

鋼構造物の設計 (9)

第3部: 鋼構造部材の設計

3.5 柱部材: 局部座屈

教科書 第8章



Damage Cases in Steel Bridge Piers
In the 1995 Hyogo-ken Nanbu Earthquake

鋼構造部材

Steel Structural Components

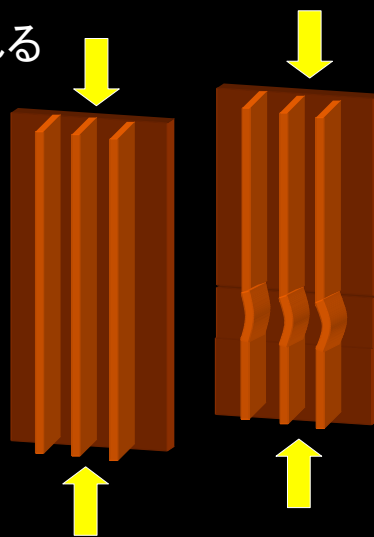
鋼板要素を集成して構成される

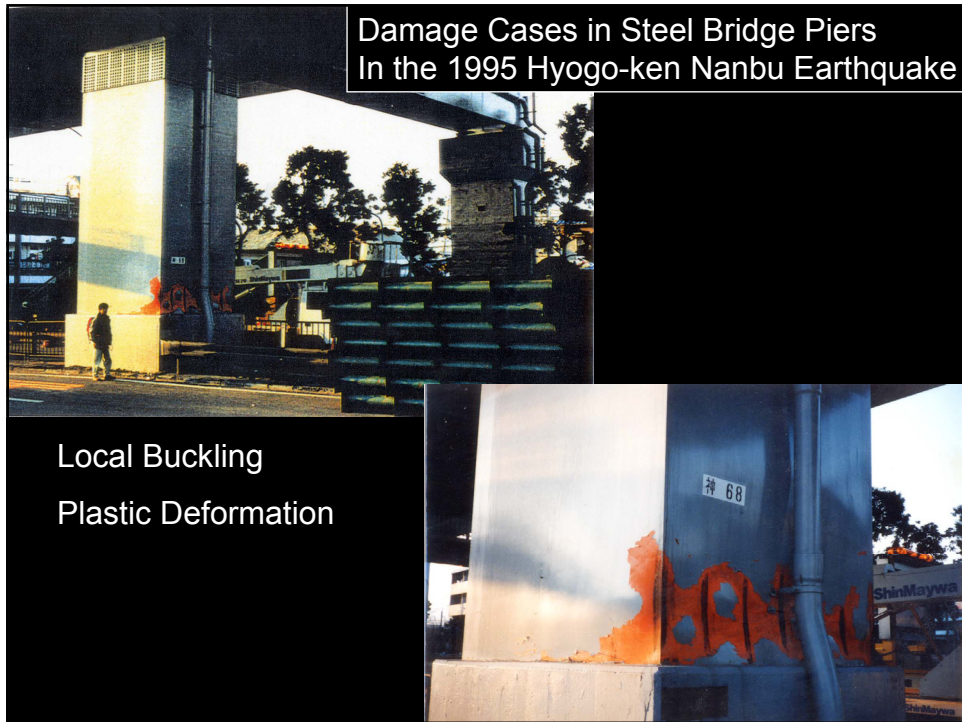
鋼板要素の座屈

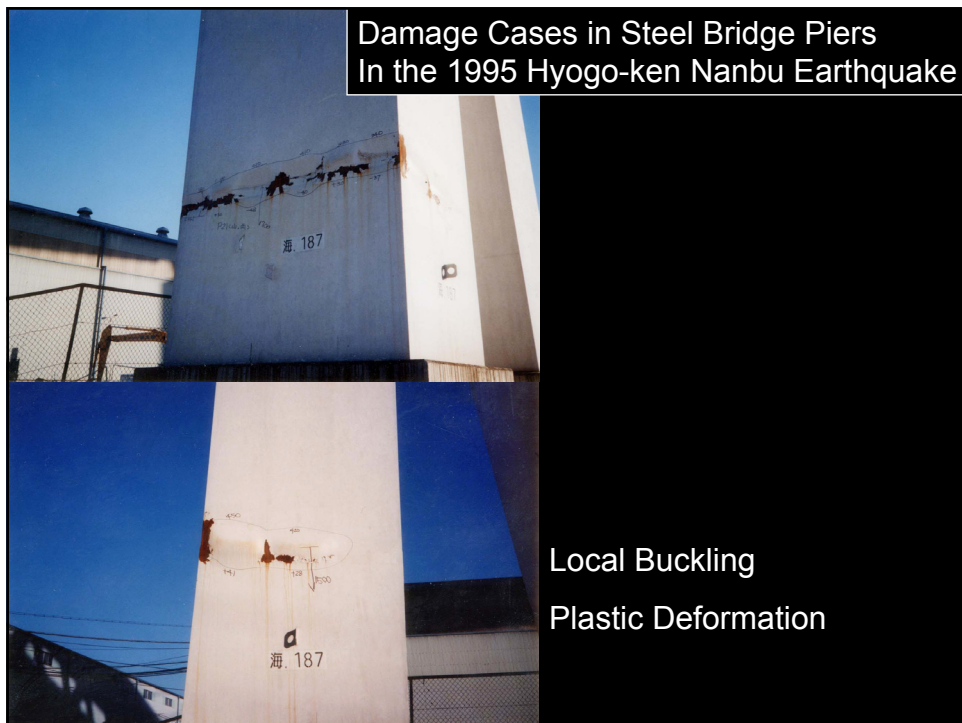


柱としての機能の
低下・喪失

柱としての座屈(全体座屈)
鋼板要素の座屈(局部座屈)
の関係を考える.









Local Buckling

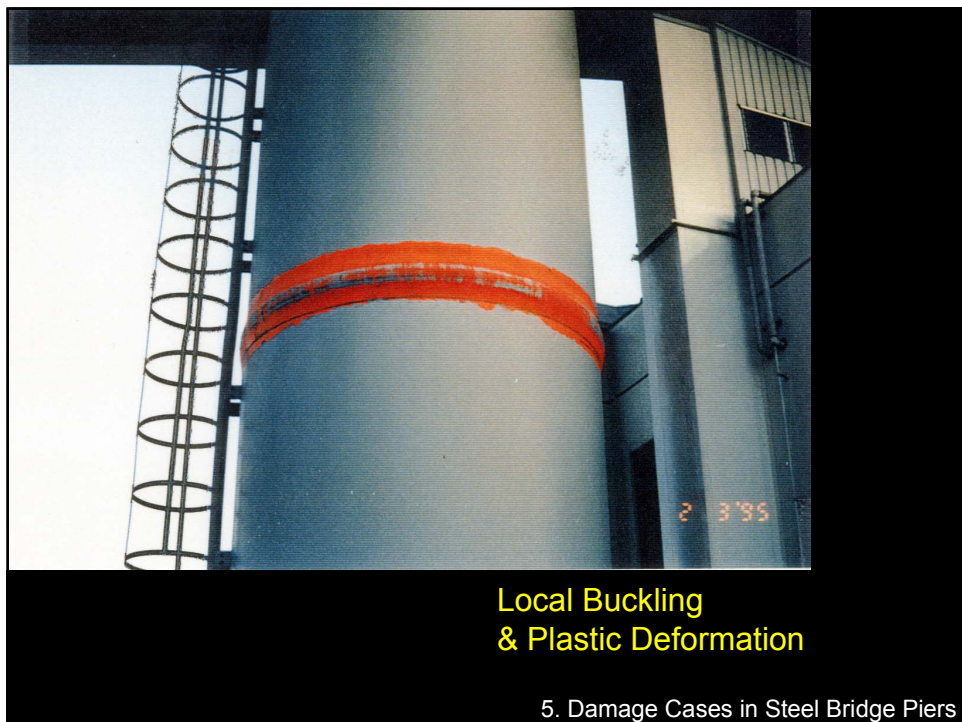
Damage Cases in Steel Bridge Piers
In the 1995 Hyogo-ken Nanbu Earthquake



Local Buckling

Plastic Deformation

Damage Cases in Steel Bridge Piers
In the 1995 Hyogo-ken Nanbu Earthquake



(1) 板の弾性座屈

板のたわみの支配方程式

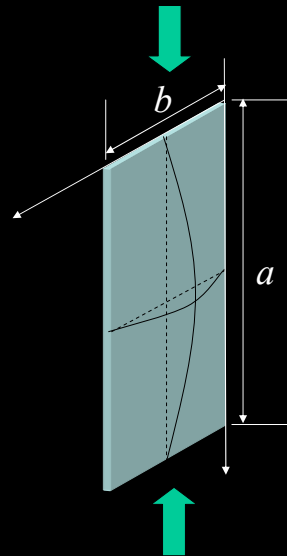
$$D \left(\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} \right) = p(x, y)$$

$$D = \frac{Et^3}{12(1-\nu^2)}$$

板の曲げ剛性

$$D \longleftrightarrow EI$$

はりのたわみの
支配方程式



板の弾性座屈応力と座屈係数

弾性座屈応力

$$\sigma_{cr} = k_m \sigma_E$$

ここで,

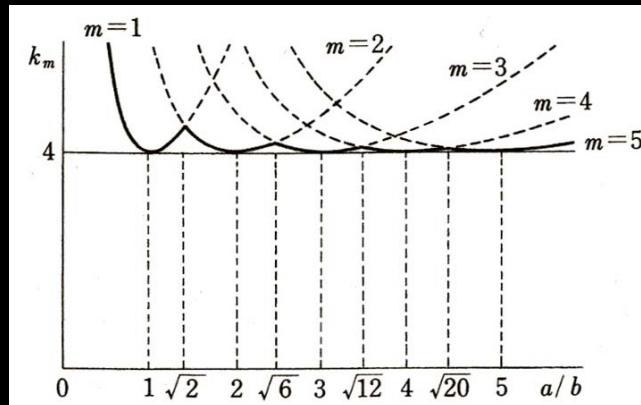
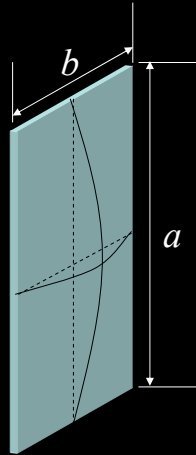
$$\sigma_E = \frac{\pi^2 D}{b^2 t} = \frac{\pi^2 Et^2}{12b^2(1-\nu^2)}$$

板幅bを部材長とする柱のEuler座屈応力

$$k_m = \left(m \frac{b}{a} + \frac{1}{m} \frac{a}{b} \right)^2$$

板の座屈係数 アスペクト比

板のアスペクト比と座屈係数



$$k_m = \left(m \frac{b}{a} + \frac{1}{m} \frac{a}{b} \right)^2$$

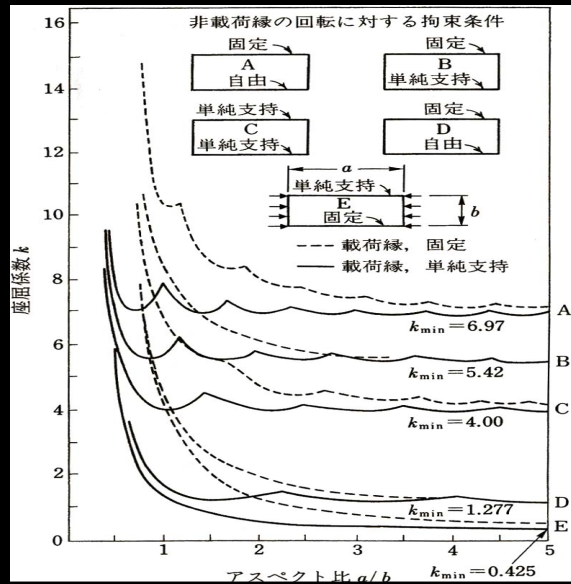
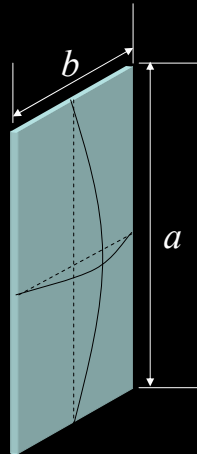
(2) 板の強度

$$\sigma_{cr} = k \frac{\pi^2 E t^2}{12(1-\nu^2)(b/t)^2}$$

k: 板の座屈係数
板の形状, 境界条件,
材料, 荷重条件で決まる.

幅bは, 板の座屈において
重要な寸法である.

様々な板縁の拘束条件下での 板のアスペクト比と座屈係数



板の強度を構成する現象

(1) 弾性座屈あるいは弾塑性座屈

(2) 後座屈強度

幅厚比 b/t が大きいほど高い

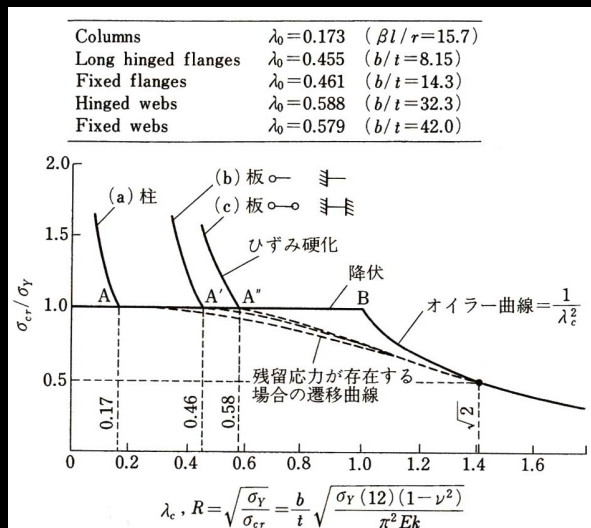
座屈曲線

弾性座屈域 (Euler座屈域)

降伏域

ひずみ硬化域

細長比パラメータ
幅厚比パラメータ



(3) 局部座屈と全体座屈

$$(\sigma_{cr})_{plate} \geq (\sigma_{cr})_{column}$$

$$\frac{b}{t} \leq 0.3 \frac{\beta l \sqrt{k}}{r}$$

柱としての強度を発揮するのに
十分な条件: 幅厚比

$$\frac{\sigma_{cr}}{\sigma_y} = \frac{1}{R^2}$$

幅厚比パラメータR

(4) 補剛板の強度

補剛された板(補剛板)では、
全体としての座屈防止、
補剛材自身の座屈防止
が必要。

