

中文版



2017年3月11日(土) 13:30 ~ 17:00

総合福祉センターあイトピア

主催：豊橋技術科学大学 安全安心地域共創リサーチセンター

共催：(公財)豊橋市国際交流協会

後援：豊橋市

从基础学起 地震和防灾



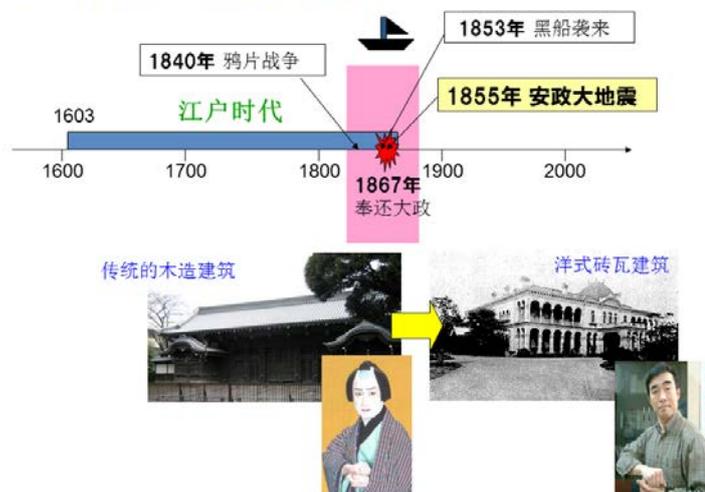
斋藤大树

丰桥技术科学大学
安全安心地域共創研究中心长
建筑・都市系统学系 教授

为什么会发生地震？

让我们回顾一下日本的历史。江户时代末期，欧洲诸国企图使亚洲成为他们的殖民地。1840年中国和英国之间发动了鸦片战争。1853年美国的佩里乘坐黑船来到日本。就在这个时候，发生了安政大地震。不久江户幕府灭亡，日本不得不实施开国政策。为了赶上西方各国，日本传统的木造建筑变成了洋式的砖瓦建筑，发型和和服也逐渐变成了西洋风格。

160年前（明治维新）



鯰鱼图



那时的日本信奉迷信，人们认为地震是由住在地下的大鲰鱼引起的。因此相信只要家里贴一种叫做“锦绘”的鲰鱼画，地震时就可以避免房屋的倒塌。鲰鱼画上画的是：为了不让地震发生，一个神仙将一块叫“要石”的巨石放在鲰鱼的头上，死死地压住鲰鱼。

要石在什么地方？



要石

茨城县鹿岛神宫境内，就祭奠着这样一块“要石”。我们将可以看见露出地面 10 公分左右的石头的顶部。据说当时将军曾命令手下将这块石头挖出来，但是连续挖了七天，也没有找到石头的底部。

关于地震发生的原理，首次进行科学分析的是一个叫阿尔弗雷德·魏格纳的德国人。

他发现南美东侧的地形与非洲西侧的地形，像拼图似的可以拼在一起。

于是他认为，现在分别存在的这两个大陆，在远古时代很可能是连在一起的。之后，他在学会上发表了这个观点，推出了大陆漂移学说。但他却被当时的科学家们叫做“大骗子”。他认为如果大陆真的是连在一起的，那么就一定会有动物在大陆之间移动的痕迹，于是便开始调查化石。

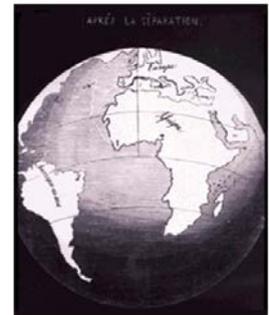
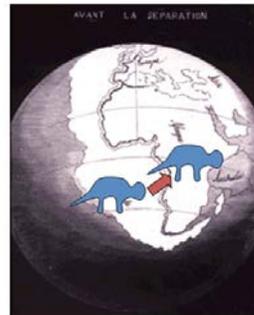
大陆漂移说

阿尔弗雷德·魏格纳 (1880-1930)



远古

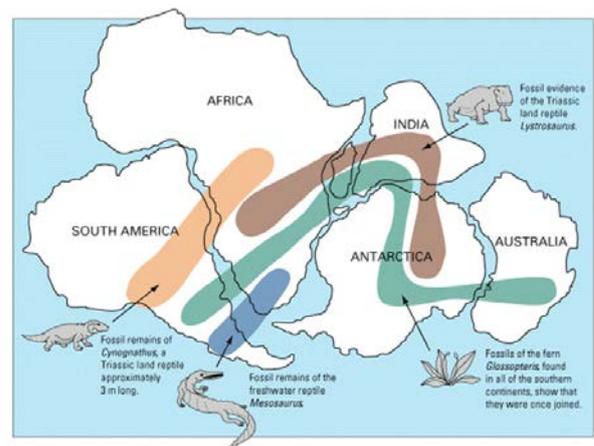
现在



大骗子！

在调查的过程中，确实发现同样的动物化石在不同的大陆都有分布。他认为这应该可以作为大陆连接的证据，但这并没有说服其他学者。

调查化石



因为在当时的学者之间，只相信一种学说，即在现在的海洋部分曾经有一片梦幻大陆，所有的大陆都是连在一起的。人们也许都听说过，在广阔的大洋中曾经有亚特兰提斯大陆（大西洋）、姆大陆（太平洋）、雷姆利亚大陆（印度洋）等梦幻大陆的存在。如果从科学的角度解释的话，就像干燥后的苹果会起皱一样，高温的地球逐渐冷却后会收缩，连接大陆的陆地会下沉变成海洋，陆地上形成的折皱变成山脉。这一学说被称为“地球收缩学说”。

曾经有梦幻大陆（地球收缩学说）



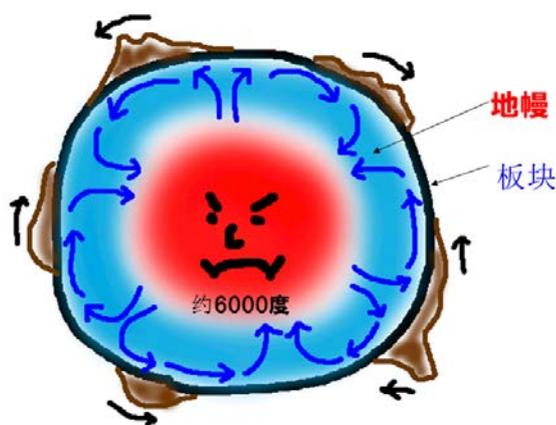
魏格纳认为使沉重的大陆漂移的原动力是来自月球的引力和地球自转引起的离心力，但最终还是无法论证。现在已经证实使大陆漂移的是地球内部的对流现象。就像加热酱汁时沉在下面的酱，就会像火山喷火时那样翻上来又沉下去一样，被加热的液体变轻后上升，温度低的下沉，这种循环的流动就叫对流。

地球的中心部有高达 6000 度的铁块（核），它外侧的岩石（地幔）在漫长的时间里像流体一样进行着对流运动。在地幔的外边围绕着地球有一层薄薄的岩石层（地壳）。在地球上还有几层像剥下来的橘子皮一样的薄薄的板块承载着地壳，伴随着地幔的对流，以一年几厘米的速度漂移着。正是这地球内部的地幔对流使大陆漂移的。

大陆为什么会漂移？ 魏格纳的遗憾

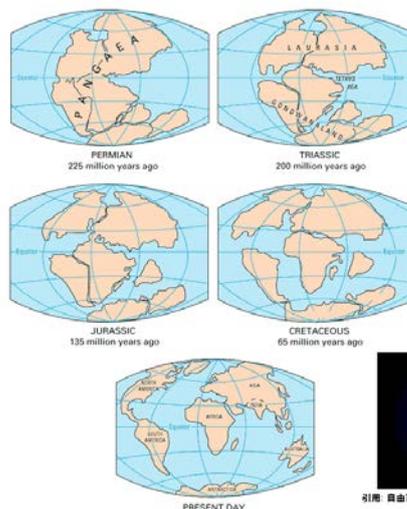


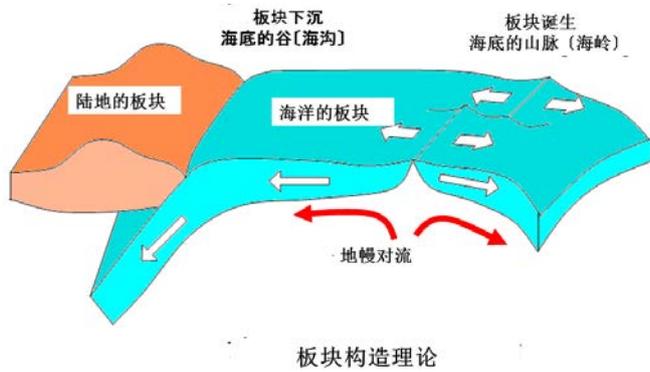
地幔对流使大陆漂移



魏格纳认为，地球上开始只有一个大陆，之后经过分裂 · 漂移才形成了现在的各大陆。他用希腊语给这片大陆命名为“全陆地”，意思是“全部是大陆”即“盘古大陆”。据板块结构论说，全陆地分裂的地方是现在的中央海岭。分裂后的大陆经过几亿年的漫长岁月又聚合成一个，然后又分裂，循环往复。

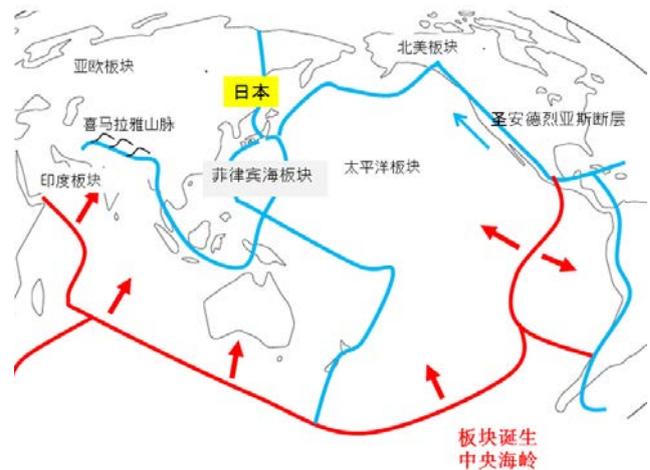
大陆漂移说 (1915)





因地幔对流漂移的不仅仅是大陆，海洋也在板块上漂移。大陆的板块是由比重较小的花岗岩组成的，而海洋板块则是由比重较大的玄武岩组成。两者碰撞，海洋的板块下沉到地幔。而下沉的板块的另一侧，从海底的裂缝中又会产生新的板块。板块下沉的海底谷叫海沟，产生板块的海底山脉叫海岭。解释这种板块运动的理论叫做板块结构学说。这一学说是地球物理学最标准的理论。目前，这一板块的运动已经可以用人造卫星准确地测定了。

在太平洋东侧的南美海域，有一条南北走向的中央海岭，在那里产生的太平洋板块以每年8厘米的速度向西北漂移，向亚欧板块下俯冲。这是大陆板块和海洋板块碰撞的典型案列。此外，还有大陆板块之间的碰撞。印度本来是独立的大陆，跟亚欧板块碰撞后下沉挤压，结果，海底被折压后抬高了8000米，形成了喜马拉雅山脉。在珠穆朗玛峰顶上曾经发现过栖息在深海的海百合化石。



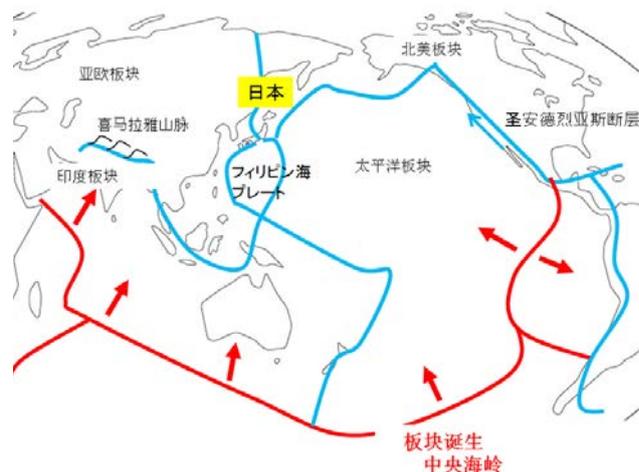
印度曾经是一个独立的小大陆。由于板块的漂移逐渐北上，与亚欧大陆碰撞。碰撞的压力使得海底被抬高，形成了现在的喜马拉雅山脉，世界最高峰—珠穆朗玛峰也在这里。喜马拉雅山脉的岩石中也发现过贝壳的化石。

喜马拉雅山脉是两大陆碰撞形成的



日本也有一个类似的地方。伊豆半岛曾经是浮在海上的小岛。乘着菲律宾海板块向北漂移，跟日本列岛碰撞，变成了伊豆半岛。普遍认为丹泽山地也是由于这种推力形成的。

在地球的南半球，分布着产生板块的海岭。在那里产生的板块大多向北漂移，插入其他板块的下面。而多数海岭都位于很深的海底，水压控制了喷火活动。但是有的海岭也位于地表。



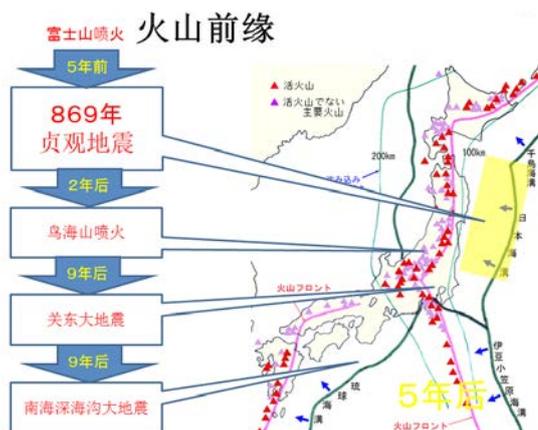
在冰岛海岭就位于国土的正中央，因此国土的面积也在逐渐扩大。也因为火山国，冰岛拥有世界最大的露天温泉。

世界最大的露天温泉（冰岛是位于海岭上的火山国）

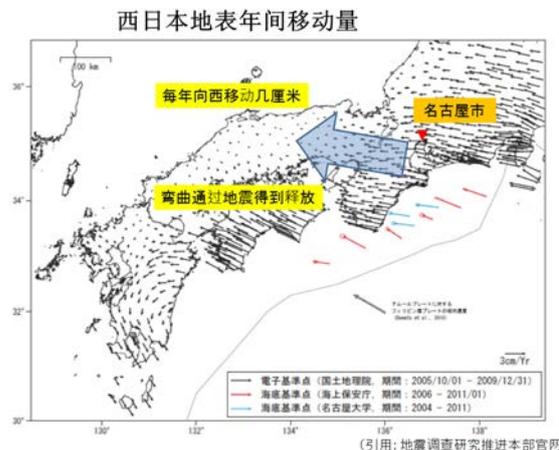


日本位于板块下沉的海沟附近。不是海岭，为什么会有如此多的火山呢？是因为下沉的板块溶化成熔岩，上升到地表变成火山的。而且，火山的位置和板块下沉的海沟平行，我们称它为火山前缘。里氏9级的东日本大震灾后，三年后御狱山喷火，四年后阿苏山和口永良部岛、五年后樱岛喷火。2016年4月熊本又发生了烈度7的大地震。伴随着巨大地震的发生，火山活动和地震活动将更加活跃。

其实1000年前曾经发生过类似的情况。869年贞观地震两年后，位于新潟的鸟海山喷火，9年后在关东发生了大地震。关东大地震9年后又发生了南海深海沟大地震。另外，贞观地震的5年前，富士山喷火。因此可以说现在的日本进入了和1000年前一样的地震活动期。

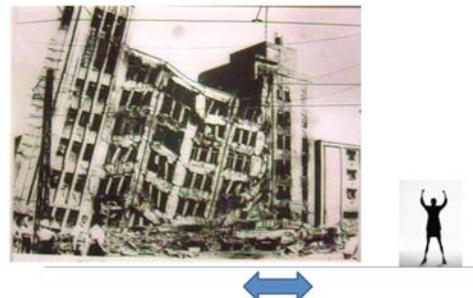


另一方面，西日本南侧有南海海槽，菲律宾海板块以每年数厘米的速度俯冲，不断地把日本列岛向西南推挤。目前已得知丰桥市附近每年被向西北方向推移3厘米左右。过去70年来，没有发生过大地震，因此单纯计算被推移了2米以上。但因此而造成的弯曲还没有释放，长期积累的弯曲何时彻底释放，只是时间早晚的问题。



为什么建筑物会因地震而倒塌？

地震发生时，地面会强烈颤动，人很难直立，失去平衡而跌倒，却不会因此而受重伤。但是按理说比人结实得多的建筑物，却会因为地震的晃动而倒塌。那么，为什么地震对人无大碍，而比人结实的建筑物却会遭到破坏呢？让我们带着这个疑问来考虑一下地震作用于建筑物的力吧。



能感觉到加速度吗？



如果没有了地板的支撑，身体会下落，这是地球引力的作用。而且下落的速度会越来越快。这个加速度是引力引起的重力加速度。

人们的体重是作用于身体的地球引力的大小。它的值是“质量”和“重力加速度”的积。

质量是物体固有的值，而重力加速度的值，地球和月球却不一样。如果在比地球引力小的月球上测量体重，那么体重计上的数值就会比地球上小得多。因为月球的重力加速度只是地球的大约 1/6，因此体重也只是 1/6。

重量是质量×加速度



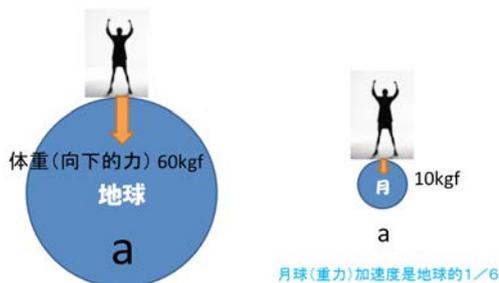
体重(向下的力) = 质量 × 重力加速度(地球上9.8m/秒²)

$$F = m \times a \quad \text{牛顿第2法则}$$

同在地球上，向下的重力加速度也是一样的。但是如果质量不同，质量大的“大相扑”向下的力则更大。

力是 质量×加速度

体重(向下的力) = 质量 × 重力加速度(地球上9.8m/秒²)



质量不同力也不同

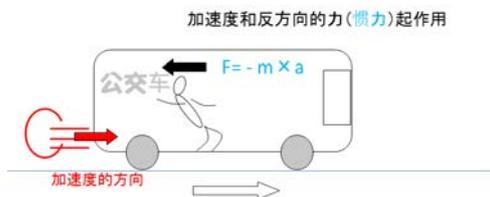
$$F = m \times a$$



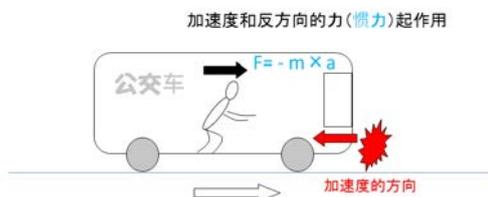
加速度并不仅限于向下。公交车紧急刹车时，人的身体会不由自主地向前倒。这是“质量”乘以“加速度”的力作用于身体，这种力被称作惯力。加速度和停车时的加速度成反向。

汽车突然起动，这时身体会不自觉地向后倾斜。这时身体是受“质量”乘以“加速度”的惯力的影响。

来自侧面加速度的力



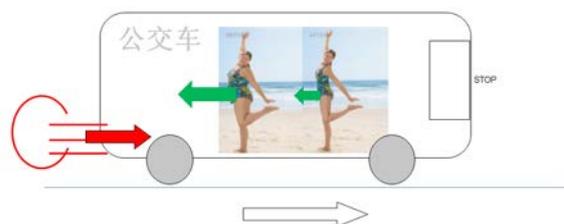
来自侧面加速度的力



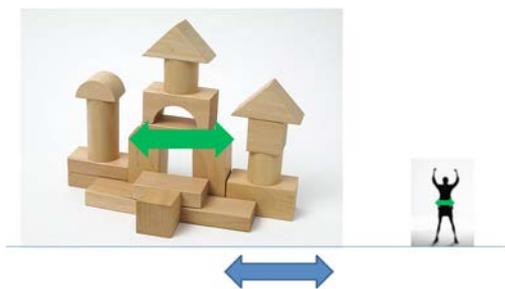
胖人和瘦人同乘一辆公交车，汽车突然起动，作用于哪个人的惯力更大呢？跟加速度相同，质量较大的胖子的惯力更大。

哪个惯力更大些？

$$F = m \times a$$



哪个惯力更大些？



那么，我们再回到最初的问题。地震时地面晃动，和站立在地面的人相比，建筑物的质量要大得多，因此受作用于建筑物的惯力更大。也就是说，地震的晃动对人没有太大的影响，而建筑物则承受不住惯力。一般来说，因为建筑物从结构上要支撑重力，所以上下的结构比较强，而对付地震带来的左右惯力却比较弱。

因此，石头和砖瓦堆积起来的构造（一般称石砖建筑），地震时容易倒塌，不适合日本这样的地震国。在海外，因为石砖建筑较多，所以地震时房屋倒塌，造成伤亡的人数也比较多。

明治维新之后，建造了很多西洋式的砖瓦建筑。当年东京银座街的建筑毁于火灾之后，重建时改成了砖瓦建筑。在东京的浅草还盖了一座当时亚洲第一高的砖瓦结构的塔。

石砖结构的房屋耐震性差



尼泊尔地震(2015年4月25日)

砖瓦曾是西洋文明的象征而且不易发生火灾



明治6年(1873年)银座砖瓦建筑一条街



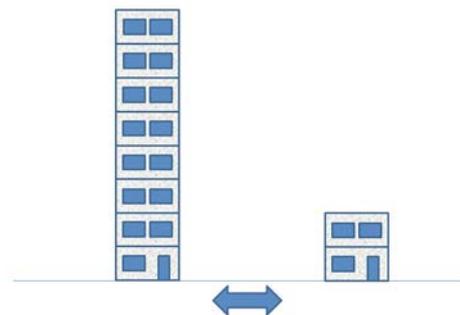
明治23年(1890年)浅草凌云阁

1891年 浓尾地震 (M8.0) / 1923年 关东大震灾 (M7.9)

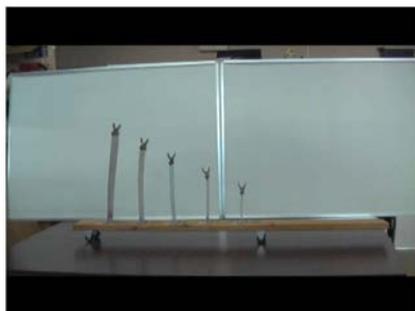
但是，由于1891年浓尾地震和1923年关东大震灾，砖瓦结构的建筑受到了很大的破坏。之后就建造砖瓦结构的建筑后在法律上做了严格的规定，从此砖瓦建筑逐渐从日本消失。

高层建筑和低层建筑哪个更安全？

高层建筑和低层建筑地震时哪个更安全呢？从地震晃动带来的惯力来考虑，质量大的高层建筑更为不利。但是，惯力是质量和加速度的积，所以还必须考虑建筑物晃动所产生的加速度的大小。



让我们来摇一摇！



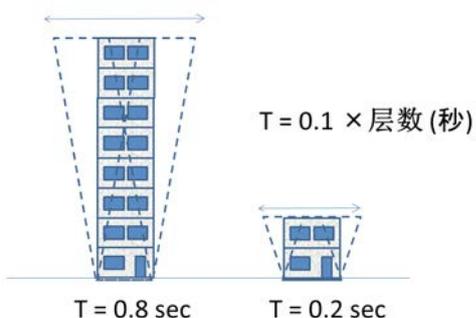
我们来晃动一下模型。较快晃动时低层建筑会晃动，而慢慢晃动时高层建筑会晃动。为什么会发生这种现象呢？

原来，建筑物本身有其固有的晃动速度，晃动一次所需时间叫做固有周期（固有速度）。地面的晃动周期如果和固有周期一致，惯力就会起作用，那么这个周期的建筑物的晃动就会被扩大。这叫共振。

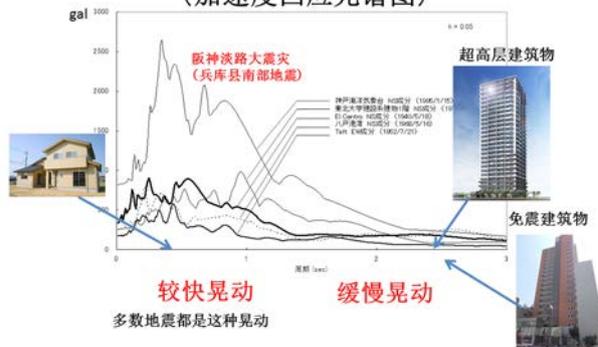
建筑物的固有周期值是 $0.1 \times \text{层数}$ 。如果是 8 层建筑就是 0.8 秒，2 层建筑就是 0.2 秒。

按照固有周期，建筑物晃动的最大加速度的曲线图叫“加速度回应光谱图”。针对各种地震动，来求加速度回应光谱。通过这个曲线图，我们可以知道①光谱的最高点大约在固有周期 1 秒以下，那么固有周期短的中低层建筑晃动就大。②相反固有周期超过 1 秒的高层建筑或免震建筑晃动就较小。

建筑物的固有周期

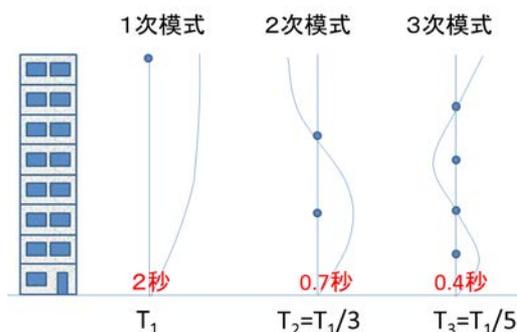


地震动的晃动和建筑物的回应 (加速度回应光谱图)



建筑物的层数越高，中间就会形成弯曲的晃动。这种晃动的形式是建筑物固有的，所以称为固有震动模式。晃动的固有速度从长到短依次为：1 次模式、2 次模式、3 次模式……有多少层就有多少种模式。超高层建筑物的固有震动模式是正弦函数，各次的固有速度和 1 次固有速度比是波长比（1、1/3、1/5……的顺序）。也就是说，1 次模式的固有速度是 2 秒，那么超高层建筑 2 次固有速度就是大约 0.7 秒（2 秒的 1/3），3 次模式的固有速度就是 0.4 秒（2 秒的 1/5）。如果地震是频率高波短的细微晃动，就会激起短固有速度的高次模式，建筑物就会弯曲晃动。而较慢的晃动会激起长固有速度的 1 次模式，高层建筑将晃动较大。

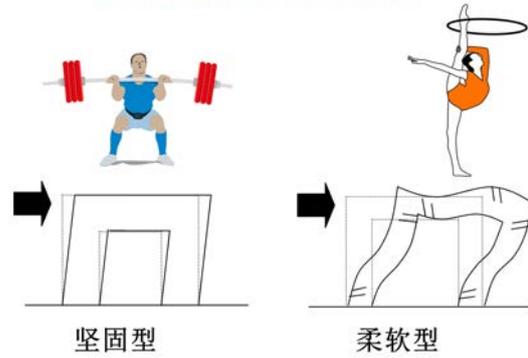
高层建筑呈弯曲晃动



怎样才能使建筑物更耐震？

为了使建筑物在地震时不倒塌，什么样的结构更好呢？一个方法是采用把柱子或梁做得更结实，即使发生地震也不会倒塌的结构。但是为了偶尔才发生的地震，花很多钱建造一个结实的建筑也许有点儿不划算。那么就建造一个即使地震时会有所损坏，但不至于倒塌的建筑，把柱子和梁做成有韧性的。具体的说，木造的结合部要用金属固定；钢筋水泥建材要增加钢筋的密度。这样就能兼顾强度和韧性，这才是耐震构造的基本理念。

Q.更坚固还是更柔软？

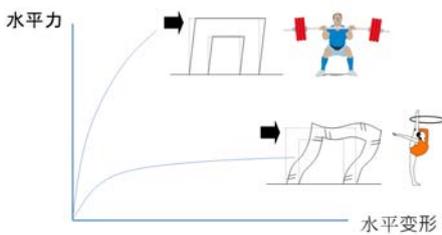


坚固型能够耐住大的水平力，而且不容易变形。而柔软型只能耐住很小的力，还会大大变形。

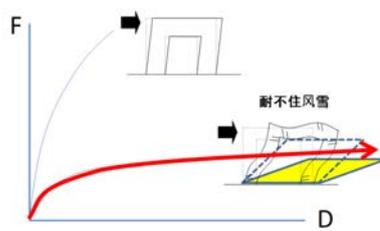
实际上，柔软型的建筑物长期受风雪的力，会逐渐变形而倒塌，并不理想。

地震的途中会有反向的晃动，所以即使有少量的变形也无大碍。这就是对付地震也可以采取柔软型的理由。

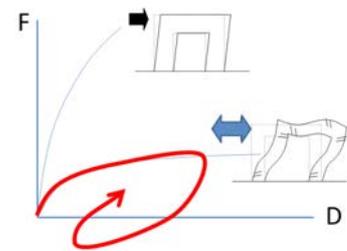
力和变形的关系



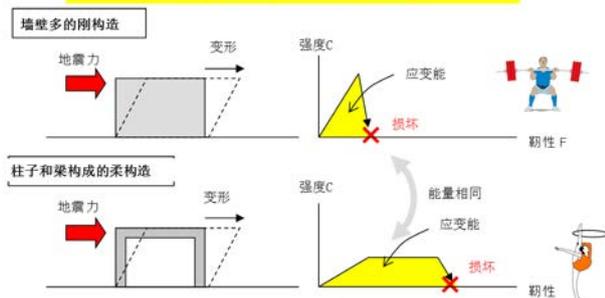
一直受力就会倒塌



地震的晃动还原



建筑物对地震的强度
= 力(强度) × 变形(韧性)
= 机械功(或者能量)

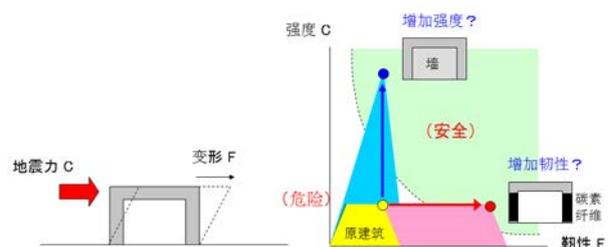


通过学习我们了解到对应地震建筑物的构造有两种：一种是强度型（坚固型）一把建筑物建造得更结实；一种是韧性型（柔软型）一即使遭到破坏、发生变形，也不至于倒塌。同值的力作用于两个不同构造物时，力对两个构造物的机械功（应变能）如果相同，那么可以认为它们的耐震性能也相同。

如果原来的建筑物耐震性能低，也就是说能吸收的应变能低时，怎样增加其强度呢？

一个方法是用增加墙壁的方法加固。另一个方法是为了不让柱子损坏，给柱子缠上碳素纤维，使其能够变形。两个方法都是为了增强应变能。

增加吸收能量 使建筑物更耐震

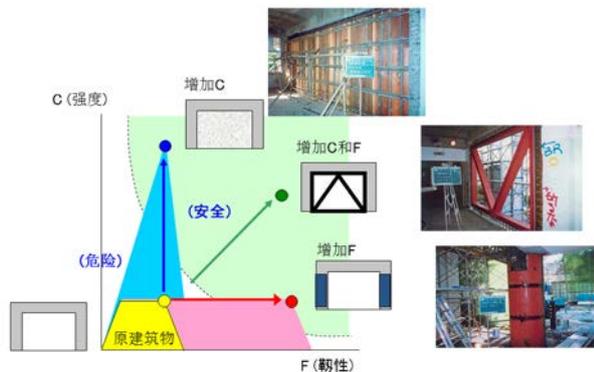


关于建筑物的耐震加固技术，先说明一下传统的方法。

作为增加强度的一个方法，较常用的是把开口部用钢筋水泥完全封死。另外，增加变形能（韧性）的方法是把柱子用铁板或碳素纤维加固。还有一个折衷的方法，就是增添加固斜材的方法。特别是像学校教室这样的地方，为了不影响朝南窗户的采光，多采用这种方法。

丰桥技术科学大学的建筑物，为了增加强度，在外侧增加了加固斜材。

加固技术(1. 传统的方法)



采取增加支撑加固的事例 (丰桥技术科学大学)

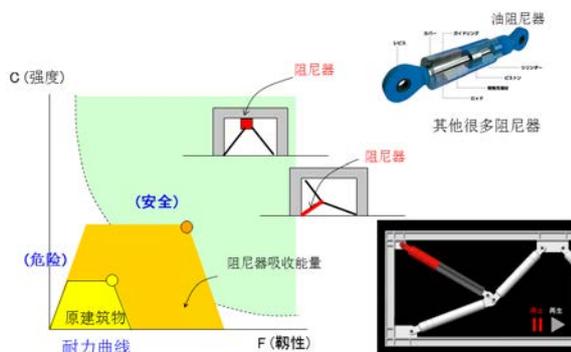


此外，还有在建筑物内部安装一种特殊装置来吸收振动能的方法。这一装置叫抑振阻尼器。在建筑物的应变能上加上抑振阻尼器的能量吸收部分，就能提高建筑物的耐震性能。

作为黏性系列阻尼器常用的是油阻尼器。这种阻尼器当活塞在填充了油的汽缸中移动时，就会产生和移动速度成正比的抵抗力。这与汽车抑制振动的减震器的原理是一样的。

比如，超高层建筑的加固，一般多用油阻尼器。这就是其中一例，在超高建筑的中间层增加了 288 个阻尼器。

加固技术 (2. 抑振阻尼器)



使用油阻尼器提高耐震强度

钢框架, 54层建筑, 高度216m, 建设年份 1979, 东京 → 2009年加固

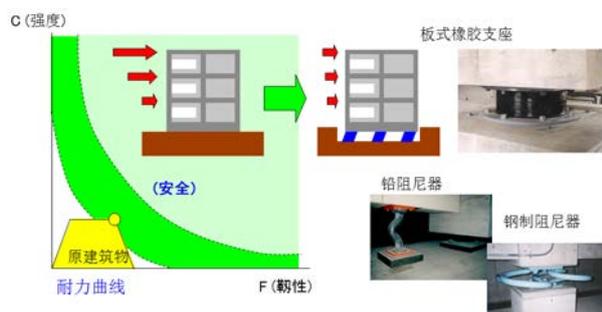


像一些历史遗留的有保存价值的建筑物，不想在建筑物外侧安装加固斜材或阻尼器，那么就可以在建筑物下边安装橡胶支座，以便减少地震带来的惯力，从而保证安全。这一构造叫免震构造。

东京车站恢复了 100 年前的容貌。因为采取了 352 个免震橡胶支撑的免震构造，所以保障了恢复原貌结构的安全。

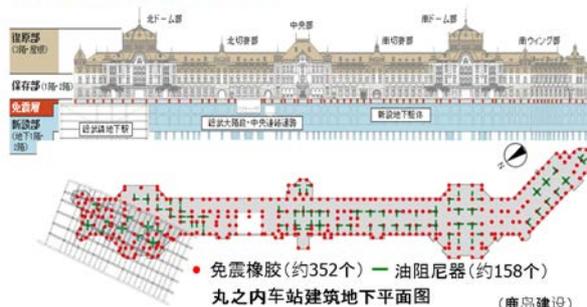
加固技术 (3. 免震)

不想在建筑物上安装加固斜材或阻尼器



东京车站的免震改造

丸之内车站建筑是强韧的钢架砖瓦建筑, 1923年大正关东地震(M7.9)时也没有遭到破坏。但是为了达到更安全、面向未来传承下去的目的, 按照现行基准地震动的免震设计, 实施了免震化工程。



什么是免震构造？

在这里，我们通过一个简单的思考实验来了解一下免震构造的原理。

首先，我们来试想一下，地震时有没有什么办法不让建筑物晃动？

也许最极致的办法就是让建筑物浮在空中。就现在的技术而言，这也许已经不是痴人说梦了。因为使用磁力已经把电车悬浮起来了。但是，如果真的让建筑物浮起来，那么出入可就成了大问题了。再说还会被风吹走。

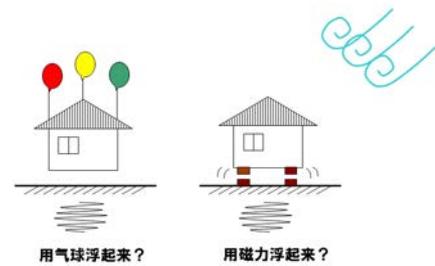
那只好先放弃这个想法，再想别的办法吧！

比如：在建筑物下面铺上圆滚儿怎么样？或者把建筑物建在溜溜的台子上，地震时能滑动怎么样？发生地震时这两种方法都可以使建筑物或滚动或滑动，都会使地震传给建筑物的横力变小。

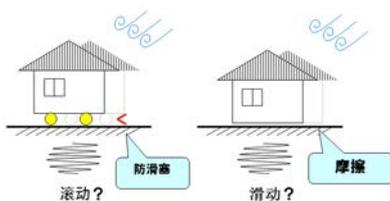
通过天气预报知道台风要来时，可以用防滑塞先把建筑物固定住，台风过后再把防滑塞撤掉就可以了。另外，也可以采取通过调整摩擦系数，使建筑物遇到台风时不晃动，遇到较大地震时才晃动的方法。

镰仓的大佛像就是在佛像和台座之间铺设了不锈钢板，设计成了地震时佛像滑动的结构。

使建筑物从地面浮起来？



滚动？ 滑动？



滑动免震的事例

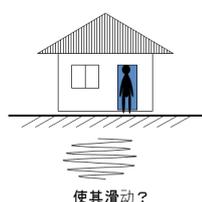


镰仓大佛：1960年改修的时候在下边铺设了不锈钢板的基础

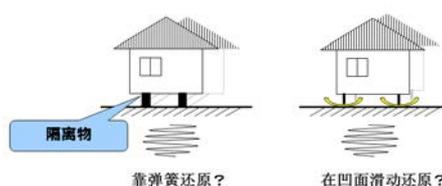
使建筑物滚动或滑动的方法，也许会导致地震后建筑物的移动而离开原来的位置。那么有什么办法可以使地震后移位的建筑物回到原位呢？

比如：是否可以把建筑物和地基用弹簧连接起来，建筑物移动后，用弹簧的力量再把它拉回来呢？既要支撑建筑物的自重，又要能水平方向变形，那么这个弹簧就可以做成一个软橡胶的台座。或者还有一个办法，就是把建筑物放在一个凹面上，使其滑动。这样建筑物即使滑动，也可以利用自重的力回到原来的位置。

怎样回到原位？



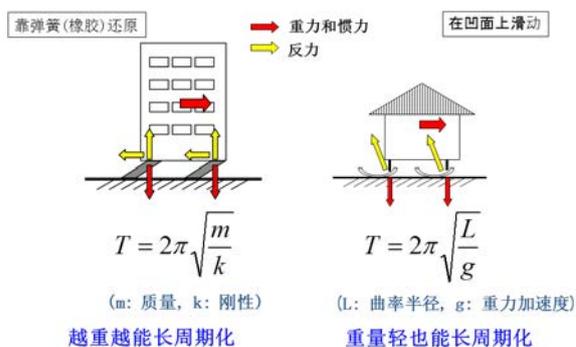
还原的力量(复原力)



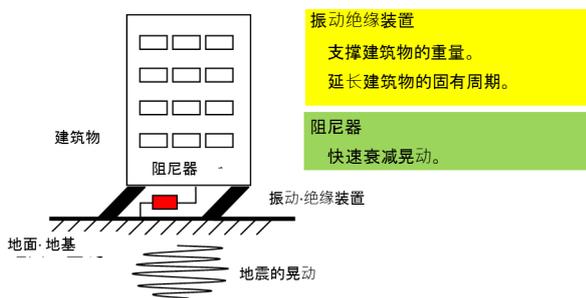
靠“弹簧还原”的方法，固有周期和重量的平方根成正比。也就是说，建筑物越重固有周期就越长。另外，固有周期与弹簧刚性的平方根成反比。即：用橡胶这样的刚性小的（软的）弹簧支撑，可以将其周期变长。

另一方面，用“凹面滑动”的方法，固有周期和凹面的曲率半径成正比。也就是说，越平缓的凹面越可以将固有周期变长。因为和重量无关，所以适用于较轻住宅的免震。两种方法同时使用也很常见。

晃动后还原的时间=周期



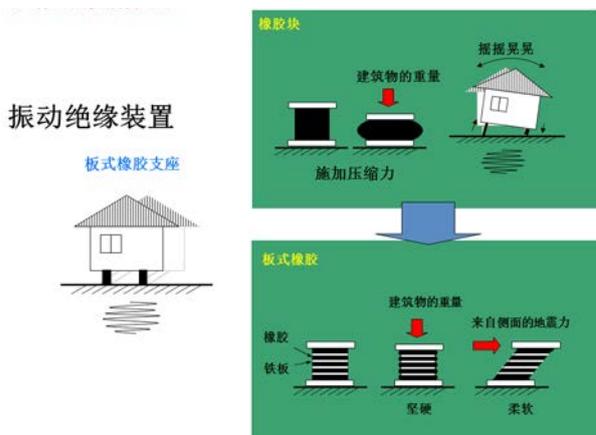
免震构造的原理



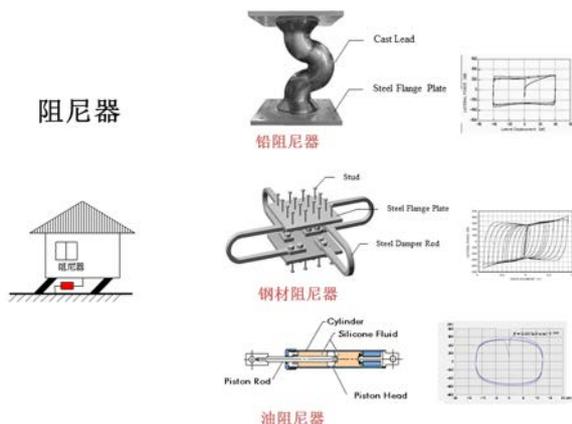
在这个基础上，我们再加上一个能够使建筑物的晃动快速衰减的阻尼器。正像前面所说的那样，阻尼器是伴随振动吸收能量的装置。使用了阻尼器，就可以使建筑物的晃动逐渐变小。

如上所述，免震构造就是同时使用这两种方法，即：使用振动绝缘装置支撑建筑物的重量、延长固有周期；同时使用阻尼器衰减晃动，便可以有效地减轻地震带来的建筑物的晃动。

1969年马其顿的首都斯科普里建造了一个免震建筑，这是世界上第一个用橡胶做基础的免震建筑。只是因为橡胶块不仅水平方向柔软，上下方向也柔软，地震时，水平的晃动和上下的晃动交织在一起，使建筑物倾斜摇摆振动的问题便显现出来。因此，发明了垂直方向坚硬、水平方向柔软的橡胶支座——板式橡胶支座。板式橡胶的构造是厚度几厘米的薄橡胶层和钢板层层叠加在一起。这样一来，钢板约束了橡胶垂直方向的变形产生的横向隆起，同时又减少了由建筑物的重量引起的上下变形。另一方面，对水平方向的力而言，钢板不会约束橡胶的剪切变形，因此橡胶可以柔软地变形。由于发明了这种板式橡胶支座，才实现了免震构造的实际应用。

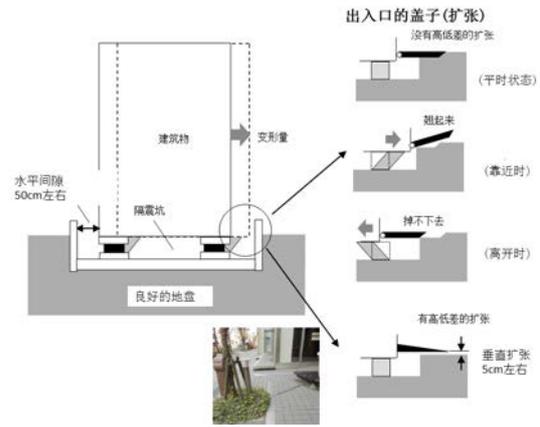


阻尼器



用于免震装置的阻尼器，形状上做了各种各样的设计。因此它不仅能够适应比较大的变形，而且它本身也可以向任何方向变形。

免震构造为了保证免震层的变形，在建筑物的周围需要设一个没有障碍的空间（水平间隙）。高层住宅或高楼的免震，一般都会在地下设免震间隙，为了防止人掉下去，需要在建筑物周围设扶手、植被等。另外，还要在出入口设一个能跟建筑物一起移动的盖子（扩张）。



在海外的传统建筑中见到的耐震技术



伊朗北部的高架式建筑 (from Dr. Ahmad Naderzadeh)



圆木组成的地基 减轻了地震的晃动



位于阿尔及利亚卡斯塔巴的寺院 (from Dr. Abdessemed Fofoua and Dr. Benouar)

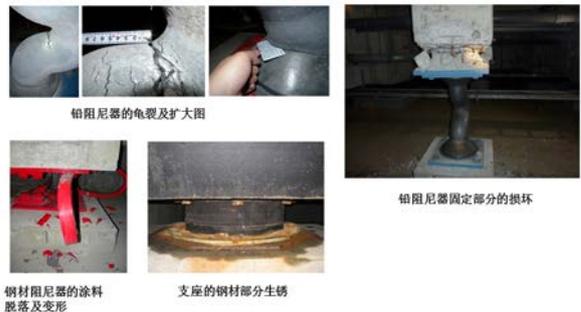


中间插有圆木 用来减轻地震的晃动

因为免震装置在建筑物的地下，地震后可能会有所损坏。如果放置不管，下次地震时会不起作用，很危险。所以地震发生后，一定要请厂家检查一下免震装置是否有损坏。

在地震国伊朗的北部，有一种高脚式建筑。这种建筑的基础是由纵横的圆木组成的，这种构造可以追溯到数百年前。地震时圆木滚动，可以减少建筑物的晃动，是非常好的免震构造。类似的构造在同样是地震国的阿尔及利亚也可以看到。首都阿尔及尔的旧街区卡斯巴有一座 18 世纪的寺院，寺院内就有一座建筑，为了减震在砖瓦构造的拱廊和柱子之间插有圆木。

过于自信是大敌 放置的装置的故障

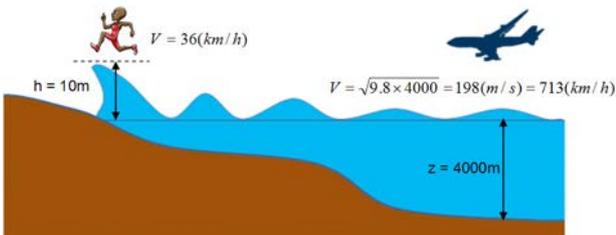


怎样备战海啸？

■ 津波(海啸)的速度

$$V(m/s) = \sqrt{g(m/s^2) \times (z(m) + h(m))}$$

这里：g：重力加速度(=9.8 m/s²)，z：水深，h：波高

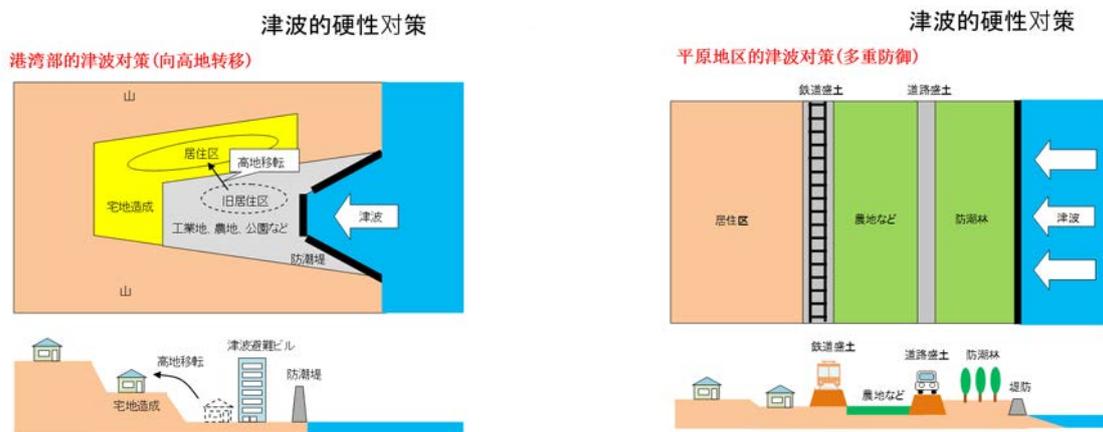


东日本大震灾有近 2 万人遇难，其中 90% 是因津波（海啸）丧生的。

津波的速度由水深和波高决定。太平洋的平均水深 4,000 米，这个水深传过来的津波的速度大约是时速 713 公里相当于喷气式飞机的速度。靠近陆地，水深变浅，速度也会减慢，但后面的津波又涌过来，津波整体会被抬高。再加上海湾的波浪从左右一浪接一浪（波浪叠加）增加了浪高。假如陆上的津波高度是 10 米的话，那么，津波的时速就是 36 公里，也就是说，津波正以百米跑运动员的速度逼近。

消除津波被害的有效方法，是把住宅转移到津波波及不到的高地上。但是为了从事渔业的人，需要整備到达海边的交通道路、建设堤坝和有高度的躲避津波的避难楼。

在周围没有高地的平原地区，限制土地使用的同时，需要有海岸堤坝、沙丘、防潮林、道路堆土等减弱津波强度的多重防御。



国家对地方自治体，有设定并公布最大级津波浸水区域和水深的义务。国家制定的津波灾害图，将成为整備避难场所、避难途径等的基准。大家都知道自己居住的地区津波到来时是否会浸水吗？

大地震发生时，广域将同时受灾。水、电、煤气等生命线都将无法使用，从而导致难以维持日常的生活。公共交通系统停运，会出现回家困难者，道路堵塞，会发生不能及时消防和急救的事态。为了备战地震灾害，做好“三助”很重要，一“助”是“自助”保护好自己和家人；二“助”是“共助”地域互助；三“助”是“公助”，即：接受国家、自治体的救助和救援。

国家和自治体的援助不会很快到来。灾害时最靠得住的还是周围的居民、企业之间的“共助”。因此我们提倡平时进行地区内的防灾训练，普及和启蒙防灾知识。防灾训练也是彼此相互认识的难得机会。



Q. 如何提高地域防灾能力？



丰桥市早前就担心发生东海地震和东南海地震，积极进行防灾训练活动。下面，我们用从工学院大学久田先生处借来的幻灯，来介绍一下这里的防灾活动，丰桥技术科技大学也参与了这一活动。

通常的防灾训练，要求按照事先设计好的内容，有组织地统一进行。但实际的地震不会按照设计好的那样发生。所以，必须根据随时多变的状况，各自临机应变。

因此，2006年在丰桥市山田町进行的防灾训练，就没有向居民预告，而是随机在路上设置了灾害牌，在训练中根据牌子上的被害情况采取相应措施，这种方法叫做“发灾对应训练”。

发灾对应训练(实践性的实用训练) 2006年丰桥市防灾训练

住民：收集信息、灭火・避难活



设置灾害牌 (火灾・建筑物・道路)

(スライド出典 工学院大学 久田嘉章・村上正浩)

比如说：防灾训练的参加者发现路上有火灾的牌子，马上开始初期灭火活动。同时，将灾害的状况报告给自治会，自治会汇总报告，制作灾害地图。地图上标出发生火灾的地点、哪个建筑物倒塌了等等信息，再将信息集中到丰桥市防灾据点。

像这样的很有意义的训练以前进行过，但遗憾的是没有坚持下来。怎样才能将这种活动坚持下去呢？大家一起来献计献策吧！

信息收集・传达

住民：收集信息、灭火・避难活动 (饱海地区73名、山田地区153名)



初期灭火训练
(灭火器・水桶・消火栓)

制作受灾图
(总代确认)

一般防灾训练
(灭火器・救援・救护)

避难训练 (要援助者)

制作避难者名单
(幻灯出自 工学院大学)

校区防灾据点
久田嘉章・村上正浩)