

# 底框砖房地震倾复力矩对框架梁受力的影响

张新培

(电子科技大学电子机械系 成都 610054)

**【摘要】** 讨论上部承重砖墙布置在底框层的次梁上时,地震倾复力矩对底层框架梁受力影响的问题。假定次梁在地震倾复力矩作用下只产生刚体转动,由此导出了地震倾复力矩在框架梁上产生的竖向作用力的计算公式。

**关键词** 底层框架砖房; 地震倾复力矩; 框架梁; 受力分析

中图分类号 TU 318. 1; TU 352. 11

对底层框架砖房的底层框架进行抗震设计时须考虑地震水平剪力、地震倾复力矩以及静力荷载等外部作用。为了使结构受力合理,通常要求尽量将上部承重砖墙布置在框架梁上。此时,地震倾复力矩主要由框架柱来承受,对框架梁的影响可不考虑。但在实际工程中,由于要满足房屋的使用要求,常导致许多底层框架砖房的上部承重砖墙无法全部布置在框架梁上,相当一部分承重砖墙只能布置在由框架梁支承的次梁上。对此种底层框架砖房,地震倾复力矩将对框架梁受力产生较大影响。在进行抗震设计时,必须加以合理考虑,否则将导致房屋的不安全。但我国现行的抗震设计规范(GBJ11-89)没有给出此种情况下地震倾复力矩对框架梁受力影响的计算方法,致使设计人员在实际工程设计中无所遵循,产生了许多不合理的设计。本文特对上述问题进行探讨,给出了此种情况下地震倾复力矩在框架梁上产生的竖向作用力的计算公式。本文方法概念简单,且与现行建筑抗震设计规范中所给方法相统一,便于使用。

## 1 基本原理

根据我国建筑抗震设计规范,底层框架砖房各层所受地震作用力  $F_i (i=1, 2, \dots, n)$  可采用底部剪力方法求得。而作用在房屋整个底层上的地震倾复力矩可按下式求得

$$M_1 = \sum_{i=2}^n F_i h_i \quad (1)$$

底层各榀框架及抗震墙各自单独承受的地震倾复力矩按各榀框架及抗震墙各自的转动刚度比例进行分配。对上部承重砖墙布置在由框架梁支承的次梁上的底层框架砖房,各层所受的地震作用  $F_i$  整体倾复力矩  $M_1$  的计算以及  $M_1$  在底层各榀框架与抗震墙中的分配仍可按上述原则进行。但此时尚应考虑布置在次梁上的承重砖墙各层地震作用对底层产生的倾复力矩将在支承次梁的框架梁上产生竖向作用力。下面给出竖向作用力的计算方法。

### 1.1 计算模型

设  $M_l$  为布置有承重砖墙的第  $l$  根次梁上作用的地震倾复力矩。将支承第  $l$  根次梁的  $m$  根框架梁简化为次梁的  $m$  个弹性支座。又设  $K_i$  为支承次梁的第  $i$  根框架梁在与次梁相交点处产生单位竖

向位移时在该点施加的竖向作用力,也即  $K_i$  为次梁的第  $i$  个弹性支座的弹簧刚度  $\Delta S_i$  为次梁由于  $M_{II}$  作用在其第  $i$  个弹性支座处产生的竖向位移。由于次梁与砌筑在其上的墙体构成一具有较大刚度的墙梁,故在考虑倾复力矩  $M_{II}$  的作用时,为简化计算,不考虑次梁本身的变形。这样,在  $M_{II}$  作用下次梁将作为刚体绕各弹性支座的刚度重心转动,如图 1 所示 图 1 中,  $x_i$  为第  $i$  个弹性支座距各弹性支座刚度重心  $O$  点的距离

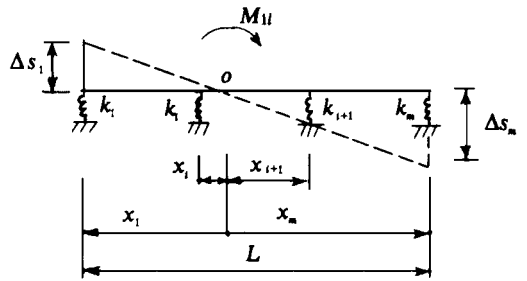


图 1 计算模型

根据图 1 所示,可得  $M_{II}$  作用下次梁的第  $i$  个弹性支座受力  $P_i$  (即第  $i$  榀框架梁所受的竖向作用力)

$$P_i = K \Delta S \tag{2}$$

由图 1 所示比例关系得

$$\Delta S = \frac{X_i}{X_m} \Delta S_m \tag{3}$$

根据平衡条件,有

$$M_{II} = \sum_{i=1}^m K_i \Delta S_i X_i \tag{4}$$

将式 (3) 代入式 (4), 可得

$$\Delta S_m = M_{II} X_m \left/ \sum_{i=1}^m K_i X_i^2 \right. \tag{5}$$

将式 (5) 代入式 (2), (3), 有

$$\begin{cases} \Delta S_i = M_{II} X_i \left/ \sum_{i=1}^m K_i X_i^2 \right. \\ P_i = M_{II} K_i X_i \left/ \sum_{i=1}^m K_i X_i^2 \right. \end{cases} \tag{6}$$

若设  $Y_i$  为第  $i$  个弹性支座距第 1 个弹性支座距离, 则次梁各弹性支座刚度均对第一个弹性支座处取矩, 可得次梁各弹性支座刚度重心位置的算式

$$X = \frac{\sum_{i=1}^m K_i Y_i}{\sum_{i=1}^m K_i} \tag{7}$$

式中  $X$  为各弹性支座刚度中心距第一个弹性支座的距离。

### 1.2 $M_{II}$ 的确定

根据底部剪力法可容易求出底层框架砖房各层的地震作用  $F_i (i= 1, 2, \dots, n)$  而房屋第  $j$  层的

层间剪力算式为 
$$V_j = \sum_{i=j}^n F_i \tag{8}$$

对刚性楼屋盖砖房, 其第  $j$  层第  $l$  道砖墙承受的地震剪力为

$$V_{jl} = \left[ K_{jl} \left/ \sum_{l=1}^h K_{jl} \right. \right] V_j \tag{9}$$

如设房屋第  $l$  道砖墙各层所受地震作用为  $F_{il} (i= 2, 3, \dots, n)$ , 则对照式 (8), 应有

$$V_{jl} = \sum_{i=j}^n F_{il} \tag{10}$$

将式 (8), (9) 代入式 (10), 可得

$$\sum_{i=j}^n F_{ij} = \left[ K_{jl} \left/ \sum_{l=1}^h K_{jl} \right. \right] \sum_{i=j}^n F_i \tag{11}$$

由式 (11) 可求出刚性楼屋盖底层框架砖房任一片砖墙各层所受地震作用  $F_{il} (i= 2, 3, \dots, n)$  类似

也可求得中等刚度楼屋盖以及柔性楼屋盖底层框架砖房任一片砖墙各层所受地震作用  $F_{il}$  的算式

$$\sum_{i=j}^n F_{il} = \frac{1}{2} \left( \frac{K_{il}}{\sum_{k=1}^n K_{jl}} + \frac{G_{il}}{G} \sum_{i=j}^n F_i \right) \quad (12)$$

$$\sum_{i=j}^n F_{il} = \frac{G_{il}}{G} \sum_{i=j}^n F_i \quad (13)$$

求得了  $F_{il}$  ( $i=2, 3, \dots, n$ ) 后, 对照式 (1), 可得

$$M_{il} = \sum_{i=2}^n F_{il} h_i \quad (14)$$

## 2 计算步骤

- 1) 采用底部剪力法求出各层的  $F_i$ ;
- 2) 根据房屋的楼屋盖类型, 由式 (11) 或式 (12)、式 (13) 求出任一片砖墙各层的  $F_{il}$ ;
- 3) 由式 (14) 求出各片砖墙的  $F_{il}$  对底层的倾复力矩  $M_{il}$ ;
- 4) 求次梁各弹性支座的刚度  $K_i$ ;
- 5) 由式 (7) 求次梁各弹性支座刚度中心位置;
- 6) 由式 (6) 求  $M_{il}$  作用下各次梁弹性支座受力, 也即各榀框架所受的竖向集中力  $P_i$ ;
- 7) 采用常规内力分析方法求出各榀框架梁在  $P_i$  作用下的内力并与水平地震剪力以及静力荷载产生的内力相组合, 得出供设计使用的内力组合, 进行内力组合时应考虑到  $M_{il}$  作用方向的变化, 分别进行组合。

## 3 结束语

本文在假定次梁在  $M_{il}$  作用下仅发生刚性转动的前提下, 导出了底层框架砖房当上部承重砖墙布置在框架梁支承的次梁上时, 地震倾复力矩对底层框架梁受力影响的计算公式, 该方法概念简单, 使用方便, 可供设计人员使用。

### 参 考 文 献

- 1 建筑抗震设计规范 (GBJ11-89). 北京: 中国建筑工业出版社, 1989
- 2 王广军. 建筑抗震设计规范 (GBJ11-89) 应用指南. 西安: 陕西科学技术出版社, 1992

## Influences of Earthquake Overturning Moment on Loading States of Frame Beams in Masonry Buildings with Ground Frame Floor

Zhang Xinpei

(Dept. of Electromechanical Eng., UEST of China Chengdu 610054)

**Abstract** In this paper, the influences of earthquake overturning moment on loading states of frame beam are studied for bearing walls being put on subordinate beams in masonry buildings with ground frame floor. Based on the supposition that the subordinate beam acted by the earthquake overturning moment would turn as a rigid body, the paper presents calculation formulas of vertical force applied on the frame beams by the earthquake overturning moment.

**Key words** masonry buildings with ground frame floor; earthquake overturning moment; frame beam loading state

编辑 徐培红