

204 国道海安段改建工程 QL1 标段
新通扬运河大桥
主桥悬浇施工技术方案的

第三航务工程局有限公司
2007 年 4 月
目录

1 工程概述：	2
2 悬浇法施工工艺流程：	2
3 0#块体施工	3
3.1 0#块体施工工艺流程图	3
3.2 0#块体临时支撑	3
3.2.1 临时支撑承载力、稳定性计算	4
3.2.2 临时支撑施工方案	9
3.3 0#块体模板支架施工方案	11
3.4 钢筋制作	14
3.5 芯模、翼缘板模板安装	15
3.6 砼浇注	16
3.7 预应力钢筋张拉、压浆	17
4 挂篮悬浇施工：	21
4.1 挂篮施工工艺流程：	21
4.2 挂篮施工	21
4.2.1 钢筋、模板施工：	23
4.2.2 砼施工	23
4.2.3 预应力施工	24

4.3 箱梁直线段施工.....26

4.4 边跨合拢段施工.....26

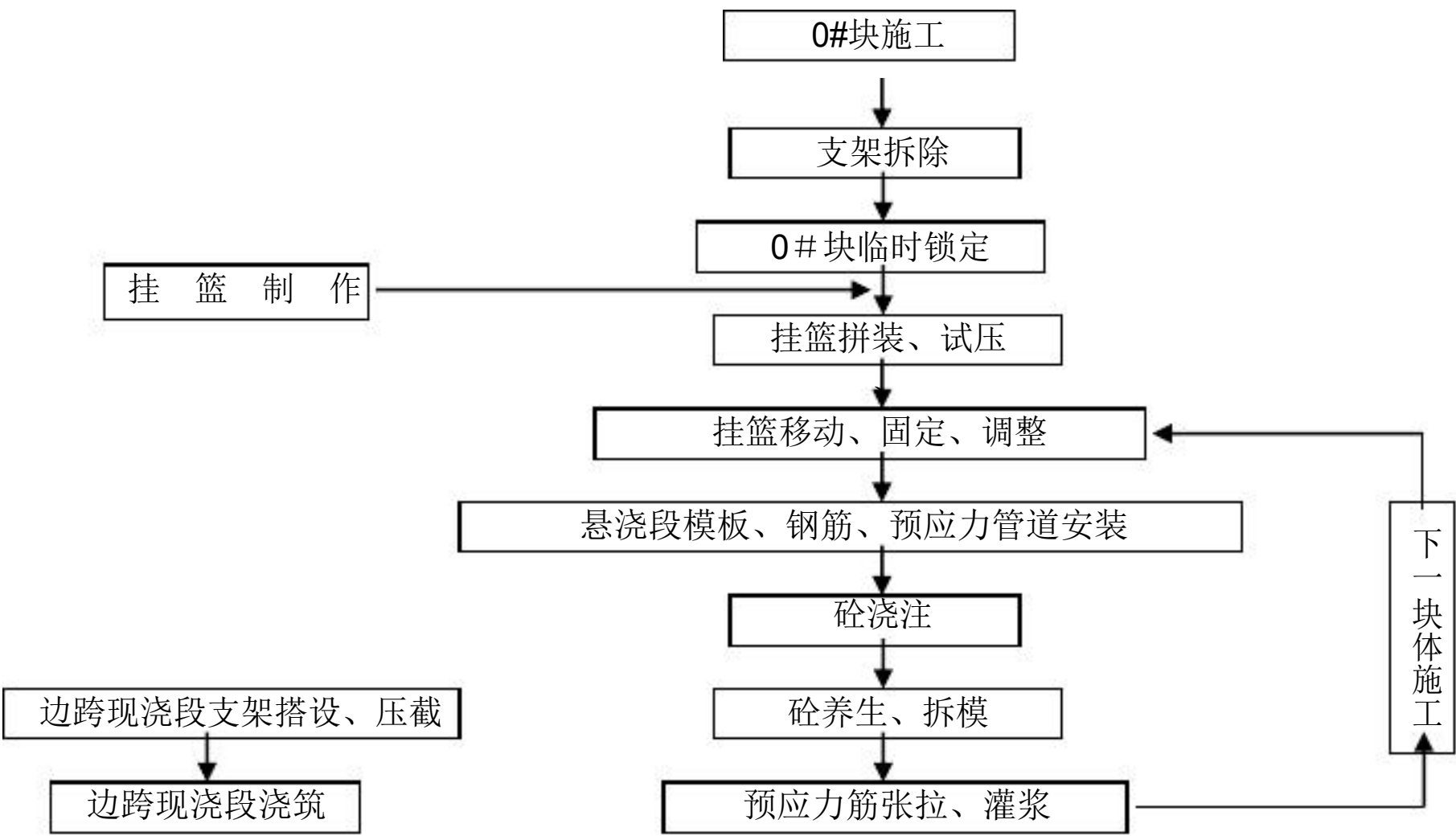
4.5 中跨合拢段施工.....27

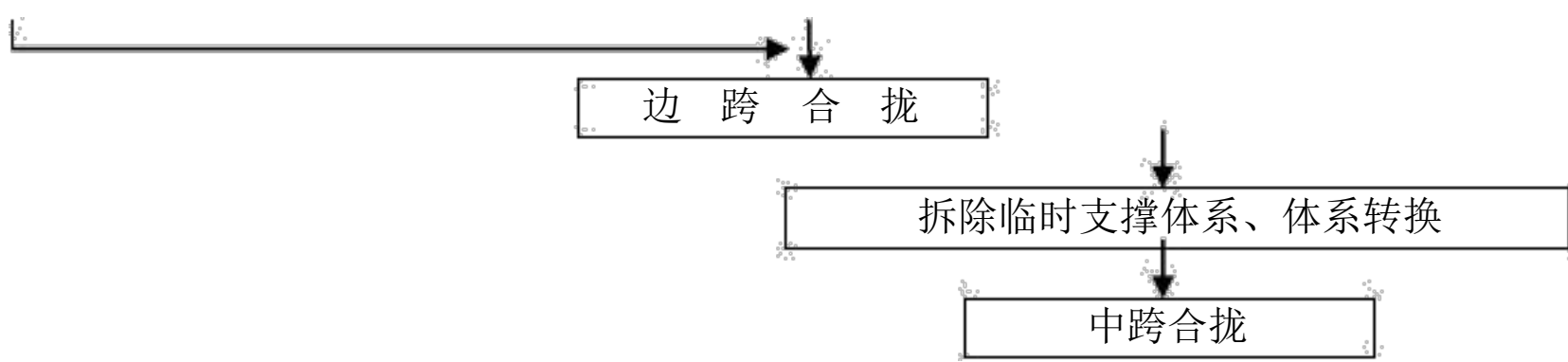
新通扬运河大桥主桥变截面连续箱梁挂篮悬浇法施工技术方案

1 工程概述：

204 国道改建工程新通扬运河大桥第二联主桥为 48m+80m+48m 变截面连续箱梁，箱梁底宽 6.5m，顶宽 12.75m，为单箱单室箱梁，分左右两半幅，先边跨合拢再中跨合拢. 预应力采用低松弛钢绞线及竖向预应力钢筋，箱梁与薄壁墩采用橡胶支座联接，合拢后进行体系转换。菱形挂篮配备 4 套 8 只，同时施工左幅和右幅。挂篮 4 套 8 只，按全桥每 1 主墩 1 套，计划每 1 节块 12 天，共 10 个节块 X12=120 天，其中左幅从 6 月 13 日开始，到 10 月 16 日结束，右幅从 7 月 13 日开始，到 11 月 15 日悬浇结束，各合拢段计划 10 天/块，则左幅边跨合拢段在 10 月 26 日完成，左幅中跨合拢段在 11 月 5 日完成，右幅中跨合拢段在 12 月 5 日完成。

2 悬浇法施工工艺流程：



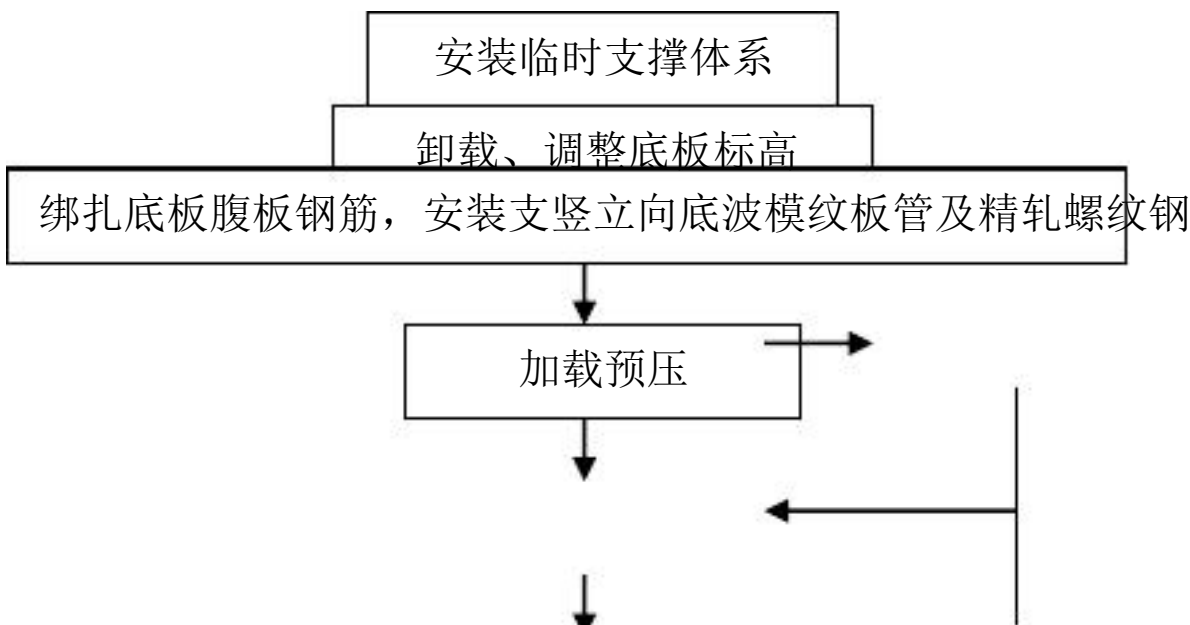


3 0#块体施工

新通扬运河主桥变截面箱梁 0#块节段长 12 米，中心高度 4.6 米。主桥墩 8#、9# 上各有一个 0#块,是连续箱梁的中心，在主桥墩施工完成后，利用承台平台上的悬浇平衡钢管支撑及墩身预留孔搭设 0#块支架系统形成作业平台。

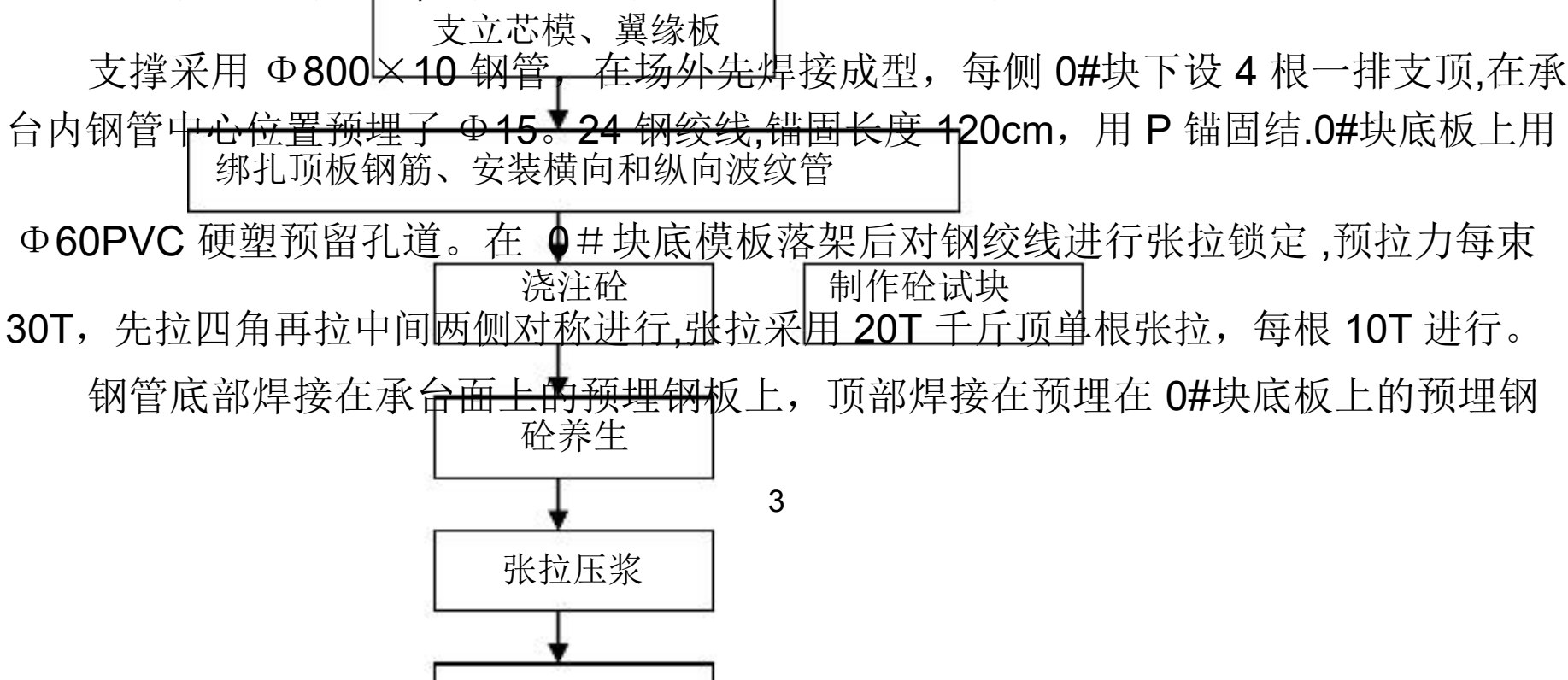
各工序施工方法、施工工艺

3. 1 0#块施工工艺流程图



3.2 0#块体临时支撑

为了在施工过程中使悬浇施工产生的不平衡力矩得到平衡及“T”构的抗倾覆稳定，所以设置临时支撑系统,抵抗不平衡力矩保证“T”构的稳定安全。



板上。预埋钢板采用 $\delta 20\text{mm}$ 钢板制作，顶部尺寸 $100\text{cm} \times 100\text{cm}$ 与 0#块底板平齐，底部为 $\Phi 100\text{cm}$ ，焊接锚固筋预埋。在 0#块底板中钢管支撑位置加铺 5 层 $120\text{cm} \times 120\text{cm}$ 的 $\Phi 10@100$ 双向钢筋网片予以局部加强。

在 0#块底板上部设置通长外置钢横梁用于临时钢绞线的锁定锚固，使锚口拉力均布在底板上。临时支撑结构布置详见“悬浇施工临时支撑示意图”。

0#块底板利用该系统的钢管作支点，见“0#块模板支架结构图”。

当边跨合拢后进行体系转换，拆除临时支撑系统。拆除顺序是先对称均衡地放松预拉的钢绞线，然后对称切割支撑钢管上口，拆除水平围檩，最后进行水下切割拆除全部钢管支架。

对 0#块底板上的预埋钢板进行除锈涂刷红丹防锈漆 2 度打底，表面涂刷银灰色调和漆 2 度。

配置的临时支撑钢管、钢绞线主要承担施工中不平衡力产生的力矩，使“T”构能始终处于平衡稳定状态。

为了使配置的临时支撑系统有保障，按施工中最不利的不平衡力，即在悬浇过程中力臂最大的位置 10#块外端有一个 21.7T 的集中力作用下验算临时支撑系统（钢管、钢绞线）的承载能力是否能满足要求。

3. 2.1 临时支撑承载力、稳定性计算

计算参数

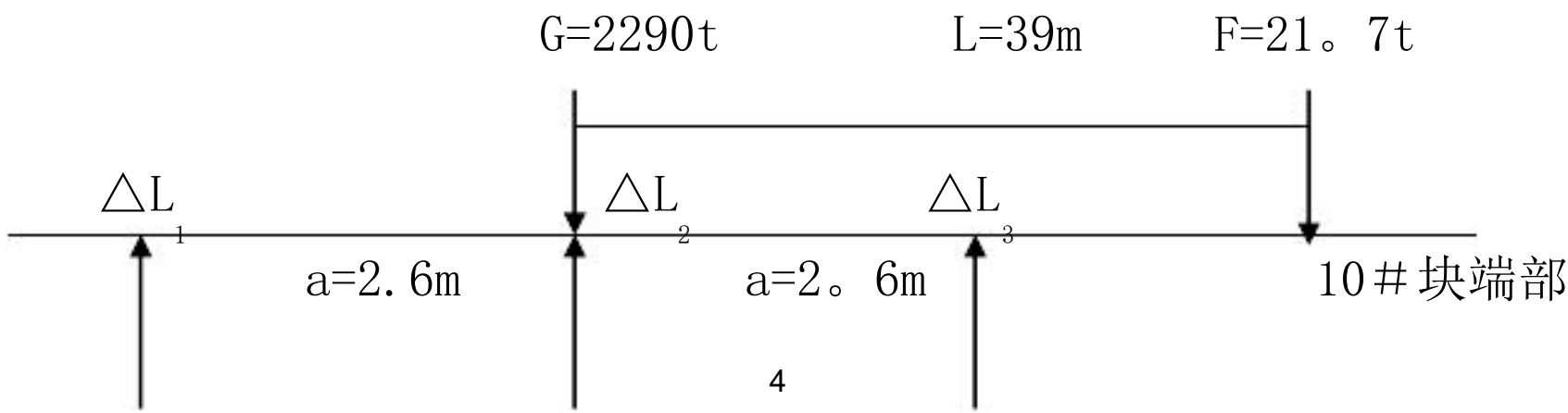
半幅 0—10#块混凝土自重 2290t

每根钢绞线张拉预拉 10t（每根钢管中 3 根）

$\phi 800 \times 10$ 钢管 $A=24818.6\text{mm}^2$ $[\delta]=140\text{Mpa}$

第一种情况：按不平衡验算钢管

受力结构图





N₁ 钢管

N₂ 主墩

N₃ 钢管

力学方程式（超静定）

$$\Delta L_1 + \Delta L_3 = 2 \Delta L_2 \quad (1) \quad \text{(位移方程式)}$$

$$N_1 + N_2 + N_3 = G + F \quad (2) \quad \text{(力学平衡方程式)}$$

$$N_3 \times a - F \times L - N_1 \times a = 0 \quad (3) \quad \text{(弯矩平衡方程式)}$$

$$\Delta L_1 = (N_1 \times H) / (E \times A) = (N_1 \times 8.4) / (2.0 \times 10^{11} \times 24818.6 \times 10^{-6})$$
$$= N_1 / (5.91 \times 10^8)$$

$$\Delta L_2 = (N_2 \times H) / (E \times A) = (N_2 \times 8.4) / (3.6 \times 10^{10} \times 3.14 \times 0.52 \times 2)$$
$$= N_2 / (6.732 \times 10^9)$$

$$\Delta L_3 = (N_3 \times H) / (E \times A) = (N_3 \times 8.4) / (2.0 \times 10^{11} \times 24818.6 \times 10^{-6})$$
$$= N_3 / (5.91 \times 10^8)$$

将 ΔL_1 、 ΔL_2 、 ΔL_3 代入①得：

$$(N_1 + N_3) / (5.91 \times 10^8) = 2N_2 / (6.732 \times 10^9)$$

$$N_1 + N_3 = 1.756 \times 10^{-1} N_2 \quad (4)$$

将④代入②得：

$$1.756 \times 10^{-1} N_2 + N_2 = (2290 + 21.7) \times 10^4$$

$$N_2 = 1966 \times 10^4 \text{ N} = 1966 \text{ t}$$

由③得：

$$N_3 - N_1 = FL/a = (21.7 \times 10^4 \times 39) / 2.6 = 325.5 \times 10^4 \text{ (N)} \quad (5)$$

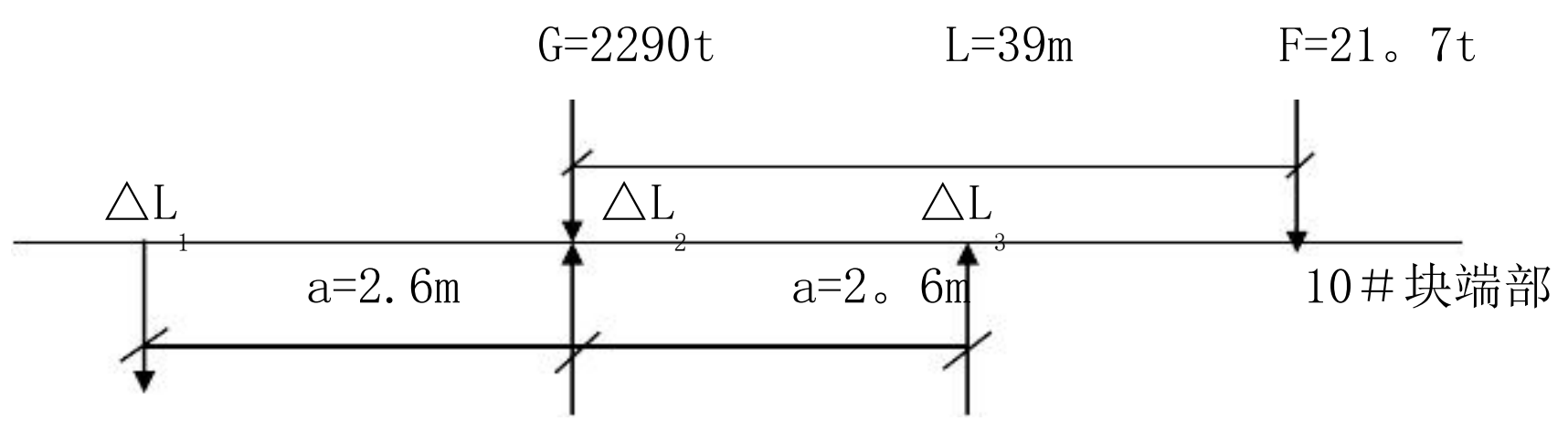
由④+ ⑤得：

$$2N_3 = 1.756 \times 10^{-1} N_2 + 325.5 \times 10^4$$
$$= 671 \times 10^4 \text{ (N)}$$

$$N_3 = 335.5 \times 10^4 \text{ N} = 335.5 \text{ t}$$

$$N_1 = N_3 - 325.5 \times 10^4 = 378.8 \times 10^4 - 325.5 \times 10^4 = 10 \times 10^4 \text{ N} = 10 \text{ (T)}$$

因此,在此状态下 N₁ 钢管还受力,不可能发生倾覆,当钢绞线有一向下拉力时（钢绞线长 9.2 米）,受力结构图变为：



力学方程式

$$\Delta L_1 + \Delta L_3 = 2 \Delta L_2 \quad (6)$$

$$N_1 + N_3 = G + F + N_2 \quad (7)$$

$$N_3 \times a - F \times L + N_1 \times a = 0 \quad (8)$$

$$\Delta L_1 = (N_1 \times L) / (E \times A) = (N_1 \times 9.2) / (1.95 \times 10^{11} \times 140 \times 16 \times 10^{-6})$$

$$= 2.11 \times 10^{-8} N_1$$

$$\Delta L_2 = N_2 / (6.732 \times 10^9) = 1.49 \times 10^{-10} N_2$$

$$\Delta L_3 = N_3 \times (5.91 \times 10^8) = 1.692 \times 10^{-9} N_3$$

将 ΔL_1 、 ΔL_2 、 ΔL_3 代入⑥得：

$$2.81 \times 10^{-8} N_1 + 1.692 \times 10^{-9} N_3 = 2 \times 1.49 \times 10^{-10} N_2 \quad (9)$$

$$N_2 + N_3 = 2311.7 \times 10^4 + N_1 \quad (10)$$

$$2.6 N_3 - 21.7 \times 10^4 \times 39 + 2.6 N_1 = 0$$

解之得：

$$N_1 = 1.6 \times 10^4 \text{ N} = 2.15 \text{ t}$$

$$N_1 = 1989.4 \times 10^4 \text{ N} = 1990.5 \text{ t}$$

$$N_2 = 232.9 \times 10^4 \text{ N} = 323.35 \text{ t}$$

钢管强度验算

每根钢管承受压力为 $323.35/4 = 80.84 \text{ t}$

$$N = 81 \text{ t} \quad A = 24818.6 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = 1.4N/A = (1.4 \times 81 \times 10^4) / 24818.6$$

$$= 45.7 \text{ Mpa} \leq [\sigma] = 140 \text{ Mpa} \quad (1.4 \text{ 是安全系数})$$

钢管强度满足要求。

对 $\Phi 80$ 钢管稳定性验算

$$L = 8400 \text{ mm} \quad i = \sqrt{D_2^2 + d_2^2} / 4 = \sqrt{800_2^2 + 780_2^2} / 4 = 279.3 \text{ mm}$$

$$\text{长细比: } \lambda = L/i = 8400/279.3 = 30.07 \quad \text{查表得 } \phi_1 = 0.882$$

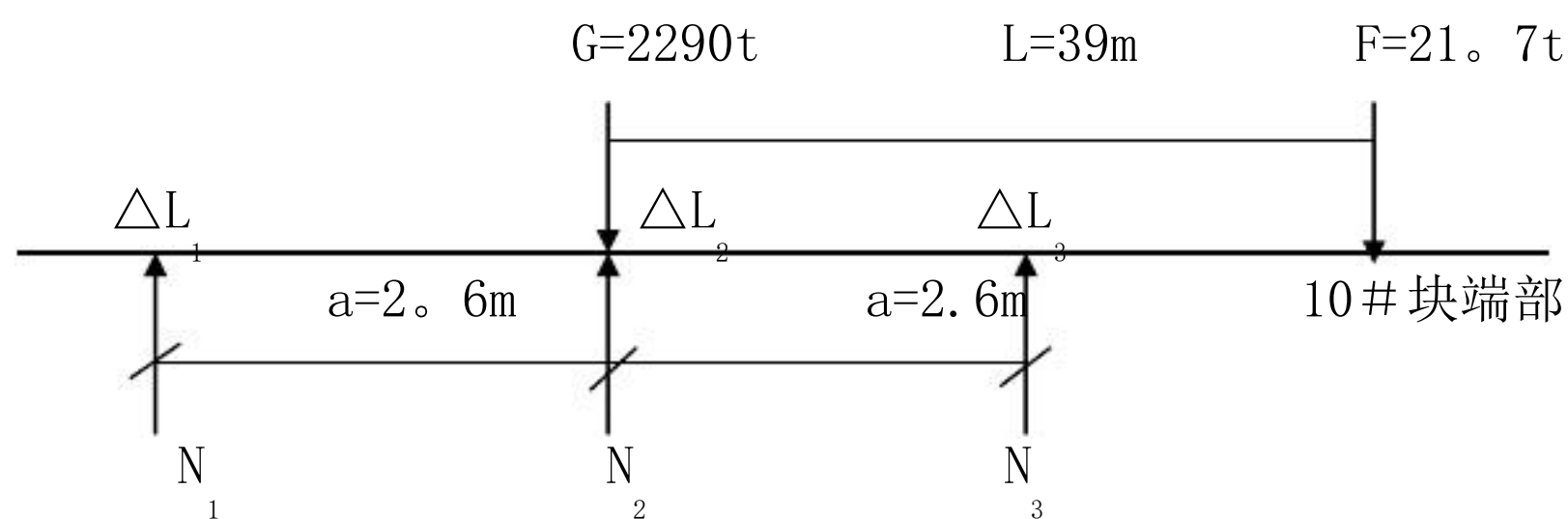
$$\sigma = 2.5N/A = 2.5 \times 81 \times 10^4 / (24818.6)$$

$$=81.6\text{Mpa} \leq \phi_1 [\delta] = 0.882 \times 140 = 123.5\text{Mpa} \quad (2.5 \text{ 是安全系数})$$

钢管稳定性满足要求。

第二种情况:按不平衡验算钢绞线

受力结构图



力学方程式

$$\Delta L_1 + \Delta L_3 = 2 \Delta L_2 \quad (1) \quad (\text{位移方程式})$$

$$N_1 + N_2 + N_3 = G + F \quad (2) \quad (\text{力学平衡方程式})$$

$$N_3 \times a - F \times L - N_1 \times a = 0 \quad (3) \quad (\text{弯矩平衡方程式})$$

$$\Delta L_1 = (N_1 \times L) / (E \times A) = (N_1 \times 15) / (2.0 \times 10^{11} \times 24818.6 \times 10^{-6})$$

$$= N_1 / (5.395 \times 10^8)$$

$$\Delta L_2 = (N_2 \times L) / (E \times A) = (N_2 \times 10) / (3.6 \times 10^{10} \times 2.4 \times 7)$$

$$= N_2 / (7.56 \times 10^{10})$$

$$\Delta L_3 = (N_3 \times L) / (E \times A) = (N_3 \times 15) / (2.0 \times 10^{11} \times 24818.6 \times 10^{-6})$$

$$= N_3 / (5.395 \times 10^8)$$

将 ΔL_1 、 ΔL_2 、 ΔL_3 代入①得:

$$(N_1 + N_3) / (5.395 \times 10^8) = 2N_2 / (7.56 \times 10^{10})$$

$$N_1 + N_3 = 1.427 \times 10^{-2} N_2 \quad (4)$$

将④代入②得:

$$1.427 \times 10^{-2} N_2 + N_2 = (2290 + 21.7) \times 10^4$$

$$N_2 = 2279.2 \times 10^2 \quad N_2 = 2279.2 \text{ t}$$

由③得:

$$N_3 - N_1 = FL/a = (21.7 \times 10^4 \times 39) / 2.6 = 325.5 \times 10^4 \text{ (N)} \quad (5)$$

由④+⑤得:

$$2N_3 = 1.427 \times 10^{-2} N_2 + 325.5 \times 10^4$$

$$=325.5 \times 10^4 (\text{N})$$

$$N_3 = 325.5 \times 10^4 \text{N} / 2 = 162.7 \text{t}$$

$$N_1 = N_3 - 325.5 \times 10^4 = 162.7 \times 10^4 - 325.5 \times 10^4 = -162.8 \text{t}$$

对 $\Phi 80$ 钢管强度验算

每根钢管承受压力为 $175.1/4 = 43.775 \text{t}$

$$N = 43.775 \text{t} \quad A = 24818.6 \text{mm}^2$$

$$\sigma = 1.4N/A = (1.4 \times 43.775 \times 10^4) / 24818.6$$

$$= 24.69 \text{Mpa} \leq [\sigma] = 145 \text{Mpa} \quad (1.4 \text{ 是安全系数})$$

钢管稳定性满足要求。

对 $\Phi 80$ 钢管稳定性验算

$$L = 8400 \text{mm} \quad i = \sqrt{D_2^2 + d_2^2} / 4 = \sqrt{800_2^2 + 780_2^2} / 4 = 279.3 \text{mm}$$

$$\text{长细比: } \lambda = L/i = 8400/279.3 = 30.1 \quad \text{查表得 } \phi_1 = 0.882$$

$$\sigma = 2.5N / \phi_1 A = 2.5 \times 43.775 \times 10^4 / (0.882 \times 24818.6)$$

$$= 50.0 \text{Mpa} \leq 140 \text{Mpa} \quad (2.5 \text{ 是安全系数})$$

钢管稳定性满足要求。

钢绞线锚固长度验算:

钢绞线锚固长度拟采用埋入承台中 1.2 米, 每根钢绞线承受不平衡重量为:

$$10/12 = 0.83 \text{t}$$

$$h \geq F_1 (3.14 \times D \times [t])$$

h ——锚固长度

F ——轴向拔出力

D——钢绞线直径

[t]——粘结力,取 2.0 Mpa

$$h \geq (0.83 \times 10^4) / (3.14 \times 15.24 \times 2) = 87\text{mm} = 0.087\text{m}$$

钢绞线锚固长度满足要求。

3.2.2 临时支撑施工方案

临时支撑为通过预埋在承台中的钢绞线及 $\phi 800\text{mm}$ 钢管与箱梁锚固在一起,来承担施工中可能产生的不平衡力矩。

钢管直径为 800mm,壁厚 1cm,布置间距为 0.7m,横向最外侧模板支撑钢管间距为 1.65 m。钢管下部与预埋在承台中的法兰盘牢固焊接在一起,法兰盘为外径 90cm,内径 70 cm 的 2cm 钢板制成。钢管上部切成斜坡形,斜坡与箱梁底坡度相同,同时上口焊接一块 2cm 厚的钢板,尺寸为 1m $\times$ 1m。钢板底与箱梁底口齐平。钢管高度方向通过设置 2 道横向联结,来增加钢管整体稳定性,材料为 [20 槽钢。钢管内设 3 $\phi 15.24$ 钢绞线,钢绞线下部预埋在承台内 1.2m,锚具为 OVM15—3 型 p 锚,锚垫板尺寸为 12 $\times$ 12 $\times$ 2cm,螺旋筋绕成直径为 15cm,长 18 cm,螺旋筋直径为 12mm,钢绞线上部通过 OVM15—3 型锚具与箱梁锚固在一起。

墩身顶向下 1.37m 处预留 4 个孔,孔径为 70mm,间距为 2.0m,孔中穿 $\phi 60\text{mm}45$ 号钢,在 $\phi 60\text{mm}45$ 号上安装牛腿,牛腿采用 2 cm 厚钢板制作。牛腿上安放砂筒,砂筒采用无缝钢管制作,上面砂筒外径为 18cm,下面砂筒内径为 20 cm。砂筒中放石英砂。砂筒上安放双 I 32 工字钢,长度为 18.5m,每个 0#块用 6 道横梁。牛腿、砂筒、工字钢通过螺栓牢固联结成一体,工字钢之间通过 [10 槽钢连成一体。两个 I 32 工字钢上放 I 25a 工字钢,每根长 3.5m,间距为 70cm—80cm。腹板下加密一根。I 25a 工字钢上安放 [10 槽钢,横向共布置 7 道,每道 9m; I 32、I 25a、[10 相接触处均满焊,形成一个整体支架体系。具体临时支撑方案见下图。

0#块临时支撑结构图

3. 3 0# 块体模板支架施工方案

砂筒顶标高根据设计箱梁底标高进行推算，砂筒顶标高=设计箱梁底标高-模板、工字钢高+各部件弹性及非弹性变形。非弹性变形经验值为：木与钢 2mm，木与木 2mm，砂筒为 2~4 mm。

立支侧模、底模板

侧模采用定型钢模板，加固侧模时通过 $\phi 22$ 拉杆与内模牢固连在一起。拉杆布置间距为 $60 \times 60 \text{cm}$ 。外模加固时当模板垂直度调好后，用 $[10$ 槽钢打斜撑，下端支撑在 $[25a$ 工字钢上作为拉、撑杆。

底模板采用竹胶板，尺寸为 $122 \times 244 \times 1.2 \text{cm}$ ，底模板板筋为 $10 \times 10 \text{cm}$ 木方，间距为 20cm 。模板拼缝严密，内塞海棉条，模板与横系梁交接处，塞好海棉后用密封胶封缝，保证不出现漏浆现象。

砂袋预压、模板标高调整

为消除非弹性变形，实测弹性变形，需要对底模及支架进行预压。预压荷载采用砂袋，预压重量为 0# 块自重 120%。要根据 0# 块重量分布情况布设砂袋，并留出观测点位置。具体模板施工方案见下页《0# 块模板支架结构图》。

预压顺序为：

0 → 25% → 50% → 75% → 100% → 75% → 50% → 25% → 0，加载完毕后，立即进行沉降跟踪观测，满载后 4 小时即可卸载。实测底模顶标高，利用公式分别得出悬臂端、墩身处弹性变形值。根据底模标高=设计标高+弹性变形值调整模板标高。并仔细检查模板拼缝有无变化，发现问题及时解决。清除底模上的杂物，涂刷脱模剂。脱模剂采用机油与柴油按 2:1 的比例调成。

底板、腹板钢筋波纹管、精轧螺纹钢制作安装

一般规定：

(1)、钢筋进场后，应检查出厂质量证明书，并按规范规定的频率抽样进行拉伸、冷弯试验。试验合格后方可投入使用。

(2)、钢筋按不同钢种、等级、牌号、规格及生产厂家分别验收、分别堆放，并要挂上标牌。

- (3)、钢筋使用前，表面油渍、漆皮、鳞锈要清除干净。
- (4)、钢筋接头采用对焊或搭接焊，焊接件使用前应抽取试件作力学试验。

0#块模板支架结构图

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/325112222022012000>