

黄土地区震害预测研究的新进展

我国黄土以西北地区最为发育,其面积达63.5万平方公里,素有“西北黄土高原”之称。黄土在地震作用下具有特别敏感的效应,其震害也比别的地区更为严重。我们结合城市地震小区划工作,在黄土场地进行现场和室内的动力特性的测试和实验研究,并利用黄土显微结构对其震害现象做了初步分析。

宏观特征 由海原、西吉等处地震的震害现象可发现:滑坡具有崩塌性质,滑坡土体呈粉碎性破坏,滑坡的分布具有区域规律,一般以六盘山为界,东轻西重,可见滑坡是受黄土土质因素的直接影晌。西吉地震震中烈度只有七度,其形成的大规模滑坡、崩塌则是土质影响的明显例征。

黄土显微结构特征的静动力学反映 六盘山以西大都是强湿陷性的大孔性黄土,且为粒状架接结构。这种结构的黄土颗粒传力刚度好,集粒显刚性。它是显示脆性破坏的基本因素。刚性颗粒之间直接以点接触的形式连接,因接触面积很小,应力特别集中,极易受外力破坏。这种连接的力反映土体强度的加固凝聚力。所谓架空孔隙是土颗粒的排列围成大孔隙,这好比悬空围成的项链,链上每一个环节是土“珠子”因而稳定性极差,在一个大孔隙周围的链上,任一节“珠子”脱离接触掉入大孔隙时,都可引起连锁反应,促使大孔隙周围的整体结构全面崩塌,表现在宏观现象上就是突然的大幅度沉陷、滑坡或崩塌。

在静力三轴仪的固结实验中,应力-应变曲线说明,当压力室围压小于 $0.7\text{kg}/\text{cm}^2$ 时,曲线有明显的峰值点,结构呈脆性破坏;当压力室围压大于 $0.7\text{kg}/\text{cm}^2$ 时,曲线无明显的峰值点,说明土体原结构已经破坏,在大于加固凝聚力的固结压力作用下形成新的结构,土的柔性增加强度相应有所提高。用动三轴仪进行动力特性实验时也有明显的规律性。主要表现有两点:1)黄土的动弹性模量小。试样应变控制在 5×10^{-3} 时最大模量为 $1000\text{kg}/\text{cm}^2$,最小则仅为 $220\text{kg}/\text{cm}^2$,该数值与干燥的细砂或饱和的细砂模量值相近,可见其强度甚低;2)在动变形试验得出的应力-应变关系曲线中看出当施加于试样上的动应力大致达到 $0.5\text{kg}/\text{cm}^2$ 时,变形急剧增大直至破坏。在宏观条件下该类黄土场地上当遭到 $0.5\text{kg}/\text{cm}^2$ 的地震力袭击时,有可能因突然的大幅度沉降或斜坡的失稳而产生震崩效应。

震崩效应机理的初步探讨 震崩效应是特定结构的黄土在地震动荷载作用下的突然破坏。大孔性黄土的孔隙直径远大于其颗粒直径。有人曾对孔隙度为53%左右的黄土作过估算:假定土颗粒为粒径均等的圆球并按正方体形状排列,土粒间的中心距大小于土颗粒的直径。可见大孔性黄土所以能成为稳定的地层是由于土颗粒互相依一定的方式连接排列形成大孔隙的架空结构才得以支撑。具备这一特征的黄土在受一定地震力作用时结构破坏,土颗粒掉入大孔隙重新排列的瞬间,振动还在继续,因天然湿度较低,颗粒及其盐晶等胶结物还来不及固结。这与饱和砂土的液化很相似。可以想象斜坡上的黄土经过这样的破坏过程而达悬浮状态的粉砂已无强度可言,因而在重力作用下突然下滑,形成土体呈粉碎性破坏的地震滑坡。

(兰州地震研究所张振中)