

擁壁に作用する豪雨時の土圧

名古屋大学工学部土圧研究施設 正会員 市原 松平
〃 〃 〇 伊藤 文隆

1. まえがき 豪雨時に雨水が擁壁背面から流出する場合、擁壁背面では水圧はゼロとなるが、浸透水の影響により土圧が増大するであろうことは、誰もが想像できることである。しかし、今までこの場合の土圧の算定は、土中への浸透による水圧を見積ることが難かいために、行なわれないうままになっていた。そこで筆者らは、次の2点について試みた結果を述べることにする。まず最初に、すべり線上の浸透による水圧が求められるように、等ポテンシャル線を求めた。次に、力の釣合条件にこの水圧を組み込むことにより、土圧を求めてこれを土圧係数で表わした。そしてこの結果と、浸透水のない場合の土圧係数とを比較した。

2. 緩和法 今回は一般的な地形（地表面傾斜角 β 、および壁背面の傾角 α がゼロでない場合）についても適用し得る緩和法について述べることにする。緩和法は変分法の思想に基づく一種の逐次近似による数値計算法で、1935年 R. Southwell が初めて実用化して以来発展した。計算値の収束を速くするために、逐次加速緩和法 (S.O.R.) を採用した。以下実際の計算において注意すべき点について述べる。1) S.O.R. を適用するには加速係数 ω が必要であるが、これは次式を用いた。

$$\omega = 4\alpha_0, \quad \alpha_0 = (2 - \sqrt{4 - \epsilon^2}) / \epsilon^2,$$

$$\epsilon = \cos(\pi/p) + \cos(\pi/q)$$

ここに、 p, q はそれぞれ x, y 方向の分割数である。 p, q は最大80分割までとった。 ω は p, q の値により一義的に決まり、 $1.5 < \omega < 2.0$ となる。2) 分割数は始めから大きな数をとらず、粗い分割から細かい分割へと変えるのが最良と思われる。次に、計算領域については大きくとる程真の値に近づくが、あまり大きくとるのは不経済である。実用計算には、盛土と擁壁の高さを合わせたものより2~4倍大きければ適當である。3) 境界値に関しては、緩和法では擁壁の背面および盛土の地表面以外の境界では、すべて不透水性地盤となっているとして解く。初期値については、 x, y 方向にそれぞれ独立した1次および2次関数を代入してみた。

3. 等ポテンシャル線 ここでは次の2つの場合の地形条件について考える。不透水性地盤との境界面が、擁壁背面の下端から水平にのびてい

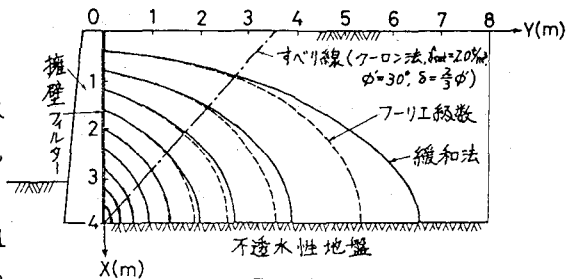


図-1

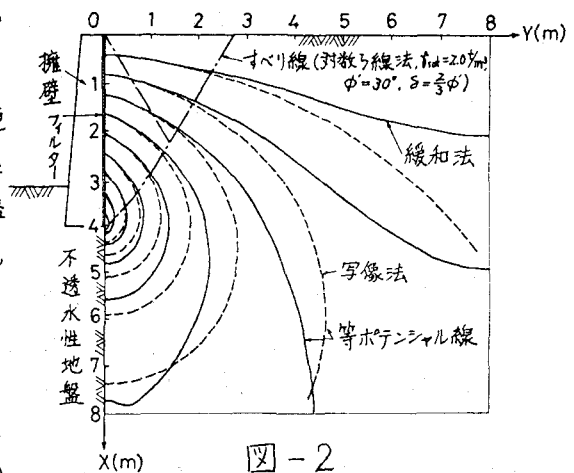


図-2

る場合をType-2として図-1, 3に示し、擁壁背面の下端から鉛直下方にのびている場合をType-3として図-2, 4に示す。図-1はH. Grayにより、フーリエ級数を用いて解かれた等ポテンシャル線(破線)と、緩和法によるもの(実線)とを比較したものである。両者の方法によって計算された土圧はほとんど一致し、その差は1%程度である。図-2は等角写像法により解いた等ポテンシャル線(破線)と、緩和法によるもの(実線)とを比較したものである。両者の方法による土圧の差は大きく約2%である。この程度の差であれば、緩和法による近似解が他の条件の場合でも十分適用できると思われる。

4. 浸透による水压分布および土圧係数 図-3, 4はそれぞれType-2, 3の場合における、 $\beta=30^\circ$, $\alpha_1=-10^\circ$ なる地形条件のときの緩和法による等ポテンシャル線および浸透による水压分布を示したものである。クーロン法による釣合式で、この水压成分を考慮することにより、増大した土圧が求まる。豪雨時の土圧係数を K_{AW} 、浸透水のない場合の土圧係数を K_A として比較して表わすと、表-1のようになる。ただし、 K_A , K_{AW} は次式で示される。

$$K_A = 2 P_A \cos \alpha_1 \cos \delta / \gamma_{sat} H^2$$

$$K_{AW} = 2 P_{AW} \cos \alpha_1 \cos \delta / \gamma_{sat} H^2$$

ここに、 P_A および P_{AW} は土圧合力であり、 δ は壁摩擦角、 γ_{sat} は飽和土の単位体積重量、 H は壁高である。このような地形条件では K_{AW}/K_A は2倍以上にもなり、浸透水による影響がかなり大きいと考えられる。

5. 結び (1)ここに示した緩和法によれば、一般的な地形条件においても等ポテンシャル線を求めることができる。(2)この緩和法により求めた水压分布を、クーロン法による釣合式に組込むことにより、土圧合力の算定ができ、さらに土圧係数が求められる。従って図-3, 4に示したような、擁壁の壁頂よりさらに高く盛土される場合には、浸透水による影響はかなり大きく、このような地形条件での土圧算定を可能にしたことの意義は大きい。なおこの研究は、昭和52年度自然災害特別研究(2)によった。

<参考文献> 理工学のための緩和法入門, 正野重方著, 朝倉書店, 1963年。

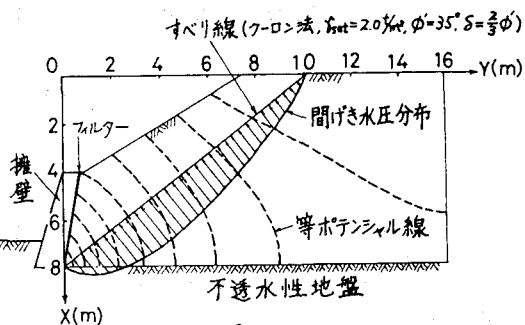


図-3

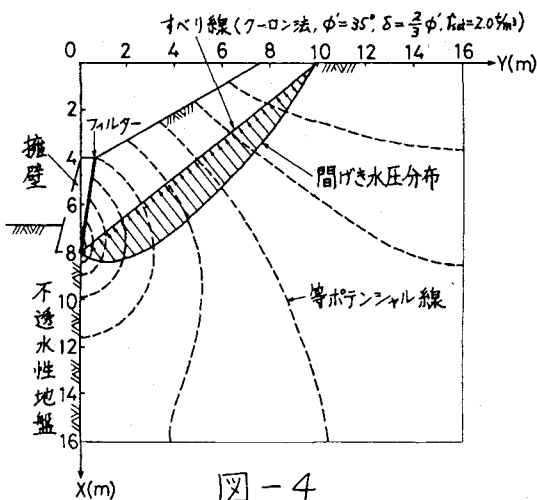


図-4

ϕ	No	WITH SEEPAGE			
	SEEPAGE	TYPE-2		TYPE-3	
	K_A	K_{AW}	K_{AW}/K_A	K_A	K_{AW}/K_A
32.5°	0.345	0.785	2.28	0.778	2.26
35.0°	0.277	0.703	2.54	0.698	2.52
37.5°	0.223	0.628	2.82	0.625	2.80
40.0°	0.182	0.561	3.08	0.559	3.07
42.5°	0.149	0.500	3.36	0.500	3.36

表-1