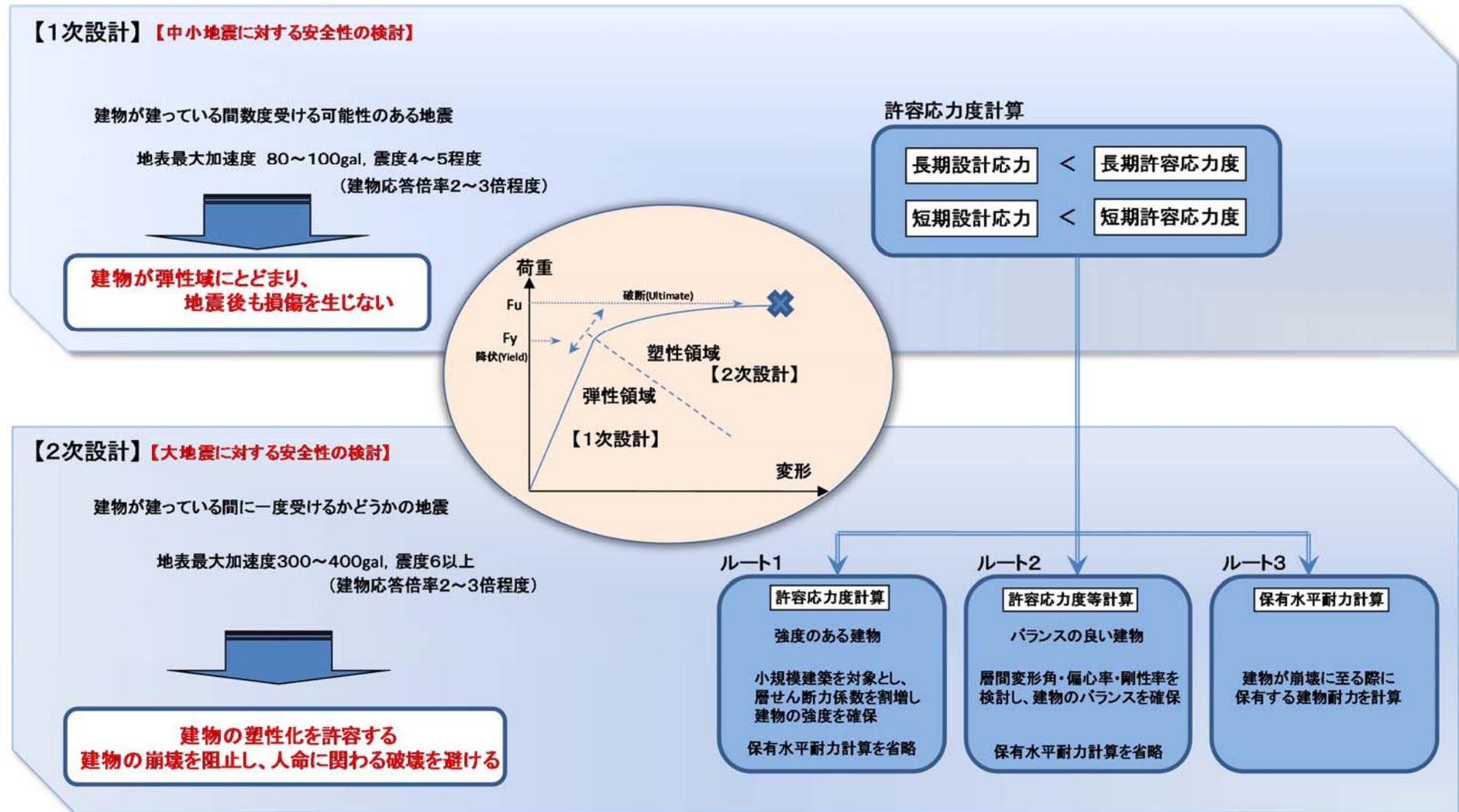
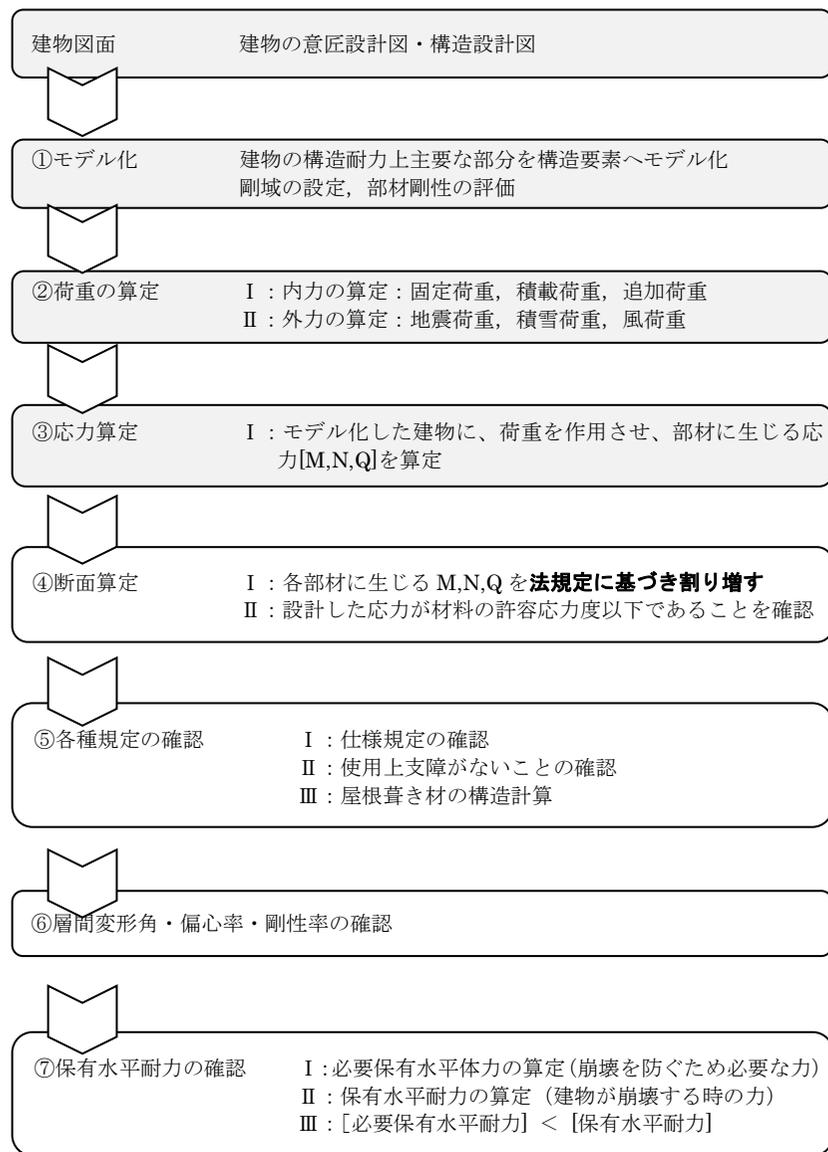


■ 第1章：構造計算の設計思想および設計の流れ

◆ 1. 1：構造計算の設計思想



◆ 1. 2 : 構造計算の流れ

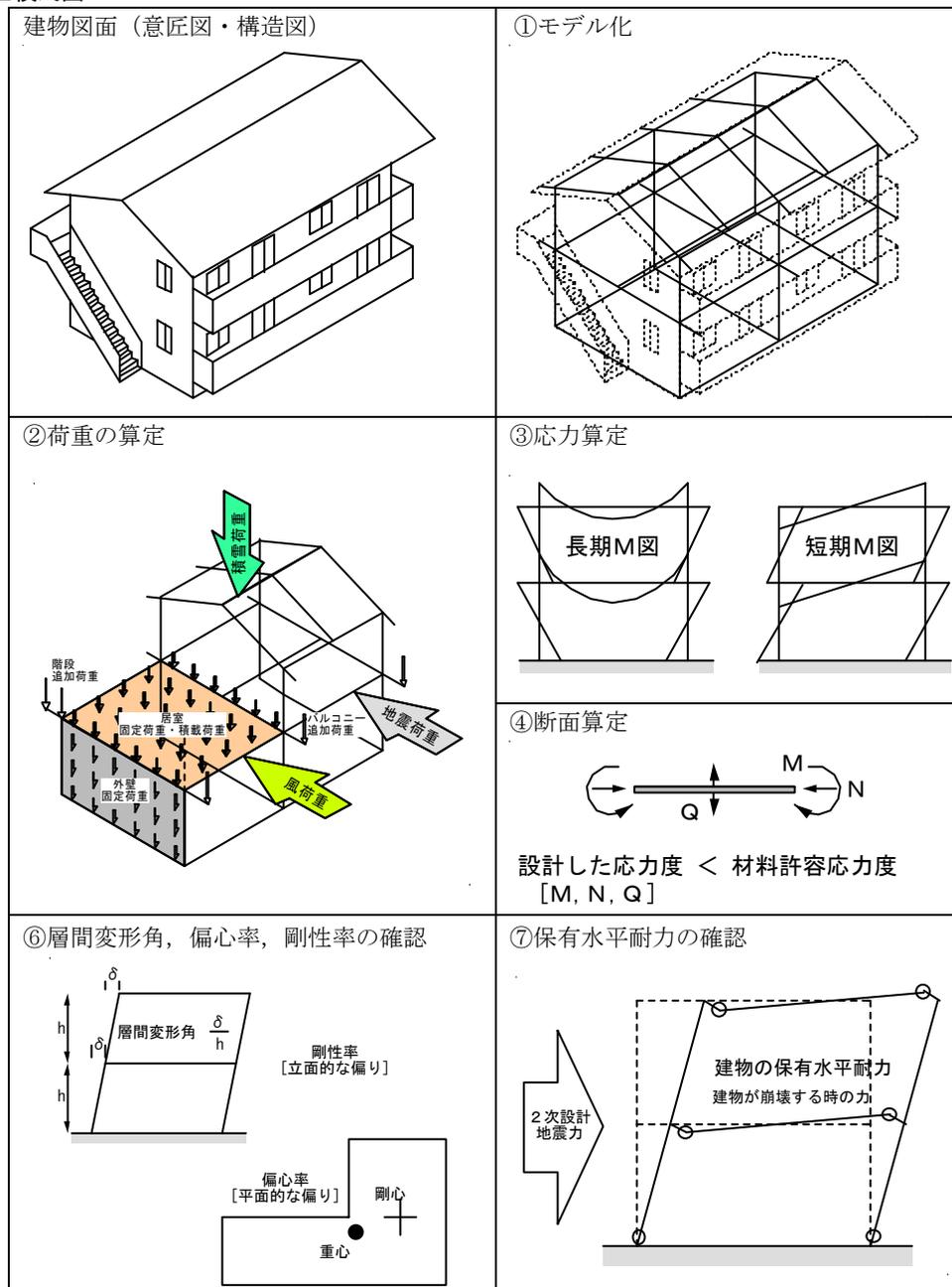


準備計算

一次設計

二次設計

□ 模式図



今回の研修は【③応力算定】までを行います

第二章：構造関係規定

◆ 2. 1 建築基準法の構造関係規定

条項	内容
法第 20 条	構造耐力
法第 37 条	建築材料の品質
法第 38 条	特殊の構造方法又は建築材料
法第 68 条の 26	構造方法等の認定

◆ 2. 1：施行令 構造関係規定一覧

<仕様規定一覧>

条項	内容	耐久性関係規定	
		限界耐力	保有耐力
第 1 節	総則		
第 36 条	構造方法に関する技術的基準	○	○
第 36 条の 2	4F 以上 S 造に準ずる建築物	○	○
第 36 条の 3	構造設計の原則	○	○
第 36 条の 4	別の建築物とみなす部分	○	○
第 2 節	構造部材等		
第 37 条	構造部材の耐久	○	○
第 38 条	基礎	1, 5, 6 項	○
第 39 条	屋根ふき材等	1 項	○
第 3 節	木造		
第 40 条	適用の範囲		○
第 41 条	木材	○	○
第 42 条	土台及び基礎		○
第 43 条	柱の小径		○
第 44 条	はり等の横架材		○
第 45 条	筋かい		○
第 46 条	構造耐力上必要な軸組等		○
第 47 条	構造耐力上主要な部分である継ぎ手又仕口		○
第 48 条	学校の木造の校舎		○
第 49 条	外壁内部等の防腐措置等	○	○
第 4 節	組積造		
第 51 条	適用の範囲		○
第 52 条	積石造の施工		○
第 54 条	壁の長さ		○
第 55 条	壁の厚さ		○
第 56 条	臥梁		○
第 57 条	開口部		○
第 58 条	壁のみぞ		○
第 59 条	鉄骨組積造		○
第 59 条の 2	補強を要する組積造		○
第 61 条	組積造のへい		○
第 62 条	構造耐力上主要な部分等のささえ		○

<仕様規定一覧>

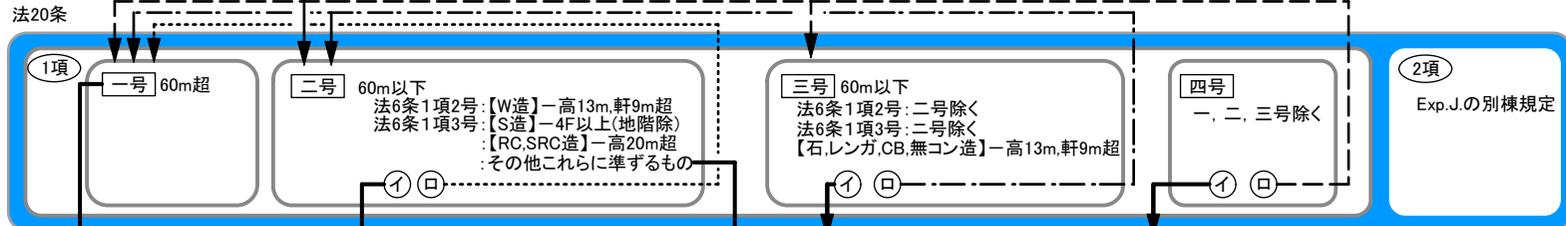
条項	内容	耐久性関係規定	
		限界耐力	保有耐力
第 4 節の 2	補強コンクリートブロック造		
第 62 条の 2	適用の範囲		○
第 62 条の 4	耐力壁		○
第 62 条の 5	臥梁		○
第 62 条の 6	目地及び空洞部		○
第 62 条の 7	帳壁		○
第 62 条の 8	塀		○
第 5 節	鉄骨造		
第 63 条	適用の範囲		○
第 64 条	材料		○
第 65 条	圧縮材の有効細長比		○
第 66 条	柱の脚部		○
第 67 条	接合		△
第 68 条	高力ボルト、ボルト及びリベット		△
第 69 条	斜材、壁等の配置		○
第 70 条	柱の防火被覆	○	○
第 6 節	鉄筋コンクリート		
第 71 条	適用範囲		○
第 72 条	コンクリートの材料	○	○
第 73 条	鉄筋の継ぎ手及び定着		—
第 74 条	コンクリートの強度	○	○
第 75 条	コンクリートの養生	○	○
第 76 条	型枠及び支柱の除去	○	○
第 77 条	柱の構造		1 号
第 77 条の 2	床版の構造		1 項
第 78 条	はりの構造		—(Pc のみ)
第 78 条の 2	耐力壁		△
第 79 条	鉄筋のかぶり厚さ	○	○
第 6 節の 2	鉄筋鉄骨コンクリート		
第 79 条の 2	適用範囲		○
第 79 条の 3	鉄骨のかぶり厚さ	○	○
第 79 条の 4	鉄骨鉄筋コンクリート造に対する第 5 節及び第 6 節の規定の準用		○
第 7 節	無筋コンクリート造		
第 80 条	無筋コンクリート造に対する第 4 節及び第 6 節の規定の準用		○
第 7 節の 2	構造方法に関する補則		
第 80 条の 2	構造方法に関する補則	○	△
第 80 条の 3	土砂災害特別警戒区域内における居室を有する建築物の構造方法		○

<構造計算規定一覧>

第 8 節	構造計算
第 1 款	総則
第 81 条	適用
第 1 款の 2	保有水平耐力計算
第 82 条	保有水平耐力計算
第 82 条の 2	層間変形角
第 82 条の 3	保有水平耐力
第 82 条の 4	屋根ふき材等の構造計算
第 1 款の 3	限界耐力計算
第 82 条の 5	限界耐力計算
第 1 款の 4	許容応力度等計算
第 82 条の 6	許容応力度等計算
第 2 款	荷重及び外力
第 83 条	荷重及び外力の種類
第 84 条	固定荷重
第 85 条	積載荷重
第 86 条	積雪荷重
第 87 条	風荷重
第 88 条	地震荷重
第 3 款	許容応力度
第 89 条	木材
第 90 条	鋼材等
第 91 条	コンクリート
第 92 条	溶接
第 92 条の 2	高力ボルト接合
第 93 条	地盤及び基礎杭
第 94 条	補則
第 4 款	材料強度
第 95 条	木材
第 96 条	鋼材等
第 97 条	コンクリート
第 98 条	溶接
第 99 条	補則

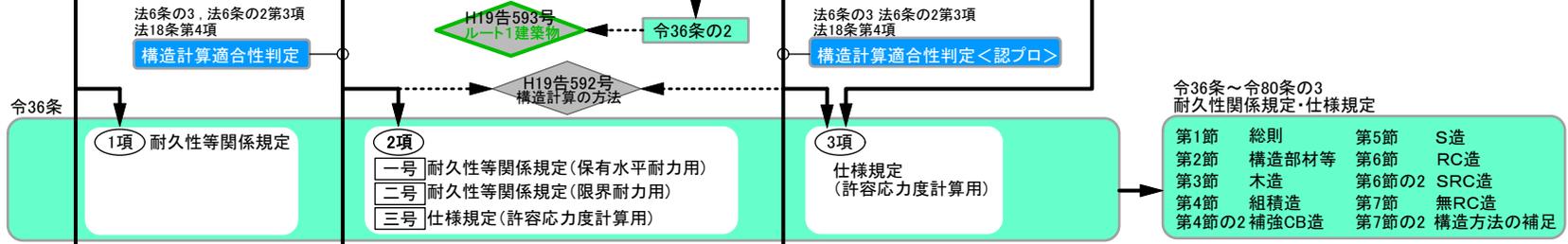
建築基準法 構造規定 系統図

建物の分類

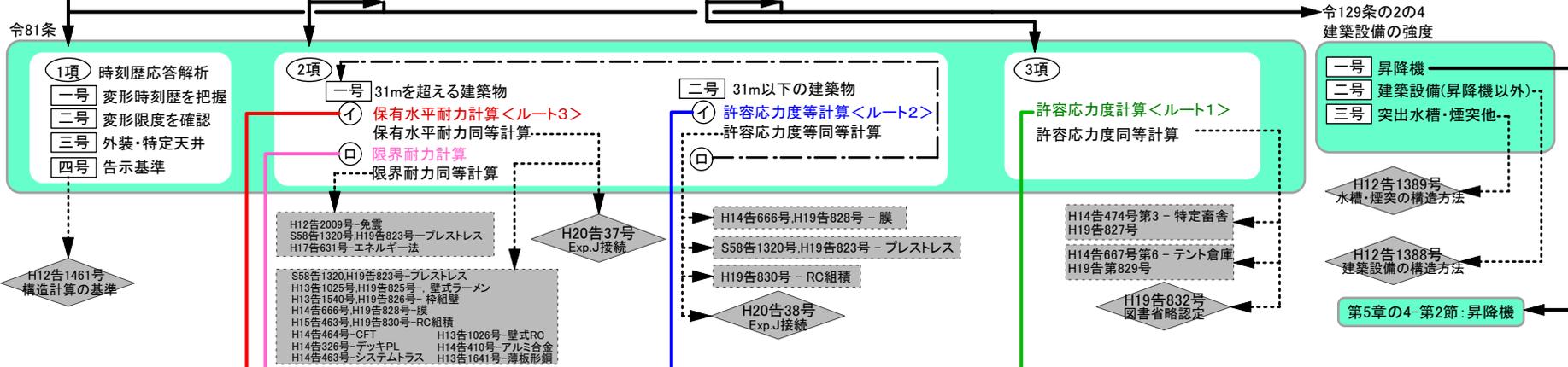


- 法37条 建築材料の品質
- 法38条 特殊な構造方法・材料
- 法68条の25 法68条の26 構造方法等の認定

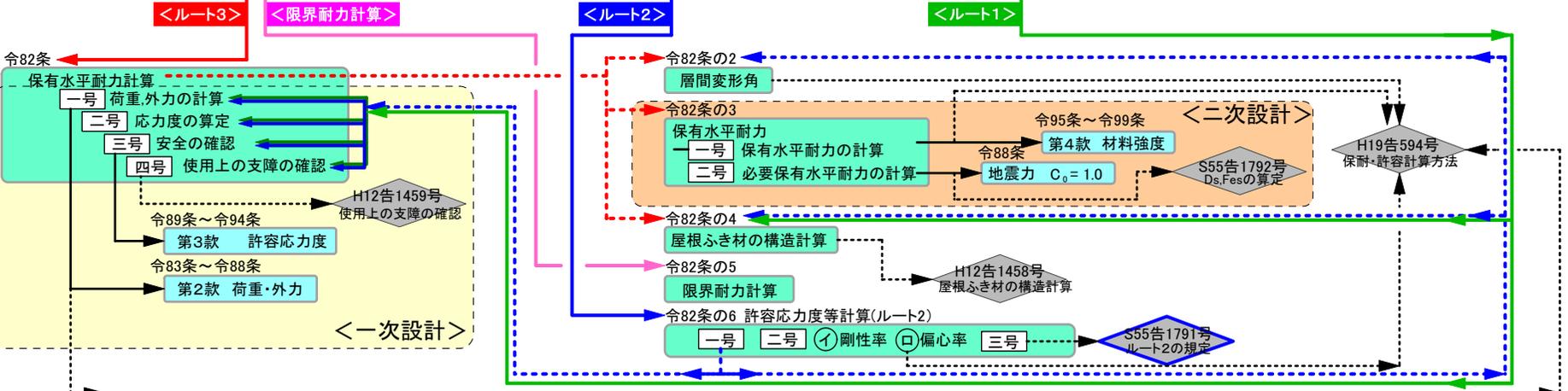
仕様規定の範囲



構造計算の方法 (分類)



構造計算の方法 (計算規定)

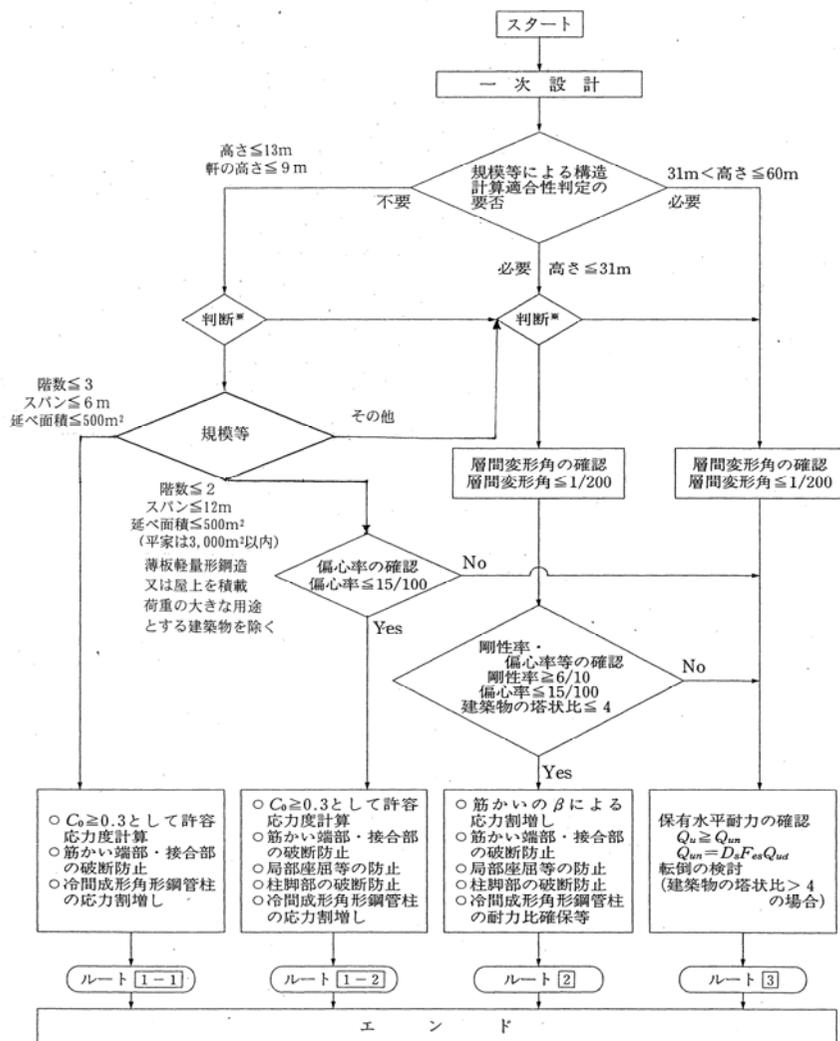


■ 3章：構造計算における計算ルート

◆ 3. 1：鉄骨造（S造）の構造計算ルート

OS造の設計の基本

- ・材料の座屈をいかに防ぐか！
- ・ブレース、柱脚など、部材が破断する前に、端部接合部を破断させない



※ 判断とは設計者の設計方針に基づく判断のことである。例えば、高さ31m以下の建築物であっても、より詳細な検討を行う設計法であるルート【3】を選択する判断等のことを示している。

◆ 3. 2：ルート別の構造規定一覧（S造）

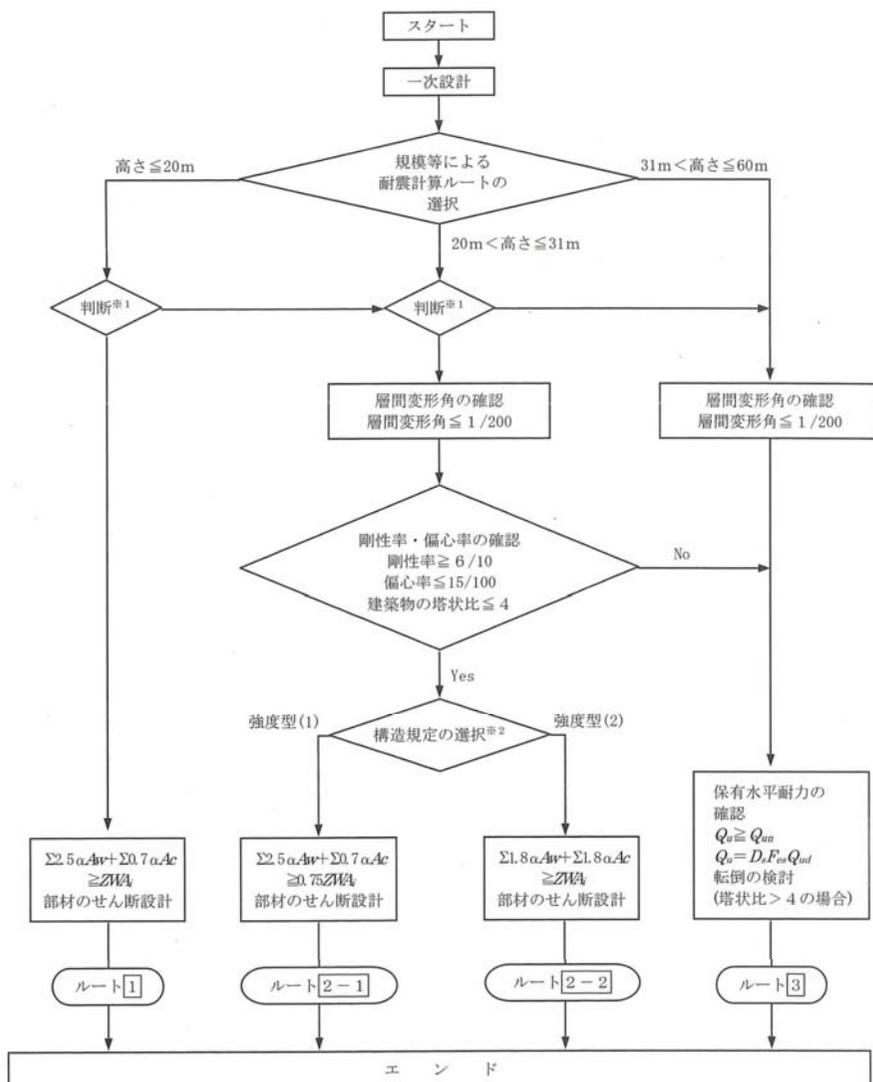
	ルート【1】		ルート【2】	ルート【3】
	【1-1】	【1-2】		
特徴	小規模 強度指向型	小規模 強度指向型	バランス型	靱性指向型
規模	階数	3階以下 (地階を除く)	2階以下 (地階を除く)	—
	面積	500 m ² 以下	2階建 500 m ² 以下 平屋 3000 m ² 以下	—
	スパン	6m以下	12m以下	—
	高さ	高さ 13m 以下 軒高 9m 以下		高さ 31m以下
層せん断力係数	0.3		筋かい分担割増 (β=1.0~1.5)	0.2[1次設計] 1.0[2次設計]
冷間成形鋼管	○		○	○
筋かい端部	保有耐力接合		保有耐力接合	保有耐力接合
層間変形角	—	—	○	○
偏心率	—	○	○	△
剛性率	—	—	○	△
脆性破壊の検討	幅厚比	—	○	△
	仕口・継手	保有耐力接合	保有耐力接合	△
	梁	—	保有耐力横補剛	△
柱脚	○	○	○	△
保有水平耐力計算	—	—	—	○
塔状建物	—	—	塔状比 4 以下	転倒の検討

※ルート3における△は、必要保有水平耐力算定時の F_{es}, D_s において考慮する

◆ 3. 3 : 鉄筋コンクリート造 (RC造) の構造計算ルート

○RC造の設計の基本

せん断破壊をいかに防ぐか！



※1 判断とは設計者の設計方針に基づく判断のことである。例えば、高さ31m以下の建築物であっても、より詳細な検討を行う設計法であるルート3を選択する判断等のことを示している。

※2 平成27(2015)年の告示改正によって、全体崩壊メカニズムの確保を目標とする靱性型の耐震計算ルート2-3が廃止されている。

◆ 3. 4 : 構造計算ルート別の規定一覧 (RC造の場合)

	ルート【1】	ルート【2】		ルート【3】
		【2-1】	【2-2】	
特徴	強度対応型	耐力壁が主耐震要素	非考慮壁、袖壁柱の多い建物	靱性指向型
規模 高さ	高さ 20m 以下	高さ 31m以下		—
壁柱量	$\Sigma 2.5 \alpha Aw + \Sigma 0.7 \alpha Ac \geq ZWA_i$	$\Sigma 2.5 \alpha Aw + \Sigma 0.7 \alpha Ac \geq 0.75ZWA_i$	$\Sigma 1.8 \alpha Aw + \Sigma 1.8 \alpha Ac \geq ZWA_i$	
設計用せん断力	$\min[Q_L+nQ_E, Q_0+Q_y]$ n=1.5(柱・梁)※ n=2.0(耐力壁)	Q_L+nQ_E, Q_0+Q_y n=2.0※2		Q_L+nQ_E, Q_0+Q_y n=1.5(RC) n=1.0(耐力壁)
層間変形角		○		○
偏心率		○		△
剛性率		○		△
保有水平耐力計算	—	—	—	○
塔状建物	—	塔状比 4 以下		転倒の検討
計算外規定	壁 $pw \geq 0.25\%$	壁 $pw \geq 0.4\%$ 袖壁柱 $pw \geq 0.4\%$ それ以外 $pw \geq 0.3\%$	壁 $pw \geq 0.4\%$ 袖壁 厚 15cm、壁複筋 無袖壁建物には適用不可	

※1 : 4階建て程度以下の建築物では短周期領域の大きな応答加速度を考慮して n=2 とするとよい (技術基準解説書 P345)

※2 : 構造耐力上主要な部分でない腰壁、たれ壁が取りつく柱は $\max[2, h/h_0]$

※ルート3における△は、必要保有水平耐力算定時の F_{es}, D_s において考慮する

■ 4 章：建築基準法におけるの規定

【建築材料の品質】[法 37 条]

第 37 条 建築物の基礎、主要構造部その他安全上、防火上又は衛生上重要である政令で定める部分に使用する木材、鋼材、コンクリートその他の建築材料として **国土交通大臣が定めるもの**は、次の各号の一に該当するものでなければならない。

↑ 指定建築材料

- 一 その品質が、指定建築材料ごとに国土交通大臣の指定する **JIS 又は JAS に適合するもの**
- 二 前号に掲げるもののほか、指定建築材料ごとに国土交通大臣が定める安全上、防火上又は衛生上必要な品質に関する技術的基準に適合するものであることについて **国土交通大臣の認定を受けたもの**

※認定リスト：国交省 HP <http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/register.html>

【H12 告 1446 号 別表第一】

1 構造用鋼材及び鉄鋼		
鋼管ぐい		JIS A-5525
H形鋼ぐい		JIS A-5526
普通レール及び分岐器用特殊レール		JIS E-1101
軽レール		JIS E-1103
一般構造用圧延鋼材		JIS G-3101
溶接構造用圧延鋼材		JIS G-3106
溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材		JIS G-3114
建築構造用圧延鋼材		JIS G-3136
建築構造用圧延棒鋼		JIS G-3138
炭素鋼鍛鋼品		JIS G-3201
溶融亜鉛めっき鋼板及び鋼帯		JIS G-3302
塗装溶融亜鉛めっき鋼板及び鋼帯		JIS G-3312
溶融 55%アルミニウム-亜鉛合金めっき鋼板及び鋼帯		JIS G-3321
塗装溶融 55%アルミニウム-亜鉛合金めっき鋼板及び鋼帯		JIS G-3322
一般構造用軽量形鋼		JIS G-3350
デッキプレート		JIS G-3352
一般構造用溶接軽量 H 形鋼		JIS G-3353
一般構造用炭素鋼管		JIS G-3444
一般構造用角形鋼管		JIS G-3466
建築構造用炭素鋼管		JIS G-3475
機械構造用炭素鋼鋼材		JIS G-4051
機械構造用合金鋼鋼材		JIS G-4053
建築構造用ステンレス鋼材		JIS G-4321
炭素鋼鑄鋼品		JIS G-5101
溶接構造用鑄鋼品		JIS G-5102
構造用高張力炭素鋼及び低合金鑄鋼品		JIS G-5111
溶接構造用遠心力鑄鋼管		JIS G-5201
2 高力ボルト及びボルト		
炭素鋼及び合金鋼製締結部品の機械的性質-第1部:ボルトねじ及び植込みボルト		JIS B-1051
耐食ステンレス鋼製締結部品の機械的性質-第1部:ボルトねじ及び植込みボルト		JIS B-1054-1
耐食ステンレス鋼製締結部品の機械的性質-第2部:ナット		JIS B-1054-2
六角ボルト		JIS B-1180
六角ナット		JIS B-1181
摩擦接合用高力六角ボルト・六角ナット・平座金のセット		JIS B-1186
平座金		JIS B-1256
非鉄金属製ねじ部品の機械的性質		JIS B-1057
3 構造用ケーブル		
ワイヤロープ		JIS G-3525
異形線ロープ		JIS G-3546
構造用ワイヤロープ		JIS G-3549
構造用ステンレス鋼ワイヤロープ		JIS G-3550

4 鉄筋		
鉄筋コンクリート用棒鋼		JIS G-3112
鉄筋コンクリート用再生棒鋼		JIS G-3117
5 溶接材料		
炭素鋼及び低合金鋼用サブマージアーク溶着金属の品質区分及び試験方法		JIS Z-3183
軟鋼用被覆アーク溶接棒		JIS Z-3211
高張力鋼用被覆アーク溶接棒		JIS Z-3212
耐候性鋼用被覆アーク溶接棒		JIS Z-3214
ステンレス鋼被覆アーク溶接棒		JIS Z-3221
軟鋼及び高張力鋼用マグ溶接ソリッドワイヤ		JIS Z-3312
軟鋼、高張力鋼及び低温用鋼用アーク溶接フラックス入りワイヤ		JIS Z-3313
耐候性鋼用炭酸ガスアーク溶接ソリッドワイヤ		JIS Z-3315
耐候性鋼用炭酸ガスアーク溶接フラックス入りワイヤ		JIS Z-3320
ステンレス鋼アーク溶接フラックス入りワイヤ		JIS Z-3323
ステンレス鋼サブマージアーク溶接ソリッドワイヤ及びフラックス		JIS Z-3324
軟鋼及び高張力鋼用エレクトロスラグ溶接ソリッドワイヤ並びにフラックス		JIS Z-3353
アルミニウム及びアルミニウム合金溶加棒並びに溶接ワイヤ		JIS Z-3322
6 ターンバックル		
建築用ターンバックル		JIS A-5540
建築用ターンバックル胴		JIS A-5541
建築用ターンバックルボルト		JIS A-5542
7 コンクリート		
レディーミクストコンクリート		JIS A-5308
8 コンクリートブロック		
建築用コンクリートブロック		JIS A-5406
9 免震材料		
10 木質接着成形軸材料		
構造用単板積層材の日本農林規格		
11 木質複合軸材料		
12 木質断熱複合パネル		
13 木質接着複合パネル		
14 タッピンねじその他これに類するもの		
タッピンねじ-機械的性質		JIS B-1055
タッピンねじのねじ山をもつドリルねじ-機械的性質及び性能		JIS B-1059
15 打込み紙		
16 アルミニウム合金材		
アルミニウム及びアルミニウム合金の板及び条		JIS H-4000
アルミニウム及びアルミニウム合金の棒及び線		JIS H-4040
アルミニウム及びアルミニウム合金の押出型材		JIS H-4100
アルミニウム及びアルミニウム合金鍛造品		JIS H-4140
アルミニウム合金鑄物		JIS H-5202
アルミニウム合金ろう及びブレージングシート		JIS Z-3263
17 トラス用機械式継手		
18 膜材料及びテント倉庫用膜材料		
19 セラミックメーソソリユニット		
建築用セラミックメーソソリユニット		JIS A-5210
20 石綿飛散防止剤		
21 緊張材		
PC鋼線及びPC鋼より線		JIS G-3536
PC鋼棒		JIS G-3109
細径異形PC鋼棒		JIS G-3137
22 軽量気泡コンクリートパネル		
軽量気泡コンクリートパネル		JIS A-5416

【構造方法の認定】 [法 68 条の 26]

- 1 構造方法等の認定 (前 3 章の規定又はこれに基づく命令の規定で、建築物の構造上の基準その他の技術的基準に関するものに基づき国土交通大臣がする構造方法、建築材料又はプログラムに係る認定をいう。以下同じ。) の申請をしようとする者は、国土交通省令で定めるところにより、国土交通省令で定める事項を記載した申請書を国土交通大臣に提出して、これをしなければならない。
- 2 国土交通大臣は、構造方法等の認定のための審査に当たっては、審査に係る構造方法、建築材料又はプログラムの性能に関する評価 (以下この条において単に「評価」という。) に基づきこれを行うものとする。
- 3 国土交通大臣は、第 77 条の 56 の規定の定めるところにより指定する者に、構造方法等の認定のための審査に必要な評価の全部又は一部を行わせることができる。
- 4 国土交通大臣は、前項の規定による指定をしたときは、当該指定を受けた者が行う評価を行わないものとする。
- 5 国土交通大臣が第 3 項の規定による指定をした場合において、当該指定に係る構造方法等の認定の申請をしようとする者は、第 7 項の規定により申請する場合を除き、第 3 項の規定による指定を受けた者が作成した当該申請に係る構造方法、建築材料又はプログラムの性能に関する評価書 (以下この条において「性能評価書」という。) を第 1 項の申請書に添えて、これをしなければならない。この場合において、国土交通大臣は、当該性能評価書に基づき構造方法等の認定のための審査を行うものとする。
- 6 国土交通大臣は、第 77 条の 57 の規定の定めるところにより承認する者に、構造方法等の認定のための審査に必要な評価 (外国において事業を行う者の申請に基づき行うものに限る。) の全部又は一部を行わせることができる。
- 7 外国において事業を行う者は、前項の承認を受けた者が作成した性能評価書を第 1 項の申請書に添えて構造方法等の認定を申請することができる。この場合において、国土交通大臣は、当該性能評価書に基づき構造方法等の認定のための審査を行うものとする。

□指定性能評価機関 (法 77 条の 56) ※1

H19.4.1 現在

- | | |
|---------------------|---------------------|
| 1 (財)日本建築センター | 14 (財)日本合板検査会 |
| 2 (財)建材試験センター | 15 (財)日本紡績検査協会 |
| 3 (財)ベターリビング | 16 (財)化学物質評価研究機構 |
| 4 (財)日本建築総合試験所 | 17 (財)東海技術センター |
| 5 (財)日本建築設備・昇降機センター | 18 ハウスプラス住宅保証(株) |
| 6 (財)日本住宅・木材技術センター | 19 (株)東京建築検査機構 |
| 7 (社)全国鐵構工業協会 | 20 (平成18年6月1日より、欠番) |
| 8 (株)日本鉄骨評価センター | 21 ビューローベリタスジャパン(株) |
| 9 (財)小林理学研究所 | 22 (財)日本建築防災協会 |
| 10 日本イーアールアイ(株) | 23 (社)日本免震構造協会 |
| 11 北海道立北方建築総合研究所 | 24 (株)確認サービス |
| 12 (株)都市居住評価センター | 25 (社)日本膜構造協会 |
| 13 (財)日本塗料検査協会 | 26 (株)国際確認検査センター |

□承認性能評価機関 (法 77 条の 57) ※1

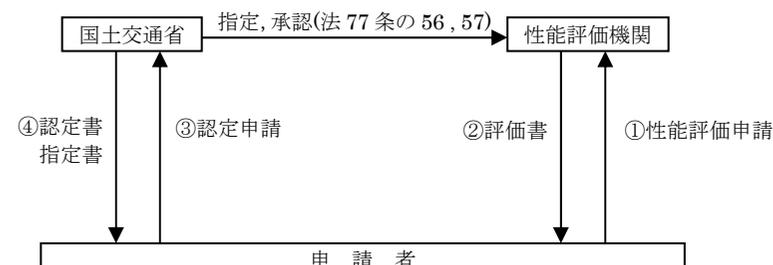
H19.2.1 現在

- 1 オーストラリアン ビルディング コーズ ボード オフィス(オーストラリア)
- 2 プロフェッショナル サービス インダストリーズ インク(米国)
- 3 フラウンホーファー ゲゼルスシャフト ツァ フェルデルング デア アンゲヴァンテン フォルシュング エー. ファオ. (ドイツ)
- 4 SP-スウェーデン国技術研究所(スウェーデン)
- 5 韓国化学試験研究院(韓国)

□認定品一覧

認定リスト：国土省 HP 参照 [TOP]→[住宅・建築]→[建築行政]→[構造方法等の認定]
<http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/register.html>

◇認定模式図



※1：構造方法の認定以外の性能評価機関（住宅性能、防火、材料他）も含まれます。
 各性能評価機関の業務区域の指定状況は建築行政情報センターにて確認してください。
http://www.icba.or.jp/n_s/hyoka_naiyo.htm

参考（評価書・認定書）

・ベースパック用アンカーボルト

評価書

(写)

B C J 評定-ST0054-04

評 定 書

旭化成建材株式会社
代表取締役社長 小林 宏史 様

岡部株式会社
代表取締役社長 松本 憲昭 様

財団法人日本建築センター
理事長 石 森

平成19年5月25日付けで、評定申込みのあった下記の件について、当財団剛構造評定委員会（委員長：田中淳夫）において慎重審議の結果、平成19年6月22日付け評定報告書（評定番号：BCJ評定-ST0054-04）のとおり、本件は、申込みの範囲において、建築基準法令、その他の技術規準等及び当委員会が定めた基準に照らし、適正なものであると評定します。
なお、本評定書の有効期間は、本評定日より平成24年6月21日までとします。

平成19年6月22日

記

作 名 ベースパック柱脚工法

評 定 内 容 標記工法の構造性能について

財団法人日本建築センター
The Building Center of Japan

認定書

(写)

認 定 書

国住指第 1618-1 号
平成 13 年 12 月 21 日

岡部ストラクト株式会社
代表取締役 大野 要 様
川崎製鉄株式会社
取締役社長 敷土文夫 様

国土交通大臣 林 寛子

下記の構造方法又は建築材料については、建築基準法第 68 条の 26 第 1 項の規定に基づき、同法第 37 条第 2 号の規定に適合するものであることを認める。

記

1. 認定番号
MBLT-0008
2. 認定をした構造方法又は建築材料の名称
「ベースパック柱脚工法」アンカー用ボルト（川崎製鉄株式会社 水島製鉄所）
（岡部ストラクト株式会社 京都工場）
3. 認定をした構造方法又は建築材料の内容
別添の通り

指定書（認定書別添）

(写)

指 定 書

国住指第 1618-2 号
平成 13 年 12 月 21 日

岡部ストラクト株式会社
代表取締役 大野 要 様
川崎製鉄株式会社
取締役社長 敷土文夫 様

国土交通大臣 林 寛子

下記の建築基準法第 37 条第 2 号の国土交通大臣の認定を受けた鋼材等に係る許容応力度等の基準強度について、平成 12 年建設省告示第 2466 号第一第二号、第二第二号及び第三第二号の規定に基づき、下記の通り数値を指定する。

記

1. 認定番号
MBLT-0008
2. 認定をした構造方法又は建築材料の名称
「ベースパック柱脚工法」アンカー用ボルト（川崎製鉄株式会社 水島製鉄所）
（岡部ストラクト株式会社 京都工場）
3. 指定する数値

(1) 基準張力	-
(2) 引張継合部の引張りの許容応力度	490 N/mm ²
(3) 材料強度の基準強度	490 N/mm ²

【許容応力度計算】[令 81 条第 3 項]

第 3 項 法第 20 条第三号イの政令で定める基準は、次条<令 82 条>各号及び第 82 条の 4 に定めるところによる構造計算又はこれと同等以上に安全性を確かめることができるものとして国土交通大臣が定める基準に従った構造計算によるものであることとする。

■【保有水平耐力計算】[令 82 条]

第 82 条 前条第 2 項第一号イに規定する保有水平耐力計算とは、次の各号及び次条から第 82 条の 4 までに定めるところによりする構造計算をいう。

- 一 第 2 款に規定する荷重及び外力によって建築物の構造耐力上主要な部分に生ずる力を国土交通大臣が定める方法により計算すること。

→H19 告 594 号 保有水平耐力計算及び許容応力度等計算の方法を定める件

- 二 前号の構造耐力上主要な部分の断面に生ずる長期及び短期の各応力度を次の表に掲げる式によって計算すること。

状態	検討項目	一般の場合	
		一般の場合	多雪地域(積雪量 1m 以上:島根県の場合)
長期	常時	[G(固定)+P(積載)]	[G(固定)+P(積載)]
	積雪時		[G(固定)+P(積載)] + 0.7S(積雪)
短期	積雪時	[G(固定)+P(積載)]+S(積雪)	[G(固定)+P(積載)] + S(積雪)
	暴風時	[G(固定)+P(積載)]+W(風)	[G(固定)+P(積載)] + W(風) [G(固定)+P(積載)]+W(風) +0.35S(積雪)
	地震時	[G(固定)+P(積載)]+K(地震)	[G(固定)+P(積載)]+K(地震)+0.35S(積雪)
検討項目		計 4 ケース	計 6 ケース

- 三 第一号の構造耐力上主要な部分ごとに、前号の規定によって計算した長期及び短期の各応力度が、それぞれ第 3 款の規定による長期に生ずる力又は短期に生ずる力に対する各許容応力度を超えないことを確かめること。

◇検討

外力により生じた長期設計応力 < 材料の長期許容応力

外力により生じた短期設計応力 < 材料の短期許容応力

- 四 国土交通大臣が定める場合においては、構造耐力上主要な部分である構造部材の変形又は振動によって建築物の使用上の支障が起こらないことを国土交通大臣が定める方法によって確かめること。

→H12 告 1459 号 建築物の使用上の支障が起こらないことを確かめる必要がある場合及びその確認方法を定める件

■【屋根ふき材等の構造計算】[令 82 条の 4]

第 82 条の 4 屋根ふき材、外装材及び屋外に面する帳壁については、国土交通大臣が定める基準に従った構造計算によって風圧に対して構造耐力上安全であることを確かめなければならない。

→H12 告 1458 号 屋根ふき材及び屋外に面する帳壁の風圧に対する構造耐力上の安全性を確かめるための構造計算の基準を定める件

■許容応力度同等計算

H14 告 474 号第 3 特定畜舎等建築物
H14 告 667 号第 6 テント倉庫建築物
H19 告 823 号第 4 図書省略認定による建築物

【荷重及び外力の種類】[令 83 条]

第 83 条 建築物に作用する荷重及び外力としては、次の各号に掲げるものを採用しなければならない。

- 一 固定荷重 (G) ⇒ 令第 84 条 「固定荷重」
 - 二 積載荷重 (P) ⇒ 令第 85 条 「積載荷重」
 - 三 積雪荷重 (S) ⇒ 令第 86 条 「積雪荷重」
 - 四 風圧力 (W) ⇒ 令第 87 条 「風圧力」
 - 五 地震力 (K) ⇒ 令第 88 条 「地震力」
- 2 前項に掲げるもののほか、建築物の実況に応じて、土圧、水圧、震動及び衝撃による外力を採用しなければならない。

【固定荷重】[令 84 条]

第 84 条 建築物の各部の固定荷重は、当該建築物の実況に応じて計算しなければならない。

【材料比重】		単位: N/m ² /mm	
名称	単位厚比重	名称	単位厚比重
砂利	21	鉄筋コンクリート	24
土・砂利	19	コンクリート	23
モルタル	20	軽量コンクリート(1種,2種)	20, 18

【材料密度】		単位: x10 ³ kg/m ³	
名称	単位厚比重	名称	単位厚比重
杉	.38	鉄	7.87
ひのき・ひば	0.43	砂岩	2.24~2.35
あかまつ・からまつ・つが	0.52	花崗岩(みかげ石)	2.47~2.90
くろまつ	0.57	大理石	2.62~2.86
べいひ	0.47	普通ガラス	約 2.5
べいまつ	0.55		
きり	0.29		
したん, こくたん	0.98, 1.09		

※荷重設計指針 日本建築学会

【天井】					
種類	備考	厚さ	単位厚	単位床面積	出典
		mm	N/m ² /mm	N/m ²	
さお縁	(下地含む)	-	-	100	施行令
合板・金属板	(下地含む)	-	-	150	施行令
木毛セメント板	(下地含む)	-	-	200	施行令
格縁	(下地含む)	-	-	290	施行令
しっくい塗	(下地含む)	-	-	390	施行令
モルタル塗	(下地含む)	-	-	590	施行令
石膏ボード張り	軽天下地共			200	通常

【屋根】					
種類	備考	厚さ	単位厚	単位床面積	出典
		mm	N/m ² /mm	N/m ²	
防水	シート防水	2	20	40	荷重指針
	塗膜防水	2	20	40	荷重指針
	アスファルト露出防水	9		150	荷重指針
	アスファルト露出防水	12		180	荷重指針
ガラス屋根	ガラス	6	25	150	荷重指針
	モヤ(軽量鉄骨)			70	荷重指針
	ガラス(鉄枠含む)			290	施行令
樹脂葺き	ポリカ	5	12	60	荷重指針
鉄板葺き	亜鉛鉄板	0.6		60	荷重指針
	波型鉄板			50	施行令
	折板(取付材除く)	1.2		180	荷重指針
	折板(ヨド 88 ハゼ)金物除く	0.8		95	カタログ
薄鉄板	(下地・垂木あり)			200	施行令
スレート	厚形(下地・垂木あり)			440	施行令
	コロニアル			200	カタログ
瓦葺き	葺き土あり			790	荷重指針
	葺き土あり(野地板・垂木あり)			980	施行令
	葺き土なし(野地板・垂木あり)			640	施行令
下地・垂木	アスファルトフェルト			10	荷重指針
	木毛セメント板	15	6	90	荷重指針
	野地板			100	荷重指針
	垂木			30~40	荷重指針
母屋	軽量鉄骨			70	荷重指針
	木造(支点間隔 2m)			50	施行令
	木造(支点間隔 4m)			100	施行令
鉄骨銅淵	C100x50x20x3.2@600			90	積算

【床】					
種類	備考	厚さ	単位厚	単位床面積	出典
		mm	N/m ² /mm	N/m ²	
長尺シート		2	20	40	荷重指針
タイルカーペット		7		60	荷重指針
フローリング(非木造)	捨て張り(下地なし)	12		60	荷重指針
	ナラ縁甲板(下地なし)	15		110	荷重指針
	根太、大引含む			200	施行令
フローリング(木造)	根太含む・大引き含まず			150	施行令
畳(非木造)	畳7 55,床板7 12, 転根太			320	荷重指針
畳(木造)	畳ア 55, 床板, 根太			340	施行令
クリーンカータイル	せつ気質タイル	20	20	400	荷重指針
大理石		40	27	1080	荷重指針
床下地(木造)	張間 4m 以下			100	施行令
	張間 6m 以下			170	施行令
	張間 8m 以下			250	施行令
OA フロア	タイルカーペット+GRC パネル	70		530	荷重指針
	タイルカーペット+床パネル+支柱	200		240	荷重指針
体育館床	フローリング、下地、支持材	500		300	荷重指針

【その他】					
種類	備考	厚さ	単位厚	単位床面積	出典
		mm	N/m ² /mm	N/m ²	
耐火被覆				500	

【外壁・内壁】					
種類	備考	厚さ	単位厚	単位床面積	出典
		mm	N/m ² /mm	N/m ²	
吹付け塗材				30	荷重指針
タイル	磁器質タイル	7	23	160	荷重指針
	タイル張(RC 造)		20		施行令
	打ち込みタイル	10	20	200	荷重指針
サイディング等	サイディング(金属系角波)	0.6		63	カタログ
	サイディング(窯業系)	16		170	カタログ
	押し出し成形セメント板	50		650	荷重指針
	ALC パネル	100	6.5	650	荷重指針
板張(木造)	下見板(下地含む)			100	施行令
塗壁	漆喰塗		17		施行令
	モルタル塗り, 人造石張		20		施行令
	漆喰塗, 下地共			340	施行令
	鉄網モルタル, 下地共			640	施行令
	小舞壁, 軸組み共			830	施行令
石張	御影石, 乾式工法(下地共)			890	荷重指針
ケイカル板		8	8	64	荷重指針
石膏ボード	GB-R t=12.5	12.5		80	HP
石膏ボード張	(下地含む)			200	通常
内壁軸組み	軽量鉄骨下地	65		100	荷重指針
	木造壁軸組			150	施行令
	CB 壁, B 種 t=150 鉄筋他共			2250	荷重指針
鉄骨銅淵	C100x50x20x3.2@600			90	積算
間仕切壁	床面積均し荷重			200-300	通常

【積載荷重】[令 85 条]

第 85 条 建築物の各部の積載荷重は、当該建築物の実況に応じて計算しなければならない。ただし、次の表に掲げる室の床の積載荷重については、それぞれ同表の (い)、(ろ) 又は (は) の欄に定める数値に床面積を乗じて計算することができる。

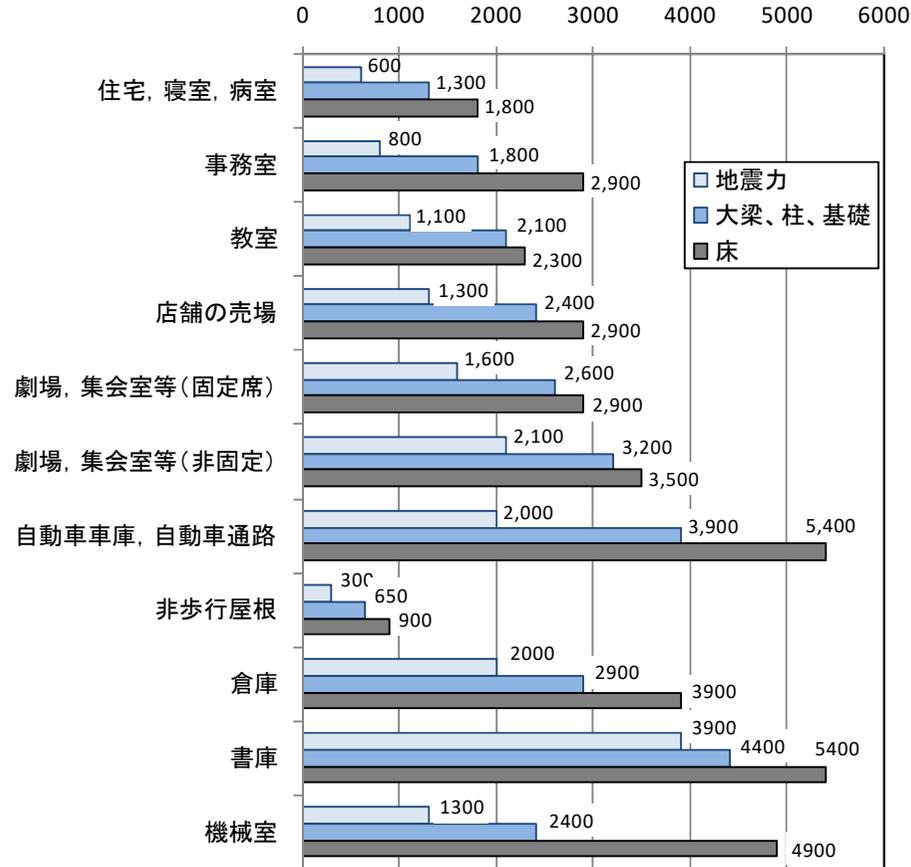
室の種類	構造計算の対象[N/m ²]				
	(い)	※	(ろ)	(は)	
	床	小梁	大ばり、柱、基礎	地震力	
(1) 住宅の居室、住宅以外の建築物の寝室又は病室	1,800	1,550	1,300	600	
(2) 事務室	2,900	2,350	1,800	800	
(3) 教室	2,300	2,200	2,100	1,100	
(4) 百貨店又は店舗の売場	2,900	2,650	2,400	1,300	
(5) 劇場等の客席又は集会室	固定席の場合	2,900	2,750	1,600	
	その他の場合	3,500	3,350	2,100	
(6) 自動車車庫及び自動車通路	5,400	4,650	3,900	2,000	
(7) 廊下、玄関又は階段	(3)から(5)までに掲げる室に連絡するものにあつては、(5)の「その他の場合」の数値				
(8) 屋上広場又はバルコニー	(1)の数値による。ただし学校又は百貨店の用途に供する建築物にあつては、(4)の数値				
通常(例)	非歩行屋根(住宅の半分)	900	775	650	300
	倉庫	3,900	3,400	2,900	2,000
	書庫	5,400	4,900	4,400	3,900
	機械室	4,900	4,150	2,400	1,300

※小梁用の積載荷重として、(い)床用と(ろ)大梁、柱、基礎用の平均値を用いてもよい

2 柱又は基礎の垂直荷重による圧縮力を計算する場合においては、前項の表の (ろ) 欄の数値は、そのささえる床の数に応じて、これに次の表の数値を乗じた数値まで減らすことができる。ただし、同項の表の (5) に掲げる室の床の積載荷重については、この限りでない。

ささえる床の数	積載荷重を減らすために乗ずべき数値	ささえる床の数	積載荷重を減らすために乗ずべき数値
2	0.95	6	0.75
3	0.9	7	0.7
4	0.85	8	0.65
5	0.8	9 以上	0.6

3 倉庫業を営む倉庫における床の積載荷重は、第 1 項の規定によって実況に応じて計算した数値が 3,900N/m²未満の場合においても、3,900N としなければならない。



単位 : N/m²

【積雪荷重】[令 86 条]

$$F = u_b \cdot \gamma \cdot S$$

γ : 雪比重 [N/m³]
 S : 積雪量 [m]
 u_b : 屋根勾配係数 [-]

※多雪地域とは：積雪量 1 m 以上の区域 (島根県建築基準法施行細則第 11 条の 3, 第 2 項)



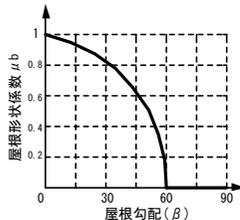
□ u_b : 屋根勾配係数

$u_b = 0$ 屋根勾配 60 度を超える場合 (雪止めがない場合)

$u_b = \sqrt{\cos(1.5\beta)}$ 屋根勾配 60 度以下の場合 (雪止めがない場合)

$u_b = 1$ 上記以外

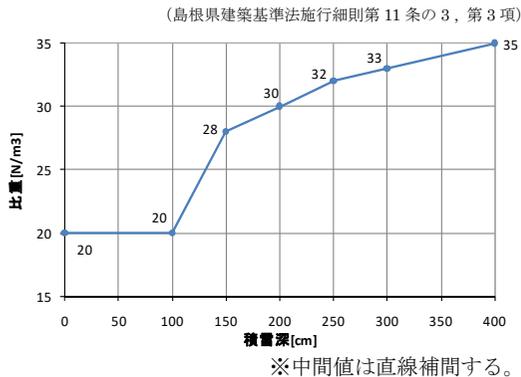
[β : 屋根勾配 [度]]



□ γ : 雪比重

- ・積雪量 1 m 以下の場合 : $\gamma = 20\text{N/cm}$
- ・積雪量 1 m を超える場合: 下表

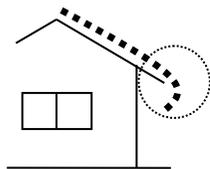
積雪量 [cm]	γ [N/m ²]
100	20
150	28
200	30
250	32
300	33
400	35



(島根県建築基準法施行細則第 11 条の 3, 第 3 項)

※注意事項

- ・積雪量の不均等について (令 86 条 5 項)
融雪時の雪の局所的な集中、軒先での回り込みなどを考慮した積雪量を積算する
- ・雪下ろしの習慣について (令 86 条 6 項、7 項)
島根県内では雪下ろしの習慣がないため、基本的には雪おろしによる積雪量の低減はしない



□S: 県内積雪量[単位:m]-県内市町村の(は)の標高における積雪量(標高以外の建設地については(に)の計算式による)

(島根県建築基準法施行細則第 11 条の 3, 第 1 項)

い		ろ	は	に	い		ろ	は	に			
区域		積雪量	標高	計算式	区域		積雪量	標高	計算式			
松江地区	松江市	旧松江市	0.63	17	(L-17)× α +0.63	出雲地区	出雲市	旧出雲市	0.65	20	(L-20)× α +0.65	
		旧鹿島町	0.74	22	(L-22)× α +0.74			旧平田市	0.63	3	(L-3)× α +0.63	
		旧島根町	0.70	4	(L-4)× α +0.70			旧湖陵町	0.59	6	(L-6)× α +0.59	
		旧美保閘町	0.69	6	(L-6)× α +0.69			旧大社町	0.66	3	(L-3)× α +0.66	
		旧八雲村	0.60	31	(L-31)× α +0.60			旧佐田町	0.72	68	(L-68)× α +0.72	
		旧玉湯町	0.56	3	(L-3)× α +0.56			旧多伎町	0.65	20	(L-20)× α +0.65	
		旧穴道町	0.54	3	(L-3)× α +0.54			斐川町		0.60	8	(L-8)× α +0.60
		旧八束町	0.55	17	(L-17)× α +0.55		大田市	旧大田市	0.60	15	(L-15)× α +0.60	
	東出雲町		0.53	3	(L-3)× α +0.53	旧温泉津町		0.69	26	(L-26)× α +0.69		
	安来市	旧安来市	0.52	1	(L-1)× α +0.52	旧仁摩町		0.6	4	(L-4)× α +0.60		
旧広瀬町		0.55	30	(L-30)× α +0.55	美郷町	旧邑智町		0.68	72	(L-72)× α +0.68		
旧伯太町		0.51	23	(L-23)× α +0.51		旧大和村		0.64	94	(L-94)× α +0.64		
隠岐地区	隠岐の島町	旧西郷町	1.00	26	(L-26)× α +1.00	邑南町	旧羽須美村	0.68	114	(L-114)× α +0.68		
		旧布施村	0.97	17	(L-17)× α +0.97		旧瑞穂町	1.48	327	(L-327)× α +1.48		
		旧五箇村	0.96	15	(L-15)× α +0.96		旧石見町	1.11	210	(L-210)× α +1.11		
	旧都万村		0.97	18	(L-18)× α +0.97	川本町		0.87	132	(L-132)× α +0.87		
	海士町	海士町		0.92	3	(L-3)× α +0.92	浜田市	旧浜田市	0.68	20	(L-20)× α +0.68	
		西ノ島町	西ノ島町		0.96	15		(L-15)× α +0.96	旧金城町	1.27	210	(L-210)× α +1.27
			知夫村		1.00	23		(L-23)× α +1.00	旧旭町	1.42	273	(L-273)× α +1.42
		奥出雲町	旧仁多町	1.15	234	(L-234)× α +1.15		旧弥栄村	1.82	375	(L-375)× α +1.82	
	旧横田町		1.61	369	(L-369)× α +1.61	旧三隅町		0.57	11	(L-11)× α +0.57		
	雲南市	旧大東町	0.60	50	(L-50)× α +0.60	江津市	旧江津市	0.62	11	(L-11)× α +0.62		
旧加茂町		0.62	39	(L-39)× α +0.62	旧桜江町		0.58	30	(L-30)× α +0.58			
旧木次町		0.57	40	(L-40)× α +0.57	益田市	旧益田市	0.55	7	(L-7)× α +0.55			
旧三刀屋町		0.59	45	(L-45)× α +0.59		旧美都町	1.03	165	(L-165)× α +1.03			
旧吉田村		1.67	370	(L-370)× α +1.67		旧匹見町	1.37	280	(L-280)× α +1.37			
飯南町	旧掛合町	1.15	215	(L-215)× α +1.15	吉賀町	旧柿木村	1.03	195	(L-195)× α +1.03			
	旧頓原町	1.82	421	(L-421)× α +1.82		旧六日市町	1.40	310	(L-310)× α +1.40			
	旧赤来町	1.75	403	(L-403)× α +1.75	津和野町	旧津和野町	0.98	165	(L-165)× α +0.98			
				旧日原町		0.68	76	(L-76)× α +0.68				

L : 建築場所の標高
 α : 標高あたりの積雪量(=0.0036)
 は多雪地域を示す。

【風荷重】[令 87 条]《島根県内の場合》

$$F = q \cdot Cf \cdot A$$

q : 速度圧 [N/m²] ($q = 0.6EV_0^2$)
 Cf : 風力係数 [-] ($Cf = Cpe - Cpi$)
 A : 受圧面積 [m²]



■ q: 速度圧

□ E: 高さ、地域による係数

$$E = Er^2 \cdot Gf$$

Er: 平均風速の高さ方向の分布

H ≤ Zb【島根県内の場合 5m】の時 $Er = 1.7(Z_b/Z_G)^\alpha$

H > Zb【島根県内の場合 5m】の時 $Er = 1.7(H/Z_G)^\alpha$

※ここで H: 建物高さ と 軒高さの平均値

地表面粗度区分		Zb [m]	ZG [m]	α
I	島根県内は無し	5	250	0.10
II	都計外 都計内で海岸、湖岸まで 500m 以内の地域	5	350	0.15
III	都計内で II 以外の地域	5	450	0.20
IV	島根県内は無し	10	550	0.27

Gf: ガスト影響係数

粗度区分 \ H	(一)	(二)	(三)
	H ≤ 10	10 < H < 40	40 ≤ H
I	2.0	$(-0.2/30) \times (H-10) + 2.0$	1.8
II	2.2	$(-0.2/30) \times (H-10) + 2.2$	2.0
III	2.5	$(-0.4/30) \times (H-10) + 2.5$	2.1
IV	3.1	$(-0.8/30) \times (H-10) + 3.1$	2.3

□ V₀: 風速 [m/秒]

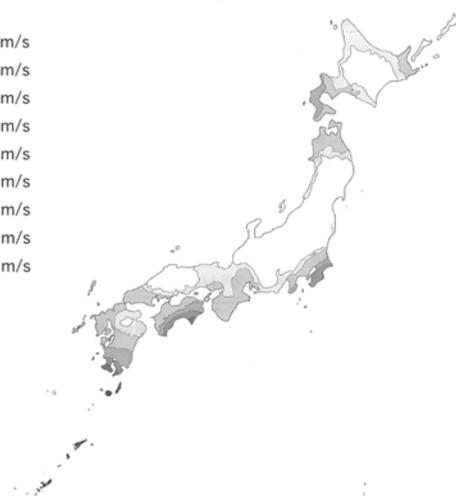
(一)	(一)から(二)までに掲げる地方以外の地方	30
(二)	島根県のうち 益田市のうち旧益田市、匹見町・津和野町のうち旧日原町、隠岐郡	32
(三)	島根県のうち 津和野町のうち旧津和野町、吉賀町	34

■ Cf: 風力係数

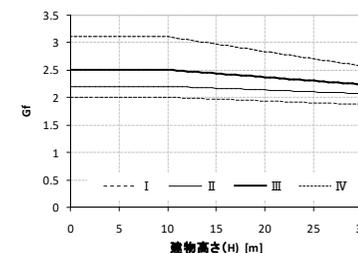
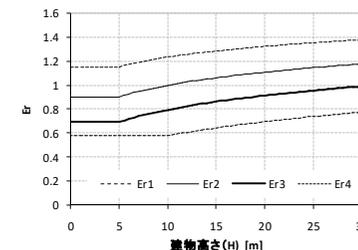
$$Cf = Cpe - Cpi$$

Cpe [外圧係数] H12 告示 1454 号参照
 Cpi [内圧係数] H12 告示 1454 号参照

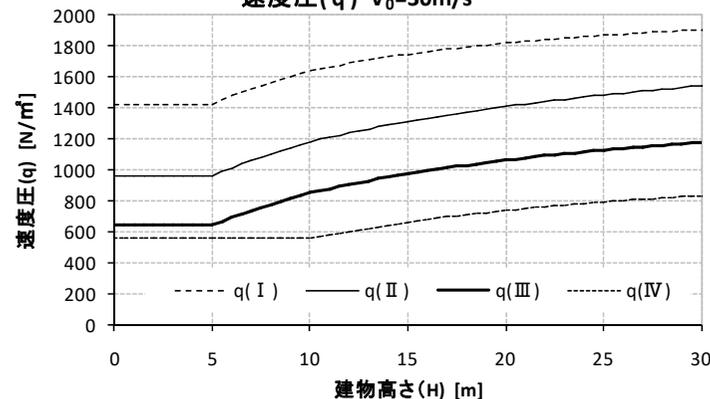
■ 参考図・参考グラフ



基準風速分布



速度圧 (q) V₀=30m/s



【地震力】 [令 88 条]

■地上階

$$Q_i = C_i \cdot \sum_{j=i}^n W_j$$

- $\sum_{j=i}^n W_j$: i 階の支えるの建物総重量
- C_i : i 層から最上階(n 層)までの層重量の和
- C_i : 層せん断力係数 (= $Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_0$)

□Ai : 層せん断力高さ分布【割増係数】

$$A_i = 1 + \left(\frac{1}{\sqrt{\alpha_i}} - \alpha_i \right) \cdot \left(\frac{2T}{1+3T} \right)$$

α_i : 建物総重量 [W] に対する i 階の負担重量

$$\alpha_i = \frac{\sum_{j=i}^n W_j}{W}$$

T : 建物周期 (Rt の算出参照)

□C0: 標準せん断力係数

- 0.2 以上(許容応力度設計の場合)
- 1.0 以上(屋上水槽, 煙突, 塔屋等突出部)←参照 : H12 告示 1389 号
- 1.0 以上(必要保有水平耐力を計算する場合)

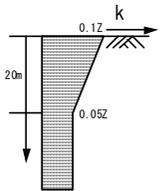
■地下階

$$Q_i = k_i \cdot \sum_{j=i}^n W_j$$

k : 地下震度

$$k = 0.1 \cdot \left(1 - \frac{H}{40} \right) \cdot Z$$

H : 地盤面から地階部分までの高さ (H が 20 を超える場合 20)



■参考図・参考グラフ

□Z: 地域係数【低減係数】 0.9(島根県)

□Rt: 振動特性係数【低減係数】

T	< Tc ≤ T	T	< 2Tc ≤ T	T
Rt = 1	$Rt = 1 - 0.2 \left(\frac{T}{Tc} - 1 \right)^2$			$Rt = 1.6 \frac{Tc}{T}$

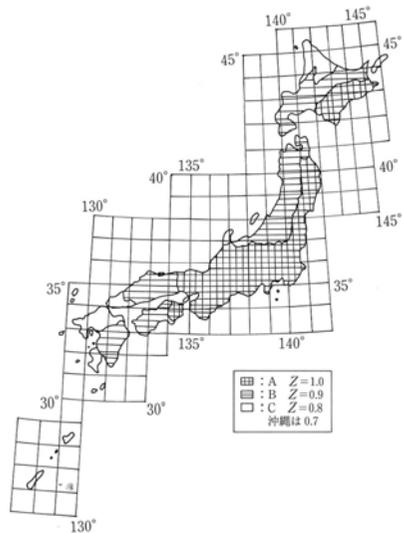
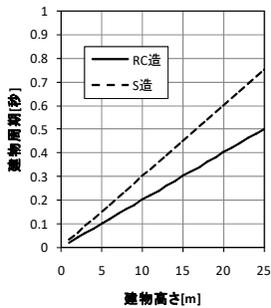
①Tc 及び地盤種別

地盤種別	解説	Tc
1種地盤 (固い地盤)	・岩盤、硬質砂れき層その他主に第3紀以前の地層によって構成されているもの ・地盤周期等についての調査、研究の結果に基づき、これと同程度の地盤周期を有すると認められるもの	0.4
2種地盤 (普通の地盤)	・第1種地盤及び第3種地盤以外のもの	0.6
3種地盤 【軟らかい地盤】	・腐植土、泥土その他これらに類するもので大部分が構成されている沖積層(盛土含む)で、その深さが約30メートル以上のもの ・沼沢、泥海等を埋め立てた地盤の深さが約3m以上であり、かつ、これらで埋め立てられてから約30年経過していないもの ・地盤周期等についての調査、研究の結果に基づき、これらと同程度の地盤周期を有すると認められるもの	0.8

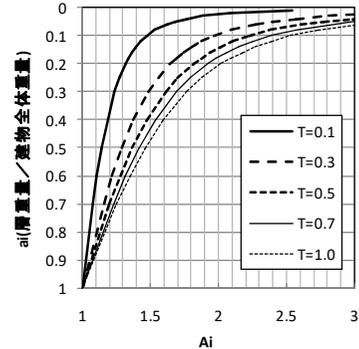
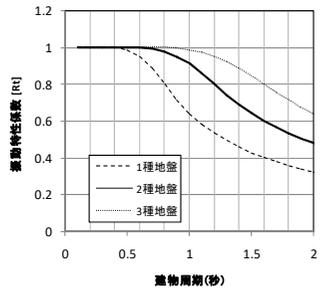
②建物周期 : $T = (0.02 + 0.01 \alpha) h$ 【略算解】

α : 当該建築物のうち柱及びはりの大部分が木造又は鉄骨造である階(地階を除く。)の高さの合計の h に対する比
→RC造 : $T = 0.02h$, S造 : $T = 0.03h$

【注】・5階建て程度(階高 15m 以下程度)では固有周期は最大でも 0.5 秒程度となるため、ほとんどのケースで $R_t = 1.0$ と考えてよい。



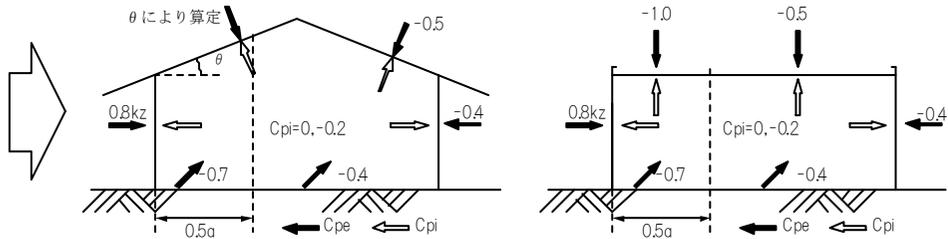
地域係数 (Z) の分布



【資料：風力係数(Cf)の数値】 [H12 告 1454 号]

※矢印の向きを正とする
 ※正負数値のある場合は、両方について検討を行う
 ※Cpi は危険側の値を採用する

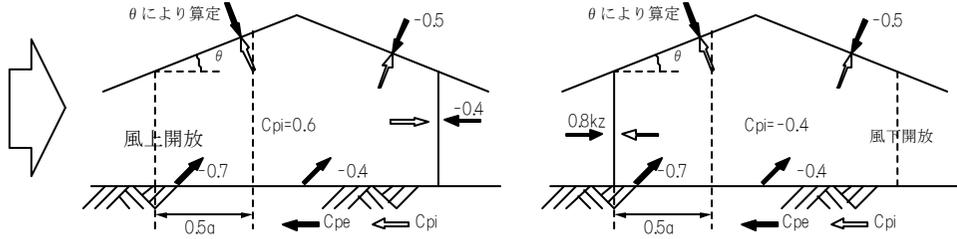
□閉鎖型建物の場合 [Cf=Cpe-Cpi]



※勾配屋根の Cf

傾斜角 θ	10° 未満	10°	30°	45°	90°
正の係数	-	0	0.2	0.4	0.8
負の係数	-1	-1	-0.3	0	-

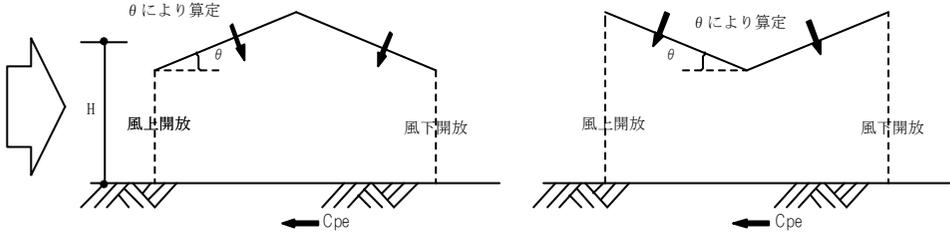
□開放型建物の場合 [Cf=Cpe-Cpi]



※勾配屋根の Cf

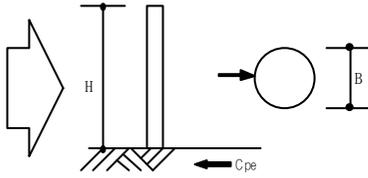
傾斜角 θ	10° 未満	10°	30°	45°	90°
正の係数	-	0	0.2	0.4	0.8
負の係数	-1	-1	-0.3	0	-

□独立上屋の場合 [Cf=Cpe]



θ	切妻屋根				翼型屋根			
	風上屋根		風下屋根		風上屋根		風下屋根	
	正	負	正	負	正	負	正	負
10° 以下	0.6	-1.0	0.2	-0.8	0.6	-1.0	0.2	-0.8
10° ~ 30°	直線的に補間した数値							
30°	0.9	-0.5	0	-1.5	0.4	-1.2	0.8	-0.3

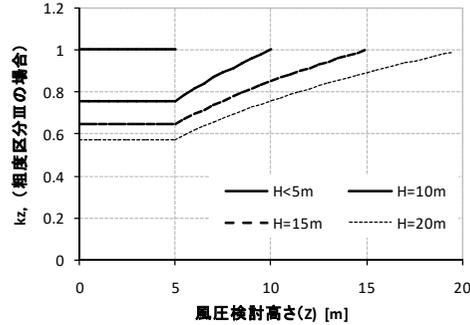
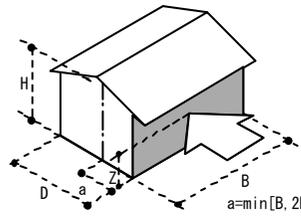
□円柱の場合 [Cf=Cpe]



H/B	1.0 以下	1.0~8.0	8.0 以上
Cf	0.7kz	直線補間	0.9kz

※kz

$H \leq Z_b (=5m)$	$kz = 1.0$
$H > Z_b (=5m)$	$Z \leq Z_b (=5m) \quad kz = (Zb/H)^{2\alpha}$ $Z > Z_b (=5m) \quad kz = (Z/H)^{2\alpha}$



【例題】

■積雪荷重

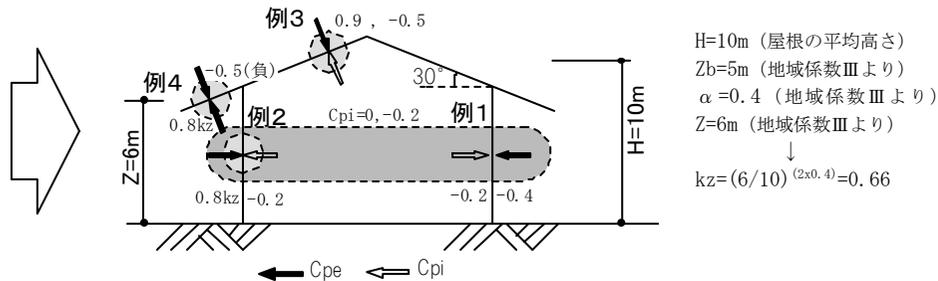
積雪量 80cm の時 $F=ub \cdot \gamma \cdot S = 1 \cdot 20 \cdot 80 = 1,600\text{N/m}^2$

積雪量 150cm の時 $F=ub \cdot \gamma \cdot S = 1 \cdot 28 \cdot 150 = 4,200\text{N/m}^2$

※比較：トヨタプリウス 車両重量 1555kg 全長 x 全幅 4.5m x 1.7m → $203\text{kg/m}^2 = 1,994\text{N/m}^2$

■風荷重<<2007 技術基準解説書 P258 参照>>

条件 [V₀=30m/s, 地域係数Ⅲの場合]



例 1：建物全体の風荷重，看板等の風荷重を算定する場合の Cf

$$\begin{aligned} C_f &= C_{f(\text{風上})} - C_{f(\text{風下})} \\ &= (C_{pe} - C_{pi})_{(\text{風上})} - (C_{pe} - C_{pi})_{(\text{風下})} \\ &= C_{pe(\text{風上})} - C_{pi(\text{風上})} - C_{pe(\text{風下})} + C_{pi(\text{風下})} \\ &= C_{pe(\text{風上})} - C_{pe(\text{風下})} \\ &= 0.8kz + 0.4 \rightarrow 0.8 \times 0.66 + 0.4 = 0.93 \end{aligned}$$

※大きな開口がある建物，大スパン建物では C_{pi(風上)} ≠ C_{pi(風下)} となる事も考えられる。

例 2：壁面の下地（鋼縁）の風圧力を検討する場合の Cf

$$C_f = C_{pe} - C_{pi} = 0.8kz - (-0.2) = 0.8kz + 0.2 \rightarrow 0.8 \times 0.66 + 0.2 = 0.73$$

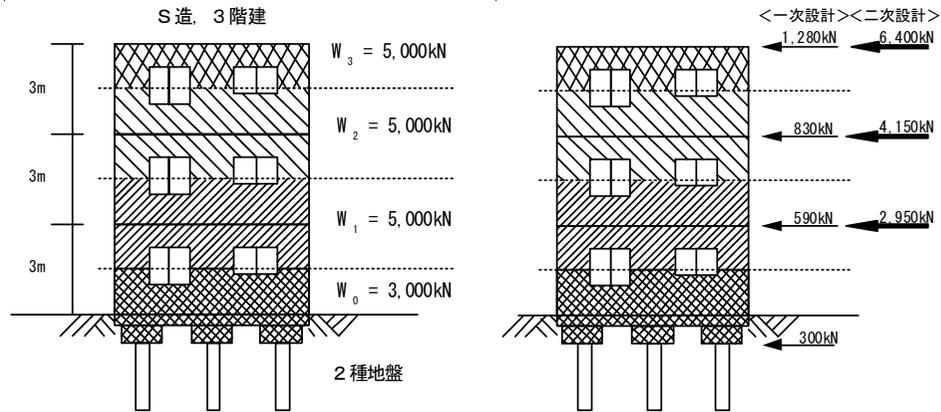
例 3：風上側勾配屋根の風圧力を検討する場合の Cf

正の場合 $C_f = C_{pe} - C_{pi} = 0.2 - (-0.2) = 0.4$
 負の場合 $C_f = C_{pe} - C_{pi} = -0.3 - (0) = -0.3$

例 4：底の吹き上げ力を検討する場合の Cf [技基解説 P259 参照]

軒先上面の外圧係数（負）と軒先下面の外圧係数（=風上壁面の外圧係数）を考慮して検討
 $C_f = C_{pe} - C_{pe} = -0.5 - 0.8kz \rightarrow -1.0 - 0.8 \times 0.66 = -1.03$

■地震荷重



◇地上階の地震力

地域係数 Z=0.9 (島根県)
 建物周期 T=0.03 x 9m=0.27 秒
 振動特性係数 T=0.27 秒 < Tc=0.6 秒 → Rt=1.0
 一次設計用 C₀ 0.2
 二次設計用 C₀ 1.0

◇地下階の地震力

地下階の地震力、又は、基礎杭への水平力を検討する場合に用いる
 通常基礎杭の水平力を検討する場合は、基礎深さに関係なく、k=0.1 を用いる

$$Q_0 = Q_1 + k \cdot W_0 = 2,700 + 0.1 \cdot 3,000 = 3,000\text{kN}$$

※地下部分の二次設計は通常行わなくてもよい

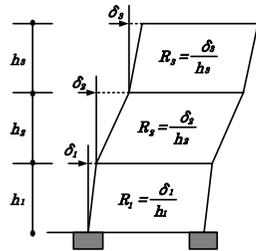
□各階の層せん断力

階数	Wi	Σ Wi	Z	Rt	ai	Ai	Co	1 次設計		2 次設計	
								Ci	Qi	Ci	Qi
3 階	5,000	5,000	0.9	1.0	0.33	1.42	0.2, 1.0	0.256	1,280	1,280	6,400
2 階	5,000	10,000	0.9	1.0	0.66	1.17	0.2, 1.0	0.211	2,110	1,055	10,550
1 階	5,000	15,000	0.9	1.0	1.00	1.00	0.2, 1.0	0.180	2,700	0,900	13,500
地階	3,000	-	-	-	-	-	0.1	0.1	3,000		

【層間変形角】 [令 82 条の 2]

建築物の地上部分については、第 88 条第 1 項に規定する地震力【 $C_0=0.2$ 】(以下この款において「地震力」という。)によって各階に生ずる水平方向の層間変位を**国土交通大臣が定める方法**により計算し、当該層間変位の当該各階の高さに対する割合(第 82 条の 6 第二号イ及び第 109 条の 2 の 2 において「層間変形角」という。)が $1/200$ (地震力による構造耐力上主要な部分の変形によって建築物の部分に著しい損傷が生ずるおそれのない場合にあっては、 $1/120$) 以内であることを確かめなければならない。

◇各階、各方向 (X, Y 方向) の層間変形角の検討を行う



$$R_i = \frac{\delta_i}{h_i} \leq \frac{1}{200}$$

- ここで
- i : 階数
 - R_i : 各階の層間変形角
 - δ_i : 各階の最大層間変形量
 - h_i : 各階の階高

※S 造のカーテンウォールなどの変形追従性のある仕上材については、取り付け方法により層間変形角を $1/120$ まで緩和出来ます。

※国土交通大臣が定める方法, H19 告示 594 号

第 3 地震力によって各階に生ずる水平方向の層間変位の計算方法

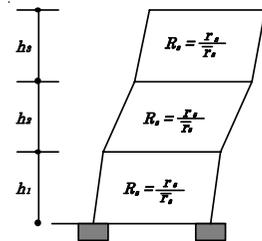
一 令 82 条の 2 に規定する層間変位は、地震力が作用する場合における各階の**上下の床版と壁又は柱とが接する部分の水平方向の変位の差**の計算しようとする方向の成分として計算するものとする。この場合において、同条に規定する層間変形角(当該層間変位の当該各階の高さに対する割合をいう)については、上下の床版に接する壁及び柱の**すべてについて確かめなければならない。**

- δ_i は上下階の床版位置の変位差を採用すること
- すべての柱、壁の変位差を検討すること

【剛性率】 [令 82 条の 6 二号イ]

各階の剛性率が、それぞれ $6/10$ 以上であること

◇各階、各方向 (X, Y 方向) の剛性率の検討を行う。



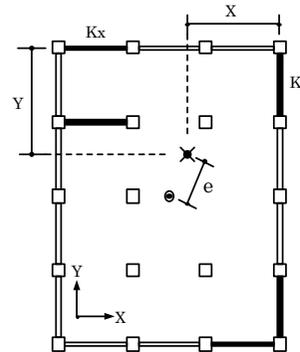
$$R_s = \frac{r_s}{\bar{r}_s} \leq 0.6$$

- ここで
- R_s : 各階の剛性率
 - r_s : 各階の層間変形角の逆数 [h/δ]
 - \bar{r}_s : r_s の累加平均 ($\sum r_s / n$)

【偏心率】 [令 82 条の 6 二号ロ]

各階の偏心率が、それぞれ $15/100$ を超えないこと。

◇各階、各方向 (X, Y 方向) の層間変形角の検討を行う



- ✕ : 剛心
- : 重心
- K_x : X 方向のせん断剛性
- K_y : Y 方向のせん断剛性

$$R_{e,(x,y)} = \frac{e_{y,x}}{r_{e,(x,y)}} \leq 0.15$$

ここで

- e : 偏芯距離 (剛心と重心の水平距離)
- r_e : 弾性半径

$$r_{e,(x,y)} = \sqrt{\frac{K_R}{\sum K_{x,y}}}$$

K_R : 剛心廻りのねじれ剛性

$$K_R = \sum (K_x \cdot \bar{Y}^2) + \sum (K_y \cdot \bar{X}^2)$$

※ \bar{X}, \bar{Y} は剛心位置からの距離

◎重心(g_x, g_y)の求め方

重心は長期検討時の柱軸力の一次モーメントより求める。

$$g_x = \frac{\sum (N \cdot X)}{\sum (N)} \quad [Ni : \text{柱の負担軸力}]$$

$$g_y = \frac{\sum (N \cdot Y)}{\sum (N)} \quad [X, Y : \text{各柱までの距離}]$$

◎剛心(l_x, l_y)の求め方

剛心は各耐震要素のせん断剛性の一次モーメントより求める。

$$l_x = \frac{\sum (K_y \cdot X)}{\sum (K_y)} \quad [K_x, K_y : \text{耐震要素の X 方向、Y 方向せん断剛性}]$$

$$l_y = \frac{\sum (K_x \cdot Y)}{\sum (K_x)} \quad [X, Y : \text{各耐震要素までの距離}]$$

◎せん断剛性 [K_x, K_y] の求め方

手計算の場合 → 各要素の水平剛性を端部拘束条件を考慮して求める。

構造計算プログラムの場合

→ 応力解析による各要素の負担せん断力 [Q] と変位 [δ] より求める。

$$K = Q/\delta$$

◎偏芯距離の求め方 : $e_{x,v} = |l_{x,v} - g_{x,v}|$

【保有水平耐力】 [令 82 条の 2]

建築物の地上部分については、第一号の規定によって計算した**各階の水平力に対する耐力**（以下この条及び第 82 条の 5 において「保有水平耐力」という。）が、第二号の規定によって計算した**必要保有水平耐力以上であることを確かめなければならない。**

◇各階、各方向(X, Y方向)について下記の検討を行う

$$\text{保有水平耐力} [Q_u] > \text{必要保有水平耐力} [Q_{un}] \rightarrow \frac{Q_u}{Q_{un}} \geq 1.0$$

●必要保有水平耐力[Qun]とは[Querkraft Ultimate Necessary]

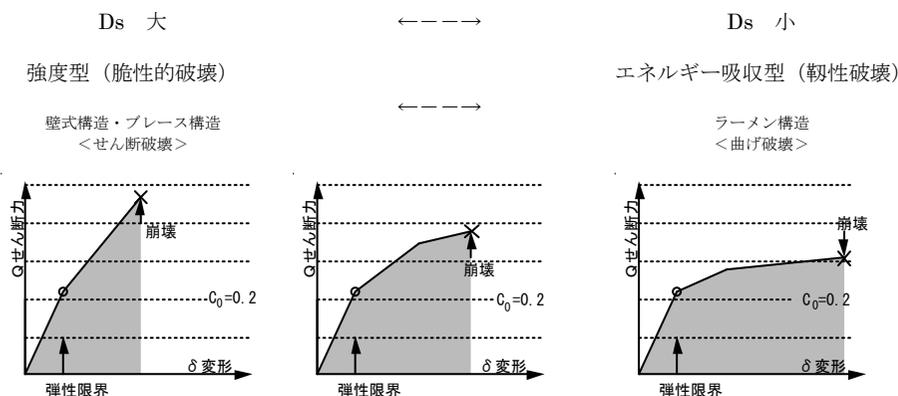
大地震時に建物の崩壊を防ぐために必要な要求性能

$$Q_{un} = D_s \cdot F_{es} \cdot Q_{ud}$$

ODs 【構造特性係数】 (低減係数 : 0.25~0.55) [S55 告 1792 号], Ductility Stiffness

建物が崩壊する際の靱性（粘り強さ）により、建物に要求する保有水平耐力を低減する係数

概念 建物が崩壊するまでの軌跡（下図）は建物の粘り強さにより大きくことなる。建物の耐震性能は、崩壊するまでに建物が吸収するエネルギー（力 x 距離）の量により決まることに着目し、建物の粘り強さにより、崩壊時の要求性能（層せん断力）を決定する係数

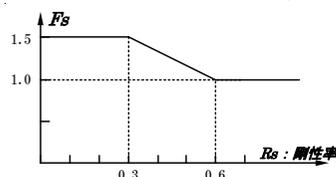


OFes 【形状係数】 (割増係数 : 1~2.25) [S55 告 1792 号], Factor Eccentric Stiffness

建物の平面的（偏心率）、立面的（剛性率）なバランスの悪さにより、必要とする保有水平耐力を割り増す係数

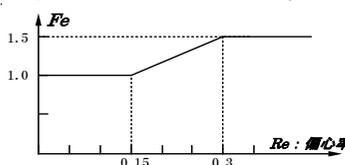
概念 建物の剛性に偏りがあると、その場所に地震のエネルギー集中が生じる。そのため、建物の要求性能を上げることにより、エネルギーの集中による崩壊を防ぐことを目的とした係数

【Fs】: 剛性率より求まる係数, Factor Stiffness



$R_s < 0.3$	$F_s = 1.5$
$0.3 \leq R_s < 0.6$	$F_s = -\frac{5}{3}R_s + 2.0$
$0.6 \leq R_s$	$F_s = 1.0$

【Fe】: 偏心率より求まる係数, Factor Eccentric



$R_e < 0.3$	$F_e = 1.0$
$0.3 \leq R_e < 0.6$	$F_e = \frac{10}{3}R_e + 0.5$
$0.6 \leq R_e$	$F_e = 1.5$

OQud [Querkraft Ultimate Demand]

2次設計時に建物に作用する地震力 ($C_0=1.0$)

$$Q_{ud} = Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_0 \cdot W$$

- Z : 地域係数 (島根県の場合 0.8)
- Rt : 地盤振動特性係数
- Ai : 高さ方向分布 (Ai 分布)
- W : 対象階以上の建物総重量
- C0 : 1.0 以上

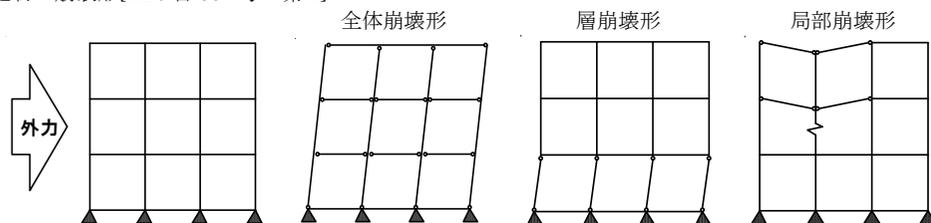
※Z, Rt, Ai, W は一次設計における各値と同様

2007 建築物の構造関係技術基準解説書 P301

●保有水平耐力【 Q_u 】とは（＝建物が崩壊状態に至る時点の耐力）, Querkraft Ultimate

外力が増大すると、部材の応力は弾性範囲を超え、塑性状態となる。さらに外力が増大すると、部材に、せん断破壊、曲げ破壊、圧縮破壊などが生じ、建物が不安定化する。この状態を「崩壊」とし、崩壊に至る時点の外力の合計を保有水平耐力とする。

建物の崩壊形[H20 告 594 号 第 4]



○保有水平耐力の解析法

分類	解析法	解説
略算法 (手計算可)	節点振分法	各節点に入力される外力を接続部材の剛比等により分配していくことによって建物の崩壊型を求める。均等なラーメン構造、連想耐震壁等に対しては、解析が可能だが、耐震壁等が複雑に配置された建物などについては、外力の分配が適切に評価されない。 モーメントを部材レベルの剛比などで分配するため、崩壊型の外力は地震時に建物がうける A_i 分布とはならないことが多い。
	仮想仕事法	建物に外力を入力した場合に考えられる崩壊型を種々考え、その中で最小の外力を求める。 検討を行う崩壊型が真の崩壊型でない場合は、保有水平耐力が大きくなる。
	層モーメント分配法	
精算法 (電算解析)	荷重増分解析法	一次設計と同様な手法によって、荷重を適切に増加させながら、建物の応力・変位状態を、建物が崩壊状態に至るまで検証を行う。 外力が増大し、部材に塑性ヒンジが発生すると、建物の剛性は逐一変化する。それぞれの剛性変化点において、建物剛性を適切に再評価して解析を行う。
	変位増分解析法	上記荷重増分法と同様に、建物の変位を適切に増大しながら、建物の応力・外力状態を、建物が崩壊状態に至るまで検証を行う。荷重増分法と同様に塑性ヒンジが発生した場合の剛性を適切に評価して解析を行う。 柱、耐震壁などが脆性破壊（せん断破壊）を行い、変位が急激に増大した場合などでも解析が可能。
	極限解析法	理論としては、仮想仕事法と類似しており、建物が崩壊に至るまでの、外力状態を数学的に様々検討して解析を行う。 仮想仕事法が、建物の崩壊型を全く人間の判断で検討するのに対して、極限解析法では、不静定構造である建築物に塑性ヒンジを仮に発生させることにより、静定構造とし、その状態からの加力を行い崩壊型の検証を行う。 仮想仕事法が上界定理（真の解と比べ、大きな解から真の解にもっとも近いまたは同じ解を導く）であるのに対して、極限解析法は下界定理（前述の逆）となる。

参考図書：保有水平耐力入門（上・下）：星睦廣著，建築技術

【使用上の支障が起こらない事の確認】 [令 82 条 4 号]

国土交通大臣が定める場合においては、構造耐力上主要な部分である構造部材の変形又は振動によって建築物の使用上の支障が起こらないことを国土交通大臣が定める方法によって確かめること。

【H14 告 1459 号】

建築基準法施行令（昭和 25 年政令第 338 号）第 82 条第四号の規定に基づき、建築物の使用上の支障が起こらないことを確かめる必要がある場合及びその確認方法を次のように定める。

第 1 建築基準法施行令（以下「令」という。）第 82 条第四号に規定する使用上の支障が起こらないことを検証することが必要な場合は、建築物の部分に応じて次の表に掲げる条件式を満たす場合以外の場合とする。

建築物の部分		条件式
木造	はり (床面に用いるものに限る。以下この表において同じ。)	$D/l > 1/12$
鉄骨造	デッキプレート版 (床版としたものうち平成 14 年国土交通省告示第 326 号の規定に適合するものに限る。以下同じ。)	$t/lx > 1/25$
	はり	$D/l > 1/15$
鉄筋コンクリート造	床版(片持ち以外の場合)	$t/lx > 1/30$
	床版(片持ちの場合)	$t/lx > 1/10$
	はり	$D/l > 1/10$
SRC 造	はり	$D/l > 1/12$
アルミニウム合金造	はり	$D/l > 1/10$
軽量気泡コンクリートパネルを用いた構造(ALC)	床版	$t/lx > 1/25$
この表において、t、lx、D 及び l は、それぞれ以下の数値を表すものとする。 t 床版の厚さ(単位 mm) lx 床版の短辺方向の有効長さ(デッキプレート版又は軽量気泡コンクリートパネルにあっては、支点間距離)(単位 mm) D はりのせい(単位 mm) l はりの有効長さ(単位 mm)		

第 2 令第 82 条第四号に規定する建築物の使用上の支障が起こらないことを確認する方法は、次のとおりとする。

- 一 当該建築物の実況に応じた固定荷重及び積載荷重によってはり又は床版に生ずるたわみの最大値を計算すること。ただし、令第 85 条の表に掲げる室の床の積載荷重については、同表（は）欄に定める数値によって計算することができる。
└─地震力を計算する数値
- 二 前号で求めたたわみの最大値に、構造の形式に応じて次の表に掲げる長期間の荷重により変形が増大することの調整係数（以下「変形増大係数」という。）を乗じ、更に当該部材の有効長さで除して得た値が 1/250 以下であることを確認すること。ただし、変形増大係数を載荷実験により求めた場合においては、当該数値を用いることができる。

構造の形式		変形増大係数
木造		2
鉄骨造		1
鉄筋コンクリート造	床版	16
	はり	8
鉄骨鉄筋コンクリート造		4
アルミニウム合金造		1
軽量気泡コンクリートパネルを用いた構造(ALC)		1.6

【屋根ふき材等の構造計算】 [令 82 条の 4]

屋根ふき材、外装材及び屋外に面する帳壁については、国土交通大臣が定める基準に従った構造計算によって風圧に対して構造耐力上安全であることを確かめなければならない。

※帳壁：構造耐力上、他の部材など支持しない、または耐力を負担しない壁をいう。

【H14 告第 1458 号】

- 1 建築基準法施行令（以下「令」という。）第 82 条の 4 に規定する屋根ふき材及び屋外に面する帳壁（高さ 13 メートルを超える建築物（高さ 13 メートル以下の部分で高さ 13 メートルを超える部分の構造耐力上の影響を受けない部分及び 1 階の部分又はこれに類する屋外からの出入口（専ら避難に供するものを除く。）を有する階の部分を除く。）の帳壁に限る。）の風圧に対する構造耐力上の安全性を確かめるための構造計算の基準は、次のとおりとする。

- 一 次の式によって計算した風圧力に対して安全上支障のないこと。

$$W = \bar{q} \hat{C}_f$$

この式において、 W 、 \bar{q} 及び \hat{C}_f は、それぞれ次の数値を表すものとする。

W 風圧力(単位 N/m^2)

\bar{q} 次の式によって計算した平均速度圧(単位 N/m^2)

$$\bar{q} = 0.6 \text{Er}^2 \text{V}_0^2$$

(この式において、 Er 及 V_0 は、それぞれ次の数値を表すものとする。)

Er 平成12年建設省告示第1454号第一第2項に規定する Er の数値。ただし、*地表面粗度区分がIVの場合においては、地表面粗度区分がIIIの場合における数値を用いるものとする。* ←島根県内にIVはなし

V_0 平成12年建設省告示第1454号第二に規定する基準風速の数値)

\hat{C}_f 屋根ふき材又は屋外に面する帳壁に対するピーク風力係数で、風洞試験によって定める場合のほか、次項又は第3項に規定する数値)

- 二 【帳壁にガラスを使用する場合】には、第一号の規定により計算した風圧力が、当該ガラスの種類、構成、板厚及び見付面積に応じて次の表により計算した許容耐力を超えないことを確かめること。

単板ガラス及び合わせガラス	$P = \frac{300k_1k_2}{A} \left(t + \frac{t^2}{4} \right)$
複層ガラス	構成するそれぞれのガラスごとに上に掲げる式を適用して計算した値のうち、いずれか小さい数値

この式において、 P 、 k_1 、 k_2 、 A 及び t は、それぞれ次の数値を表すものとする。

P ガラスの許容耐力(単位 N/m^2)

- k1 ガラスの種類に応じて次の表に掲げる数値(合わせガラスの場合においては、構成するそれぞれのガラスの合計の厚さに対応した単板ガラスの数値又は構成するそれぞれのガラスの厚さに対応した k_1 の数値のうち、いずれか小さな数値とする。)

普通板ガラス	1.0		
磨き板ガラス	0.8		
フロート板ガラス	厚さ	8mm 以下	1.0
		8mm を超え、12mm 以下	0.9
		12mm を超え、20mm 以下	0.8
		20mm 超	0.75
倍強度ガラス	2.0		
強化ガラス	3.5		
網入、線入磨き板ガラス	0.8		
網入、線入型板ガラス	0.6		
型板ガラス	0.6		
色焼付ガラス	2.0		

- k2 ガラスの構成に応じて次の表に掲げる数値

単板ガラス	1.0
合わせガラス	0.75
複層ガラス	$0.75(1+r^3)$
この表において、 r は、 P を計算しようとする複層ガラスのそれぞれのガラスの厚さに対する対向ガラス(複層ガラスとして対をなすガラスをいう。)の厚さの割合の数値(2 を超える場合は、2 とする。)を表すものとする。	

A ガラスの見付面積(単位 m^2)

- t ガラスの厚さ(合わせガラスにあっては中間膜を除いたそれぞれのガラスの厚さの合計の厚さとし、複層ガラスにあってはこれを構成するそれぞれのガラスの厚さとする。)(単位 mm)

2 【屋根ふき材に対するピーク風力係数】は、次の各号に掲げる屋根の形式に応じ、それぞれ当該各号に定めるところにより計算した数値とする。

一 切妻屋根面、片流れ屋根面及びびのこぎり屋根面

イに規定するピーク外圧係数(屋外から当該部分を垂直に押す方向を正とする。以下同じ。)からロに規定するピーク内圧係数(屋内から当該部分を垂直に押す方向を正とする。以下同じ。)を減じた値とする。

イ ピーク外圧係数は、正の場合にあつては次の表1に規定する C_{pe} に次の表2に規定する G_{pe} を乗じて得た数値とし、負の場合にあつては次の表3に規定する数値とする。

ロ ピーク内圧係数は、次の表6に規定する数値とする。

二 円弧屋根面 ……省略

三 独立上家 ……省略

表1 切妻屋根面 片流れ屋根面及びびのこぎり屋根面の正の C_{pe}

θ	10度	30度	45度	90度
C_{pe}	0	0.2	0.4	0.8

この表において、 θ は、表三の図中に掲げる θ とする。また、この表に掲げる θ の値以外の θ に応じた C_{pe} は、表に掲げる数値をそれぞれ直線的に補間した数値とし、 θ が10度未満の場合にあつては当該係数を用いた計算は省略することができる。

表2 屋根面の正圧部の G_{pe}

H 地表面粗度区分	(一)	(二)	(三)
	5以下の場合	5を超え、40未満の場合	40以上の場合
I	2.2	(一)と(三)とに掲げる数値を直線的に補間した数値	1.9
II	2.6		2.1
III 及び IV	3.1		2.3

この表において、H は、建築物の高さと軒の高さとの平均(単位 m)を表すものとする。

表3 切妻屋根面、片流れ屋根面及びびのこぎり屋根面の負のピーク外圧係数

θ	10° 以下の場合	20°	30° 以上の場合
①の部位	-2.5	-2.5	-2.5
②の部位	-3.2	-3.2	-3.2
③の部位	-4.3	-3.2	-3.2
④の部位	-3.2	-5.4	-3.2

表に掲げる θ の値以外の θ に応じたピーク外圧係数は、表に掲げる数値をそれぞれ直線的に補間した数値とし、 θ が10° 以下の切妻屋根面については、当該 θ の値における片流れ屋根面の数値を用いるものとする。

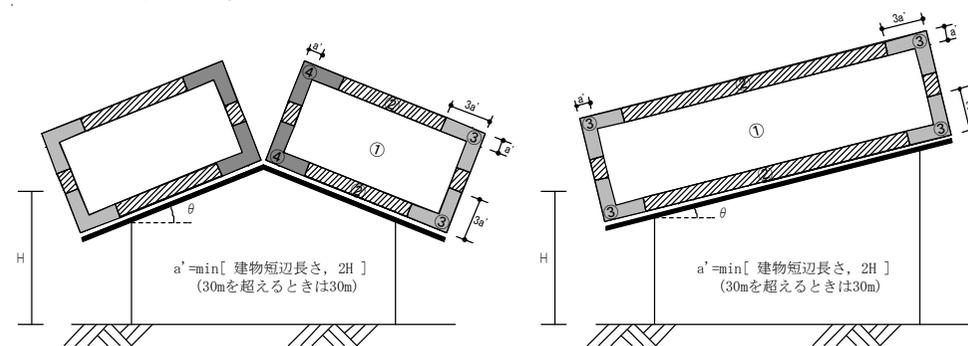


表6 屋根面のピーク内圧係数

閉鎖型の建築物	ピーク外圧係数が0以上の場合	-0.5
	ピーク外圧係数が0未満の場合	0
開放型の建築物	風上開放の場合	1.5
	風下開放の場合	-1.2

3 **【屋外に面する帳壁に対するピーク風力係数】** は、第一号に規定するピーク外圧係数から第二号に規定するピーク内圧係数を減じた値とする。

- 一 ピーク外圧係数は、正の場合にあつては次の表 8 に規定する C_{pe} に次の表 9 に規定する G_{pe} を乗じて得た数値とし、負の場合にあつては次の表 10 に規定する数値とすること。
- 二 ピーク内圧係数は、表 11 に規定する数値とすること。

表 8 帳壁の正の C_{pe}

H が 5 以下の場合		1
H が 5 を超える場合	Z が 5 以下の場合	$(5/H)^{2\alpha}$
	Z が 5 を超える場合	$(Z/H)^{2\alpha}$

この表において、H、Z 及び α は、それぞれ次の数値を表すものとする。

- H 建築物の高さと軒の高さとの平均 (単位 m)
- Z 帳壁の部分の地盤面からの高さ (単位 m)
- α 平成 12 年建設省告示第 1454 号第 1 第 3 項に規定する数値(地表面粗度区分がⅣの場合にあつては、地表面粗度区分がⅢの場合における数値を用いるものとする。)
 - 島根県内はⅣはなし

表 9 帳壁の正圧部の G_{pe}

地表面粗度区分	Z		
	(1)	(2)	(3)
	5 以下の場合	5 を超え、40 未満の場合	40 以上の場合
I	2.2	(1) と (3) とに掲げる数値を直線的に補間した数値	1.9
II	2.6		2.1
Ⅲ及びⅣ	3.1		2.3

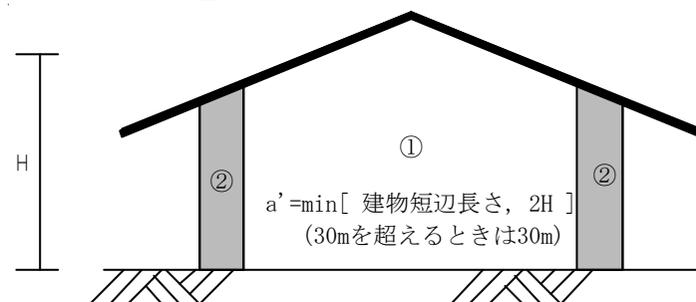
表 10 帳壁の負のピーク外圧係数

部位	H		
	(1)	(2)	(3)
	45 以下の場合	45 を超え、60 未満の場合	60 以上の場合
①の部位	-1.8	(1) と (3) とに掲げる数値を直線的に補間した数値	-2.4
②の部位	-2.2		-3

表 11 帳壁のピーク内圧係数

閉鎖型の建築物	ピーク外圧係数が 0 以上の場合	-0.5
	ピーク外圧係数が 0 未満の場合	0
開放型の建築物	風上開放の場合	1.5
	風下開放の場合	-1.2

表 10 の部位



■第5章：構造計算の基本事項

◆5. 1：地震用語

◇gal 重力加速度の単位 cm/s² 1G=9.80665gal

◇kine 速度の単位 cm/s

◇震度 揺れの大きさを表す。日本では気象庁震度階を使用
気象庁震度階 震度0～震度7までの10区分

震度階	人間の感覚
0	人は揺れを感じない。
1	屋内にいる人の一部が、わずかな揺れを感じる
2	屋内にいる人の多くが、揺れを感じる。眠っている人の一部が、目を覚ます
3	屋内にいる人のほとんどが、揺れを感じる。恐怖感を覚える人もいる
4	かなりの恐怖感があり、一部の人は、身の安全を図ろうとする 眠っている人のほとんどが、目を覚ます
5弱	多くの人が、身の安全を図ろうとする。一部の人は、行動に支障を感じる
5強	非常な恐怖を感じる。多くの人が、行動に支障を感じる
6弱	立っていることが困難になる
6強	立っていることができず、はわないと動くことができない
7	揺れにほんろうされ、自分の意志で行動できない

◇マグニチュード 地震で発散されるエネルギーの大きさ、地震の規模を表す

$$\log_{10}[E \text{ 地震のエネルギー}] = 11.8 + 1.5[M : \text{マグニチュード}]$$

$$E = 10^{11.8 + 1.5M}$$

マグニチュードが1増えると地震のエネルギーは32倍(10^{1.5}=32)
マグニチュードが2増えると地震のエネルギーは1000倍(10³=1000)

◇震源 地震の発生した場所(地下)

◇震央 地震が発生した直上位置(地上)

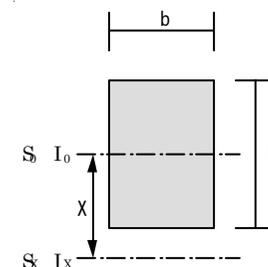
◆5. 2：材料力学

◇断面二次モーメント [I]

- ・求めようとする軸からの距離の2乗と要素の質量の積を全断面積で積分して求める
- ・材料の曲がりにくさの指標

◇断面一次モーメント [S]

- ・求めようとする軸からの距離と要素の質量の積を全断面積で積分して求める
- ・図心を通る断面1次モーメントは0
- ・重心、剛心を求める際に用いる



◇断面係数 [Z]

材料の曲げに対する強さの指標、(鉄骨の断面算定用いる)

$$Z = \frac{I}{h/2}$$

◇断面2次半径

鉄骨の細長比の算定に用いる

$$l = \sqrt{\frac{I}{A}} \quad (I : \text{断面二次モーメント}, A : \text{断面積})$$

◇ヤング係数 [E]

材料(コンクリート、鉄骨、木材)の材料剛性

鉄骨 205,000N/mm²

コンクリート $3.35 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{Y}{24}\right)^2 \left(\frac{Fc}{60}\right)^{\frac{1}{3}}$
Fc21の時 Ec=21,600N/mm²

◇ポアソン比

材料を1方向から加力した場合の加力方向の歪みに対する直角方向の歪みの比

ν = 横歪み / 軸歪み

鉄骨 0.3

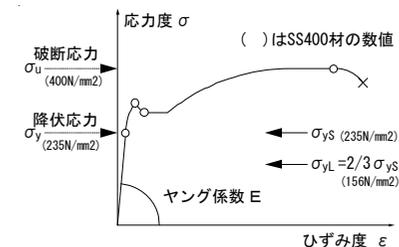
コンクリート 0.2

◇応力 [σ , τ]

単位面積当たりの材料応力

◇歪 [ϵ]

単位長さ当たりの材料の伸び



◆ 5. 3 : 応力の基本

◇応力の種類

M: 曲げモーメント,
Q: せん断力
N: 軸力

◇応力の符号, 描画方法

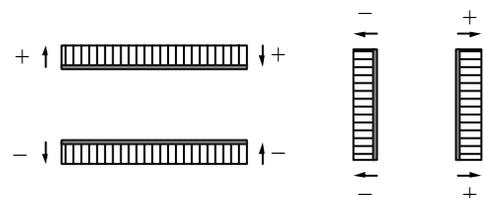
M: 曲げモーメント

: 右回りを正, 材料を下に凸の方向に曲げる
部材が伸びる側にモーメントを描画



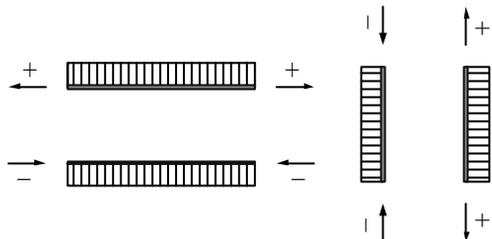
Q: せん断力

: 部材を右に回転させる方向を正, 上、右側に正を描画



N: 軸力

: 引張を正, 圧縮を負, 上、右側に正を描画



◇一般的な曲げモーメント図

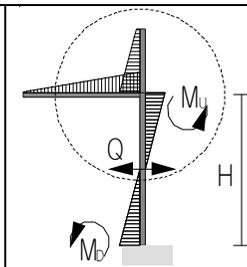
	片持梁	単純梁	固定端
集中荷重			
等分布荷重			

◇門型フレームの曲げモーメント図

長期応力時	地震応力 (右→左) 時

◇応力の基本

- ・ 力のないところに、曲げモーメント勾配の変化はない
 - ・ 接点の応力は釣り合う
 - ・ 材端モーメントよりせん断力が求まる
- $$Q = \frac{M_U + M_D}{H}$$
- ・ 外力と反力は釣り合う



◆ 5. 4 : 構造設計用語

◇一次設計

建物の供用期間中に数回受ける可能性のある中小規模の地震（震度4～5）の地震に対する設計
建物を弾性範囲に留め、地震後に建物の損傷を許容しない

◇二次設計

建物の供用期間中に1度受けるかもしれない大規模の地震（震度6以上）の地震に対する設計
建物の塑性化を許容するが、建物の崩壊を阻止し、人命にかかわる破壊を防ぐ

◇設計○○ [ex. 設計せん断力, 設計モーメント]

外力により、検討部材に働いている力、応力。設計により導かれる値

◇許容○○ [ex. 許容せん断力, 長期許容圧縮力]

検討する材料の許容される力、応力

◇終局○○ [ex. 終局せん断力, 終局圧縮力]

2次設計の際に、部材が破壊、破断状態に至る場合の力、応力

◇許容支持力 [ex. 長期許容支持力, 短期許容支持力]

地盤が建物を支持できる力（1次設計の際に使用）

◇極限支持力

地盤が支持しうる最大の力（2次設計の際に使用）

◇耐力

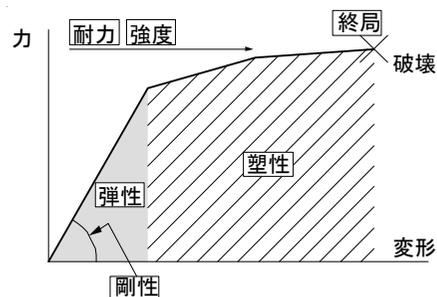
材料が耐えうる力

◇強度 [ex. 終局強度]

材料が耐えうる単位面積当たりの力
（耐力と同義）

◇剛性

材料の固さ



◇弾性

材料に加力後、除荷したら、元の状態に戻る性質、この場合、外力と変形量は比例関係にある

◇塑性

材料に加力後、除荷しても、元の状態に戻らない性質、弾性域を超えた場合、材料の剛性は下がり、変形量が増大する。

◇靱性

強靱、強くてしなやかなこと。建物の変形が大きくなるが、急激な破断、破壊がおきず、耐えることができる性質

◇脆性

脆弱、もろいこと。建物が急激にもろく崩壊する性質

◇基準強度（法律用語）（令89条～令94条）

材料（木、コンクリート、鉄骨など）の許容応力度を決める元になる数値

例：コンクリート

設計基準強度 $F=21\text{N/mm}^2$ → 長期許容圧縮応力 $= F/3 = 7\text{N/mm}^2$

鉄骨

SS400材の基準強度 $F=235\text{N/mm}^2$ → 長期許容引張応力 $= 2F/3 = 156\text{N/mm}^2$

◇材料強度（法律用語）（令82条の3参照）

保有水平耐力計算を行うときに使用する材料の応力度

◇構造形式

- ・ラーメン構造 接合部がすべて剛接合により形成される架構
- ・ブレース構造 接合部をピン接合とし、ブレースを配置する架構

<実例>

RC造の場合 ラーメン構造または耐震壁付ラーメン構造

S造の場合 ラーメン構造またはブレース構造

通常：角型柱の場合、X,Y方向ラーメン構造

H型柱の場合、強軸方向ラーメン構造、弱軸方向ブレース構造

◆ 5. 5 : 構造計算用語

◇不静定・静定・不安定

建物の安定状態の3形態

- 不安定** → 建物が安定していない状態。崩壊に至る形態
- 静定** → 建物が安定している状態。最小限の安定度を持っている状態
支点の状態(回転角,変形)は、方程式を解かなくても導くことができる
- 不静定** → 建物が安定度が高い状態。
支点の状態は方程式により解くことができる

◇不静定次数 (n)

$$n = m + r + p - 2k$$

- n : 不静定次数
- m : 部材数
- r : 反力数
- p : 剛接合材数, 剛接合となる接点に接続する部材数
- k : 接点数

(1)	(2)	(3)	(4)
p = 1	p = 2	p = 1	p = 3

※ $n = r + R - 3m$ (別解法)
R : 各節点に接続する各部材の反力の数

◇細長比<鉄骨造の圧縮を受ける部材の許容応力度算定に用いる。主に鉄骨柱)

$$\lambda = \frac{l_k}{i} \quad (\text{座屈長さ/断面二次半径})$$

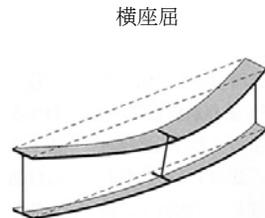
移動条件	拘束			自由	
回転条件	両端自由	両端拘束	一端自由 他端拘束	両端拘束	一端自由 他端拘束
座屈型					
l_k	L	0.5L	0.7L	L	2L

◇座屈 (S造の場合に非常に重要)

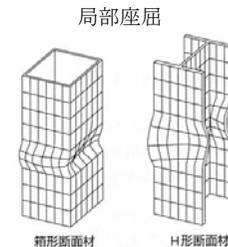
細長い材料がその耐力を発揮する前に圧縮力により、面外方向へ折れ曲がる現象

- ・オイラー座屈 ← 圧縮許容応力度にて考慮 <細長比参照>
- ・横座屈 ← 横補剛にて考慮 <下図参照>
- ・局部座屈 ← 幅厚比にて考慮 <下図参照>

※オイラー座屈荷重 $P_{cr} = \left(\frac{\pi}{l_k}\right)^2 E \cdot I$



横座屈



局部座屈

箱形断面材 H形断面材

◇幅厚比

鉄骨部材の各構成要素(フランジ, ウェブ, 角形断面の1辺)の幅に対する厚さの比

◇塑性ヒンジ

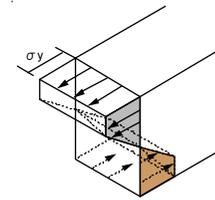
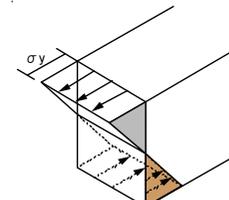
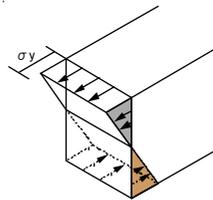
部材(柱, 梁)の端部が全断面塑性状態になり、それ以上曲げモーメントを負担できずに回転変形が増大(ピン状態)する状況

■部材の曲げモーメント

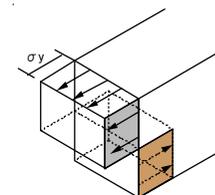
A: 弾性範囲

B: 降伏モーメント

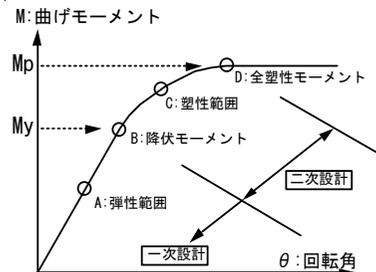
C: 塑性範囲



D: 全塑性モーメント



部材の曲げによる状態変化



◆ 5. 5 : 添え字

L	: 長期	[long]
S	: 短期	[short]
A	: 許容	[allow]
D	: 設計	[design]
Y	: 降伏	[yield]
P	: 塑性	[plastic] ←→ 弾性 [elastic]
E	: 塑性	[plastic]
U	: 極限	[ultimate]
T	: 引張	[tension]
C	: 圧縮	[compression]
B	: 曲げ	[bend]
S	: せん断	[Shear]
Q	: せん断力	[Querkraft] ドイツ語
G	: 大梁, 桁	[girder]
B	: 小梁 梁	[Beam]
C	: 柱	[Column]
F	: 力	[force]

例

必要保有水平耐力	Qun	Querkraft ultimate necessary
二次設計地震力	Qd	Querkraft design
Ds		Ductirity Stiffness
剛性率	Rs	Ratio Stiffness
偏心率	Re	Ratio eccentric
形状係数	Fes	Factor eccentric Stiffness
有効断面積	Ae	Area effective
壁面積	Aw	Area Wall
柱断面積	Ac	Area Column
断面係数	Z	Zone
断面 2 次モーメント	I	Inetria
振動特性係数	Rt	Ratio time

参照 : ストラクチャー社 HP <http://www.structure.jp/column6/column6.html>

◆ 5. 6 : SI 単位

G[重力加速度] = 9.80665cm/s²

$$100\text{kgf} = 981\text{N} \approx 1,000\text{N} = 1\text{kN}$$

$$1.0\text{tf} = 9.81\text{kN} \approx 10\text{kN}$$

$$1.0\text{kgf} = 9.81\text{N} \approx 10\text{N}$$

◆ 5. 7 : 単位変換

$$1\text{kN} = 1,000\text{N}$$

$$1\text{kN/m}^2 = 0.001\text{N/mm}^2$$

$$1\text{cm}^4 = 10,000\text{mm}^4 \quad (\text{断面 2 次モーメント})$$

$$1\text{cm}^3 = 1,000\text{mm}^3 \quad (\text{断面係数})$$

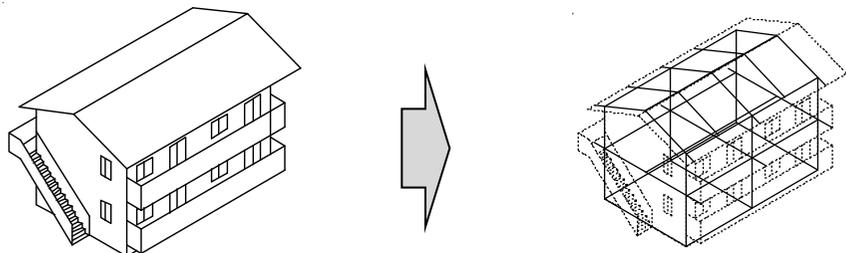
※計算を行う際は、 $\text{kN} \rightarrow \text{N}$, $\text{cm, m} \rightarrow \text{mm}$, $\text{kN/m}^2 \rightarrow \text{N/mm}^2$ へ単位変換 (N 又は mm へ) して計算し、結果を元に戻すと計算しやすい

第6章：モデル化

建物の構造耐力上主要な部分を実状に即した構造要素へ置換する。

構造耐力上主要な部分（施行令第1条3号）

基礎、基礎ぐい、壁、柱、小屋組、土台、斜材（筋かい、方づえ、火打材その他これらに類するものをいう。）、床版、屋根版又は横架材（はり、けたその他これらに類するものをいう。）、建築物の自重若しくは積載荷重、積雪荷重、風圧、土圧若しくは水圧又は地震その他の振動若しくは衝撃を支えるものをいう。



モデル化の範囲

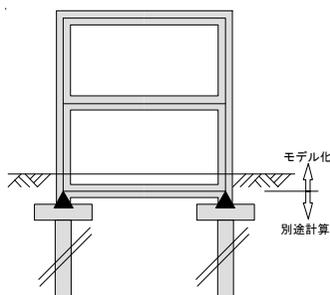
基礎梁より上をモデル化し、それ以深は別途計算を行う（分離モデルとして計算）

① 構造階高・スパンの設定

部材の芯で設定する

※スパンは部材の通り芯を用いる

※階高は各階の梁、地中梁の部材芯間の距離を構造階高とする
梁の部材せいが異なる場合は代表的な部材の部材芯を構造階高とする



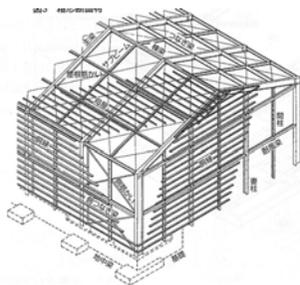
② 建物の分類

：建物の構成要素を下記の3つに分類する

構造要素 外力に抵抗できる要素
柱・大梁・壁・ブレース・床・屋根

二次部材 構造要素の下地又は骨組など
小梁・銅縁・間柱・

非構造要素 構造的に応力を負担しない部材
雑壁・間仕切壁・カーテン Wall・建具・裝飾柱



※小梁は大梁に接続し、床の荷重を大梁へ伝える部材
大梁は基本的に柱に直接接続し、荷重を下階へ伝える部材。

③ 構造要素の置換

：構造要素を線材、面材など、計算可能な部材へ置換する

- ・構造要素
 - 柱、梁 → 線材へ置換する
 - 床 → 面材へ置換する
 - 耐震壁・ブレース → 計算可能なモデルへ置換する
 - 構造計算プログラムにより、様々なモデル化がある
- ・二次部材 → 個別にその安全性について検討を行う
- ・非構造要素 → 構造耐力上の安全性についての検討はしない。

④ 支点・接合部のモデル化

モデル化の種類（建築構造の分野ではローラーはあまり使わない）

モデル化	剛接合	ピン接合
模式図		
伝達応力	N（軸力） Q（せん断力） M（曲げモーメント）	N（軸力） Q（せん断力）

RC柱梁接合部のモデル化

R C造の場合 → 全て剛接合

S造の場合 → ピン接合 又は 剛接合

モデル化	剛接合	ピン接合
模式図		
接続方法	フランジ・ウェブで柱と接続	ウェブのみで柱と接続
一般的分類	柱が角形、丸鋼管の場合 柱がH型鋼で強軸の場合	柱がH型鋼で弱軸の場合 ブレースの端部 小梁の接続部

支点のモデル化

基礎上を建物の支点としてモデル化を行う。

- 地中梁がある場合 → 支点をピンとしてモデル化する
柱脚に生じるモーメントは地中梁が負担
- 地中梁がない場合 → 剛接合（固定）としてモデル化する
柱脚に生じるモーメントは基礎が負担

⑤S造柱脚のモデル化

種類	固定	半固定	ピン
模式図			
伝達応力	鉛直力 水平力 曲げモーメント	鉛直力 水平力 [曲げモーメント]	鉛直力 水平力
適用	S造埋込柱脚 S造根巻柱脚	S造露出柱脚※	S造露出柱脚※

□S造柱脚の形態

露出柱脚	根巻型柱脚	埋込柱脚
半剛接合 回転剛性を考慮	剛接合	剛接合

※露出柱脚は、アンカーボルトの配置、計算ルートなどにより、適切に評価を行う

⑥接合部の剛域

剛域：剛性が非常に大きく、変形を生じない領域

RC造	部材の接合部から、部材せい、幅の1/4内側まで	
S造	柱・梁接合部では、剛域は0とする 基礎梁がある場合、基礎梁せいの半分の剛域を設定	

RC 規準 1998, P67 参照

□部材の剛性

◇剛性の種類

曲げ剛性 [E I]
軸剛性 [E A / L]
せん断剛性 [G]

※現在の構造計算プログラムでは上記すべての剛性を考慮して計算が可能。軸剛性、せん断剛性は曲げ剛性に比べ、変形量が大きくないため、簡易計算では曲げ剛性のみを考慮することも可能。

◇剛度：剛性を部材長（剛域間距離）で割った値

◇剛性増大率

<床スラブの効果> (RC造, S造)

精算 スラブ協力幅を含めた断面の断面二次モーメントを算定

スラブ協力幅 [ba]

$$a < 0.5L \rightarrow b_s = (0.5 - 0.6 \frac{a}{L}) a$$

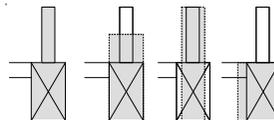
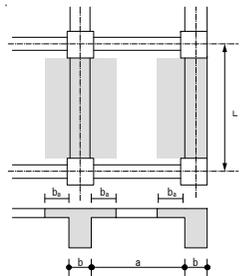
$$a \geq 0.5L \rightarrow b_s = 0.1L$$

略算 梁の断面二次モーメント [I₀]の定数倍とする
片側スラブ I=1.5I₀
両側スラブ I=2.0I₀

※S造の場合は、デッキスラブをスタッド接続とした場合のみ考慮する。一般的には焼き抜き栓溶接続となり、考慮しないことが多い

<袖壁・垂れ壁・腰壁の効果> (RCの場合のみ)

精算 実断面より断面二次モーメントを算定する
略算 梁幅、梁せい、袖壁(たれ壁)付きせいと、断面積が等しい等価断面に置換して断面二次モーメントを求める



◇剛性低減率

RC造において、耐震壁の剛性を低減させる場合に使うことがある[β]
現在の法規定では、剛性の低減を用いることは基本的にしない

◇剛床仮定

通常各階の床は面材として非常に強固なため、剛な水平部材として架構に生じる水平力が床材を通して、床に接続する部材(柱・壁)に分配されると仮定して計算を行います。

剛床仮定の場合 各耐震要素(柱、壁、ブレース)の負担する水平力は剛床を経由して、剛比(D値)の割合によって分配されます

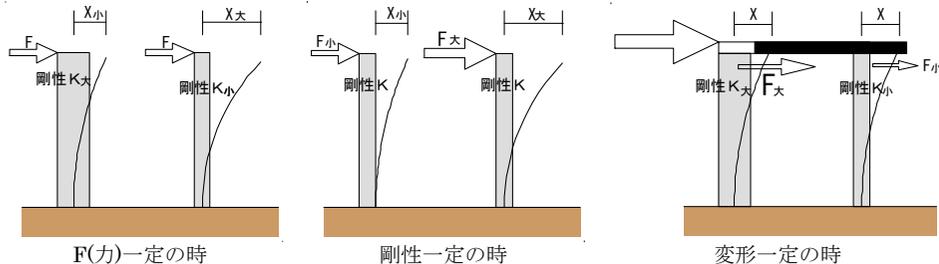
剛床でない場合 各耐震要素の負担する水平力は、各要素が負担している鉛直力(長期軸力)に、層せん断力係数を乗じた荷重が生じます。(負担軸力の割合により分配)

■ 第7章：応力算定

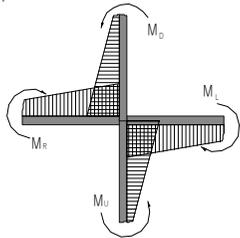
設計対象となる外力をモデル化した建物に作用させ、部材に生じる応力を算出する

□ 応力算定の基本

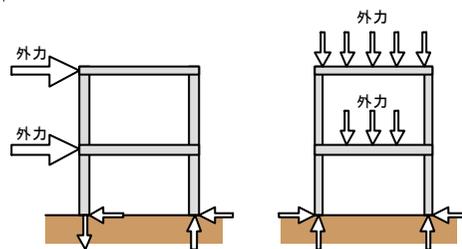
$$\square [F(\text{力})] = [K(\text{剛性})] \cdot [X(\text{変形})]$$



□ 接点応力は釣り合う



□ 外力と支点反力は釣り合う



◆ 7. 1：固定モーメント法（長期応力[鉛直荷重]を求める方法）

概念

積載荷重・固定荷重により梁に生じる曲げモーメントを、梁の材端固定として求め、梁、柱の剛比により分配して、応力を求める方法

- ① 各部材の剛比 $[k=K(\text{曲げ剛性})/L'(\text{部材長：剛域間距離})]$ を求める
 ※ 剛比を標準剛度で割った、剛度を用いて以下の計算を行ってもよい

- ② 節点に接続する各部材の分割率 D.F. を求める

$$D.F. = \frac{k}{\sum k}$$

- ③ 長期に発生する鉛直力による梁の曲げモーメントを端部固定とした状態で求める。[F.E.M.]

- ④ 各接点に生じる曲げモーメントの和を、接続する部材の剛比率[D.F.]により分配する[D.M.1]

$$\text{分割モーメント D.M.1} = \sum F.E.M. \times D.F$$

- ⑤ 各部材の他端に生じた曲げモーメントの半分を元端へ伝達させる[C.M]

$$\text{分配モーメント C.M} = 0.5 \times D.M.1 (\text{他端})$$

- ⑥ 伝達された曲げモーメントの和を、接続する部材の剛比率[D.F.]により分配する[D.M.2]

$$\text{分割モーメント D.M.2} = \sum C.M. \times D.F$$

- ⑦ [F.E.M.] + [D.M.1] + [C.M.] + [D.M.2] を接点に生じる曲げモーメントとする

ここで、
 F.E.M. : Fixed End Moment
 D.F. : Distributed Factor
 C.M. : Carry Over Moment
 D.M. : Distributed Moment

- ⑧ 求めた接点モーメントから、各部材の応力を下記のとおり求める

- 梁中央部の曲げモーメント
 梁左右の曲げモーメントと単純梁の中央部曲げモーメントより求める
- 梁のせん断力
 固定端として求めたせん断力と同じ
- 柱のせん断力
 柱頭、柱脚のモーメントと、柱長さより求める
- 柱の軸力
 梁のせん断力から求める

※ S 造露出柱脚を用いる場合

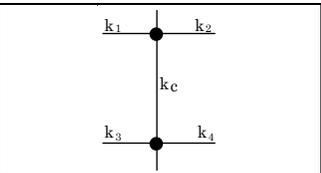
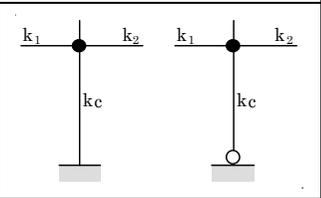
・ 柱脚を半固定としてモデル化した場合、はじめに剛接合として求め、柱脚の固定度により、柱脚のモーメントの解除を行う

◆ 7. 2 : D 値法 (短期荷重[水平荷重]を求める方法)

概念 各層に生じる地震力[水平荷重]を**柱の剛性比[D値]**により分配して、応力を求める方法

①柱の分布係数[D値]を求める

$$D = a \cdot k_c$$

一般階		$a = \frac{\bar{k}}{2 + \bar{k}}$	$\bar{k} = \frac{k_1 + k_2 + k_3 + k_4}{2k_c}$
最下階		固定 : $a = \frac{\bar{k}}{2 + \bar{k}}$	$\bar{k} = \frac{k_1 + k_2}{k_c}$
		ピン : $a = \frac{0.5\bar{k}}{1 + 2\bar{k}}$	

②各層に作用する層せん断力をD値の割合で各柱に分配する

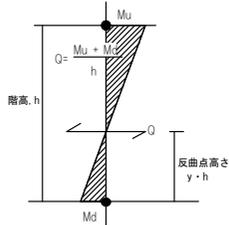
$$Q_n = \frac{D}{\sum D} Q$$

③求めた柱のせん断力を反曲点高比を元に柱頭、柱脚の曲げモーメントを求める

反曲点高比 $y = y_0 + y_1 + y_2 + y_3$

- y_0 : 標準反曲点高比 別表
- y_1 : 上下梁の剛比変化による修正
- y_2, y_3 : 上下梁の階高変化による修正

柱脚モーメント $M_d = Q \cdot y \cdot h$
 柱頭モーメント $M_u = Q \cdot (1 - y) \cdot h$



④求めた柱モーメントから、各部材の応力を下記のとおり求める

- 梁材端の曲げモーメント
節点のモーメント釣り合いより、接続する柱頭・柱脚のモーメントの和より求める
- 梁のせん断力
梁材端モーメントと梁スパンより求める
- 柱の軸力
梁のせん断力から求める

A. 標準反曲点高比[y_0]

層数	層位置	\tilde{k}											
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	2	3
1	1	0.80	0.75	0.70	0.65		0.60			0.55			
	2	0.50	0.45	0.40				0.45					
2	1	1.00	0.85	0.75	0.70		0.65		0.60		0.55		
	2	0.25		0.30			0.35		0.40		0.45		
	3	0.60	0.50			0.45			0.50				
3	1	1.15	0.90	0.80	0.75		0.70		0.65		0.60		0.55

B. 上下の梁の剛比変化による修正 [y_1]

当該柱の柱頭に接続する梁と柱脚に接続する梁の剛比割合により反曲点高さを修正する
 最下層の場合は航路しなくてよい

C. 上層階、下層階の階高変化による修正[y_2, y_3]

階高が異なる場合に修正を行う

◆ 7. 3 : 電算プログラム解析

現在行われている、通常の構造計算では電算プログラムにより応力計算がおこなわれている。応力計算の方法は各種存在するが、現在の汎用されているプログラムでは「立体解析」という方法により解析されているものが多い。

「立体解析」 各部材を等価な線材等に置換し、立体的に剛性マトリクスを作成し、数値解析を行う手法

※この他に、擬似立体解析、平面解析などがある。