

现代施工技术

特殊混凝土施工技术





大体积混凝土施工技术

建筑工程大体积砼常出现的部位：

厚大的地下室底板（特别是电梯井筒部位）、桩顶承台梁、转换梁或板、内筒外框架超高层的大截柱等。

桥梁工程大体积砼常出现的部位：

桥大直径桩基础、悬索桥的锚碇和桥塔的一些部位、斜拉桥桥塔的一些部位、连续梁桥的墩台梁等。



1大体积混凝土的定义

美国混凝土学会的定义：任何就地浇筑的大体积混凝土其尺寸之大，必须采取措施解决水化热及随着引起的体积变形问题，以最大限度减少开裂。

日本建筑学会的定义：结构断面尺寸最小在80cm以上，水化热引起混凝土内最高温度与外界气温之差，预计超过25℃的混凝土。



■ 2. 大体积砼的裂缝

(1) 表面裂缝

(2) 收缩裂缝

大体积混凝土内出现的裂缝，按其深度一般分为表面裂缝、深层裂缝、贯穿裂缝

(3) 影响温度应力、温度裂缝的因素很多，主要有以下几点：

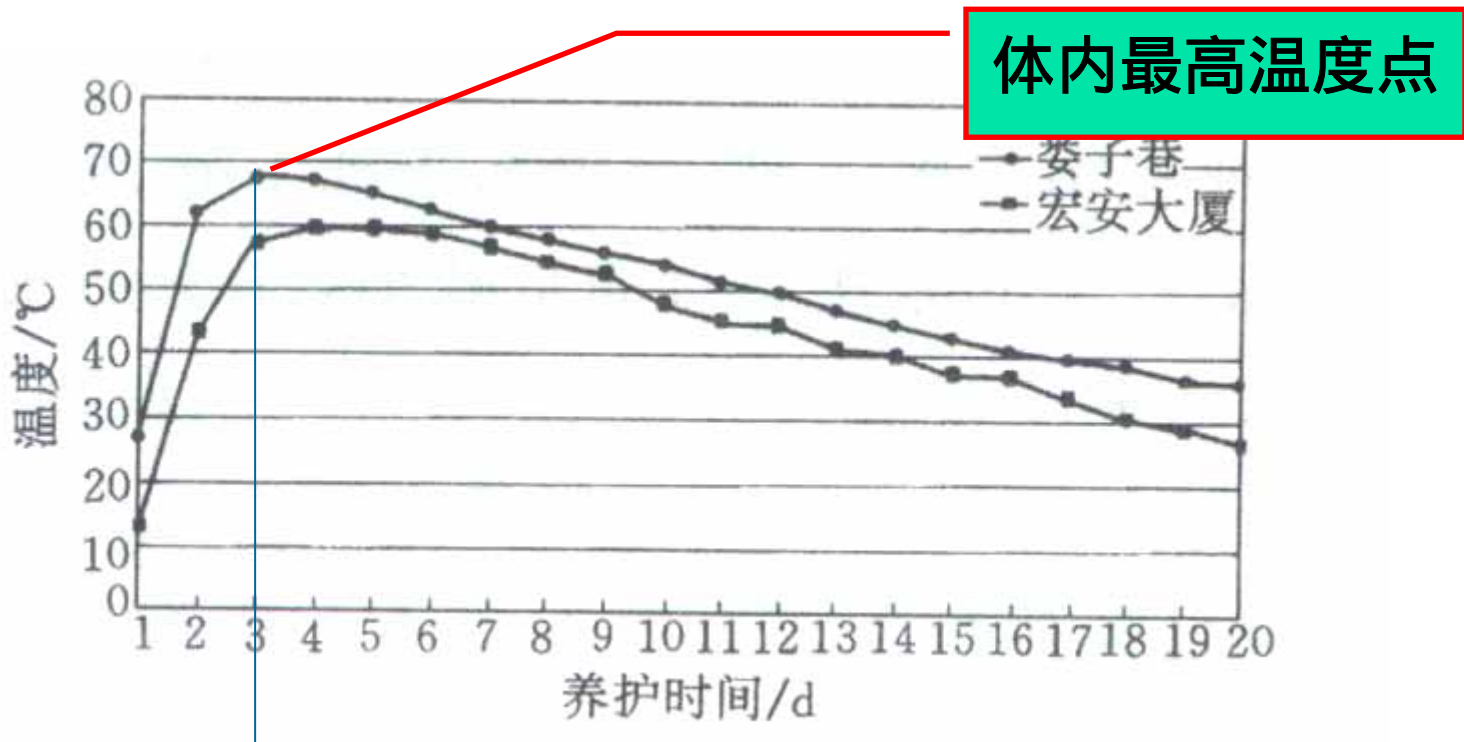
水泥水化热

外界气温变化

约束条件

砼的收缩变形

3. 大体积砼施工措施



- (1) 大体积砼内部温度变化规律
入模温度、最高温度及出现的时间、升温阶段及降温阶段养护注意的问题

(2) 砼最高温度的估算

■ 砼内部最高温度:

$$T_{\max} = T_j + W/10 + F/50$$

T_j —— 砼入模温度

W —— 单方砼的水泥用量 (kg/m^3)

F —— 单方砼的粉煤灰用量 (kg/m^3)

- 公式考虑了水泥用量及粉煤灰用量对砼最高温度的影响。浇筑块体的厚度、初期浇筑温度的变化等影响因素没能反映。该公式一般只作为初步估算，要精确计算需采用其它方法。



(3) 设计方面考虑的措施

- 1. 合理的平面立面设计，避免截面的突变，从而减少约束应力。
- 2. 合理的布置分布钢筋，尽量采用小直径、密间距，变截面处加强分布钢筋
- 3. 避免用高强混凝土，尽量选用中低强度混凝土，采用60天或90天强度
- 4. 采用滑动层减少基础的约束。
- 5. 混凝土结构上下表面布置螺纹钢筋或冷轧扭钢筋网片。

(4) 大体积混凝土的配合比设计

- . 水泥品种 : 选用水化热较低的425或525矿渣水泥。
- . 水泥用量 : 尽最大限度减少水泥用量 , 同时参照水泥厂的水泥强度历史资料 。
- . 水灰比 (水胶比) :
- . 混合材 : 粉煤灰、矿渣、火山灰、超细矿粉等
- . 外加剂 : 掺入高效复合减水剂 。
- . 砂石骨料 : 骨料 : 选用粒径5 ~ 31.5mm的碎石 , 砂子的细度模数在2.5以上的中、粗砂 。
- . 微膨胀剂 : 混凝土水灰比、胀剂的掺量、混凝土的养护、混凝土的密实程度、减水剂种类、膨胀剂的应用 。

(5) 施工工艺方面的措施

- .控制混凝土拌合料的出机温度和浇筑温度。
- .混凝土的拌制
 - 1) 保证混合材的质量，加强材质检验，进行混凝土试配，根据试配结果确定。
 - 2) 外加剂及膨胀剂掺量准确，掺量误差控制总掺量的 $\pm 1\%$ 以下。
 - 3) 搅拌均匀。
 - 4) 加料顺序
- .混凝土的输送
- .浇筑方法: 1) 分层连续浇筑 2) 推移式浇筑法
- 3) 混凝土密振捣 4) 泌水处理



- 大体积砼浇筑完毕，分两次收水，用木蟹将表面搓毛，防止表面的收缩裂纹。



- 大体积砼浇筑完毕，分两次收水，用木蟹将表面搓毛，防止表面的收缩裂纹。

- (5) 混凝土的养护:

- 降温法

- 蓄水养护

- 保温法:

- 基础底板养护: 1) 板面覆盖薄膜, 草袋, 所需层数由计算确定。2) 覆盖方法: 板表面混凝土浇筑结束, 约过12~20小时后, 铺草袋或薄膜。3) 先覆盖草袋或薄膜应根据季节、混凝土的配合比设计、养护时间等确定。

- 空中浇筑板: 1) 模板一般应选用木模板或胶合板 2) 根据测试结果, 一层胶合板模板内外温差约15℃, 采用两层模板或中间夹薄膜或悬挂草袋防止空气流动过快 3) 底模板在铺设, 根据我们的测试实践, 在底模板下、木枋上铺设1~2层塑料薄膜

■ (6) . 温度跟踪监测，信息化施工

■ 测试混凝土的浇筑温度，即混凝土的拌合料的温度

■ 可采用北京建工院发展中心生产的温度测试仪，温度探头预先埋入大体积砼内。或采用其它的测温方法

■ 测点布置原则：测点须具有代表性，能全面反映大体积砼内各部位的温度

■ 测温点布置：根据大体积混凝土的对称性，取其对称部分布置温度测点

■ 测温制度：测温从砼浇筑后24h开始，升温阶段每2h测一次，降温阶段每4h测一次，7天后，每8h测一次。

■ 大体积混凝土的上下表面温度是指上表面以下、下表面以上混凝土内5cm。

■



- 布置电子温度探头。



- 监控测试草袋保温层下混凝土表面温度。



- 记录大体积混凝土浇筑后的温度变化全过程，进行实时温控。

4.工程实例

- (1) 南京娄子巷高层住宅2m厚转换板的施工
- 结构转换层采用厚度为2m的砵板，该板底面+23.55m，施工面积约1313m²，砵浇筑量约1300×2=2600m³，板混凝土设计强度为C40。转换板混凝土一次浇筑完成，不留施工缝，不设后浇带。施工时间夏季。(1998.8)
- (2) 南京陆军指挥学院安居工程2.1m转换板的施工
- 结构转换层采用厚度为2.1m的砵厚板，厚板中钢工字梁劲性骨架。该板底面位于+8.10m，施工面积约1800m²，砵浇筑量约3700m³，板砵设计强度为C50。施工时间为冬季。(2001.1.9)



- 南京娄子巷高层商住楼2m厚砼转换板施工
- ◆ 浇筑砼时，应注意加载对称，宜对称浇筑，并注意泵管的抖动影响

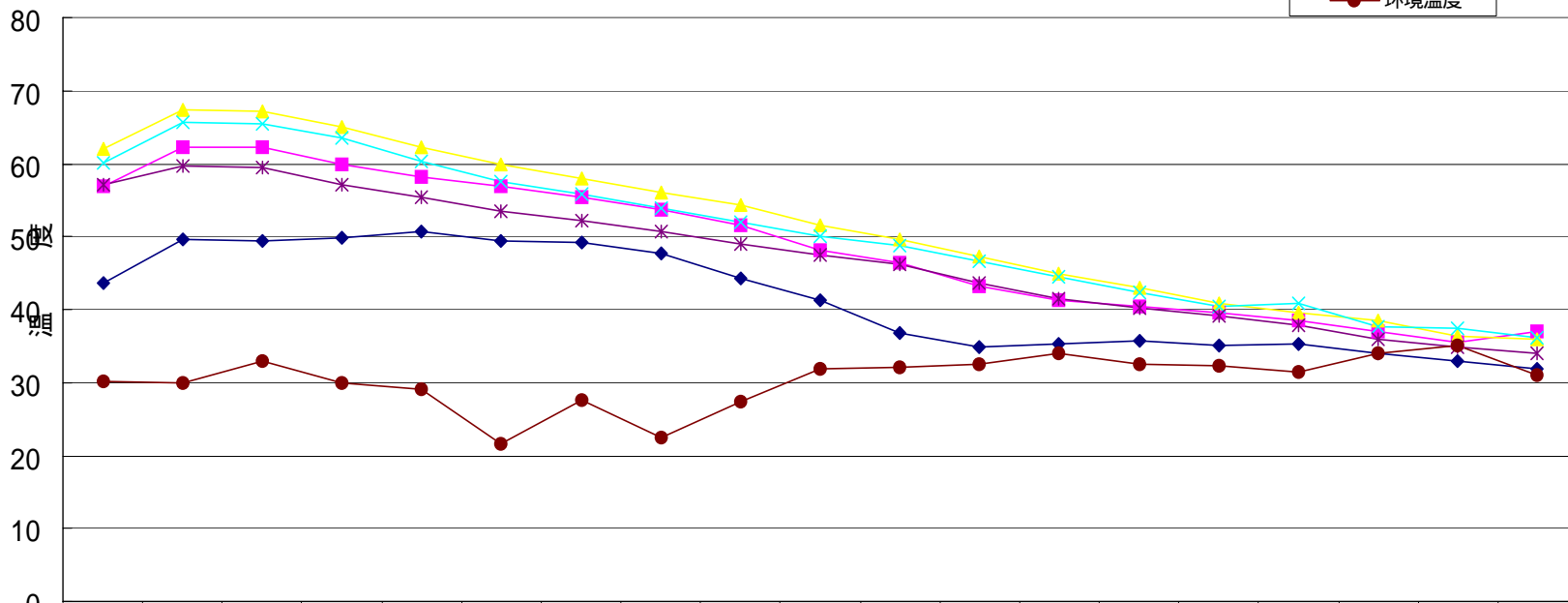


浇筑砼时，气温为30℃，采用地下水搅拌，用一台砼泵自搅拌泵送，另用一台重力式搅拌机结合塔吊辅助运输。

娄子巷高层转换板某点温度变化

娄子巷D07幢转换板4号点断面温度变化曲线图

- ◆ 板面
- 中上
- ▲ 板中
- ✕ 中下
- ✱ 板底
- 环境温度



时 间

	5.22	5.23	5.24	5.25	5.26	5.27	5.28	5.29	5.30	5.31	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9
◆ 板面	43.7	49.7	49.5	49.9	50.6	49.4	49.1	47.8	44.2	41.2	36.7	34.9	35.2	35.7	35	35.2	34.1	33	31.9
■ 中上	56.9	62.3	62.2	59.9	58.2	56.8	55.4	53.7	51.6	48.2	46.5	43.2	41.3	40.5	39.5	38.4	36.9	35.5	36.9
▲ 板中	62.1	67.3	67.1	65.1	62.3	60	58	56.1	54.3	51.6	49.7	47.3	44.9	42.9	40.9	39.6	38.6	36.3	36
✕ 中下	60.1	65.7	65.5	63.5	60.4	57.5	55.8	53.9	52	50	48.7	46.6	44.4	42.4	40.4	40.9	37.6	37.5	36.1
✱ 板底	57.2	59.7	59.5	57.2	55.5	53.5	52.2	50.6	48.9	47.4	46.1	43.6	41.4	40.3	39.2	37.9	35.9	34.8	34
● 环境温度	30.1	30	33	30	29	21.5	27.7	22.5	27.3	31.8	32	32.5	34.1	32.5	32.3	31.5	34	35	31

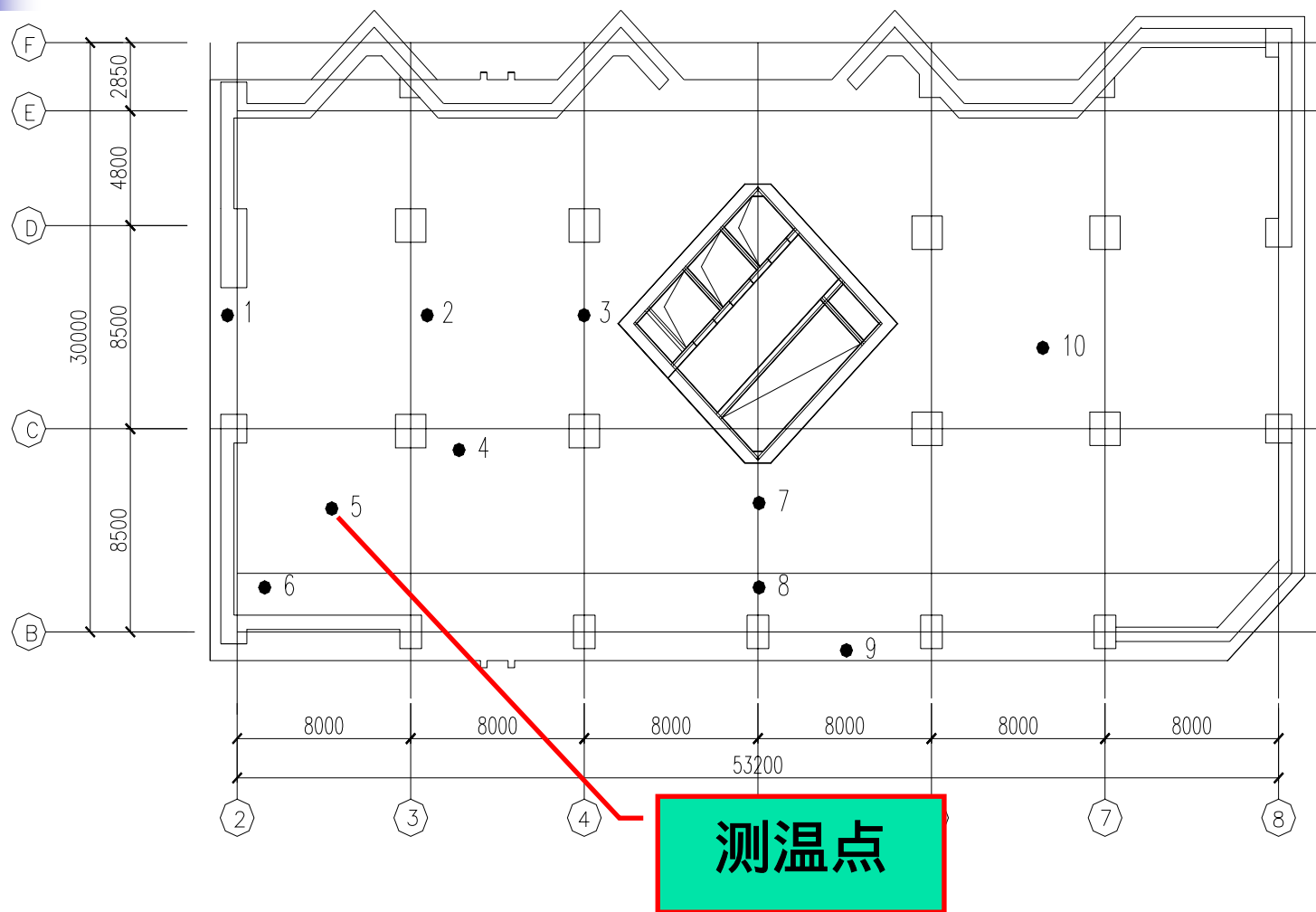


- **南京宏安高层商住楼2.1m厚钢骨砼转换板施工**
- ◆ 2001年1月13日浇筑2.1m厚转换板，两天半浇完



- 2001年1月13日浇筑2.1m厚转换板时，气温为0℃，注意浇筑前的砼配合比论证优化，浇筑后保温和保湿养护。

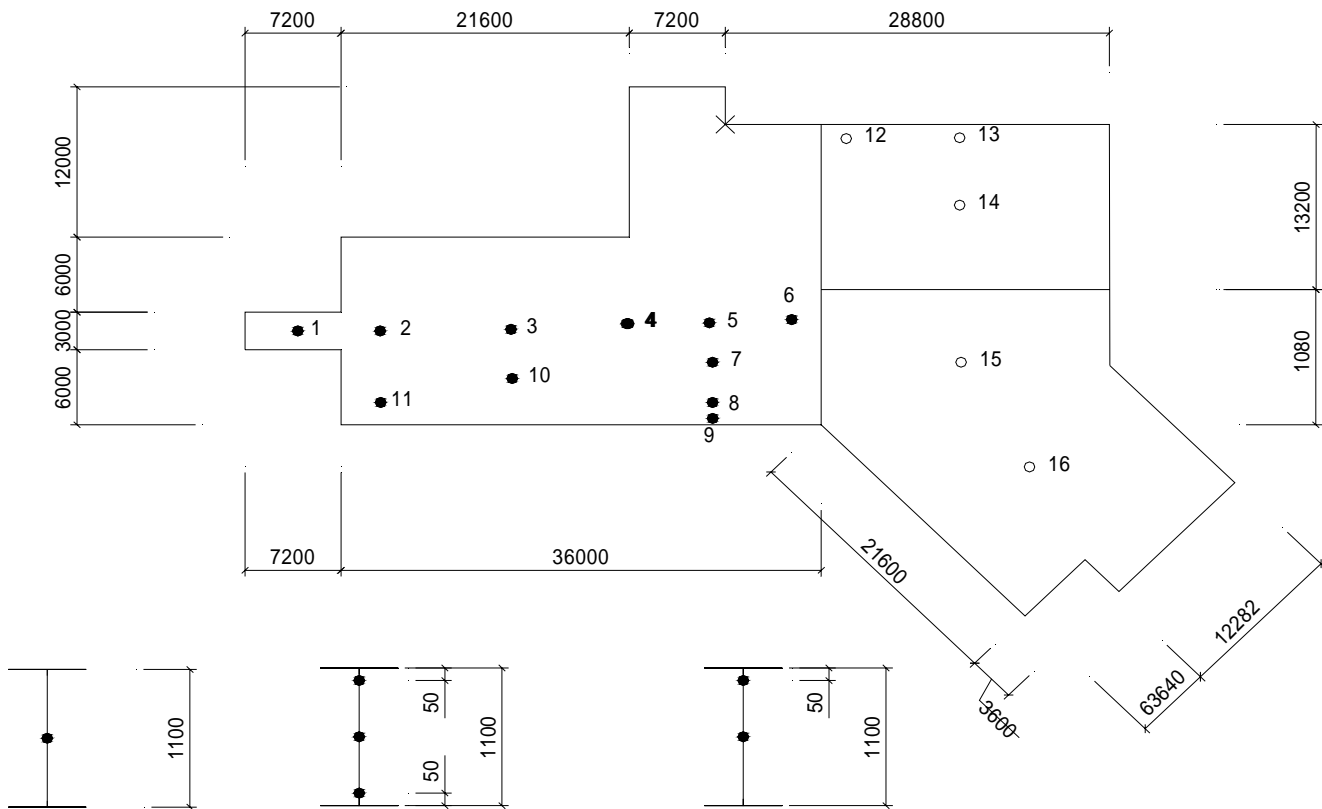
南京陆军指挥学院转换板平面



(3) 南京江北医院底板的施工

南京市江北医院的混凝土底板厚度分别为1100mm、600mm，轴线地梁为1600×1400mm。施工面积约2000m²，砼浇筑量约1500m³，底板混凝土设计强度为C35S8。板砼各部分的中心最高温度分别为：60cm厚34.5℃；1.1m厚51.5℃；1.4m厚暗梁61.5℃。底板砼在整个施工过程中内外温差均小于25℃，且大部分时间均小于20℃。

江北医院底板平面



测点布置：1、9、13、15

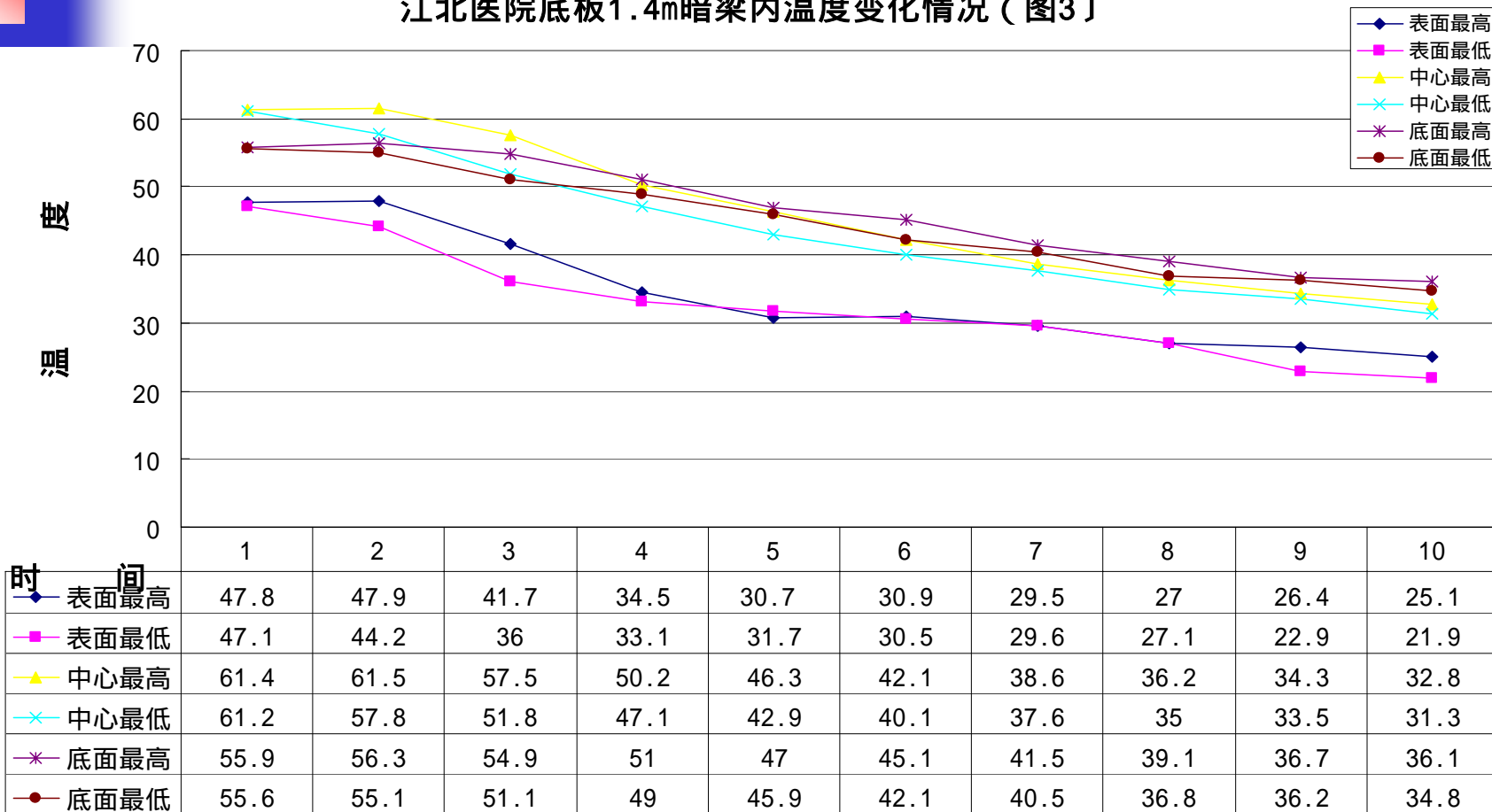
测点布置：2、10、6、7、14

测点布置：3、4、11、8、12、16

江北医院混凝土底板温度测点布置图

江北医院底板温度变化

江北医院底板1.4m暗梁内温度变化情况 (图3)





- 1.混凝土墙体结构的施工

- 引起墙体结构裂缝的客观原因：一是混凝土的内外温差，二是混凝土自身的收缩。

- (1) 设计方面的措施

- . 墙体养护困难，因此构造配筋应增强，配筋率宜不低于0.5%，同时采取直径小、间距不大于150mm，提高混凝土的极限拉伸变形值和分散收缩应力值。
- . 墙与柱的连接处，宜插入1 - 1.5m的水平增强钢筋。
- . 留置后浇缝
- . 墙体内设置诱导缝
- . 采用中低强度的混凝土



2. 配合比设计

- (1) . 配制高性能混凝土，配合比设计思想与大体积混凝土的配合比设计类似。
- (2) . 墙体厚度大，要重点考虑混凝土内的最高温度。
- (3) . 细骨料选细度模数2.7 - 3.1之间。



■ 3. 施工措施

- . 混凝土的浇筑宜一次浇筑到顶，不出现施工冷缝。混凝土供应能力大、拌合料缓凝时间足够长、墙体不太长，可分层分圈浇筑。
- . 振捣必须充分，避免出现沉缩裂缝、收缩裂缝。
- . 模板拆除时间根据混凝土墙体的具体情况及混凝土的配合比确定。拆模后墙体宜悬挂草袋喷水养护，或派专人24小时浇水养护。
- . 浇筑混凝土前，最好将模板浇水湿透，保证表面混凝土充分水化。
- . 地下室外墙可尽快回填土，以利于保温保湿。
- . 柱与墙的连接部位应充分振捣。



楼面大面积混凝土的施工技术

- 楼面大面积混凝土的施工主要解决混凝土的收缩引起的裂缝问题
- 1 设计措施
 - (1) . 采用螺纹钢筋或冷轧扭钢筋
 - (2) . 板面采用双层细而密的构造钢筋，超长结构可采用部分预应力补偿收缩混凝土。
 - (3) . 有条件设置后浇缝。
 - (4) . 设置加强带。



■ 2.混凝土配合比设计


- (1).配制高性能混凝土，配合比设计思想与大体积混凝土的配合比设计类似。
- 重点考虑：低收缩，高抗拉强度混凝土是解决超大面积混凝土结构收缩裂缝的主要措施，通过合理的混凝土配合比设计，新型复合外加剂使用，活性掺合料掺入，合理的施工工艺，改善混凝土性能；减少混凝土收缩，提高抗拉强度及耐久性。
- (2).大面积混凝土配合比设计中，需加入膨胀剂。
- (3).充分重视混凝土原材料的质量。



■ 3. 施工措施

■ (1) . 生产工艺

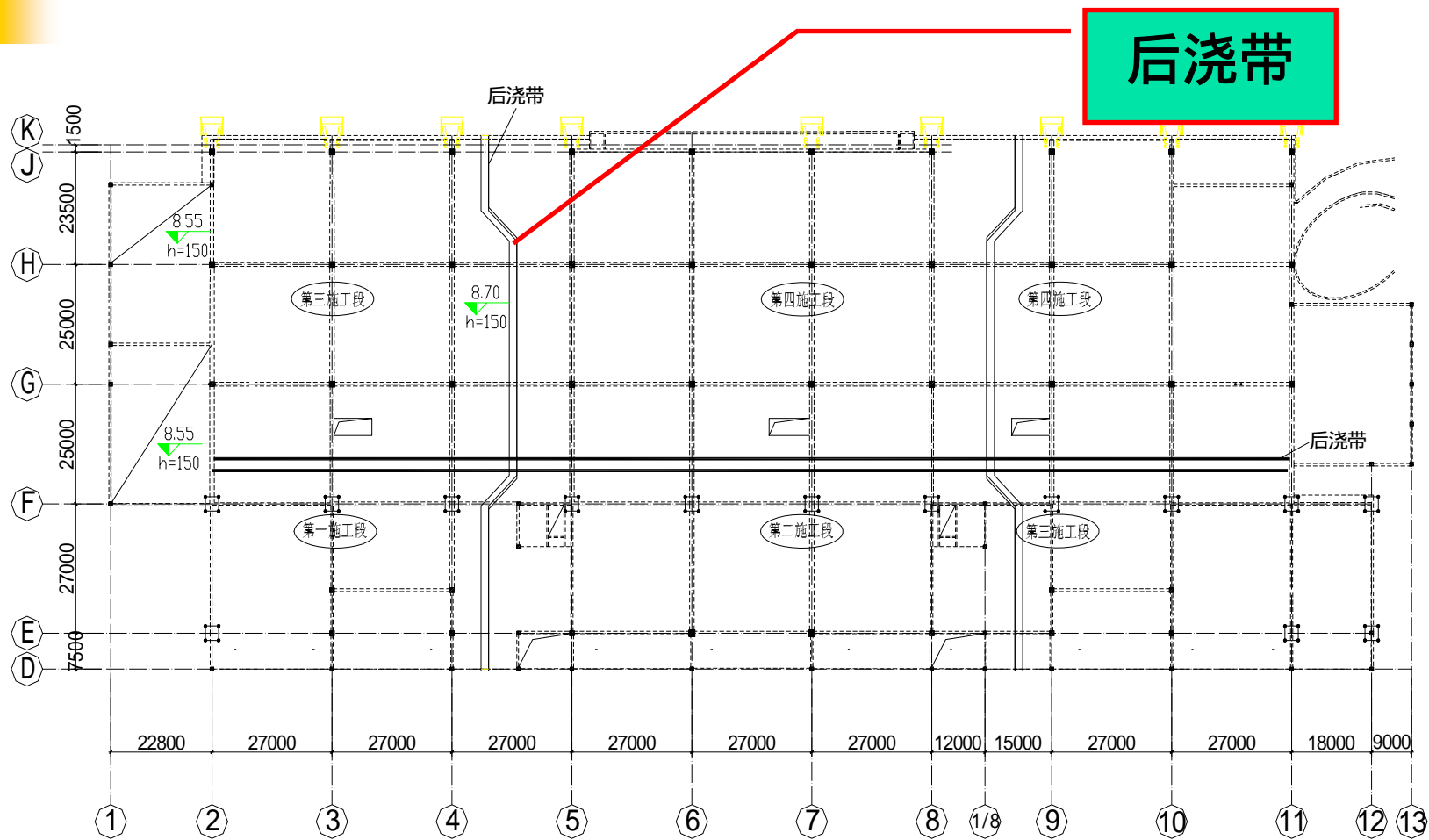
- 1) 加强原材料的品质检验。控制砂石含泥量、级配。
- 2) 严格控制配料的称量精度。计量允许偏差不应超过限制。
- 3) 在夏季高温气候下施工，采取措施降低混凝土的入模温度。增加骨料堆仓高度，减少太阳对骨料的辐射；安排在夜间浇筑混凝土；在气温较高难以达到要求时，搅拌过程中通过加入冰粒降低混凝土温度。
- 4) 充分拌和。高性能混凝土水胶比小，拌和水量少，胶凝材料用量多，充分强力拌和一定时间，采用强制式搅拌，搅拌时间延长30s—60s。

- 
- (2) 混凝土施工工艺
 - 1) . 振捣方式:防止“早振”及“过振”。
 - 2) . 混凝土表面处理,楼应采取反复抹压多次,利于解决塑性裂缝。。
 - 3) . 浇筑与养护方法
 - 4) . 根据具体情况设置膨胀变形带(加强带)

工程实例

- 1. 南京国际展览中心
- 工程占地11.57万m²，建筑面积8.5万m²；二层楼面采用超长、薄板预应力结构，主展厅的楼面为不设温度缝的超长、大面积楼盖，长方向达243m，短方向111.5m，板厚150mm，三楼E、F轴处的楼盖单向很长，需考虑温度收缩对结构的影响；楼面单块面积大、楼板薄、泵送线路长达200m，所以要求混凝土有较好的施工性能和力学性能，即低收缩、微膨胀、早期强度高、抗拉力学性能好，7d强度达到设计强度的80%以上以满足预应力张拉要求。
- 工程设计对混凝土性能要求很高，楼面为C40高性能预应力混凝土，总量9900 m³。

国展中心二层楼面平面图



南京国展中心平面图



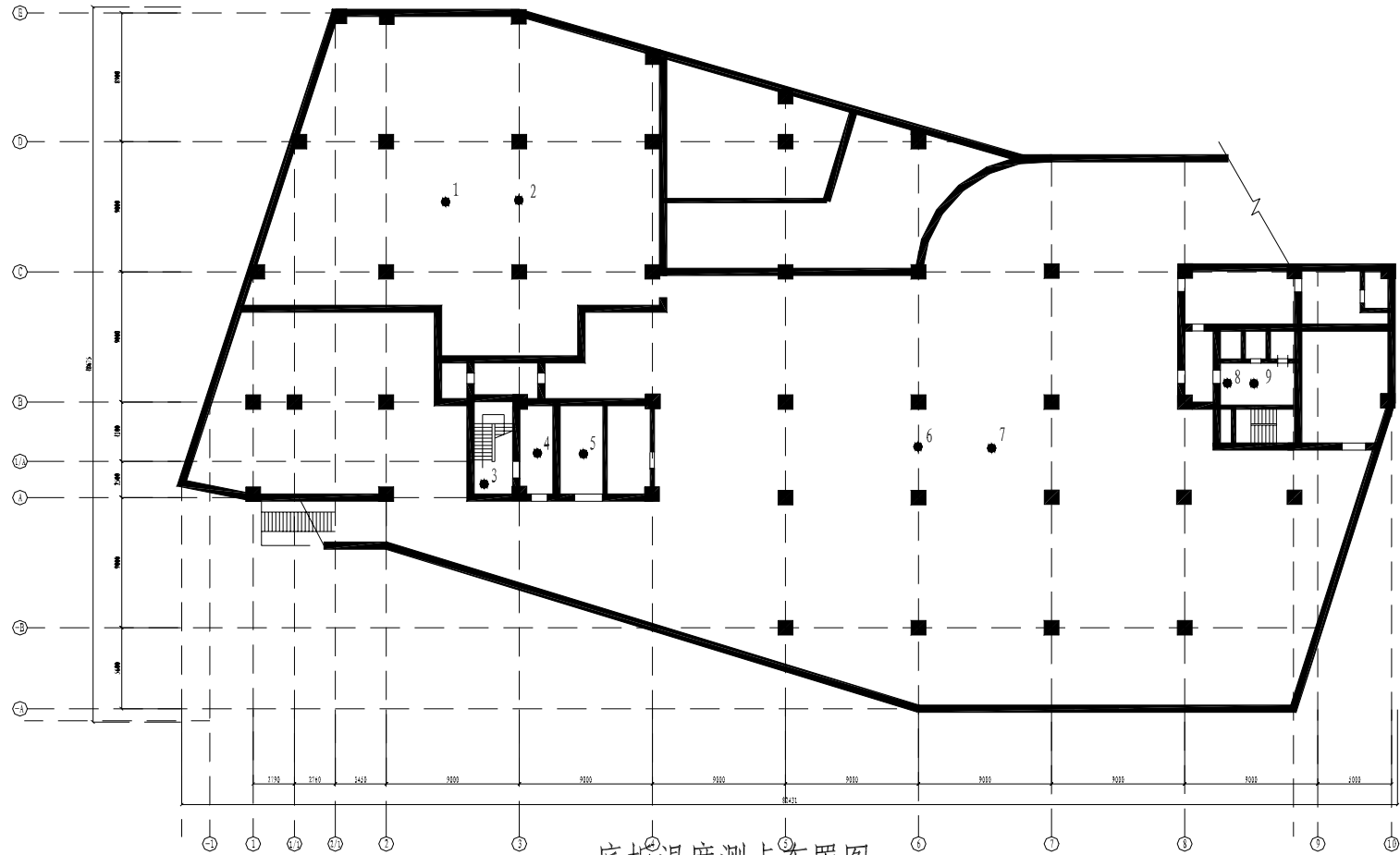
2. 南师大研究生公寓楼底板

南师大研究生公寓楼混凝土底板厚度为450mm，长度为82100mm，承台厚度为1900mm、4650mm，地梁为1000mm×1200mm，施工面积约3200m²，砼浇筑量约3000m³，底板混凝土设计强度为C40S8。该底板不设置后浇带，混凝土一次浇筑完成，不留施工缝。地下室外墙一次浇筑长度120m。

■ 3. 江宁区医院综合楼

地下室外墙高4.8m，长度150m左右，经精心施工，基本未出现裂缝。

南师大研究生公寓楼底板



底板温度测点布置图

对提高混凝土施工质量的思考

(1) 施工管理人员应对大型混凝土结构施工的难度及存在的问题有充分的认识。

- (2) 解决混凝土的施工质量问题，应从混凝土的自身、施工工艺两方面综合考虑，科学合理地设计混凝土的配合比。
- (3) 施工前，应制定详细的施工方案，设计可行的施工方法。严格按照施工方案设计的施工程序进行。
- (4) 采用商品混凝土，应和商品混凝土搅拌站合作，制定合理的混凝土施工方案。