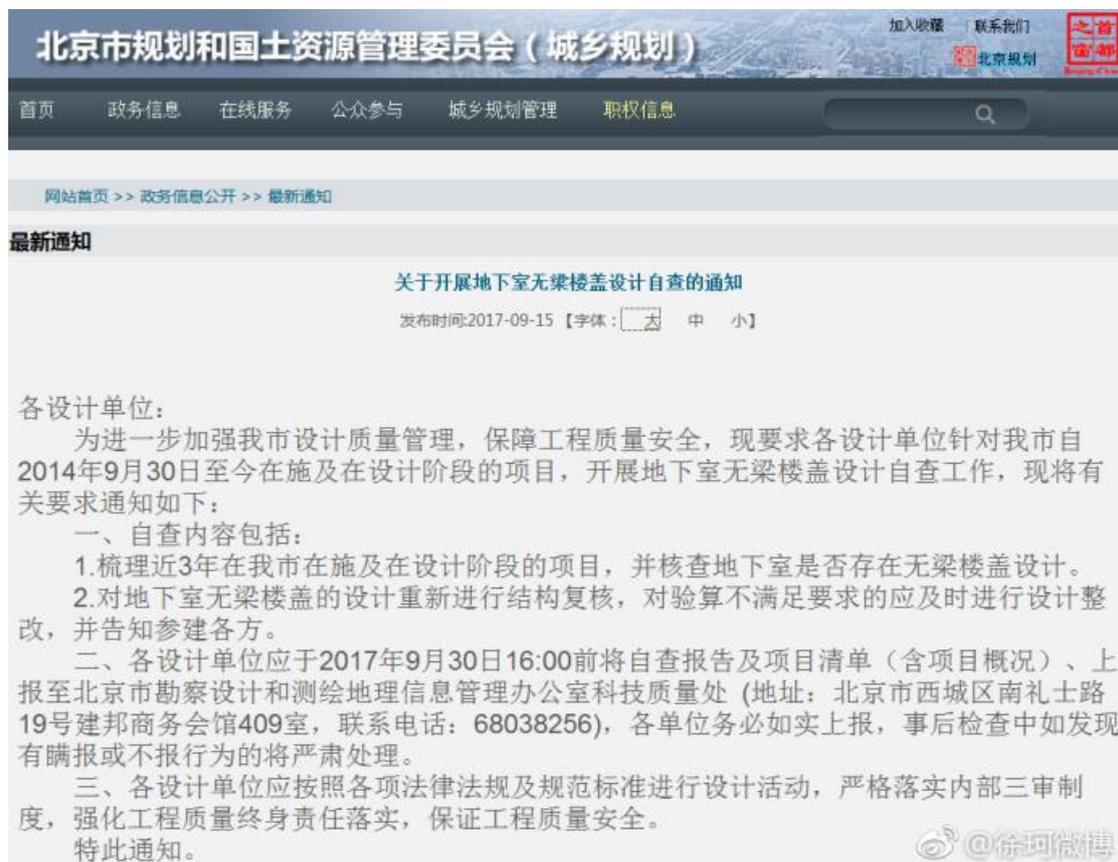


关于结构设计安全的自我审查

徐珂/极权主义的起源

20171003

国庆节前的某天，单位群发个通知，要求对近三年地下无梁楼盖结构设计进行自我检查，实在不明白是什么意思，过了几天才有人说源自北京市规委发的一个设计自查通知：



看完这个具体文件后，还是有些不明就里，设计自查是设计工作很重要的环节，设计人做设计靠别人来发现问题，这等于把结构安全交给别人去掌握，我想这是所有有责任心的结构工程师所不能接受的事情。我在第一时间的反应是无梁楼盖设计方法有重大缺陷？不应该呀，这种结构体系在各国都有应用，现代信息传播这么快，不会出

现管理部门先知道技术人员后知道的从上至下情况，如果真是结构体系出问题也应该是技术严谨论证反馈到管理部门的从下至上过程。而且通知中要求自查近三年的设计，体系真有问题也不会豁免三年前的工程，姑且可以理解为三年前的工程大多数已经投入使用，有问题已经经过检验。地下无梁楼盖体系不像抗震结构体系，日常竖向荷载是控制工况，无需小概率事件来检验。如果是地下室顶板往往敷土直接施工到设计标准，回填好后施工机械就在上面跑，满负荷承载可能是大概率事件。

通知发出几天后，大家才在网络上搞明白是怎么一回事，原来是北京市一个在建无梁楼盖地下室工程出现坍塌事故，具体发生在8月19日，也就是说北京设计单位开始进行设计自查已经是事故发生一个月以后的事情，而且结构工程师还不清楚事故原因下进行自我检查。说实在的，如果不知道相关原因，重点要检查什么也就是随机事件。我记得以前看过一本书，里面谈到设计工作成果核查问题，即使经过多人多轮自校、校对、审核之类的工作，仍然不能百分之百的将错误检查出来，只是在概率上将合格率接近100%，这里面有两个重要的原因分别是，一个原因是普遍检查会将重点问题扁平化，另一个原因是重点问题争夺普通问题核查资源。

由于大多数建筑并不具备高昂的造价或保留价值，多数情况下，如果出现问题就会被拆除磨平，而且速度越来越快。应县木塔早已不能使用，让它立在那里是因为它是千年历史信息载体无可替代，而不是结构体系有多安全。我觉得中国建筑行业对应县木塔还立在那里最

自慰的说法是中国木结构抗震性能好！先不说世界各地几千年来都是以木材为主要建筑材料，咋就中国体系好呢？也不说中国历史上几时讲过科学技术，你看过的历史人物谁研究房屋安全？单说中国传统认为地震是天谴的思维，就可以琢磨有多少人会为普通建筑考虑抗震问题！只能说中国木结构榫卯结构在耗能问题上有帮助，另外故宫里的房子也不能说明这个问题，因为那的结构材料用量远超过你的想象。良渚文化距今 4000~5000 年是城邦级文化，很多遗迹显示，在房屋建造方面已经跟中国近代 100 多年前的建造方法接近，那是否可以说中国的老祖宗早就在思考建筑抗震问题如何解决？

接着说无梁楼盖坍塌，由于事故原因并没有公布，以及严格控制信息外流原因，目前能看到现场照片只有几张，分别是建设部建筑设计院朱炳寅在微博上一张照片，以及土木吧在其公众号的一张照片，遗憾的是网络照片像素较低，只能看出大概情况，另外涉及版权这里转载一下，如需具体查看，可以自行查找原文。



相对而言@朱炳寅 在建设部院信息灵通，大概了解具体情况，

在微博中回答粉丝里有这样两段话：

1、“据说设计覆土 1.8m，堆到 1.4m 时就塌啦，未按规范要求将楼板钢筋集中配置，而是均匀配置，柱顶先出现受弯裂缝再剪切破坏，就是所谓的直剪破坏。”

2、“哪个院不能说，哪个软件也不能说，这个时候也不适合说，等考完试我们可以专题讨论。工程质量考察的是参与者的责任心，事故就是一连串疏忽的必然结果，其实最重要是自己别出错，人人都留有一分警惕，事故就会远离我们。要保护好自己就得合法合理设计，远离设计分包尤其是不签字的分包，用正版软件。”

这两段话如何理解就看各位结构工程师的语文水平，恕我直言大多数结构工程师的语文水平因理科思维训练，包括我从高中起就逐步放弃文字训练，所以理解结构术语困难是可以理解的。以有限的语文水平，我对上述两段话的理解是：1、这个工程的结构设计本身可能出现错误，设计人从整体概念到具体细节都出现严重失误，缺少无梁楼盖基本设计知识；2、这个工程的设计管理可能出现监管缺失，没有进行基本的校对审核工作。前面说过多轮校审不能实现 100%无错误，但是可以大幅减少错误率。我想凡是正确或基本正确做过无梁楼盖设计的结构工程师，应该可以看出不符合无梁楼盖设计及构造的缺陷，或者对其中不符合常规做法的地方提出疑问，一定会对结构设计提供安全建议。从这点来说，首规委发出自查要求，应该是敦促设计单位避免类似问题发生，毕竟甲方、施工、监理单位严格按照施工图施工是其本责。如果结构工程师自己手头上有相关项目，建议自查

外还要给其它有经验的工程师进行复查，为工程安全增加安全系数，避免工程安全问题源自设计。

以往某些工程也出现过工程事故，很少出现要求设计院进行自查的通知，往往是施工原因造成，最主要的原因就是无梁楼盖上敷土高度超过设计高度，比如 2014 年 11 月 17 日山东某项目在施工过程发生坍塌，在事故发生两月后，经相关鉴定机构出具鉴定报告可知，事故原因是施工单位超载敷土导致无梁楼盖在柱头处发生冲切破坏，当时新闻报道描述如下：“*鉴定单位通过现场勘查，对塌落范围、剩余堆土高度、堆土自重、混凝土强度、钢筋保护层厚度、钢筋力学性能、构件尺寸、车库顶板承受力验算等方面进行了全方位检测之后，鉴定名流华第车库各项指标均符合国家标准，包括钢筋、混凝土、构件等在内的建筑材料同样符合国家标准。车库顶板局部塌落的原因，是由于堆土荷载超出设计使用荷载所致。根据现场检查检测、车库顶板承受力验算、7.0m 厚堆土情况下车库顶板承载力计算及综合分析，车库顶板塌落是由于堆土荷载超出设计使用荷载所致。*”。

工程概况 Project overview	<p>嘉馨名流华第车库位于济南市长清区水鸣街路北,由中国建筑设计研究院于2013年01月设计,济南汇富建筑安装有限公司施工,济南市长清区建设工程监理中心监理。该工程为地下二层框架结构(地下二层为人防工程),基础采用独立基础,车库顶板及楼板均为现浇混凝土楼板。钢筋混凝土保护层厚度:二 b 类环境:梁柱为 35mm,墙板为 25mm。</p> <p>(1) 设计条件:该工程设计使用年限为 50 年,结构安全等级为二级,抗震设防烈度为 6 度(0.05g),设计地震分组为第三组,建筑抗震设防类别为丙类,建筑场地类别为 II 类,地基基础设计等级为甲级,基本风压为 0.45kN/m^2,基本雪压为 0.30kN/m^2。</p> <p>(2) 设计材料:基础垫层为 C15,独立柱基、筏板为 C30,柱梁板为 C30,过梁、构造柱为 C20,人防工程梁、板、墙及壁柱为 C35,独立柱为 C40。</p>
委托内容 Content of appraisal	对嘉馨名流华第车库顶板塌落原因进行检测鉴定。
鉴定依据 Criterion of appraisal	见附页
鉴定结论 Conclusion	根据现场检查检测,车库顶板承载力验算,7.0m 厚堆土情况下车库顶板承载力计算及综合分析,车库顶板塌落是由于堆土荷载超出设计使用荷载所致。

由于报告图片中并未给出原设计覆土深度,所以并不清楚超载值与设计值之间的关系,继续引用新闻报道中的内容发掘一下。“该负责人还详细透露,车库的堆土设计要求一般在 1.2—1.5 米(1.8 吨—2.25 吨),车库顶板的承重极限为土层厚度约 3 米(约为 4.5 吨),但当时施工现场车库顶板上方堆土高度为 6-7 米,承重约为 9—10.5 吨,加之事故当日堆土上方还有大型施工车辆进行作业(重量约 40 吨),使车库顶板承受了超过其极限荷载 10 倍的重力,造成小范围车库顶板在瞬间难以承受远高于其标准设计承受力的重力,导致此部分车库顶面塌落。”按照我的理解,该项目设计敷土深度是 1.5 米。活荷载为 20kN/m^2 ,考虑无梁楼盖厚度在 0.4 米,楼板设计承担全部竖向荷载标准组合值大约为 $52.5\sim 55.0\text{kN/m}^2$,发生坍塌时的荷载值大约为 115kN/m^2 。可以理解为超载达到一倍总荷载情况下,该工程发生坍塌状况,如果对比活荷载的话,是超载 3 倍活荷载情况下,该工程发生坍塌状况。以上解读纯属个人臆想,不具有任何实际意义。

通过上述对比，可知无梁楼盖按照正常设计方法进行设计，结构承载冗余度还是很高的，如果加强柱帽抗冲切设计，楼板承载能力还会上升。出现北京无梁楼盖坍塌事故后，网上有些结构工程师认为无梁楼盖是不安全的结构体系，我希望通过这个案例数据分析，可以琢磨超载几倍关系才是安全的。



这里接着引用山东工程事故发生后第二天的新闻图片，我特地选用一张距离构件较远的现场照片，可以比较清楚看到柱头上残留楼板分布钢筋在破坏后的情况，柱头也呈现出倒锥形，符合冲切破坏特点。回头看看北京项目照片，虽然仅有两张，两张都看不到柱头残留楼板分布钢筋，柱头也未呈现锥，形破坏状态表现为柱头直切，从柱头剩余部分看，似乎没有柱帽部分，或者说是抗冲切高度不足，这实在不符合我对无梁楼盖特点的认识，无法判断它究竟是怎样破坏的，

也就是说这个工程的结构设计可能在很多方面不符合无梁楼盖体系安全所需特点。

如果说一个构件设计分为轴力、弯矩、剪切、扭转等几个部分，那么结构工程师一定要分得清哪个部分是主控因素，如果不能抓住主要因素，其它东西做的再精细，也架不住主因素率先退出安全防线。可能有些人会问，如何抓住主要因素？我的建议是学好三大力学，恕我直言，很多结构工程师只是学过三大力学，但并未真的理解三大力学。如果您能举出一个不符合三大力学特点的建筑结构，请告诉我！

还是要感谢北京地库坍塌事件，让我认真查阅韩国三丰百货坍塌事故的资料。三丰百货位于韩国首尔瑞草区瑞草 1 洞，于 1989 年下半年竣工，1995 年 6 月 29 日下午 6 点 05 分，大楼开始倒塌，在 20 秒内，5 层百货大楼层层塌陷进地下 4 层内，共造成 502 人死亡，937 人受伤，是韩国历史上在和平时期伤亡最严重的一起事故。根据资料介绍，这栋建筑也是采用无梁楼盖，尽管坍塌过程时间很短，根据各种资料记录，事故发生前已经有各种迹象包括裂缝、构件破裂等已经在向业主显示结构出现严重安全问题，尤其是其中一根柱边出现拳头大的裂缝竟然不当回事，我真佩服韩国人的抗压能力！另外我得到的信息是脆性破坏可能是个理想状态，在实验室里快速加载破坏与实际工程缓慢循环加载破坏是两回事（这是我的理解），从各种文字记载看，三丰百货业主在事故当天有一个白天的时间可以避免人员伤亡发生。更为遗憾的是，文字记载描述如下：“15 点，结构工程师李

鹤洙来到大楼检查，他为四、五层天花板的裂缝拍照，也拍了餐厅厨房地板的大块隆起。此时楼顶的裂缝已经横跨整栋建筑，部分区域还有崩塌。李鹤洙在 16 点向三丰百货高层报告，虽然证据显示有危险，他却表示建筑物还安全。裂缝可以暂时填补，打烊后再帮上面楼层修补结构。”看到这段描述，我很纳闷，难道“韩国结构工程师”跟我们理解的结构工程师不是一回事？作为结构安全最有说服力的人竟然认为这种状态还安全，我认为他显然没有理解无梁楼盖结构受力体系特点，所以才会安然地在楼里进行拍照，还有时间陈述后续处理方案，如果是我看到这种情况，恐怕当场会吓尿裤子。

我认为所谓的“结构工程师”就是能够预估结构安全的人，所作的具体设计也会存在一定安全隐患，如果想避免其变为现实，一定要自己做的设计进行安全检查，对于别人提的建议要认真对待。

以为自己是在投资的，大多数是在投机；

以为自己是在投机的，大多数是在赌博。