

[编者按] 在网络时代全面到来之际,为更好地与广大一线结构工程师进行互动交流,《建筑结构·技术通讯》从2012年第5期开设“建闻天下”栏目,精选近期专业网站、论坛、博客、微博中精彩的文章和观点整理刊出,您也热爱结构设计?您也是个网络达人?那就加入到我们的队伍中来吧!把您对专业技术、工作技巧的思考以及在工作中对职业生涯的感悟等与大家分享(联系邮箱 yanglin@cadg.cn),本刊网站(<http://www.buildingstructure.com.cn/>)及博客(<http://blog.sina.com.cn/u/1928744817>)也将进行同步报道。

## 震害的理解与思考

### ——写给成长中的结构工程师

徐珂

(北京清华同衡规划设计研究院,北京 100085)

(北京清城华筑建筑设计研究院,北京 100085)

#### 一、

2008年5月最后一天我第一次来到四川,当时汶川512地震已经过去近20天,有些人预言龙门山断裂带发生如此强烈地震,地壳运动能量释放非常充分,预计此后500年不会再发生大级别地震,在此影响下,我作为一名结构工程师怎能错过如此重要的现场考察机会?于是就和同事不带任何任务去震区考察震害情况。

汶川地震以前,经过十多年的工作积累,我参与过大大小小很多项目,砌体、混凝土、钢结构之类似乎已不是难题,实在不行还有专业厂家或者朋友去解决,高度越来越高,面积越来越大,还有什么是不能设计的?但当我站在经过汶川强震后破坏严重、倒塌房屋面前时,突然意识到一个问题,我天天为之满意的结构设计工作究竟解决了什么问题?每个项目的计算书都是一堆堆数据和规范指标堆积而成,这与破坏倒塌的房屋究竟是怎样的关系?面对受灾群众的焦急求助和安全质问时,我甚至不能清晰地想清楚各种房屋破坏的原因,结构裂缝跟装饰面层裂缝如何区分?砌块墙体X型裂缝和一字型裂缝有什么不同?预制楼板为什么会与墙体脱离?剪力墙底部为什么出现裂缝。。。。。。当众多震害实例放在眼前,脑海中理解的设计成果与现实震害表现差距竟然如此遥远!

回到工作岗位后一直不能忘记两个震害表现,一是聚源中学教学楼倒塌事件,因连接节点问题造成预制空心板在震动中直接脱落砸死数名学生,当时的新闻报道轰动中国,我站在废墟前,看到震后家长在废墟上打出白底黑字横幅(图一)深深刺痛我,建筑使用寿命长达数年,结构安全常常挂在结构工程师的嘴边,现实以冷酷而残忍的方式与生命安全联系在一起,抗震安全在短短数秒决定生命的延续。当我小心翼翼地走在废墟上,无力的感觉不断涌

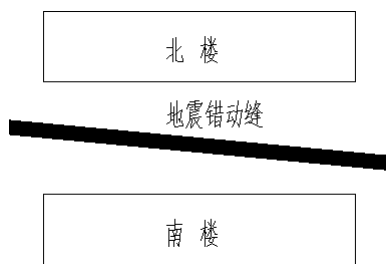
上心头,常见的结构形式为何成为危险的杀手?究竟为了数字加图纸游戏还是创造安全的建筑,取决于结构工程师技术能力,更取决于工程责任心,在后期参与四川省某县中小学校舍抗震安全鉴定工作中发现,众多设计图纸中没有预制楼板与墙体连接节点,设计说明也没有特殊施工技术要求,在建设流程第一步就缺失安全控制,加上普遍偷工减料的施工方法和形式主义的质量监督方式,建设大批“站立的危房”,鉴定的几百栋校舍不断地定义为“拆除”,也在不断地证明结构设计不合格!我在后来的工作中常以此例对同事说:结构设计不是为了满足结构工程师完成几十万平米、建成几百米的成就感,生命安全才是最重要的目标。



图一 聚源中学倒塌楼现场

另一个震害是白鹿中学两栋房屋震害表现,两者结构形式基本一致为砖混教学楼,楼层和长宽也一致,震前地面标高一致,楼间距不超过30米,两者的位置关系见图二,地震中两楼间地面出现错动缝,北侧地面抬高两米,按照对设计理念的理解,同一块场地距离很近的房屋地震

反应基本一致，破坏的表现应该相同，但实际的震害表现是，北楼在地震中随地面抬升两米，主体结构没有破坏迹象，甚至装饰面层都没有裂缝出现；南楼地面标高没有变化，主体结构破坏严重，全部窗间墙出现 X 型、一字型裂缝，所有横墙也破坏严重，但未出现倒塌情况，应急鉴定结论为危楼拆除；在错动缝沿线上的很多房屋直接整体倒塌。头一次看到这种震害我非常困惑，如此近的距离为何差异巨大？这让我认识到仅仅依靠规范去认识地震作用是非常有限的，浅显和公式化的认识无助于灵活进行结构设计，曾经一位前辈说过，结构设计是非常灵活的事情，结构视野决定设计高度，如果固化你的认识，也就决定你的设计水平。以后的设计中，我常常思索在有限的材料用量下，如何合理分配各构件的用量，将更多的材料放置在抗震用途中，这是非常有宜的事情，合理的设计需要更扎实的专业知识来支撑，深入的思索提供更为广阔的结构解决之路。



图二 白鹿中学教学楼位置关系

## 二、

2013 年 5 月的第一天我又一次来到四川，此时芦山 4.20 地震刚刚过去 10 余天，预测地震仍然是世界性难题，仅仅过去 5 年，四川又出现大级别的地震，作为震后重建工作的重要组成部分，结构工程师又一次面对许多破损严重甚至倒塌伤人的房屋，我心情是非常复杂的，新的地震灾害究竟带给结构工程师什么样的认识与改变？

在调研工作中我似乎已经熟悉各种破坏表现，相同的建设手法决定两次震害表现惊人的相似，众多破坏、倒塌的农民自建房可以规律性归结为：没有设置构造柱，砂浆强度不足，墙体厚度低于 240mm，圈梁布置不合理，预制楼板连接方式不足，木结构年久失修。。。。。。一眼望去便可给出初步判断，结构工程师的成长似乎就是这样，工程经验很重要，这些经验教训在上次大地震中都看到过。

结合两次震害表现，我思考汶川地震中没考虑过的问题：

一是芦山地震极震区设防烈度为 7 度，震后实际烈度和应急评估结果很快公布出来，最大地震烈度 9 度为超越“大震不倒”的范畴，建设时间在汶川地震后按新规范设计的房屋在地震中表现良好，是否可以得出结论：我国

现行抗震规范制定标准过高？在超越大震的地震作用下，为何没有出现大面积房屋倒塌现象，很多框架类结构保持完好，最多出现填充墙裂缝。而汶川地震时，同样烈度区出现很多结构主体破坏案例，单纯用设计标准提高来解释是没有说服力的，因为砌体结构破坏比例也远低于汶川震害表现。

二是农民自建房是造成人员伤亡的重灾区，汶川地震后国家也做过很多宣传工作，除了经济因素外，为何还有很多农民不做抗震构造措施，在哪里出了问题？我的思考是结构工程师在技术上是成熟的，但是不能有效教育农民去自建抗震的房屋，也是工程师的失职。农民看不懂图纸，那就不能用工程师习惯的图纸方式去指导他们，如何有效让他们理解建造方法也是结构工程师大展身手的领域。

三是我国国民地震意识薄弱，多数人不能区分 8 级地震和 8 度烈度的区别，如果作为应急鉴定人员前往灾区，能否以最浅显的语言去解答受灾民众的疑惑，是非常重要的事情，在经历死亡威胁后的人，非常渴望能有专家帮他们确定房屋的安全性，专业术语在这个时候往往不能缓解灾民的紧张情绪，甚至会增加恐惧心理。

四是芦山人民医院综合楼采用隔震技术，没有明显破坏迹象，于是很多人呼吁要推广隔震技术，这是一个好趋势。隔震技术早已写入国家设计规范中，但结构设计人员在实际设计中应用比例较少，主要原因是隔震设计比常规抗震设计的工作量大，而设计周期和设计费用并不增加情况下，设计单位不愿意投入更多精力去做隔震设计。采用隔震技术不仅仅是结构单专业的事情，例如建筑物加装隔震垫后，需要在隔震层增加隔震沟，在地震来临时允许建筑物变形晃动，隔震沟的设计就与建筑布局有冲突，像楼、电梯、设备电气管线在隔震层都需要特殊设计，去适应地震晃动的变化，传统的设计方法在隔震层是不适用的。因此隔震设计简单看是结构工程师的事情，实际需要建筑师、设备工程师、电气工程师全面更新设计理念，结构工程师的推广工作很重要。

五是震后出现破坏的房屋，结构工程师的处理意见是什么很重要。随着商品房进入千家万户后，房屋是个人私产，房屋受损后修复重建费用会由房产人承担，结构工程师的鉴定结论决定家庭财富的变化，其责任重大。

【正式稿件发表于 2013 年 05 月《建筑结构》的技术通讯中建闻天下，欢迎斧正，也欢迎留言提供讨论话题！】

徐珂：一个普通的结构工程师，参与计算、画图 20 年，

关注结构新技术及精细化设计，目前就职北京清华同衡规划设计研究院。从 2006 年开始写个人博客（<http://www.jiegoublog.cn/>），记录工作中的想法和解决方案，希望通过不断地积累与更新，为下一个满意的结构作品做准备。