

許容応力度設計法で設計された
単鉄筋長方形断面の終局限界状態における安全性

不 破 昭

On Safety in the Ultimate Limit State of Singly Reinforced Rectangular Section, designed with Allowable Stress Design Method

Akira FUWA

It would be predicted and has been practically planned that the design method of concrete structures in our country, Japan, would transfer from allowable stress design method to limit state design method, in the near future. We deem that for establishing the new design method, it would be necessarily needed that we should compare it with the allowable stress design method currently enforced, and we should widely check its merits and demerits, on many various points of view as possible as.

Here, in this paper we have practiced to investigate the safety in the ultimate limit state of singly reinforced rectangular section, which is designed with allowable stress design method enforced currently, considering the relationships between both of the two that, 1) the ultimate resistance moment of singly reinforced rectangular section, and 2) the resisting moment of the section by the allowable stress design method.

1. まえがき

コンクリート構造の設計法として、既に、欧米諸国では限界状態設計法あるいは終局強度設計法を採用していることは周知のとおりである。我が国でも、土木学会より昭和58年11月「コンクリート構造の限界状態設計法指針（案）」が出され、この内容をもとに、昭和61年には、コンクリート構造の設計法が許容応力度設計法から限界状態設計法へ移行することが予定されている。

限界状態設計法では、鉄筋コンクリート断面の設計は、一般に断面破壊の終局限界状態に対する安全性から断面を定め、次に、使用限界状態に対する使用性を検討する方法がとられる。この場合、断面の終局破壊抵抗曲げモーメントが断面決定の基本となる。

ここでは、単鉄筋長方形断面の終局破壊抵抗曲げモーメントとその断面の許容応力度設計法による断面抵抗曲げモーメントとの関係を求め、この関係を用いて現行の許容応力度設計法で設計された断面の断面破壊終局限界状態における安全性の検討を行った。

2. 許容応力度設計法による断面抵抗曲げモーメント

幅 b 、有効高さ d 、鉄筋断面積 A_s の単鉄筋長方形断面

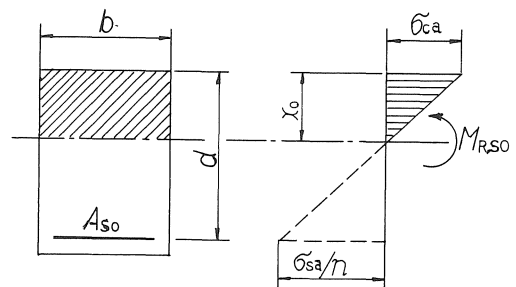


図-1 つりあい断面の応力分布

を考える。コンクリート圧縮応力度および鉄筋引張応力度がそれぞれ許容応力度となるとき鉄筋断面積を A_{so} とよぶこととする。(図-1)

断面のひずみ適合条件より、中立軸比 x_o/d はヤング係数比 $n = 15$ を用い次のように与えられる。

$$\frac{x_o}{d} = \frac{\sigma_{ca}}{\sigma_{ca} + \sigma_{sa}/n} = \frac{n}{n + m_o} = \frac{15}{15 + m_o} \dots\dots\dots(1)$$

ここに、 $m_o = \sigma_{sa}/\sigma_{ca}$

断面のつりあい条件式は次のように書ける。

$$A_{so} \sigma_{sa} = \frac{1}{2} \sigma_{ca} b x_o = \frac{1}{2} \sigma_{ca} b d \frac{15}{15 + m_o}$$

表-1 つりあい鉄筋配置断面

σ_{sa} (kgf/cm ²)	1,400				1,800					
	f_c (")	σ_{ca} (")	m_0 ()	ρ_{so} (%)	$M_{R,so}/bd^2\sigma_{ca}$	f_c (")	σ_{ca} (")	m_0 ()	ρ_{so} (%)	$M_{R,so}/bd^2\sigma_{ca}$
	210	70	20.00	1.071	0.1837	240	80	17.50	1.319	0.1953
	270	90	15.56	1.577	0.2053	300	100	14.00	1.847	0.2140
	210	70	25.71	0.7166	0.1616	240	80	22.50	0.8889	0.1733
	270	90	20.00	1.071	0.1837	300	100	18.00	1.263	0.1928

書換えて

$$\rho_{so} = \frac{A_{so}}{bd} = \frac{7.5}{m_0(15+m_0)} \dots\dots\dots(2)$$

ここに、 ρ_{so} = つりあい鉄筋断面積比

断面抵抗曲げモーメント $M_{R,so}$ は鉄筋断面図心に関するモーメントから、

$$\begin{aligned} M_{R,so} &= \frac{1}{2} \sigma_{ca} b x_0 \left(d - \frac{1}{3} x_0 \right) \\ &= \frac{1}{2} \sigma_{ca} b d^2 \frac{15}{15+m_0} \left(1 - \frac{5}{15+m_0} \right) \\ &= \sigma_{ca} b d^2 \frac{7.5(10+m_0)}{(15+m_0)^2} \\ \frac{M_{R,so}}{bd^2\sigma_{ca}} &= \frac{7.5(10+m_0)}{(15+m_0)^2} \dots\dots\dots(3) \end{aligned}$$

鉄筋許容引張応力度 σ_{sa} が 1,400kgf/cm² および 1,800kgf/cm² の場合に、コンクリート許容圧縮応力度 $\sigma_{ca} = f_c/3$ (ここに、 f_c はコンクリート設計基準強度) を 70, 80, 90 および 100kgf/cm² とした場合のつりあい鉄筋配置断面の性質は表-1 のようである。

実際に断面に配置されている鉄筋断面積比 $\rho_s = A_s/bd$ とつりあい鉄筋断面積比 ρ_{so} との大小関係によって断面応力分布は図-1 に示すものとは異ったものとなる。

鉄筋断面積比 ρ_s が ρ_{so} より小さいならば断面抵抗は鉄

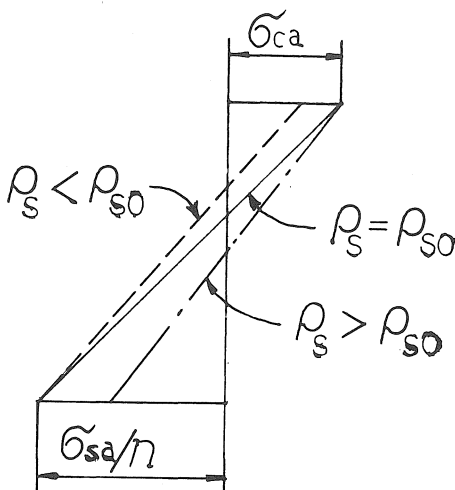


図-2 ρ_s と ρ_{so} との大小関係による応力分布の変化

筋で決定され、コンクリート応力度は σ_{ca} より小さい。もし、 ρ_s が ρ_{so} より大であれば全く逆である。(図-2)

(1) $\rho_s < \rho_{so}$ の場合

断面の曲げ抵抗は鉄筋で決定され $\sigma_s = \sigma_{sa}$ であるが、コンクリート圧縮応力度 σ_c は σ_{ca} より小さい ($\sigma_c < \sigma_{ca}$)。よって鉄筋引張応力度とコンクリート圧縮応力度との比 m は、

$$m = \frac{\sigma_{sa}}{\sigma_c} > m_0 \dots\dots\dots(4)$$

となる。与えられた鉄筋断面積比 ρ_s に対して m を求めると次のようである。

ひずみ適合条件およびつりあい条件式は次のように書ける。

$$x = d \frac{15}{15+m} \dots\dots\dots(5)$$

$$A_s \sigma_{sa} = \frac{1}{2} \sigma_c b d \frac{15}{15+m} \dots\dots\dots(6)$$

(6)式を書換えると、

$$\rho_s m = \frac{7.5}{15+m} \dots\dots\dots(7)$$

$$m^2 + 15m = \frac{7.5}{\rho_s} \dots\dots\dots(8)$$

m の 2 次式を解いて

$$m = \sqrt{7.5^2 + \frac{7.5}{\rho_s}} - 7.5 \dots\dots\dots(9)$$

断面抵抗曲げモーメントは鉄筋断面図心に関するモーメントから、

$$\begin{aligned} M_{R,s} &= \frac{1}{2} \sigma_c b d^2 \frac{15}{15+m} \left(1 - \frac{5}{15+m} \right) \\ &= \sigma_c b d^2 \frac{7.5(10+m)}{(15+m)^2} \dots\dots\dots(10) \end{aligned}$$

(10)式に(7)式を代入して、

$$\begin{aligned} M_{R,s} &= \sigma_c b d^2 \rho_s m \frac{10+m}{15+m} = \sigma_c b d^2 \rho_s \frac{\sigma_{sa}}{\sigma_c} \frac{10+m}{15+m} \\ &= \sigma_{ca} b d^2 \rho_s \frac{\sigma_{sa}}{\sigma_{ca}} \frac{10+m}{15+m} \\ \frac{M_{R,s}}{bd^2\sigma_{ca}} &= \rho_s m_0 \frac{10+m}{15+m} \dots\dots\dots(11) \end{aligned}$$

すなわち、与えられた鉄筋断面積比 ρ_s に対し(9)式を解いて m を求め(11)式に代入して断面抵抗曲げモーメントが定められる。

(2) $\rho_s > \rho_{s0}$ の場合

断面曲げ抵抗はコンクリートによって決定され $\sigma_c = \sigma_{ca}$, $\sigma_s < \sigma_{sa}$ である。よって鉄筋およびコンクリートの応力度比 m は、

$$m = \frac{\sigma_s}{\sigma_{ca}} < m_0 \dots\dots\dots(12)$$

となる。ひずみ適合条件は(5)式で与えられ、つりあい条件式は次のようである。

$$A_s \sigma_s = \frac{1}{2} \sigma_{ca} b d \frac{15}{15+m} \dots\dots\dots(13)$$

書換えて、

$$\rho_s m = \frac{7.5}{15+m}$$

すなわち、 m を求める方式は(9)式と一致する。断面抵抗曲げモーメントは次式で求まる。

$$\begin{aligned} M_{R,S} &= \frac{1}{2} \sigma_{ca} b d^2 \frac{15}{15+m} \left(1 - \frac{5}{15+m}\right) \\ &= \sigma_{ca} b d^2 \frac{7.5(10+m)}{(15+m)^2} = \sigma_{ca} b d^2 \rho_s m \frac{10+m}{15+m} \\ \frac{M_{R,S}}{b d^2 \sigma_{ca}} &= \rho_s m \frac{10+m}{15+m} \dots\dots\dots(14) \end{aligned}$$

与えられた鉄筋断面積比 ρ_s に対する m を(9)式で求め、これを(14)式に代入して断面抵抗曲げモーメントは求められる。

3. 終局破壊抵抗曲げモーメント

終局曲げ破壊状態における圧縮縁コンクリートひずみを0.35%、圧縮応力分布を長方形分布とし、その応力度を $0.85f_c$ 、分布深さを $0.8x$ (ここに、 x は中立軸深さ) と仮定する (図-3)。

終局曲げ破壊状態において断面ひずみが、圧縮縁で $\epsilon_{cu} = 0.35\%$ 、引張鉄筋ひずみが $\epsilon_{sy} = f_{sy}/E_s$ となるような鉄筋断面積を \bar{A}_s と表わすものとする。

ひずみ適合条件式は次のように書ける。

$$\frac{\bar{x}}{d} = \frac{0.35 \times 10^{-2}}{0.35 \times 10^{-2} + f_{sy}/E_s} = \frac{7350}{7350 + f_{sy}} \dots\dots\dots(15)$$

ここに、 f_{sy} = 鉄筋降伏点応力度

E_s = 鉄筋ヤング係数 = $2.1 \times 10^4 \text{ kgf/cm}^2$

断面つりあい条件式は次のように書ける。

$$\begin{aligned} \bar{A}_s f_{sy} &= 0.85 f_c b d \cdot 0.8 \bar{x} = 0.68 f_c b d \frac{7350}{7350 + f_{sy}} \\ &= f_c b d \frac{4998}{7350 + f_{sy}} \dots\dots\dots(16) \end{aligned}$$

書換えて

$$\frac{f_{sy}}{\rho_s f_c} = \frac{\bar{A}_s f_{sy}}{b d f_c} = \frac{4998}{7350 + f_{sy}} \dots\dots\dots(17)$$

すなわち、鉄筋断面積比、材料強度が(17)式を満足するものであれば、終局曲げ破壊状態において、圧縮縁コンクリートひずみはその限界値0.35%に、鉄筋ひずみは鉄筋降伏点ひずみと一致している。この場合の断面終局破壊抵抗曲げモーメントは鉄筋断面図心に関するモーメントから次のように与えられる。

$$\begin{aligned} \bar{M}_{R,U} &= 0.85 f_c b \times 0.8 \bar{x} \left(d - \frac{1}{2} \cdot 0.8 \bar{x}\right) \\ &= 0.68 f_c b d^2 \frac{7350}{7350 + f_{sy}} \left(1 - 0.4 \frac{7350}{7350 + f_{sy}}\right) \end{aligned}$$

(16)式の関係を代入して、

$$\begin{aligned} \bar{M}_{R,U} &= \bar{A}_s f_{sy} d \left(1 - \frac{0.4}{0.68} \bar{\rho}_s \frac{f_{sy}}{f_c}\right) \\ &= \bar{\rho}_s f_{sy} b d^2 \left(1 - 0.5882 \bar{\rho}_s \frac{f_{sy}}{f_c}\right) \end{aligned}$$

表-2 $\bar{\rho}_s$, \bar{M}_{RU} と f_c との関係

f_c (kgf/cm ²)		210	240	270	300
$\bar{\rho}_s$ (%)	S D 30	3.380	3.863	4.346	4.829
	S D 35	2.764	3.159	3.553	3.948
$\frac{\bar{M}_{RU}}{b d^2 f_c}$	S D 30	0.3457	0.3457	0.3457	0.3457
	S D 35	0.3358	0.3358	0.3358	0.3358

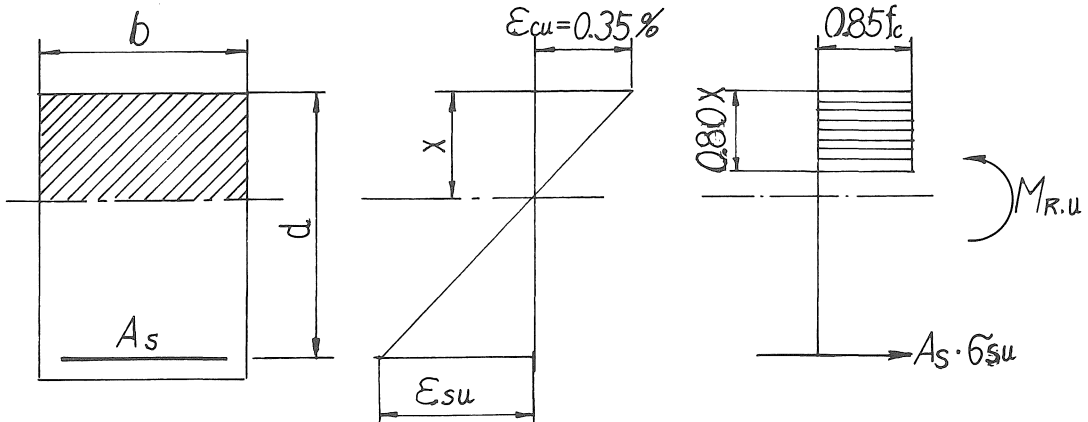


図-3 終局曲げ破壊状態のひずみおよび応力分布

すなわち、終局破壊抵抗曲げモーメントは次のように与えられる。

$$\frac{\bar{M}_{R,U}}{bd^2f_c} = \bar{\rho}_s \frac{f_{sy}}{f_c} (1 - 0.5882\bar{\rho}_s \frac{f_{sy}}{f_c}) \dots\dots\dots(18)$$

鉄筋 SD30($f_{sy} = 3,000\text{kgf/cm}^2$), SD35($f_{sy} = 3,500\text{kgf/cm}^2$) に関して、コンクリートの圧縮強度 f_c を変化させ $\bar{\rho}_s$, $\bar{M}_{R,U}$ を計算すると表-2 のようである。

与えられた ρ_s と $\bar{\rho}_s$ との大小関係によって終局曲げ破壊状態での鉄筋引張応力度には差が生ずる。すなわち、 ρ_s が $\bar{\rho}_s$ より小さいならば、終局曲げ破壊状態において鉄筋ひずみは ϵ_{sy} より大きく、 ρ_s が $\bar{\rho}_s$ より大きければ鉄筋ひずみは ϵ_{sy} より小さく鉄筋は降伏しない。

(1) $\rho_s < \bar{\rho}_s$ の場合

鉄筋ひずみは終局曲げ破壊状態で ϵ_{sy} をこえ、鉄筋応力は降伏点応力度 f_{sy} に等しくなる。よって断面の力のつりあい条件は次のように書ける。

$$A_s f_{sy} = 0.85f_c b \times 0.8x \dots\dots\dots(19)$$

よって中立軸深さ x は次のようである。

$$\frac{x}{d} = 1.4706\rho_s \frac{f_{sy}}{f_c} \dots\dots\dots(20)$$

終局破壊抵抗曲げモーメントは次式で与えられる。

$$\begin{aligned} M_{R,U} &= A_s f_{sy} (d - 0.4x) \\ &= \rho_s b d f_{sy} d (1 - 0.4 \times 1.4706\rho_s \frac{f_{sy}}{f_c}) \\ &= b d^2 \rho_s f_{sy} (1 - 0.5882\rho_s \frac{f_{sy}}{f_c}) \dots\dots\dots(21) \end{aligned}$$

(2) $\rho_s > \bar{\rho}_s$ の場合

終局曲げ破壊状態において、鉄筋は弾性範囲にあり、鉄筋ひずみは $\epsilon_{su} = \sigma_{su}/E_s$ と与えられる。コンクリート圧縮ひずみはその終局値 0.35% に達している。

よってひずみ適合条件式より、

$$\frac{x}{d} = \frac{0.35 \times 10^{-2}}{0.35 \times 10^{-2} + \sigma_{su}/E_s} = \frac{7350}{7350 + \sigma_{su}} \dots\dots\dots(22)$$

断面つりあい条件式は次のようである。

$$\begin{aligned} A_s \sigma_{su} &= 0.85f_c b d 0.8 \frac{7350}{7350 + \sigma_{su}} \\ \rho_s \frac{\sigma_{su}}{f_c} &= \frac{4998}{7350 + \sigma_{su}} \\ \sigma_{su}^2 + 7350\sigma_{su} &= \frac{4998f_c}{\rho_s} \\ \sigma_{su} &= \sqrt{3675^2 + \frac{4998f_c}{\rho_s}} - 3675 \dots\dots\dots(23) \end{aligned}$$

終局破壊抵抗曲げモーメントは次式で与えられる。

$$\begin{aligned} M_{R,U} &= 0.85f_c b 0.8d \frac{7350}{7350 + \sigma_{su}} \\ &\quad (d - 0.4d \frac{7350}{7350 + \sigma_{su}}) \\ &= b d^2 f_c \frac{4998}{7350 + \sigma_{su}} \frac{4410 + \sigma_{su}}{7350 + \sigma_{su}} \end{aligned}$$

$$\frac{M_{R,U}}{bd^2f_c} = \frac{4998(4410 + \sigma_{su})}{(7350 + \sigma_{su})^2} \dots\dots\dots(24)$$

(23)式より与えられた ρ_s , f_c に対して σ_{su} を求め、これを (24)式に代入して終局破壊抵抗曲げモーメントが定められる。

一般の設計では ρ_s が $\bar{\rho}_s$ より大となることは特別な場合を除いてないので、(24)式により $M_{R,U}$ を定めることはほとんどない。

設計が許容応力度設計法によっている場合、現在一般に用いられている許容応力度の範囲にあっては、断面の鉄筋断面積比 ρ_s は表-2 に示す $\bar{\rho}_s$ より小さいのが普通である。すなわち許容応力度設計法によって鉄筋断面積が決定されているとすれば、断面の終局曲げ破壊状態において鉄筋は常に降伏していると考えてよい。もし、疑問のある場合は断面の鉄筋断面積比 ρ_s と表-2 に与える $\bar{\rho}_s$ とを比較することで判断することが可能である。

4. 終局破壊抵抗曲げモーメントと許容応力度設計法による断面抵抗曲げモーメントとの関係

以降、断面に配置されている鉄筋断面積比 ρ_s は SD30 および SD35 に対し、常に表-2 に与えられる $\bar{\rho}_s$ より小さいものと仮定する。すなわち、終局曲げ破壊状態において鉄筋ひずみが常にその降伏ひずみをこえているような鉄筋断面積比を有しているものと仮定する。

鉄筋断面積比 ρ_s が与えられている場合鉄筋およびコンクリート応力度比 m は(9)式によって与えられる。 ρ_s と m との関係は図-4 のようである。図中には、つりあい

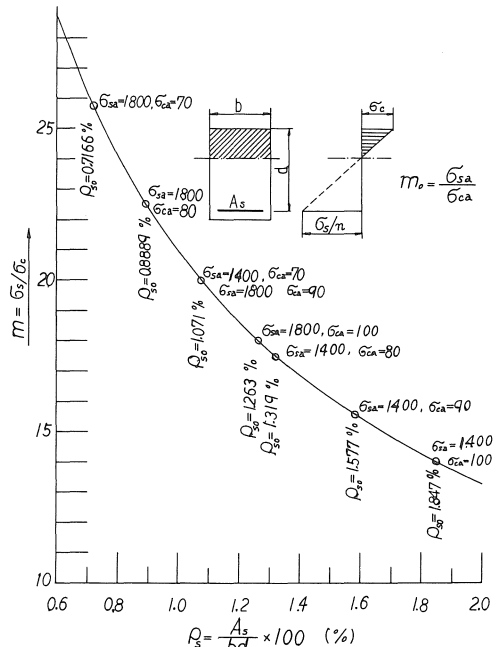


図-4 ρ_s と $m = \sigma_s/\sigma_c$ の関係

鉄筋断面積比 ρ_s と m_0 との関係も表-1 から求めて図示されている。

断面の終局破壊抵抗曲げモーメント $M_{R,U}$ は(2)式によって与えられる。何となれば仮定により $\rho_s < \bar{\rho}_s$ であるからである。

許容応力度設計法による断面抵抗曲げモーメント $M_{R,S}$ は(1)または(4)式で与えられる。よって $M_{R,U}/M_{R,S}$ は次のように与えられる。

(1) $\rho_s < \rho_{s0}$ の場合

$$\frac{M_{R,U}}{M_{R,S}} = bd^2 f_c \rho_s \frac{f_{sy}}{f_c} \left(1 - 0.5882 \rho_s \frac{f_{sy}}{f_c}\right) \times \frac{1}{bd^2 \sigma_{ca} \rho_s m_0}$$

$$= f_{sy} \left(1 - 0.5882 \rho_s \frac{f_{sy}}{f_c}\right) \times \frac{1}{\sigma_{ca} \left(\frac{\sigma_{sa}}{\sigma_{ca}}\right) m_0} \frac{15+m}{10+m}$$

$$\frac{M_{R,U}}{M_{R,S}} = \frac{f_{sy}}{\sigma_{sa}} \frac{15+m}{10+m} \left(1 - 0.5882 \rho_s \frac{f_{sy}}{f_c}\right) \dots\dots\dots(25)$$

(2) $\rho_s = \rho_{s0}$ の場合

$$\frac{M_{R,U}}{M_{R,S}} = \frac{f_{sy}}{\sigma_{sa}} \frac{15+m_0}{10+m_0} \left(1 - 0.5882 \rho_{s0} \frac{f_{sy}}{f_c}\right) \dots\dots\dots(26)$$

(3) $\rho_s > \rho_{s0}$ の場合

$$\frac{M_{R,U}}{M_{R,S}} = bd^2 f_c \rho_s \frac{f_{sy}}{f_c} \left(1 - 0.5882 \rho_s \frac{f_{sy}}{f_c}\right) \times \frac{1}{bd^2 \sigma_{ca} \rho_s m}$$

$$= \frac{f_{sy}}{\sigma_{ca}} \frac{15+m}{m(10+m)} \left(1 - 0.5882 \rho_s \frac{f_{sy}}{f_c}\right) \dots\dots\dots(27)$$

鉄筋は SD30 ($f_{sy} = 3,000 \text{ kgf/cm}^2$) および SD35 ($f_{sy} = 3,500 \text{ kgf/cm}^2$) とした場合、鉄筋断面積比 ρ_s と $\gamma = M_{R,U}/M_{R,S}$ との関係を $f_c = 210 \sim 300 \text{ kgf/cm}^2$ の範囲で図示すると図-5 a, 図-5 b のようになる。図中実線は $\sigma_{sa} = 1,800 \text{ kgf/cm}^2$ として許容応力度設計法により断面抵抗曲げモーメントを求めた場合であり、点線は $\sigma_{sa} = 1,400 \text{ kgf/cm}^2$ として求めた場合である。

鉄筋断面積比 ρ_s が ρ_{s0} より小さい範囲では γ は ρ_s の値に関係なくほとんど一定値であり、 ρ_{s0} より大きい範囲では γ は ρ_s の値と共に増加することとなる。

$\sigma_{sa} = 1,400 \text{ kgf/cm}^2$ に対応する ρ_{s0} より大きい ρ_s に対する γ の値は $\sigma_{sa} = 1,800 \text{ kgf/cm}^2$ の場合と一致する。これは許容応力度設計法による断面抵抗曲げモーメントはコンクリートの許容圧縮応力度 σ_{ca} によって決定されるからである。

図-5 a, 図-5 b より与えられた鉄筋断面積比 ρ_s およびコンクリート圧縮強度 f_c に対し、許容応力度設計法にあたり仮定した鉄筋許容応力度値に応じて γ の値は直ちに求めることが可能となる。

現在、設計基準によっては鉄筋コンクリート部材断面

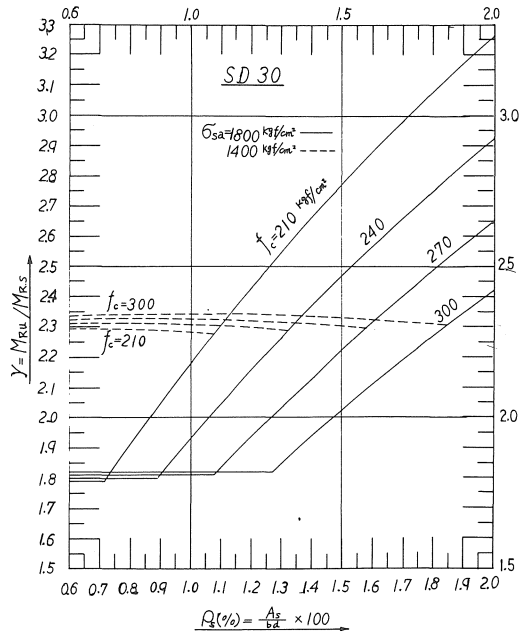


図-5. a ρ_s と $\gamma = M_{RU}/M_{RS}$ の関係

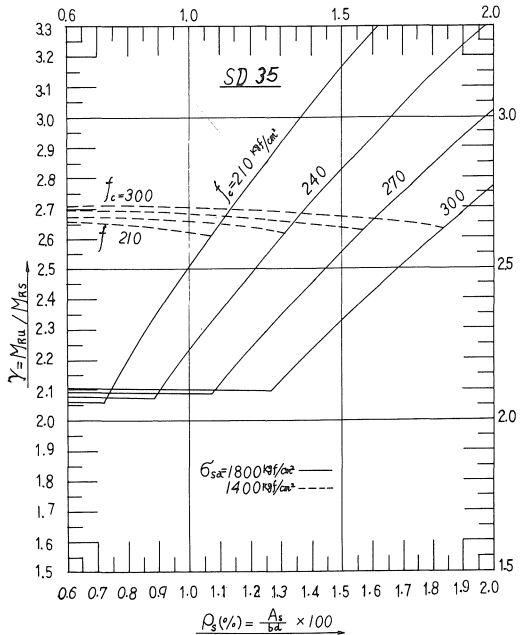


図-5. b ρ_s と $\gamma = M_{RU}/M_{RS}$ の関係

の安全度を許容応力度のみによって確めるものと、許容応力度で確めた上に更に終局曲げ破壊安全度をも確めるものがある。後者では一般に、

$$1.3D + 2.5(L + I) \dots\dots\dots(28)$$

または、

$$1.7(D + L + I) \dots\dots\dots(29)$$

ここに、D = 死荷重, L = 活荷重, I = 衝撃

のいずれか不利な状態での終局曲げ破壊安全度を確かめることが要求されている。

図-5 a, 図-5 b によると許容応力度設計法による場合 γ は常に1.7より大きいので(29)式の条件は満足され

る。すなわち許容応力度で断面の安全を確かめてあるとすれば(29)式の条件は当然満足されるので検討は不要である。

(D+L+I)による曲げモーメントが許容応力度設計法

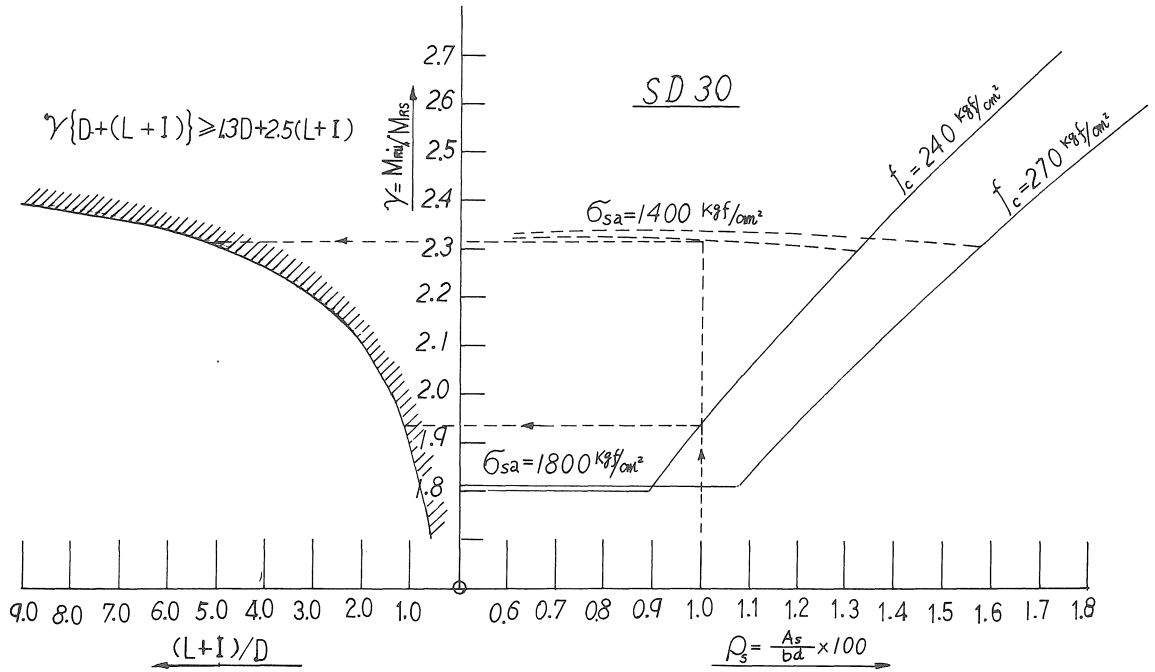


図-6. a (L+D)/D と γ との関係

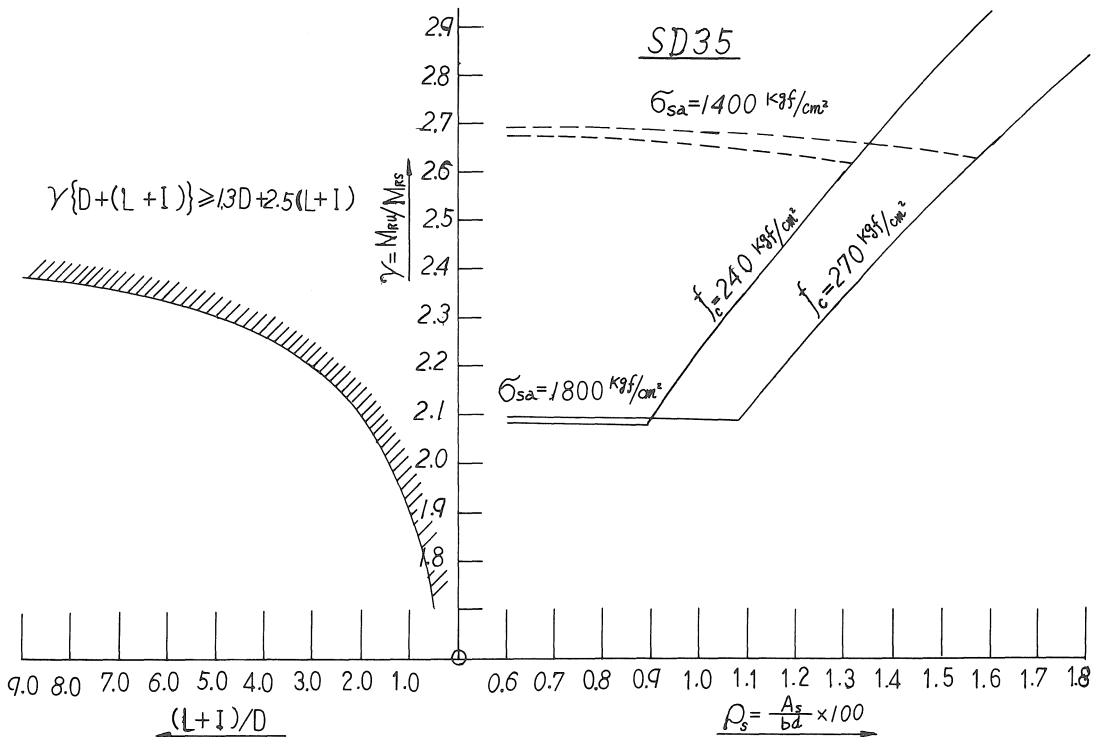


図-6. b (L+D)/D と γ との関係

による断面抵抗曲げモーメント $M_{R,S}$ に等しいものと仮定する。(実際の設計では断面には常に許容応力度に対して多少の余裕があるので、 $(D+L+I)$ による曲げモーメントは $M_{R,S}$ より小さい。) よって(28)式の安全度に関する条件は次のように書ける。

$$1.3D+2.5(L+I) \leq \gamma\{D+(L+I)\} \dots\dots\dots(30)$$

$$(2.5-\gamma)(L+I) \leq (\gamma-1.3)D$$

$$\frac{L+I}{D} \leq \frac{\gamma-1.3}{2.5-\gamma} \dots\dots\dots(31)$$

γ の値が(31)式を満足できるならば、許容応力度で安全を確かめた断面においては(28)式の終局曲げ破壊安全度も当然満足されることとなる。

$(L+I)/D$ と γ との関係を図-6 a, 図-6 b に示す。与えられた $(L+I)/D$ に対して γ の値が図のハッチ区間にあれば(31)式は常に満足され、許容応力度設計法による安全度検討が満足されるならば、常に(28)式に対応する終局破壊安全度もまた満足される。図-6 a, 図-6 b には ρ_s と γ との関係曲線を $f_c = 240\text{kgf/cm}^2$ および 270kgf/cm^2 に対して記入してある。たとえば図-6 a (鉄筋は SD30) において $\sigma_{sa} = 1,800\text{kgf/cm}^2$, $f_c = 240\text{kgf/cm}^2$ の場合で $\rho_s = 1.0\%$ であれば、 $(L+I)/D \leq 1.13$ であるとき許容応力度安全度検討のみで十分である。同様に $\sigma_{sa} = 1,400\text{kgf/cm}^2$ に対しては $(L+I)/D \leq 5.2$ であれば(28)式に対応する終局破壊安全度の検討は必要ないことになる。

5. あとがき

コンクリート構造の新しい設計法を確立するためには、多角度から現行の許容応力度設計法との対比検討を行うことが重要と考えられる。今回は、許容応力度設計法で設計された単鉄筋長方形断面の現行設計基準に示す終局限界状態における安全性について検討を行ったが、他断面形や偏心軸方向力をうける部材等についても検討を行っており次回に発表したいと考えている。

本論文をまとめるに当たり、本学、猪股俊司先生から懇切なご教示を賜ったことを誌上を借りて御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリート・ライブラリー第52号，コンクリート構造の限界状態設計法指針（案），1983
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，I. 共通編・III. コンクリート橋編，1978
- 3) 猪股俊司：鉄筋コンクリート部材断面の終局強度設計法試案，コンクリート工学，19(7)，1981
- 4) 池田尚治・小柳 治・角田与史雄：新体系土木工学32，鉄筋コンクリートの力学，技報堂出版，東京，1982

(受理 昭和59年1月17日)