

无梁楼盖结构计算

徐珂/我的影子在奔跑

20181119

2018年11月12日下午13时50分中山市古镇镇海洲村万科某项目一期2标段发生地下室顶板无梁楼盖局部坍塌事故，坍塌面积约2000m²。事故现场如下图：



中山市古镇镇官方微信“灯都古镇”通报：

2018年11月12日下午，位于古镇镇东岸西路的昇海豪庭一期2标段工程发生地下室顶板局部坍塌，无人员伤亡。

古镇住建、公安、安监、消防和医院等部门第一时间到现场进行应急处置和现场调查工作。经初步调查分析，坍塌原因是填土作业人员违反操作规程，且大型满载平板车停放不当，导致顶板过于集中荷载，造成局部坍塌。经专业人员利用生命探测装置实地勘察，确认该事故没有造成人员伤亡。

目前，古镇住建局已对该标段工程下发了停工通知书，要求该工地全面停

止施工并进行安全隐患排查。下一步，将邀请省质检站对工程进行鉴定，并委托第三方权威专业检测机构对工程进行全面检测并出具检测报告。

网传有施工队伍被困、事故造成人员伤亡等，均为不实信息。警方提醒：广大网民不信谣、不传谣、不造谣，对于编造、传播谣言的，公安机关将依法查处。

无梁楼盖地库坍塌不是头一回，2017年北京市一个在建地库发生坍塌事故，结果北京市绝大多数设计院在毫不了解事情原委和事故原因的情况下，接到一纸通知对近几年无梁楼盖设计行全面自查，然后上报结果。至于后续就不太清楚，当时不清楚查什么能自查出什么？

每个事故都有间接原因和直接原因，目前来看间接原因是重载货车压在无梁楼盖，顶板回填土施工及PC板运输车同时作用导致超载。直接原因还需要等待，但能否看到直接原因，则要看官方公布内容。

本次事故目前已有好事者，将一些设计情况做了透露，原文没有来源，估计是透露者怕暴露自己，这里摘录如下：

通过内部渠道拿到该项目结构图，该项目顶板设计条件如下：

*柱网尺寸：7.8m*8.1m，柱尺寸：500x600mm。*

结构形式：一阶矩形柱帽无梁楼盖，板厚:350mm。

*柱帽尺寸：1.5m*1.5m*0.45m（不含板厚）。*

柱、板混凝土强度：C30，钢筋强度等级：HRB400。

覆土厚度：约1.0~1.1m

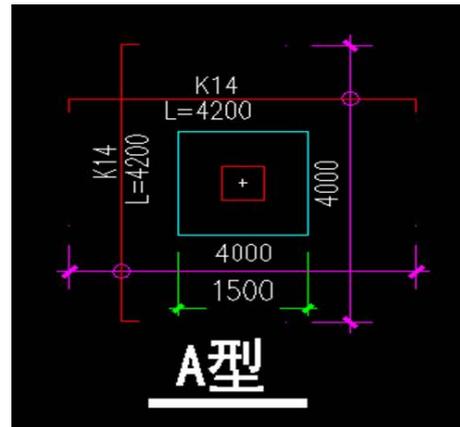
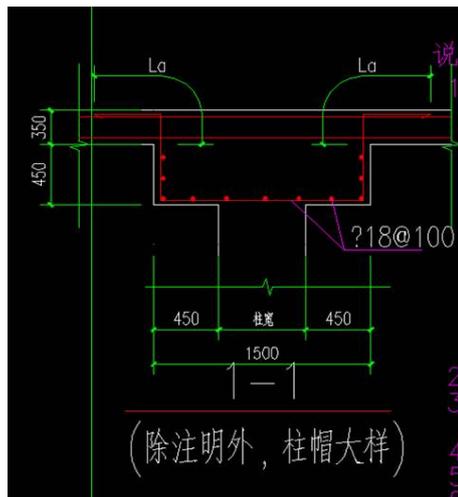
配筋情况：配筋方式：双层双向拉通钢筋+局部附加钢筋

暗梁设置：无。 托板冲切箍筋设置：无

拉通筋：D18@200 双层双向。托板范围附加面筋：

D14@200~D20@200 不等，大部分托板附加面筋 D14@200。

托板大样：



个人觉得正式的通报文件往往顾及各方因素，不会将具体设计情况做详细介绍，像北京 2017 年地库坍塌事故在时隔 10 个月后公布，设计原因是“设计工况下地下一层顶板部分板柱节点冲切作用效应设计值大于相应位置受冲切承载力设计值，不满足《混凝土结构设计规范》(GB50010-2010)的相关要求；实际工况下地下一层顶板部分板柱节点冲切作用效应设计值大于相应位置受冲切承载力设计值，不满足《混凝土结构设计规范》(GB50010-2010)的相关要求。”，这个结论对结构设计从业人员基本不会有困惑，但是工程事故对于设计人员而言，具体的设计参数远比文字更有说服力，所以有必要对中山古镇设计参数进行实际设计进行感受，稍微遗憾的是，目前在网并未看到古镇项目坍塌后柱头破坏形态，无法判断具体坍塌演变过程。

本人在看到上述设计条件以及设计图纸后，第一个反应是拿出最近做过的无梁楼盖设计项目做一下对比，其中一部分有类似荷载情况，按照古镇工程数

据计算，如果本人来设计，总结以下差异：

地下车库无梁楼盖结构	
古镇项目设计	经验系数法
柱网：7.8mx8.1m	柱网：7.8mx8.1m
柱截面：500mmx600mm	柱截面：500mmx600mm
板厚：350mm	板厚：350mm
柱帽：1.5mx1.5mx0.45m(不含板厚)	柱帽：2.8mx3.0mx0.40m(不含板厚)
砼：C30	砼：C30
钢筋：HRB400	钢筋：HRB400
覆土厚度 1.0m	覆土厚度 1.0m
活荷载 4.0kN/m ²	活荷载 4.0kN/m ²
配筋方式：双层双向拉通布置+局部附加钢筋	配筋方式：双层双向拉通布置+局部附加钢筋
通长钢筋 D18@200	通长钢筋 D16@200
托板范围局部附加钢筋 D14@200~D20@200 不等	托板范围局部附加钢筋 D18@200~D20@200 不等
托板范围多数局部附加钢筋 D14@200	托板范围多数局部附加钢筋 D18@200 (7.8m 跨方向) /D20@200 (8.1m 跨方向)
托板抗冲切箍筋 (无)	托板抗冲切箍筋 (有)

本人做无梁楼盖设计时，基本采用经验系数法，曾经用有限元计算过自己的项目，经验系数法按照优化设计原则确实存在配筋偏大的问题，有些同事也喜欢用工具软件计算，经常出现配筋比较节省的状况。但是个人对于北京地库坍塌事故调查处理情况通报中提到的：“依据北京双圆工程咨询监理公司“车库顶板建议采用无梁楼盖体系（设计单位原先设计的为梁板体系）和独立车库的钢筋用量进行限额设计（由 150-175kg/m² 减为 105-115kg/m²）”的车库优化设计意见。”表示难以理解。

我觉得经验系数法的好处是，计算方法简单，做个 EXCEL 表就可以，比用工具软件还方便。

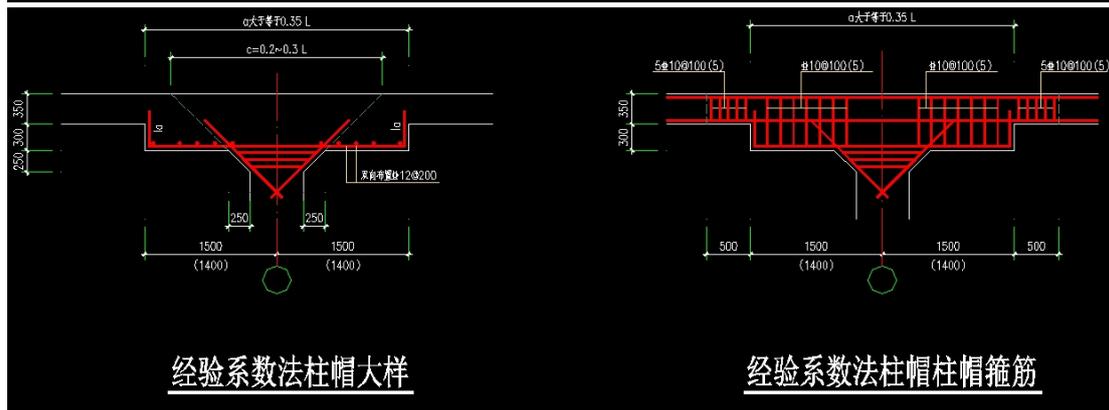
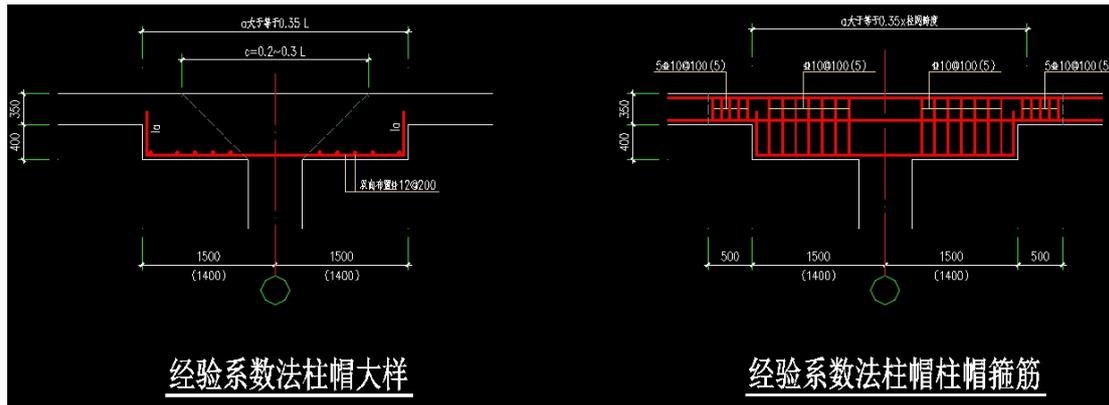
无梁楼盖覆土楼板正常使用荷载计算(经验法计算)						
一	荷载计算		(mm)	(kN/m ² m)		
	永久荷载	建筑覆土 h1=	1000	20.0		
		结构楼板 h2=	350	8.8		
		板下悬挂		1.0		
					合计：	29.8 (kN/m ² m)
	可变荷载			4.0	合计：	3.2 (kN/m ² m)
二	荷载基本组合值					
	永久荷载分项系数		1.35		永久荷载分项系数	1.20
	可变荷载分项系数		1.40		可变荷载分项系数	1.40
	可变荷载组合系数		0.70		可变荷载组合系数	1.00
	基本组合值	q1=	43.3	(kN/m ² m)	基本组合值	q2= 40.2 (kN/m ² m)
	设计取值	q0=	43.3	(kN/m ² m)		
三	无梁楼盖				柱帽c值 c=0.25L	柱帽宽a=0.35L
		跨度	Lx=	8.10 (m)	2.03 (m)	2.84 (m)
			Lx2=	0.00 (m)		
			Ly=	7.80 (m)	1.95 (m)	2.73 (m)

四	总弯矩值计算											
	$Mx=q_0^*Ly*(Lx-2*c/3)^2=$	1923	(kN*m)		$My=q_0^*Lx*(Ly-2*c/3)^2=$	1852	(kN*m)					
五	板带弯矩计算											
					砼强度等级	抗压强度fc	抗拉强度ft	钢筋等级	抗拉强度			
					C30	14.3	1.43	HRB400	360			
	Ly方向计算	Ly=7.8										
	计算部位	截面位置	弯矩系数	弯矩值			板厚h	计算高度	计算宽度			
	柱上板带						350	310	4050			
				(kN*m)	受压区高度	相对受压区高度	As(mm*mm)	钢筋间距	钢筋直径			
	端跨	边支座负弯矩	0.48	889	54.27	0.175	8730.81	100	16.6			
		跨中正弯矩	0.26	482	28.10	0.091	4520.07	200	16.9			
	内跨	支座负弯矩	0.50	926	56.78	0.183	9135.19	100	17.0			
		跨中正弯矩	0.18	333	19.16	0.062	3082.74	200	13.9			
					砼强度等级	抗压强度fc	抗拉强度ft	钢筋等级	抗拉强度			
					C30	14.3	1.43	HRB400	360			
	计算部位	截面位置	弯矩系数	弯矩值			板厚h	计算高度	计算宽度			
	跨中板带						350	310	4050			
				(kN*m)	受压区高度	相对受压区高度	As(mm*mm)	钢筋间距	钢筋直径			
	端跨	边支座负弯矩	0.05	93	5.20	0.017	836.87	200	7.3			
		跨中正弯矩	0.22	407	23.59	0.076	3795.80	200	15.5			
	内跨	支座负弯矩	0.17	315	18.06	0.058	2906.17	200	13.5			
		跨中正弯矩	0.15	278	15.88	0.051	2555.00	200	12.7			
					砼强度等级	抗压强度fc	抗拉强度ft	钢筋等级	抗拉强度			
					C30	14.3	1.43	HRB400	360			

	Lx方向计算	Lx=8.1										
	计算部位	截面位置	弯矩系数	弯矩值			板厚h	计算高度	计算宽度			
	柱上板带						350	310	3900			
				(kN*m)	受压区高度	相对受压区高度	As(mm*mm)	钢筋间距	钢筋直径			
	端跨	边支座负弯矩	0.48	923	59.02	0.190	9143.39	100	17.3			
		跨中正弯矩	0.26	500	30.42	0.098	4712.40	200	17.5			
	内跨	支座负弯矩	0.50	962	61.78	0.199	9571.52	100	17.7			
		跨中正弯矩	0.18	346	20.72	0.067	3209.62	200	14.5			
					砼强度等级	抗压强度fc	抗拉强度ft	钢筋等级	抗拉强度			
					C30	14.3	1.43	HRB400	360			
	计算部位	截面位置	弯矩系数	弯矩值			板厚h	计算高度	计算宽度			
	跨中板带						350	310	3900			
				(kN*m)	受压区高度	相对受压区高度	As(mm*mm)	钢筋间距	钢筋直径			
	端跨	边支座负弯矩	0.05	96	5.61	0.018	869.64	200	7.5			
		跨中正弯矩	0.22	423	25.53	0.082	3954.61	200	16.1			
	内跨	支座负弯矩	0.17	327	19.53	0.063	3025.30	200	14.1			
		跨中正弯矩	0.15	289	17.16	0.055	2658.91	200	13.2			
六	中柱计算											
	截面尺寸		(mm)		砼强度等级	轴压力设计值						
		柱高	600		C30	2771.60						
		柱宽	500		抗压强度fc	轴压比						
		柱高	4000		14.3	0.65						
		截面面积	300000									

七	冲切计算											
	砼强度等级	抗拉强度ft	柱类型系数		砼强度等级	抗拉强度ft	柱类型系数					
	C30	1.43	40		C30	1.43	40					
	计算一	(柱根冲切)			计算二	(柱帽冲切)						
	柱高	600 (mm)		柱帽长度	3000 (mm)							
	柱宽	500 (mm)		柱帽宽度	2800 (mm)							
	柱帽高度	300 (mm)		柱帽高度	0 (mm)							
	计算高度	610 (mm)		计算高度	310 (mm)							
	临界周长	4640 (mm)		临界周长	12840 (mm)							
	锥体底面积	3130400 (mm*mm)		锥体底面积	12380400 (mm*mm)							
	冲切设计值	2600 (kN)		冲切设计值	2200 (kN)							
	截面长短比	1.20		截面长短比	1.07							
	n1	1.00		n1	1.00							
	n2	1.81		n2	0.74							
	n	1.00		n	0.74							
	截面设计值	2833 (kN)		截面设计值	2954 (kN)							
	箍筋等级	HRB400	抗拉强度	360	箍筋等级	HRB400	抗拉强度	360				
	箍筋面积	4109		箍筋面积	2509							
	箍筋肢数	5	箍筋间距	100	箍筋肢数	5	箍筋间距	150				
	箍筋直径	6.6		箍筋直径	8.8							

砼强度等级	抗拉强度ft	柱类型系数
C30	1.43	40
计算三 (柱帽外冲切)		
柱帽长度	3020	(mm)
柱帽宽度	3720	(mm)
柱帽高度	0	(mm)
计算高度	310	(mm)
临界周长	14720	(mm)
锥体底面积	15797600	(mm ²)
冲切设计值	2052	(kN)
截面长短比	0.81	
n1	1.00	
n2	0.71	
n	0.71	
截面设计值	3246	(kN) 满足要求



个人很纳闷，经验系数法在很多手册上都有介绍，托板尺寸也有范围，古镇项目的设计尺寸小那么多？整整比本人习惯尺寸小一半，小一半也没啥，倒是算算冲切够不够呀！设计中有那么一句话：够的话尺寸再小也可以，差的话尺寸再大也不行！还有一句话：剪切不满足，弯曲拉压都白费！

好事者在其文中还提到：*该项目未设置暗梁，暗梁对于无梁楼盖的构造至关重要，可以协调面筋和底筋协同工作，还能起到部分冲切箍筋的作用。*个人认为应该是未设置抗冲切箍筋，跟暗梁无关，不要把核心问题和次要问题混淆。暗梁对于无梁楼盖有啥用？个人认为用处不大，板就是板，不是加点箍筋

就能改变性质，主要是设计方法中杆系概念深重的自然反应。那为什么有些无梁楼盖要设置暗梁，因为是抗震设计需求，与前述不冲突。而且无梁楼盖与空心楼盖是两种结构体系，如果因为空心楼盖设置暗梁所以无梁楼盖就要设置暗梁，显然不了解两种结构体系的受力差异。

乱世的热闹来自迷信，愚人的安慰只有自欺。

——老舍《骆驼祥子》