

强夯的影响深度问题

金常海

刘世宏

(第二汽车制造厂 十堰)

在二汽建厂的施工中,采用强夯法处理地基已达五年之久,建成的车间、宿舍有百余处,施夯的工艺及夯法也在不断发展和改进。在夯锤的重量上有8t, 10t, 12t到15t,落距一般以10m为多,少数为8m。锤形有正方形和圆形两种,正方形的面积有 $1.6 \times 1.6\text{m}^2$ 和 $1.8 \times 1.8\text{m}^2$;圆形的直径有1.4m, 1.8m和2.0m。在材料上,以钢筋混凝土为多,少数为钢锤。

如何以较少的夯锤击数达到较大夯实深度的目的?如何对付各种复杂情况例如饱水淤泥仅表面沉陷而体积不压缩?这些都是十分重要而又比较棘手的问题。

我们在五年多的施夯工程中,从各种工程的地质条件及改变施夯方法中得到一些认识,在此提出同大家讨论,供同志们参考。

一、夯锤能量传递特征

我们认为,用夯锤能量往下扩散传递这种认识是可以宏观说明现场的一些强夯现象的。如二汽技工学校宿舍楼建在周家沟沟侧,先修建5m高的挡土墙加上基础共高6.5m,当年回填当年施夯,夯击边界距挡土墙6—8m(图1)。结果该挡土墙底部全被挤裂,水平裂缝从一端延伸到另一端。这符合能量往下扩散传递的特征,扩散角 $\alpha = 40^\circ - 45^\circ$,强夯影响深度达6.5m。武汉岩土力学研究所用光弹法拍下的夯击土层后的应力波照片为上小下大的梨形锥。可以这样来认识这个复杂过程:夯锤落下后,夯坑壁为冲剪变形,夯坑底出现动力击碎,动力压实,再往下仅有质点的波动,能量从上往下以 α 角扩散传递。在这个过程中,一方面能量消耗,一方面覆盖面越来越大,因而达到一定深度后能量残存无几,这也就是该夯锤影响的深度。

经验表明,对于均质土,扩散传递是比较明显的,但对于非均质土,例如粘性土中含许多碎石块石时,由于碎石的“顶梁柱”作用,能量主要是垂直向下传递。例如在六里坪电气厂、江山机械厂强夯场地,我们于夯坑中投块石,夯后开挖观察,块石被击碎挤实,而其轮廓界线清晰,平面为方形(与夯锤形

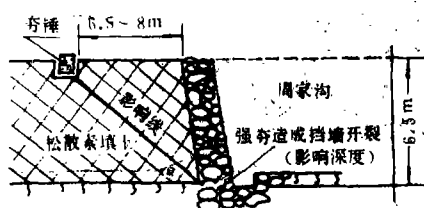


图 1

状和尺寸完全吻合), 垂直剖面为深约1.0m的正方形或长方形(图2)。在龚家沟二修食堂强夯场地也有类似情况, 夯锤为圆形, 夯后土中块碎石呈深5m的圆柱状(图3)。但能量有时也向两侧传递, 例如当夯坑周围地面隆起的时候即是。

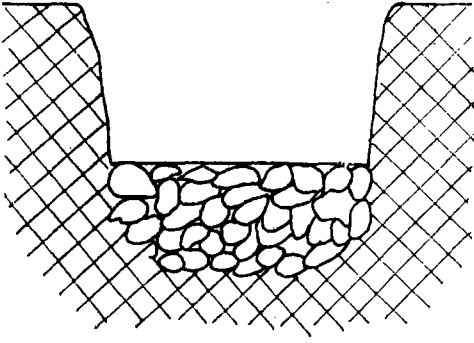


图 2

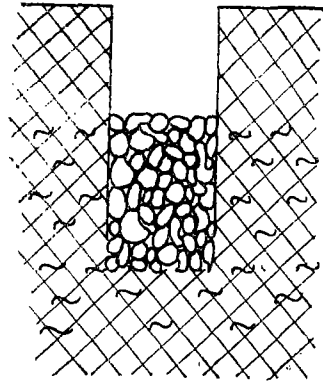


图 3

二、影响强夯深度的因素

这个问题比较复杂, 许多同志建议在梅纳公式的基础上加一个修正系数, 即

$$h = a\sqrt{QH}$$

而“影响深度”的定义和度量标准并未统一。但这不影响我们从宏观规律上寻找影响强夯深度的因素。根据我们的实践经验, 影响强夯深度的因素有:

(一) 土质和土层构造

二汽地区填沟场地很多, 当以素填粘性土为主时, 每坑达到终夯要求3.0cm, 不仅夯击次数多沉降量也大。而混有大量碎石的场地, 每坑达到终夯要求的夯击次数和累计沉降量也小, 从宏观上推断后者的影响深度要小于前者。这可能是碎石的击碎和移动消耗大量能量的缘故。前述图1素填粘性土影响深度已达到6.5m, 挡土墙出现裂缝。另一地点也是一个沟侧场地(图4), 距离要近一些的挡土墙却安然无恙。

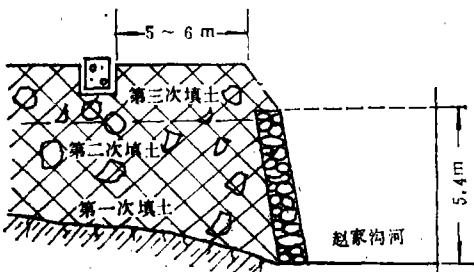


图 4

当上层顶面为硬壳构造时强夯深度受到影响, 例如, 十堰东桥轮胎厂二车间, 相邻的两个夯点, 一个夯点在老房基础下遇到硬壳, 另一个夯点在外面无硬壳层。前一个夯点夯了105次才达到终夯要求(3cm)。而后一个无硬壳的夯点, 夯44次就达到了终夯要求。通过这一事实, 说明有硬壳的夯点, 影响不深, 必须把硬壳打掉后, 才能影响到深部, 如果硬壳很厚, 就难以影响下去。

(二) 地下水

十堰东风轮胎厂,在神定河故道上填了粘土,含水量很高,达到了饱和状态。我们选用15t的夯锤,落距为10m。强夯后沉降量小,土向外挤,这显然是孔隙水排放不出去,体积不能减小,产生不了压缩。江山机械厂生活区,在凹沟中回填粘土,沟中有一水流,而上游有一上升泉,不断流水,地下水位高,经强夯后开挖观察,仅影响到潜水面之上,可见地下水对夯锤能量有“浮力”,使能量传递不下去。又如十堰市火车站附近的郢阳地区物资局金属材料公司宿舍楼的强夯场地,该场地原属山间冲沟,沟中的水没有排掉,还增加了后来的大气降水,下方又被新修铁路所阻,使地下水位升高,强夯影响不深。后来打了钻孔,安放滤水管观测水位。在施夯中,钻孔往外冒水,没有断流过,从而影响夯实深度。

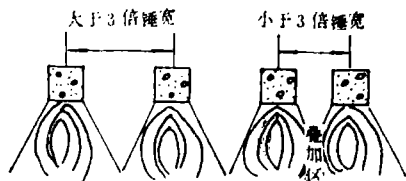
(三) 锤底面积不等,影响深度也不相等

例如,二汽第二修建处龚家沟机械队修理车间的强夯场地,用了两种底面积锤形,一种为正方形($1.6 \times 1.6\text{m}^2$, 10t重),达到终夯要求后总夯深1.4m。另一种为圆形锤(直径1.4m, 10t重),达到终夯要求后总夯深达2.5m。

(四) 强夯的影响深度与夯锤材料有关

夯锤的重量和底面积相同的情况下,在一个场地,钢锤夯的深,夯坑也打的深,达到终夯的夯击次数也多,而钢筋混凝土锤,夯坑打的浅,达到终夯的夯击的次数也少。

例如龚家沟二修处机械车间,钢筋混凝土锤,一个夯点夯了30次,达到终夯沉降量,夯坑深1.3m,而另一夯点用钢锤夯了50次才达到终夯沉降量要求,夯坑深达2.5m,显然钢锤影响深。



(五) 强夯的影响深度与夯点间的距离有关

两个夯点距离近,有一部分夯击能量产生叠加,使能量不能全部传递下去,影响夯实的深度。我们的实践体会是夯点距离必须大于3倍锤宽,能量才传递得更深,如果小于3倍锤宽,会出现叠加,影响能量往深处传递(图5)。

图 5

三、提高强夯影响深度的措施

根据十堰地区强夯工程实践,在夯击能量不变的情况下,可采取下列措施来增加强夯的影响深度:

1. 把夯点距离加大,防止强夯能量叠加形成硬壳,所以我们在施夯中跳点夯击。
2. 采用先挖好基坑,在基坑中进行夯击。
3. 选用钢锤,并用底面积小的锤子夯击。

4. 在山区淤泥土场地的强夯工程中,为了增加影响深度,应先主夯,当其沉降量太大达不到终夯要求时,填一层碎石再夯,夯了再填。这里是利用一层层碎石往淤泥土中挤压,并

能排水排气。

5.如果有硬壳的土层,先挖掉再夯。

6.地下水位很高,对夯锤有浮力,为了夯击影响深些,可以钻孔下滤水管,排水后再夯击。

武汉岩土所副所长、研究员郭见扬同志对本文提出了许多宝贵意见,并审阅和修改了全文,特致谢意。

Some Problems about the Influence Depth of Dynamic Compaction

Jin Changhai Liu Shihong

(Second Automobile Factory, Shiyan, Hubei)