

名古屋大学 正員 松澤 宏
 名古屋大学 正員 河邑 眞
 名古屋大学 学生員 〇竹内 利彦

1. まえがき 擁壁の倒壊事故は暴雨時に多発している。このような場合に、擁壁が倒壊に至るまでのメカニズムは複雑であるが、その主な原因としては、含水量の増加による土の自重の増加、裏込め土中の浸透流による間ゲキ水圧の発生、排水不良による地下水位の形成または上昇、すべり面に沿うせん断抵抗の低下などが考えられる。裏込め土中の浸透流が主動土圧に及ぼす影響に関する理論的研究はいくつか見られるが^{1),2),3)}、実験的研究は行われていない。筆者らは、この影響を定量的に調べるために、裏込め砂が気乾状態の場合、および裏込め地表面から壁背後の排水層へ向かう定常浸透流がある場合、の2通りについて主動土圧実験を行なった。

2. 実験概要 実験には、幅100cm、長さ200cm、深さ75cmの砂槽を用いた。この砂槽の長手方向の一端は、土圧を計測する可動壁となっている。裏込めの状態は、図-1に示すようにした。可動壁背後の排水層には、粒径5~10mmのレキを用い、裏込め砂として、豊浦標準砂を棒状バイブレーターで締め固めつつ填充した。

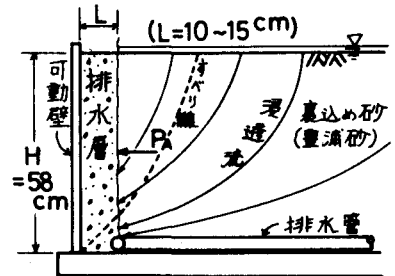


図-1

その後、可動壁に変位を与えつつ、土圧合力($P \cos \delta$)、合力の相対着点(h/H)、壁摩擦係数($\tan \delta$)を計測した。なお、排水層への裏込め砂の流入を防止するために、排水層背面に開き目74 μ の金網をゆるみをもたせて挿入した⁴⁾。また、浸透流がある場合の実験では、裏込め土の填充時に、砂槽内の水中で砂を攪拌して脱気を務め、裏込め填充後に地表面から水を供給しつつ、排水層からの排水を行ない、土圧が安定する状態を待って可動壁を変位させた。

さらにこの実験では、裏込め砂中の数ヶ所に「ピエゾメーター」を据えつけて、孔内水位を観測すると同時に、裏込め地表面よりウォーターフルー溶液にて流線を描かせた。今回の実験では、気乾状態における排水層および裏込め砂の γ_d は、それぞれ1.50 g/cm³、および1.58 g/cm³、浸透流がある場合の実験では、それぞれ1.55 g/cm³、1.59 g/cm³であった。

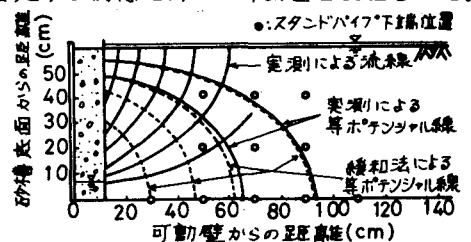


図-2

3. 実験結果と考察

(1) 裏込め砂中の浸透流: ピエゾメーター内の水位と流線の観測結果から、図-2に示すような流線網が得られた。実測値から求めた裏込め砂が飽和状態であると仮定して求めた⁵⁾ 2本の等ポテンシャル線と、緩和法による計算値との間に大差はない。したがって、裏込め砂中には、かなり飽和に近い定常浸透流が発生していたと考えられる。

(2) 塑性平衡状態の認定: 壁が変位すると $P \cos \delta$, h/H , $\tan \delta$

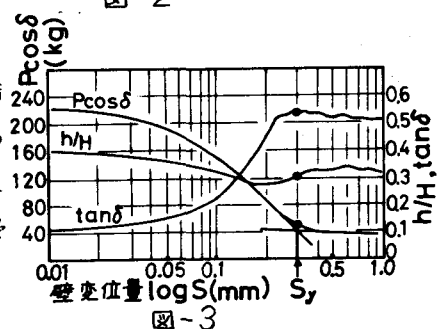


図-3

は、図-3のように変化した。この研究では、図-3に示した壁の変位に依る $P\cos\delta$ の変化を、2本の直線で近似し、それらの交点の変位量 S_y の位置で裏込め土が塑性平衡状態に移行したと考えている。この S_y と、排水層の厚さ L と、それぞれ壁高 H で除した S_y/H と L/H の関係を図-4に示した。これによると、浸透流のある場合は気乾状態の場合に比較して、幾分少ない変位量で塑性平衡状態へ移行することがわかる。

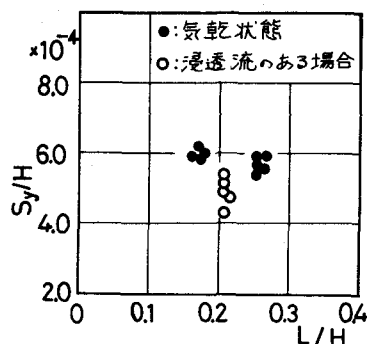


図-4

(3) 水平方向の主働土圧： 図-5に塑性平衡状態の $P\cos\delta_y$ を L/H に対して示した。図中の計算値は、市原の方法⁵⁾によった。ただし、浸透流のある場合は、排水層背面に作用する土圧は $\delta=0^\circ$ と考え、全域対数S線によるすべり面を用いて、浸透水の影響を考慮した土圧算定法³⁾にもとづいた。ここでは、補足実験より排水層は $\varphi=40^\circ$ 、裏込め砂は $\varphi=42^\circ$ とした。また、単位体積重量は、2で述べた実測値を、可動壁における壁摩擦角は後述する実測値を用いた。図-5より、気乾状態の場合の計算値は実測値とよく合致しているが、浸透流のある場合の計算値は実測値よりも5%程度大きい値となっている。この差は、裏込め砂中に存在し得るわずかな見かけの粘着力などによると考えられる。なお、浸透流がある場合における $P\cos\delta_y$ の実測値より、排水層背面に作用する土圧合力 P_A (図-1) を逆算し、これを土圧係数に直すと、平均で $K_A=0.219$ となり、Rankineの土圧係数0.198と比較して、約10%高い値であった。この差は、おそらく浸透流によるものと考えられる。

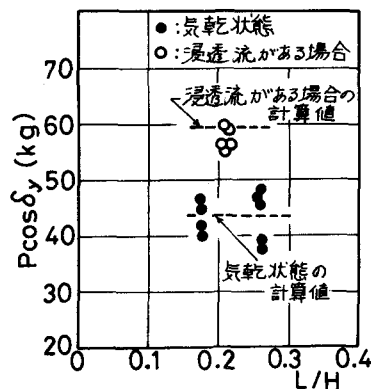


図-5

(4) 相対着力点及び壁摩擦係数： 塑性平衡状態における h/H_y を L/H に対して示したのが図-6である。この図より、浸透流がある場合と気乾状態の場合とで、 h/H_y にほとんど差がなく、バラツキはあるが、壁面に沿う土圧分布は水圧分布に近いと考えられる。

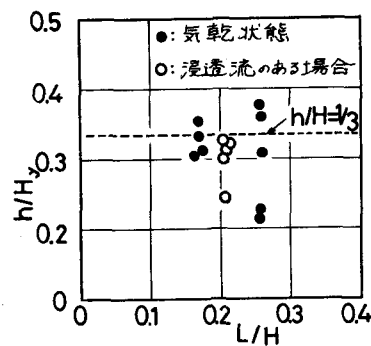


図-6

また、図-7は塑性平衡状態の $\tan\delta_y$ を L/H に対して示している。この図より、浸透流のある場合の方が $\tan\delta_y$ の値は幾分か小さかったことがわかる。

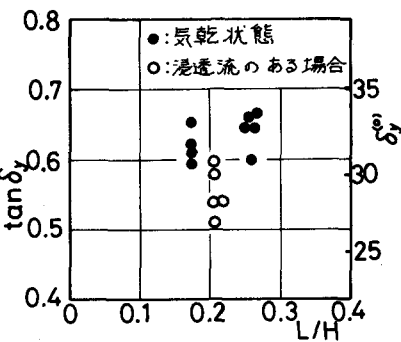


図-7

なお、この実験の一部は、文部省科学研究費 奨励研究により行われた。ここに感謝の意を表す。

参考文献 1) Terzaghi, K: THEORETICAL SOIL MECHANICS, John Wiley and Sons, 1943, pp.247~251.

2) Gray, H.: "Contribution to the analysis of seepage effects in backfills", Geotechnique, Vol.8, NO.4, 1958

3) 河邑, 市原: "各種排水条件における豪雨時主働土圧係数", 土木学会第34回年次学術講演会講演概要集第3巻, 昭和54年10月。

4) 市原, 松沢, 平: "裏込め土中に粗石がある場合の擁壁に作用する土圧について", 土木学会中部支部研究発表会講演概要集, 昭和54年2月。

5) 土質工学会編: 土と基礎の設計法, 1961, pp.139~142