

国际里程碑堆石坝工程



日本 Yashio 大坝

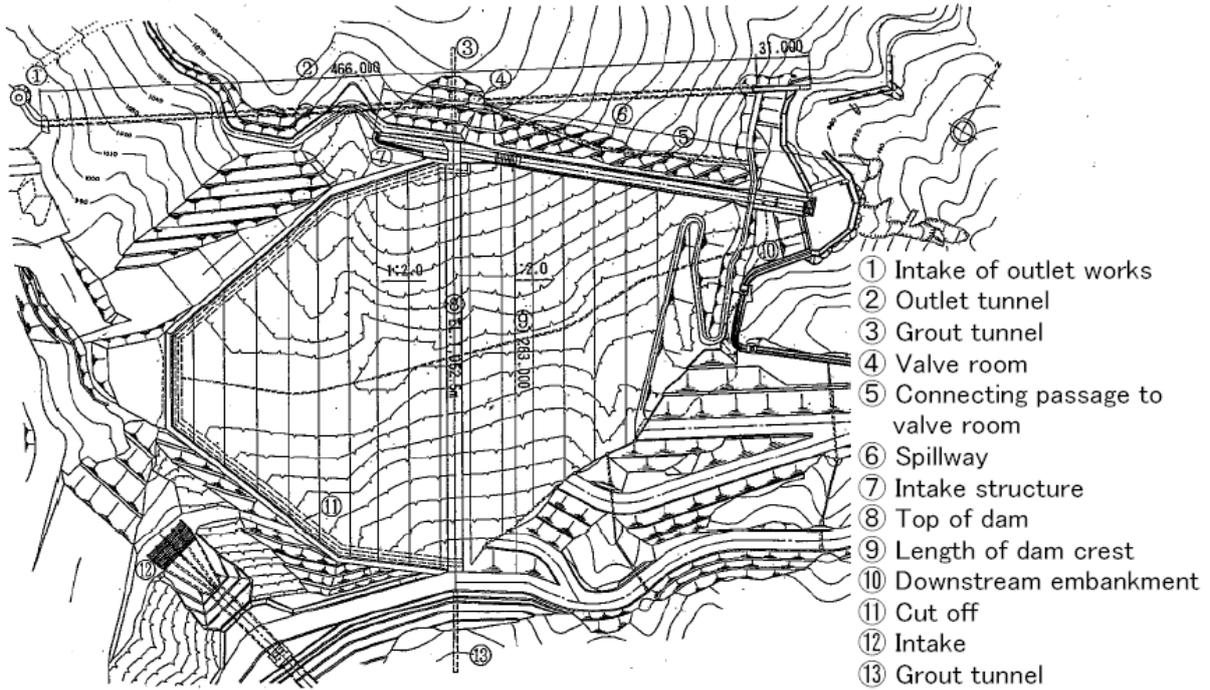
| | |
|--------|---------------------------|
| 坝型 | 沥青混凝土面板堆石坝(AFRD) |
| 坝高 | 90.5 m |
| 坝顶长度 | 263 m |
| 坝体总填筑量 | 2,109,000 m ³ |
| 水库集水面积 | 2.0 km ² |
| 水库面积 | 0.47 km ² |
| 水库总库容 | 11,900,000 m ³ |
| 有效库容 | 7,600,000 m ³ |
| 开工时间 | 1986 |
| 竣工时间 | 1995 |
| 装机容量 | 900 MW |

Yashio 大坝位于日本 Tochigi 辖区的北部，它是 Shiobara 抽水蓄能电站的上游调节水库的大坝。大坝坐落于 Naka 水系 Kosabi 河的最上游。坝址附近没有不透水的土料，通过将沥青混凝土面板坝与混凝土重力坝相对比，基于经济方面的考虑，最终选择了沥青混凝土面板坝。

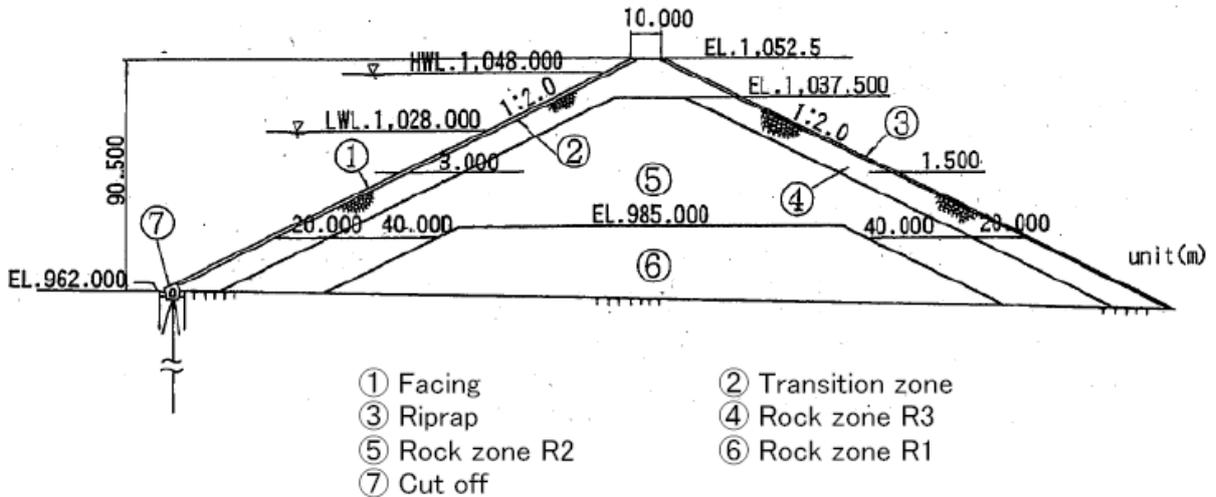
大坝的设计

大坝堆石体分三部分：1) R1 区由凝灰岩填筑，填筑材料来自于对左岸凸出部分的开挖；2) R2 区由斑岩填筑，填筑料来自于上游右岸距大坝约 400m 处的采石场。3) R3 区由非常坚硬的斑岩填筑，填筑料是从斑岩料中挑选出来的。在堆石体的上游面修建一个 1.3m 厚由斑岩填筑成的过渡层。

大坝的面板被设计成双层板的结构，在上部和下部都有一层不透水层。中间的排水层用于查明漏水情况。面板总共有 7 层，厚度为 37 cm。面板表面用一层薄沥青玛蹄脂覆盖，以保护面层不被紫外线、冻融和积雪所破坏。工程中采用了三种骨料尺寸的沥青混凝土：粗骨料(最大 20mm)用在碎石垫层和整平层；细骨料(最大 13 mm) 用在不透水层；任意骨料(最大 25 mm)用在中部的排水层。



Yashio 工程平面布置图



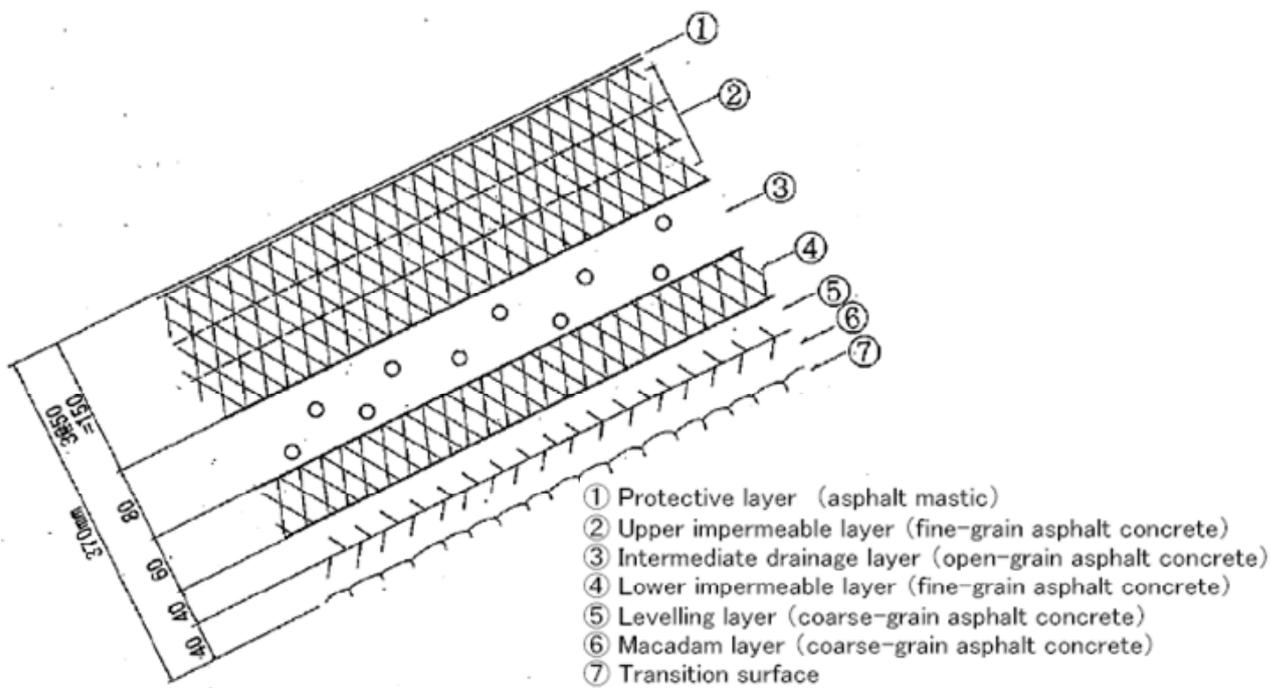
Yashio 大坝标准横截面

1.泄水工程进口 2.泄水隧道 3.灌浆隧道 4.阀门室 5.到阀门室的通道 6.溢洪道 7.引水建筑物 8.坝顶 9.坝顶长度 10.下游填筑体
 11.截水墙 12.引水口 13.灌浆廊道

1) 面板 2) 过渡区 3) 块石护坡 4) 堆石区 R3 5) 堆石区 R2 6) 堆石区 R1 7) 截水墙

大坝的施工

Yashio 大坝上最长的面板约 200m 长。为使在 200m 长的斜坡上能一次性将铺筑工作完成，本工程采用了一种特殊的门式卷扬机摊铺设备，该设备带有超长的绳索。现有摊铺设备的卷扬机绳索不具备足够的长度，这必然将导致面板铺筑施工被分成两部分进行：第一部分是坝底铺至坝中，另一部分是从坝中铺至坝顶。分两部进行铺筑将会在整个面板上留下一条连续的水平接缝，这将会削弱层面的不透水性。



为了提高铺筑质量，本工程采用了一种高压实度、高性能的沥青摊铺机（日本的筑坝工程中属于首次使用）。它上面有一个压力杆（一根由液压操纵以恒压作用在整平板上的梁），施加到整平板上的压力可控制在 4.0~14.0 MPa 之间。

铺筑工作进行了 2 年（不包括冬季的月份），基本上是按原计划进行的。实际铺筑工作在 180 天内全部完成。

1.保护层（沥青玛蹄脂）2.上部不透水层（细骨料沥青混凝土）3.中部透水层（任意骨料沥青混凝土）4.下部不透水层（细骨料沥青混凝土）5.整平层（粗骨料沥青混凝土）6.碎石垫层（粗骨料沥青混凝土）7.过渡层表面

沥青面板的结构



面板铺筑



红外线含水量测量仪

质量控制

质量控制中采用了一些先进的技术。红外线含水量测量仪就是其中之一。如果水分被先前铺筑层的表面吸收，然后再在这样的表面上铺筑另一层沥青混凝土，那么很长一段时间内面板会发生起泡现象，这最终会导致开裂。太阳光照在面板上时，会引起水分的蒸发膨胀，因此产生起泡现象。迄今为止，铺筑层表面的含水量都是通过肉眼检查，但在该工程中则采用了定量测量的方法，该方法是通过一个手提式紧凑型红外线含水量测量仪来实现的。在进行铺筑之前，先测量面层表面的含水量，这样我们就能减少面板起泡现象的发生。

地震时的稳定性研究

通过 FEM 进行二维动力特性分析，以此来研究地震期间面板的稳定性，同时计算出面板内的应变水平。根据这些结果，进行了三维振动模型试验，模型由硅胶制成（比尺：1/350）。

通过二维 FEM 分析和振动模型试验得到了面板的振动特性。面板的最大应变发生在距离坝顶 1/5 至 1/6 的位置。二维分析和模型试验的结果都显示出了相似的应变分布模式，所以采用了由二维分析得出的应变分布。分析指出地震期间面板上部的应变增加，这部分面板可以通过降低水位而暴露出来。



施工现场（正在进行开挖）



施工现场(正在进行面板铺筑)



首次蓄水前的 Yashio 大坝



首次蓄水后的 Yashio 大坝

首次蓄水结束后大坝的运行状况

在第一次蓄水中检查面板的坚固性时，我们在检修廊道中测量坝体的渗漏，然后评定了面板的变形。依据测量的结果，没有水透过面板渗漏而且面板的变形很小，因此我们确定面板是坚固的。

工程参与单位

业主及运营商：

Tokyo Electric Power Co., Inc. (TEPCO)

设计单位：

Tokyo Electric Power Co., Inc. (TEPCO)

施工单位：

Maeda Corporation, Taisei Corporation, and Obayashi Corporation