu lượng truyền thống cổ điển trong lịch sử đo lưu lượng, và cho đến nay vẫn còn được sử dụng rộng rãi trong các công trình xử lý nước, trạm quan trắc nước thải công nghiệp, nước sinh hoạt, nước nông nghiệp, sông ngòi, đập, v.v.

Ở Việt Nam, trong *Tiêu chuẩn Quốc gia* có TCVN 8193 : 2015, đề cập đến “Đo đặc thủy văn - Đo dòng trong kênh hở sử dụng đập thành mỏng”, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn cũng ban hành *Tiêu chuẩn ngành* 10TCN 922:2006 về “Máy nông lâm nghiệp và thủy lợi - Đo lưu lượng nước trong kênh hở bằng đập tràn thành mỏng và máng lượn venturi - Phần 1(a): Đập tràn thành mỏng”, ...

### 2. Khái niệm về đo lưu lượng trong kênh hở phương pháp đập tràn

Khi tấm chắn (tấm đập) được bố trí ở giữa hoặc ở cuối đường dẫn nước để nước chảy tràn ra khỏi đỉnh của tấm chắn, thì giữa lưu lượng và mực nước ở thượng lưu (mặt bên của tấm đập) có mối quan hệ nhất định. Đo lưu lượng sử dụng mối quan hệ này được gọi là đo lưu lượng đập tràn (Hình 1).

Phương pháp đập tràn là phương pháp đại biểu cho đo lưu lượng kênh hở, được sử dụng rộng rãi trong các công trình xử lý nước, nhà máy, nước thải sinh



Hình 1 Khái niệm đo lưu lượng trong kênh hở phương pháp đập tràn

hoạt, đập, v.v.

Trước đây thang đo mực nước khắc trên các đập thường được đọc bằng mắt, nhưng ngày nay cảm biến đo mực nước tự động ngày càng được sử dụng nhiều hơn.

Các công thức để tính lưu lượng phương pháp đập tràn đã được công bố trong tiêu chuẩn quốc tế ISO, tiêu chuẩn công nghiệp Nhật Bản JIS, tiêu chuẩn Việt Nam TCVN, v.v.

### 3. Cảm biến đo mực nước SL-180

#### 3.1. Lịch sử phát triển

Dòng máy đo mực nước (phương pháp) đo áp suất đặt trong nước đã được sản xuất đưa ra thị trường từ năm 1956, và sản phẩm đã được đón nhận nồng hậu liên tục trong suốt chiều dài lịch sử hơn 60 năm qua. Theo đà tiến bộ của khoa học kỹ thuật, đã có những cải tiến không ngừng, và phát triển nhiều model khác nhau thích hợp cho nhiều áp dụng thực tế. Phạm vi ứng dụng rất rộng rãi như có thể dùng như một máy đo lưu lượng dòng chảy hay máy đo chênh lệch mực nước, ...



Hình 2 Cấu hình đầu dò mực nước SL-180C

Bắt đầu vào năm 1956 khi Cục cấp nước Thành phố yêu cầu nghiên cứu và phát triển thiết bị đo mực nước, đưa đến việc phát triển một đầu dò mực nước, bao gồm hộp xếp, lò xo, bộ biến áp vi sai.

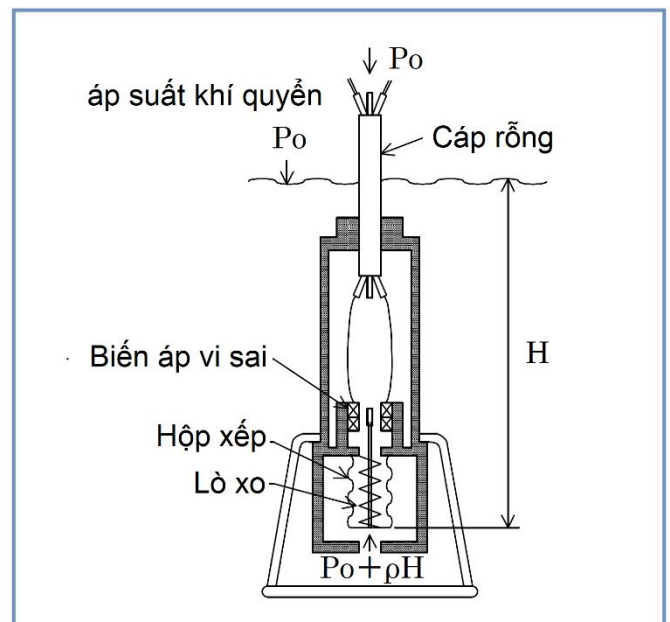
#### 3.2. Nguyên lý hoạt động

##### ► Nguyên lý đo mực nước đầu dò SL-180C

Nguyên lý hoạt động và cấu hình đầu dò mực nước SL-180C có thể được miêu tả đơn giản trong Hình 2 và Hình 3. Khi áp lực của áp suất cột áp tác dụng lên vật đàn hồi (hộp xếp và lò xo), chúng sẽ bị nén lại và biến dạng theo áp lực, và lực đàn hồi của chúng cân bằng tại một vị trí nhất định (không đổi), và độ chuyển dịch cơ khí của lõi (theo đường thẳng dọc theo trục trong cuộn dây) được chuyển đổi thành tín hiệu điện bằng một bộ biến áp vi sai, và truyền đến máy ghi.

Một sợi cáp rỗng đã được sử dụng để điều chỉnh cân bằng sự khác biệt giữa áp suất khí quyển (trên mặt nước) và áp suất cảm biến (ở trong nước)

Sản phẩm được đặt tên là “máy đo mực nước phương pháp đo áp suất đặt trong nước” (投込圧力式水位計, Submersion Level Detector), đây là *sản phẩm đầu tiên loại này* ở Nhật bản.



Hình 3 Sơ đồ nguyên lý đầu dò mực nước SL-180C

Trong Hình 3, định nghĩa các lượng vật lý như sau :

X : Độ chuyển dịch của hộp xếp

$P_0$  : Áp suất khí quyển

$\rho$  : Mật độ dung dịch (nước)

A : Diện tích chịu áp suất

K : Hằng số kết hợp của lò xo và hộp xếp

Thì áp suất cột nước (cột áp) P là

$$P = \rho H$$

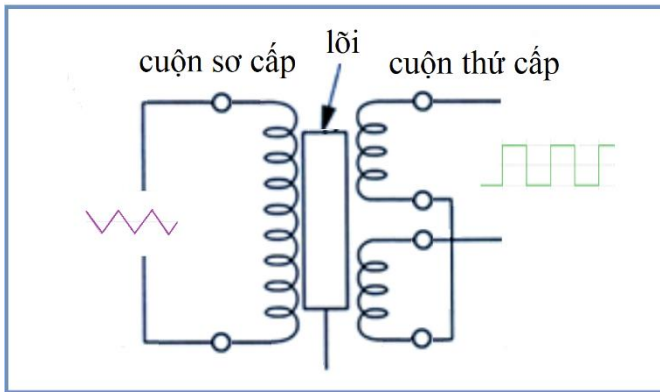
và có tương quan như sau :

$$(P_0 + \rho H) A = kX + P_0 A$$

Từ hai phương trình trên, tính được mực nước H

$$H = X (k / \rho A)$$

### ► Nguyên lý hoạt động của bộ biến áp vi sai



Hình 4 Sơ đồ nguyên lý hoạt động bộ biến áp vi sai dùng trong đầu dò mực nước SL-180C

### Bộ biến áp vi sai (DT: Differential Transformer)

thường được sử dụng như một cảm biến để đo dịch chuyển cơ học. Đó là một cảm biến đo độ dịch chuyển bằng cách sử dụng cảm ứng điện từ. Như trình bày trong Hình 4, bộ biến áp vi sai bao gồm một lõi, một cuộn dây sơ cấp và hai cuộn thứ cấp. Hai cuộn thứ cấp mắc nối tiếp nhau với các cực (đôi) ngược nhau, ở hai phía của cuộn dây sơ cấp, và một lõi chuyển động (dịch chuyển) theo đường thẳng dọc theo trục trong các cuộn dây. Khi đưa dòng điện với điện áp xác định vào cuộn sơ cấp, sẽ tạo ra trường

điện từ, theo định luật cảm ứng Faraday trường điện từ tạo ra dòng điện cảm ứng ở các cuộn thứ cấp.

Kích thích cuộn sơ cấp với một tín hiệu dòng điện sóng tam giác tần số không thay đổi, sẽ gây (tạo) ra một tín hiệu vi sai tỷ lệ (tương ứng) với vị trí lõi, ở đầu ra của hai cuộn thứ cấp.

Tín hiệu vi sai AC này được chỉnh lưu đồng bộ với tín hiệu kích thích (qua hộp nối dây hoặc bộ chuyển đổi) và lượng dịch chuyển được phát hiện dưới dạng điện áp DC.

### ► Đặc trưng của bộ biến áp vi sai

Đặc trưng của bộ biến áp vi sai là khả năng chống sét rất tốt so với các loại cảm biến đo mực nước khác, vì nếu xét về phương diện sử dụng linh kiện điện thì nó chủ yếu chỉ là dây dẫn điện, nên có sức chịu đựng điện áp và cường độ dòng điện rất lớn so với phương pháp bán dẫn.

## 3.3. Tính năng và Đặc trưng cảm biến đo mực nước SL-180C

### ► Đặc trưng của cảm biến SL-180C

Có thể dễ dàng đo mực nước của các hồ chứa, bể, đập, kênh thoát nước, cống, giếng lấy nước, cống thoát nước, bể chứa nước thải, sông, v.v.

Cảm biến đo mực nước có khả năng chống bùn và có khả năng chống sét rất tốt.

### Có các đặc trưng

1. Độ tin cậy cao, đo lường ổn định, độ chính xác cao  $\pm 0,2\%$ , tuổi thọ lâu dài. Thời gian bảo hành 5 năm
2. Có thể đáp ứng yêu cầu cung cấp loại cáp làm bằng vật liệu thân thiện với môi trường.
3. Thao tác dễ dàng, dễ cài đặt trong nước, dễ bảo trì và kiểm tra. Có thể tháo rời và sửa chữa tại chỗ.
4. Các mạch điện tử chính có trang bị sẵn mạch chống sét.

5. Chống nhiễu tốt. Bộ chuyển đổi được tích hợp với bộ cách ly Opto, như một biện pháp chống nhiễu, cách ly tín hiệu với các nguồn nhiễu qua Opto.

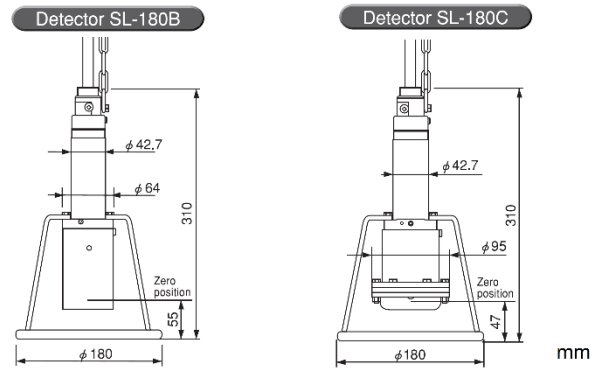
6. Biến áp vi sai có các đặc điểm sau:

(1) Rất có hiệu quả trong việc chống “nhiều điện” từ bên ngoài. Đặc biệt được thiết kế để chống “sét cảm ứng điện từ”, và tính năng không bị suy giảm do số lượng sét cảm ứng điện từ.

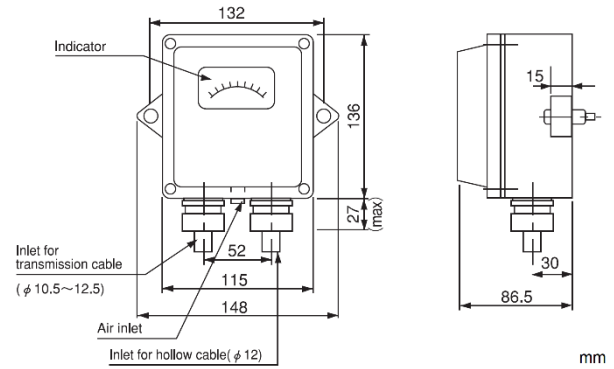
(2) Vì sử dụng phương pháp cảm ứng điện từ không tiếp xúc để phát hiện sự dịch chuyển của lõi, nên khả năng chống lại tác động cơ học (va đập) cao và có độ bền cao.

► **Thông số kỹ thuật của cảm biến SL-180C**

Hình 5 là ngoại hình, Hình 6 là sơ đồ kích thước, Bảng 1 là thông số kỹ thuật đầu dò mực nước SL-180B và SL-180C, Hình 7 là sơ đồ kích thước hộp nối mạch điện JB-483M.



Hình 6 Sơ đồ kích thước đầu dò mực nước SL-180B/C



Hình 7 Sơ đồ kích thước hộp nối mạch điện JB-483M



Hình 5 Ngoại hình đầu dò mực nước SL-180B và SL-180C (dùng trong môi trường nước thải)

Bảng 1 Thông số kỹ thuật SL-180B/C, JB-483M

Measuring range	Range selectable from 0 - 0.1 m to 0 - 40 m
Accuracy	±0.2% of span (±0.5% in the case of 0 - 0.8 m)
Temperature characteristic	±0.015%/°C of span (±0.05%/°C in the case of 0 - 0.8 m)
Operating temperature range	Detector : -10 to 50°C (no freezing allowed) Junction box : -5 to 60°C (Guaranteed Indicator operating range : 0 to 50°C)
Output signal	4 to 20mADC (2-wire type) Allowable load resistance : 390Ω (at power supply voltage 24V)
Allowable overload	3 m when maximum measurement value is 0.8 m or less 12 m when maximum measurement value is more than 0.8 m and up to 3 m 45 m when maximum measurement value is more than 3 m and up to 40 m
Lightning protection	10 kV (lightning protection circuits built in power supply and output sections)
Material	Detector : Type 316 stainless steel Junction box : SMC resin
Hollow cable	Outer diameter : 12 mm Jacket : heat-resistant vinyl sheath
Lifting chain	Wire diameter : 3 mm Material : Type 316 stainless steel
Weight	SL-180B Detector : approx. 2.5 kg SL-180C Detector : approx. 3.2 kg Junction box : approx. 0.9 kg
Power source	DC16.2 to 30V

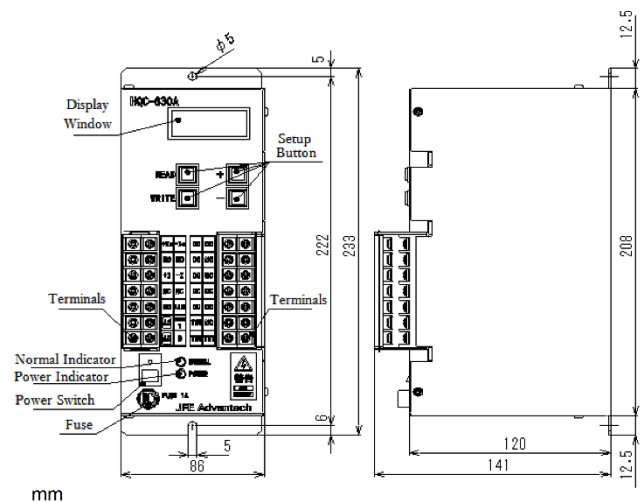


## 4. Đặc trưng bộ hoán chuyển mực nước / lưu lượng HQC-630A

- Bộ hoán chuyển mực nước / lưu lượng HQC-630A tích hợp mạch điện CPU, khả năng hoạt động như một máy tính, tín hiệu đầu vào (cột áp thủy lực) được tính toán ra lưu lượng theo các công thức tuân thủ tiêu chuẩn quốc tế ISO, JIS, v.v. Tất cả các cài đặt qua tương tác thân thiện vì vậy có thể thực hiện ngay lập tức tại hiện trường.
- Trang bị tất cả các chức năng cần thiết của một máy đo lưu lượng, có các đầu ra như lưu lượng tức thời và tổng lưu lượng, dưới hình thức tín hiệu analog 4-20 mA, tín hiệu xung (pulse) có thể được kết nối đến thiết bị bên ngoài. Ngoài ra còn có các chức năng như chọn lựa bộ lọc tín hiệu, v.v.
- Vì đầu dò mực nước sử dụng biến áp vi sai, hộp nối mạch điện và bộ chuyển đổi tích hợp mạch chống “sét cảm ứng điện từ”, nên khả năng chống “nhiều điện” từ bên ngoài rất tốt, đặc biệt được thiết kế để chống “sét cảm ứng điện từ” nên tính năng không bị suy giảm do số lần bị sét.



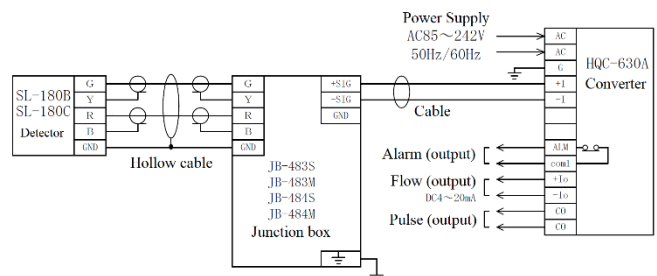
Hình 8 Ngoại hình bộ hoán chuyển HQC-630A



Hình 9 Sơ đồ kích thước bộ hoán chuyển HQC-630A

Bảng 2 Thông số kỹ thuật bộ hoán chuyển HQC-630A

Item	Weir Type	Parshall Flume
Measurement Range	MIN: 1.08 ~ 15.6m <sup>3</sup> /h MAX: 288 ~ 40260m <sup>3</sup> /h	MIN: 3 ~ 194m <sup>3</sup> /h MAX: 357 ~ 14220m <sup>3</sup> /h
Overall Accuracy	+0.6% of SPAN (Device only)	+0.6% of SPAN (Device only)
Type	Triangular weir, Rectangular weir, and Full Width Weir 90° Triangular weir (Strickland)	Parshall Flume (JIS B 7553)
Output	Current Output	DC4 ~ 20mA (Allowable load resistance 850Ω)
	Failure Output	No-power connection point signal (AC200V 1A max)
	Integrated Pulse Output	No-power connection point signal (AC200V 0.12A max) Pulse ON Time about 200ms (Choosable 50, 100, and 200ms)
Power	AC85 ~ 242V 50/60Hz DC21.6 ~ 26.4V (Fuse rating AC250V 1A φ5.2×20mm) About 6W	
Usable Temperature	Converter: 0 ~ 50°C	
Weight	Converter: Type HQC-630 □ About 1.3kg	



Hình 10 Sơ đồ kết nối tín hiệu bộ hoán chuyển HQC-630A

## 4.1. Công thức tính lưu lượng trong kênh hở phương pháp đập tràn

Bảng 3 Bảng tóm tắt công thức tính lưu lượng trong kênh hở phương pháp đập tràn

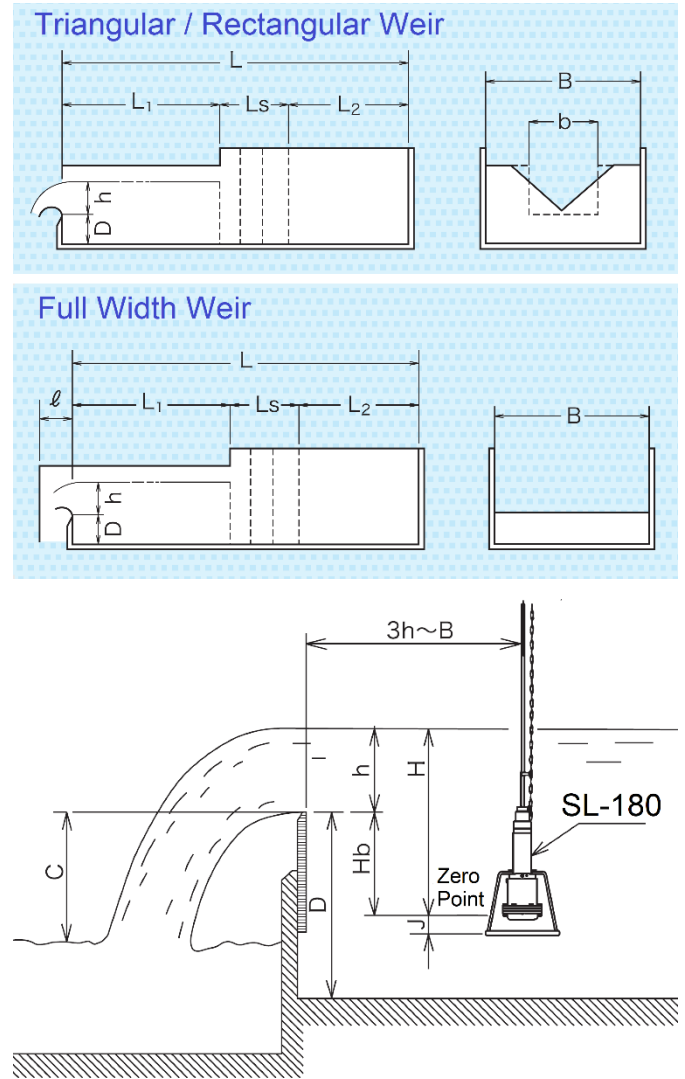
Phương pháp	Hình dạng	Công thức tính lưu lượng	Phạm vi áp dụng
Hình tam giác 60°		$Q = 0.577 K h^{3/2}$ $K = 83 + \frac{1.978}{B \cdot R_w^{1/2}}$ $R_w = \frac{0.1 h^{3/2}}{v}$	$B = 0.44 \sim 1.0 \text{ (m)}$ $h = 0.04 \sim 0.12 \text{ (m)}$ $D = 0.1 \sim 0.13 \text{ (m)}$
Hình tam giác 90°		$Q = K h^{3/2}$ $K = 81.2 + \frac{0.24}{h} + (8.4 + \frac{12}{\sqrt{D}}) (\frac{h}{B} - 0.09)^2$	$B = 0.5 \sim 1.2 \text{ (m)}$ $h = 0.07 \sim 0.26 \text{ (m)} < \frac{B}{3}$ $D = 0.1 \sim 0.75 \text{ (m)}$
Hình chữ nhật		$Q = K b h^{3/2}$ $K = 107.1 + \frac{0.177}{h} + 14.2 \frac{h}{D} - 25.7 \sqrt{\frac{B-D}{h}} + 2.04 \sqrt{\frac{B}{D}}$	$B = 0.5 \sim 6.3 \text{ (m)}$ $b = 0.15 \sim 5.0 \text{ (m)}$ $D = 0.15 \sim 3.5 \text{ (m)}$ $\frac{b}{B} \geq 0.06$ $h = 0.03 \sim 0.45 / \sqrt{b} \text{ (m)}$
Chiều rộng đáy đủ		$Q = K B h^{3/2}$ $K = 107.1 + \left( \frac{0.177}{h} + 14.2 \frac{h}{D} \right) (1 + \varepsilon)$ $\begin{cases} D \leq 1 : \varepsilon = 0 \\ D > 1 : \varepsilon = 0.55(D - 1) \end{cases}$	$B \geq 0.5 \text{ (m)}$ $D = 0.3 \sim 2.5 \text{ (m)}$ $h = 0.03 \sim D \text{ (m)} < 0.8 \text{ (m)}$ $h \leq B/4$

**Q** : Lưu lượng (m<sup>3</sup>/min)    **B** : Chiều rộng của kênh dẫn (m)  
**K** : Hệ số lưu lượng    **D** : Chiều cao từ đáy kênh đến đáy rãnh xả (m)  
**h** : Cột áp thủy lực (m)    **b** : Chiều rộng đo được của rãnh xả (m)

**Rw** : Hệ số Reynolds  
**v** : Hệ số nhớt động lực học (nước= 10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/sec)  
**ε** : Mục điều chỉnh

## 4.2. Các lưu ý khi thiết kế lưu lượng trong kênh hở phương pháp đập tràn

Bảng 4 Các lưu ý khi thiết kế lưu lượng trong kênh hở phương pháp đập tràn. (Đề nghị tham khảo JIS B 8302, v.v. để biết thêm chi tiết)



Weir type	L <sub>1</sub>	L <sub>s</sub>	L <sub>2</sub>
Triangular	> (B+2h)	Approx. (2h)	> (B+h)
Rectangular	> (B+3h)	Approx. (2h)	> (B+2h)
Full Width	> (B+5h)	Approx. (2h)	> (B+3h)

## 5. Kết luận

Phương pháp đập tràn là phương pháp đại biểu cho đo lưu lượng kênh hở, được sử dụng rộng rãi trong các công trình xử lý cấp thoát nước sinh hoạt, nông nghiệp, nước xử lý công nghiệp, suối, sông ngòi, hồ chứa, đập, v.v. Hệ thống đo lưu lượng kiểu đập tràn của hãng JFE Advantech với độ chính xác cao, hoạt động ổn định, hộp nối mạch điện, bộ hoán chuyển mực nước / lưu lượng HQC-630A có tích hợp hoàn bị mạch chống nhiễu và chống sét cảm ứng điện từ. Cảm biến đo mực nước SL-180C dễ dàng cài đặt và bảo trì, có khả năng chịu đựng được hoàn cảnh bùn lầy đã được đón nhận nồng hậu, sử dụng trong hầu hết các cơ quan quản lý, nhà máy xử lý nước thải các thành phố ở Nhật Bản, liên tục trong suốt chiều dài lịch sử hơn 60 năm qua vì hoạt động ổn định, bền bỉ lâu dài./.

2022/02/18