

豊橋技術科学大学

正会員 河邑 眞

初級山工業高等専門学校

正会員 市原松平

名古屋大学

正会員 松澤 宏

1. まえがき

壁の背面が傾斜し、また裏込め土砂の面が水平面に対して傾斜したような、一般によく見られる擁壁に作用する豪雨時の主働土圧に関する研究は理論および実験の両面において少ない。この理由の一つに、上述の幾何学的条件に対して、裏込め土中の浸透流の解を解析的に求められないことがある。筆者らはこれに着目し、豪雨時に裏込め表面から流入し、擁壁背後の排水層に向かって流れる浸透流の速度ポテンシャルを数値解析によって求め、豪雨時主働土圧を算定する方法を開発した。さらに、大型砂槽を用いて裏込め土中に浸透流を発生させた主働土圧実験を行った結果、豪雨時主働土圧の実験値は筆者らが開発した算定法による値によく合致することが確かめられた²⁾。ここでは、筆者らの開発した算定法による豪雨時主働土圧の値と、設計によく用いられるテルツァギーとベックによる主働土圧³⁾との比較を行い、テルツァギーとベックの設計土圧は裏込め土中の浸透流の影響をどの程度考慮したものに对应するかについて考察を行う。

2. 豪雨時主働土圧の算定方法¹⁾

図-1(a)に示すように、 $r = r_0 e^{-u \tan \phi}$ で与えられる全域対数線からなるすべり面、裏込め土砂の面ならびに壁面で区分されるすべり土塊を考え、後述する間げき水圧 p_w をすべり面に付加して豪雨時主働土圧の合力 P_{Aw} を求める。この P_{Aw} はすべり土塊の重さ W 、すべり面に作用する間げき水圧 p_w による極のまわりの回転モーメントの釣合より求められる。

すべり面に作用する間げき水圧 p_w は、裏込め土中の各点における速度ポテンシャルを逐次微分法によって求めておき、次式に示す関係より求めた。

$$h = \frac{W}{k} = \frac{p_w}{r_w} + H - x \quad (1)$$

ここに、 h は裏込め土中の任意の点における水頭であり、 $H - x$ は壁底を基準とした位置水頭である。

壁高 H_w に対する盛土高さ H_s の比 H_s/H_w と土圧係数 K_{Aw} の関係の一例を示すと、図-1(b)のようになる。この図は $\alpha_1 = -10^\circ$ 、 $\beta = 20^\circ$ 、 $\gamma_{sat} = 20 \text{ kN/m}^3$ として計算したものである。 K_{Aw} と P_{Aw} の関係は次式で与えられる。

$$P_{Aw} = \gamma_{sat} H_w^2 K_{Aw} / (2 \cos \alpha_1 \cos \delta) \quad (2)$$

また、この例は図中に示した不透水層の位置が異なる3つのタイプについて計算したものである。 K_{Aw} の値は H_s/H_w とともに増加し、Type C の K_{Aw} は Type A、Type B に比べて小さい。さらに、ここに示された例では、浸透流の影響により主働土圧の大きさは最大で2.4倍となっている。

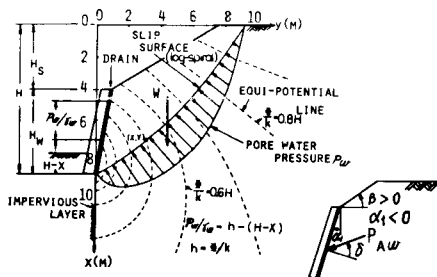


Fig. 1 (a)

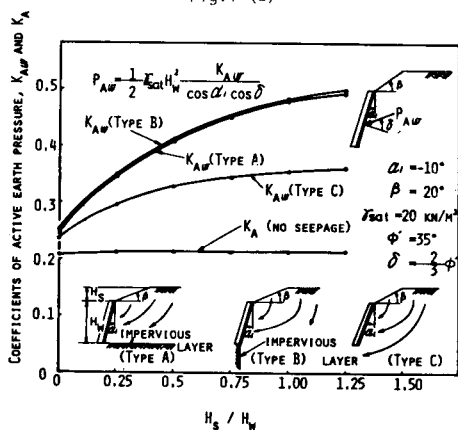


Fig. 1 (b)

このように浸透流の影響により、主働土圧が増加することは筆者らにより実験的にも検証されている。²⁾

3. テルツァギーとペックの設計土圧との比較

テルツァギーとペックがきれいな砂まには砂利からなる地表面傾角 $\beta = 30^\circ$ の地盤に対して示した水平土圧係数 K_h から求めた土圧合力 P_H と、図中に示す H_1 と H_2 の比 H_1/H_2 との関係を図-2 に破線で示した。なお水平土圧合力 P_H と K_h との間には次式の関係がある。

$$P_H = (\gamma \cdot K_h \cdot H_2^2) / 2 \quad (3)$$

K_h の算定根拠は示されていないが、裏込め土をよく締め固めた擁壁背後の水はその前面に排出するという重要事項を考えると、裏込め土としては内部摩擦角 $\phi' = 40^\circ$ 、壁摩擦角 $\delta = (2\phi')/3$ 、単位体積重量 $\gamma_{sat} = 20 \text{ kN/m}^3$ 、排水条件としては図-1 (6) の Type C が妥当であると考えられる。また、擁壁背面の鉛直面に対する傾角 α_1 の値も示されていないが、筆者らの計算によれば α_1 を 10° から 30° まで変化させても α_1 が P_H に及ぼす影響はあまり大きくない。したがって、ここでは $\alpha_1 = 20^\circ$ の場合を示した。

テルツァギーとペックによる設計土圧と筆者らの算定による豪雨時主働土圧には次のような差がある。すなわち、テルツァギーとペックは土中の鉛直面に作用する土圧を与えているのに対して、筆者らは壁面に作用する土圧を与えている。したがって、両者の比較にあたっては、両者の水平成分の割合を考え、壁面土圧合力 P_{Aw} をテルツァギーとペックが用いた土中の鉛直面に作用する土圧合力 P_{Hw} に換算して表わした。また、筆者らは盛土高さ H_s と壁高 H_w の比 H_s/H_w を用いているのに対して、テルツァギーとペックは図-2 に示す H_1 と H_2 の比 H_1/H_2 を用いている。したがって、次のような関係を用いて換算を行った。

$$\left. \begin{aligned} H_2 &= H_w (1 + \tan \alpha_1 \tan \beta) \\ H_1 &= H_s - H_w \tan \alpha_1 \tan \beta \\ \frac{H_1}{H_2} &= \frac{1}{1 + \tan \alpha_1 \tan \beta} \left(\frac{H_s}{H_w} - \tan \alpha_1 \tan \beta \right) \end{aligned} \right\} (4)$$

図-2 の実線は上述した計算条件を用いて計算した壁面土圧合力 P_{Aw} を土中の鉛直面に作用する土圧合力に換算したものである。ここに、 P_{Hw} は浸透流がある場合、 P_H は浸透流の影響を考慮しない場合である。

図-2 の一点鎖線は、浸透流による土圧合力の増分量すなわち浸透流を考慮した場合としない場合の土圧合力の差 $(P_{Hw} - P_H)$ の $\frac{2}{3}$ を P_H に加えたものである。この図から、一点鎖線と破線で表わされる土圧合力の値は良い対応を示していることがわかる。

したがって、テルツァギーとペックがきれいな砂まには砂利に対して示した設計土圧は、浸透流による土圧合力の増分の $\frac{2}{3}$ 程度を考慮したものに対応することがわかった。

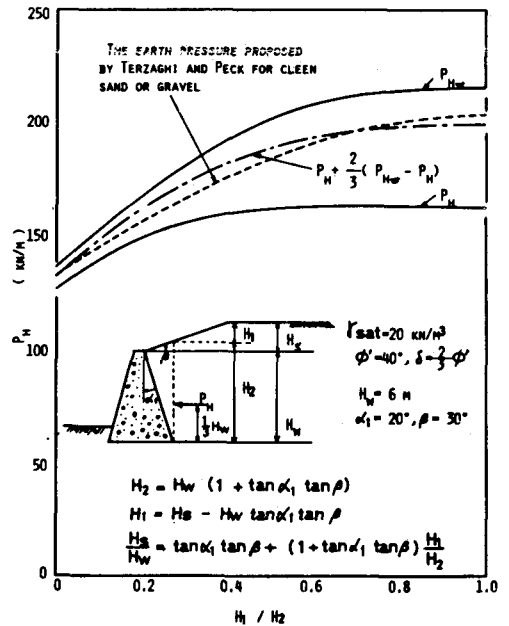


Fig. 2

(参考文献) 1) 市原松平・河邑眞・伊藤文雄：豪雨時の主働土圧の算定，土木学会論文報告集，295号，1980，pp.65-79.

2) 河邑眞・松澤宏・竹内利彦：裏込め土中の浸透流を考慮した主働土圧算定，土木学会第35周年次講演会梗概集，1980年，pp.382-383.

3) Terzaghi and Peck : Soil Mechanics in Engineering Practice, 1948, p.317.