

# 浅谈欧标体系下导流箱涵施工技术及质量控制措施

胡月恒 张思哲

中国水利水电第三工程局有限公司

**摘要:** 菲律宾瓦瓦供水项目是欧标体系下的大坝工程, 其中导流箱涵边墙高6.5m一次成型。为保证施工质量、缩短施工工期、节约施工成本, 本项目利用自行设计的钢模台车作业施工模板, 浇筑时采用泵车平铺对称浇筑两侧墙的方法, 成功掌握了导流箱涵从建基面处理到混凝土浇筑的施工技术, 为欧标体系下的其他类似工程项目提供经验和借鉴。

**关键词:** 建基面处理; 混凝土浇筑; 模板设计; 技术及质量控制措施

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6261.2023.05.117

导流箱涵作为水利水电项目一期重要导流建筑物, 如果在施工过程中不采取一些技术措施对于混凝土质量进行控制, 混凝土外观容易出现挂帘, 错台, 气泡等外观质量问题, 在汛期高速水流的作用下将会对导流箱涵的安全运行产生不利影响。

该课题基于菲律宾瓦瓦供水项目大坝工程为实例, 业主: SAN LORENZO RUIZ 与PRIME METRO POWER HOLDINGS CORP公司, 监理: AFRY咨询公司, 主要针对欧标体系下导流箱涵主要施工工艺、技术质量控制要点进行分析说明, 为海外类似工程提供借鉴。

## 一、工程概况

菲律宾瓦瓦供水项目大坝工程导流箱涵位于左岸大坝第7坝段, 全长385m, 大坝与导流箱涵结合段长度为120m, 总共分为18段。其中第1段为进口闸室段, 第2~5段为上游箱涵段, 第6~11段为过大坝箱涵段, 第12~14段为下游箱涵段, 第15~18段为下游明渠段。

导流箱涵为双孔矩形过流结构, 典型过水断面尺寸为 6.75×6.5 (宽×高), 典型断面边墙厚度3.0m, 中隔墙厚度2.5m, 底板厚度3.0m, 顶板厚度2.9m, 墙体一次浇筑至顶板底部, 高度6.5m。

## 二、导流箱涵施工技术

### (一) 导流箱涵施工工艺流程

导流箱涵施工工艺流程: 体型结构线放样—垫层施工—底板施工—侧墙模板设计—侧墙施工 (绑扎钢筋→安装钢模台车)—侧墙混凝土浇筑<sup>[1]</sup>。

### (二) 体型结构线放样

在基坑开挖完成后, 根据设计的基槽图纸, 对于建基面标高、坡比、开挖尺寸等进行对比, 处理不满足要求的体型尺寸, 之后对导流箱涵的中轴线及边线进行精准放样。

### (三) 垫层施工

本工程基坑开挖至基岩面, 基槽承载力满足施工要求, 但是基槽开挖不可避免的会出现“尖角”、“空槽”、“倒悬”、“欠挖”、“裂隙”等情况, (如图1~图5所示) 按照规范要求处理完成后, 在混凝土浇筑前, 处理干净仓面积水和引排基岩渗水, 并保持基岩面湿润, 方可采用C12/15混凝土进行垫层混凝土的施工。需要注意控制垫层的顶部高程, 做出标识以确保后续底板的施工<sup>[2]</sup>。

### (四) 底板施工

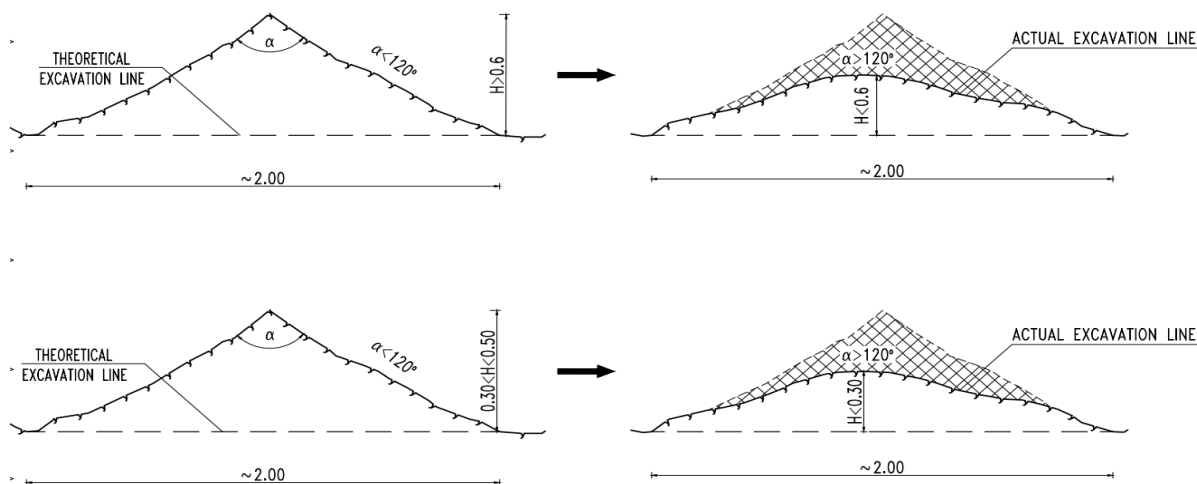


图1 “尖角”处理措施

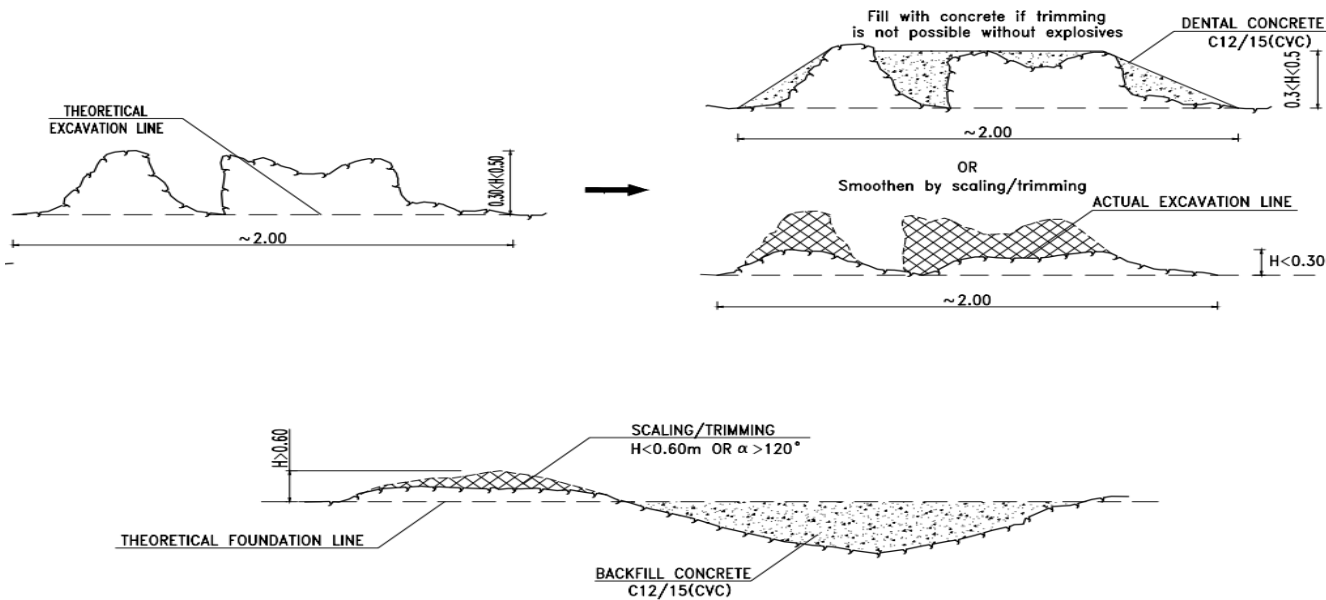


图2 “空槽”处理措施

ATTENTION:

If  $a > 1.20\text{m}$ , then full height trimming is required to reach the B-line;  
 If  $0.60\text{m} \leq a \leq 1.20\text{m}$ , then trimming is required as shown;  
 Else if  $a < 0.60\text{m}$ , then no trimming is required.

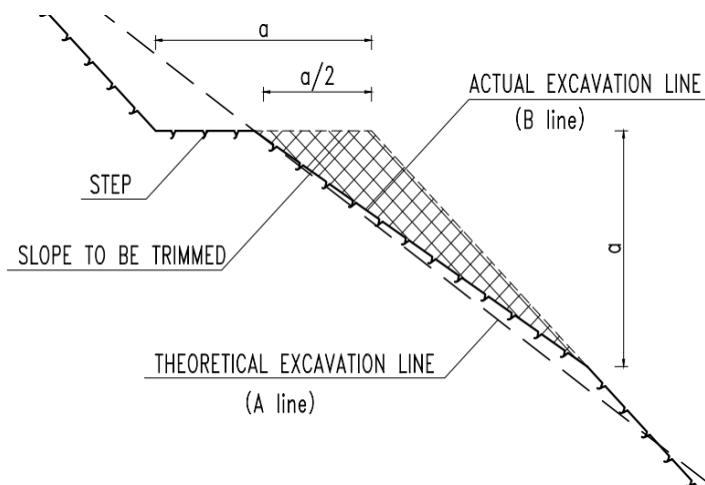


图3 “欠挖”处理措施

在混凝土垫层上放样出中轴线，以此确定导流箱涵的结构体型线及钢筋定位线。按照各层钢筋间距在架立钢筋上做好标记，按照标记绑扎各层钢筋。钢筋连接方式采用机械连接与搭接（主筋禁止采用焊接），在同层钢筋网片横纵向钢筋的交叉点处采用绑扎连接，将横纵向钢筋联系为整体。绑扎连接点采用“梅花型”布置。为防止底层钢筋保护层受损，在网片纵横向钢筋连接点位置同样按照“梅花型”布置混凝土垫块，混凝土垫块强度应与混凝土工程实体强度一致，以保证实体强度质量均匀，避免出现因局部强度不足而出现的实体破坏。投入使用的钢模需要清理干净并涂刷脱模剂，安装过程中测量进行校核，采用托泵进行混凝土浇筑工作。根据现场实际情况，浇筑顺序按照台阶法从左往右方向依次进行，台阶宽度3m~5m。浇筑过程中，勤倒泵管，多点下料避开止水等预埋件部位，避免混凝土堆积过高。对

钢筋密集、模板、止水周边位置进行重点控制并加强振捣。采用 $\Phi 100$ 与 $\Phi 70$ 振捣棒，在振捣过程中，振捣器应快插慢拔，插点均匀排列，逐点移动，顺序进行，不得漏振<sup>[3]</sup>。

(五) 侧墙模板设计

根据本项目导流箱涵体型特点与施工规划，对于6.5m侧墙混凝土浇筑采用一次成型的施工工艺。利用自行设计的钢模台车作业施工模板<sup>[4][5]</sup>。

该钢模台车由面板系统，支撑系统，锚固系统，运行系统，辅助系统组成。

面板系统：面板单边由15块翻转模板与15块1050的钢模板组装而成；

支撑系统：支撑系统是由4根 $\Phi 159 \times 4.5$ 的钢管支架连接[12槽钢组成1个相对独立的三角形支架结构并通过上、下两层250×118×10的工字钢做主梁，

400×200×8的H型钢做次梁连接形成一个台车整体;

锚固系统: 锚固系统采用定位锥与D15精轧螺纹钢筋PSB785拉杆对拉;

运行系统: 沿箱涵轴线方式铺设两条行走钢轨, 通过卷扬机牵引架设在行走钢轨上;

辅助系统: 包括高边墙钢模移动台车组装、拆除及安装等的专用工具。

整体支撑架结构稳定性验算主要采用手算进行验算, 对整体稳定性进行分析<sup>[6]</sup>。

#### (六) 侧墙施工

侧墙直径 $\Phi 20\text{mm}$ 以下的钢筋接头采用搭接绑扎, 直径 $\geq \Phi 20\text{mm}$ 的钢筋, 主要采用直螺纹套筒连接, 局部

采用搭接绑扎接头(主筋禁止使用焊接), 按照“先主后辅”的原则进行边墙钢筋的绑扎, 以底部为标准进行划线定位, 确定钢筋的位置及间距。考虑到侧墙高6.5m, 墙体的钢筋模板采用拉杆内拉的方式进行加固, 提高稳定性, 定位锥拉杆采用D15精轧螺纹钢筋PSB785。钢模台车在加工厂组装完成后, 吊装至施工现场。

### 三、导流箱涵施工质量控制措施

#### (一) 混凝土配比的选择

导流箱涵侧墙(6.5m)主要采用泵车进行混凝土一次浇筑, 通过实验计算及对比试验, 最终确定混凝土配合比<sup>[7]</sup>。如表1所示。

表1 混凝土配合比试验表

选定配合比	水胶比	每m <sup>3</sup> 混凝土各种材料用量(kg)						混凝土抗压强度		
		胶凝材料		集料				水	外加剂	7d
	水泥	粉煤灰	细集料	1#粗集料	2#粗集料	3#粗集料				
0.53	293	73	786	416	598	/	194	5.86	22.8	34.6
质量比	胶凝材料(水泥+粉煤灰): 细集料: 1#粗集料: 2#粗集料: 水: 外加剂=1: 2.15: 1.14: 1.63: 0.53: 0.0160									

#### (二) 侧墙混凝土混凝土一次浇筑

采用泵车浇筑前, 对施工缝进行凿毛处理。浇筑时, 注意控制C25/30混凝土倾落高度在1.5m以内, 侧墙浇筑速度应控制在0.5m/h。浇筑时采用平铺法, 从下游向上游浇筑, 两侧墙应对称浇筑且两侧高差不宜大于0.5m, 浇筑过程中振捣应紧跟浇筑, 采用 $\Phi 70$ 、 $\Phi 50$ 振捣器进行振捣<sup>[8]</sup>。如图8所示。

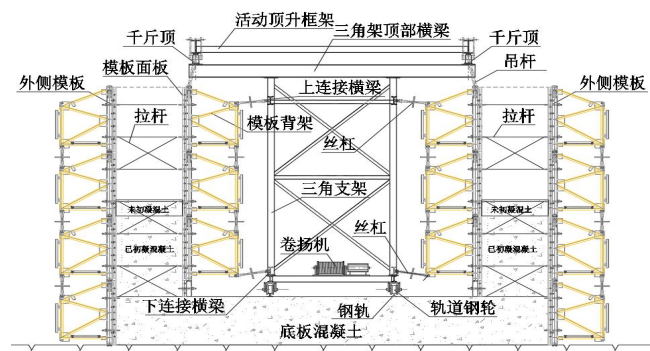


图8 侧墙浇筑工况

### 四、结语

菲律宾瓦瓦供水项目大坝工程导流箱涵施工采用上述的施工工艺和技术质量控制要点, 施工工序步骤较传统支模吊装法得到了简化。导流箱涵高边墙一次成型相较于分层浇筑, 解决了后者施工缝会存在的质量问题。对于中长距离的导流箱涵施工而言, 提高了施工效率, 缩短了施工工期, 降低了施工成本, 保证了工程质量, 满足了在欧标体系下的施工要求, 为中

国企业在以后类似的工程中积累了宝贵的施工经验。但是该工艺也对各分部工序的一次验收合格率和工人技术水平提出了较高的要求, 如何提高工人的技术水平和综合素质, 需要更多的工程实践去探索更优的解决方案。

#### 参考文献

- [1] 沈辉. 箱涵施工技术及应用探析[J]. 工程建设与设计, 2022(05): 139-141.
- [2] 陈光生. 浅析箱涵施工技术及应用[J]. 江西建材. 2021(04): 162-163.
- [3] 王刚. 现浇箱梁混凝土施工质量控制[J]. 交通世界, 2019(14): 105-106.
- [4] 柴国平. 钢模台车在水利工程箱涵施工中的应用[J]. 农业科技与信息, 2019(21): 97-98.
- [5] 刘天兴. 地铁车站一体式钢模台车的研究与应用[D]. 武汉: 湖北工业大学, 2017.
- [6] 牟雨龙, 耿志华, 张康荣, 郭迎旗. 箱涵一体化模板施工技术及其质量控制[J]. 中国新技术新产品, 2022(08): 129-131.
- [7] 李忠益. 混凝土配比设计成本分析[D]. 逢甲大学建设学院土木工程学系, 2016.
- [8] 王道彬. 箱涵施工关键技术与质量安全管控要点探讨[J]. 农业科技与信息, 2019(12): 103-104.