



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106320556 A

(43)申请公布日 2017.01.11

(21)申请号 201610915524.2

(22)申请日 2016.10.20

(71)申请人 兰州理工大学

地址 730050 甘肃省兰州市兰工坪路287号

(72)发明人 程选生 景伟 周欣海 陈佳
张小燕 巩利军 马亮 李国亮
李德

(74)专利代理机构 兰州振华专利代理有限责任
公司 62102

代理人 董斌

(51)Int.Cl.

E04B 1/98(2006.01)

E04H 9/02(2006.01)

E04H 7/02(2006.01)

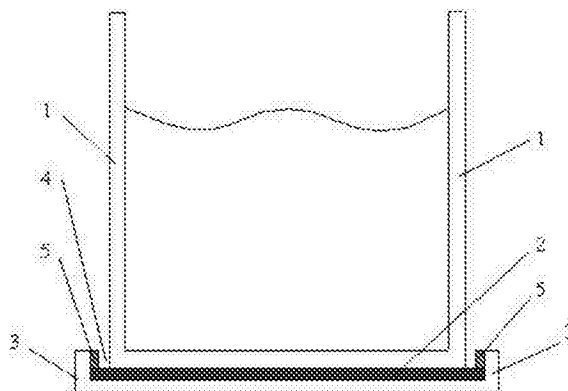
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

设置橡胶块的滑移隔震贮液结构与限位墙碰撞缓冲方法

(57)摘要

设置橡胶块的滑移隔震贮液结构与限位墙碰撞缓冲方法,其步骤为:(1)在结构四周布置限位墙,根据结构使用要求及设防地震确定滑移隔震结构与限位墙的初始间距;(2)在限位墙表面布置橡胶块,加入橡胶块会减小滑移隔震结构与限位墙的初始间距,最终的滑移隔震结构与限位墙间距需要包括初始间距及两侧橡胶块的厚度;(3)在限位墙需要布置橡胶块的位置进行定点标记,并在限位墙表面标记位置进行打磨处理;(4)按需求数量加工橡胶缓冲块,采用胶结材料将橡胶缓冲块连接到限位墙的标记位置。



1. 设置橡胶块的滑移隔震贮液结构与限位墙碰撞缓冲方法,其特征在于:其步骤为:

(1) 在结构四周布置限位墙,根据结构使用要求及设防地震确定滑移隔震结构与限位墙的初始间距,能够避免水平地震作用下滑移隔震贮液结构在滑移面产生有破坏性的位移;

(2) 在限位墙表面布置橡胶块,加入橡胶块会减小滑移隔震结构与限位墙的初始间距,最终的滑移隔震结构与限位墙间距需要包括初始间距及两侧橡胶块的厚度,能够减小滑移隔震贮液结构与限位墙接触产生破坏性的碰撞力;

(3) 运用非线性碰撞单元模拟滑移隔震贮液结构与限位墙上橡胶缓冲块的碰撞问题,以碰撞力的大小反映橡胶块的缓冲效果,橡胶缓冲块的数量和尺寸通过碰撞力控制,滑移隔震贮液结构与设置橡胶缓冲块的限位墙的碰撞力可由下式计算:

碰撞发生在左侧:

$$F_p = \begin{cases} k_{imp} \cdot (-u_b - gap)^n; (-u_b - gap) > 0, \dot{u}_b < 0 \\ k_{imp} \cdot (-u_b - gap)^n \cdot (1 + c_{imp} \cdot \dot{u}_b); (-u_b - gap) > 0, \dot{u}_b > 0 \\ 0; (-u_b - gap) \leq 0 \end{cases}$$

碰撞发生在右侧:

$$F_p = \begin{cases} k_{imp} \cdot (u_b - gap)^n; (u_b - gap) > 0, \dot{u}_b > 0 \\ k_{imp} \cdot (u_b - gap)^n \cdot (1 + c_{imp} \cdot \dot{u}_b); (u_b - gap) > 0, \dot{u}_b < 0 \\ 0; (u_b - gap) \leq 0 \end{cases}$$

式中: F_p 为碰撞力, u_b 为滑移隔震贮液结构的水平位移, \dot{u}_b 为碰撞过程中滑移隔震贮液结构的速度, gap 为滑移隔震贮液结构与周围限位墙的间隙, k_{imp} 为碰撞刚度, c_{imp} 为碰撞阻尼, k_{imp} 和 c_{imp} 的计算表达式为:

$$k_{imp} = N \cdot \alpha \cdot \frac{A \cdot K_r}{d^n}$$

式中: N 为碰撞一侧橡胶缓冲块的数目, α 为碰撞引起的刚度放大系数,其取值范围为2~2.5, A 、 K_r 和 d 分别为缓冲材料的接触面积、刚度及厚度, n 为考虑非线性的指数,可取为2.65。

$$c_{imp} = \frac{(1 - COR^2)}{2 \cdot \dot{u}_b} \cdot \frac{\ln^2(COR)}{COR \cdot (2 + \ln^2(COR) - 2 \cdot \ln(COR)) - 2}$$

式中: COR 为碰撞恢复系数;

(4) 在限位墙需要布置橡胶块的位置进行定点标记,并在限位墙表面标记位置进行打磨处理;

(5) 按需求数量和尺寸加工橡胶块,采用胶结材料将橡胶块连接到限位墙的标记位置。

设置橡胶块的滑移隔震贮液结构与限位墙碰撞缓冲方法

技术领域

[0001] 本发明涉及设置橡胶块的滑移隔震贮液结构与限位墙碰撞缓冲方法。

背景技术

[0002] 由于滑移隔震取材容易,造价低廉,使其在土木工程具有广泛的应用,并且应用历史悠久。该种减震方法能够使上部结构在较大地震作用下产生近似刚体平动,大大减小结构底部的刚度,同时结构能够通过摩擦滑动耗散一部分能量,最终通过对地震的隔离及耗散达到减小上部结构动力响应的目的。滑移减震能够实现隔震和液体晃动周期的独立性,在减小贮液结构动力响应的同时对于液体晃动波高也具有较好的控制作用,使其在贮液结构减震方面表现出了优势,具有潜在的工程应用意义。虽然目前关于滑移隔震结构已经进行了大量的研究和应用,但仍然存在着如下不足:

(1) 滑移隔震结构虽然能够减小上部结构的动力响应,但是其滑移量往往也较大;

(2) 传统的隔震结构与混凝土限位墙刚度都很大,一旦滑移量超限便会产生碰撞,结构本身和限位墙都会有不同程度的损坏;

(3) 为了避免滑移隔震结构与限位墙的碰撞,在实际滑移隔震工程中,主要通过预先估计滑移隔震结构在地震作用下的水平位移,再设定结构与限位墙的间距大小,但是由于受场地限制及使用要求,间距往往不能过大,加上地震的随机性,某些地震作用下滑移隔震结构与限位墙发生碰撞的可能性仍然存在,急需一种减缓碰撞响应的方法。

发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种设置橡胶块的滑移隔震贮液结构与限位墙碰撞缓冲方法。

[0004] 本发明是设置橡胶块的滑移隔震贮液结构与限位墙碰撞缓冲方法,其步骤为:

(1) 在结构四周布置限位墙,根据结构使用要求及设防地震确定滑移隔震结构与限位墙的初始间距,能够避免水平地震作用下滑移隔震贮液结构在滑移面产生有破坏性的位移;

(2) 在限位墙表面布置橡胶块,加入橡胶块会减小滑移隔震结构与限位墙的初始间距,最终的滑移隔震结构与限位墙间距需要包括初始间距及两侧橡胶块的厚度,能够减小滑移隔震贮液结构与限位墙接触产生破坏性的碰撞力,

(3) 运用非线性碰撞单元模拟滑移隔震贮液结构与限位墙上橡胶缓冲块的碰撞问题,以碰撞力的大小反映橡胶块的缓冲效果,橡胶缓冲块的数量和尺寸通过碰撞力控制,滑移隔震贮液结构与设置橡胶缓冲块的限位墙的碰撞力可由下式计算:

碰撞发生在左侧:

$$F_p = \begin{cases} k_{imp} \cdot (-u_b - gap)^n; (-u_b - gap) > 0, \dot{u}_b < 0 \\ k_{imp} \cdot (-u_b - gap)^n \cdot (1 + c_{imp} \cdot \dot{u}_b); (-u_b - gap) > 0, \dot{u}_b > 0 \\ 0; (-u_b - gap) \leq 0 \end{cases}$$

碰撞发生在右侧:

$$F_p = \begin{cases} k_{imp} \cdot (u_b - gap)^n; (u_b - gap) > 0, \dot{u}_b > 0 \\ k_{imp} \cdot (u_b - gap)^n \cdot (1 + c_{imp} \cdot \dot{u}_b); (u_b - gap) > 0, \dot{u}_b < 0 \\ 0; (u_b - gap) \leq 0 \end{cases}$$

式中: F_p 为碰撞力, u_b 为滑移隔震贮液结构的水平位移, \dot{u}_b 为碰撞过程中滑移隔震贮液结构的速度, gap 为滑移隔震贮液结构与周围限位墙的间隙, k_{imp} 为碰撞刚度, c_{imp} 为碰撞阻尼, k_{imp} 和 c_{imp} 的计算表达式为:

$$k_{imp} = N \cdot \alpha \cdot \frac{A \cdot K_r}{d^n}$$

式中: N 为碰撞一侧橡胶缓冲块的数目, α 为碰撞引起的刚度放大系数,其取值范围为2~2.5, A 、 K_r 和 d 分别为缓冲材料的接触面积、刚度及厚度, n 为考虑非线性的指数,可取为2.65。

$$c_{imp} = \frac{(1 - COR^2)}{2 \cdot u_b} \cdot \frac{\ln^2(COR)}{COR \cdot (2 + \ln^2(COR) - 2 \cdot \ln(COR)) - 2}$$

式中: COR 为碰撞恢复系数;

(4) 在限位墙需要布置橡胶块的位置进行定点标记,并在限位墙表面标记位置进行打磨处理;

(5) 按需求数量和尺寸加工橡胶块,采用胶结材料将橡胶块连接到限位墙的标记位置。

[0005] 本发明的有益效果是:设置橡胶块的滑移隔震贮液结构与限位墙碰撞缓冲方法,通过其独特的思路,在混凝土限位墙表面加设橡胶缓冲块,能够避免大刚度物体之间的直接碰撞;橡胶缓冲块的设置能够大大减小瞬间碰撞力,继而减小系统的碰撞动力响应;以碰撞力的大小间接反映橡胶块的缓冲效果,概念简洁明了。这种滑移隔震贮液结构与限位墙碰撞缓冲方法,取材容易、耐久性好、造价低廉、施工简便,有助于工程应用,有助于减小地震作用下滑移隔震贮液结构的破坏概率。

附图说明

[0006] 图1是设置缓冲块的滑移隔震贮液结构剖面图,图2是设置缓冲块的滑移隔震贮液结构平面图。

具体实施方式

[0007] 本发明的设置橡胶块的滑移隔震贮液结构与限位墙碰撞缓冲方法研究目标通过

采用以下技术方案来实现,所述设置橡胶块的滑移隔震贮液结构与限位墙碰撞缓冲方法的特点包括如下内容:如图1、图2所示:

(1) 水平地震作用下,为了避免滑移隔震贮液结构1在滑移面2产生较大的位移,在结构四周布置限位墙3,根据结构使用要求及设防地震确定滑移隔震结构1与限位墙3的初始间距4;

(2) 为了减小滑移隔震贮液结构1与限位墙3接触产生较大的碰撞力,在限位墙3表面布置橡胶块5,加入橡胶块5会减小滑移隔震结构1与限位墙3的初始间距4,最终的滑移隔震结构与限位墙间距需要包括初始间距4及两侧橡胶块5的厚度;

(3) 滑移隔震贮液结构1与两侧限位墙3都会发生碰撞,运用非线性碰撞单元模拟滑移隔震贮液结构1与限位墙3上橡胶缓冲块5的碰撞问题,以碰撞力的大小反映橡胶块的缓冲效果,橡胶缓冲块5的数量和尺寸通过碰撞力控制,滑移隔震贮液结构1与设置橡胶缓冲块5的限位墙3的碰撞力可由下式计算:

碰撞发生在左侧:

$$F_p = \begin{cases} k_{imp} \cdot (-u_b - gap)^n; (-u_b - gap) > 0, \dot{u}_b < 0 \\ k_{imp} \cdot (-u_b - gap)^n \cdot (1 + c_{imp} \cdot \dot{u}_b); (-u_b - gap) > 0, \dot{u}_b > 0 \\ 0; (-u_b - gap) \leq 0 \end{cases}$$

碰撞发生在右侧:

$$F_p = \begin{cases} k_{imp} \cdot (u_b - gap)^n; (u_b - gap) > 0, \dot{u}_b > 0 \\ k_{imp} \cdot (u_b - gap)^n \cdot (1 + c_{imp} \cdot \dot{u}_b); (u_b - gap) > 0, \dot{u}_b < 0 \\ 0; (u_b - gap) \leq 0 \end{cases}$$

式中: F_p 为碰撞力, u_b 为滑移隔震贮液结构的水平位移, \dot{u}_b 为碰撞过程中滑移隔震贮液结构的速度, gap 为滑移隔震贮液结构与周围限位墙的间隙, k_{imp} 为碰撞刚度, c_{imp} 为碰撞阻尼, k_{imp} 和 c_{imp} 的计算表达式为:

$$k_{imp} = N \cdot \alpha \cdot \frac{A \cdot K_r}{d^n}$$

式中: N 为碰撞一侧橡胶缓冲块的数目, α 为碰撞引起的刚度放大系数,其取值范围为2~2.5, A 、 K_r 和 d 分别为缓冲材料的接触面积、刚度及厚度, n 为考虑非线性的指数,可取为2.65。

$$c_{imp} = \frac{(1 - COR^2)}{2 \cdot \dot{u}_b} \cdot \frac{\ln^3(COR)}{COR \cdot (2 + \ln^2(COR) - 2 \cdot \ln(COR)) - 2}$$

式中: COR 为碰撞恢复系数。

(4) 在限位墙3需要布置橡胶块5的位置进行定点标记,并在限位墙3表面标记位置进行打磨处理;

(5) 按需求数量和尺寸加工橡胶缓冲块5,采用胶结材料将橡胶缓冲块5连接到限位墙3的标记位置。

[0008] 滑移隔震贮液结构与限位墙采用混凝土材料,两者刚度都很大,一旦滑移隔震贮液结构在地震作用下的位移超过预留的间隔,瞬间碰撞便会发生,伴随着巨大的碰撞力,无疑会造成贮液结构及液体晃动响应的瞬间增大,结构及限位墙会有不同程度的破坏,同时液体晃动波高超越预留的干弦高度会溢出。为了减缓剧烈的碰撞作用,较小滑移隔震贮液结构在地震作用下的破坏概率,在限位墙加设橡胶缓冲块,从而大大缓解了原有混凝土与混凝土之间的大刚度碰撞问题。将滑移隔震贮液结构与橡胶缓冲块的碰撞行为用碰撞单元来表示,以碰撞力的大小间接反映设置橡胶块的效果。

[0009] 实施例:

(1) 混凝土矩形贮液结构的长、宽和高分别为6m、6m和4.8m,储液高度 h_w 为3.6m,壁板厚度 t 为0.2m,滑移隔震层的摩擦系数 μ 等于0.06,挡墙厚度为0.2m, $gap=0.10m$, $COR=0.622$,限位墙一侧设置的缓冲块数目 N 为10,碰撞引起的刚度放大系数 α 为2.25,缓冲块体积为 $200mm \times 200mm \times 40mm$,考虑非线性的指数 n 为2.65, K_r 为55835N/mm,滑移隔震贮液结构的 u_b 和 \dot{u}_b 分别为0.1227m和1.2m/s。

$$k_{imp} = N \cdot \alpha \cdot \frac{A \cdot K_r}{d^n} = 10 \times 2.5 \times \frac{0.2 \times 0.2 \times 55835}{0.04^{2.65}} = 3.1728 \times 10^6 \text{ N/mm}^{2.65}$$

$$c_{imp} = \frac{(1-COR^2)}{2 \cdot \dot{u}_b} \cdot \frac{\ln^3(COR)}{COR \cdot (2 + \ln^2(COR) - 2 \cdot \ln(COR)) - 2}$$

$$= \frac{(1-0.622^2)}{2 \times 0.75} \times \frac{\ln^3(0.622)}{0.622 \times (2 + \ln^2(0.622) - 2 \times \ln(0.622)) - 2}$$

$$= 1.098 \text{ N/(m/s)}$$

$$F_p = k_{imp} \cdot (u_b - gap)^n \cdot (1 + c_{imp} \cdot \dot{u}_b)$$

$$= 3.1728 \times 10^6 \times [1000 \times (0.1212 - 0.1)] \times (1 + 1.098 \times 0.75)$$

$$= 2.3953 \times 10^4 \text{ N}$$

(2) 混凝土矩形贮液结构的长、宽和高分别为8m、6m和6m,储液高度 h_w 为4.8m,壁板厚度 t 为0.3m,滑移隔震层的摩擦系数 μ 等于0.06,挡墙厚度为0.2m, $gap=0.10m$, $COR=0.622$,限位墙一侧设置的缓冲块数目 N 为12,碰撞引起的刚度放大系数 α 为2.25,缓冲块体积为 $200mm \times 200mm \times 40mm$,考虑非线性的指数 n 为2.65, K_r 为55835N/m²,滑移隔震贮液结构的 u_b 和 \dot{u}_b 分别为0.1137m和0.84m/s。

$$k_{imp} = N \cdot \alpha \cdot \frac{A \cdot K_r}{d^n} = 10 \times 2.5 \times \frac{0.2 \times 0.2 \times 55835}{0.04^{2.65}} = 3.1728 \times 10^6 \text{ N/mm}^{2.65}$$

$$\begin{aligned}
 c_{mp} &= \frac{(1-COR^2)}{2 \cdot \dot{u}_s} \cdot \frac{\ln^3(COR)}{COR \cdot (2 + \ln^2(COR) - 2 \cdot \ln(COR)) - 2} \\
 &= \frac{(1-0.622^2)}{2 \times 0.75} \times \frac{\ln^3(0.622)}{0.622 \times (2 + \ln^2(0.622) - 2 \times \ln(0.622)) - 2} \\
 &= 1.0895 \text{N/(m/s)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_p &= k_{mp} \cdot (u_s - gap)^n \cdot (1 + c_{mp} \cdot \dot{u}_s) \\
 &= 3.1728 \times 10^6 \times [1000 \times (0.1212 - 0.1)] \times (1 + 1.098 \times 0.75) \\
 &= 7.5315 \times 10^3 \text{N}
 \end{aligned}$$

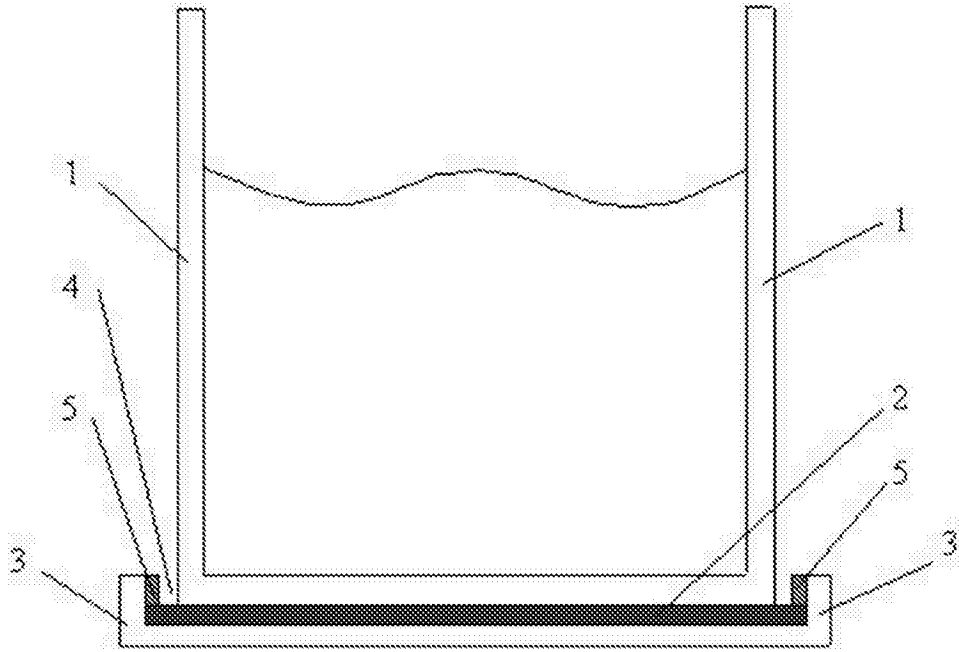


图1

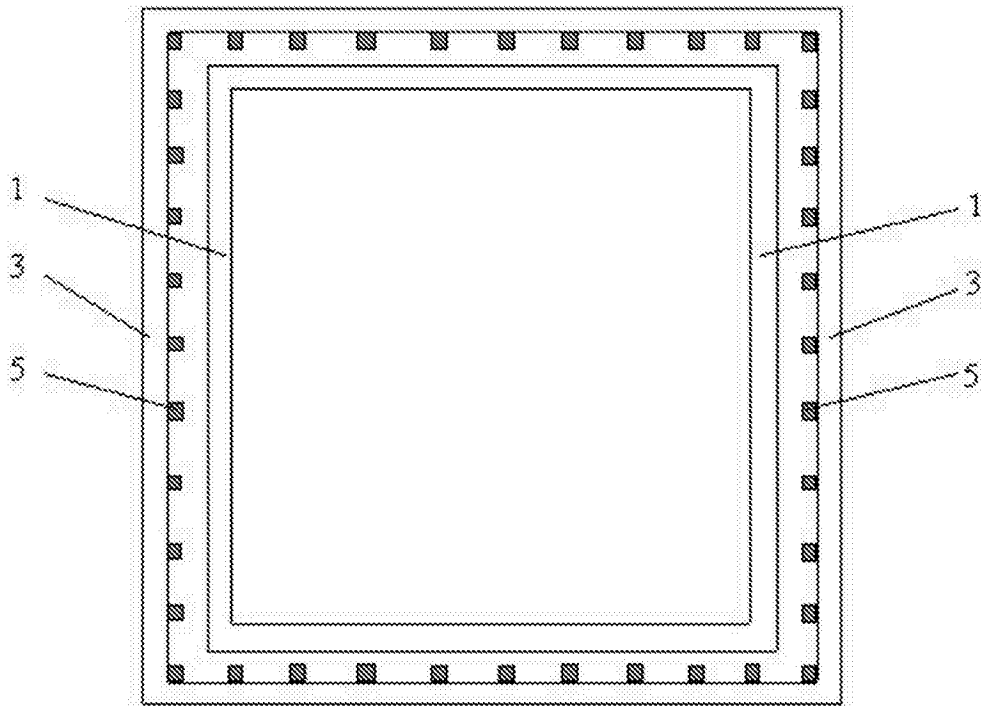


图2