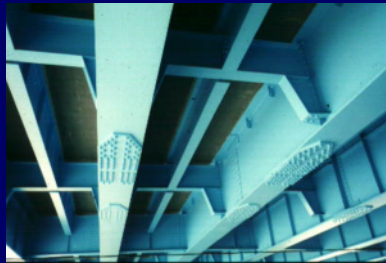


鋼構造物の設計 (3)

高力ボルト継手

教科書「第13章 高力ボルト継手」を精読しておくこと。



(1) リベット継手

1960年代までは、部材の組み立て、部材同士の接合はすべてリベット継手であった。



清洲橋

1928年完成
アイバーを用いた自定式吊橋
リベット接合



(1) リベット継手



鉄道橋 (1909年完成, 近年撤去された)

今でも多くの
リベット構造物が
供用されている。
既設構造物の
補修・補強には、
リベットの知識が
有効。

(1) リベット継手

リベット継手の破壊モード

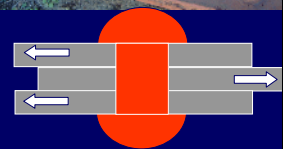
- せん断型
- 引張型
- 支圧型
- リベットせん断型



リベット継手の設計方法



高力ボルト継手の設計方法



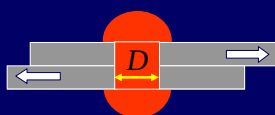
(1) リベット継手

リベット値

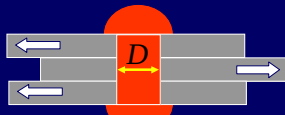
1本のリベットが耐えられる応力を表す指標

単せん断 (1面せん断)

複せん断 (2面せん断)



$$\rho_s = \tau_{sa} \cdot \frac{\pi D^2}{4}$$



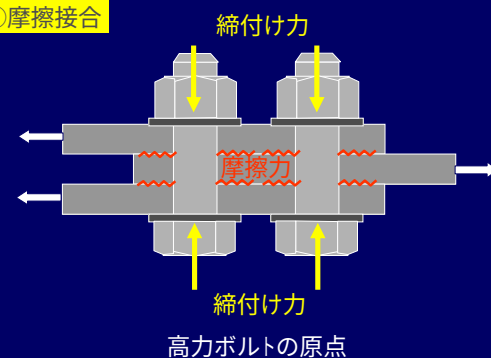
$$\rho_s = 2\tau_{sa} \cdot \frac{\pi D^2}{4}$$

板の支圧強度 $\rho_e = \sigma_{ba} D t$

ρ_s, ρ_e 小さいほうが
リベット値

(2) 高力ボルト継手の接合の種類

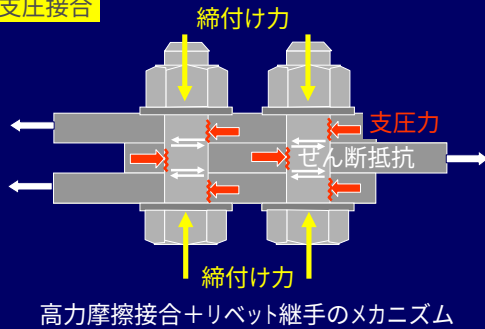
① 摩擦接合



高力ボルトの原点

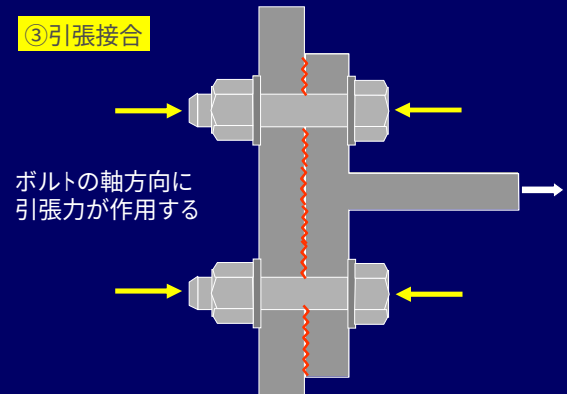
(2) 高力ボルト継手の接合の種類

② 支圧接合



(2) 高力ボルト継手の接合の種類

③ 引張接合



(3) 高力ボルト, ナット, 座金

ボルトは, セットでJIS規格



F8T (第1種)

F10T (第2種)

8: 80kgf/mm² (780MPa)

10: 100kgf/mm² (980MPa)

F11T

F13T

遅れ破壊発生により
規定外となった。

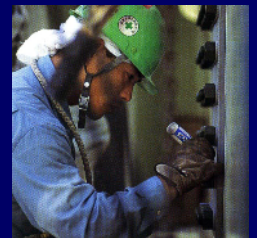
(4) 高力ボルトの締付け

締付け力 T_r の管理が重要

$$T_r = k \cdot d \cdot B$$

k : トルク係数, B : ボルト軸力
 d : ボルト呼び径

トルクコントロール法
ナット回転法



1次締め後のマーキング

(5) すべり面の処理

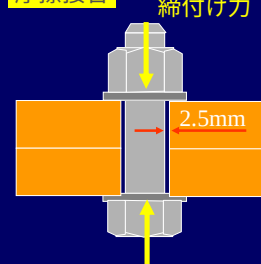
高い荷重伝達能力の発揮のためには

すべり面に大きく, かつ, ばらつきの少ない
すべり係数の確保が重要

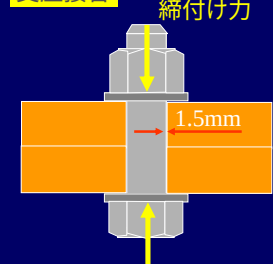
道路橋示方書では,
ブラスト処理を標準とする.
すべり係数0.4

(6) ボルトの孔と純断面積

摩擦接合

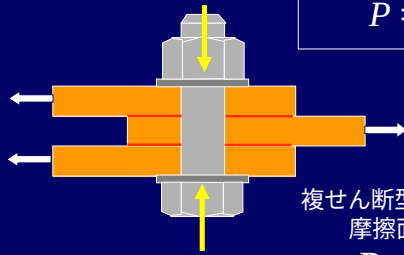


支圧接合



(7) 高力ボルト摩擦接合の強度

すべり耐力



ボルト1本摩擦面1面
当たりの荷重伝達能力

$$P = N\mu$$

複せん断型継手の場合
摩擦面：2面

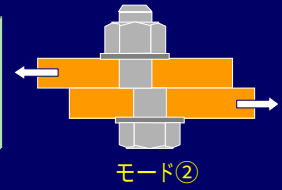
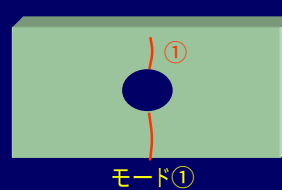
$$P = 2N\mu$$

(7) 高力ボルト摩擦接合の強度

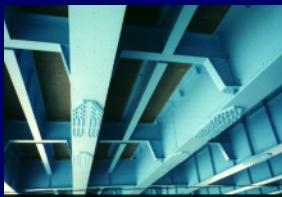
終局強度

主すべり

- ①母材の有効断面での引張破断
- ②ボルト軸部のせん断破断
- ③ボルト孔から荷重方向への母材の支圧破断



(8) 高力ボルト摩擦接合の設計



道路橋示方書

設計ボルト軸力

$$F8T: 0.85\sigma_Y A_e$$

$$F10T: 0.75\sigma_Y A_e$$

A_e : ボルトの有効断面積

σ_Y : ボルトの耐力規定最小値

ボルト一本当たりの許容せん断力

$$\rho_a = \frac{1}{\nu} \mu N_d n$$

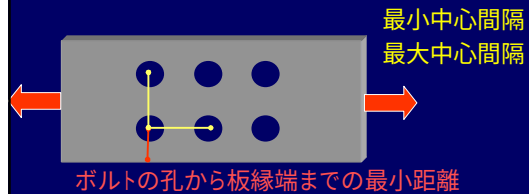
ν : すべりに対する安全率 (1.7)

μ : すべり係数 (0.4)

N_d : 設計ボルト軸力

n : 摩擦面の数

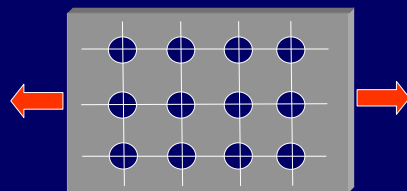
(8) 高力ボルト摩擦接合の設計



ボルトの最小中心間隔の規定(mm)

M24	85
M22	75
M20	65

(8) 高力ボルト摩擦接合の設計



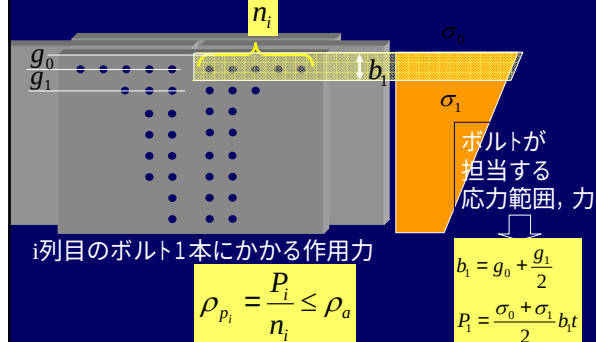
必要ボルト本数

$$n \geq \frac{P}{\rho_a}$$

(8) 高力ボルト摩擦接合の設計

曲げを受ける継手の設計

応力分布



i列目のボルト1本にかかる作用力

$$\rho_{p_i} = \frac{P_i}{n_i} \leq \rho_a$$

$$b_i = g_0 + \frac{g_i}{2}$$

$$P_i = \frac{\sigma_0 + \sigma_i}{2} b_i t$$

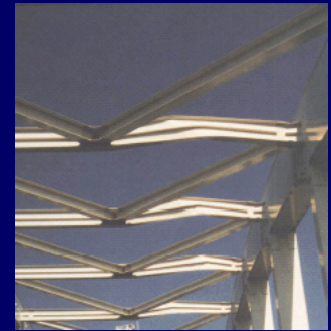
鋼構造物の設計 (3)

(4) 柱部材:全体座屈

教科書「第7章 柱部材」の「7.2 弾性座屈」まで精読しておくこと。

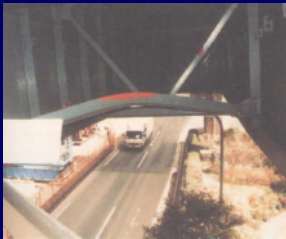


兵庫県南部地震での鋼部材の被害 (全体座屈)



六甲アイランド橋

兵庫県南部地震での鋼部材の被害 (全体座屈)



横構の座屈

本日の講義の主な内容

- ・全体座屈とは？
- ・オイラーの座屈荷重の求め方
- ・細長比, 細長比パラメータ
- ・有効座屈長

座屈現象 Buckling

異なるつりあい経路をとる
分岐現象
不安定現象

自分で実験やってみよう！
プラスチック定規
カードなど



(1) 弾性座屈

全体座屈
Euler座屈

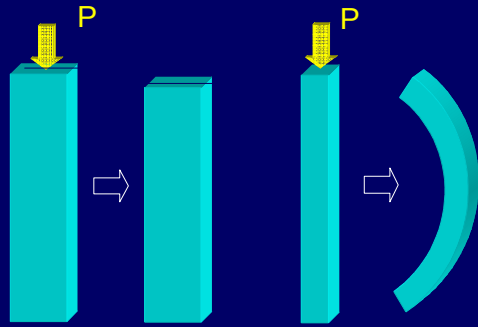
柱部材において弱軸周りに生じる。

急激な強度変化, 不安定破壊
Ex. 構造物の建設中の事故



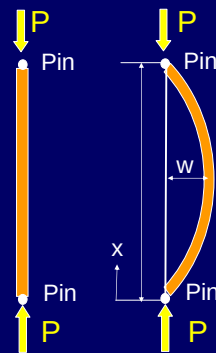
変形モード

図心軸に軸力が作用した場合



そのまま縮むモード 面外にはらみだすモード

Euler座屈強度



1744 Euler

$$EI \frac{d^2 w}{dx^2} + Pw = 0$$

$$w = A \sin \alpha \cdot x \quad \left(\alpha^2 = \frac{P}{EI} \right)$$

$$\sin \alpha \cdot l = 0 \Rightarrow \alpha \cdot l = n\pi$$

$$P = \frac{(n\pi)^2 EI}{l^2}$$

$$\text{for } n=1 \quad P = \frac{\pi^2 EI}{l^2} = P_E$$

エネルギー的に
安定なモードの出現