

$$\begin{aligned}
 N &= 0.9\varphi[f_c A + f'_y(A'_{s+} + A_s)] \\
 &= 0.9 \times 0.672 \times [16.7 \times 116700 + 300 \times (1258 + 1258)] \\
 &= 1640 \text{kN} > 1510 \text{kN}
 \end{aligned}$$

验算结果安全。

§ 6.9 正截面承载力 N_u - M_u 的相关曲线及其应用

对于给定的一个偏心受压构件正截面，现在来研究它的受压承载力设计值 N_u 与正截面的受弯承载力设计值 M_u 之间的关系 ($N_u \eta e_i = M_u$)。试验表明，小偏心受压情况下，随着轴向压力的增加，正截面受弯承载力随之减小，但在大偏心受压情况下，轴向压力的存在反而使构件正截面的受弯承载力提高。在界限破坏时，正截面受弯承载力达到最大值。

图 6-30 是西南交通大学所做的一组偏心受压试件，在不同偏心距作用下所测得承载力 M_u 与 N_u 之间试验曲线图，图中曲线反映了上述的规律。

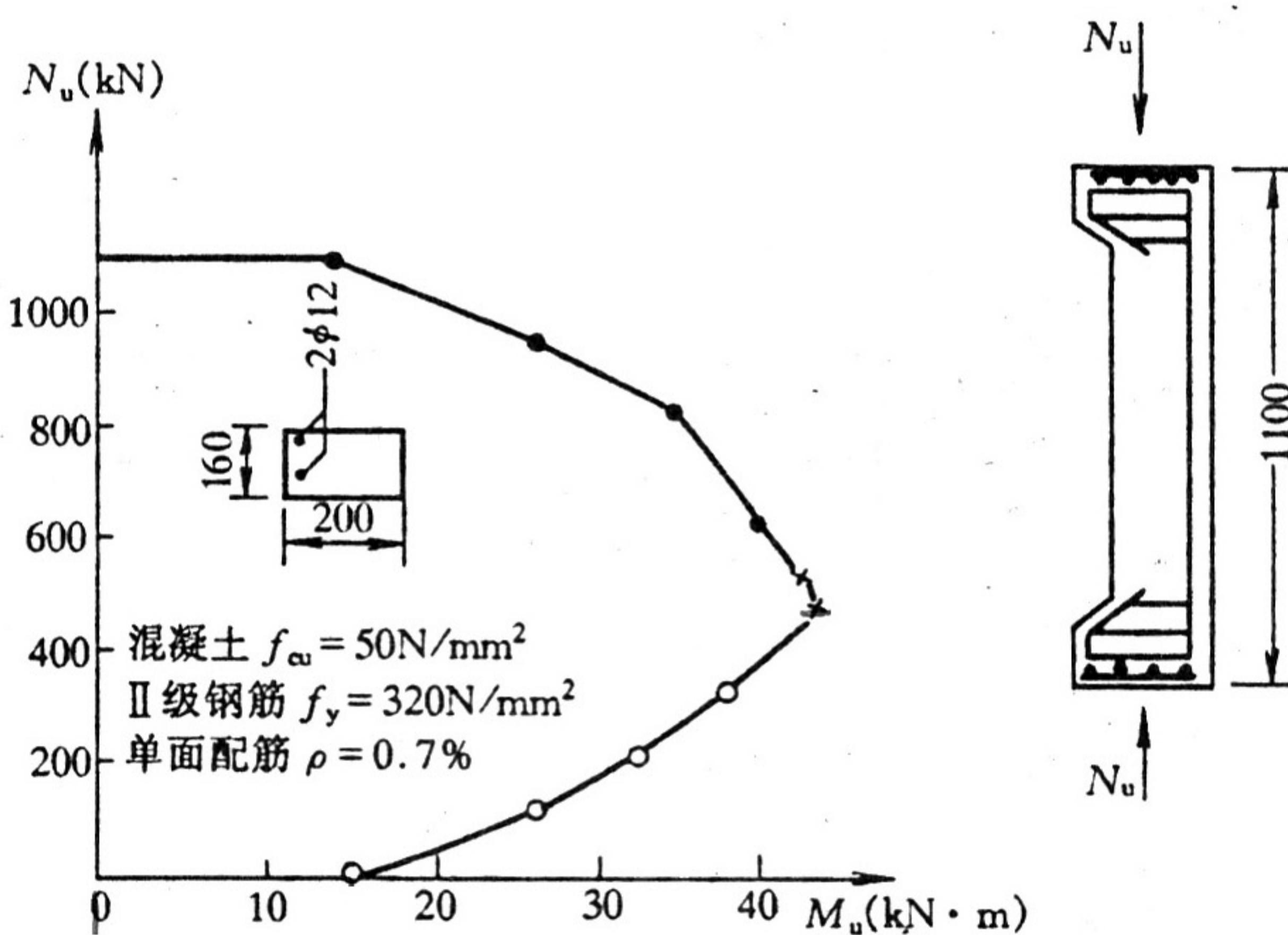


图 6-30 N_u - M_u 试验相关曲线

这表明，对于给定截面尺寸、配筋和材料强度的偏心受压构件，可以在无数组不同的 N_u 和 M_u 的组合下到达承载能力极限状态，或者说当给定轴力 N_u 时就有唯一的 M_u ，反之，也这样。下面以对称配筋截面为例建立 N_u - M_u 的相关曲线方程。

6.9.1 对称配筋矩形截面大偏心受压构件的 N_u - M_u 相关曲线

将 N_u 、 $A_s = A'_{s+}$ 、 $f_y = f'_y$ 代入式 (6-21)，得

$$N_u = \alpha_1 f_c b x \quad (6-55)$$

$$x = \frac{N_u}{\alpha_1 f_c b} \quad (6-56)$$

将式(6-56)、式(6-23)代入式(6-22)

$$N_u \left(\eta e_i + \frac{h}{2} - a_s \right) = \alpha_1 f_c b \frac{N_u}{\alpha_1 f_c b} \left(h_0 - \frac{N_u}{2\alpha_1 f_c b} \right) + f'_y A' s (h_0 - a'_s) \quad (6-57)$$

整理后得

$$N_u \eta e_i = \frac{N_u^2}{2\alpha_1 f_c b} + \frac{N_u h}{2} + f'_y A' s (h_0 - a'_s) \quad (6-58)$$

这里, $N_u \eta e_i = M_u$ 故有:

$$M_u = \frac{N_u^2}{2\alpha_1 f_c b} + \frac{N_u h}{2} + f'_y A' s (h_0 - a'_s) \quad (6-59)$$

这就是矩形截面大偏心受压构件对称配筋条件下的 N_u - M_u 的相关曲线方程。从式(6-59)可以看出 M_u 是 N_u 的二次函数, 并且随着 N_u 的增大 M_u 也增大, 如图6-31中水平粗虚线以下的曲线所示。

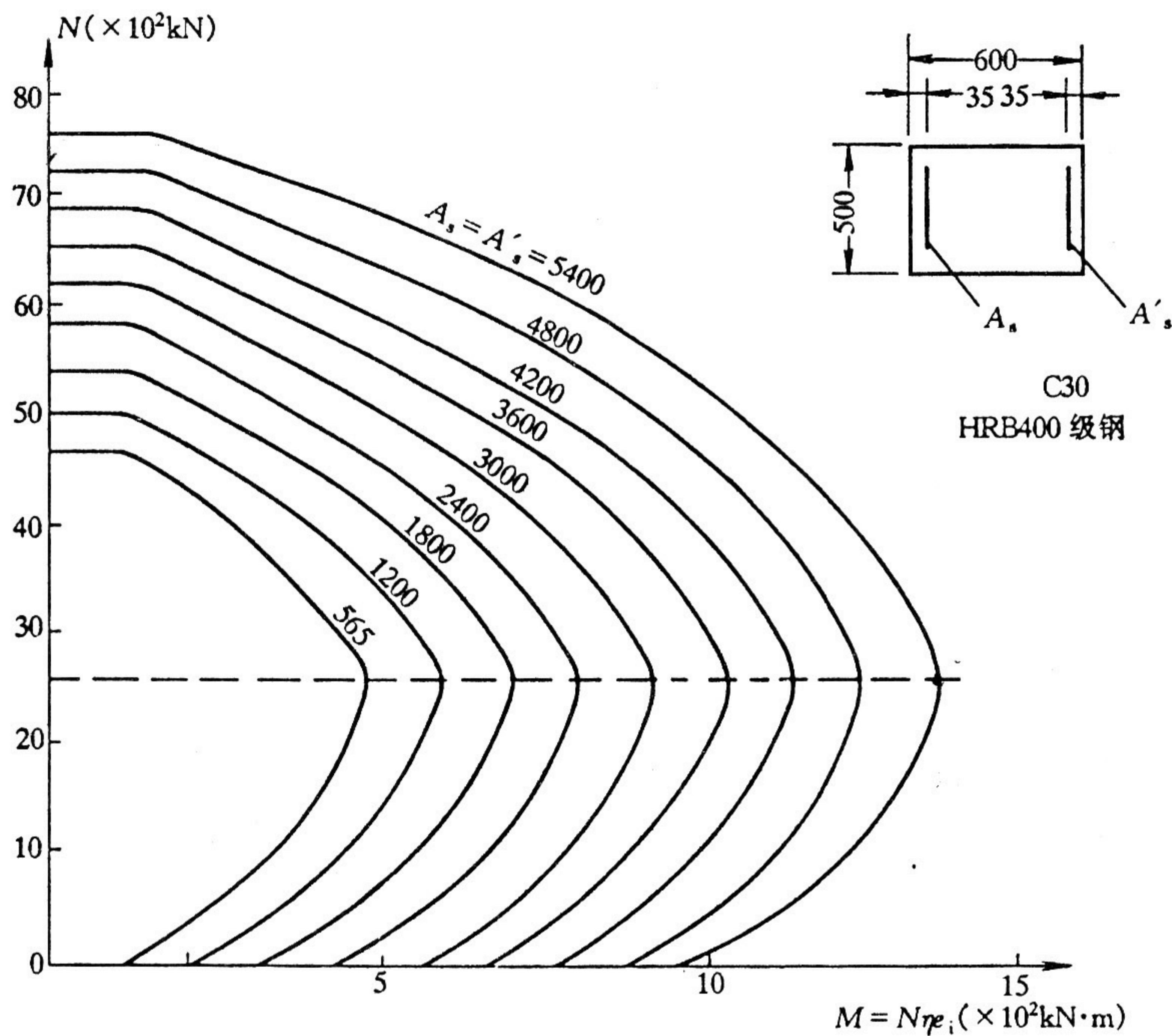


图 6-31 对称配筋时 N_u - M_u (N - M) 相关曲线

6.9.2 对称配筋矩形截面小偏心受压构件的 N_u - M_u 的相关曲线

假定截面为局部受压，将 N_u 、 σ_s 、 $x=\xi h_0$ 代入式 (6-27)，将 N_u 、 $x=\xi h_0$ 代入式 (6-28)，可得

$$N_u = \alpha_1 f_c b h_0 \xi + f'_y A'_{s} - \left(\frac{\xi - \beta_1}{\xi - \beta_1} \right) f_y A_s \quad (6-60)$$

$$N_u e = \alpha_1 f_c b h_0^2 \xi (1 - 0.5\xi) + f'_y A'_{s} (h_0 - a'_{s}) \quad (6-61)$$

将 $A_s = A'_{s}$ 、 $f_y = f'_y$ 代入式 (6-60) 整理后则得

$$N_u = \frac{\alpha_1 f_c b h_0 (\xi_b - \beta_1) - f'_y A'_{s} \xi}{\xi_b - \beta_1} - \left(\frac{\xi_b}{\xi_b - \beta_1} \right) f'_y A'_{s}$$

由上式解得

$$\xi = \frac{\beta_1 - \xi_b}{\alpha_1 f_c b h_0 (\beta_1 - \xi_b) + f'_y A'_{s}} N_u - \frac{\xi_b f'_y A'_{s}}{\alpha_1 f_c b h_0 (\beta_1 - \xi_b) + f'_y A'_{s}} \quad (6-62)$$

$$\text{令 } \lambda_1 = \frac{\beta_1 - \xi_b}{\alpha_1 f_c b h_0 (\beta_1 - \xi_b) + f'_y A'_{s}} \quad \lambda_2 = \frac{\xi_b f'_y A'_{s}}{\alpha_1 f_c b h_0 (\beta_1 - \xi_b) + f'_y A'_{s}} \quad (6-62a)$$

则

$$\xi = \lambda_1 N_u + \lambda_2$$

将式 (6-62a)、式 (6-23) 代入式 (6-61) 可得

$$N_u \left(\eta e_i + \frac{h}{2} - a_s \right) = \alpha_1 f_c b h_0^2 (\lambda_1 N_u + \lambda_2) \left(1 - \frac{\lambda_1 N_u + \lambda_2}{2} \right) + f'_y A'_{s} (h_0 - a'_{s})$$

整理后并注意 $N_u \eta e_i = M_u$ 则得

$$M_u = \alpha_1 f_c b h_0^2 [(\lambda_1 N_u + \lambda_2) - 0.5 (\lambda_1 N_u + \lambda_2)^2] - \left(\frac{h}{2} - a_s \right) N_u + f'_y A'_{s} (h_0 - a'_{s}) \quad (6-63)$$

这就是矩形截面小偏心受压构件对称配筋条件下 N_u - M_u 的相关方程。从式 (6-63) 可以看出， M_u 也是 N_u 的二次函数，但随着 N_u 的增大而 M_u 将减小，如图 6-31 中水平粗虚线以上的曲线所示。

6.9.3 N_u - M_u 相关曲线的特点和应用

整个曲线分为大偏心受压破坏和小偏心受压破坏两个曲线段，其特点是：

- (1) $M_u=0$ ， N_u 最大； $N_u=0$ 时， M_u 不是最大；界限破坏时， M_u 最大。
- (2) 小偏心受压时， N_u 随 M_u 的增大而减小；大偏心受压时， N_u 随 M_u 的增大而增大。

(3) 对称配筋时，如果截面形状和尺寸相同，混凝土强度等级和钢筋级别也相同，但配筋数量不同，则在界限破坏时，它们的 N_u 是相同的（因为 $N_u = \alpha f_c b x_b$ ），因此各条 N_u - M_u 曲线的界限破坏点在同一水平处，见图 6-31 中的虚线。

应用 N_u - M_u 的相关方程，可以对一些特定的截面尺寸、特定的混凝土强度等级和特定的钢筋类别的偏心受压构件，通过计算机预先绘制出一系列图表。设计