

III-9

V字型断面内における土圧の分布について

京大工業教員養成所 正員 大同淳之
御所工高 正員・山口勝弘

1. まえがき

この研究は、峡谷に堆積した土砂内の応力分布をしらべたものである。峡谷に堆積した土砂は、降雨による透水によって、荷重が増す一方含水量の増加によって、自身の抵抗の低下を招く。土石流の発生の予測あるいは、発生後の資料の検討に、堆積層内の土の応力状態を知る事が必要となる。堆積物が液状に近い所では、圧力は深さに比例するが、堆積物が液状から固くなるにしたがって深さに比例しなくなる。峡谷の形状がV字型であると、この影響は直立壁のときに比してかなり大きいと推定される。

2. 実験装置

実験タンクはV字型の頂点をヒンジにして交角を $60^\circ, 90^\circ, 120^\circ$ の三種に於て測定できるもので長さ 2 m 、斜面長 1.2 m の鋼板である。使用した砂は敦賀海岸より得られたもので、比重 $G_s = 2.679$ 、平均粒径 $d_m = 0.47\text{ mm}$ 。粒径加積曲線は図-1の通りである。このタンク中に砂を充てんし、タンク中の土圧分布を共和電業製のカールソン土圧計にて測定した。これは土圧によるダイヤフラムの微小変位をストレインゲージで検出するもので、受圧板の直径 7 cm 、土圧計の直径 10 cm 、厚さ 2 cm の精密測定用の土圧計である。

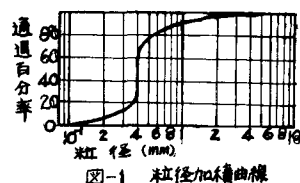


図-1 粒径加積曲線

3. 実験結果及び考察

図に示すようなV字型の水路で、底面および側面に働く力の釣合について考える。 $ABBA'$ で示される高さ dy の部分に作用する y 方向の力の割合は次の如くなる。

$$(p + dp)(F + dF) + w_s dV = PF + 2R_n S \sin \theta + 2T_n \cos \theta \quad (1)$$

ここに P は下面 AB に、 $p + dp$ は上面 $A'B'$ に作用する力、 F は下面 AB 、 $F + dF$ は上面 $A'B'$ の面積、 w_s は土砂の重量、 dV は高さ dy の部分の体積、 R_n は側壁に垂直に働く力、 T_n は側壁のマサツによるせん断応力、 S は側面 BB' 及び AA' の面積、 θ は側壁の傾斜角である。(1)式を整理し、微少量の項を省略し、奥行に単位長を考えると

$$\frac{P}{y} + \frac{dP}{dy} + w_s = \frac{R_n}{y} + \frac{T_n}{y} \cot \theta \quad (2)$$

R_n は次の如く置ける。

$$R_n = P \sin^2 \theta + R_x \cos^2 \theta \quad (3)$$

今 $R_x = K_p p$ (4) とすると(3)式は

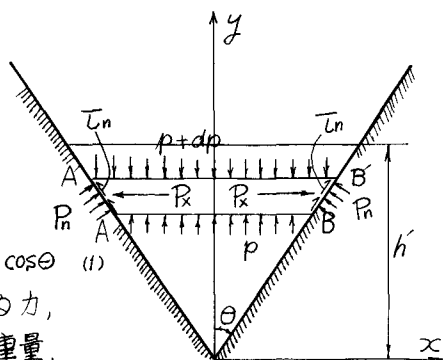


図-2

$$P_n = P(\sin^2\theta + K_p \cos^2\theta) \quad (5)$$

ニニに K_p は受動土圧係数で $K_p = \frac{1+\sin\phi}{1-\sin\phi}$ である。ニニに ϕ は内部摩擦角である。
又 $T_n = C'P_n$ (6) とする。ニニに C' はマサツ係数である。(2)(4)(5)(6)式より

$$\frac{dP}{dy} + w_s = C \frac{P}{y} \quad (7)$$

$$\text{となる。ニニに } C = (\sin^2\theta + K_p \cos^2\theta)(1 + e' \cot\theta) - 1 \quad (8)$$

である。(7)式の微分方程式を解いて $y = h'$ で $p = 0$ とすると

$$C \neq 1 \quad p = \frac{w_s h'}{C-1} \left(\frac{y}{h'} \right) \left\{ 1 - \left(\frac{y}{h'} \right)^{C-1} \right\} \quad (9)$$

$$C = 1 \quad p = w_s h' \left(\frac{y}{h'} \right) \log_e \left(\frac{y}{h'} \right)$$

C の値は 0 から ∞ の範囲で変化するものと考えられ、ほとんど液体に近い時は $C=0$, $K_p=0$ で、深さに比例し、壁面のマサツが増すにしたがって C の値が増し、圧力が頂点において 0 となるような分布を示す。図-3 はその土圧分布を示す。

理論式 (9) による p の決定方法

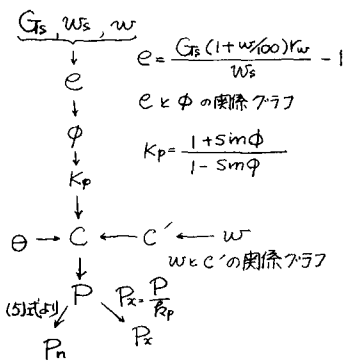


図-4

図-4 は (9) 式による p, P_x, P_n の決定方法を図で表したものである。ニニに r_w は水の単位量で $r_w = 1 \text{ g/cm}^3$ e は向キ比, w は含水比である。

高さ h' , 単位重量 w_s , 含水比 w , 側壁の傾斜角 θ を変化させて、そのときの土圧を測った一例は図-5, である。

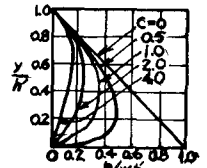


図-3

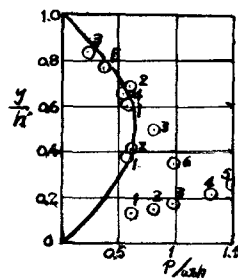


図-5

- 1-at a load to height $h' = 80.8 \text{ cm}$
- 2-at a load to height $h' = 71.9 \text{ cm}$
- 3-at a load to height $h' = 59.4 \text{ cm}$
- 4-at a load to height $h' = 45.7 \text{ cm}$
- 5-at a load to height $h' = 38.5 \text{ cm}$
- 6-at a load to height $h' = 30.1 \text{ cm}$

図-5 は傾斜角 $\theta = 45^\circ$, 含水比 1.87%, 単位重量 1.58 g/cm^3 で、壁面に土圧計を取りつけたものである。

この図より理論式と y/h' がいさく

なるに従って一般に大きくなり、 C に y/h' の項が入ってくる事も考える。その他の状態における実験結果は発表当日に報告する予定である。

最後に適切な御指導をたまわった久保田敬一教授に深く感謝するとともに、この研究は昭和39年度試験研究費の補助を受けたことを記して感謝の意を表する。