

限界状態設計法

-安全係数と設計手順-

安全係数とは

構造物の安全性は、その構造物が受ける荷重と耐荷力の大小関係によって決まる。

この大小関係を計算するには、**実際の構造物が受ける荷重の大きさの決定に対する不確実性や、材料の品質のばらつきを考慮する必要がある。**



限界状態設計法：不確実性を考慮するために安全係数を導入する照査方法を用いる。



安全係数とは

安全係数により配慮されている内容

	配慮されている内容	取り扱う項目
断面耐力	1. 材料強度のばらつき (1) 材料実験データから判断できる部分 (2) 材料実験データから判断できない部分 (材料実験データ不足・偏り, 品質管理の程度, 供試体と構造物中との材料強度の差異, 経時変化による)	特性値 f_k 材料係数 γ_m 部材係数 γ_b
	2. 限界状態に及ぼす影響の度合 3. 部材断面耐力の計算上の不確実性, 部材寸法のばらつき, 部材の重要度, 破壊性状	
断面力	1. 荷重ばらつき (1) 荷重の統計的データから判断できる部分 (2) 荷重の統計的データから判断できない部分 (荷重の統計的データの不足・偏り, 設計耐用期間中の荷重の変化, 荷重の算定方法の不確実性等による)	特性値 F_k 荷重係数 γ_f
	2. 限界状態に及ぼす影響の度合 3. 断面断面力等の算定時の構造解析の不確実性	
	構造物の重要度, 限界状態に達したときの社会的経済的影響等	構造物係数 γ_c

安全係数とは

標準的は安全係数の値

安全係数 要求性能 (限界状態)	材料係数 γ_m		部材係数	構造解析係数	荷重係数	構造物係数
	コンクリート γ_c	鋼材 γ_s	γ_b	γ_a	γ_f	γ_i
安全性(断面破壊)	1.3	1.0 または 1.05	1.1 ~ 1.3	1.0	1.0 ~ 1.2	1.0 ~ 1.2
安全性(疲労破壊)	1.3	1.05	1.0 ~ 1.1	1.0	1.0	1.0 ~ 1.1
使用性	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

安全係数の使い方

設計断面力 S_d vs 設計断面耐力 R_d

○設計断面力 S_d

設計荷重の組合せによる断面力に構造解析係数を乗じた値で、力を照査指標とした設計応答値
外から加わる力: 曲げモーメントやせん断力

●設計断面耐力 R_d

材料の設計強度を用いて算定した断面耐力を部材数で除した値で、力を照査指標とした設計限界値
その部材断面が抵抗できる限界の曲げモーメントやせん断力

安全係数の使い方

設計断面力 S_d vs 設計断面耐力 R_d

$$\frac{\gamma_i \cdot S_d}{R_d} \leq 1.0$$

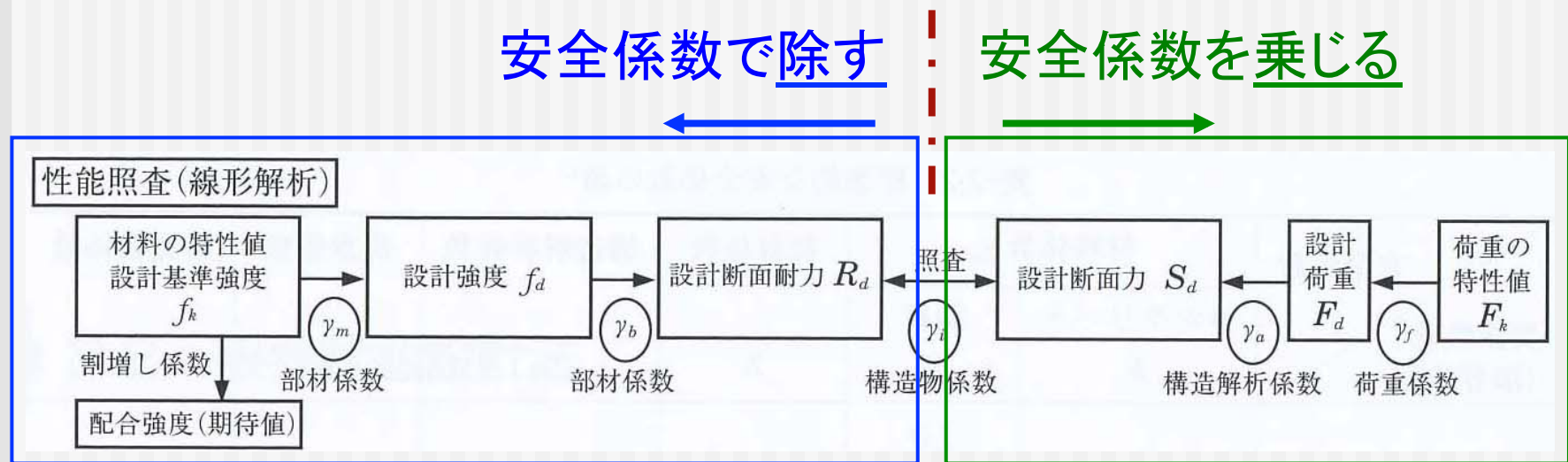
上記の式による判定は、構造物の安全性と経済性が満足しているかの目安となる



$\frac{\gamma_i \cdot S_d}{R_d}$ が0.3とか0.5は過剰な安全側の設計と言え、不経済である。

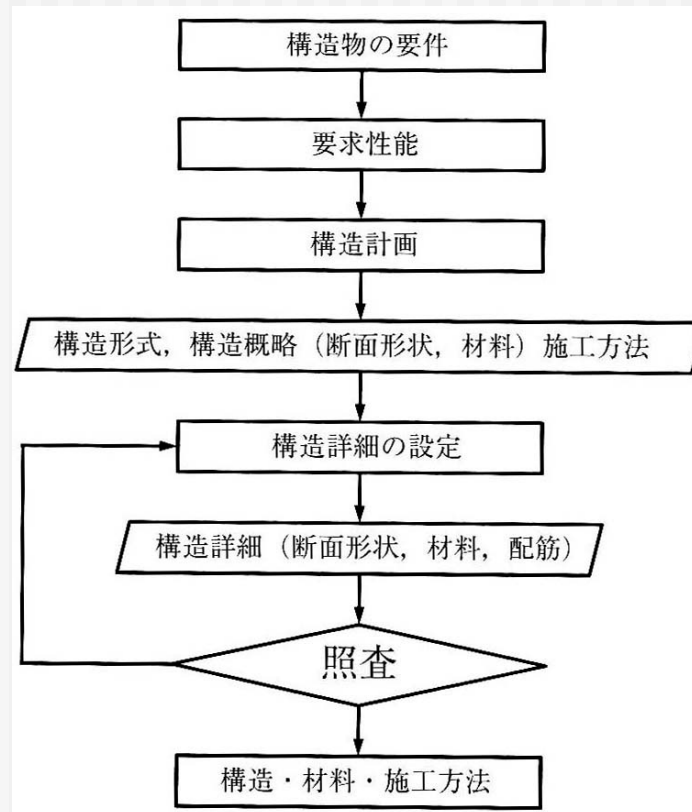


安全係数の使い方



性能照査における安全係数

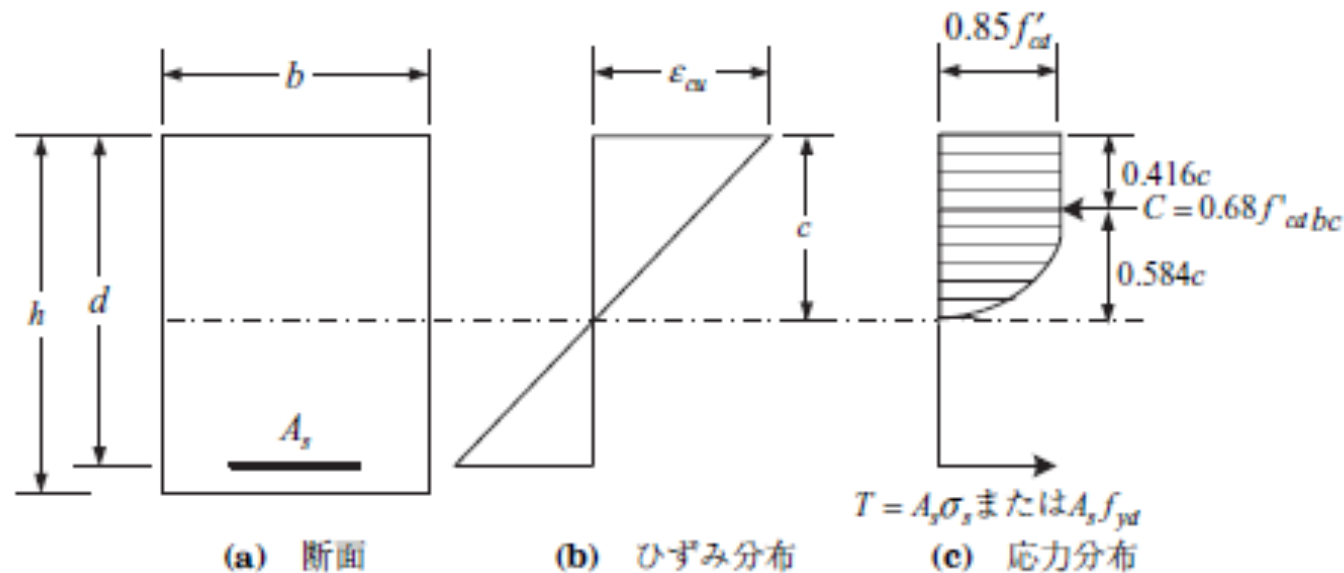
設計の流れ(応用CADに関係)



構造物の設計の流れ

演習: 計算例は教科書p.87に従う

[例1] 図-3.13の単鉄筋矩形断面コンクリートにおいて、鉄筋量 A_s が i) 釣合い鉄筋比, ii) 4D29(SD345), iii) 9D35(SD345)のときの設計曲げ耐力を求めよ。ただし、 $b = 50\text{ cm}$, $h = 75\text{ cm}$, $d = 68\text{ cm}$, $f'_{ck} = 24\text{ N/mm}^2$, SD345であるから、 $f_{yk} = 345\text{ N/mm}^2$, $E_c = 2.5 \times 10^4\text{ N/mm}^2$, $E_s = 2.0 \times 10^5\text{ N/mm}^2$, $\gamma_c = 1.3$, $\gamma_s = 1.0$, $\gamma_b = 1.15$ とする。



演習: 計算は教科書p.87に従う

単鉄筋矩形コンクリート断面に $M_d=420\text{kN}\cdot\text{m}$ が作用するとき
安全で最も経済的な断面形状は以下の3条件のどれか。
ただし、構造物係数 γ_i は1.1とする、これ以外は例題に従う。

$$\frac{\gamma_i \cdot S_d}{R_d} \leq 1.0 \quad \longrightarrow \quad \frac{\gamma_i \cdot M_d}{M_{ud}} \leq 1.0$$

1. 鉄筋量 A_s を5D22(SD345), あとは例1と同じ
2. 鉄筋量 A_s を5D25(SD345), あとは例1と同じ
3. 断面寸法 $h=850\text{mm}$, $d=780\text{mm}$, 鉄筋量 A_s が5D25(SD345), あとは例1と同じ