

# 雨とこの設計(2)

## 計算式による方法

■雨どいのサイズは工場、倉庫、学校、集合住宅等比較的長尺を必要とする場合は、次に述べる方法によって計算して下さい。

Q1: 落とし口1ヶ所あたりの屋根投影面積に相当する降雨量

Q2: 軒どいの排水量

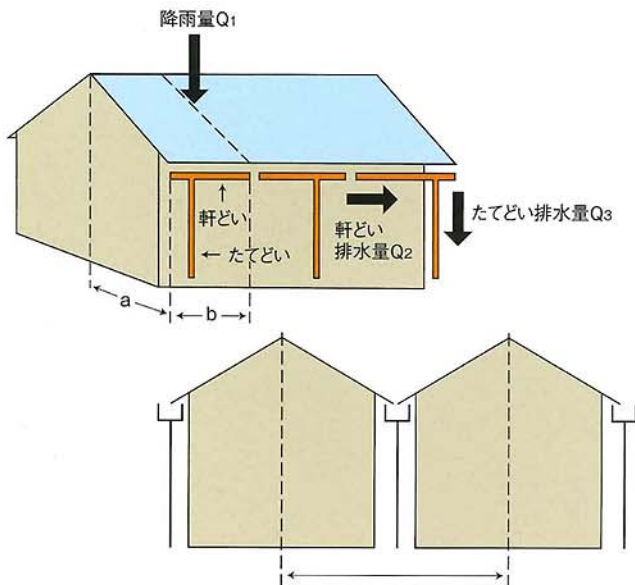
Q3: たてどいの排水量

下図の排水系統から  $Q_1 \leq Q_2$   
 $Q_1 \leq Q_3$  となる軒どい、たてどいを使用することが好ましい状態です。

### ■手順-1

まず、工事対象構造物について、以下の点を調べます。

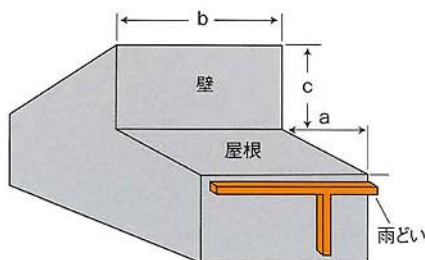
- ① 屋根の奥行きa(m)及び軒先長さを調べます。
- ② たてどいのスパン間隔b(m)を決めます。



### ■手順-2

1本のたてどいが受け持つ屋根投影面(A㎡)を求めます。

$$A = a \cdot b$$



### ●注意 壁面の影響

斜めに降る雨を壁全面に受ける場合、垂直面と30°の角度で雨が吹きつけるものとして、図のような場合のどいの受けもつ屋根投影面積Aは、 $A = (\text{壁の面積} \times 50\%) + (\text{屋根の面積}) = (b \times c \times 0.5) + (a \times b)$ として計算して下さい。

### ■手順-3

屋根面積Aに相当する降雨量(Q1㎡/s)を算出します。

落とし口1ヶ所あたり屋根投影面積についての降雨量Q1を求めます。

$$Q_1 = N \cdot f \cdot A$$

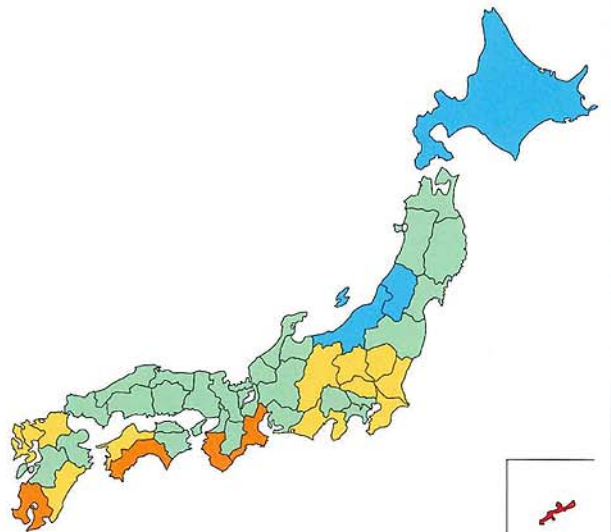
Q1: 降雨量(㎡/s)  
N: 降雨強度(m/s)  
A: 落とし口1ヶ所あたりの受け持つ屋根投影面積(㎡)  
f: 流出係数(f=1.0)

降雨強度(N)は単位時間あたりの雨量で、通常はmm/hrで表しますが、降雨量(Q1)の計算では、この単位をm/sに換算します。

(例) 160mm/hrをm/sに換算すると次の通りとなります。  
 $160 \div 1000 \div 3600 = 0.000044$  (m/s)

### ■地域別降雨強度

■	180mm/h(=5.0×10 <sup>-5</sup> m/s)
■	160 (=4.4×10 <sup>-5</sup> m/s)
■	140 (=3.9×10 <sup>-5</sup> m/s)
■	120 (=3.3×10 <sup>-5</sup> m/s)
■	100 (=2.8×10 <sup>-5</sup> m/s)



### ●計算例

降雨強度160mm/hの時の計算例にて説明します。

**Q** 屋根の軒先長さ10m、奥行き4mに降る降雨量は?

**A**  $Q_1 = N \cdot f \cdot A = 4.4 \times 10^{-5} \times 1.0 \times 10 \times 4 = 0.00176$  (㎡/s)

# 雨どいの設計(2)

## ■手順-4

軒どいの雨水排出流速( $V_1$  m/s)をクッターの開水路平均流速公式により算出します。

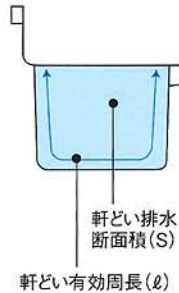
$$V_1 = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0.00155}{i}}{1 + (23 + \frac{0.00155}{i}) \cdot \frac{n}{\sqrt{m}}} \cdot \sqrt{m \cdot i}$$

n: 軒どい表面粗度係数(0.01)  
i: 軒どい水勾配  
m: 平均流体深さ(m)

ここで軒どい水勾配(i)は、水平勾配とする場合に  $i = \frac{1}{1,000}$  とします。

平均流体深さは、次の式により求めます。

$$m = \frac{\text{軒どい排水断面積}(S \cdot \text{m}^2)}{\text{軒どい有効周長}(\ell \cdot \text{m})}$$



## ●計算例

**Q** 軒どい×1を水勾配で取り付けけた時の雨水排水流速は?

**A** 軒どい×1について

排水断面積  $S=0.01035(\text{m}^2)$   
有効周長  $\ell=0.380(\text{m})$

$$m = \frac{S}{\ell} = 0.0273(\text{m})$$

$$V_1 = \frac{23 + \frac{1}{0.01} + \frac{0.00155}{0.001}}{1 + (23 + \frac{0.00155}{0.001}) \times \frac{0.01}{\sqrt{0.0273}}} \times \sqrt{0.0273 \times 0.001} = 0.262(\text{m/s})$$

## ■手順-5

軒どいの排出量( $Q_2$  m<sup>3</sup>/s)を算出します。

$$Q_2 = \frac{1}{K} \cdot S \cdot V_1 \quad \begin{array}{l} k: \text{流量安全係数}(1.5) \\ s: \text{軒どい排水断面積}(\text{m}^2) \end{array}$$

## ●計算例

**Q** 上記計算例から軒どい×1の排水量は?

$$Q_2 = \frac{1}{K} \cdot S \cdot V_1 = \frac{1}{1.5} \times 0.01035 \times 0.262 = 0.00181(\text{m}^3/\text{s})$$

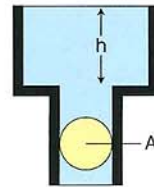
## ●注意 流量安全係数

流量安全係数=1.5とするのは、軒どいの底にゴミや土砂が溜まり、軒どい排水有効面積が減少する場合を考慮したためです。

## ■手順-6

たてどい排出量( $Q_3$  m<sup>3</sup>/s)をトリチェリーの定理により算出します。

$$Q_3 = C \cdot A' \cdot V_2 = C \cdot A' \cdot \sqrt{2gh}$$



C: 流量係数(0.6)  
A': たてどいの排水断面積(m<sup>2</sup>)  
g: 重力の加速度(9.8m/s<sup>2</sup>)  
h: 水頭(m)

## ●計算例

**Q** ×1からたてどいV-60で排水する時、たてどいの排水量は?

$$Q_3 = C \cdot A' \cdot \sqrt{2gh} = 0.6 \times 0.00347 \times 1.33 = 0.00277(\text{m}^3/\text{s})$$

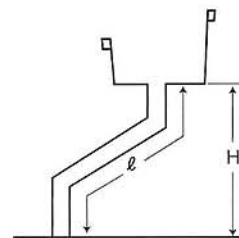
## ●注意 流量係数

流量係数=0.6とするのは、排水口で気泡やうすなどの発生による流量減少を考慮したためです。

## ■たてどいサイズの増大係数

たてどいの落差Hに比べて曲がりが多く、たてどい長さℓが長くなる場合には、たてどいの断面積を増大する必要があります。その場合の増大率は下表の通りです。

ℓ/H	1.0	1.5	2.0	3.0
増大率	1.0	1.2	1.3	1.6



## ■手順-7

$Q_1 \leq Q_2$   
 $Q_1 \leq Q_3$  となる軒どい、たてどいを選択します。

## ●計算例

**Q** 以上の計算から  $Q_1 \leq Q_2$   
 $Q_1 \leq Q_3$  になっているか判定すると?

$$Q_1 = 0.00176(\text{m}^3/\text{s})$$

$$Q_2 = 0.00181(\text{m}^3/\text{s})$$

$$Q_3 = 0.00277(\text{m}^3/\text{s})$$

より  $Q_1 \leq Q_2$   
 $Q_1 \leq Q_3$  が成立し、水勾配にて、軒どい×1、たてどいV-60の施工は適合します。