

「鋼構造設計規準-許容応力度設計法-」

主旨説明

名古屋工業大学大学院 教授

小野徹郎

学会鋼構造設計規準の変遷

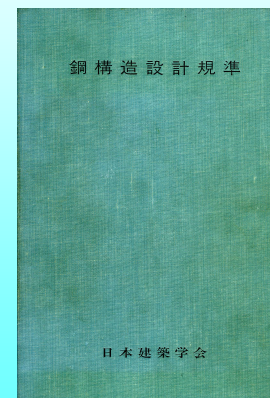
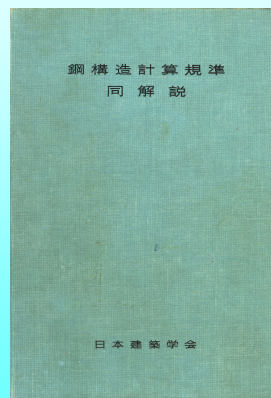
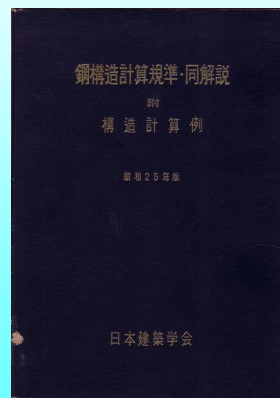
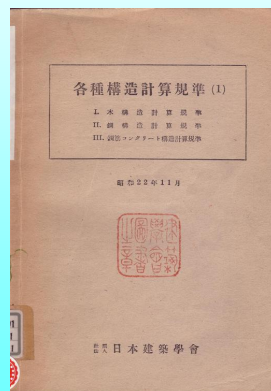
「鉄骨構造計算規準（案）」（1941年）

「各種構造計算規準」（1947年）

「鋼構造計算規準・同解説」（1950年）

「鋼構造設計規準」（1970年）

「鋼構造設計規準-許容応力度設計法-」（2005年）



構造設計の変遷

- 構造設計の基礎

弾性設計→塑性設計、終局耐力設計

- 安全性に対する照査

決定論的設計体系→確率論的信頼性設計体系

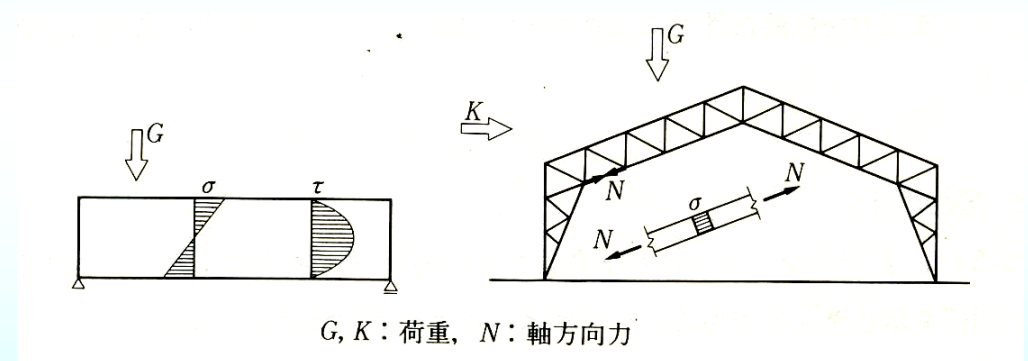
- 性能設計体系への移行

許容応力度設計法（弾性設計法） Allowable Stress Design Method

- 想定される外力下における構造物の応力度の最大値 $\sigma_i \leq$ 材料の弾性限界を基本として定められた許容応力度 f

$$\Sigma \sigma_i \leq f = (\sigma_{n0} / \gamma)$$

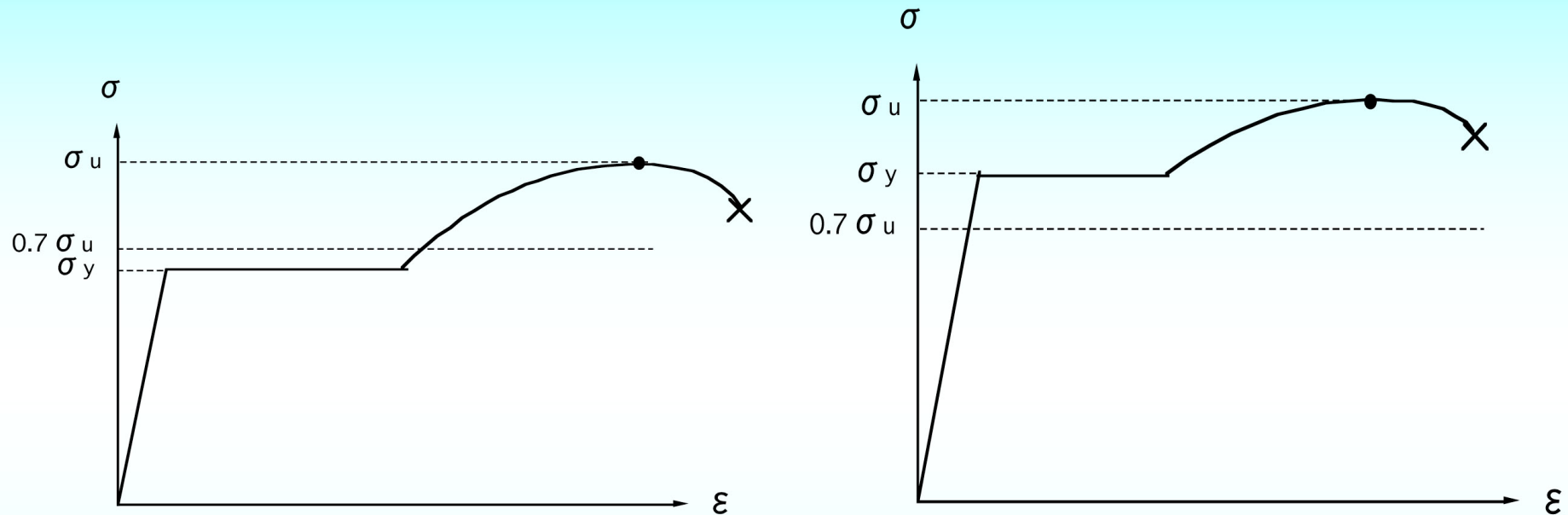
$$\sigma_{n0} = \text{Min.}(\sigma_y \text{ or } 0.7\sigma_u)$$



- 弾性範囲の強度設計
- 基本的な材料特性 σ_0

降伏応力度 σ_y 、0.7最大引張強さ $0.7\sigma_u$

規準値($F=\sigma_{n0}$)の決め方と意味

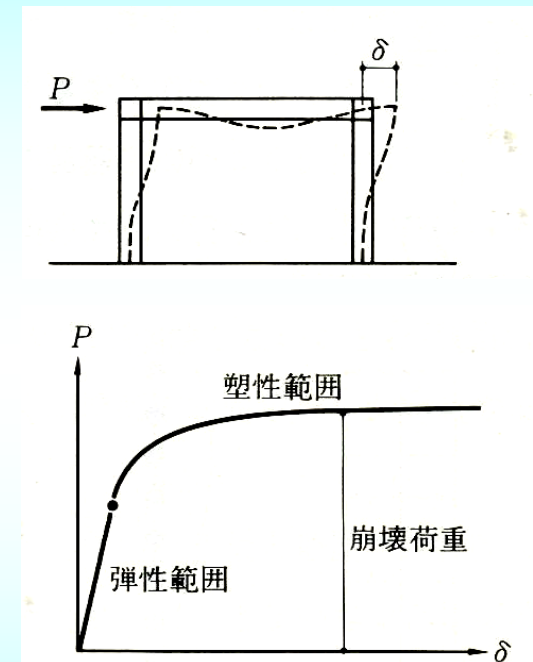


$$\sigma_{n0} = \text{Min.}(\sigma_y \text{ or } 0.7\sigma_u)$$

塑性設計、終局耐力設計

Plastic Design, Ultimate Strength Design

- 塑性設計法の発達
 - 技術者の工学的興味
 - 構造物の多様化
 - 安全性の余裕度のレベル
 - 解析法の発達
- 塑性設計法 ・ ・ ・ 1914年頃散見
- 1948年 BSS449
- 1960年頃 Lehigh大学の研究、
- 「高層骨組の塑性設計」セミナー（1965）



塑性設計、終局耐力設計

設計の基本

$$R_{\min} \geq S_{\max}$$

R : 構造物の耐力（抵抗）

S : 荷重（荷重効果）

荷重・抵抗係数設計法

(Load Resistance Factor Design Method)

$$\Phi R_n \geq \gamma_g \sum_{i=1}^k \gamma_{Si} S_i$$

Φ : 抵抗係数

γ : 荷重係数

我が国での塑性設計的概念の展開

- 規準類

 - 「鋼構造塑性設計規準案・同解説」 (1970)

 - 「鋼構造塑性設計指針」 (1975)

- 耐震設計・・・終局強度を求める

 - 耐震設計の安全性のクライテリア

 - 1 次設計・・・弾性解析・・・許容応力度設計

 - 2 次設計・・・塑性解析・・・終局強度設計（保有耐力設計）

- 終局強度

 - 骨組の終局状態・・・崩壊機構

 - 骨組の塑性解析

 - 骨組の保有耐力設計・・・強度+変形能力・・・終局状態

信頼性設計法

Reliability-Based Design

- 設計体系の見直し
 - 構造物の規模・形態の自由度拡大
 - 安全率の適正さ
 - 構造解析法の進歩 構造余力
 - 新材料の開発 均一な安全度
 - 荷重・耐力評価での不確定因子の影響度 因子間の相対重みづけ

信頼性設計法

- 構造設計とは
 Uncertainty 下でのDecision Making
- Uncertainty (不確定性)
 - randomness
 - fuzziness

信頼性設計法

設計強度、設計荷重：不確定性を含む確率変量
公称値、平均値

部分安全係数

設計規準式 (LRFD)

2次モーメント法

$$\phi R_n \geq \gamma_g \sum \gamma_{Si} \cdot S_{ni}$$

$$\phi = (1 - \alpha \beta_a V_R) \frac{\mu_R}{R_n}$$

$$\gamma = (1 + \alpha \beta_a V_S) \frac{\mu_S}{S_n}$$

μ ：抵抗、荷重の平均値

V ：抵抗、荷重の変動係数

性能設計

Performance-based Design

性能設計の意味と必要性

- 社会システムの変化
 - 故意の脅威を受けない与えない
 - 情報の公開と情報へのアクセス
 - 情報の非対称性をなくす
- 性能明示の必要性
- 判断基準の根拠を技術屋が提案する
アカデミックスタンダード

これまでの取り組み

- 1950年「鋼構造計算規準・同解説」
- 1970年「鋼構造設計規準」
- 1975年「鋼構造塑性設計指針」
- 1998年「鋼構造限界状態設計指針・同解説」
- 1999年「鋼構造建築物における構造設計の考え方と枠組」

鋼構造設計体系小委員会

構造物の設計条件に対応して設計法を選択

設計法に対応して基・規準を整備

- 2005年「鋼構造設計規準—許容応力度設計法—」
- 鋼構造設計規準・指針のあり方検討WG(2004)

日本建築学会 鋼構造関連規準の構成

設計法別

- 鋼構造設計規準(1970), -許容応力度設計-(2005)
- 鋼構造塑性設計指針(1975)
- 鋼構造限界状態設計指針・同解説(1998)

日本建築学会

鋼構造関連規準の構成

各種構造別

- 鋼構造接合部設計指針（2001）
- 鋼管トラス構造設計施工指針・同解説（2002）
- 搭状鋼構造設計指針・同解説（1980）
- 各種合成構造設計指針・同解説（1985）
- 軽鋼構造設計施工指針・同解説（1985）
- 容器構造設計指針・同解説（1996）
- 期限付き構造物の設計施工マニュアル・同解説（1995）
- 鋼構造耐火設計指針（1999）

日本建築学会鋼構造関連規準

分野別設計指針

- 鋼構造座屈設計指針(1996)
- 高力ボルト接合設計施工ガイドブック(2003)

解説、啓蒙書、資料類

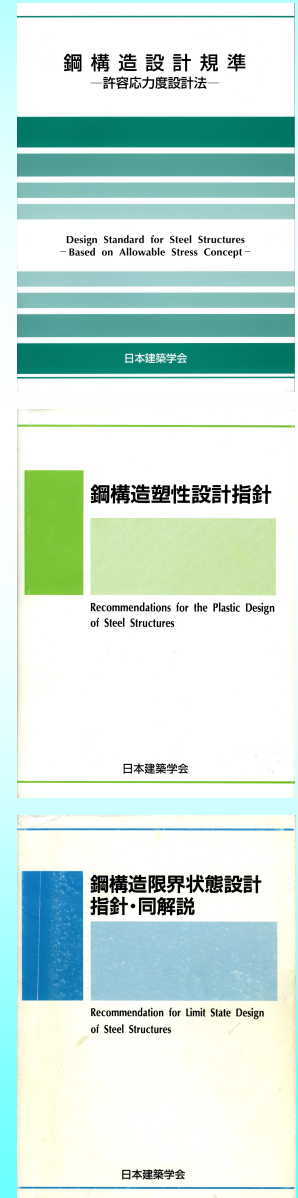
- 建築耐震設計に関する保有耐力と変形性能(1990)
- 鋼構造建築物における構造設計の考え方と枠組(1999)
- 建築構造用鋼材および金属系素材に関する技術資料(2002)

設計に利用される 日本建築学会以外の規定等

- 日本建築センター関連規定
建築物の構造規定 など
▪ ▪ ▪ ▪
- 日本鉄鋼連盟関連マニュアル、資料
冷間成形角形鋼管設計・施工マニュアル など
▪ ▪ ▪

設計規準・指針類の 基本的考え方

- 鋼構造設計規準
許容応力度設計
弾性解析を基本とする
- 鋼構造塑性設計指針
塑性設計, 部材の終局耐力
塑性解析を基本とする
- 鋼構造限界状態設計指針
限界状態設計、信頼性設計
弾性、塑性解析を基本とする



「鋼構造設計規準 ー許容応力度設計法ー」の構成

目次

- 1 章 総 則
- 2 章 製 図
- 3 章 荷重ならびに応力の算定
- 4 章 材 料
- 5 章 許容応力度
- 6 章 組合せ応力
- 7 章 繰返し応力を受ける部材および接合部
- 8 章 板要素の幅厚比
- 9 章 は り
- 10章 変 形
- 11章 圧縮材ならびに柱材
- 12章 引 張 材
- 13章 有効断面積
- 14章 接 合
- 15章 ボルトおよび高力ボルト
- 16章 溶 接
- 17章 柱 脚
- 付

本規準の相対的位置付け

改定された新規準は、**許容応力度設計法**に対応する。建物に想定される外力に対して、弾性解析により算定される建物各部位の応力度が、与えられる許容応力度の範囲に留まっていることを証左して、建物の安全性を検証する。したがって許容応力度設計法は、建物の終局状態を評価していないから、想定される外力に対して、建物にどれだけの**余力**があるかは不明である。予想以上の大きな外力にも安全な建物を供するためには、想定している**外力の割増**をするか、建物の**不静定次数**を高くしておくことが肝要である。一般に低層鋼構造を対象とする場合、風荷重や雪荷重に対して建物がほぼ弾性内にあることを確認する許容応力度設計法は適しており、今後も幅広く利用されるものと考えられる。地震荷重に対しては、現在の耐震設計の枠組みの中で安全性を確保する立場にたてば、別途**終局状態**の検討が重要となる。

主な改正の方針

- (1) 許容応力度設計法での枠組みを明確にして、基本的な構成は保持する.
- (2) 解説を充実させる. 特に規定の根拠、成立範囲・条件、出典など記す.
- (3) 最新のJISや他分野の諸規準類との整合性を図る.
- (4) 新しい知見を挿入する場合は、一般性などに考慮する.
- (5) 旧規準を新しい知見に置き換える場合、旧規準内容を極力解説に残す.
- (6) 許容応力度設計の範囲で、鋼構造関連の諸指針類との整合性を検討.
- (7) 建築基準法との整合性は、学術的見地から検討する. 建築基準法と異なる部分は、その理由を解説に学術的に記す.

各章の主要改定点

- 1章 本規準を，適用範囲を明確に「許容応力度設計」に位置付けた．
- 2章 特になし．
- 3章 荷重関連は本会の「建築物荷重指針・同解説」によるものとし，建築基準法施行令との対応は解説で示した．
- 4章 使用材料は原則JIS規格品とし，一般に普及している「建築構造用冷間成形角形鋼管」材料については第5章の解説で触れている．
- 5章 許容曲げ応力度式は，これまでの横座屈式を分解した近似式から直接横座屈式から誘導した式とした．ボルトの許容応力度は軸部評価の高力ボルトと異なり，ねじ部の有効断面評価とした．部分溶込み溶接に対し，せん断以外の許容応力度を認めた．
- 6章 特になし．
- 7章 疲れ係数の考え方を，新しい知見に改め，繰返しを受ける部材や接合部の形状を考慮した．

- 8章 局部座屈等の諸式において、ヤング率 E を陽に表して無次元化し、単位の異なる場合にも対応できるようにした。
- 9章 はりの横座屈補剛、ウェブに開口を有するはりの項を加えた。
- 10章 変形制限として、骨組の層間変形を加えた。
- 11章 解説に、鋼構造座屈設計指針に示されている、はりの剛比に応じて求められる均等ラーメン柱の座屈長さ係数の計算図表を転載した。
- 12章 解説を充実させた。
- 13章 同上。
- 14章 本文からリベットを削除し、解説ではリベットの設計を可能にした。矩形中空断面柱に関する内容を追記するとともに、接合部パネルの評価を変更した。その中でスプリットティ接合および十字断面柱については削除した。
- 15章 ボルトの座金、アンカーボルトの孔径の規定を加えた
- 16章 部分溶け込みの適用範囲を広げた。
- 17章 露出、根巻き、埋込みの3種類の柱脚を挙げ内容を充実させた。