

4-4 鉄骨部の保有耐力
 (3) 保有耐力とF値の算定

a) X Iゾーン (2通り)

2階各節点での終局時応力

	部位	M	単位		F値	ヒンジのM
風下	M I	65.5	[kN・m]	柱頭弦材座屈	2.20	65.5
	M II	0.0	[kN・m]	柱脚定着部	1.30	0.0
風上	M III	-29.2	[kN・m]	柱頭弦材座屈	2.20	63.5
	M IV	0.0	[kN・m]	柱脚定着部	1.30	0.0

保有水平耐力

$$Q_u = \min[(M I + M II) / H, Q_c] + \min[(M III + M IV) / H, Q_c]$$

$$(+M I + M II) / H = 9.5 \text{ [kN]} < Q_{su1} \rightarrow H = 6.917 \text{ [m]} Q_{su1} = 71.0 \text{ [kN]} \quad \text{ラチス耐力}$$

$$(+M III + M IV) / H = -4.2 \text{ [kN]} < Q_{su2} \rightarrow H = 6.917 \text{ [m]} Q_{su2} = 71.0 \text{ [kN]} \quad \text{ラチス耐力}$$

$$\therefore Q_u = 9.5 + -4.2 = 5.2 \text{ [kN]}$$

F値の算定

$$F = \frac{F I \times M I + F II \times M II + F III \times M III + F IV \times M IV}{M I + M II + M III + M IV}$$

$$= \frac{2.2 \times 65.5 + 1.3 \times 0 + 2.2 \times 63.5 + 1.3 \times 0.0}{65.5 + 0 + 63.5 + 0.0}$$

$$= 2.20$$

b) X IIゾーン (3通り)

2階各節点での終局時応力

	部位	M	単位		F値	ヒンジのM
風下	M I	65.5	[kN・m]	柱頭弦材座屈	2.20	65.5
	M II	0.0	[kN・m]	柱脚定着部	1.30	0.0
風上	M III	-29.2	[kN・m]	柱頭弦材座屈	2.20	63.5
	M IV	0.0	[kN・m]	柱脚定着部	1.30	0.0

保有水平耐力

$$Q_u = \min[(M I + M II) / H, Q_c] + \min[(M III + M IV) / H, Q_c]$$

$$(+M I + M II) / H = 9.5 \text{ [kN]} < Q_{su1} \rightarrow H = 6.917 \text{ [m]} Q_{su1} = 71.0 \text{ [kN]} \quad \text{ラチス耐力}$$

$$(+M III + M IV) / H = -4.2 \text{ [kN]} < Q_{su2} \rightarrow H = 6.917 \text{ [m]} Q_{su2} = 71.0 \text{ [kN]} \quad \text{ラチス耐力}$$

$$\therefore Q_u = 9.5 + -4.2 = 5.2 \text{ [kN]}$$

F値の算定

$$F = \frac{F I \times M I + F II \times M II + F III \times M III + F IV \times M IV}{M I + M II + M III + M IV}$$

$$= \frac{2.2 \times 65.5 + 1.3 \times 0 + 2.2 \times 63.5 + 1.3 \times 0.0}{65.5 + 0 + 63.5 + 0.0}$$

$$= 2.20$$

c) XⅢゾーン(11通り)

1階各節点での終局時応力

	部位	M	単位		F値	ヒンジのM
風下	MⅠ	65.7	[kN・m]	柱頭弦材座屈	2.20	69.5
	MⅡ	0.0	[kN・m]	柱脚定着部	1.30	0.0
風上	MⅢ	66.5	[kN・m]	梁端弦材座屈	2.20	66.5
	MⅣ	0.0	[kN・m]	柱脚定着部	1.30	0.0

保有水平耐力

$$Q_u = \min[(MⅠ+MⅡ)/H, Q_c] + \min[(MⅢ+MⅣ)/H, Q_c]$$

$$(+MⅠ+MⅡ)/H = 9.5 \text{ [kN]} < Q_{su1} \rightarrow H = 6.917 \text{ [m]} Q_{su1} = 71.0 \text{ [kN]} \quad \text{ラチス耐力}$$

$$(+MⅢ+MⅣ)/H = 9.6 \text{ [kN]} < Q_{su2} \rightarrow H = 6.917 \text{ [m]} Q_{su2} = 71.0 \text{ [kN]} \quad \text{ラチス耐力}$$

$$\therefore Q_u = 9.5 + 9.6 = 19.1 \text{ [kN]}$$

F値の算定

$$F = \frac{FⅠ \times MⅠ + FⅡ \times MⅡ + FⅢ \times MⅢ + FⅣ \times MⅣ}{MⅠ + MⅡ + MⅢ + MⅣ}$$

$$= \frac{2.2 \times 69.5 + 1.3 \times 0 + 2.2 \times 66.5 + 1.3 \times 0.0}{69.5 + 0 + 66.5 + 0.0}$$

$$= 2.20$$

d) Y Iゾーン (A通り)

各階での保有耐力[kN]

階	1- 2通り 間	10-11通り 間	保有耐力 合計	F 値
2 階	61.8	61.8	123.6	2.20
1 階	67.5	67.5	135.0	2.20

筋交いの終局耐力は母材で決定されるので $F = 2.20$ となる。

(4) 保有耐力指標 q 値・構造耐震指標 I_s 値の算定

a) X Iゾーン (2通り)

1階

$$\begin{aligned} W &= 109.7 \text{ [kN]} \\ A_i &= 1.00 \\ F &= 2.20 \\ Z &= 1.00 \\ F_{es} &= 1.00 \\ R_t &= 1.00 \\ Q_u &= 5.2 \text{ [kN]} \end{aligned}$$

$$E_o = \frac{Q_u \times F}{A_i \times W} = (5.2 \times 2.20) / (1.00 \times 109.7) = 0.11$$

$$I_s = \frac{E_o}{F_{es} \times Z \times R_t} = 0.105 / (1.00 \times 1.00 \times 1.00) = 0.11$$

$$q = \frac{Q_u}{0.25 \times F_{es} \times W \times R_t \times A_i} = 5.2 / (0.25 \times 1.00 \times 109.7 \times 1.00 \times 1.00) = 0.19$$

b) X IIゾーン (3通り)

1階

$$\begin{aligned} W &= 98.2 \text{ [kN]} \\ A_i &= 1.000 \\ F &= 2.20 \\ Z &= 1.00 \\ F_{es} &= 1.00 \\ R_t &= 1.00 \\ Q_u &= 5.2 \text{ [kN]} \end{aligned}$$

$$E_o = \frac{Q_u \times F}{A_i \times W} = (5.2 \times 2.20) / (1.00 \times 98.2) = 0.12$$

$$I_s = \frac{E_o}{F_{es} \times Z \times R_t} = 0.118 / (1.00 \times 1.00 \times 1.00) = 0.12$$

$$q = \frac{Q_u}{0.25 \times F_{es} \times W \times R_t \times A_i} = 5.2 / (0.25 \times 1.00 \times 98.2 \times 1.00 \times 1.00) = 0.21$$

c) X IIIゾーン (11通り)

1階

$$\begin{aligned} W &= 162.4 \text{ [kN]} \\ A_i &= 1.00 \\ F &= 2.20 \\ Z &= 1.00 \\ F_{es} &= 1.00 \\ R_t &= 1.00 \\ Q_u &= 19.1 \text{ [kN]} \end{aligned}$$

$$E_o = \frac{Q_u \times F}{A_i \times W} = (19.1 \times 2.20) / (1.00 \times 162.4) = 0.26$$

$$I_s = \frac{E_o}{F_{es} \times Z \times R_t} = 0.259 / (1.00 \times 1.00 \times 1.00) = 0.26$$

$$q = \frac{Q_u}{0.25 \times F_{es} \times W \times R_t \times A_i} = 19.1 / (0.25 \times 1.00 \times 162.4 \times 1.00 \times 1.00) = 0.47$$

d) Y Iゾーン (A通り)

2階

$$W = 399.4 \text{ [kN]}$$

$$A_i = 1.15$$

$$F = 2.20$$

$$Z = 1.00$$

$$F_{es} = 1.00$$

$$R_t = 1.00$$

$$Q_u = 123.6 \text{ [kN]}$$

$$E_o = \frac{Q_u \times F}{A_i \times W} = (123.6 \times 2.20) / (1.15 \times 399.4) = 0.590$$

$$I_s = \frac{E_o}{F_{es} \times Z \times R_t} = 0.590 / (1.00 \times 1.00 \times 1.00) = 0.590$$

$$q = \frac{Q_u}{0.25 \times F_{es} \times W \times R_t \times A_i} = 123.6 / (0.25 \times 1.00 \times 399.4 \times 1.00 \times 1.15) = 1.07$$

1階

$$W = 585.4 \text{ [kN]}$$

$$A_i = 1.00$$

$$F = 2.20$$

$$Z = 1.00$$

$$F_{es} = 1.00$$

$$R_t = 1.00$$

$$Q_u = 135.0 \text{ [kN]}$$

$$E_o = \frac{Q_u \times F}{A_i \times W} = (135.0 \times 2.20) / (1.00 \times 585.4) = 0.507$$

$$I_s = \frac{E_o}{F_{es} \times Z \times R_t} = 0.507 / (1.00 \times 1.00 \times 1.00) = 0.507$$

$$q = \frac{Q_u}{0.25 \times F_{es} \times W \times R_t \times A_i} = 135.0 / (0.25 \times 1.00 \times 585.4 \times 1.00 \times 1.00) = 0.92$$

(6) 耐震性能の判定

「屋内運動場等の耐震性能診断基準」（平成18年度版）に基づき構造耐震指標： I_s ならびに q 指標の算定値を検討した結果、耐震性能の判定は以下のようである。

別表第1

構造耐震指標 I_s 及び q 指標		構造耐力上主要な部分の地震に関する安全性
(1)	I_s が 0.75 以上の場合 かつ q が 1.0 以上の場合	倒壊の危険性が低く、原則として補強の対象としないが、局所的な地形等による地震入力の増幅や脆性的破壊モードが予想される場合などは、適切な耐震性能の増強を図る。
(2)	(1) 及び (3) 以外の場合	倒壊の危険性があるので、補強が必要である。
(3)	I_s が 0.3 未満の場合 または q が 0.5 未満の場合	倒壊の危険性が高い。

a) X I ゾーン (2 通り)

2 通り (2, 10 通りを代表) は 「倒壊の危険性が高い」と判定される。

方向	階	I_s 値	CT・SD	q 値	評価
(張間2通り)	1	0.11		0.19	(3)

b) X II ゾーン (3 通り)

10 通り (3~9 通りを代表) は 「倒壊の危険性が高い」と判定される。

方向	階	I_s 値	CT・SD	q 値	評価
(張間3通り)	1	0.12		0.21	(3)

c) X III ゾーン (11 通り)

11 通り (1, 11 通りを代表) は 「倒壊の危険性が高い」と判定される。

方向	階	I_s 値	CT・SD	q 値	評価
(張間11通り)	1	0.26		0.47	(3)

d) Y I ゾーン (A 通り)

A 通り (A, G 通りを代表) は 「倒壊の危険性が低い」と判定される。

方向	階	I_s 値	CT・SD	q 値	評価
(桁行A通り)	2	0.59		1.07	(2)
	1	0.51		0.92	(2)

- e) 下屋ゾーン (X方向)
11' 12通りの合計は

「倒壊の危険性が高い」と判定される。

方向	階	I s 値	CT・SD	q 値	評価
(X方向)	1	0.54		2.14	(3)

- f) 下屋ゾーン (Y方向)
A~F通りの合計は

「倒壊の危険性が低い」と判定される。

方向	階	I s 値	CT・SD	q 値	評価
(張間11通り)	1	1.15		4.60	(1)