

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

E02B 7/06 (2006.01)

E02D 17/18 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510119096.4

[45] 授权公告日 2009年9月2日

[11] 授权公告号 CN 100535254C

[22] 申请日 2005.12.21

[21] 申请号 200510119096.4

[73] 专利权人 中国水利水电建设集团公司

地址 北京市东公庄西路22号

共同专利权人 中国水利水电第一工程局

[72] 发明人 常焕生 苏加林 李岱 张云山

王占臣 杜占江

[56] 参考文献

CN2630313Y 2004.8.4

CN2455771Y 2001.10.24

JP7-268846A 1995.10.17

水布垭面板堆石坝挤压式混凝土边墙施工与检测. 黄先花, 赵春秀. 水力发电, 第31卷第10期. 2005

审查员 雷茜

[74] 专利代理机构 吉林长春新纪元专利代理有限公司

代理人 王薇

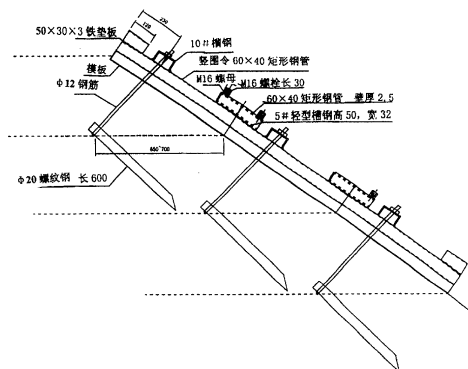
权利要求书1页 说明书10页 附图3页

[54] 发明名称

混凝土面板堆石坝垫层料及固坡砂浆一次成形施工方法

[57] 摘要

本发明涉及一种混凝土面板堆石坝垫层料及固坡砂浆一次成形施工新技术: 首先在上游坡面支立特制的模板; 摊铺垫层料, 模板下部垫层料由人工进行摊铺; 对垫层料进行初碾; 之后拔出与模板相连的楔板, 在模板与垫层料之间形成均匀的缝隙中浇注水泥砂浆后, 再振动碾压2遍; 最后将最下层模板拆下, 支立到最上层; 如此循环, 直至施工到坝顶。砂浆固坡随垫层料填筑同时形成, 大坝垫层料上游坡面不需要再施作碾压砂浆, 整个坡面密实度、厚度均匀, 大坝随时具备挡水渡汛条件, 使大坝渡汛安全性提高, 并能缩短大坝直线工期2~3个月; 降低施工成本, 提高了施工安全性。



1、混凝土面板堆石坝垫层料及固坡砂浆一次成形施工方法，其特征在于：具体的施工步骤是：

①首先在其上游坡面按测量放样支立特制的模板（1）；每层模板（1）支立高度与垫层料填筑层厚度相适应，为 40cm；随填筑层升高共支立两层或三层模板（1），模板层数视砂浆强度增长情况而定；各模板间以 U 型卡连接；上、下层模板的竖围令（2）之间设置可靠的连接，使下层模板对上层模板提供约束；在模板内侧安装楔板（3），楔板（3）的下部水平面与斜坡面形成 35.54° 夹角；模板拉筋（4）采用 $\phi 12$ 钢筋，与锚固在下部垫层料内的 $\phi 20$ 螺纹钢相焊接；

②摊铺垫层料，模板下部垫层料由人工进行摊铺；

③对垫层料进行初碾；垫层料铺料 40cm 左右后洒水，采用振动碾，先静压 1 遍，然后振动碾压 5 遍；

④拔出楔板，在模板与垫层料之间形成均匀的缝隙中浇注水泥砂浆后，再振动碾压 2 遍，其振动碾的碾滚边缘距斜坡垫层料的上水平面边沿不大于 7cm；

⑤把最下层模板拆下，支立到最上层；如此循环，直至施工到坝顶。

混凝土面板堆石坝

垫层料及固坡砂浆一次成形施工方法

技术领域:

本发明涉及一种混凝土面板堆石坝垫层料及固坡砂浆一次成形施工新技术，应用于水利水电工程领域。

背景技术:

现在，混凝土面板堆石坝在水利水电工程中应用广泛。以现代技术修建的碾压式混凝土面板堆石坝，在国外已经有大约 40 年的历史，在我国也已经有 20 年的历史。如图 1 所示的混凝土面板堆石坝，垫层料上游坡面的施工是关系面板的质量、大坝施工进度和大量施工成本的关键。几十年来，国内、外的混凝土面板堆石坝的垫层料上游坡面施工一直采用斜坡碾压固坡法。按此传统施工方法和工艺，垫层料填筑时必须向上游面超填 30cm 左右，在面板施工前，进行修坡、斜坡碾压、人工在斜坡上摊铺砂浆、再斜坡碾压。目前，国内一般多采用人工修整的方法，即在坝体填筑上升至一定高程，斜坡长度达到数米或十数米后，人工站在斜坡上用锄头将垫层料扒平，人工挂线并逐段用 1: 1.4（或按规定的坝坡度）的斜坡尺检查，在扒平的过程中还需用经纬仪控制。在斜坡静碾 2~3 遍数（初碾）以后再整坡一次。

“一般需要两次人工修整，有些面板坝的削坡则是一次完成。修整后的边坡线在法线方向应高于设计边坡线 3.5~6.0cm，以预留碾压沉降量。”

“由于人工整坡只能往下扒料，垫层料浪费较严重，而且扒下去的垫层料还需挖走，对于较高的边坡，工人站在斜坡上操作不够安全，速度也很慢。因此国外一些工程多用机械整坡的方法。利用激光准线及套筒式长臂反铲进行边坡修整。”

“在坡面修整后即进行斜坡碾压。”

“经过斜坡碾压的垫层坡面，尽管具有一定的密实度，但其抗水流冲蚀和外力破坏的性能很差，需要对垫层坡面进行施工期防护处理。”

“综合国内外面板坝的建设经验，垫层坡面防护的方法常用的有喷洒乳化沥青、喷混凝土及碾压砂浆等几种。”

“碾压水泥砂浆防护，是在垫层坡面上摊铺干硬性水泥砂浆，然后用振动碾压实的方法。……我国多数工程采用此方法”。

《混凝土面板堆石坝施工规范》DL/T5128—2001 中的有关规定是：

“垫层料铺筑上游边线水平超宽一般为 20cm~30cm。”

“垫层料宜每填筑升高 10m~15m，进行垫层坡面削坡修整和碾压。如采用反铲削坡时宜每填高 3.0m~4.5m 进行一次。削坡修整后坡面在法线方向宜高于设计线 5cm~8cm。有条件时宜用激光控制削

坡坡度。

“斜坡碾压可用振动碾或振动平板。碾压方式和碾压参数应经试验确定。

“雨季施工应缩短上游坡面的整坡、防护周期，并做好岸坡排水，确保垫层料免遭径流冲刷。如被水流冲刷，应采用垫层料进行薄层回填压实，达到设计要求。

“垫层坡面压实合格后，应尽快进行坡面保护，常用的保护形式为碾压水泥砂浆，也可采用喷乳化沥青、喷混凝土等，并应符合下列要求：

1 碾压水泥砂浆

水泥砂浆配合比、铺料厚度应符合设计要求。

水泥砂浆由人工或机械摊铺，每条幅宽度不宜小于 4m，砂浆初凝前应碾压完毕，终凝后洒水养护，碾压方法及遍数由试验确定。

碾压后的砂浆表面不应高于设计线 5cm，或低于设计线 8cm。”

总结多年来的施工经验，斜坡碾压固坡法的缺点是很明显的：修坡工程量大，费料、费工、费时。斜坡碾压密实度难以保证，斜坡面上密实度分布很不均匀。尽管规范要求的“碾压后的砂浆表面不应高于设计线 5cm，或低于设计线 8cm”标准相当低，但实际施工中也很难达到，致使面板混凝土大量超填。坡面在长时间无防护的情况下，容易受雨水冲刷而局部坍塌。坡面在未做防护的情况下不能挡水渡汛。

近几年来,国、内外有些工程采用了混凝土挤压式边墙施工技术进行面板坝垫层料上游坡面施工,比传统工艺有所改进。但从应用效果看,由于挤压墙施工时没有精确的控制措施,其各层接合处极易形成错台,坡面平整度较差,后期坡面修整工作量大。挤压墙对于垫层料相当于重力式挡土墙,所以其尺寸较大(横断面面积达 0.18m^2),混凝土工程量较大,造价较高。挤压墙成型后须等强 $2\sim 3$ 小时才能填筑垫层料,施工进度受到限制。挤压墙底面与顶面厚度相差悬殊,为面板提供了一个很不均匀的基础,对面板受力可能产生不利影响。

发明内容:

本发明的目的在于提供一种混凝土面板堆石坝垫层料及固坡砂浆一次成形施工新技术,使每一层的垫层料填筑和砂浆固坡同时完成,提高面板坝垫层料上游坡面的施工质量,加快大坝施工进度,降低工程造价。

本发明的技术方案是这样实现的:混凝土面板堆石坝垫层料及固坡砂浆一次成形施工新技术,其具体的施工步骤是:

①首先在其上游坡面按测量放样支立特制的模板;每层模板支立高度与垫层料填筑层厚度相适应,通常为 40cm ;随填筑层升高共支立两层或三层模板,模板层数视砂浆强度增长情况而定;各模板间以U型卡连接;上、下层模板的竖围令之间设置可靠的连接,使下层模板对上层模板提供约束;在模板内侧安装楔板,楔板的下部水平面与斜坡面形成 35.54° 夹角;模板拉筋采用 $\phi 12$ 钢筋,与锚固在下部垫层料内的 $\phi 20$ 螺纹钢相焊接。

②摊铺垫层料，模板下部垫层料由人工进行摊铺。

③对垫层料进行初碾；垫层料铺料 40cm 左右后洒水，采用振动碾，先静压 1 遍，然后振动碾压 5 遍。

④拔出楔板，在模板与垫层料之间形成均匀的缝隙中浇注水泥砂浆后，再振动碾压 2 遍，其振动碾的碾滚边缘距斜坡垫层料的上水平面边沿不宜大于 7cm。

⑤把最下层模板拆下，支立到最上层；上下两层模板之间具有连接机构，并能随意调整模板位置，使其符合设计要求，并且使翻模施工达到较高的工效，以保证大坝的施工进度；同时要保证在斜坡面上进行翻模施工的安全。

如此循环，直至施工到坝顶。

本发明的积极效果在于 大坝上游坡面垫层料不需要再进行斜坡碾压，密实度即能达到设计要求，且整个坡面密实度均匀。大坝垫层料上游坡面不需要再施作碾压砂浆，砂浆固坡随垫层料填筑即已同时形成，其物理力学性能即能达到设计要求，而且厚度均匀，表面平整度比斜坡碾压固坡法和挤压墙法大大提高，不需要再进行斜坡修整。由于大坝上游坡面砂浆固坡随着大坝填筑同时形成，所以大坝随时具备挡水渡汛条件，使大坝渡汛安全性提高。不需要进行垫层料超填、坡面修整和斜坡碾压，缩短大坝直线工期 2~3 个月。降低施工成本：每平米面板可节省垫层料 0.3m^3 左右；每平米面板可减少混凝土的超填 0.13m^3 左右。施工安全性提

高。比挤压墙技术降低工程造价 20%~30%。

附图说明：

图 1 为混凝土面板堆石坝典型横剖面图；

图 2 为本发明的垫层料上游坡面翻模结构图；

图 3 为本发明的垫层料坡面模板支立示意图；

图 4 为本发明的垫层料终碾示意图；

图 5 为本发明的模板翻升一层示意图。

具体实施方式：

下面结合试验例对本发明做进一步的描述：

试验例 1：

2005 年 4 月~10 月，在双沟水电站工地做了多次试验进行验证，以验证本发明的实际可行性，取得了完全理想的结果。2005 年 11 月，邀请了国内水电行业专家六人，到双沟现场对试验结果进行了论证和咨询，认为此项发明“从总体上分析，此工艺全部满足挤压墙的效用，在结构、工程难度、成本方面均优于挤压墙，可以用于双沟水电站面板坝的施工。”

双沟水电站位于吉林省东南部山区抚松县境内，第二松花江上游松江河上。双沟坝址距小山水电站约 30.0km，坝址选在距小双沟屯 5.0km 的峡谷中。双沟水电站为混合式开发电站，利用松江河的弯道以 800.0m 左右长的引水隧洞取得河道自然落差 13.0m。枢纽由混凝土面板堆石坝、岸坡溢洪道和引水发电系统组成。

双沟水电站面板堆石坝最大坝高110m,水库总库容 $3.95 \times 10^8 \text{ m}^3$,调节库容 $1.45 \times 10^8 \text{ m}^3$,电站装机容量280MW。双沟混凝土面板堆石坝级别为1级建筑物。坝顶长294m,上游混凝土面板共分29块,其中间部位12块,每块宽14m;左边8块,每块宽7m;右边9块,每块宽7m。坝顶高程为590m。坝顶宽度10m。上游坝坡1:1.4,下游平均坝坡1:1.52。

在试验前,需要对试验场地进行平整、放线、安装斜坡模板和楔板,然后进行垫层料铺料碾压,抽出楔板灌注固坡砂浆,利用振动碾压垫层料时的振动效应振动固坡砂浆使其达到密实。具体方法如下所述:

(1) 场地平整:在正式铺料前,首先用推土机清除表层不合格料,并平整场地。然后用18t振动碾碾压密实,填筑新鲜石渣,场地由人工找平到相对高差不大于5cm,碾压遍数不少于20遍,压实到沉降量趋于稳定,然后再进行垫层料上游坡面翻模试验。垫层料最大粒径不大于100mm,小于5mm的颗粒含量位于30%~50%之间,小于0.1mm的颗粒含量低于8%,不均匀系数 $C_u \geq 25$,曲率系数 C_c 位于1~3之间。垫层料由质地新鲜的安山岩经人工破碎后获得。铺设垫层料时需洒水,其量以不积水为准。碾压设备采用自行式振动碾,工作质量应不小于15t。铺料厚度和振动碾行走速度、碾压遍数需通过现场碾压试验确定。固坡砂浆采用强度等级为32.5以上的普通硅酸盐水泥配制,砂浆稠度适宜,以坡面不流淌为最佳,其强度等级一般为5MPa,

弹性模量小于 $1 \times 10^4 \text{MPa}$ 。

(2)测量放线：将试验场地分区，用石灰划线标示，如图 2 所示进行斜坡模板和楔板的安装，利用已形成的下层垫层料填筑层和砂浆固坡的承载能力固定模板，模板靠拉筋固定，拉筋焊接在打入下层垫层料的钢管（或钢筋）地锚上；如图 3 所示在模板下预埋的楔板拔出后与垫层料之间形成缝隙，并在其中灌注砂浆。利用碾压时模板对砂浆及垫层料的挤压作用和振动碾的振捣作用，使模板下面即上游坡面的垫层料和砂浆达到密实，使垫层料填筑和砂浆固坡同时完成。由于模板支立的精度较高，固定牢靠，为固坡砂浆和垫层料提供变形微小的侧向约束，所以模板的变位很小，实测值不超过 10mm，从而保证砂浆固坡的表面平整度偏差不超过 2cm。模板为钢模板，上下两层模板之间具有连接机构，并能随意调整模板位置。模板随垫层料的填筑而翻升。

(3) 铺料填筑

为保证试验料的宽度和质量，按照要求垫层料采用后退法铺料，然后用推土机按要求的铺料厚度推平；具体方法如下：

①垫层料堆卸在指定的平台上；

②垫层料堆的间距根据铺料层的厚度确定，过密则增加推土机工作量且难以推平，过稀又需要二次补填；在距填筑面前沿 4~6m 距离设置移动式标杆，推土机操作手根据标杆控制填料层厚，避免超厚或

过薄。

③自卸汽车卸料倒车时，有专人指挥，按设计线撒上白灰作为填筑料控制线，在铺料过程中，靠近模板处要人工填料、整平，防止粗料集中，以保证料物的合理位置，保证填筑质量。

④推土机平料时，刀片应从料堆一侧的最低处开始推料，逐渐向另一侧移动。若从料堆最高处开始推，则推平困难。

(4) 布置沉降测量点

当垫层料铺设平整后开始洒水，其量为不积水为准，然后开始在试验段内按照网格布点测量，并用石灰作出标记，试验时布置9个沉降测量点，记录其坐标并测量每个测点的起始高程。

(5) 碾压试验

如图4所示采用YZ18振动碾（工作质量为18t）行车速度控制为1~2km/h，先静压1遍，然后振动碾压5遍后提出楔板，这时斜坡面上的垫层料基本为细砂收面，坡面平整度可以满足固坡砂浆浇注要求。在浇注水泥砂浆后，再振动碾压垫层料2遍，就可以使水泥砂浆得到振动密实，在碾压过程中配备了便携式小振动板，在靠近模板处或有反坡处采用水平便携式小振动板进行振压。1天后拆除模板就可以防止暴雨或波浪冲刷，并为面板混凝土施工提供坚固的作业面。在振动碾的作用下，斜坡垫层料的干密度和固坡砂浆强度可以满足设计要求。斜坡垫层料在振动碾的作用下，其振动应力向下和侧向传递

并扩散，受到模板的阻碍得到挤压，密实度增大。干密度可以达到设计指标（ $\geq 2.23\text{g/cm}^3$ ）要求，因此，这种施工方法形成的垫层料可为面板提供一个均匀、稳定并具有低压缩性的优良基础。

如图 5 所示把最下层模板拆下，支立到最上层；支立模板时能够很方便地进行调整，使其符合设计位置，使翻模施工达到较高的工效，以保证大坝的施工进度；同时要保证在斜坡面上进行翻模施工的安全。

如此循环，直至施工到坝顶。

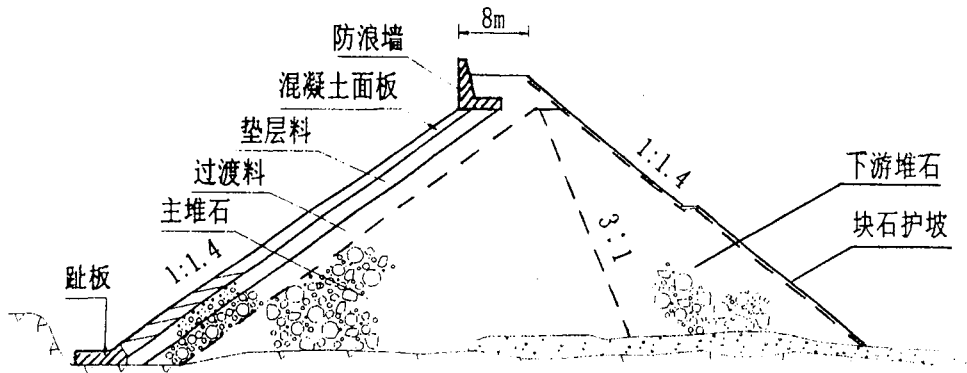


图 1

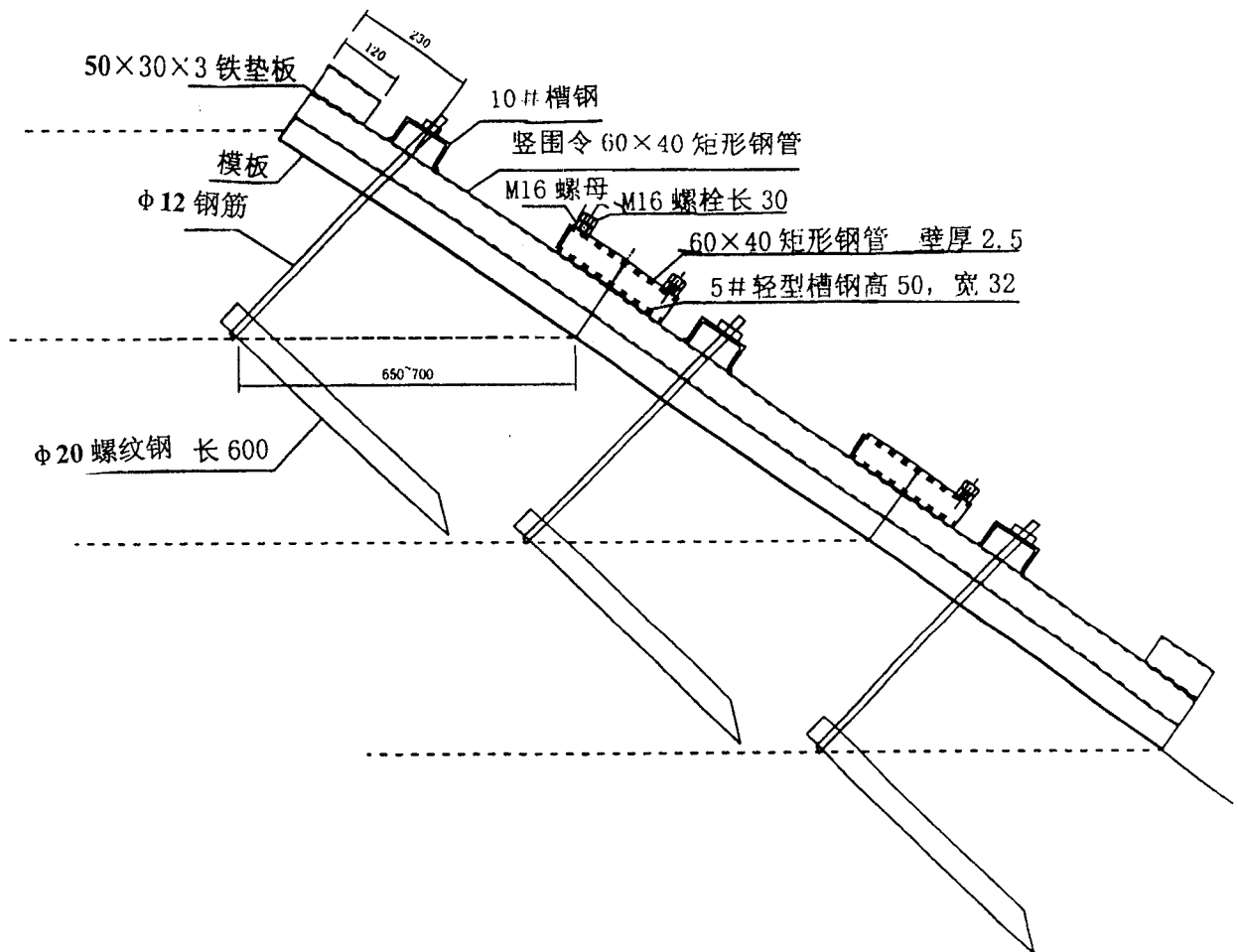


图 2

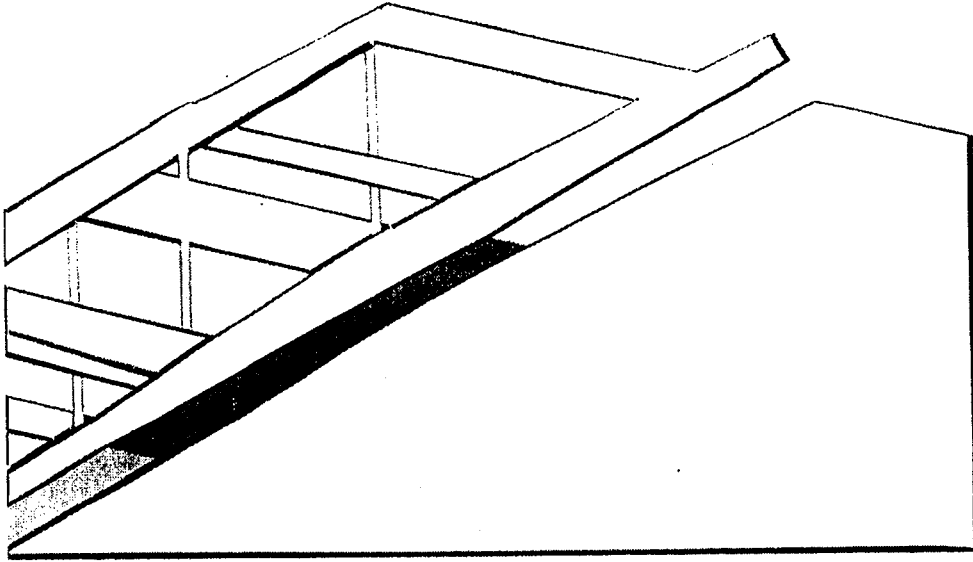


图 3

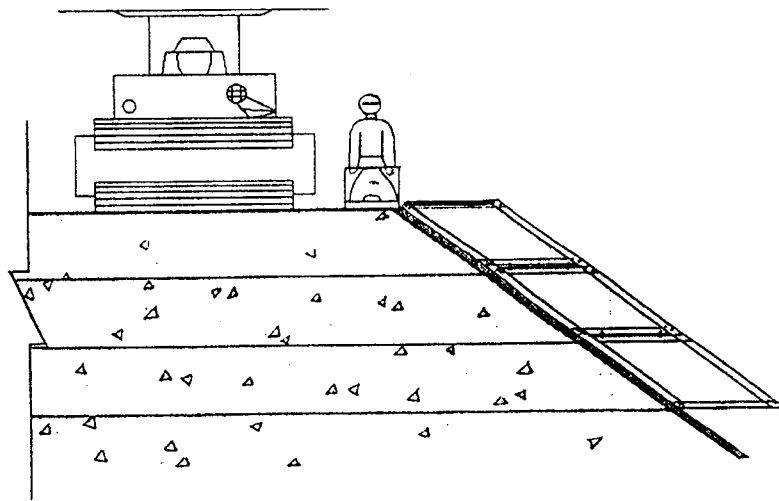


图 4

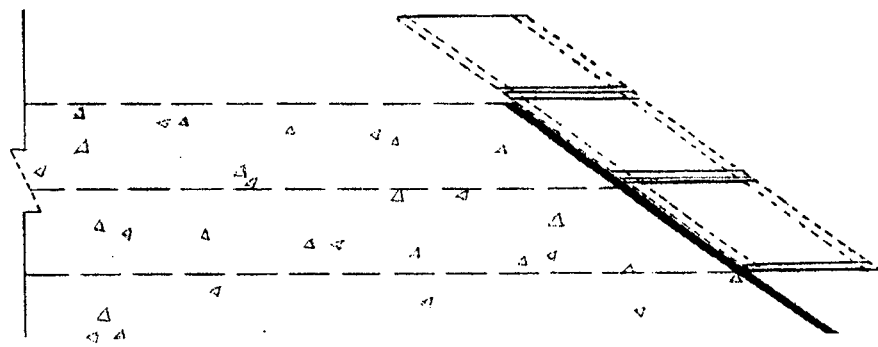


图 5