

# 浅谈临时支墩在钢混组合梁施工中的应用

曾帆 贺春雷

中交一公局集团有限公司 中交一公局第六工程有限公司

DOI:10.32629/btr.v2i3.1965

**[摘要]** 我国在公路工程上采用的钢结构桥梁的设计、建设水平正着大型化、标准化方向前进,越来越多的采用大跨度钢混组合形式,临时支墩作为钢混组合桥梁安装时必不可少的辅助工程和关键技术,结构受力必须要满足上部荷载的要求,保证施工安全,尤其是在跨越既有高速公路的施工中,临时支墩的作用除了正常桥梁施工工序外,还应包括因施工对既有公路影响的解决办法、防护措施等施工工艺,要求有系统的安防措施,尽量减少因工程施工对既有高速公路通行安全方面产生的影响。

**[关键词]** 临时支墩; 施工安全; 防护措施

## 1 工程概况

吉林省榆树(黑吉界)至松原公路建设项目路线起自吉林省榆树市与黑龙江省五常市交界处(吉、黑省界),经榆树市、扶余市,止于松原市解放村,全长 183.377Km。YSTJ06 标段,路线起点桩号 K103+800,终点桩号 K117+600,路线全长 13.793 公里。设扶余互通一处,共计 8 条匝道,其中 A 匝道和 B 匝道上跨在建高速和正在运营的京哈高速公路。

本项目 A、B 匝道桥共六联为钢-混组合梁结构,跨径 (38+48\*2+38)m、21.3+21.3m 和 27m。其中 38m 孔上跨本互通 E、F 匝道路基段,(48+48)m 孔上跨既有京哈高速公路及本项目高速公路。为减少对高速公路运营的影响,保证施工安全和行车安全,在既有高速上设置临时支墩,待钢梁吊装、焊接、螺栓连接完成后拆除临时支墩,恢复高速正常通行。

## 2 临时支墩的作用

伴随着钢结构桥梁的发展进步,与之施工密切相关的辅助工程-临时支墩设计也显得尤为重要,根据现场实际情况和设计要求,临时支墩的位置通常在设计之初就已经确定下来的,但是结构类型却不作详细设计,这就需要施工时做出详细的设计和力学计算,以保证施工安全和结构稳定。

临时支墩作为钢混组合桥梁安装时必不可少的辅助工程和关键技术,结构受力必须要满足上部荷载的要求,保证施工安全,尤其是在跨越既有高速公路的施工中,临时支墩的作用除了正常桥梁施工工序外,还应包括因施工对既有公路影响的解决办法、防护措施等施工工艺,要求有系统的安防措施,尽量减少因工程施工对既有高速公路通行安全方面产生的影响。由于高速公路上行车速度快、车流量大,在施工的同时要保证既有高速公路正常通行,因此,临时支墩的设置位置和方式就必须满足安全行车和安全施工的双重条件。

## 3 临时支墩施工方案选择

根据钢箱梁设计时的节段划分,临时支墩设置的位置在既有京哈高速公路的行车道或硬路肩上,势必影响其正常行车,临时支墩的设置会使京哈高速车道变窄,对行车安全产生安全隐患。同时由于高速公路行车速度较快、车型复杂、车流量大也会对临时支墩及其他工程施工产生安全风险。因

此,钢混组合梁临时支墩施工时,做好安全防护和交通导改时必要的,施工方案的确定需保证施工安全和行车安全,消除安全隐患,防止事故发生。

### 3.1 六柱式临时支墩设计

临时支墩主管采用  $\phi 325 \times 10$ ; 腹杆采用  $\phi 89 \times 5$ ; 柱顶垫梁采用  $H400 \times 400 \times 20 \times 20$ ; 柱顶连系梁采用  $H500 \times 400 \times 20 \times 25$ ; 325 支架连接方式均为栓接; 连系梁与柱顶垫采用焊接。

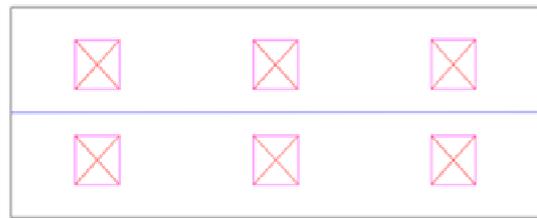


图 3.1-1 六柱式临时支墩布置图

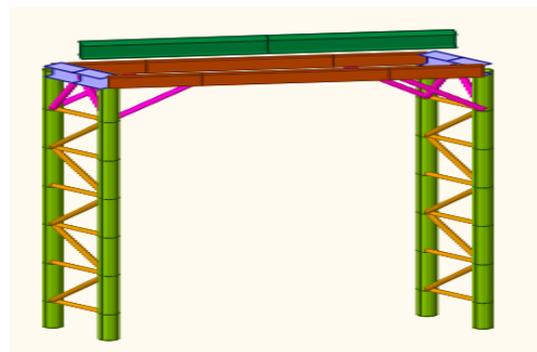


图 3.1-2 六柱式 1/2 立体图

立柱横向布置间距为 3 米,纵向布置间距为 2 米,立柱用腹杆连接,腹杆从底到顶每 2 米设置一组,每组包括横向、纵向及斜向加强支撑,柱顶垫梁和连系梁采用不同型号的 H 型钢制作,与立柱焊接成整体,如图 3.1-2 所示。

临时支墩基础采用 C30 混凝土条形整体基础,长 7 米,宽 3 米,厚度 0.5 米,基础钢筋采用  $\Phi 16$  螺纹钢,上下两层布置,箍筋采用  $\Phi 10$  圆钢,间距 20cm 布置,基础内预埋  $700 \times 700 \times 16\text{mm}$  预埋钢板,间距同立柱钢管并与立柱钢管底部钢

板焊接,如图 3.1-1 所示。

### 3.2 四柱式临时支墩设计

临时支墩主管采用  $\phi 529 \times 12$ ; 腹杆采用  $\phi 159 \times 5$ ; 柱顶垫梁采用 H 型  $450 \times 300 \times 16 \times 20$ ; 支架连接方式均为栓接; 连系梁采用焊接。

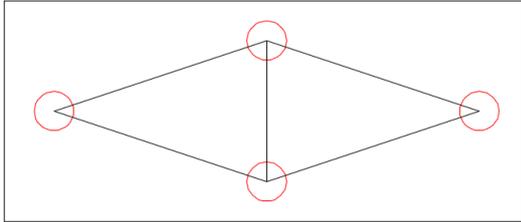


图 3.2-1 四柱式临时支墩布置图

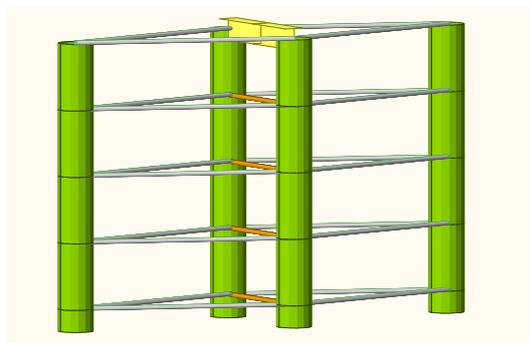


图 3.2-2 四柱式临时支墩立体图

立柱横向布置间距为 3 米,纵向布置间距为 2 米,立柱用腹杆连接,腹杆从底到顶每 3 米设置一组,每组包括纵向和斜向加强支撑,柱顶垫梁和连系梁采用 H 型钢制作,与立柱焊接成整体,如图 3.2-2 所示。

临时支墩基础同六柱式,间距同立柱钢管并与立柱钢管底部钢板焊接,如图 3.2-1 所示。

### 3.3 施工方案的确

通过对上述两种施工方案的受力计算和经济性方面的对比,在材料使用方面四柱式支墩形式明显优于六柱式支墩形式,经济性较好,而在受力分析方面两者均可满足要求,故最终采用四柱式临时支墩形式。

### 4 四柱式临时支墩受力计算

根据工程实际情况和施工工序可知,最不利支架为高度最高的 A 匝道第四联  $38+2 \times 48+38\text{m}$ ,选取其最不利荷载工况对临时支墩在不同施工阶段进行受力情况分析,充分考虑所用材料的集合尺寸、材质、支架形式以及支撑方式等因素,通过软件 midas Gen 程序计算,其临时支墩的布置方式与截面可以满足施工要求。

#### 4.1 荷载情况

已知桥段 A 吊装重量 108.02t,桥段 B 吊装重量 112.98t,桥段 C 吊装重量 90.55t,桥段 D 吊装重量 108.27t。

#### 4.2 施工工序流程

(1) 按支架布置图架设临时支架 A 至 F。

(2) 按照施工顺序逐段吊装,并逐段完成高强螺栓的连接,直至全部钢桥段拼接完成。

(3) 浇注永久墩支点节段(12、13、14 号墩两侧各 11m)箱内混凝土 180mm 厚及端支点隔板处、中支点隔板处混凝土。

(4) 在 11 轴右侧 25m、15 轴左侧 25m; 12、13 轴之间 22m 处及 13、14 轴之间 22m 处,浇注桥顶板混凝土 400mm 厚。

(5) 考虑施工过程中桥体侧向迎风面受风荷载作用,依据《建筑结构荷载规范》风荷载计算如下:

箱梁高度约 2m,桥段迎风面计算宽度  $26\text{m}/2+12\text{m}/2=19\text{m}$ ,支架计算高度 20mm,

$$W = \beta_0 \mu_z \mu_s w_0 \cdot$$

$$BH = 1.0 \times 0.8 \times 1.23 \times 0.65 \times 19 \times 2 =$$

$$24.3\text{kN}$$

取 30kN 作用于支架顶部三个支点处。

#### 4.2 临时支墩受力计算

考虑钢桥段吊装完成并用高强螺栓连接之后,桥底板浇注 180mm 混凝土、桥顶板浇注 400mm 混凝土,临时支架组承受最大荷载约 3395.9kN 竖向荷载,支架采用三点支撑,分别受力为临时支架组荷载的 25%、50%、25%,即 850kN、1700kN、850kN。

通过软件 midas Gen 程序建模及计算:

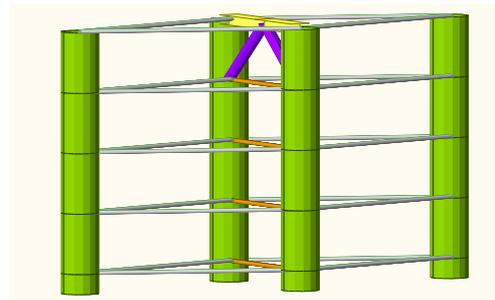


图 4.2-1 临时支墩计算模型

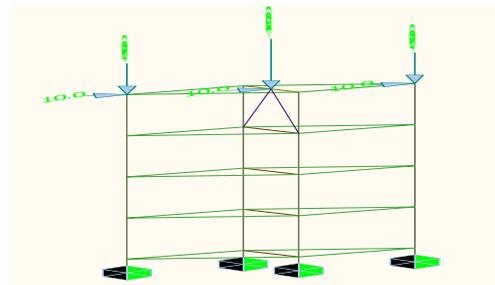


图 4.2-2 荷载及边界

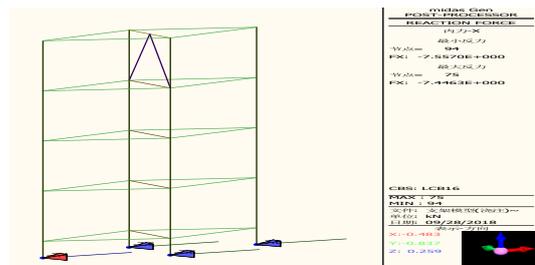


图 4.2-3 柱脚反力  $F_x$  (kN)

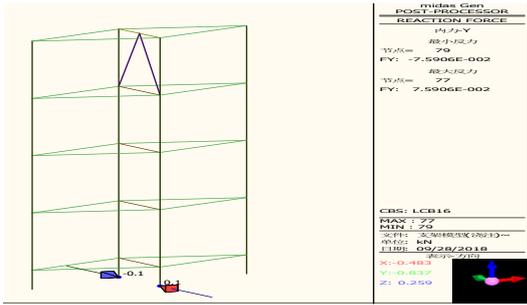
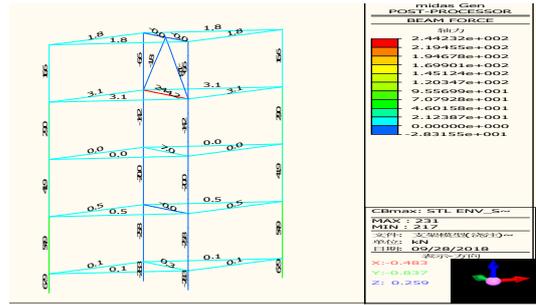


图 4.2-4 柱脚反力 Fy (KN)



梁单元内力轴力 (KN)

计算结果: 通过以上分析, 按图示布置支架及支架的形式与截面可满足要求。

#### 4 上跨既有高速公路交通疏导方案及安全防护措施

根据现场施工现状, 京哈高速长春-哈尔滨方向通行, 哈尔滨方向-长春方向全线封闭式施工。现场施工情况为哈尔滨-长春方向道加宽至 20 米可以保证 4 车道正常通车, 长春-哈尔滨方向道路宽度为 12 米可以保证 2 车道正常通车。

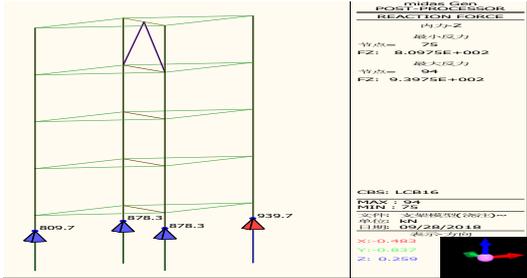


图 4.2-5 柱脚反力 Fz (KN)

#### 4.1 施工流程及交通疏导

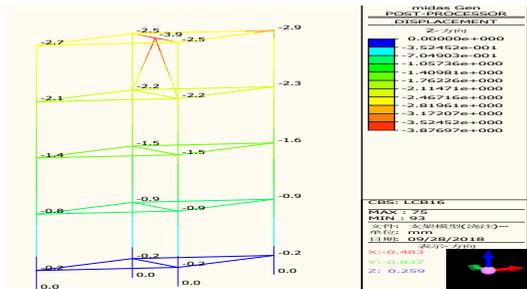


图 4.2-6 挠度及变形 (mm)

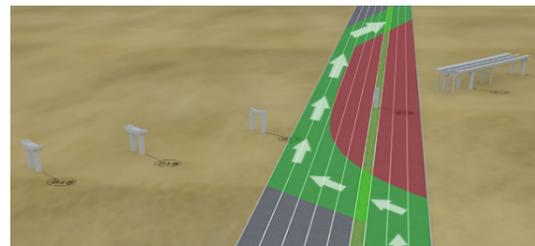


图 4.1-1 高速导流施工区封闭

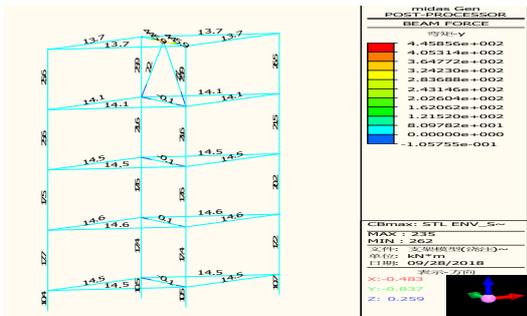


图 4.2-7 梁单元内力 My (KN.m)



图 4.1-2 组立高速区临时支墩

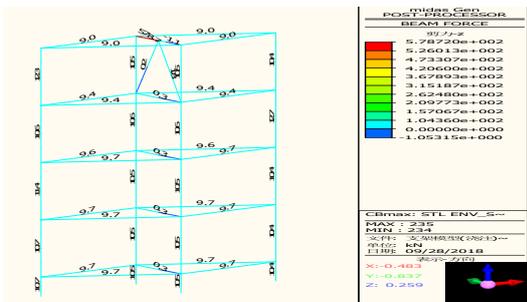


图 4.2-8 梁单元内力剪力 (KN)



图 4.1-3 封闭区钢箱梁构件安装

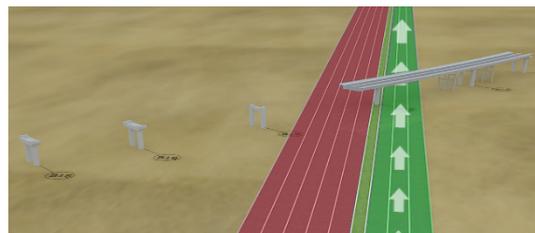


图 4.1-4 临时支墩拆除恢复正常交通

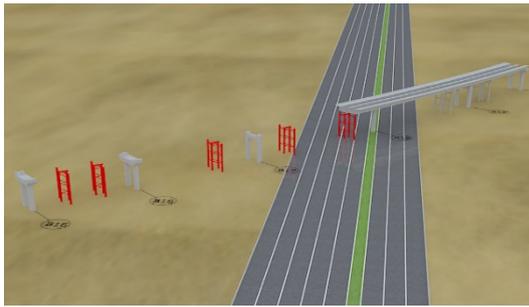


图 4.1-5 组立剩余新时支墩支架

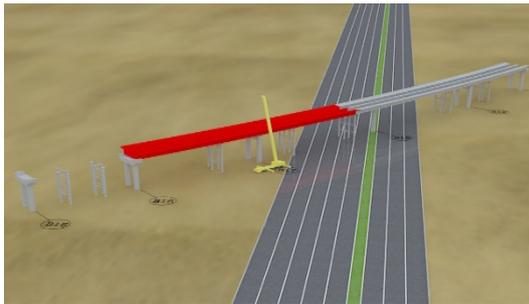


图 4.1-6 剩余钢箱梁构件安装

4.2 交通导流安全防护措施

在交警、路政大队的指挥下,按照《公路养护安全作业规程》(JTG H30-2015)要求并结合现场路况设置警示标志和安全设施。施工作业控制区缓冲区设置防撞桶起防撞作用,施工作业区采用 150\*80cm 水马施工围挡隔离。在管制区域设 100 米设一名专职交通协管员协助交警指挥交通及对安全设施的维护,并交通重要节点设若干太阳能爆闪灯,模拟安全员(挥旗),模拟警察(摄像)、车速回馈仪等起警示作用。

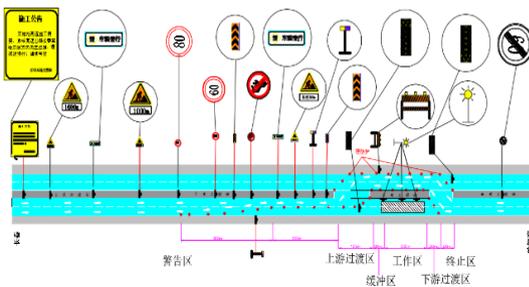


图 4.2-1 交通导流安全防护示意图

5 经济与社会效益分析

5.1 经济效益

临时支墩施工经济效益分析采用对比的方式进行,经过对两种方式设置的临时支墩施工方案的对比,从材料使用成本和施工工期方面,采用四柱式临时支墩施工工艺的优越性较为明显,经济效益分析以本项目为例进行。通过材料和人工机械使用情况,对单个临时支墩施工成本进行效益分析如下:

序号	名称	单位	数量	单价	金额
1	Φ 325*10	m	72	544	39221
2	Φ 89*5	m	121	74	9025
3	H400*400*20*20	m	16.5	877	14473
4	H500*400*20*25	m	18	1004	18084
5	支墩基础 C30 混凝土施工	m <sup>3</sup>	10.5	614	6455
6	700×700×16mm	个	6	366	2198
7	钢筋 Φ 16	m	204	8.9	1821
8	钢筋 Φ 10	m	224	3.4	781.7
9	支架施工费	人	5	240	1200
10	25 吨吊车	天	1	1800	1800
合计					92063

表 5.1-1 六柱式经济效益分析表

综上所述,采用四柱式临时支墩施工工艺,每个临时支墩可减少施工成本 26980 元,本项目共计 28 个四柱式临时支墩,共计节约成本为 26981\*28=755468 元,同时加快了施工进度。

5.2 社会效益

在公路建设中,跨越工程由于涉及到行车安全,在上跨既有高速公路建临时支墩受到许多的限制,上跨高速公路钢箱梁架设临时支墩具有多形式自由组合的优势:

5.2.1 在既有有线两侧采用条形基础钢管柱可以最大限度降低对既有有线正常通车的影响,同时加快施工进度,缩短工期;

5.2.2 在远离既有有线施工则采用扩大基础节约成本;

5.2.3 临时支墩设置相比满堂支架门洞结构而言,可以更有效的保障既有高速公路的行车空间,受影响的因素也较少;同时也能满足在建工程的施工安全要求,保证结构安装的稳定。

【参考文献】

[1]彭建萍.混合梁斜拉桥不对称双悬臂施工技术[J].桥梁建设,2018,48(01):118-122.  
[2]龚辉朋.大跨径混合梁斜拉桥临时支墩的设置研究[D].重庆交通大学,2016,(04)105.  
[3]苗润池,李龙安,屈爱平.基于地震作用的大跨度混合梁斜拉桥钢混结合点位置优化分析[J].世界桥梁,2017,45(5):76-80.