

# 土木施工工程学实验

## 创新思考题——

### 基础的抗震构造



班级：06 土木 13 班

姓名：浦 杰

学号：060111

# 一. 概述

随着各地建设步伐的加快，建筑抗震问题也越发凸显出来。尤其是在地震多发地区，建筑的抗震性能显得尤为重要。汶川地震发生后，建筑抗震在我国受到了前所未有的重视。

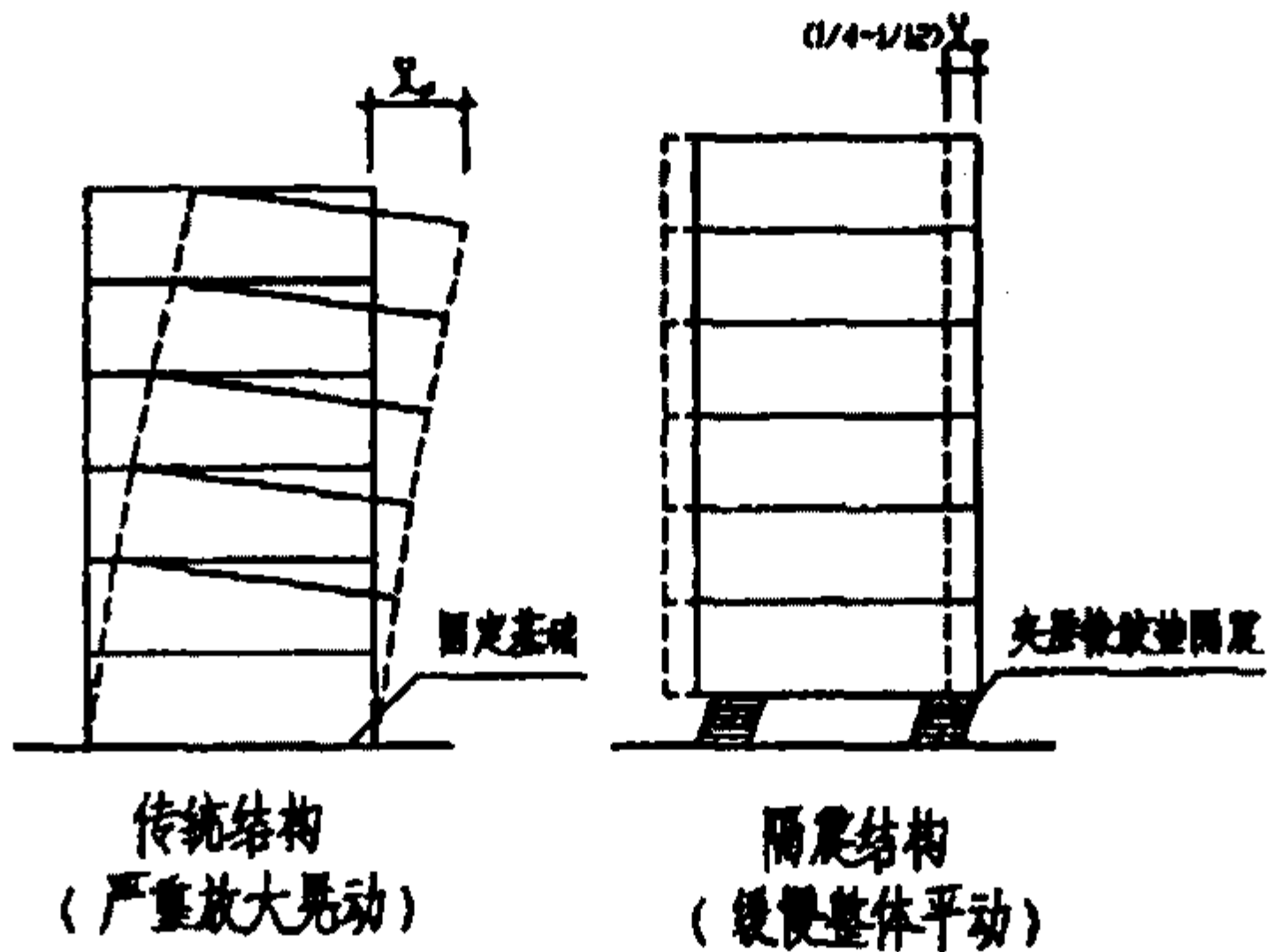
地震能量来自地球内部，因此地震中，建筑最先受到地震作用的部分就是基础，由此看来，建筑物基础的抗震构造就显得至关重要。

在基础抗震方面，我国古代的工匠们就已经有所建树。中国古代建筑的台基用现代结构语言描述，堪称“整体筏式基础”，好比是一艘大船载着建筑漂浮在地震形成的“惊涛骇浪”中，能够有效地避免建筑的基础被剪切破坏，减少地震波对上部建筑的冲击。早在1406年明成祖永乐年间修建的紫禁城采用“煮过的糯米石灰膏”地基，可以说是很原始但有奇效的基础抗震措施。

## 二. 建筑基础抗震新技术介绍——隔震技术

### 1. 隔震技术的基本原理与特性

基础抗震的一个行之有效的途径就是“隔震”。基础隔震设计是工程结构设计的一个新领域。基础隔震技术是通过设置在结构物底部与基础顶面之间的隔震消能装置来增加结构的变形能力和滞变阻尼。变形能力的增加，可以使得结构在地震作用下不致倒塌，而阻尼的增大可以吸收更多的地震能量，从而大大减小地震作用、基底位移和结构变形。同时，结构变形能力的增大导致结构产生的第一振型周期变长，这与增大的阻尼相结合，就可以大大减弱地震对结构的影响，并且结构物底部有足够的横向变形能力和滞变阻尼，使得结构底部的应力分布较为均匀，消除了常见的结构底部首先破坏的可能性。因此建筑物基础在添加了有效的隔震装置后，在建筑物受风荷载和较小地震作用时，隔震装置具有足够的水平刚度使上部结构相对于地面保持不动；在中强地震发生时，隔震装置发生较大变形，耗散地震的绝大部分能量，而上部结构相对于地面只有少许整体平动，基本处于弹性状态，避免在强地震作用下发生毁灭性破坏。



与传统的抗震结构体系相比，隔震体系特征有：

- A. 有效地减小结构地震反应，保护结构物或其内部设备在强地震冲击下免遭毁坏。从振动台地震模拟试验结果得知，隔震体系的结构加速度反应只有一般结构的 $1/3 \sim 1/10$ 。
- B. 当地面剧烈震动时，上部结构仍然能处于正常的弹性工作状态，特别适用于某些重要建筑物和安装有重要设备的建筑物。
- C. 抗震措施简单明了，抗震设计只考虑隔震装置，设计和施工大大简化。

## 2. 隔震技术的发展及应用现状

Frank Lloyd Wright 是第一个成功地把隔震原理用于实际工程的人。1921年他主持设计建造了日本东京帝国饭店。这个建设场地的地表土层厚约2.5m，有良好的承载力。在该层的下面是一层软弱淤泥层，Wright 使用了与当时的设计思想完全不同的方法，把软弱层用作地基下的软垫，以消除东京地区可怕的地震作用。他设计了特殊的短桩基础，把紧密排列的短桩打入持力层到达软弱淤泥层的表面。这样，建在短桩基础上的帝国饭店就象战舰浮在海洋上一样浮在软弱淤泥层上。

目前技术比较成熟，应用最广泛的隔震技术是橡胶隔震支座。橡胶支座最初用作桥梁支座(例如1889年澳大利亚墨尔本铁路桥使用单层的橡胶块和1957年伦敦Pelham 桥使用叠层

橡胶支座),而在“基础隔震”中的应用,最早的例子是1966年美国的阿巴尼大楼和英国伦敦的奥尔巴尼6层公寓,主要是为了隔离来自地铁的振动。橡胶支座真正作为实用的隔震结构的思想,始于1970年的法国。此后,新西兰(1981年,惠灵顿威廉克雷顿大楼)、日本(1982年,八千代家隔震住宅)、美国(1985年,福希尔法律司法中心)都先后采用橡胶支座进行隔震。法国在核电站结构中较多采用隔震技术,至今在法国本土或在他国采用隔震橡胶支座的核电站已近10座。我国于20世纪60年代开始了“基础隔震”理论及应用技术的探索研究,进入90年代以后,我国在建筑隔震橡胶支座的研究、开发、工程试点及实用方面已取得长足进步。

橡胶隔震支座具有竖向承载力和水平位移量大、隔震减震效果明显、弹性复位功能强、使用寿命长、安全系数高、安装施工简便等优点。橡胶支座隔震技术既适用于新建结构,也适用于原有结构的抗震加固及震后修复;既适用于一般的民用房屋,也适用于构筑物、桥梁、铁路及地铁沿线等土木工程;既适用于砌体结构,也适用于框架结构或混合结构;既适用于多层建筑,也适用于高层建筑,此外还可用于加层及移位建筑中。目前世界上采用“基础隔震”的建筑物中,有80%以上采用隔震橡胶支座,国内这一比例则高达90%以上。

### 3. 隔震技术应用中存在的问题及一些新想法

A. 在基础结构中添加隔震装置的确是很好的方法,但是隔震装置设置的位置却有所讲究。目前采用的橡胶隔震支座技术是将橡胶材料添加到建筑结构底部和基础顶面之间,实际上基础与主体结构的连接已经是一种柔性连接(或者至少是半刚半柔连接)。要使这种连接节点刚度小于上部结构的刚度,并且当上部结构受风荷载合小地震作用时不发生较大变形,这是很有难度的。

这里提出一个想法,就是先将基础按照常规方法修筑,然后再基础侧面添加隔震装置。这里隔震装置就不仅限于橡胶垫了,还可以是刚度合适的液压千斤顶。当上部结构受风荷载等常规水平荷载作用时,墙、柱和基础依靠其自身承载力就能确保建筑物的安全和正常使用;而当较大地震作用来袭时,基础的运动受到水平隔震装置的约束。在这一过程中,地震作用得以衰减,从而基础及上部结构的位移减小。值得一提的是,隔震装置的形式可以有多种,前面所讲的橡胶隔震垫算一种,也可以添加经过特殊设计的液压千斤顶。如果把上述隔震装置综合运用,就可以得到基础混合隔震方案。

B. 目前投入使用的隔震技术都对竖向地震作用无能为力,这可以说是隔震技术发展的一个盲区。

有一个新想法,可行性还有待检验。对于某些抗震等级较高的重要建筑,在做基础底板时,可以考虑做成“夹心”式,即在两个混凝土层之间加入隔震层。这一隔震层的主要构件为液压千斤顶,千斤顶之间的空隙由弹性材料(比如橡胶)填充。显然这一方案代价很高,经济可行性还有待研究。

C. 隔震措施也不是放之四海而皆准,国内外隔震建筑考察结果表明,硬土场地较适合于隔震建筑;软弱场地滤掉了地震波的中高频分量,延长结构的周期将增大而不是减小其地震反应。日本的隔震标准草案规定,隔震建筑只适用于I、II类场地。在我国,I、II、III类场地都可建造隔震建筑。

## 三. 其他基础抗震新技术和新想法

### 1. “滑动体”基础技术

这一技术来自日本,“滑动体”基础主要用于独户和古旧建筑,这种技术是在建筑物与基础之间加上球型轴承或是滑动体,形成一个滚动式支承结构,从而减轻地震所造成的震动。

### 2. “局部浮力”技术

“局部浮力”技术是日本开发的一种抗震系统。这种技术是在建筑物上层结构与地基之间设置贮水槽,使建筑物受到水的浮力支撑。水的浮力承担建筑物大约一半的重量。这种技术不仅具有较好的抗震效果,而且贮水槽内贮存的水在发生火灾时还可用来灭火,或者作为地震发生后的临时生活用水。

## 四. 参考文献

- [1]建筑基础隔震技术 王志强 段有利 张立新 山西建筑 2007年11月
- [2]建筑隔震橡胶支座的种类及应用 刘兴衡 张志强 韩绪年 橡胶科技市场 2008年3月
- [3]国外建筑抗震出奇招 晋美俊 李俊明 直击抗震建筑
- [4]建筑结构基础隔震技术及其应用 李雨阁 袁秀霞 张新中 甘肃科技 2007年5月

[5]基础隔震结构隔震效果分析及控制 张宇峰（中元国际工程设计研究院三所）