

您现在的位置: 首页 >> 四川建筑杂志 - 精选文章

## 楼梯间改进措施探讨

(所属杂志: 此文章来自原稿) 发布时间: 2011-11-16 已阅读: 1968

曾小灵, 李碧雄, 薛冲

(四川大学建筑与环境学院, 四川成都610065)

**摘要:** 针对地震中楼梯间破坏严重这一问题, 提出了将楼梯梯板下端由固接改为滑动支座和休息平台改为悬挑这两种举措。文本利用midas/gen进行建模分析, 通过比较采用不同措施下楼梯间各个构件的内力, 得出这两种措施在减弱地震对楼梯间各个构件受力的效果明显。

**关键词:** 楼梯间; 震害; 措施

中图分类号: TU318<sup>+</sup>.1

文献标识码: A

从大量的地震灾害实例和研究总结可得, 楼梯破坏现象主要表现为: 在距休息平台板或楼层约1/4~1/3跨的楼梯板之间, 出现一道或两道水平可见裂缝, 楼梯板受力筋弯曲下挠, 混凝土保护层剥落, 楼梯梁在两端和跨中出现明显破坏, 钢筋暴露, 楼梯平台板出现斜裂缝踏步板弯曲破坏<sup>[3]</sup>, 梯柱顶端以及与楼梯连接的框架柱均发生严重的破坏。上述现象的特征主要是, 沿施工接缝剪切破坏, 平台梁剪切破坏, 踏步板与平台梁连接处的剪切破坏<sup>[2]</sup>。

针对上述破坏的一种解决方案是增强楼梯间结构承载能力, 如加大楼梯间的配筋、梯板负筋沿梯板通长布置, 注意施工缝的处理等措施, 以期达到抗震、保证使用安全的目的。另外一种解决方法是改变楼梯的连接方式, 休息平台边梁与框架柱由固结改为悬挑和梯板下端由固结变滑动支座, 梯段上端与中间平台梁或楼(屋)面梁整体连接, 下端则简支于楼(屋)面梁或中间平台梁上, 这样既可消弱梯段在反复地震作用下的轴力, 从而减小平台梁收到的剪力作用, 在强烈地震下楼梯的整体性仍可保持, 施工也相对简单<sup>[1]</sup>。这样通过改变局部结构的传力路径, 来改变内力分布, 从而达到抗震的目的。

研究表明楼梯间在建筑平面不同的位置和不同的梯板厚度均对建筑整体和局部产生影响。通过对梯板下端由固接改滑动支座和休息平台由和框架柱连接改为悬挑这种解决方法进行建模计算, 以期望得到梯板、平台梁、梯柱、与休息平台连接的框架柱等构件的在不同措施下的内力变化, 从而判断该举措的优



四川建筑杂志

四川建筑杂志

精选文章

杂志简介

广告刊例

编委会名单

投稿须知



站内搜索

请输入关键字

搜索

缺点。

## 1 模型建立

模型为层高3.6m，楼板和梯板厚度均为120mm的六层框架结构，柱尺寸为 $500 \times 500 \text{mm}^2$ ，X方向柱距4.5m，10跨，总长45m，Y方向3跨总长14.4m，设两部双跑楼梯，分别位于第二跨和第九跨，梯板方向沿Y方向，见图1结构平面布置图。采用的地震作用为8度地震反应谱。

模型1：M1为常见楼梯形式，梯板与两端的平台梁固结，休息平台边梁与框架柱连接。

模型2，将M1模型的梯板下端由固接改为滑动铰支座（措施1），即在模型中梯板下端板单元与平台梁连接处，释放板单元节点的竖直方向约束，见图2滑动支座。

模型3：将M1模型的休息平台边梁在框架柱连接处断开，休息平台变为悬挑（措施2），即在模型中休息平台边梁与框架柱连接处，释放休息平台节点的全部约束，见图2休息平台悬挑。

模型4：将M1的梯板下端改为滑动支座，休息平台边梁改为悬挑（措施1+措施2），见图2楼梯连接简图。

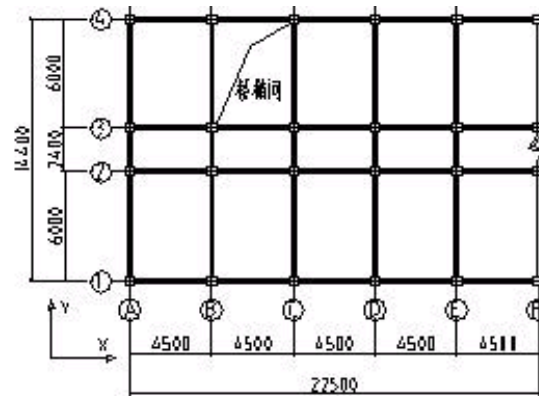


图1 结构平面布置（左5跨）

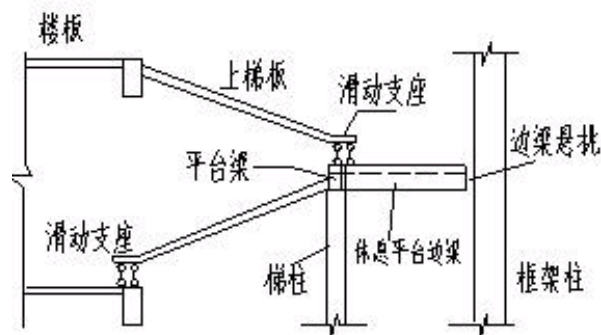


图2 梯板下端滑动支座和休息平台悬挑

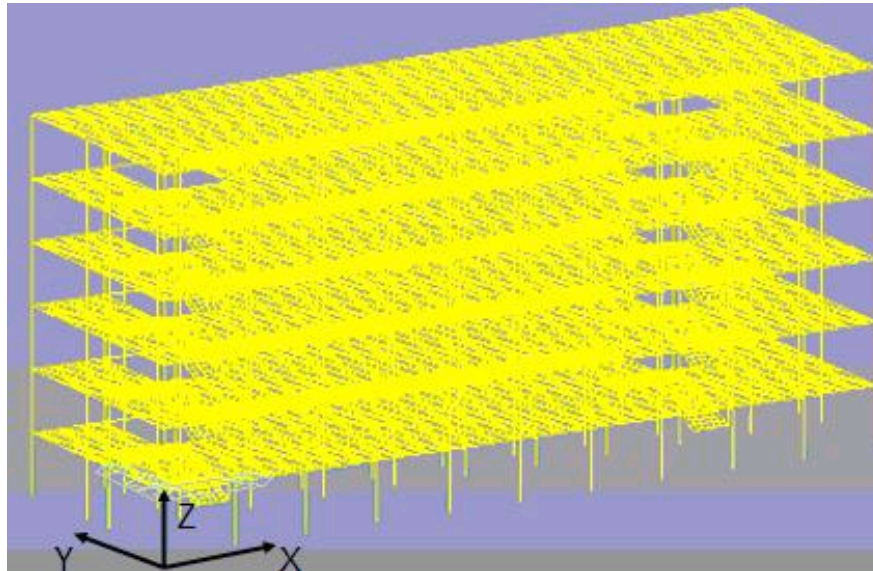


图3 模型立体图

## 2 计算结果

对四个模型在整体上，进行分析，振型、周期、第二层层间剪力和层间刚度，统计如下。记， $M21=(M1-M2)/M1$ ， $M31$ 、 $M41$ 同 $M21$ 。

表1 前三阶自振振型周期 (s)

振型	M1	M2	M3	M4
一阶X方向	0.521	0.534	0.538	0.547
二阶Y方向	0.485	0.507	0.533	0.537
三阶扭转	0.440	0.463	0.489	0.495

表2 各个模型第二层层间剪力和层间刚度

模型号	M1	M2	M3	M4	M21	M31	M41
层间剪力 (KN)	171	165	157	155	3.6%	8.0%	9.0%
	4.9	3.8	8.5	9.8			
层间刚度 ( $10^4$ K N/m)	78.5	72.4	64.8	63.8	7.8%	1 7.5%	1 8.7%

表1中的数据展示了四个模型前三阶自振振型方式和周期大小，一阶振型为X方向即与梯板方向垂直方向，二阶为Y方向，三阶为沿楼梯上爬方向的扭转，单独采用措施1和2，均增大了结构的柔性，表现为振动周期变长，而同时采用两种措施是，上述效果更明显。

表2中记录了再地震反应谱作用下，第二层的层间剪力和层间刚度。采用措施1和措施2，层间剪力分别减小了3.6%和8%，而同时采用了措施1和2，层间剪力减小了9%，措施2在减小层间剪力的效果上较措施1明显。措施1和措施2分别减小了层间刚度7.8%和17.5%，措施2休息平台边梁悬挑的效果比措施1梯板下端滑动支座产生的效果更明显。

楼梯间中，力的传导路径或者抵抗变形路径有如下几种：①梯板-休息平台梁-梯柱-框架梁-框架柱，②梯板-休息平台梁-休息平台边梁-框架柱，③休息平台边梁、梯柱、框架梁、框架柱四者依次固接成四边。M2中梯板下端滑动支座，释放了部分梯板轴力，路径①和②的作用削弱，路径③的存在抵抗地震作用下的变形，这种抵抗作用成为层间刚度的一部分。M3中休息平台边梁悬挑，使路径②和③失效，只有路径①产生力的传导和提供层间刚度。M4中，路径②



和③因为措施2失效，而路径①因为措施1而削弱，提供的层间刚度最小。

## 2.2 楼梯间各个构件的内力分析

表3 第二层上梯板各单元最大轴力 (KN)

模型	M1	M2	M3	M4
轴力	259.7	103.2	22.9	17.4

表4 第二层④轴线A-F框架柱轴力 (KN)

柱号	A	B	C	D	E	F
M1	76.9	191.2	193.5	81.5	75.1	74.8
M2	80.4	142.4	207.5	85.7	77.5	75.9
M3	76.9	81.3	81.3	83.1	82.5	82
M4	70.7	81.5	80.8	82.3	81.6	80.9

表5 第二层平台台梁Y方向剪力 (KN)

位置	左端	跨中	右端
M1	20.4	16.5	21.7
M2	19.5	7.4	0.2
M3	0.1	1.9	0.2
M4	0.1	2.5	0.1

表6 梯柱轴力 (KN)

模型	M1	M2	M3	M4
剪力	11.8	10.4	0.5	0.5

表3中记录了第二层的楼梯上梯板各单元在地震反应谱作用下的最大轴力，梯板的最大轴力均出现在板的四角，梯板的内力随着措施1和措施2的加入而减小。

表4为第二层④轴线框架柱轴力统计，柱B、C是与楼梯间休息平台边梁相连的框架柱，M1-M4模型均反映了，在地震反应谱工况下的框架柱离楼梯间越远，受到的地震作用轴力呈下降趋势。M1和M2的B、C柱轴力接近，约为M3、M4对应柱轴力的2倍，表明措施1在减小地震对楼梯间框架柱轴力的作用上效果不明显。M3和M4均采用了措施2，B、C框架柱轴力与周围其他柱轴力接近，表明措施2在减小地震对框架柱轴力的作用上效果显著，几乎完全释放了因楼梯间存在对框架柱轴力产生的影响。分析为，休息平台边梁的端部约束全部释放，导致在该楼层范围内，无构件直接联系框架柱和楼梯间，从而导致楼梯间对该框架柱的作用几乎消失。

休息平台梁的最大剪力出现在端部和跨中，表5统计了四个模型二层楼梯间休息平台梁的跨中和两端的剪力。模型2中，平台梁的剪力不对称，且从左向右逐渐减小，原因为，M2采用了梯板下端设滑动支座这一措施，导致该平台梁一端为上梯板下端的滑动连接，一端为下梯板上端的固定连接，连接的不对称，导致了上述的剪力分布。措施1和2均降低了地震对平台梁产生的剪力，且休息平台边梁悬挑这一措施产生的效果更明显，同时采用措施1和措施2则更显著的

减少了平台梁剪力，使结构更偏于安全。表6记录了二层楼梯间梯柱在地震作用下剪力的变化，措施1和措施2均能使梯柱剪力减少，且措施2效果更明显。

### 3 结 论

(1) 整体上，梯板下端设滑动支座和休息平台悬挑均削弱了楼梯间斜撑作用产生的刚度，两种措施分别减小7.8%和17.5%的层间刚度，增加了结构的柔性。

(2) 两种措施的采用均减弱了地震反应谱对楼梯间各个构件的作用力，增强了楼梯间的局部安全性，进而达到抗震、减震的目的。

(3) 休息平台边梁悬挑这个措施在减弱梯板轴力、平台梁剪力、框架柱轴力等构件所受到的地震作用力比梯板下端设滑动支座这个措施产生的效果更加显著，且构造简单，易于推广。

### 参考文献

- [1] 全学友,米伟,张智强.汶川地震中楼梯结构的破坏现象及对策[J].建筑结构,2009年,第39卷,第11期:75-77
- [2] 李碧雄,王哲,Khalid M Mosalam,王璇.浅析汶川地震中楼梯的破坏特征[C]//汶川大地震工程震害调查分析与研究,北京市:中国岩石力学与工程学会,2009
- [3] 郑怡,张耀庭.汶川地震主要建筑物震害调查及思考[J].华中科技大学学报(城市科学版),2009年,第26卷,第2期:95-98
- [4] 王旋.钢筋混凝土框架结构与楼梯共同作用抗震性能数值模拟研究[硕士学位论文D].成都市:四川大学.2010
- [5] 代红军,祁皓.不同宽度楼梯对钢筋混凝土框架结构地震反应影响分析[J].西南科技大学学报,2009年12月第4期:48-55