

明の結果, 理論上, 実用上, 下限を 0 とし上限を有限値 g でおさえた下記の型が基本分布として最有効であることを知った。

$$\text{密度(分布)函数: } V(x) = \{\phi_0(\xi)/2\} d\xi/dx \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{粒度(累加)函数: } S(x) = \{1 + \phi_0(\xi)\}/2 \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{媒 変 量: } \xi = c \log(X/X_0), X = x/(g-x) \dots\dots\dots (3)$$

ここに ϕ_0 , ϕ_0 , はそれぞれ Gauss の誤差函数と誤差積分を表わす函数記号で, 常数 X_0 中の g , x_0 は上限値, 中央値を示し, c は x の標準偏差 $\text{str}(\log X)$ と $\sqrt{2} c = \{\text{str}(\log X)\}^{-1}$ の関係を持つ常数となつて, g , x_0 , c がこの場合の粒度特性値となる。人工的に過大, 過小粒径を捨て去つた後の自然土砂の粒度は, 当然ある基本分布の上, 下端部を切り落した Truncated Distribution (以下, T. D. と略記す) に従わねばならない。また自然土砂自体についても, 0 より大, g より小な実際の最小, 最大粒径が何等かの方法で把握されるならば, ある基本分布が過去のある年代における原土砂の粒度を示すものであつて, その後自然力によつて上, 下端部が切り落されたと仮定し, やはり T. D. を採用することができる。こうした基本分布としては, 従来の片限分布は適合上, また理想的の両限分布は實際上, とともに不充分であつて, 上記の分布が最適と考えられる。従つてその T. D. の場合には, 粒度特性値として基本分布に関する g , x_0 , c 以外に, 上, 下で切り落した限界値 d_u , d_l が新たな常数として入ってくるわけである。この場合に粒度函数は式 (2) の代りに次式となる。

$$S(x) = [\phi_0(\xi)]_{\xi_l}^{\xi_u} / [\phi_0(\xi)]_{\xi_l}^{\xi_u} \dots\dots\dots (2)'$$

ここに ξ_u , ξ_l は式 (3) の ξ で $x = d_u$, d_l とした値。

3. 推 定 法 この基本分布の 3 特性値を定めるには, 対数確率紙上で半図式計算法によるのが最良と考えられる。すなわちまず g 値を仮定して各ふるい目 x についての X を求め, 隣接ふるい目の 1 対の X 値の幾何平均をもつて真の真数代表変量 X とみなし, それぞれふるい分け残留百分率と組合わせてプロットしてゆく。こうして生じた全標本点が直線的に配列するまで g の仮定を繰返し, 最も満足すべき直線の傾斜から c を, また 50% 点から X_0 を定め, その場合の g 値とともに 3 特性値とすれば, ここに基本分布が推定されたことになる。こうした試算は慣れれば比較的容易であつて, また, もしふるい分け試験に一定系列のふるい目のみを用いる場合には, ただちに g が求まるような図表をあらかじめ用意しておくこともできる。

4. 積 率 いま, $K = (c \log e)^{-1}$ とおくと, 式 (2) の基本分布および式 (2)' の T. D. における $(-t)$ 次の負積率は, それぞれ式 (4), (4)' のようになる。

$$m(x^{-t}) = \int_0^g x^{-t} V(x) dx = \sum_{s=0}^t C_s g^{-t} X_0^{s-t} \exp\{(s-t)K/2\} = \sum_{s=0}^t A_s \dots\dots\dots (4)$$

$$m(x^{-t}) = \sum_{s=0}^t A_s R_{(t-s)} \quad R_t = [\phi_0(\xi_t)]_{\xi_l}^{\xi_u} / [\phi_0(\xi)]_{\xi_l}^{\xi_u} \left. \vphantom{\sum_{s=0}^t} \right\} \dots\dots\dots (4)'$$

$$\xi_{l,u} = \xi_u - (iK)/2, \quad \xi_{l,l} = \xi_l - (iK)/2$$

同様の方針で正積率も求めうるが, これらの積率値は種々の問題を究明するときに利用しうる。

次に Fair-Hatch 法の改良について説明する。

(1-21) 砂濾過床における空気の遊離現象について

正員 山梨大学工学部

巽

巖

砂濾過における空気の遊離の問題の解決の緒を得るため, 濾床中に発生する気泡の性質と発生条件を基礎的に究明し, 現象を実験的に追求した結果の一部の報告である。短時間内では水の温度も圧力も一定とみるならば, 水中溶存空気はその温度と圧力に応じて, その過剰分を遊離して (Henry の法則) 新気泡を形成すると同時に他方, 既成気泡の界面からも遊離してその気泡を膨らませる。自由に発生成長した気泡は球形をなし, その界面は凹面である。気泡が小なる間は内部の蒸気圧は小さいが, 大きくなると蒸気圧は大となる。故に気泡の成長の 2 要素は空気量の増加と蒸気圧の増加であるが, 後者の影響は微小である。すなわち負圧と比べると, 通常砂濾過作業に現われる水温と負圧の程度では, 気泡内の蒸気分圧は負圧の数% 以下に過ぎないのである。この程度ではそれ単独では外圧に抗して気泡を成長せしめることはできない。空気分圧については, 気泡の半径 r と空気分圧 p_a とは双曲線の関係にあつて, $r = 0.01 \sim 0.1 \text{ cm}$ 以上の大きさになると p_a は負圧と水面蒸気圧との差に接近して r は大きくなる。また負圧の増すにともない p_a は水圧低下量と同量だけ低下し, そのために r が大きくなる。

さらに一定の負圧下では水温の高いほど p_a は小さくなり、従つて r は大となる。負圧の進行が緩慢な時でも p_a の低下は緩慢となるが、しかしそれで気泡は生長し、また同程度の負圧でも季節的に気泡の大きさが異なり夏は冬に比して大きい。

遊離空気量は次式で平均的な量が求められる。

$$V_{tr} = K_t (1 - \gamma)$$

ここに、 γ : 負圧の大気圧に対する比、 K_t : $t^\circ\text{C}$ における空気の水に対する溶解係数、 V_{tr} : 水温 $t^\circ\text{C}$ 、負圧/大気圧 = γ の時の空気遊離量 (cm^3)

実際の場合には時間の経過にともない、負圧の大きさやその発生範囲の変動あるいは温度の時間的变化等によつて精確な空気量の算定は困難である。空気遊離の状況とそれによつて起る濾床内の現象について実験装置(径 3.5 cm のガラス円筒および断面 25×25 cm、深さ 150 cm の 2 種の実験用濾過装置)をもつて行つた結果を総合すると次のごとくである。

1. 気泡の発生成長は水温の影響を敏感に受け、水温の変化により消長しつつ負圧の進行に応じる。
2. 気泡の発生成長の場所は負圧領域を主とし、砂粒の粗なる所、膠状汚泥物質の少ない所、気温の高い側に気泡が多いようである。
3. 常態では濾床中の小気泡が単独に上昇することは困難で、発生箇所で成長し、合体して上昇する。
4. 上昇した気泡は砂面の閉塞の最も密な表層部の直下に集合して大きい浮力を生ずるに至る。
5. 空気の放出を起すと砂面の穿孔と、表層部の広面積の水平方向の亀裂開口によつて、汚染が深部に侵入する。
6. 遊離した空気の必ずしも全部が放出するとは限らない。
7. 気泡の発生成長は砂粒の物理的性質や空隙状態の影響を受ける。
8. 濾過膠状物質は気泡の発生成長を抑える傾向があるようである。
9. 砂層中の圧力状態によつては、負水頭に入つたからとてただちに負圧を生じて気泡を発生するものとは限らない。
10. 濾過の中絶により気泡によつて増加した損失水頭が回復することもあるようである。
11. 遊離空気以外に濾床中に潜入する空気塊が異常水圧によつて、砂層中を気泡となつて上昇すると、その面に沿うて汚染が深部に侵入する危険がある。

なお本研究は昭 27 年度文部省科学研究助成金によつたものである。

(1—22) 給水栓の凍結について

正員 北海道大学工学部 林 猛 雄

北海道の上水道は例外なく不凍給水栓あるいは耐寒給水栓を使用しているにもかかわらず、毎冬相当数の凍結事故を引起し、ことに今年(1953) 1~2 月のごとき例外的な連続寒気に見舞われると、1 日に数百ないし数千の凍結事故を起し、開栓凍結、閉栓凍結そのいずれとしても、各家庭の不便、不衛生かつ不愉快はもちろん莫大な水量の浪費、施設の破壊を繰返している。

不凍給水栓には種々の型式があるが、札幌市にて使用する給水栓のごとく Venturitube 応用のものが大部分であり、その原理は(図—1 参照)、閉栓の際揚水管内に残留する水を下部に貯え、これを開栓の際 Venturi-tube を利用して外部に吸出するのであり、吸込口より空気を吸込み放出水に白濁を生ずるに至つて閉栓すれば、凍結面上に常に静水なく不凍である。北海道の各河川表流水の温度は冬期 1~2 月ほとんど $0.5 \sim -0.5^\circ\text{C}$ であり、また上水道水のごとき純良な水はほとんど -1°C 以下の過冷却を生ぜず、忠実に 0.0°C 以下の温度にて凍結し、換言すれば河川表流水を水源とする場合の水温は埋設深、土質及びその含水量、管種、管径、距離、水圧等諸種の影響を受けるが、途中ほとんど加熱されることなく配水管中に入り、給水管により放出されるもので、水自身きわめて凍りやすい状態におかれており、これに補助的の諸条件が加われば不凍給水栓にても凍結し、反対に凍りやすい水温を上昇させれば、不凍給水栓でなくとも凍結の害を避け得る。それで著者は上水道凍結に関する研究の一部として、札幌市上水道に属し、しかも条件きわめて悪く毎年凍結事故を起している 1 家庭の給水栓につき諸種の水温、気温の測定を試みた。

これ等の結論として給水栓凍結の害を避けるには次の諸項に注意すべきである。