

日本高速公路笹子隧道坍塌事件的真相探究

同济大学 薛松涛 2012-12-6

事故描述

2012年12月2日上午8点多,距离东京约120公里的日本山梨县境内的中央高速公路的**笹子**隧道发生部分顶板坍塌,具体位置为北纬35度37分7.7秒,东经138度47分42.8秒(图1的地图中间打勾处),往东京方向的单向隧道(2车线,总长为4784m),事故发生在离开面向东京出口1700m的地方,隧道顶部排列的长5米、宽1.2米、厚8-9厘米的混凝土顶板约100块(每块重约1.2吨)突然掉下。使得正在行驶3辆车被埋,其中的2辆起火,共有9人死亡,1人靠自己的力量逃生。图2,3为当时的照片。

在日本的高速公路历史上,这次事件成为死人最多的一次恶劣事件,而且事件的原因不是交通事故,而是隧道的结构问题。所以有必要从结构方面探讨一下事故原因。



图1 隧道位置



图2 倒塌现场



图3 倒塌现场



图 4 运出现场的混凝土顶板

隧道结构

筐子隧道是 1975 年建成，1977 年投入使用的最高法定速度为 70 公里的高速公路上的隧道。其结构形式如图 5 所示，顶板由 2 枚长 5 米、宽 1.2 米、厚 8-9 厘米的混凝土板组成，2 边由隧道的支座点支撑，中间由从隧道顶部延伸下来的铁杆固定。用结构专业的话来讲，是 2 块简支梁板来固定的。应该来讲不是一个非常坚固的方式，但是，在上世纪 70 年代，确实是一种流行的方法。

筐子隧道的断面示意图

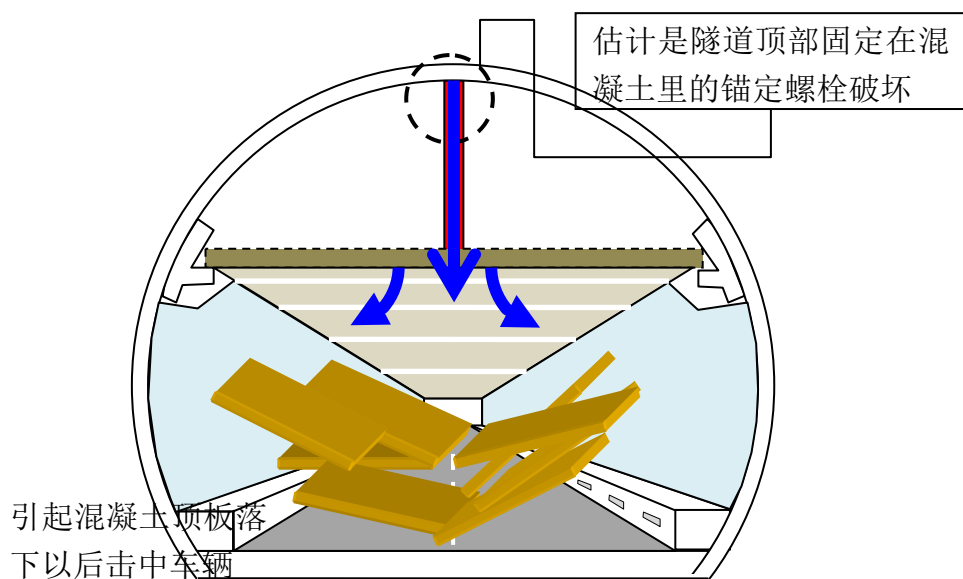
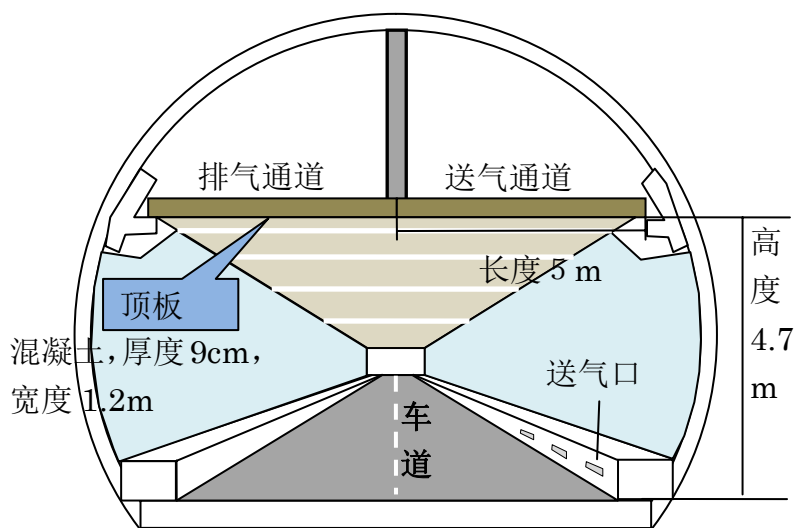


图5 隧道结构以及顶板落下

维护管理

这一段高速公路由中日本高速公路公司负责，而直接的维护工作由其八王子分公司所属的大月保全服务中心负责，日本警方已经在事故的当天搜查了八王子分公司以及大月保全服务中心，缴获了所有的维护等相关资料。

对于高速公路的隧道安全检查，有明文规定使用2种方法，目视检查方法以及打音检查方法。所谓目视，就是用肉眼观察金属部件有所变化，变色；所谓打音检查就是用锤子敲打金属连接部位，从声音上判断是否有松弛或别的异常。当然，打音检查的效果比目视检查要好。

这段隧道，而2000年以前，使用的是打音检查方法，由于顶板离开隧道顶部有5m以上高度，

所以规定检查人员自带扶梯，爬上去使用打音方法进行安全检查。但是非常遗憾，在 2000 年以后，却采用了目视方法。

事故分析

应该来讲，问题出在与隧道顶相连接的锚定螺栓上，如图 5，6，7 所示。事故发生前的 9 月份对这一段隧道有过安全检查，结论是安全。有很多媒体以及专家开始质疑对这样的隧道采用目视方法的可行性，也就是讲，在没有灯光的隧道上部，没有带扶梯，光用手电筒是否可以真正的看清楚 4m-5m 上面的金属螺栓的变化。9 月份的检查是否符合标准，有否偷工减料行为，警方还在调查之中。同时对于在 2000 年换了检查方法觉得不可思议。

很多人认为和 2011 年 3 月的大地震有一定的关系。在使用了将近 40 年后，和隧道顶端连接的直径 1.6cm，长 23cm 的锚定螺栓会受到一定的腐蚀，去年的地震又让锚定螺栓出现了残余应力，在今年 9 月份的安全检查时没有被检查到，所以其中的一块混凝土在 12 月 2 日下落，引起连锁反应，使得 100 多快混凝土板接连掉了下来，造成了这起日本高速公路历史上死人最多的惨事。

反省

实际上，问题就出在 9 月份的安全检查没有彻底，很小的细节，酿成了一个结构工程和交通工程的大问题。

日本有 4 9 处同样的隧道，现在已经开始了紧急安全检查，同时规定，必须使用打音检查法。亡羊补牢，希望能够减灾。

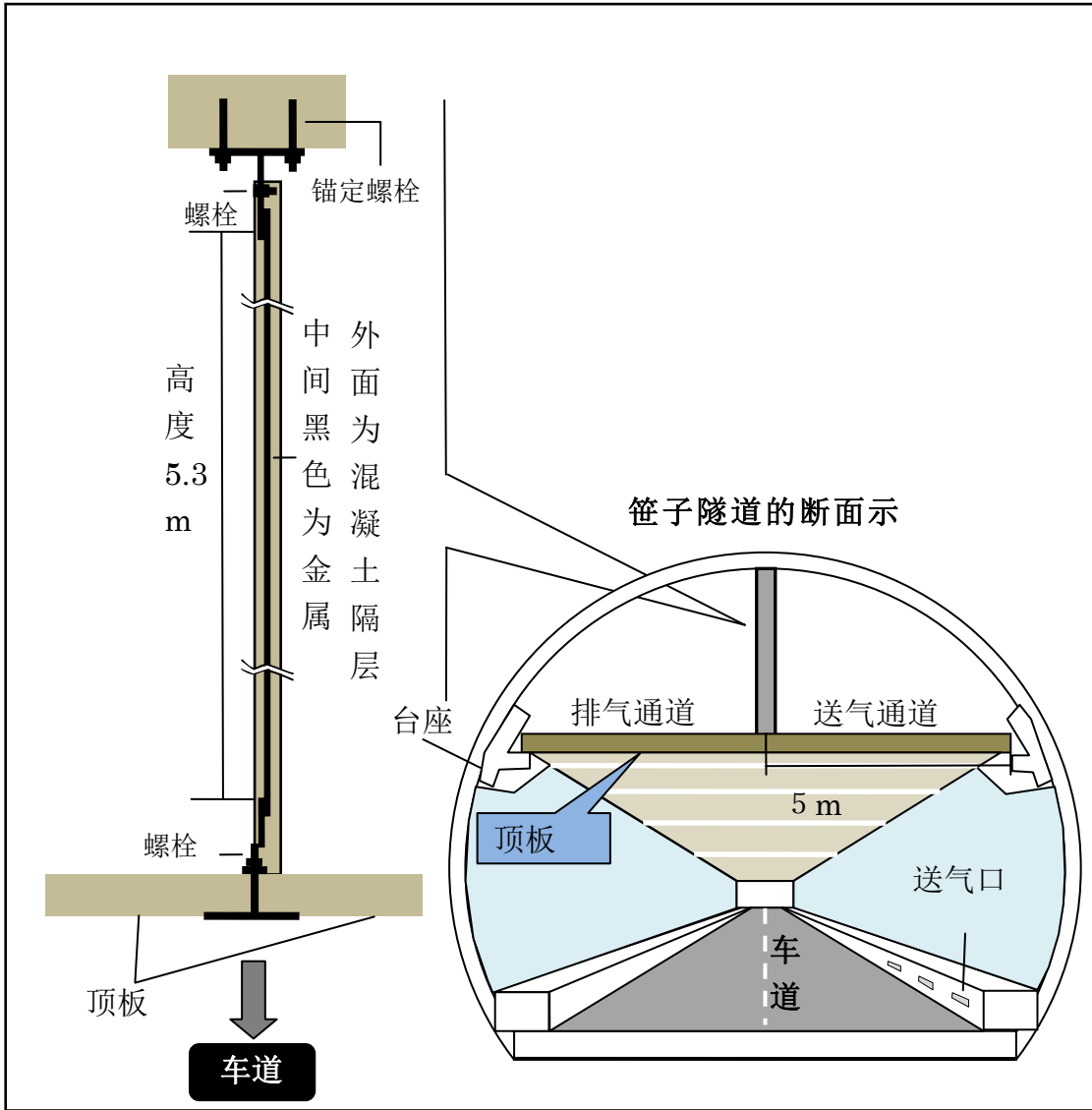


图 6 顶板，隧道顶部的详细

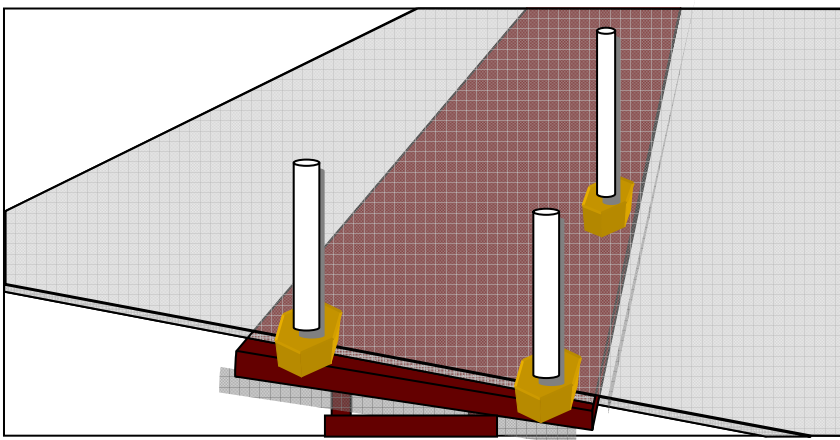


图 7 隧道顶端的连接，螺栓直径 1.6cm、长度 23cm



图 8 打音检查