

碾压混凝土施工新技术——斜层平推铺筑法

凌玉标, 凌 正

(水利部·湖南省澧水流域水利水电综合开发公司, 湖南 长沙 410007)

摘要:为克服湖南江垭大坝施工中施工仓面面积大而浇筑能力小的矛盾, 提高碾压混凝土的施工质量和效率, 开发并应用了全坝面平行坝轴线方向的斜层平推铺筑法。实践表明, 这种新方法大大缩短了碾压混凝土层间间隔时间, 确保了施工质量, 同时进一步提高了碾压混凝土的施工效率, 降低了生产成本。

关键词:碾压混凝土; 斜层平推铺筑法; 筑坝技术; RCC

中图分类号:TV544+.921

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2001)01-0043-02

碾压混凝土(RCC)具有施工速度快、工期短、投资省的优点。在施工质量方面的主要问题是层面结合, 如果层面结合不良则抗剪能力低, 易形成顺层面的渗漏。层间间隔时间越短, 则层面结合质量越有保障。而RCC传统的通仓薄层(水平层)连续浇筑法存在仓面面积大而浇筑能力小的矛盾, 使层间间隔时间难以大幅度削减。在工程实践中通常采用以下办法来解决这个问题: ①分仓浇筑, 减少仓面面积, 以使层间间隔时间在初凝时间之内。但这种方法增加了模板量和入仓口的处理工作, 因而增加了施工费用且降低了施工效率。②逐层铺浆浇筑法。这种方法虽然能保证层面结合质量, 但会增加单位体积胶凝材料用量, 不够经济; 因增加水泥用量而提高了混凝土的发热量, 对温控不利; 降低了施工总体效率。③使用高效缓凝剂延长混凝土初凝时间。这种办法虽然没有使混凝土达到初凝, 但由于碾压后混凝土的长时间放置, 随着水分的蒸发散失, 混凝土表面的品质会发生变化, 与碾压层内部相比其质量会有所下降, 特别是在高温或干燥多风的环境条件下, 表层的这种变化更加迅速剧烈, 使层面结合质量明显下降。因此, 有必要寻求新的途径使碾压混凝土施工在质量、经济和效率三方面均得到兼顾。

1 斜层平推铺筑法的提出及其基本原理

斜层平推铺筑法是辽宁省水利水电工程局于1996年在湖南江垭大坝RCC施工中首次提出来的。江垭大坝位于湖南澧水流域委水支流, 最大坝高131 m, 为世界上在建的全断面碾压混凝土高重力坝

之一, 混凝土总量135万 m^3 , 其中碾压混凝土114万 m^3 , 水库总库容17.4亿 m^3 , 是澧水流域关键性的防洪控制工程。在1996年9月进行RCC施工时, 因气温较高, 层间间隔时间长, 难以保证层面结合质量, 并存在预冷混凝土产量低而基础仓面较大的矛盾, 于是大坝承包商提出了斜层平推铺筑的施工方法, 这种在国内外工程中没有应用先例的全新方法得到了业主和监理的大力支持。

斜层平推铺筑法基本原理见图1。图中 H 为升起高度; L 为仓面长度; B 为仓面宽度; h 为碾压层厚度。

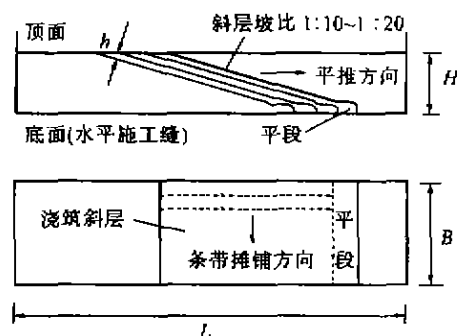


图1 斜层平推铺筑示意图

在斜层底部坡角伸出一短的水平段, 以避免底部形成尖角, 解决坡脚处骨料被压碎而形成薄弱带的问题。斜层坡度、升起高度和碾压层厚度是斜层平推铺筑法的三个主要参数, 通过选择合适的参数, 达到层间间隔时间缩短的目的。这种方法的主要特征是碾压层面与浇筑块(升起)的顶面和底面相交, 操作工艺则与通仓薄层连续铺筑法相同。

2 斜层平推铺筑法的试验及其应用

1996年9月在浇筑进坝公路路面混凝土时利用路面自然斜坡进行了斜层平推铺筑法的试验.试验路面全长72.7m,平均坡比1:13.7,路面宽8m,碾压顺坡方向进行,对横向也进行了试验.BW202AD振动碾及自卸汽车、推土机等运行操作很正常,证明斜坡上碾压混凝土机械操作的可行性,用核子密度仪检测,证明振动压实效果良好.1997年10月在大坝上选取两个较小的仓面分别进行了平行和垂直坝轴线方向的斜层平推铺筑法生产性试验,根据试验情况,制定了比较完善的斜层平推铺筑法施工工艺.

1997年11月3日从大坝164m高程起,从右岸到左岸的全坝面正式开始采用斜层平推铺筑法进行RCC施工,斜层坡度采用1:10~1:20,升程高度一直采用3m,碾压层厚度为30cm,斜层面积为2000~4000m².在施工过程中针对暴露出来的问题,对施工工艺进行了不断的总结和改进,使斜层平推铺筑法更趋成熟.至1999年5月底,江垭大坝用斜层平推铺筑法完成的混凝土总方量为43.8万m³.

斜层平推铺筑法的应用效果如下:①层间间隔时间大幅度降低,由原来的6~7h降至2~4h.②钻孔取样检查结果表明,采用斜层平推铺筑法铺筑的RCC质量优良,达到或超过了通仓薄层铺筑法的水平(见表1和表2).世界银行官员和中外专家一致认为江垭大坝RCC施工质量是世界最好的.③斜层平推铺筑法主要是在施工速度上获得了巨大成功.在没有结构物影响的部位,按纯铺筑时间统计两种方法的仓内平均铺筑速度,斜层平推铺筑法为195m³/h,而通仓薄层铺筑法为154m³/h;在相同的施工条件下,完成一个全坝3m的升程(混凝土方量约3.5万m³),通仓薄层铺筑法需15d左右,而斜层平推铺筑法仅为8d左右.该法大大加快了江垭大坝的施工速度,在施工进度已严重滞后的情况下实现了1997年的进度目标.④关于斜层“平推”的方向,实践表明平行坝轴线和垂直坝轴线方向“平推”均可

表1 大坝A2碾压混凝土抗剪断指标测试成果

工况条件	试件个数	f'	c'/MPa
平铺层面	44	1.122	0.963
斜铺层面	17	1.246	1.111

注:A2为大坝主体三级配RCC,标号15MPa(90d).

表2 大坝A1碾压混凝土压水试验成果

施工方法	不同透水率压水段数累计百分比/%			
	<0.001Lu	<0.01Lu	<0.1Lu	<1Lu
水平层浇筑法	20.0	45.7	80.0	97.1
斜层平推铺筑法	14.2	57.1	83.9	96.4

注:A1为大坝上游二级配防渗RCC,标号20MPa(90d).

获得优良的RCC质量,但前者能从一岸到对岸进行全坝面的大规模循环流水作业,所以在施工速度上更具优势.对于坡比、升程高度和碾压层厚度这三个参数,要综合考虑具体情况进行优化选择.当斜层坡比为1:10~1:20时,斜层与水平面夹角仅为3°~6°,故实际上斜层坡度仍相当平缓,可采用与RCC水平层浇筑法相同的碾压层厚度;坡比和升程高度的选择在考虑施工方便等实际情况的条件下主要是考虑要使仓面面积适宜,能充分发挥RCC浇筑能力,达到较高的施工效率.用斜层平推铺筑法施工时,对于上下升程之间缝面的处理,则与水平层浇筑法一样,即在下面的升程RCC表面冲毛铺砂浆后,再浇筑上面升程的RCC.

3 斜层平推铺筑法的优点

a. 可大大缩短RCC层间间隔时间,彻底解决碾压层面结合问题,使层间结合面的力学指标和抗渗指标接近或达到混凝土本体水平.

b. 可用较小的浇筑强度覆盖较大的坝体浇筑面积,从而减少浇筑能力配置,全面降低设备投入和临时建筑工程费用,节省工程投资.

c. 可进行大面积持续浇筑,减少坝体分块面积过小带来的模板工程量,同时可有效减少入仓口、添加外加剂、层面铺浆等工作,因而在 not 增加浇筑强度、不增加甚至减少施工费用的前提下,提高施工效率,加快工程进度.

d. 高温是影响RCC施工质量和效率的重要因素.采用斜层平推铺筑法由于层间间隔时间大大缩短,确保了层面结合质量,同时混凝土覆盖面积小,仓面喷雾保湿的人工气候措施比较容易实施,因而斜层平推铺筑法非常适用于夏季施工.专家们认为,采取以斜层平推铺筑法为主的综合措施,将使RCC夏季施工这一重大技术课题取得突破.

e. 斜层平推铺筑法也适用于降雨天气RCC施工.因为斜面便于排水,覆盖面积小便于处理,故降雨的影响范围和程度也小.

4 斜层平推铺筑法的推广应用

1998年11月在湖南张家界召开的“全国RCC筑坝技术交流会”及1999年4月在四川成都举行的“'99RCC筑坝技术国际讨论会”上,在江垭大坝施工中首次应用并取得巨大成功的斜层平推铺筑法得到了中外会议代表的高度评价,认为这是RCC筑坝技术的重大突破和发展,具有很高的推广应用价值.目前我国山西的汾河二库、云南的大朝山、福建的棉花滩等工程正在采用斜层平推铺筑法(下转第68页)

将以 10% 的年增长率增长,其后的 5 年以 5% 的年增长率增长.法国水务机构(French Water Agencies)相信,如果没有主要用水户组织的广泛支持就不会有如此快的增长速度.

2.3 竞争性用途间的水分配

许多国家都在改革传统的水资源分配制度.逐步改变已经不能解决不断增长的水需求压力的以土地为基础或行政划拨的水分配方式.

优化分配是一项复杂而难于解决的问题.分配过程应从确定所有用水户包括环境的相互关系和法定要求开始.按照所有制、水量、可靠性、可转让性和水质等确定明确的水权取决于对水资源和用水类型的深入了解.目前,特别缺乏人类对水循环的影响以及环境需水的了解.

愈来愈多的国家正在致力于确定水环境的用水需要.在澳大利亚墨累河流域,有关研究表明,河流治理对沿河的枫香(Red Gum)森林有不利影响,墨累-达令流域委员会每年分配一定的水量作为专门的森林环境用水量以便重建天然洪水生态.新西兰的资源管理法要求在河道中保留水生态系统所需要的最小流量.英国 30 年来环境流量和其它用水间的竞争具有重要意义,尤其是在干旱地区.在最干旱的 1995,1996 和 1997 年,为维持特殊条件下的供水,目前负责水分配的环境署不得不接受原本不可接受的对水资源的环境影响.

过去 10 年水市场和水权交易的经验愈来愈多,尤其是在美国和澳大利亚.临时出让和永久交易水权鼓励高效用水,使水用于高价值的用途.但必须谨慎控制水交易.对可利用的水资源和用水进行水审计并对总用水量进行限制,可以防止因水交易而造成不能承受的总用水量的增长.为保证水不被用于不适当的用途,如用于存在盐碱化和排水问题的地区或将水从本已紧张的系统调出,应当对水交易加以控制.

在没有建立水市场的国家,人们则尝试采用其它水分配机制.如日本鼓励农民通过灌溉系统的现代化自动放弃部分水权.现代化的部分费用由新用户负担.在德国的黑森州,旧水权到期后都将更换成新的水权.新水权的期限较短并分为两个时段:在第一个时段供水方必须保证供水;在第二个时段,可以收回许可证并不予以补偿——如果监测表明取水方式导致生态或经济破坏时.中国台湾采取了一项发展水权管理的计划,包括确定每个行业 and 用户组织的用水量,确定水权费用,制定水权转让、限制或取消的补偿条例.马来西亚从总体上讲水资源较为丰

富,但降雨的分配不均,干旱保护策略导致一些州寻求跨州和跨流域调水.

未来的水分配将面临艰巨的挑战,货币补偿或其它形式的补偿(如为高效技术提供资金)将发挥重要作用.

参考文献:

- [1] OECD. OECD proceedings: water consumption and sustainable water resources management [A]. OCED Publications, Printed in France, 1998.

(收稿日期:2000-11-22 编辑:马敏峰)

(上接第 44 页)

进行 RCC 施工,其中汾河二库是具有综合效益的大型水利枢纽工程,是我国北方首座全断面 RCC 重力坝,在大坝上钻孔取出了长达 7.58 m 的混凝土芯样,是目前国内最长的,测得的透水率远远小于设计标准,再次充分说明了用斜层平推铺筑法施工的 RCC 质量优良可靠.

5 结 语

a. 斜层平推铺筑法并非简单的改变层面坡度,它对施工工艺、熟练程度和组织管理均有较高要求,对机械设备性能要求也比较严格.

b. 斜层平推铺筑法通过大大缩短 RCC 层间间隔时间确保了 RCC 层面结合质量的同时,具有经济高效的优越性.长期以来,虽然水电具有成本低、清洁、调峰性能好等优点,但存在一次性投资大、建设周期长的问题,影响了我国的水电开发.目前我国正在进行“厂网分开,竞价上网”的电力体制改革,这一问题将使水电工程在还贷期上网电价过高而难以上网.斜层平推铺筑法作为一种新的 RCC 施工技术,为降低工程造价和缩短建设工期,从而降低水电工程还贷期上网电价开辟了一条途径,在今后我国的水利水电工程建设中将发挥重要作用.

(收稿日期:1999-07-15 编辑:熊水斌)

(上接第 30 页)

参考文献:

- [1] 李光伟,吴政.溪洛渡水电站人工骨料全级配混凝土性能试验研究[J].水电站设计,1999(2):101~107.
[2] 杨元慧,溪洛渡水电站人工骨料耐磨性及混凝土抗冲耐磨性能试验研究[J].水电工程研究,1998(2):1~6.
[3] 李光伟.骨料性能对混凝土抗冲磨性能的影响[J].水电工程研究,1998(3):20~23.

(收稿日期:1999-07-06 编辑:熊水斌)