

嘉陵江上游浅层滑塌型泥石流初探

李爱弟

(中国科学院兰州冰川冻土研究所)

嘉陵江上游位于秦岭南坡(属于长江水系),海拔一般在1,100—2,200米。气候湿润,森林植被茂密,山地浅层滑塌比较发育。1981年8月21日,该流域普遍暴发了不同类型的浅层滑塌型泥石流,给当地的厂矿、交通、城乡和人民生命财产造成极大的损失,使山地生态系统遭受不同程度的破坏。1983—1984年,我们对嘉陵江上游宝成铁路沿线浅层滑塌型泥石流进行了重点调查,其特征简述如下。

一、浅层滑塌型泥石流的分布及其形成条件

嘉陵江上游浅层滑塌主要分布于黄牛铺至略阳区间(其中包括甘肃徽县和两当县的东部地区),长约120公里。其中从黄牛铺至双石铺区间比较典型。据初步统计,全长约45公里,坡面各种类型的滑塌体达1万多处,在山坡的中部、底部和冲沟的边坡上,呈连续成片分布。这种浅层滑塌分布范围广,如安河流域,长约20公里,坡面大小滑塌体有1,000多处;凤州公社的水架沟,沟内两侧宽5—15米,长2公里,滑塌体断断续续延伸长1—1.5公里。纵观全区,浅层滑塌具有量小数多,分布集中,成群发育,破坏力强的特点。

浅层滑塌的形成较为复杂,其发生频率和分布规律取决于降雨分布、地形条件、岩性和人类活动,特别是受山区暴雨和植物覆盖状况的直接控制。

浅层滑塌型泥石流的形成,除受区域自然条件控制外,还与不合理的人类经济活动有关。据调查,从黄牛铺至略阳一带的山坡坡面,成林树砍光,陡坡耕地、开渠引水和放牧活动严重,致使山坡面坛坎纵横,到雨季,坡面排水不好,促进了滑塌的形成。特别是铁路和公路两侧切坡过陡,坡上部土石层多悬空,长期处于不稳定状况,极易形成浅层滑塌型泥石流。

二、浅层滑塌型泥石流形成机制

浅层滑塌是一种较复杂的物理地质现象,其形成与土体结构、土层含水量的变化及土质抗剪强度密切相关,其特征如下:

(一) 土石层特征

浅层滑塌形成于山坡表层,可见厚度为50—100厘米,岩性组成单一。据调查,可划分为黄土层和碎石层两种:

1、黄土层剖面特征。黄土层多见于油房沟至双石铺一带(属凤州公社境内),据人工开挖剖面测量,厚度一般在80—120厘米。

凤州水架沟剖面。该剖面宽1米,厚度约120厘米,坡面植被由灌丛和草皮混合生长。剖面特征自上而下:

(1)棕色森林土壤层。厚度约50厘米,土质松散,有腐烂变质味,植物根系发育,土体具有团粒结构,多呈蜂窝状,在50厘米处有一层钙质结核,粒径一般为8厘米以下,湿度大。

(2)浅黄色土壤层。厚度约25厘米,土质较密实,植物根系不发育,仅有少量毛细根,局部有少许碎石,多是砂岩,直径一般为3—5厘米。

(3)黄土层。厚度约45厘米,土质密实,无根系发育,土体中夹有砂岩碎石,多风化物,手捻即碎,呈黄色和灰白色,局部有少量次生黄土。

2、碎石土层剖面特征。碎石土层从黄牛铺至略阳分布较为普遍,剖面人工开挖,厚度一般在60厘米,如

油房沟东坡剖面。坡面生长着灌丛。该剖面宽100厘米,厚度约50厘米,其剖面特征自上而下:

(1)棕色森林碎石土壤层。厚度一般为10—15厘米,土质松散,植物根系发育,具有团粒结构,空隙之间多显不规则蜂窝状,土层中夹有花岗岩碎石块,直径在3厘米以下,透水性较好。

(2)碎石土层,厚度约35厘米,土质和碎石混合一起,植物根系发育,碎石多为花岗岩和闪长岩,直径一般在10厘米以下,大者约在15—20厘米。

(二)土的物理力学性质特征

在野外,我们根据现有的量测手段,对土层不同深度含水量的变化和抗剪强度进行了测试,并做了初步分析。

1、土层不同深度天然含水量变化及其特征。我们选择了6个点,量测了土层不同深度天然含水量的变化过程(图1)。这些点选自不同的地形部位上,含水量的大小有一定差异。从图中看出,从每条含水量曲线变化过程中,由上至下50—60厘米处,含水量变化突出,平均为25.8%,成为含水量变化过程中的转折点。由此可已确定为隔水层,即为滑塌体滑动面的下限。

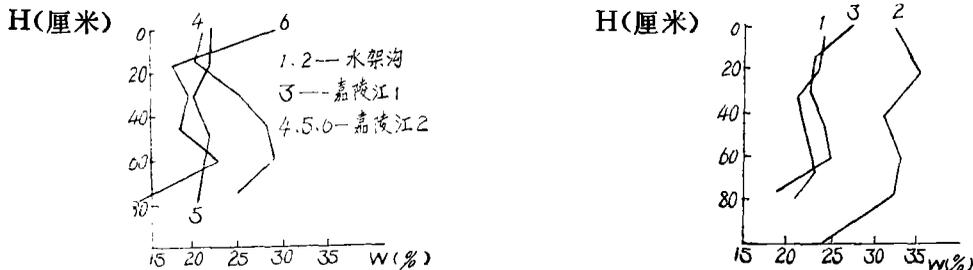


图 1、不同深度的土层天然含水量变化曲线

上部土层含水量的变化受大气降雨制约,地下水不发育。据不同深度的土层含水量变化的量测,天然含水量一般为23—33%。这种含水量的土层,具有良好的团粒结构,潮湿松散,吸水性能强。据图示,下层的隔水层埋得很深,一般降雨或历时短的暴雨,对其影响不大。所以浅层滑塌型泥石流必须具备较长时间的降雨,在强暴雨的诱发下,才可形成。

2、土质的抗剪强度与不同含水量的变化关系。在野外,我们采用小型直接快剪仪,仅对该区域纯质土(即黄土)进行了剪切强度试验。这里浅层滑塌深度较浅,便于滑动面取样,所以我们仅对滑动面的土质做了一些剪切试验,并量测了与浅层滑塌型泥石流有关的基本物理性质指标。黄土剪切的平均指标值一般为 $C = 0.52$ 公斤/平方厘米, $\phi = 26^{\circ}35'$ 。红色黄土剪切的平均指标值一般为 $C = 0.45$ 公斤/平方厘米, $\phi = 22^{\circ}10'$ 。

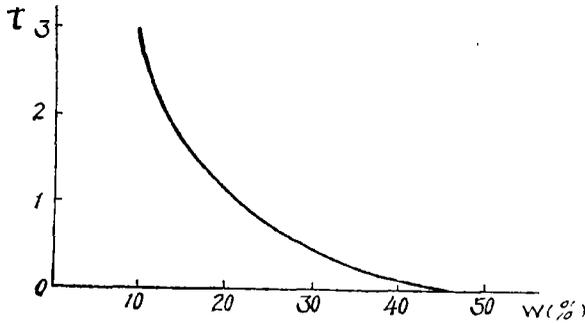


图2 土质抗剪强度人工注水试验

而土质抗剪强度的大小取决于含水量，图2是人工注水试验取得的结果。随着含水量的不断增加，土质的抗剪强度逐渐减小，当含水量增加到42—45%时，土质已失去抗剪强度。为了得出正确的结果，我们又在现场进行了模拟试验。根据自然浅层滑塌形成的条件，选择一块长120厘米、宽50厘米、深50厘米自然边坡的土层，坡度为38°，四边切开，两边用长200厘米、高80厘米的木板夹上，用人工均匀降雨法注水，不断测量土层不同部位的

含水量。当土层由上至下50—60厘米处的含水量达50%时，试验土体错移20厘米，即滑动。图2是土体滑动时不同部位含水量的情况。之后测量了滑动面各部位的含水量分布分别为40.4%、39.6%、40%、38.6%、41.6%、42.2%、41.7%，平均为40.4%。 (下转第43页)

上接第64页

以上的漂石以4米/秒左右的流速撞于堤面，其动能 $E_k = \frac{1}{2} mU^2 = \frac{1}{2} \rho V U^2 = S \cdot F^2$

S值很小，只有10厘米左右，可见抵抗冲击力的阻力值F是很大的。这是由于受到冲击力后，着力点附近的颗粒之间发生了相互位移而消失了巨大的能量。

抗剪能力除三料凝结后的聚合为剪切力，所产生的摩擦阻力大，但柔塑性也是一个原因。

(四) 三合土的防渗能力很强。用在泥石流河床堤防上由于河流有间歇性和季节性，从实践中尚未观察到渗透情况。用在建筑基槽中的三合土，仍有不同程度的渗透，其渗透系数k值小于 10^{-7} 厘米/秒。

五、三合土今后的展望

我们掌握了三合土的特性，如它的柔性、防渗性，以及对于时令性（间歇性）水的适应性，可在泥石流沟道护坡工程中采用。通过试验，还可逐步推广到半山地区干、支、毛渠的衬砌上去。这能减少渗漏，节约用水，对水源缺少的宜灌山区，具有特殊的意义。武都县群众普遍用于平顶屋面。根据一年灌溉次数及大部分地方的实际情况来看，也属于间歇性的用水。衬砌的厚度从防渗角度来看，既要加大渗程 ΔS ，又要节约材料，建议最小厚度不少于10厘米。

能显著截雨削洪，减弱和消除松散物质的来量。

1、植树造林。植树造林的主要目的，是增加地面覆被，涵养水源，避免径流集中，制止地表土流失和沟蚀发展。山坡上有林木的地方，树根盘结错综，阻止滑坡、崩塌。在泥石流形成区植树造林，可以抑制泥石流规模扩大，起到“树保土，土蓄水，水养树”的作用。树木长大后，枝叶繁茂，根系发达，可以固结土壤，达到稳定山坡的作用。成林后，犹如一个巨大的水库和一个天然减速器，大大削弱水动力条件，保护坡面，使水土流失逐渐减轻，泥石流得到根治。

9年来，坚持以小流域为单元，按照立地条件，进行全面规划，采用乔木、灌木、草类相结合，用材林、经济林、薪炭林相结合，封、育、造相结合，混交林和纯林相结合，浅根、深根互相搭配的造林方法，做到相辅相成，相互补充，多层结构。经过几年的治理，取得了良好的水土保持效果和经济效益。

2、种草。种草不仅可以恢复植被，防止水土流失，保持生态平衡，而且可以解决泥石流区群众燃料、饲料、肥料的不足。在干燥的岩屑坡上采用先种草，后种树，以草保苗的办法，可以起到先锋植物的作用。例如，羊毛草，它喜温向阳，耐冲耐旱，在岩壁陡坡、干硬瘠薄的地方以及石缝中都可以生长，它根系发达，生长迅速，可以增加覆被，固结土壤，保护坡面，防止雨水溅蚀和冲蚀，起到很好的保持水土的作用。

(二) 工程治理。工程治理也是大桥河泥石流治理中十分重要的一项措施。包括主干沟内修建拦挡坝（或格栅坝）、支毛沟中修建谷坊和下游修建人工河床等三部分。

在主沟内修建拦挡坝系（或格栅坝）的作用，是截留泥石流下泄固体物质（沙、石），防止沟床继续下切，提高局部侵蚀基准面，减缓沟床纵坡，遏制泥石流发展。这样可以削弱和控制侵蚀沟边坡的掏刷，达到稳定坡脚的作用。在支毛沟中修建谷坊并把它们串联成群，可以防止沟头前进和沟壁扩大。谷坊小而分散，拦泥效益好，能稳定坡面并促进林草生长。

人工河床又叫排洪道，它是泥石流出口后，对附近居民、道路及农田等可能带来危害而设置的排导建筑物，同时也是开发堆积扇，发展农业的一项工程措施。

综上所述，大桥河泥石流的治理，可以概括为三个字，即稳、拦、排。稳，就是通过植树造林和种草以及田间工程、农业耕作措施把山坡稳住，拦，即在沟壑内修坝拦泥，排，即修建排洪道，给水洪出路。三者浑然一体，缺一不可。

上接第46页

三、结 语

1、根据以上土层不同深度的含水量变化分析和野外调查，滑塌体厚度一般为50—60厘米。

2、根据40个滑塌点的植物类别调查，浅层滑塌型泥石流主要形成在灌丛和草皮混合生长的山坡上。

3、经过有关资料分析，嘉陵江浅层滑塌型泥石流形成的临界雨量：前期降雨量一般为300—400毫米，后连续降雨3—10日，降雨量在300毫米以上，日降雨量大于100毫米，其中1小时最大雨强在17毫米以上，就有可能形成浅层滑塌型泥石流。