

文章编号: 1005—8893 (2001) 03—0060—02

简化力法计算的两种补充方法^{*}

俞瑞荣

(无锡职业技术学院, 江苏 无锡 213016)

摘要: 用力法计算超静定结构时, 需要求解由多余未知力组成的联立方程。结构的超静定次数增加时, 多余未知力随之增加, 解算方程的工作量便迅速增加。为减少工作量, 提出了两种简化算法。它们可被推广应用于结构优化设计的计算中。

关键词: 结构分析; 力法; 简化算法

中图分类号: O 341; T B 301

文献标识码: A

简化计算的主要目标是使力法方程中尽可能多的副系数等于零, 等于零的副系数越多, 系数的计算越省时间, 解算工作将越简便。对于对称结构, 有着多种简化方法, 如对称性的利用、广义未知力的利用、弹性中心法等, 对于这些方法, 一般教材均作了较详细的论述^[1, 2], 这里不再讨论。而对于非对称结构, 若能恰当地选择基本体系或基本未知量 (如文献 [2] 中, 在计算多跨刚架时, 将基本体系分为几个独立部分), 同样可使力法方程中的某些副系数等于零, 从而减少联立方程的求解工作量, 使计算得到简化。下面介绍的两种方法, 在某些特定的非对称结构计算中可起到有效的简化作用。

1 合理选择多余未知力的方向

图 1 (a) 为二次超静定刚架 (EI 为常数), 用力法求解时, 有两个多余未知力, 力法典型方程为:

$$\begin{cases} \delta_{11}X_1 + \delta_{12}X_2 + \Delta_{1P} = 0 \\ \delta_{21}X_1 + \delta_{22}X_2 + \Delta_{2P} = 0 \end{cases}$$

选择图 1 (b) 所示的悬臂刚架作为基本体系进行计算^[3], 多余未知力 X_1 、 X_2 的方向相互垂直, 由计算可知方程中的副系数不等于零, 所以求

解联立方程后才得出结果, 计算过程相对复杂。若调整多余未知力 X_1 的方向, 使 X_1 通过图 2 (b) 所示弯矩图形心所对的刚架点, 即取图 2 (a) 所示的基本体系进行计算, 则由图 2 (b)、图 2 (c) 可得出副系数:

$$\delta_{12} = \delta_{21} = \sum \int \frac{\overline{M}_1 \overline{M}_2 ds}{EI} = 0$$

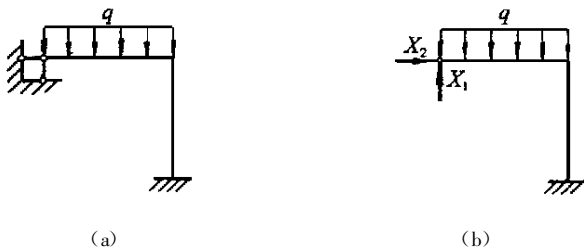


图 1 二次超静定刚架

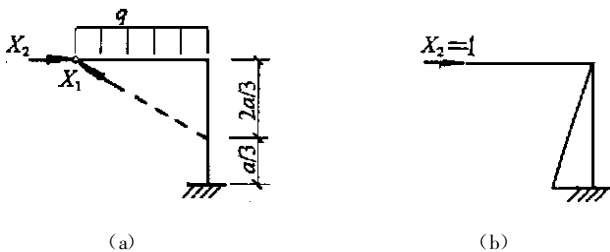


图 2 多余未知力的选择

此时力法方程便简化为两个相互独立的方程:

^{*} 收稿日期: 2001—06—14

作者简介: 俞瑞荣 (1961—), 男, 江苏无锡人, 高级讲师, 主要从事力学方面的教学与研究。

$$\begin{cases} \delta_1 X_1 + \Delta_{1P} = 0 \\ \delta_2 X_2 + \Delta_{2P} = 0 \end{cases}$$

从而, 可直接求出多余未知力, 避免求解联立方程, 使计算工作得到简化。

2 合理安排铰的位置

用力法计算超静定结构时, 可以按不同的方式去掉多余约束, 从而选取不同的基本体系进行计算。将刚性连接改成单铰连接是去掉多余约束的方式之一, 在解题时, 只要将铰安排在合理的位置, 尽可能使基本体系的各弯矩图中有较多的图形互不重叠, 则可使副系数和自由项的计算简便或等于零, 从而简化整个计算过程。图 3 (a) 为三次超静定刚架 (EI 为常数), 有三个多余未知力, 力法典型方程为:

$$\begin{cases} \delta_{11} X_1 + \delta_{12} X_2 + \delta_{13} X_3 + \Delta_{1P} = 0 \\ \delta_{21} X_1 + \delta_{22} X_2 + \delta_{23} X_3 + \Delta_{2P} = 0 \\ \delta_{31} X_1 + \delta_{32} X_2 + \delta_{33} X_3 + \Delta_{3P} = 0 \end{cases}$$

若合理安排铰的位置, 选择图 3 (b) 所示的基本体系, 可以得出各副系数为:

$$\delta_{12} = \delta_{21} = \sum \int \frac{\overline{M}_1 \overline{M}_2 ds}{EI} = 0$$

$$\delta_{13} = \delta_{31} = \sum \int \frac{\overline{M}_1 \overline{M}_3 ds}{EI} = 0$$

$$\delta_{23} = \delta_{32} = \sum \int \frac{\overline{M}_2 \overline{M}_3 ds}{EI} = 0$$

因此, 力法方程便简化为三个独立方程:

$$\begin{cases} \delta_{11} X_1 + \Delta_{1P} = 0 \\ \delta_{22} X_2 + \Delta_{2P} = 0 \\ \delta_{33} X_3 + \Delta_{3P} = 0 \end{cases}$$

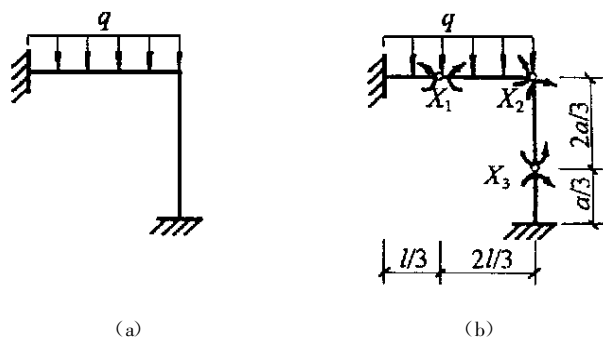


图 3 三次超静定刚架

可见, 计算工作量大为简化。

从上述两种方法可以看出, 对于非对称超静定结构, 只要合理选择力法的基本体系, 同样可以使计算得到简化。

3 结 论

对于非对称超静定结构, 只要合理选择力法的基本体系, 可以使计算得到简化。非对称超静定结构的力学分析在结构优化设计中经常遇到, 应用本文方法, 不仅可减少工作量, 还能更清楚地把握整个结构的变形模式。

参考文献:

- [1] 龙驭球, 包世华. 结构力学 (上册·第一分册) [M]. 北京: 人民教育出版社, 1979. 193—205.
- [2] 金宝桢. 结构力学 [M]. 北京: 人民教育出版社, 1964. 180—188.
- [3] 沈伦序. 建筑力学 (下册) [M]. 北京: 高等教育出版社, 1994. 83—84.

Two Supplement Methods for Simplifying the Calculation of Force Method

YU Rui-rong

(Wuxi Institute of Technology, Wuxi 214073, China)

Abstract: Combined equations have to be solved in the analysis of a super static determined structure with force method. The equations take the unknown forces as the variables to be solved. The calculation scale increases rapidly as the number of the abundant unknown forces (super static determined order) increases. To this end, two simplifying methods are proposed. They could be applied to the calculation of the optimal designing of structures.

Key words: structure analysis; force method; simplifying algorithm