

# 討 議

土木學會誌 第十五卷第十號 昭和四年十月

## 下水管の雨水流下量に関する簡易公式

(第十五卷第六號所載)

會員 工學士 坂 田 時 和

水道六月號には故廣中一之君の「鐵筋混凝土管破碎試驗成績報告」といふ遺稿が載り、本誌第十五卷第六號には同じく「下水管の雨水流下量に関する簡易公式」といふのが載つて居る。假すに齡を以てせば、氏は必ずや幾多の業績をわが技術界並に學界に残されたであらうに、早く易養せられたのは實に遺憾の次第である。東京の不順な氣候は一度肺を患つた氏の健康に適しなかつた。單身東京へ出て來た當座私は氏夫妻には一方ならぬ世話になつたが、専門上の話になると、自信の強い氏は私に一顧だも與へてくれなかつた。雜誌の上でも草間博士や茂庭博士や米元學士の所説は時々引用せられたが、同じ問題に就いて論じて居る私は常に黙殺された。毎晩話し合つたが、話が専門上の事に入ると、氏の顔には先づ微苦笑が上る。

續いて顔面筋がかすかに顫える。これはもう頭から私の言ふ事などを排斥して居る證據なのである。私は氏の前に評價の乏しい自分ををかしみつゝも、毎晩定つて訪ねてくれる氏を待受けては夜の更けるのを知らずに議論を上下したのであつた。有りし夜の何とも言へずなつかしい氏の表情を思ひ浮べつゝ私はペンを執る。

廣中君は巧妙なる換算により下水管の雨水流集量を求むる簡易式として

$$Q = \frac{530 c F v^{0.5}}{(F+10)^{0.25}}$$

又は

$$Q = \frac{579 c F v^{0.6}}{(F+10)^{0.3}}$$

を與へ

我國に於てビュルクリー系實驗式の使用せらるゝ状態を見るに、其の結果は一般に合理式に比較し遙に小にして 1/2 又は 1/3 に相當する流下量を得る様信ぜらるゝも、著者の計算せる附表第四以下と合理式とを比較する時はかかる懸隔あるものに非ず。其の差は何割といふ範圍なることを知るべし。只これ迄我國に於て用ひられたる實驗式は  $r$  (最強降雨時に於ける毎秒、毎ヘクタールの降雨量を立にて表はしたるもの) の値としてチューリツホ市と同等、たとへば名古屋の 125 立、大阪市の 166.7 立を採用せる等は彼我の降雨の性質の差の明かならざる結果に非ざるかと潜越ながら尙に考ふる次第なり。

と言はれて居る。(429~430 頁)

私は工學研究第十八冊雜錄中「流量公式に就て」の中に、ワイスバッハ氏やレーノールズ氏の流速公式の係數中に  $V$  を含むのは面白くないと言つておいたが廣中君の式に就いても  $V$  を取入れたのはどうも面白くないと思ふ。 $V$  を除くと式は

$$Q = cF^n$$

といふ形になる。

ビュルクリー・チーグラール氏 (Bürkli-Ziegler) 公式は

$$Q = cR^4 \sqrt{\frac{G}{F}} \dots \dots \dots (1)$$

である。

$Q$  は下水管の一地點に於ける雨水流下量 (毎秒立方米)

$F$  は同地點より上流の流域面積 (ヘクタール)

$R$  は單位面積に對する雨水流下量 (毎ヘクタール, 毎秒リートル)

$c$  は排水地の建築の粗密其の他の地方狀況による係數

$G$  は排水地の平均勾配 (下水管はほど之れに従ふものとして)

因みに毎時間一耗の雨量は毎秒, 毎ヘクタールに付 2.78 リートルに當る。

獨逸のバウマイスター氏 (Baumeister) は,  $G$  があると不便だといふので式から省いて仕舞つた。

$$Q = \frac{cR}{\sqrt[3]{F}} \dots \dots \dots (2)$$

それ以來獨逸ではその  $G$  を省いた (2) 式を用ひて居る。其の外マクマス氏 (McMath) 公式といふのは

$$Q = cR \sqrt[5]{\frac{G}{F}} \dots \dots \dots (3)$$

であり, ブリックス氏 (Brix) 公式といふのは

$$Q = \frac{cR}{\sqrt[5]{F}} \dots \dots \dots (4)$$

であり, マイリツヒ氏 (Mairich) 公式といふのは

$$Q = \frac{cR}{\sqrt[4]{F}} \dots \dots \dots (5)$$

であり, 何れもビュルクリーが適するよりは勾配の急な土地に於て必要に應じて作られたものである。之れ等の式に於ては  $\frac{1}{\sqrt[n]{F}}$  なる數が自ら滯水係數となつて居り, 従つて之れ等

の諸式を滯水公式 (Verzögerungsformel) と呼ぶに差支ないのであるが、之れ等を直ちに他の土地に採用し難いことは無論である。

之れ等の式が滯水公式の性質を有する所以を此處に一通り述べて見たいと思ふ。雨水流集量は廣中君所説の通り最も一般的に

$$Q = ciF \dots \dots \dots (6)$$

なる形を有つて居る。

但し

$i$  は降雨強度 (毎ヘクタール, 毎秒リートル)

$c$  は地表状況により異なる値を有する流下係數

米國人は雨量觀測により上記降雨強度と降雨繼續時間との間に

$$i = \frac{a}{t+b} \dots \dots \dots (7)$$

なる法則が成立つことを發見した。合理法によれば、此の降雨繼續時間 ( $t$ ) は雨水湊流時間 ( $T$ ) に等しくなければならぬ。それで

$l$  を下水管の延長

$v$  を平均流速

$T$  を湊流時間 (time of concentration)

$t_1$  を流下時間

$t_2$  を流入時間にして普通 3~10 分 (inlet time)

とすれば

$$t = T = t_1 + t_2 = \frac{l}{v} + t_2$$

となる。 $t_2$  は排水地内の最も遠方の雨水が下水管に入る迄に要する時間である。排水地が小さい場合、大きくとも勾配が緩で草原であつたりする場合には無視することの出來ぬ數字であるといふので之れを取入れたのが廣中君の新式である。しかし私は之れを無視したい。結局は specialisation に行く氏と generalisation に終始する私の性格の相違であるが、無視しても差支ないと思ふのは、事實問題としては、下水管に於て湊流を生ずる降雨の前には大概小降雨があるのであり、又遠方よりの流れを無視すれば、面積は減じて、 $t$  が減ずると共に  $i$  は大きくなり、差は安全側になる。又無視出來ぬと主張する人があるなら、 $(F+10)^m$  の代りに  $F^m$  とすれば苦情はない筈である。それで私は

$$t = T = t_1$$

とする。 $t_1$  は排水地の形状等に關するが、式に作るならば、矢張氏の如く

$$t_1 = t = m\sqrt{F} \dots\dots\dots(8)$$

とでもするより外に途がない。(7), (8) 兩式の値を (6) 式に代用すれば

$$Q = \frac{ca}{m\sqrt{F} + b} \quad F = \frac{c}{1 + \frac{r}{\sqrt{F}}} \sqrt{F} \dots\dots\dots(9)$$

となり、バザン氏公式と同曲になるのは亦一奇ではないか。しかしそのバザン公式

$$Q = \frac{87}{1 + \frac{r}{\sqrt{R}}} \sqrt{RI}$$

も時代の進みには勝てず、指數公式に歩を譲らねばならなくなつた如く (9) 式も

$$Q = cF^m \dots\dots\dots(10)$$

とした方がよい。(7) 式の代りに對數式

$$i = \frac{a}{F^m} \dots\dots\dots(11)$$

を持つて來れば、一べんに (10) 式になつて仕舞ふ。(10) 式は上水道や排水工事やの本によく出て來るプリミテイヴな公式である。プリミテイヴであるけれど、各國の學者が一致する處には必ず相當の眞理がある。そしてこれは滯水の條件を考へたのであるから所謂合理式でなければならぬ。しかし合理的であるからと言つて問題が解決するわけではない。それどころか餘りに單純化して多くの因子を省いて仕舞つたために、一見したところでは非常に不合理にさへも見えるのである。しかし (10) 式に於て各地の降雨狀況並に地勢等により  $c$  や  $n$  を定めることは實に實驗科學に屬する。それは觀測の問題であり、プロバビリテイの問題であり、科學のオルガニゼーションの問題でさへもある。そしてあの實際的な米國が實驗科學の進むべき途を闡明してくれたのである。

ビュルクリー公式は適當な時期に適當な指導者によつてわが國へ移し植えられ、今なほ廣く行はれて居る。そして流域面積が大となるに従ひ過小の値を與へることは周知の事實であるが、手頃の都市では大した不都合を生ぜず、むしろ合理方法によるよりも結果に於て經濟的であるといふやうな觀があるのであるが、時代後れであることはかちかち山以上に時代後れである。

私は本稿を草するに當つてパーカー氏を参照した。初版 281 頁に (10) 式が載つて居る。しかし私の想は工學研究第六十三冊に「河川の最大洪水量に就て」をかく時に既に出來て居た。素より河川に適用するには不完全な式ではあるが場所々々に於て  $c$  を定むるに實驗科學を以てするならば大いに用ひ得べきことは、同冊にかいたフラー氏の研究が充分に之れを

立證して居ると思ふ。河川の最大洪水量に就いては、日本には久永博士の研究があるが、之れを紹介するには相當の紙數を要するから他日に譲ることにする。結局博士の研究方法は歐洲風のものとしては理を盡したものであるが、フーラー氏の米國風の方法も亦一つの進み方で決して輕視すべからざるものと思ふ。少くとも(10)式は理論の上に於て下水管と河川とを結付けるものである。(七月十三日稿)