

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



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。

鉄道橋 (1909年完成, 近年撤去された)

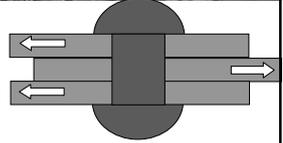
(1) リベット継手

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



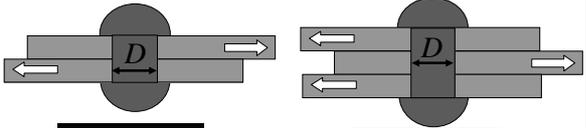
リベット継手の設計方法
↓ 踏襲
高力ボルト継手の設計方法



(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)



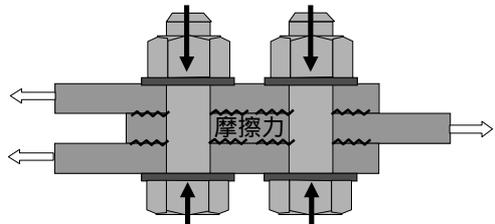
$$\rho_s = \tau_{sa} \cdot \frac{\pi D^2}{4}$$

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

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

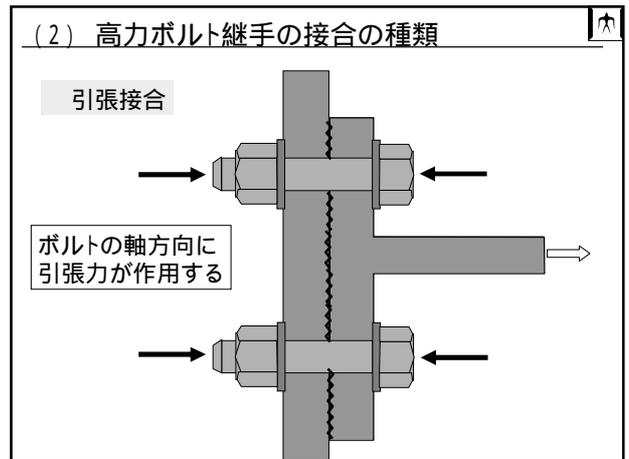
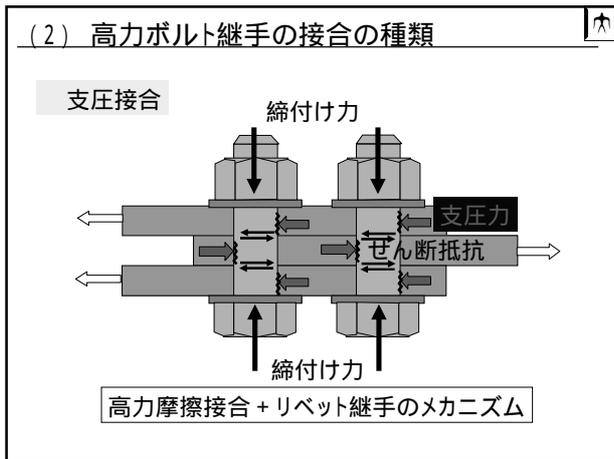
(2) 高力ボルト継手の接合の種類

摩擦接合



締付け力
摩擦力
締付け力

高力ボルトの原点



(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

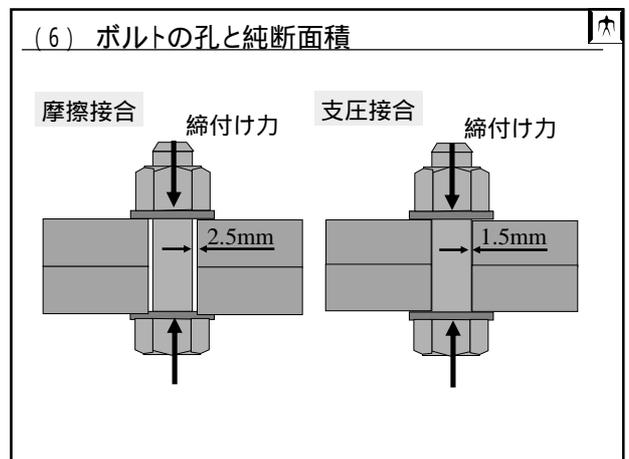
トルクコントロール法
ナット回転法

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,
プラスト処理を標準とする.
すべり係数0.4



(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

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

モード

モード

(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

最小中心間隔
最大中心間隔

ボルトの孔から板縁端までの最小距離

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

応力が一様の場合
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

ボルトが
担当する
応力範囲, 力

$b_1 = g_0 + \frac{g_1}{2}$
 $P_i = \frac{\sigma_0 + \sigma_1}{2} b_1 t$

i 列目のボルト1本にかかる作用力
 $\rho_{p_i} = \frac{P_i}{n_i} \leq \rho_a$

鋼構造物の設計 (3)

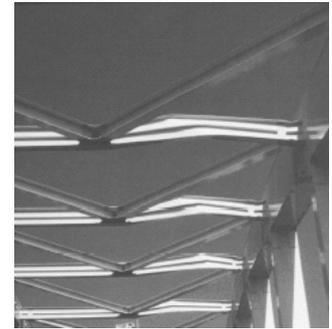


(4) 柱部材:全体座屈

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。

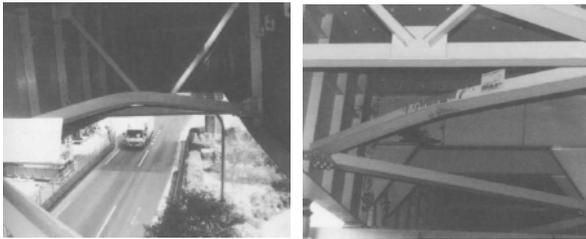


兵庫県南部地震での鋼部材の被害(全体座屈)



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



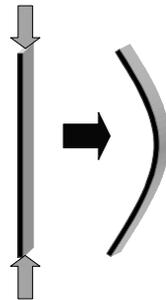
- ・全体座屈とは？
- ・オイラーの座屈荷重の求め方
- ・細長比, 細長比パラメータ
- ・有効座屈長

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



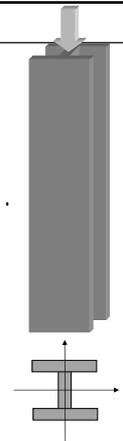
(1) 弾性座屈



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

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

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

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

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

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

エネルギー的に
安定なモードの出現