

(11) 日・中の SRC 構造計算規準の比較

Comparison of SRC Standard between Japan and China

王珩* 三谷 勲** 藤永 隆***

WangHeng, Isao, Mitani, Takashi Fujinaga

*神戸大学大学院生，自然科学研究科（〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1）

**工博，神戸大学教授，工学部建設学科（〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1）

***工修，神戸大学助手，工学部建設学科（〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1）

Recent years high-rise buildings are increasing with the development of infrastructure maintenance in china. And as a kind of hybrid structures SRC structure is adopted in those buildings. In china, the first edition of SRC standard was published and enforced in Jan.2002. In Japan, the first edition of SRC standard was published in 1958 and revised by the 5th edition in 2001. In this paper, we will introduce the SRC standard of China and show the difference between the one of Japan and China.

Keyword: SRC standard, Comparison between Japan and China, Design flow, SRC frame, Sectional flexural strength

1 はじめに

近年の中国では社会基盤整備進展に伴って，多・高層建築物が増えている。それらの建物に適した構造である複合構造－SRC構造が少なからず採用されている。この状況に対応して，中国では2002年1月1日より初版の「鉄骨鉄筋コンクリート複合構造技術基準」が出版・施行された。一方，日本では大正初期にSRC構造物が建設され，1958年に初版の規準が出版され，第五版（2001）に至っている。

周知のことではあるが構造設計において，荷重及び外力の条件は最も基本的なものである。しかし建築物に作用する荷重には地域性があるので，計算方法及び荷重規準は国によって異なる。本報では荷重規準，材料，構造の細則及び計算の流れなどについて，日本・中国のSRC構造計算規準の違いを紹介する。またSRC梁の耐力について例を示す。

2 比較

2.1 術語

中国の規準

1、Steel Reinforced Concrete

Composite Structures

コンクリートの中に鉄骨(圧延或は溶接)と鉄筋を用いる構造である。

2、設計地震級別

seismic fortification intensity

設計地震級別と基本地震加速度との関係

級別	6度	7度	8度	9度
基本地震 加速度	0.05g	0.1g (0.15g)	0.2g (0.3g)	0.4g

注：gは重力加速度である。

日本の規準

1、Steel Reinforced Concrete Structures

鉄骨鉄筋コンクリート構造とは，鉄骨の周りに鉄筋を配し，コンクリートを打ち込んだもので，鉄骨・鉄筋の比率に関係なく鉄骨コンクリート構造から鉄筋コンクリート構造に近いものまですべて包含している。

2、地域係数

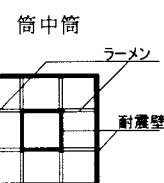
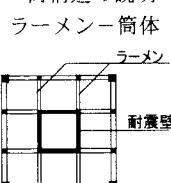
中国の地震級別は日本の地域係数に対応している。

3、耐震級別

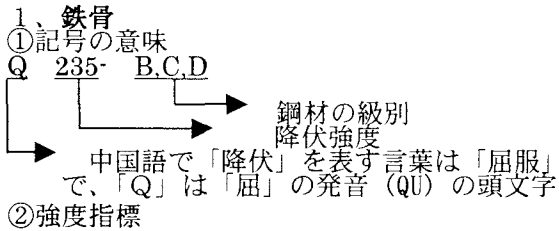
構造類型		設計地震級別							
		6		7		8		9	
ラーメン構造	建物の高 (m)	≤25	>25	≤35	>35	≤35	>35	≤25	>25
	ラーメン	四	二	二	二	二	二	二	二
	建物の高 (m)	≤50	>50	≤60	>60	≤80	>80	≤25	>25
	ラーメン	四	二	二	二	二	二	二	二
耐震壁構造	耐震壁	二	二	二	二	二	二	二	二
	建物の高 (m)	≤60	>60	≤80	>80	≤35	>35	≤25	>25
	一般耐震壁	四	二	二	二	二	二	二	二
	一般耐震壁の底部の強化部位	二	二	二	二	二	二	二	二
筒体構造	ラーメン層のラーメン	二	二	二	二	二	二	二	二
	ラーメン	二	二	二	二	二	二	二	二
	筒体	二	二	二	二	二	二	二	二
	筒中筒	二	二	二	二	二	二	二	二

注：鉄骨鉄筋コンクリート複合構造の耐震設計には設計地震級別、構造類型と建築物の高さによって耐震級別が分類されている。級別毎に計算方法と構造細目が規定されている。

筒構造の説明



2.2 材料



鋼材の許容応力度、許容応力度の基準値、引張強度 (N/mm²)

鋼材型号	鋼材厚 (mm)	許容応力度		許容応力度の基準値	引張強度
		引張、圧縮、曲げ	せん断	引張、圧縮、曲げ	
Q235	≤16	215	125	235	375
	>16~40	205	120	225	375
	>40~60	200	115	215	375
	>60~100	190	110	205	375
Q345	≤16	315	185	345	470
	>16~35	300	175	325	470
	>35~50	270	155	295	470
	>50~100	250	145	275	470

③溶接継ぎ手の許容応力度

継目の許容応力度 (N/mm²)

鋼材 型号	板厚	突合溶接継目の許容応力度				隅肉溶接継 目の許容応 力度 引張、圧縮 せん断 f_t^*
		圧縮 f_c^*	引張、曲げ f_t^*		せん断 f_v^*	
			一級、二級	三級		
Q235	≤16	215	215	185	125	160
	16-40	205	205	175	120	160
	40-60	200	200	170	115	160
	60-100	190	190	160	110	160
Q345	≤16	315	315	270	185	200
	16-35	300	300	255	175	200
	35-50	270	270	230	155	200
	50-100	250	250	210	145	200

注：一級、二級と三級は継目品質級別である。

④定数

鉄骨の定数

ヤング係数E (N/mm ²)	せん断弾性係数G (N/mm ²)	線膨張係数α (1/℃)
2.06×10 ⁵	79×10 ³	12×10 ⁻⁶

⑤降伏比の限界値

中国では降伏比の逆数、即ち「強屈比」で表している。強屈比≥1.2 (即ち、降伏比≤5/6)

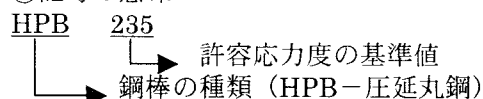
⑥高力ボルト

高力ボルトの設計ボルト張力 (kN)

呼び	M16	M20	M22	M24	M27	M30
10.9級	100	155	190	225	290	355

2、鉄筋

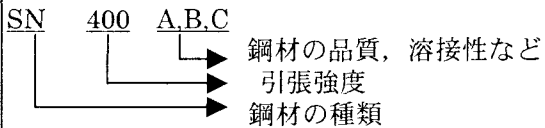
①記号の意味



日本の規準

1、鉄骨

①記号の意味



②強度指標

鋼材の許容
応力度
(N/mm²)

長期		短期
引張・圧縮・曲げ	せん断	
F/1.5	F/1.5√3	長期の1.5倍

F 値
(N/mm²)

鋼材種別		F	
		厚≤40mm	厚>40mm
建築構造用	SN400A SN400B SN400C	235	215
	SN490B SN490C	325	295
一般構造用	SS400 STK400 STKR400 SSC400	235	215
	SS490	275	255
	SS540	370	—
溶接構造用	SM400 SMA400	235	215
	SM490 SM490Y SMA490 STKR490 STK490	325	295
	SM520	355	335

③溶接継ぎ手の許容応力度

隅肉溶接および部分の溶込み溶接の許容応力度は接合される母材の許容せん断応力度とする。

突合せ溶接の許容応力度は接合される母材の許容応力度とする。

異種鋼材を溶接する場合には接合される母材の許容応力度のうち小さいほうの値をとる。

④定数

鉄骨の定数

ヤング係数E (N/mm ²)	せん断弾性係数G (N/mm ²)	線膨張係数α (1/℃)
2.05×10 ⁵	79×10 ³	10×10 ⁻⁶

⑤降伏比の限界値

降伏比≤0.8 (即ち、強屈比≥1.2)

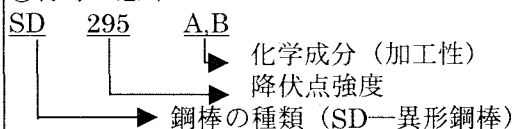
⑥高力ボルト

高力ボルト (F10T) の設計ボルト張力 (kN)

呼び	M16	M20	M22	M24
設計ボルト張力	104	160	200	233

2、鉄筋

①符号の意味



②定数 鉄筋のヤング係数 (N/mm²)

種 類	Es
I 級鉄筋	2.1×10^5
II 級鉄筋	2.0×10^5
III 級鉄筋	2.0×10^5

③強度指標

鉄筋許容応力度、許容応力度の基準値 (N/mm²)

種 類	基準値	許容応力度 引張と圧縮
HPB235	235	210
HRB335	335	300
HRB400	400	360

3. コンクリート

① 強度指標

コンクリートの許容応力度の基準値、許容応力度 (N/mm²)

強度級別	許容応力度の基準値		許容応力度	
	圧縮	引張	圧縮	引張
C30	20	2	15	1.5
C35	23.5	2.25	17.5	1.65
C40	27	2.45	19.5	1.8
C45	29.5	2.6	21.5	1.9
C50	32	2.75	23.5	2
C55	34	2.85	25	2.1
C60	36	2.95	26.5	2.2

②定数

鋼種に関わらず次の値を採用する。

$$Es=2.05 \times 10^5 \text{ N/m}$$

③強度指標

鉄筋の許容応力度 (N/mm²)

種 類	長 期		短 期	
	引張と圧縮	せん断補強	引張と圧縮	せん断補強
SR235	160	160	235	235
SR295	160	200	295	295
SD295A,B	200	200	295	295
SD345	220(200)	200	345	345
SD390	220(200)	200	390	390

3. コンクリート

①強度指標

コンクリートの許容応力度 (N/mm²)

種類	長期		短期	
	圧縮	引張	圧縮	引張
普通	$1/3 \cdot F_c$	—	長期の値の2倍	—
軽量1種と2種				

注：F_c はコンクリートの設計基準強度 (N/mm²) を表す。

2.3 設計の基本規定

1. 構造種類の適用

鉄骨鉄筋コンクリート構造には構造全体に鉄骨鉄筋コンクリート構造を用いる構造もあり、構造の部分に用いる構造もある。この二つの構造はラーメン構造、ラーメン耐震壁構造、最下層大空間の壁式構造、ラーメン核心筒構造と筒中筒構造に適用する。

2. 設計の原則

①剛性の評価

i 構造応力とひずみの計算に際し、鉄骨鉄筋コンクリート造梁と柱の断面曲げ剛性、軸方向剛性とせん断剛性は鉄筋コンクリートと鉄骨部分の剛性の和とする。

ii 構造応力とひずみを計算するとき、周辺に鉄骨を配置された鉄筋コンクリート耐震壁の断面剛性は同じ断面の鉄筋コンクリート耐震壁として計算することができる。周辺に鉄骨鉄筋コンクリート柱を配置した鉄筋コンクリート耐震壁の曲げ剛性と軸方向剛性は柱の鉄骨をコンクリートの面積に換算して、その面積をフランジ面積の一部とした H 形断面によって計算することができる。ただし、せん断剛性は柱鉄骨のウェブのみを換算して計算する。

日本の規準

1. 構造種類の適用

日本の規準は建築物の主要骨組がすべて鉄骨鉄筋コンクリート構造の場合のほか、鉄骨構造または鉄筋コンクリート構造と複合した構造形式における鉄骨鉄筋コンクリート構造の部分および鋼管コンクリート構造の部分、ならびにこれらの接合部の構造計算に適用する。

2. 設計の原則

① 剛性の評価

i 応力および変形の計算に用いる部材の剛性は、弾性剛性に立脚して求める。ただし、応力が大きい部分についてはその剛性を適切に低下させる。

ii 応力および変形の計算に用いる部材の剛性は、鋼材の影響が小さい場合にはコンクリートの全断面について求めてよい。

iii 柱梁接合部、ハンチの部分、腰梁／垂れ壁の接している柱の部分、およびそで壁が接している梁の部分などは、適切な長さを持った剛域と考える。ただし、この影響が小さい場合には、これを無視して求めた応力を適切に増大させる。

②許容応力度についての設計式

非耐震設計: $\gamma_0 S \leq R$

耐震設計: $S \leq R / \gamma_{RE}$

S: 荷重の組み合わせの設計値。

γ_0 : 部材の重要性係数で、安全級別の一級、二級と三級の部材に対して、 γ_0 はそれぞれ1.1、1.0と0.9とする。

R: 部材の許容耐力。

γ_{RE} : 許容耐力の耐震調整係数で、その数値は次の表による。

②許容応力度についての設計式

荷重および部材の外力の組み合わせの設計値 $\leq$ 許容耐力

- i 外力の設計値及び部材の許容耐力には長期と短期がある。
- ii 長期の設計値は地震力を考えていない。短期の設計値は地震力を考えている。

許容耐力の耐震調整係数

部材種類	断面耐力の計算				斜断面耐力の計算	連 接
	梁	柱	耐震壁	筋かい	各種部材及びラーメン節点	溶接及びボルト
γ_{RE}	0.75	0.8	0.85	0.85	0.85	0.9

注: 軸圧比が0.15より小さい偏心圧縮柱の許容耐力の耐震調整係数は梁の値を用いる。

③層間変位角の限界値

層間変位角の限界値

構造形式	建物高H		
	H ≤ 150m	H ≥ 250m	150m < H < 250m
ラーメン耐震壁、ラーメン筒体	1/800	1/500	直線補間法で決める
耐震壁のラーメン層	1/1000		

③層間変位角の限界値

建築基準法施行令の82条により、特定建築物の層間変位角が1/200（地震力による構造耐力上主要な部分の変形によって特定建築物の部分に著しい損傷が生じる恐れのない場合にあつては、1/120）以内であることを確かめなければならない。「特定建築物＝昭55建告1790」

2.4 構造細目

1、鉄筋

主な要求は《コンクリート構造設計規準》と同じ。特別な説明はつぎの通りである。

①主筋の最小直径: 16mm

②主筋と鉄骨の最小空き: 30mm

③地震の作用を受ける鉄骨鉄筋コンクリート複合構造の部材には閉鎖形のあばら筋を採用すべきである。なお、あばら筋の端部は135°フック付きで、余長は直径の10倍以上とする。

④かぶり厚さ

各部位の最外側鉄筋のかぶり厚 (mm)

環境種類		一	二		三
			a	b	
板、壁、	C25-C45	15	20	25	30
梁	≤C20	30	—	—	—
	C25-C45	25	30	35	40
	≥C50	25	30	30	35
柱	≤C20	30	—	—	—
	C25-C45	30	30	35	40
	≥C50	30	30	30	35

環境種類の説明 一: 屋内環境 二a: 高湿度屋内及び屋外 二b: 凍結融解が繰り返される環境 三: 軽い腐蝕が生じる可能性はある環境

日本の規準

1、鉄筋

主な要求は《コンクリート構造設計規準》と同じ。特別な説明はつぎの通りである。

①主筋の最小直径: 13mm (異形)

②主筋と鉄骨の最小空き: 25mm かつ

③粗骨材の最大寸法の1.25倍以上とする。

④かぶり厚さ

各部位の最外側鉄筋の設計かぶり厚 (mm)

部位			被り厚さ
土に接しない部分	屋根スラブ	屋内	30
	非耐力壁	屋外	40
	梁、柱、耐力壁	屋外	50
	擁壁		50
土に接する部分	柱・梁・床スラブ・耐力壁		50
	基礎・擁壁		70

2、鉄骨

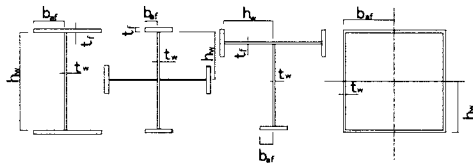
①かぶり厚さ

梁に対して、鉄骨の最小被り厚さは100mm以上として、鉄骨フランジの最外縁と梁の両側との距離の和は断面幅の1/3以上とする。
柱に対して、鉄骨の被り厚さは120mmの以上とする。

②鉄骨の幅厚比

鉄骨の幅厚比の限界値

種類	梁		柱	
	b_{af}/t_f	h_w/t_w	b_{af}/t_f	h_w/t_w
Q235	<23	<107	<23	<96
Q345	<19	<91	<19	<81



幅厚比の説明図

2、鉄骨

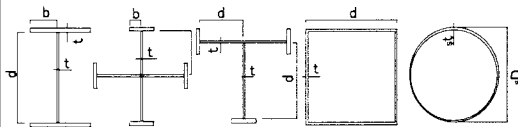
①かぶり厚さ

梁で120mm程度と、柱で150mm程度とする。

②鉄骨の幅厚比

鉄骨の幅厚比の限界値

種類	b/t	d/t	d/t	d/t	D_s/t
SN400,SS400,SM400,SLA400, STK400,STKR400,SCW410-CF	23	107	96	72	150
SS490,SCW480-CF	21	99	88	66	129
SN490,SM490,SM490Y,SLA490, STK490,STKR490,SCW490-CF	20	91	81	61	109
SM520,SCW520-CF	19	87	78	59	100



幅厚比の説明図

2.5 設計フロー

中国の設計フロー

i 許容応力度に基づく設計

- 1 荷重および外力とその組み合わせを決定する。
 - 2 荷重および外力とその組み合わせによって、部材の応力及び変形を算定する。
 - 3 「部材の許容応力度 $\geq$ 荷重および外力とその組み合わせによって生じる応力度」
この式によって、構造各部を算定する。
 - 4 せん断降伏より曲げ降伏が先行することを確保するため、断面のせん断耐力を検討する。
 - ①断面のせん断力の設計値を求める。
 - ②断面の制御によって部材の「斜圧壊」を防ぐ。
 - ③断面のせん断耐力の制御によって部材の「せん断圧縮破壊」を防ぐ。
- ii 二次設計はない。

日本の設計フロー

i 許容応力度に基づく設計

- 1 荷重および外力とその組み合わせを決定する。
 - 2 荷重および外力とその組み合わせによって、部材の応力及び変形を算定する。
 - 3 「部材の許容応力度 $\geq$ 荷重および外力とその組み合わせによって生じる応力度」
この式によって、構造各部を算定する。
- ii 保有水平耐力の検討
- 1 必要水平耐力を算定する。
 - 2 部材および接合部の終局耐力を算定する。
 - 3 保有水平耐力を算定する。
 - 4 保有水平耐力が必要保有水平耐力より大きいことを確認する。

2.6 梁の許容曲げ耐力の中日比較（耐震設計）

中国規準の中に梁の許容曲げ耐力は中立軸がウェブ内にあるとし、フランジ厚さを無視して求める。設計式（耐震設計）は以下の通りである。

引張合力点まわりの釣り合い

$$M \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} \left[f_c b x \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) + f_y' A_s' (h_0 - a_s') + f_a A_{af}' (h_0 - a_a') + M_{aw} \right] \quad (1)$$

軸力の釣り合い

$$f_c b x + f_y' A_s' + f_a A_{af}' - f_y A_s - f_a A_{af} + N_{aw} = 0 \quad (2)$$

$\delta_1 h_0 < 1.25x$, $\delta_2 h_0 > 1.25x$ のとき、即ち、中立軸が鉄骨ウェブせいの範囲内であるとき

$$N_{aw} = [2.5\xi - (\delta_1 + \delta_2)] t_w h_0 f_a \quad (3)$$

式②と③を用いて、コンクリートの圧縮領域高(x)が求められる。同時にxはつぎの条件を満足する必要がある。

$$x \leq \xi_b h_0 \quad (4)$$

$$x \geq a'_a + t_f \quad (5)$$

ここに

$$\xi_b = \frac{0.8}{1 + \frac{f_y + f_a}{2 \times 0.003 E_s}} \quad (6)$$

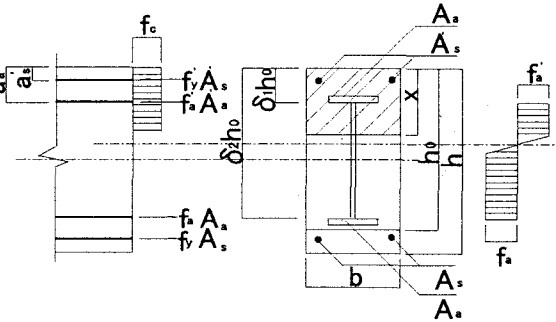
xが④と⑤の条件を満足する場合には、次の式を用いることができる。

$$M_{aw} = [1/2 (\delta_1^2 + \delta_2^2) - (\delta_1 + \delta_2) + 2.5\xi - (1.25\xi)^2] t_w h_0^2 f_a \quad (7)$$

M_{aw} とxが定まると、①式の右辺より断面の許容曲げ耐力は求めることができる。

ここに

- f_c ——コンクリートの許容圧縮応力度；
- b ——コンクリートの断面幅；
- x ——コンクリート圧縮領域高さ；
- h_0 ——鉄骨の引張フランジと引張主筋の合力点からコンクリートの圧縮最外縁までの距離；
- f_y ——鉄筋の許容圧縮応力度；
- A_s ——圧縮鉄筋の断面積；
- a_s ——圧縮縁から圧縮主筋合力点までの距離；
- f_a ——鉄骨の圧縮強度設計基準値；
- A_{af} ——鉄骨圧縮フランジの断面積；
- a_a ——圧縮縁から鉄骨の圧縮フランジ重心までの距離；

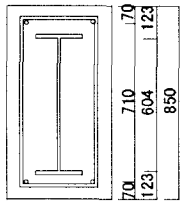


ラーメン梁の断面曲げ耐力の計算図

M_{aw} ——引張フランジと縦方向引張鉄筋の合力点に関する鉄骨ウェブ曲げモーメント；

- f_y ——鉄筋の許容引張応力度；
- A_s ——引張鉄筋の断面積；
- f_a ——鉄骨の引張り強度設計基準値；
- A_{af} ——鉄骨引張りフランジの断面積；
- N_{aw} ——鉄骨ウェブに作用する主筋方向の合力；
- ξ ——相対圧縮領域高さ $\xi = x / h_0$ ；
- ξ_b ——相対限界圧縮領域高さ $\xi_b = x_b / h_0$ ；
- x_b ——釣り合い鉄筋比を持つ断面の圧縮領域高さ；
- δ_1 ——圧縮区域ウェブの端点から圧縮最外縁までの距離と h_0 の比；
- δ_2 ——引張区域ウェブの端点から圧縮最外縁までの距離と h_0 の比；
- t_w ——鉄骨ウェブの厚さ；
- t_f ——鉄骨フランジの厚さ；
- h_w ——鉄骨ウェブの高さ；
- E_s ——鉄筋のヤング係数；

以上の流れにより、次の断面条件において、両国の計算式を用いて断面の曲げ耐力を求める。



鉄骨：H-604×200×11×19 $Z = 2.81 \times 10^6 \text{ mm}^3$

SM490 降伏強度 $f_b = 325 \text{ N/mm}^2$

(中国のQ345に相当する。 $f'_a = f_a = 300 \text{ N/mm}^2$)

鉄筋：上端 2-D25 下端 2-D25 SD295 降伏強度 295 N/mm^2

(中国のHRB335に相当する。 $f_y = f'_y = 300 \text{ N/mm}^2$)

計算式②と③よりコンクリート圧縮領域高さ(x)を求める。

ここに

$$h_0 = 850 - \frac{123 + 70}{2} = 753.5(\text{mm}) \quad \xi = \frac{x}{h_0} \quad a'_s = 70\text{mm}$$

$$\delta_1 = \frac{123 + \frac{19}{2}}{753.5} = 0.1758 \quad \delta_2 = \frac{123 + 604 - \frac{19}{2}}{753.5} = 0.952 \quad a'_a = 123\text{mm}$$

以上のパラメータより、 $x = 187\text{mm}$ が得られる。

x の検討

$$\text{相対限界圧縮区高さ } \xi_b = \frac{0.8}{1 + \frac{300 + 300}{2 \times 0.003 \times 2.06 \times 10^5}} = 0.54 \quad \xi_b h_0 = 407\text{mm}$$

$$a'_a + t_f = 123 + 19 = 142\text{mm}$$

したがって、 x は式④と⑤に満たすので、式⑦を用いることができる。

$$M_{aw} = -253\text{kN} \cdot \text{m}$$

式①の右辺より、断面の許容曲げ耐力が求められる。

$$\gamma_{RE} \cdot M_u = 1506\text{kN} \cdot \text{m} \quad (\text{梁の場合は } \gamma_{RE} = 0.75 \text{ とする})$$

日本の規準ではその断面の許容曲げ耐力は累加強度式によって求める。

$$\text{断面の許容耐力式} \quad M_0 = {}_sM_0 + {}_rM_0$$

ここに

${}_sM_0$ —— 鉄骨の許容曲げ耐力；

${}_rM_0$ —— 鉄筋コンクリートの許容曲げ耐力；

次に短期許容曲げ耐力を求める。

$$\text{鉄骨部分の短期許容曲げ耐力は} \quad {}_sM_0 = {}_s z \cdot {}_s f_b = 2.81 \times 10^6 \times 325 = 913(\text{kN} \cdot \text{m})$$

$$\text{RC 部分の短期許容曲げ耐力は} \quad {}_rM_0 = 1014 \times 295 \times (850 - 70) \times (7/8) = 204(\text{kN} \cdot \text{m})$$

$$\text{したがって断面の短期許容曲げ耐力は} \quad M_0 = {}_sM_0 + {}_rM_0 = 913 + 204 = 1117(\text{kN} \cdot \text{m})$$

$$\text{なお、断面全塑性曲げ耐力は} \quad M_u = 1582(\text{kN} \cdot \text{m})$$

3 その他

一 中国の規準における柱の軸力比の制限値

地震力を受ける柱の変形能力を確保するために、中国の規準は柱の軸力比を制限している。鉄骨の変形能力を考慮する軸力比の計算式は次である。

$$\frac{N}{f_c A_c + f_a A_a}$$

ここに

N ：軸力；

$f_c A_c$ ：コンクリートの許容圧縮耐力；

$f_a A_a$ ：鉄骨の許容圧縮耐力；

制限値は実験によって得られる。その値を次の表に示す。

柱の軸力比の制限値

構造類型	帯筋形式	耐震級別		
		一級	二級	三級
ラーメン構造	複合帯筋	0.65	0.75	0.85
ラーメンー耐震壁ラーメンー筒体	複合帯筋	0.7	0.8	0.9
ラーメン支え構造	複合帯筋	0.6	0.7	0.8

注：せん断スパン比が2以下である柱の制限値は表より0.05を減らす。

日本の規準の中で、軸力制限値の計算式は次式である。

$$\text{ここに} \quad N_l = \frac{1}{3} b D F_c + \frac{2}{3} {}_s A {}_s f_c$$

N_l ：柱の制限軸力。

b ：断面幅。

D ：断面の全せい。

F_c ：コンクリートの設計基準強度。

${}_s A$ ：鉄骨部分の断面積。

${}_s f_c$ ：鉄骨の許容圧縮応力度。

二 中国の規準における柱梁接合部せん断耐力の考え方

接合部の耐力設計式は次式の通りである。

一級耐震級別

$$V_j \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} \left[k_1 \phi_j \eta_j f_c b_j h_j + f_{yv} \frac{A_{sv}}{S} (h_0 - a_s') + k_2 f_a t_w h_w \right]$$

二級耐震級別

$$V_j \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} \left[\phi_j \eta_j \left(k_1 + 0.05 \frac{N}{f_c b_c h_c} \right) f_c b_j h_j + f_{yv} \frac{A_{sv}}{S} (h_0 - a_s') + k_2 f_a t_w h_w \right]$$

ここに

V_j : せん断力の設計値；

k_1, k_2 : 実験より定められた係数で、接合部形式より与える。SRC 梁と SRC 柱 $k_1=0.3$ $k_2=0.58$ ；SRC 柱と RC 梁 $k_1=0.14$ $k_2=0.2$ ；SRC 柱と S 梁 $k_1=0.25$ $k_2=0.58$ 。

ϕ_j : 接合部の位置影響係数で、一般層の中柱接合部 $\phi_j=1$ ；一般層の隅柱と側柱および最上層の中柱 $\phi_j=0.7$ ；最上層の隅柱と側柱 $\phi_j=0.4$ 。

N : 柱の軸力設計値で、 $N > 0.5 f_c b_c h_c$ のとき $N = 0.5 f_c b_c h_c$ 。

b_j : 接合部の幅。

h_j : 接合部のせい。

A_{sv} : b_j 範囲中の帯筋の断面積和。(ほかのパラメータは前に参照する。)

接合部のせん断耐力はコンクリート、帯筋と鉄骨で負われている。鉄骨の拘束よりコンクリートのせん断耐力が増大する。二級耐震設計式の中には柱軸力の増大がコンクリートのせん断耐力に寄与することが考えられる。しかし、その利点は $0.5 f_c b_c h_c$ 以内に制限される。一級耐震設計式ではその有利を考慮しない。

三 中国の規準における柱脚の考え方

SRC 柱の柱脚は埋め込み型とする。埋め込み深さは鉄骨断面せいの三倍以上とする。同時に柱脚部と第一層の鉄骨柱のフランジ外側にはスタッドを設置するのがよい。そのスタッドの直径は 19mm 以上、スタッドの空きは 200mm 以上とする。なお、スタッドからフランジ縁までの距離は 50mm 以上とする。

参考文献

(中国の文献)

- 1) 鉄骨鉄筋コンクリート複合構造技術規準 JGJ138—2001
- 2) コンクリート構造設計規範 GB50010—2002
- 3) 建築耐震設計規範 GB50011—2001
- 4) 建築構造荷重規範 GB50009—2001

(日本の文献)

- 5) 日本建築学会：鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 2001 年 1 月
- 6) 日本建築学会：鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説—許容応力度設計法 1999 年 11 月