

饱和土中的断裂的简化分析方法

鲁晓兵 矫宾田 王淑云

(中国科学院力学所工程科学部, 北京 100080)

在地震或其他动载荷作用后, 坡地上的砂层常常发生侧向变形甚至滑坡。如果砂层是多层的, 则可能在其液化后产生断裂(水层), 该断层给液化后的坡地失效提供了滑动面。Seed 为了解释地震后的滑坡现象, 最早提出了包含一层不透水地层的砂土中可能产生水层的观点。前人研究表明, 液化是断裂起始和发展的必要条件。而且当砂层中有一水平粉砂层时, 断裂将在该层出现。我们提出一种断层(或水层)厚度的简化分析方法。并将由该方法得到的结果与 Kobusho 的实验结果进行了对比, 发现当同时考虑自重固结和固化区渗透系数以及侧壁摩擦时, 所得结果与实验结果最为相近。

当沉降颗粒到达固体材料时, 如到达下面的非液化层或实验中的固壁, 将逐渐堆积起来形成一个随时间增加的固化区。固化区前锋向上移动, 直到到达表面, 或非液化覆盖层时, 固化过程停止。当颗粒固化后, 骨架还会由于自重作用而固结。如果渗透性小时, 超孔隙水压不会随固化区的增加而立即耗散。对于实际工程中的中等固结系数的土, 在固化区内的孔隙水压力的耗散较立即全部耗散的情况有延迟。经过分析得到: 固化区厚度增加的速度为

$$\frac{\Delta z}{\Delta t} = \frac{k\rho'}{\rho_w} \left/ \left(\frac{n_0 - n_1}{1 - n_1} + \frac{1 - n_1}{1 - n_0} \frac{\rho' g}{m_s} z \right) \right. \quad (1)$$

达到任一位置所需要的时间为:

$$t = \frac{\rho_w}{k\rho'} \left(\frac{n_0 - n_1}{1 - n_1} z + \frac{1}{2} \frac{1 - n_1}{1 - n_0} \frac{\rho' g}{m_s} z^2 \right) \quad (2)$$

其中 $\rho' = \rho_s - \rho_w$ 为液化土的浮容重, n_1 是液化区土的孔隙率, n_2 是固化区土的孔隙率, k 为渗透率, z 为坐标, 方向为垂直向上。

从与实验结果的对比可以看出(图1), 只考虑固化情况时的结果与实际情况相差较大, 最大厚度较实际的小很多, 且闭合时间较实验结果快得多。同时考虑侧壁摩擦、固结和渗透系数的影响时, 结果与实际情况接近。

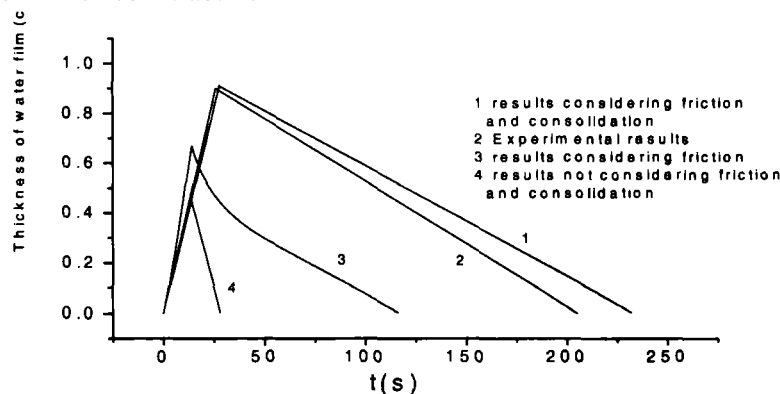


图1 断层扩展和闭合过程及与实验结果的对比