

新旧规范钢筋混凝土梁抗剪 强度计算公式对比^{*}

陈 铭 奋

(广州市土地房产管理学校, 广州 510235)

摘 要 对《混凝土结构设计规范》(GBJ10-89)与旧《钢筋混凝土结构设计规范》(TJ10-74)作对比.就均布荷载和集中荷载作用下梁的抗剪强度计算公式及其适用条件进行对比分析,并就公式改变的原因作了分析.

关键词 钢筋混凝土, 受弯构件, 抗剪强度, 均布荷载, 集中荷载

分类号 TU 375.1

在钢筋混凝土受弯构件强度计算中,仅正截面具备足够的抗弯强度是不够的,因为如果剪弯区段的强度不足,也可能在剪弯区发生沿斜截面的剪切破坏或沿斜截面的弯曲破坏.

为防止受弯构件沿斜截面的剪切破坏,设计规范要求通过斜截面抗剪强度计算来复核截面尺寸,确定腹筋配置数量,确保梁的剪弯区有足够抗剪强度,并给出其钢筋混凝土梁斜截面抗剪强度计算公式.

《混凝土结构设计规范》(GBJ10-89)^[1]与旧《钢筋混凝土结构设计规范》(TJ10-74)^[2]相比,其抗剪强度计算公式及其适用条件有较大的改变.

1 矩形 T形及工字形截面一般钢筋混凝土梁的抗剪计算公式

(TJ10-74)与(GBJ10-89)中,其抗剪强度计算公式的推导假设基本相同:

(1) 梁发生剪压破坏时,斜截面所承受的剪力由三部分组成:

$$Q_p = Q_h + Q_k + Q_w = Q_{kh} + Q_v \quad (\text{TJ10-74})$$

$$V_u = V_c + E V_{sv} + V_b = V_{cs} + V_b \quad (\text{GBJ10-89})$$

Q_p, V_u : 梁斜截面破坏时所能承受的总剪力. Q_h, V_c : 混凝土剪压区所能承受的剪力. $Q_k, E V_{sv}$: 与斜裂缝相交的箍筋所能承受的剪力. Q_{kh}, V_{cs} : 箍筋与混凝土共同能承受的剪力. Q_w, V_b : 与斜裂缝相交的弯起钢筋所能承受的剪力.

(2) 梁剪压破坏时,与斜裂缝相交的箍筋和弯起钢筋的拉应力都达到其屈服强度,但要考虑靠近剪压区的腹筋可能达不到屈服强度.

(3) 剪跨比是影响梁斜截面强度的重要因素之一.纵筋的数量对抗剪强度也有影响,但

* 收稿日期: 1997-03-31 陈铭奋,男,47岁,讲师

仅对集中荷载为主的矩形截面独立梁才适当考虑剪跨比的影响。

因此得抗剪强度计算公式

$$KQ \leq Q_p = 0.07 R_a b h_0 + T_{kh} R_g (n a_k / s) h_0 + 0.8 A_w R_w \sin T \quad (\text{TJ10-74})$$

式中 T_{kh} 是一经验系数。

当 $Q_{kh} / R_a b h_0 \leq 0.2$ 时, $T_{kh} = 2.0$, 当 $Q_{kh} / R_a b h_0 \geq 0.3$ 时, $T_{kh} = 1.5$ 。

当 $0.2 < Q_{kh} / R_a b h_0 < 0.3$ 时, $T_{kh} = 3 - 5 Q_{kh} / R_a b h_0$ 。参看图 1。

自 1980 年以来,许多研究小组对均布荷载作用下连续梁和约束梁的抗剪强度作了大量的研究试验,试验表明,试验的实测剪力值比 (TJ10-74) 的计算值偏低。据清华大学某研究小组所作的两批试件 (每批 8 个) 试验结果表明^[3],第一批 8 根试件中,其实测值比 (TJ10-74) 计算值平均降低 16.8%,其降低幅度在 0~24.9% 之间变化。第二批 8 根试件中,其实测值比 (TJ10-74) 计算值平均降低 16.5%,降低幅度在 8.3%~21.5% 之间变化。参看图 2,图中 Q 为试验实测剪力值。

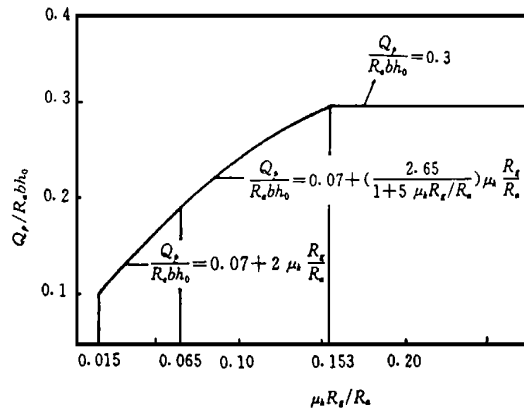


图 1 $Q_p / R_a b h_0$ 与 $\mu_s R_g / R_a$ 关系

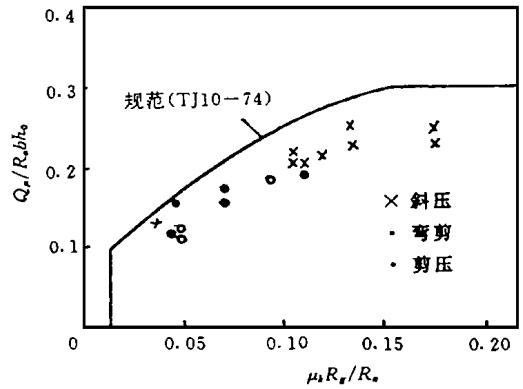


图 2 旧规范公式与实测值比较

而由多间院校科研人员组成的抗剪强度专题研究组的大量试验 (包括 50 多根无腹筋, 100 多根有腹筋连续梁、约束梁和 10 多根仅配弯筋的约束梁的抗剪强度试验) 也表明大部分试件的试验值明显低于 (TJ10-74) 的计算值^[4]。参看图 3,图 3 中 V_{cs} 为实测剪力值。

因此,新规范 (GBJ10-89) 给出斜截面抗剪强度计算公式为:

$$V \leq V_u = V_{cs} + V_b = 0.07 f_c b h_0 + 1.5 f_{yv} (A_{sv} / s) h_0 + 0.8 f_y A_b \sin T$$

新旧规范计算公式明显不同的是原 T_{kh} 系数由一个根据 $Q_p / R_a b h_0$ 而确定的 2~1.5 变量改成一个确定值 1.5 (取 T_{kh} 的下限)。从图 4 可看出此计算公式对这类梁来说是安全的。

如果简单将公式第一项 $Q_h (V_c)$ 看成是无腹筋梁的抗剪强度,从抗剪强度专题研究组的试验结果看,影响其抗剪强度的因素主要是跨高比 (L / h_0),而当 $L / h_0 = 10 \sim 15$ 时 (常用尺寸),均布荷载作用下无腹筋梁的抗剪强度为 $0.07 f_c b h_0$ 是偏于安全的,因此新规范没有变动。

2 集中荷载作用下梁抗剪强度计算公式

(TJ10-74) 中,考虑到集中荷载作用下 (包括作用多种荷载,其中集中荷载对支座截面

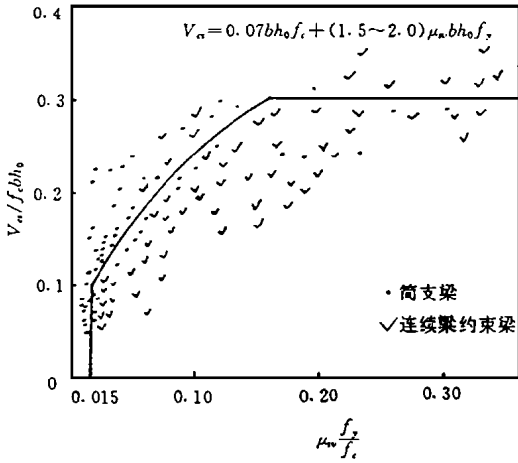


图 3 旧规范公式与实测值比较

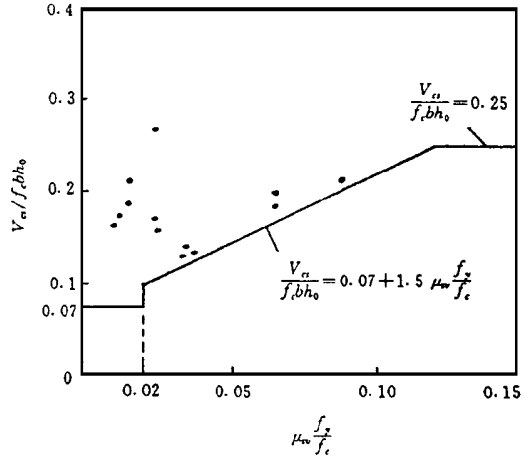


图 4 新规范公式与实测值比较

所产生的剪力值占该截面总剪力值的 75% 以上的情况)剪跨比 $m (M/Qh_0)$ 对梁抗剪强度的影响,给出计算公式:

$$Q \leq Q_p = \frac{0.4}{m+4} R_a b h_0 + T_{kh} R_g \frac{n a_k}{s} h_0 + 0.8 A_w R_w \sin T \quad (TJ10-74)$$

式中 m 为剪跨比.当 $1.7 \leq m < 4$ 时,按实际值计算.当 $m \geq 4$ 时,取 $m = 4$.

据抗剪强度专题研究组的试验结果表明,集中荷载作用下影响梁的抗剪强度的主要原因是剪跨比.抗剪强度随 m 增大而减少.对于无腹筋梁,当 $m > 3$ 时, $V_c / f_c b h_0 - m$ 曲线基本平行于 m 轴,且试验值与均布荷载作用下的试验值均低于 (TJ10-74) 计算值,偏于不安全.

因此,新规范 (GBJ10-89) 对集中荷载作用下的简支梁的抗剪强度计算作出变动:

$$V \leq V_u = \frac{0.2}{\lambda+1.5} f_c b h_0 + 1.25 f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 + 0.8 f_y A_{sb} \sin T \quad (GBJ10-89)$$

式中 λ 为剪跨比. $\lambda < 1.4$, 取 $\lambda = 1.4$; $\lambda > 3$, 取 $\lambda = 3$.

一是混凝土考虑剪跨比的抗剪强度计算式由 $0.4/(m+4)$ 改为 $0.2/(\lambda+1.5)$;二是对箍筋抗剪强度也作了修改,将系数 T_{kh} 改为 1.25.则有

当 $\lambda < 1.4$

$$V \leq V_u = 0.07 f_c b h_0 + 1.25 f_{yv} (A_{sv} / s) h_0 + 0.8 f_y A_{sb} \sin T$$

当 $\lambda > 3$

$$V \leq V_u = 0.045 f_c b h_0 + 1.25 f_{yv} (A_{sv} / s) h_0 + 0.8 f_y A_{sb} \sin T$$

与旧规范 (TJ10-74) 相应公式对比:

当 $m = 1.7$

$$Q \leq Q_p = 0.07 R_a b h_0 + (2 \sim 1.5) R_g (n a_k / s) h_0 + 0.8 A_w R_w \sin T$$

当 $m > 4$

$$Q \leq Q_p = 0.05 R_a b h_0 + (2 \sim 1.5) R_g (n a_k / s) h_0 + 0.8 A_w R_w \sin T$$

从试验值看,改动后的计算公式所确定的抗剪承载力是安全的.参看图 5,图中 V 为计算截面总剪力值.

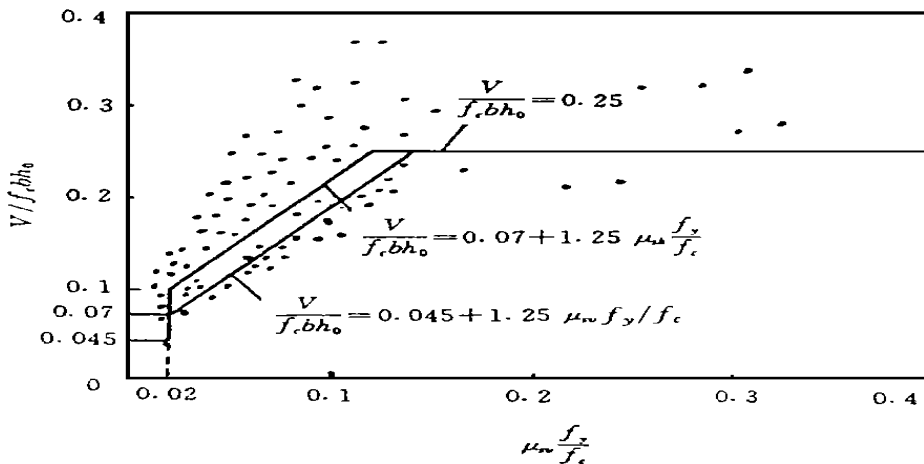


图 5 集中荷载作用新规范公式与实测值比较

3 抗剪公式适用条件

(TJ10-74): $h_f / b \leq 4, KQ \leq 0.3 R_a b h_0$, 属一般梁.

$h_f / b \geq 6, KQ \leq 0.2 R_a b h_0$, 属薄腹梁.

$4 < h_f / b < 6, KQ \leq 0.05 (10 - h_f / b) R_a b h_0$, 得相应最大配箍率:

$$\rho_{k \max} = 0.153 R_a / R_g \quad \text{一般梁} \quad (\text{配箍特征值 } \rho_k R_g / R_{a \max} = 0.153)$$

根据清华大学试验小组的试验结果表明旧规范 (TJ10-74) 所规定的配箍特征值 (0.153) 并不能保证构件不发生斜压破坏. 抗剪强度专题研究组的试验也有类似情况. 因此新规范 (GBJ10-89) 对一般梁的抗剪强度计算公式上限值作出修改:

当 $h_w / b \leq 4$ 时, $V \leq 0.25 f_c b h_0$

当 $h_w / b \geq 6$ 时, $V \leq 0.2 f_c b h_0$

当 $4 < h_w / b < 6$ 时, 按直线插入法取用. 此时相应的最大配箍率:

$$0.25 f_c b h_0 = 0.07 f_c b h_0 + 1.5 f_{yv} (A_{sv} / s) h_0$$

$$\rho_{v \max} = 0.12 f_c / f_{yv}$$

若为集中荷载作用下的简支梁抗剪强度计算公式,

$$0.25 f_c b h_0 = \frac{0.2}{\lambda + 1.5} f_c b h_0 + 1.25 f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0$$

$$\left. \begin{aligned} \text{当 } \lambda = 1.4, \text{ 则有: } \rho_{v \max} &= 0.144 f_c / f_{yv} \\ \text{当 } \lambda = 3, \text{ 则有: } \rho_{v \max} &= 0.164 f_c / f_{yv} \end{aligned} \right\} > 0.12 f_c / f_{yv}$$

那么按新规范 (GBJ10-89) 要求: $\rho_{v \max} = 0.12 f_c / f_{yv}$ 则偏于安全.

抗剪强度专题研究组的试验中, 发现当混凝土强度较低时, 部分试件当配箍特征值 ($\rho_{sv} f_{yv} / f_c$) 在 0.022~ 0.033 之间, 此值已超过旧规范 (TJ10-74) 规定的下限值 (0.015), 试件呈现或接近斜拉破坏. 试验表明 $\rho_{k \min} = 0.015 R_a / R_g$ 时不能防止构件出现斜拉破坏.

因此, 新规范将下限值改为:

$$d_{vmin} = 0.02 f_c / f_{yv}$$

以防止构件在使用荷载下出现裂缝过宽或出现斜拉破坏。

以上新旧规范中抗剪强度计算公式的对比,只限于计算公式相应部分取值方面的变化,还未考虑到钢筋及混凝土两种材料其强度设计值的变化。

经过测算,在同等情况下,一般梁的抗剪箍筋配置数量,新规范(GBJ10-89)的计算结果要增大 20%~30%,以保证梁的剪弯区有足够的抗剪强度。

参 考 文 献

- 1 混凝土结构设计规范 GBJ10-89. 北京: 中国建筑工业出版社, 1989
- 2 钢筋混凝土结构设计规范 TJ10-74. 北京: 中国建筑工业出版社, 1974
- 3 赵光仪, 吴佩刚, 等. 均布荷载作用下钢筋混凝土连续梁抗剪强度研究. 建筑结构, 1987 (5)
- 4 抗剪强度专题研究组. 钢筋混凝土连续梁和约束梁的抗剪强度. 建筑结构学报, 1989 (1)

The Contrast between the New and the Old Standards on Shear Strength Calculating Formulas of Reinforced Concrete Beams

Chen Mingfen^{*}

Abstract The author analyses the difference between the *Concrete Structure Design Standard* (GBJ10-89) and the old *Reinforced Concrete Structure Design Standard* (TJ10-74), and compares the beams' shear strength calculating formulas and their adapting conditions under the distributed load and the concentrated load.

Keywords reinforced concrete, bending member, shear strength, distributed load, concentrated load

^{*} Land and Real Estate Management School, Guangzhou 510235