

3. 圧縮部材

3.1 圧縮材の強度

構造用部材の局部座屈を考慮した軸方向圧縮強度は、式(3.1)に示す値を標準とする。

$$P_{cu} = A_g Q_c F_u \left[1 - (1 - \phi_c) \frac{\bar{\lambda}_c}{\bar{\lambda}_{c0}} \right] \quad (\bar{\lambda}_c \leq \bar{\lambda}_{c0}) \quad (3.1.1)$$

$$P_{cu} = \frac{\phi_c A_g Q_c F_u}{2 \bar{\lambda}_c^2} \left[\beta_c - \sqrt{\beta_c^2 - 4 \bar{\lambda}_c^2} \right] \quad (\bar{\lambda}_c > \bar{\lambda}_{c0}) \quad (3.1.2)$$

$$\text{ただし,} \quad \beta_c = 1 + \alpha_c (\bar{\lambda}_c - \bar{\lambda}_{c0}) + \bar{\lambda}_c^2 \quad (3.2)$$

ここに、

P_{cu} : 部材の軸方向圧縮強度 (N)

ϕ_c : 圧縮部材の部材強度係数で、断面形状および製作過程により表 3.2 より選択する。

A_g : 照査する断面の断面積 (mm²)

F_u : 材料規定で与えられる設計基準強度 (N/mm²)

$$\bar{\lambda}_c : \text{細長比パラメータ, } \bar{\lambda}_c = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{Q_c F l}{E r}} \quad (3.3)$$

l : 部材の有効座屈長(mm)で、両端ピンの支持条件の場合の部材長 L を基準とし、部材両端の支持条件に応じて表 3.1 に示す値を標準とする。ただし、拘束が不十分と考えられる場合には、その値を適切な値まで増大させるものとする。

r : 着目する部材軸に関する総断面積の断面 2 次半径(mm)

$\bar{\lambda}_{c0}$: 限界細長比パラメータで、断面形状および製作過程により表 3.2 より選択する。

α_c : 柱の初期不整係数で、表 3.2 より選択する。

E : 鋼のヤング係数, $E=2.0 \times 10^5$ (N/mm²)

$$Q_c : \text{局部座屈を生ずる短柱の無次元強度, } Q_c = \frac{\sum (\sigma_{cup} A_{fc})}{A_g F_u} \quad (3.4)$$

σ_{cup} : 断面を構成する両縁支持板、片縁支持板、補剛板および鋼管について鋼構造設計指針 1) の 5.4.5 に示す計算式で求めた局部座屈強度 (N/mm²)

A_{fc} : σ_{cup} を計算した板要素または鋼管の断面積(mm²)

Σ : 断面を構成する板要素の総和。

表 3.1 部材の有効座屈長

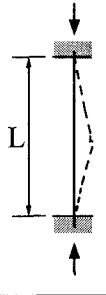
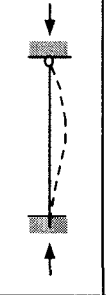

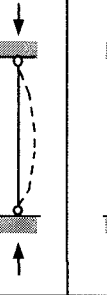
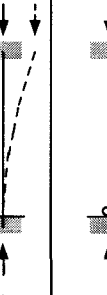
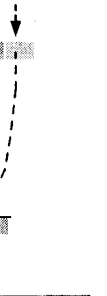
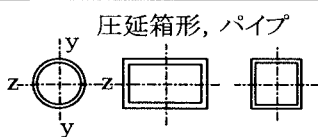
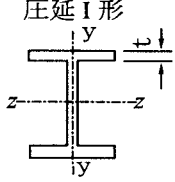
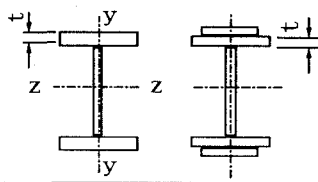
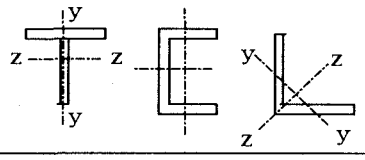
		1	2	3	4	5	6	
座屈波形が点線のような場合 L: 部材長(mm)								
有効座屈長の理論値 l		0.5L	0.7L	L	L	2L	2L	
支持条件	上端	回転	固定	自由	固定	自由	自由	固定
		水平変位	固定	固定	自由	固定	自由	自由
	下端	回転	固定	固定	固定	自由	固定	自由
		水平変位	固定	固定	固定	固定	固定	固定

表 3.2 鋼柱断面の区分と強度パラメータ

断面	座標軸	グループ	α_c	λ_{∞}	ϕ_c
 圧延箱形, パイプ 溶接箱形	両軸とも	1	0.089	0.2	0.957
 圧延 I 形	$t \leq 40\text{mm}$ 両軸とも	1	0.089	0.2	0.957
	$t > 40\text{mm}$ 両軸とも	3	0.432	0.2	0.924
 溶接 I 形	$t \leq 40\text{mm}$ 両軸とも	2	0.224	0.2	0.924
	$t > 40\text{mm}$ 両軸とも	3	0.432	0.2	0.924
 T形, みぞ形, 山形	両軸とも	2	0.224	0.2	0.924
その他	両軸とも	3	0.432	0.2	0.924

3.2 圧縮部材の照査

軸方向圧縮力を受ける部材の照査は、次の式により行うものとする。

$$\frac{P_d}{P_{cu}} \leq 1 \quad (3.5)$$

ここに、 P_d : 安全率を考慮した設計軸方向力 (N)。

【解説】 短柱部材の限界状態は全断面の降伏あるいは構成板の局部座屈によって決まるから、部材強度として局部座屈を考慮した断面強度を用いる必要がある。ここでは、有効幅の概念に基づく断面強度の評価法を用いた式 (3.4) で与えているが、隣接板間の相互作用の影響は無視されている。既往の研究²⁾では、構成板要素の幅厚比パラメータを関数として断面強度の評価式を直接与える方法も提案されている。

中間柱と長柱部材の限界状態は部材全体の曲げ座屈によって支配され、部材強度は断面形状のほか初期曲がりや残留応力などの影響を受けて変動するため、初期不整を考慮した非線形解析および数多くの実験結果をもとに、設計に用いる耐荷力曲線が提案されてきた。表 3.2 に示す鋼柱断面区分に基づく 3 本の耐荷力曲線は、既往の実験データの平均値強度に相当する式として提案³⁾されたものである。道路橋示方書の基準耐荷力は、図 3.1 のようにグループ 3 の耐荷力曲線とよく適合しているが、ばらつきのある実測強度のほぼ下限にあたるものとしている。さらに、断面の構成板として大きな幅厚比を用いた場合には局部座屈の影響による耐荷力の低下を考慮する必要があることから、式 (3.1) のように Q-factor 法²⁾を用いて評価している。

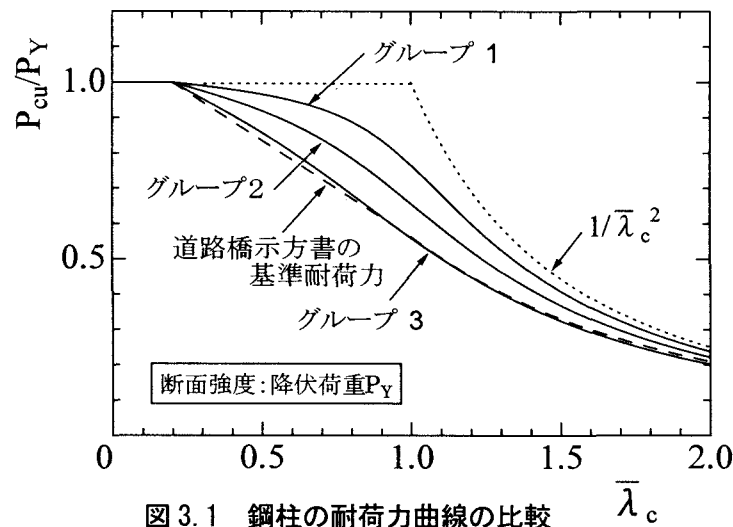


図 3.1 鋼柱の耐荷力曲線の比較 λ_c

参考文献

- 1) 土木学会：鋼構造物設計指針 PART A 一般構造物，1997.5.
- 2) Fukumoto, Y.: Structural Stability Design - Steel and Composite Structures-, Pegamon, 1997.
- 3) 福本昉士，伊藤義人：座屈実験データによる鋼柱の基準強度に関する実証的研究，土木学会論文報告集，No.335号，pp.59-68，1983.7.