

京港澳高速南岗洼下凹段水患治理方案

邓卫东

(北京市市政工程设计研究总院有限公司, 北京 100082)

摘要: 京港澳高速公路南岗洼下凹段,地处小清河分洪区,近二十几年其上游流域下垫面等都发生了很大的变化,调蓄功能减弱。在2012年“7·21”暴雨中,路堤损毁,洪水冲入路堤,造成3人遇难。针对于此,采取了挡水墙、排水边沟、加固防渗桩等工程措施。对处于淹没区的道路下穿段,实施挡水墙,使其两侧路堤连通道路下穿段的两端高点,抵御周边洪水;并对原有路堤进行防渗加固。在2016年汛前完成了路堤泄流槽的施工,使得“7·20”洪水顺泄流槽排入下凹段,保住了路堤,保证了通行人员和车辆的安全。在2017年汛前完成了路堤挡水墙及其防渗加固工程,经受住了2017年8月2日相当于50年一遇的强暴雨的考验,保证了公路安全及正常运行。

关键词: 公路; 下凹段; 水患治理方案

中图分类号: TU992 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)10-0066-05

Flood Control Plan of Nangangwa Low-lying Concave Section of Beijing-Hong Kong-Macao Expressway

DENG Wei-dong

(Beijing General Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Beijing 100082, China)

Abstract: The Nangangwa low-lying concave section of Beijing-Hong Kong-Macao Expressway is located in Xiaoqinghe River flood diversion area. In recent 20 years, there were a lot changes in the underlying surface of its upstream basin, which led to its weak regulating function. On July 21st, 2012, the torrential rain led to the damage of embankments. As a result, the flood rushed into the road and killed three persons. In view of this, some engineering measures, such as retaining wall, draining edge ditch, strengthening anti-seepage pile and so on, had been adopted. In order to prevent the peripheral flood, the water retaining wall had been implemented to make the two sides of the embankment connect to the high point of both ends of the underpass section of the road, so as to resist the surrounding flood. And the existing embankment was seepage prevented and reinforced. The construction of the flood discharge channel was completed before the flood season in 2016. As a result, the “7·20” flood could be discharged into the concave section, the embankments were protected, the safety of the passers and vehicles were guaranteed. The embankment's water retaining wall, its seepage prevention and reinforcement works were completed before the flood in 2017. It withstood the heavy rain on August 2nd, 2017, which was the most serious rainfall once in 50 years. It ensured the highway safety and normal operation.

Key words: road; low-lying concave section; flood control plan

1 概况

京港澳高速公路是一条首都放射型国家高速,为中国的南北交通大动脉,全长约2 285 km。北京段起点为三环路六里桥,终点房山琉璃河,全长为

45.6 km。动工于1986年4月,全线完工于1993年11月。京港澳高速南岗洼下凹路段距离起点约17.5 km,在北京市丰台区长辛店南岗洼村南500 m处。高速公路在此与京广铁路交汇(见图1),高速公路下穿京广铁路。此处道路路面最低点高程为40.18 m,道路周边地面高程均在47 m左右。



图1 京港澳高速公路与京广铁路相交处

Fig.1 The intersection of Beijing-Hong Kong-Macao Expressway and Jingguang Railway

2012年7月21日暴雨致使北京丰台区的蟒牛河洪水暴涨,洪水溢出河道冲毁路堤、涌入京港澳高速南岗洼下凹路段,致使道路积水最深达7 m,瞬间淹没车辆,造成3人遇难的严重灾害。京港澳高速南岗洼下凹段水患治理被北京市确定为2016年汛后防洪排涝重点水务工程。

2 周边主要水系

周边主要水系见图2。



图2 周边主要水系示意图

Fig.2 Schematic diagram of surrounding main water system

周边主要有两条水系:小清河及蟒牛河。蟒牛河为小清河一支流。高速公路由北向南上跨蟒牛河,设置3孔 \times 15 m桥梁,过后逐步降低路面设计

高程,下穿京广铁路桥后又逐步升至地面以上,在此形成一低于周边地面的路堑段,最低点大致位于南岗洼古桥附近,路堑段范围内降雨径流由排水泵站排至小清河。

① 蟒牛河:属于小清河的支流,全长为8.33 km,流域面积为17.4 km²。该河道为防洪排水河道,主要承担长辛店西部地区的防洪及雨水排除任务。蟒牛河河道现状防洪标准低,河道行洪断面较小,河道淤积严重,河床较浅。

② 小清河:发源于北京市永定河右岸门头沟的九龙山,总流域面积为406 km²,其中北京市境内为212.35 km²。小清河干流自大峪水库起至白沟河,全长为34.8 km。

3 周边水系规划简介

南岗洼地区的河道规划如下:

① 蟒牛河。蟒牛河现状河底宽为2.5~12 m,河道上口宽为8~14 m,目前正在治理当中。其治理标准为:20年一遇设计、50年一遇校核,河底宽为14 m,河道上口宽为30 m,南岗洼段20年一遇设计水位为47.11 m,50年一遇设计水位为47.30 m、100年一遇设计水位为47.55 m。

② 小清河。小清河干流右堤按50年一遇标准治理,右堤为主堤,堤防级别为2级,右堤超高采用小清河干流50年一遇洪水位加2 m和小清河分洪区50年一遇滞洪水位加0.5 m的外包线考虑。

4 2012年7月21日南岗洼地区降雨情况

根据南岗洼地区上游流域自记雨量站卢沟新桥站的雨量记录,统计6、24 h的降雨量(见表1)。

表1 卢沟新桥站2012年7月21日暴雨小时降雨量记录

Tab.1 Record of the rainfall at Lugouxinqiao Station on July 21st, 2012 mm

时次	8时	9时	10时	11时	12时	13时	14时	15时
降雨量	0.0	0.0	0.0	1.4	12.4	8.9	14.5	14.2
时次	16时	17时	18时	19时	20时	21时	22时	23时
降雨量	5.1	8.3	25.1	75.5	52.9	17.0	8.8	6.8
时次	0时	1时	2时	3时	4时	5时	6时	7时
降雨量	2.0	9.9	4.6	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0

根据表1,大致结果如下: $H_{6h} = 187.6$ mm(17时—22时), $H_{24h} = 269.1$ mm(8时—次日7时)。

根据《北京市水文手册暴雨图集(1999年)》得到本地区6、24 h的10年、20年、50年、100年一遇

设计暴雨如下: $H_{6h, 10\%} = 130 \text{ mm}$ 、 $H_{6h, 5\%} = 160 \text{ mm}$ 、 $H_{6h, 2\%} = 205 \text{ mm}$ 、 $H_{6h, 1\%} = 235 \text{ mm}$; $H_{24h, 10\%} = 210 \text{ mm}$ 、 $H_{24h, 5\%} = 270 \text{ mm}$ 、 $H_{24h, 2\%} = 350 \text{ mm}$ 、 $H_{24h, 1\%} = 400 \text{ mm}$ 。

从“7·21”降雨量记录结果来看,6 h降雨量略超过20年一遇(160 mm),24 h降雨量为20年一遇。根据蟒牛河和小清河流域面积及河道长度,可以确定,“7·21”降雨对于京港澳高速公路南岗洼段流域来说,应达到20年一遇以上的降雨级别。

5 2012年7月21日南岗洼地区淹没水位

“7·21”降雨过后,对高速公路南岗洼路段周边的淹没情况进行了调查(见图3)。现场调查了12处洪水淹没水位,高程在46.92~48.60 m之间,平均高程为47.60 m。判断在泵站的调查水位较为准确,为泵站值班工作人员指认,其余为当地居民凭印象指认。所以根据泵站调查水位及平均水位值,确定南岗洼“7·21”洪水淹没水位为47.60 m。

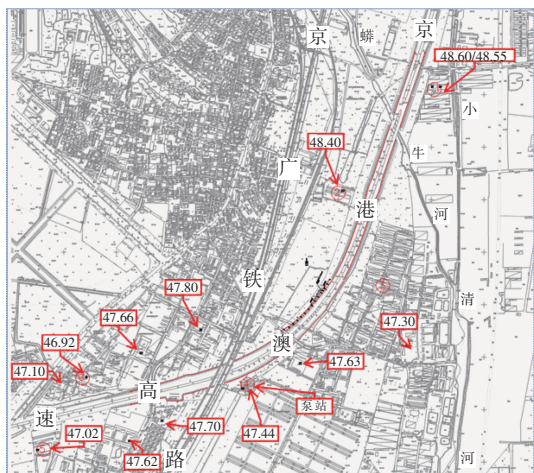


图3 南岗洼段“7·21”淹没水位调查

Fig.3 Investigation of submerged water level of Nangangwa Section on July 21st

根据“7·21”调查洪水位47.60 m,绘制高速公路南岗洼段淹没示意图(见图4)。可见,高速公路东侧淹没区域已经和蟒牛河、小清河右岸连成一片。洪水经过高速公路下穿段等通道淹没了高速公路西侧。高速公路南侧的京广铁路局部铁轨顶部高程为47.59~47.75 m,也几乎被洪水淹没,这与当时救灾人员的描述相符。高速公路西侧来水,由于周口店路高程较高,仅有一约4 m宽涵洞连通周口店路东西两侧,所以周口店路西侧来水大部分被阻挡在道路西侧,不是南岗洼地区淹没的主要来水方向。

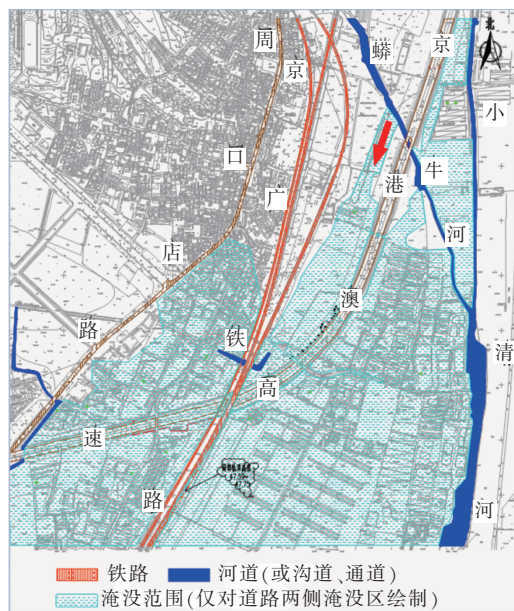


图4 南岗洼段“7·21”淹没范围示意图

Fig.4 Schematic diagram of submergence range of Nangangwa Section on July 21st

6 水灾成因分析结论

根据以上分析,造成南岗洼路段“7·21”水灾的主要原因为暴雨使河道洪水满溢及路堤溃决。

① 南岗洼段蟒牛河右岸洪水满溢:由于南岗洼段蟒牛河河道防洪标准较低(规划治理标准为20年一遇,现状未治理),导致“7·21”暴雨造成河水满溢,涌向高速公路路堤,淹没水位达到47.60 m,超过当地规划100年一遇的设计水位47.55 m。

② 高速公路路堑段两侧土堤不稳固:高速公路南岗洼段两侧土堤,经不住两侧洪水的浸泡和漫堤冲刷,造成局部溃堤,洪水快速涌入公路,造成通行车辆和人员避险不及。

7 工程设计方案^[1,2]

从蟒牛河的规划可以看出,蟒牛河河道按规划治理后,仅能防御50年一遇洪水,其100年一遇的规划水位为47.55 m(“7·21”淹没水位为47.60 m),还会威胁路堤的安全。所以,京港澳高速公路南岗洼铁路下穿段两侧现状路堤,必须进行加高、加固处理,使其防洪能力达到100年一遇。

① 设计思路

对处于淹没区的道路下穿段,采用挡水墙的设计思路,使其两侧路堤连通道路下穿段的两端高点,抵御周边洪水;并对原有路堤进行防渗加固。主要工程措施包括挡水墙、排水边沟、加固防渗桩3部

分。挡水墙按100年一遇洪水位47.55 m设计,设计超高1.20 m,墙顶部高程为48.75 m。排水边沟的作用为排除挡墙外侧的积水,以及在洪水退水的情况下,防止挡墙基础被冲刷。加固防渗桩的主要作用为加固路堤的稳定性,防止土壤水由于水位差造成路堤管涌。挡水墙设计方案见图5,将路堤加固加高到可以防御100年一遇的洪水,可保证道路及路堤在遭遇设计洪水标准下的防洪安全。

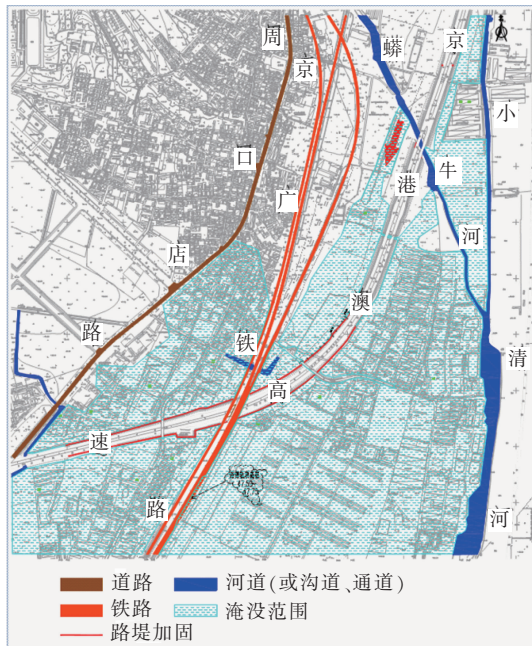


图5 挡水墙设计方案

Fig. 5 Design scheme of the water retaining wall

② 挡水墙设计

设计水位为47.55 m(百年一遇);设计超高为1.20 m;挡水墙顶部设计高程为47.55 m + 1.20 m = 48.75 m。

③ 路堤防渗加固措施

路堤防渗加固措施见图6。

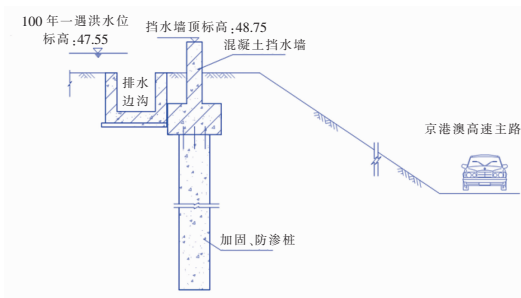


图6 路堤加固防渗设计方案

Fig. 6 Design scheme of seepage prevention and reinforcement

④ 超标准洪水应对方案

路堤为土质,为了防止路堤在遇到超标准洪水的情况下被冲毁的情况发生,在路堤两侧每隔一定距离设置泄水踏步(见图7),在挡水墙相应位置设置叠梁闸门。当预计洪水水位持续上涨,超出设计水位时,开闸将水通过泄水踏步泄入高速公路(此时道路交通断行),平衡路堤内外侧的水位差,防止溃堤情况发生,减少洪水过后恢复交通的时间。平时泄水踏步可作为高速公路路堤养护使用。

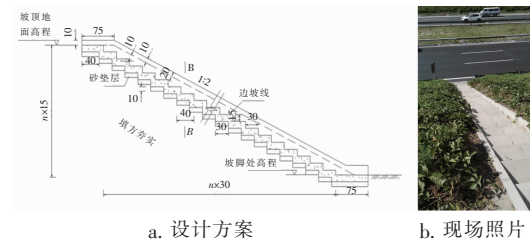


图7 泄水踏步

Fig. 7 Water spillage stairs

8 工程应用效果

工程分两期建设,在2016年汛前完成了路堤泄水踏步的工程,使得2016年7月20日洪水顺泄水踏步排入路堤(见图8),减少了路堤内、外水位差,并在洪水来临之前采用了封路等交通管制措施,保证了路堤不被冲毁及人员、车辆的安全。于2017年汛前完成了路堤挡水墙及防渗加固工程(见图9)。2017年8月2日,当地出现了小时雨量超过110 mm的强降水,相当于50年一遇暴雨,道路两侧淹没深度达到30~40 cm(见图10)。由于新建的防护工程保护了路堤,京港澳高速公路安全运行。



图8 2016年7月20日泄水踏步照片

Fig. 8 Picture of water spillage stairs on July 20th, 2016



图9 路堤加固竣工照片

Fig. 9 Picture of completed embankment reinforcement



图10 2017年8月2日暴雨后第二天现场照片

Fig. 10 Scene picture of the next day after the heavy rain
on August 2nd, 2017

9 公路下凹路段排水设计及运行管理反思

① 公路下凹路段的排水设计

目前在道路建设中,大量利用下凹或下穿隧道等形式。其排水工程在考虑道路下凹段(隧道洞口)本身接纳的降水径流排除外,还应着重考虑下凹路段(隧道洞口)是否会受到洪水淹没的威胁。对受到洪水淹没威胁的地区,道路设计时应慎重采用下凹、隧道等形式,应对工程区域进行洪水淹没评估。

② 高速公路防汛抢险应急预案

高速公路防汛抢险应急预案,对高速公路在未来防汛期可能受到的水毁灾害应有预估和应对措施,保证同行车辆、人员的安全。高速公路养护管理部门平时对周边水系及上游流域情况的变化有所了解,并及时调整应急预案。

京港澳高速公路南岗洼段周边水系及上游流域

情况,在近二十几年变化较大,特别是城市化建设导致流域下垫面的径流系数增加,原来的荒地、农田、池塘变成城市建设用地;随着上游城市建成区排水设施的完善,雨水径流汇流时间变短,导致下游洪峰加大。以上种种情况导致了“7·21”降了20年一遇的降雨,在高速公路段形成了超原设计百年一遇的洪水淹没水位。

③ 城市建设要符合“海绵城市”设计理念

随着城市化的快速发展,不透水面积增加,雨水引发的洪涝灾害问题逐渐凸显。随着绿地、农田、森林、池塘等逐渐消失,原区域的水文循环发生了很大改变,所以城市建设应在城市规划、设计、实施等环节纳入“低影响开发”和“海绵城市”的设计理念。

参考文献:

- [1] GB 50201—2014,防洪标准[S]. 北京:中国计划出版社,2015.
GB 50201 - 2014, Standard for Flood Control[S]. Beijing: China Planning Press, 2015 (in Chinese).
- [2] GB 50286—2013,堤防工程设计规范[S]. 北京:中国计划出版社,2013.
GB 50286 - 2013, Code for Design of Levee Project[S]. Beijing: China Planning Press, 2013 (in Chinese).



作者简介:邓卫东(1969—),男,北京人,学士,高级工程师,设计室主任,北京市级防汛抢险专家,主要从事排水工程、防洪工程的设计工作。

E-mail: dwd@bmedi.cn

收稿日期:2017-11-27