冲击回转钻在大桥水库帷幕灌浆中应用可行性分析

田中涛，郭利英
（中国水利水电第五工程局，四川 广元 628003）

摘 要：通过对冲击回转钻在大桥水库工程中应用可行性试验分析，总结出冲击回转钻造孔施工技术指标，阐述了其对岩层透水性及灌浆效果的影响。

关键词：冲击回转钻；大桥水库工程；基础帷幕灌浆
中图分类号：TV543+.15 **文献标识码**：B **文章编号**：(1001-2184(2000)04-0036-02

1 前 言

为了验证冲击回转钻在基础灌浆工程中的适用性，在大桥水库工程施工中曾进行冲击回转钻与回转钻机造孔生产性对比试验。试验选用钻机机型为2PC潜孔钻，配φ75金刚石钻头和φ90冲击器，冲击器工作风压为0.7 MPa。根据规定，固结灌浆对钻具类型未作限制，因此根据不同地质条件选取3个固结灌浆孔作透水性影响分析试验，在此基础上再进行帷幕灌浆效果分析试验，以便进行综合评价。

2 工程区地质条件

基础为中酸性混染岩，岩性组成结构复杂，以花岗岩、闪长岩为主占60%～80%，辉绿岩次之占11%～22.7%，后者多以捕虏体形式出现，局部呈条状，隐裂隙发育。岩石呈碎块状，中小断层裂隙发育，有4～5组构造裂隙发育，受断层裂隙切割，岩体完整性差，岩块一般在10～30 cm，在断层交汇带与辉绿岩地段裂隙密集带岩块为3～8 cm。

3 综合指标测试及透水性影响分析

首先用φ75金刚石回转钻具造孔，以相应方法洗孔和冲洗裂隙，进行压水试验，计算透水率ω_1，再用φ90冲击器在φ75金刚石钻进的同孔段内扩孔，并以相应洗孔方法洗孔和冲洗裂隙，进行压水试验，计算透水率ω_2。

3.1 钻进过程特征分析

根据资料统计：金刚石钻具纯钻进速率为0.96 m/h，冲击回转钻为3.23 m/h，冲击回转钻钻进速率约为金刚石钻具回转钻进速率的3倍。通过对冲击回转钻不同深度排出岩粉取样分析，可以看出表层岩粉多集中在1～10 mm范围，随着深度增加粗粒与细粒同时增加，岩粉级配越来越良好。

现场实测岩样密度为2.638 kg/cm³，冲击成孔后孔径为92 mm。由此可得出岩屑采取率随孔深变化而变化。0.90～3.90 m段由于冲击原因造成岩粉四处扩散不能采集，故由3.90 m以下资料分析，孔口岩粉获取率按每米3%速率下降。由此可以在理论上计算28 m左右孔口岩粉获取率为0，即在额定风压下岩屑不可能冲出孔内。

通过上述分析：冲击回转钻钻进速率快，但孔内残留岩粉会增加灌浆前洗孔难度。金刚石回转钻钻进虽速率慢，但能有限度地减少孔内残留岩粉，钻孔冲洗方便。

3.2 压水成果综合分析

冲击回转钻对透水性影响表现在两个方面：即细粒岩粉对裂隙充填令ω降低，冲击力使裂隙扩张贯通令ω增大。

冲击回转钻对透水性的影响主要是使裂隙扩张贯通增大ω。堵塞裂隙使ω降低，主要表现在岩体较完整部位，尽管风水联合冲洗效果较好，但在孔深增大情况下对冲击回转钻岩粉冲洗问题，仍是一个需要十分重视的问题。

3.3 初步结论

根据上述分析可知，冲击回转钻造孔理论适宜深度应在30 m以内，其对透水性影响主要表现在使ω增大方面，但是岩粉堵塞裂隙使ω降低这方面的影响仍不可忽视。

收稿日期：2000-06-06

4 灌浆效果分析

根据上述结论，为验证冲击回转钻对灌浆效果影响，在同一地段的主副帷幕各选5个孔进行对照试验。在副帷幕前30 m用冲击回转钻造孔，风水联合方法洗孔，其余孔段全部用回转钻造孔，常规方法洗孔。

4.1 灌前压水成果分析

灌前压水值冲击回转钻同回转钻比较与固结灌浆中透水性对照试验结果是一致的。施工时先副帷幕后主帷幕(为了便于对照分析和保证施工质量，在局部地段先上游排后下游排)，而回转钻灌前ω小于1 Lu为0，小于5 Lu与冲击钻一致，冲击回转钻出现小于10 Lu情况应为岩体较完整情况下冲击回转钻进行岩粉堵塞裂隙所致。

灌前ω值大于10 Lu段体冲击回转钻占20.64%，而回转钻占28.57%，但冲击回转钻在大于50 Lu段占6.35%，回转钻段占4.08%。引起透水率呈上述变化的原因，是由于副帷幕冲击回转钻造孔和主帷幕靠近边坡侧引起向边坡外和坝体内渗水共同作用的结果。

4.2 灌浆成果分析

通过对试验区及其邻近部位主副帷幕前30 m段灌浆单耗对比分析可知：冲击回转钻施工比回转钻施工单耗大。主要原因是冲击回转钻进时冲击力使裂隙扩张贯通，灌浆时浆液的贮存空间增大，浆液扩散半径增大所致。

试验段内，先灌排与后灌排之间，冲击回转钻与回转钻所引起灌浆单耗的差异性，均被主帷幕靠近下游边坡向坝体及坡外串浆而引起单耗增加现象所掩盖。在试验区，即使存在上述现象，由于副帷幕全部为冲击回转钻造孔，因此先灌排与后灌排间变系数远大于试验块段，并且比其邻近部位均要大。由此可得出冲击回转钻钻进使灌浆单耗偏高。

由于在灌浆施工过程中，单耗不仅受透水率影响而且还受灌浆压力影响，因此对于灌前Lu值较大，岩体较完整，裂隙被岩粉堵塞情况下，对灌浆单耗的影响无法从资料上分析。从理论上讲会使单耗降低，但其影响程度不会像使裂隙扩张贯通而使单耗增加那样明显。其理由是：在Lu很小情况下，水泥单耗也很小，在灌浆过程中，随着浆液的循环可将不能冲出岩石颗粒从裂隙部分带走，从而改善裂隙透过浆液的性能。

5 灌浆效果检查及分析

对所有采用冲击回转钻钻进的块段检查结果表明：声波值均满足设计要求。一方面由于固结灌浆孔较浅(深度10～15 m)，易于达到冲洗效果，更主要的是由于冲击力使裂隙扩张贯通，使浆液对裂隙充填程序增加。因此固结灌浆中使用冲击回转钻造孔是可行的，在保证钻孔冲洗效果前提下能满足灌浆效果，并提高工效。

帷幕灌浆试验区的灌后压水检查，出现渗透指标不能达到设计要求的段位，经分析是由于：其岩性为劈理发育的辉绿岩，灌前ω值为60～23 Lu，灌浆单位注入量为300～500 kg/m。结合附近孔段资料对照表明：此段为辉绿岩岩脉裂隙密集发育带，短裂隙和隐裂隙均发育。该段位灌后压水值ω为7.56 Lu，位于10～15 m处。检查完毕后，进行了复灌。

根据岩粉值级配分析资料可知：在此深度造孔时，冲击回转钻产生岩粉能将不同宽度裂隙不同程度地充填。小的裂隙由于被岩粉堵塞，浆液进入困难。在裂隙发育情况下，用冲击回转钻造孔，由于裂隙扩张贯通虽能增大岩层透水性及注灰量，但岩粉对裂隙充填堵塞而限制浆液进入裂隙影响的一面仍然存在，且不可忽视，由此而产生对帷幕灌浆效果影响仍应引起重视。

6 结束语

应用冲击回转钻造孔，在钻孔冲洗方面应有更严格的工艺技术要求，试验采用风水联合冲洗，对浅孔0～15 m能达到较好效果。冲击回转钻造孔工效虽高，但会对岩体透水性产生不良影响，并且增加灌浆材料消耗。在岩石条件完整，裂隙不发育情况下，会使透水性变小，单位吸浆量降低，甚至会出现普通水泥无法灌入的情况；在岩石裂隙发育情况下会增大水泥消耗，延长灌浆时间，同时小裂隙充填不密实。因此，大桥水库工程帷幕灌浆施工中不采用冲击回转钻造孔。

作者简介：

田中涛(1970年-)，男，四川剑阁人，中国水利水电第五工程局三分局晃桥水库项目部副总工程师，工程部部长，工程师，从事水利水电工程施工技术及管理工作；

郭利英(1969年-)，女，河北临漳人，中国水利水电第五工程局三分局大桥水库施工局，助理工程师，从事水利水电工程施工管理工作。