

1. まえがき

近年、各地で地下埋設管の施工が従来になく盛んに行なわれている。これらの施工法には、地盤構成、施工場所の環境によって、土留め矢板工法や推進工法、その他の工法がありながらも、土留め矢板工法は、埋設管布設に当って地方公共関係では、主要な工法になっている。本施工法を軟弱地盤に適用すると、矢板根入れ部が従来の計算方法によると、一般に大きくなる。このような根入れ長さの大きい矢板を工事完了後に引きぬくと、埋設管本体の不等沈下や、地表面沈下などが大きくなり、施々の障害をきたす場合がある。このような面から矢板根入れ長さを極力短くすることが要求される。そこで筆者等は、図-1に示す根入れ長さ、 $l_0 \geq B$ なる条件の場合に受働破壊面を仮定し、この矢板根入れ部の抵抗土圧の算定式を求めこれを用いて、掘削中、掘削深さなどの条件を変えた場合の根入れ長さに関する計算を行なったので報告する。

2. 抵抗土圧の算定式(その1)

矢板根入れ部の破壊面と作用力を図-2に示し、つぎの仮定をもうけて、抵抗土圧の算定式を求める。

①根入れ部の破壊面を図-2に示すbc面とする。②力は作用力の釣合により根入れ部抵抗土圧 R_0 と三角形abc部分の土の重量 W と、破壊面bcの反力 R が釣合っているものとする。③ R はbc面の垂直成分 N と接線成分 T の二つの力に分けて考える。④矢板と土の摩擦力は安全側を考慮無視する。破壊面bcでは、モールクーロンの破壊関数が適用できるので、 $T = N \tan \phi + CL$ (1)となる。ここに ϕ は土のせん断抵抗角、 C は土の粘着力、 L は破壊面の長さ($L = B\sqrt{\alpha^2 + 1}$)、また作用力の釣合から、 $\frac{R_0}{2} - \frac{B}{2}N + W = 0$ (2) $\frac{R_0}{2}T + \frac{R}{2}N - R = 0$ (3)となる。土の単位体積重量を γ として、(1)(2)(3)式を連立に解けば R_0 は次式となる。

$$R_0 = \frac{1}{1 - \alpha \tan \phi} \left[CB(\alpha^2 + 1) + \frac{rB^2}{2} \alpha (\alpha + \tan \phi) \right] \quad (4)$$

3. 抵抗土圧の算定式(その2)

矢板根入れ部の破壊面と作用力を図-3に示し、つぎの仮定をもうけて、抵抗土圧の算定式を求める。

①根入れ部の破壊面を、bcd面とする。なおbd面は矢板先端から45°に傾斜した破壊面とする。②抵抗土圧 P は R_1 と R_2 にわけて考える。③力は作用力の釣合により R_1 , W_1 , R_2 が釣合、 R_2 , W_2 , R_1 が釣合のものとする。④bcd面とcd面に作用する R_1 , R_2 は垂直成分と接線成分の二つにそれぞれ、 N_1 , T_1 と N_2 , T_2 に分けて考える。⑤矢板と土の摩擦力は無視する。ここで、 $W_1 = \frac{rB^2}{2}(\alpha - \frac{1}{4})$, $W_2 = \frac{rB^2}{4}(\alpha - \frac{1}{2})$ である。

1) bf部分の抵抗土圧 R_1

破壊面bdでは、モールクーロンの破壊関数より $T_1 = N_1 \tan \phi + CL_1$ (5)

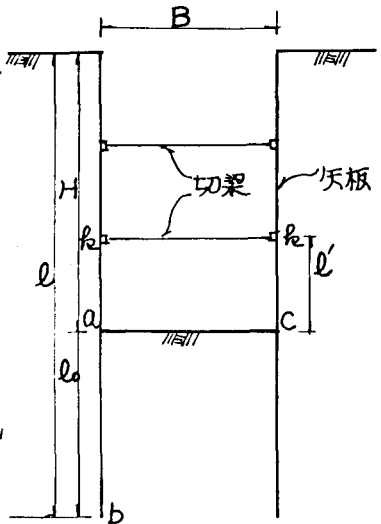


図-1

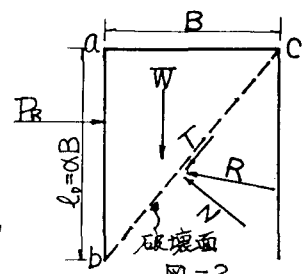


図-2

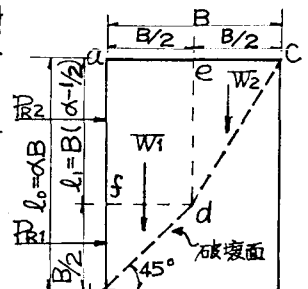


図-3

L_1 は破壊面の長さ($L_1 = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot B$)となり、作用力の釣合より $\frac{1}{\sqrt{2}} \cdot T_1 - \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot N_1 + W_1 = 0$ (6)
 $\frac{1}{\sqrt{2}} \cdot T_1 + \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot N_1 - P_{R1} = 0$ (7) となる。(5)(6)(7)を連立に解けば、次式となる。

$$P_{R1} = \frac{1}{1 - \tan \phi} \left[cB + \frac{TB^2}{2} \left(\alpha - \frac{1}{4} \right) (1 + \tan \phi) \right] \quad (8)$$

2) af部分の抵抗土圧 P_{R2}

破壊面cdでは、モルグーロンの破壊理論より $T_2 = N_2 \tan \phi + cL_2$ (9) ここで、 L_2 は破壊面の長さ
 $(L_2 = B\sqrt{\alpha^2 - \alpha + 1/2})$ また、作用力の釣合から、 $\frac{1}{\sqrt{2}} \cdot T_2 - \frac{B}{\sqrt{2}} \cdot N_2 + W_2 = 0$ (10)
 $\frac{B}{\sqrt{2}} \cdot T_2 + \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot N_2 - P_{R2} = 0$ (11) となる。(9)(10)(11)式を連立に解けば、次式となる。

$$P_{R2} = \frac{1}{2\{1 - (2\alpha - 1)\tan \phi\}} \left[CB\{2\alpha - 1\}^2 + 1 \right] + \frac{TB^2}{4} (2\alpha - 1)\{2\alpha - 1 + \tan \phi\} \quad (12)$$

3) 全抵抗土圧 P_R

P_R は(8)式(12)式から $P_R = P_{R1} + P_{R2}$ (13) で求められる。

4. 抵抗土圧 P_R , a点, b点の土圧強度 P_{R1}, P_{R2} , 作用点 d_R , および抵抗モーメント M_R .

抵抗土圧は、図-4に示すよう矢根入れ部a,bに台形分布すると仮定すれば、 P_{R1}, P_{R2}, d_R, M_R は、つぎようになる。

$$P_{R1} = 2C \tan(45^\circ + \phi/2) \quad (14)$$

$$P_{R2} = 2\{P_{R1} \alpha B - c \tan(45^\circ + \phi/2)\} \quad (15)$$

$$d_R = \alpha B \{2 - \alpha B C \frac{P_{R1}}{P_R} \cdot \tan(45^\circ + \phi/2)\} + l' \quad (16)$$

$$M_R = P_R \times d_R \quad (17)$$

5. 作用土圧 P_B , 点, b点の土圧強度 P_{B1}, P_{B2} , および作用モーメント M_B .

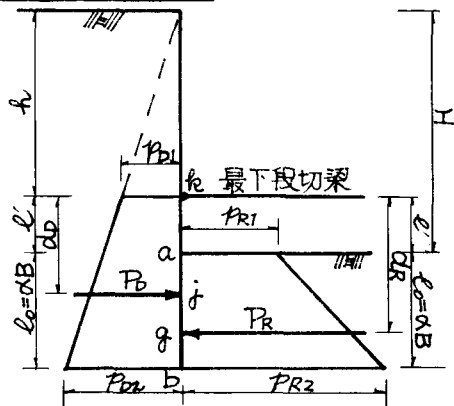
$P_{B1}, P_{B2}, P_B, d_B, M_B$ は、図-4を参照し、つぎようになる。

$$P_{B1} = T h \tan^2(45^\circ - \phi/2) - 2C \tan(45^\circ - \phi/2) \quad (18)$$

$$P_{B2} = P_{B1} + T(l' + \alpha B) \tan^2(45^\circ - \phi/2) \quad (19)$$

$$P_B = 1/2 (l' + \alpha B) (P_{B1} + P_{B2}) \quad (20)$$

$$M_B = P_B \times d_B \quad (22)$$



$$d_B = \frac{(l' + \alpha B)}{3} \cdot \left(\frac{2 \frac{P_{B2}}{P_{B1}} + 1}{\left(\frac{P_{B2}}{P_{B1}} + 1 \right)} \right) \quad (21)$$

6. 根入れ長さ計算結果のまとめ

根入れ長さは $l_0 = \alpha B$ で与えたので、図-5, 図-6, 図-7に α と土の粘着力 C の関係を、土のせん断抵抗角 ϕ をパラメータにして示した。これらの図から根入れ長さ l_0 を求めることができる。ただしこの図は、抵抗土圧の算定式(その1)(4)式を用いた場合である。(4)式は算定式(その2)(13)式より安全側の根入れ長を与える。

これらの図から、せん断抵抗角 ϕ が土留天板の根入れ長 l_0 を決める場合には大きく影響することがわかる。よ、てこのような目的の土質調査では、粘着力 C に加えてせん断抵抗角 ϕ も精度よく知ることが大切であろう。

