

一次設計用

RC, S, SRC 造建築物の一貫計算プログラム

BST-G89TM シリーズ

概要編

はじめに

この説明書はパブリックユースプログラムとして開発した、ビルタイプ建築物の一貫計算プログラム『BST-G89TM』について説明したものです。

本書は「BST-G89TM」の概要についての説明書です。他に入力編、出力編がありますので合わせて参照してください。

注 意

1. 本書内容の一部あるいは全部の無断転載および複写を禁じています。
2. 本書内容は予告なく変更することがありますが予めご了承ください。
3. 本書内容につきましては万全を期していますが、万が一お気づきの点がございましたら弊社までお問い合わせください。
4. 運用に際しましては、事前に表記されている内容の技術的な前提条件を充分ご理解ください。
5. 建築基準法、同施工令の改正または各地域による行政庁毎の指導等の違いによりプログラムの一部に機能不備等が発生しましても、弊社は一切の責任を負いかねますので予めご了承ください。
6. 本プログラムの使用によって生ずる利益もしくは損失について弊社は一切の責任を負いかねますので予めご了承ください。
7. 『BST-G89TM』として提供される媒体に収録されているプログラム、データファイルおよび説明書、資料等一切の著作権、所有権および販売権は全て株式会社エー・エス・ディーに帰属します。貴殿は弊社から許諾を受けた使用権に基づき、このパッケージプログラムを指定装置においてのみ使用することができます。

目 次

1.	一般事項	1
1. 1	一般事項	1
1. 2	仕様	2
1. 3	その他	2
2.	概要	3
2. 1	プログラム構成	3
2. 2	プログラムの機能	5
2. 3	処理の流れ	8
2. 4	構造計算フローとシステムの対応	9
2. 5	構造計算書の構成とシステム出力の対応	10
3.	適用範囲	13
3. 1	建物構造および形態	13
3. 2	建物規模	18
3. 3	使用部材数の制限	19
3. 4	部材形状	20
3. 5	使用材料	21
3. 6	荷重	22
3. 7	応力計算	23
3. 8	断面計算	24
3. 9	壁の取り扱い	25
4.	計算方法	27
4. 1	準拠する規準等	27
4. 2	自重の計算	28
4. 3	荷重項の計算	30
4. 4	はり、柱等価節点荷重	38
4. 5	節点重量	39
4. 6	地反力による等価節点荷重	41
4. 7	地震力	42
4. 8	壁量計算	43
4. 9	ルート表 (1)	44
4. 10	剛性計算	46
4. 11	せん断力分布係数の計算	50
4. 12	雑壁の剛性計算	51
4. 13	層間変形角, 偏心率, 剛性率, ねじり補正	52
4. 14	ルート表 (2)	55
4. 15	応力計算	57
4. 16	代表・共通フレーム	61
4. 17	断面計算	63
4. 18	斜め軸に関する計算	97
4. 19	斜め柱 (セットバック) に関する計算	99
4. 20	斜めばり (傾斜ばり) に関する計算	100
4. 21	仮定層 (中間階) に関する計算	102
4. 22	柱抜けに関する計算	104
4. 23	参考文献	105

1. 一般事項

1. 1 一般事項

「BST-G89TM II」は、パブリックユースプログラムとして開発した鉄骨造（以下「S造」とします。）、鉄筋コンクリート造（以下「RC造」とします。）、鉄骨鉄筋コンクリート造（以下「SRC造」とします。）、および混合構造物の一貫処理プログラムライブラリーです。

- (1) プログラムの名称 : BST-G89TM II
- (2) プログラムの作成者 : 株式会社エー・エス・ディー
- (3) プログラムの所有者 : 株式会社エー・エス・ディー
- (4) 機器構成 : OS 32Bit Windows
本体メモリ 64Mbyte 以上
フロッピーディスク 1.44Mbyte 1台
ハードディスク 50Mbyte 以上の空きエリア
プリンタ レーザープリンタ推奨
用紙サイズ A4
- (5) 使用言語 : F-BASIC
Microsoft MS-Visual C++
Microsoft MS-Visual Basic
- (6) プログラムの用途 : S造、RC造、SRC造およびそれらの混合構造の一貫構造計算

2. 概 要

2.1 プログラムの構成

(1) コントロールプログラム

使用エリアの選択、データの入力、計算実行または補助機能等、全体の処理流れをコントロールする部分です。

- a. 初期JOBコントロールプログラム
- b. メインJOBコントロールプログラム
- c. 入力JOBコントロールプログラム
- d. 本体計算実行JOBコントロールプログラム
- e. 表示JOBコントロールプログラム
- f. 二次部材計算JOBコントロールプログラム
- g. 補助機能コントロールプログラム

(2) 初期JOBプログラム

BST-G89TM/TMIIの実行条件等を設定する部分です。

- a. 環境メンテナンスプログラム
- b. データメンテナンスプログラム
- c. 任意形状登録プログラム

(3) データ入力プログラム

BST-G89TM/TMIIの各計算段階で必要なデータを入力する部分です。

- a. 準備計算用データ入力プログラム (P)
- b. 剛性計算用データ入力プログラム (K)
- c. 応力計算用データ入力プログラム (S)
- d. 断面計算用データ入力プログラム (M)

(4) 本体計算実行プログラム

BST-G89TM/TMIIのどの計算をするかを指定する部分です。

- a. 準備計算の実行 (P)
- b. 剛性計算の実行 (K)
- c. 応力計算の実行 (S)
- d. 断面計算の実行 (M)
- e. 評定一貫計算の実行 (O)

(5) 計算結果表示プログラム

BST-G89TM/TM II のどの計算結果を、画面表示またはプリンタ出力を指定する部分です。

- a. 準備計算結果の表示または出力 (P)
- b. 剛性計算結果の表示または出力 (K)
- c. 応力計算結果の表示または出力 (S)
- d. 断面計算結果の表示または出力 (M)
- e. 評定一貫計算結果の表示または出力 (O)

(6) 二次部材計算プログラム

小はり，片持ちばりの断面計算を行う部分です。

- a. S造小ばりの断面計算の実行
- b. RC造小ばりの断面計算の実行
- c. S造片持ちばりの断面計算の実行
- d. RC造片持ちばりの断面計算の実行
- e. SRC造片持ちばりの断面計算の実行

(7) 補助機能プログラム

BST-G89TM/TM II を運用するうえで必要なユーティリティプログラムです。

- a. データライン数の変更
- b. エコープリント
- c. データチェック
- d. フレーム図，伏図表示
- e. 応力図表示
- f. 変位図表示
- g. 断面計算結果表示

2. 2 プログラムの機能

(1) コントロールプログラム

- a. 初期JOBプログラム
使用実行領域の指定，環境メンテナンス，データメンテナンス，任意形状登録または、実行終了から指示します。
- b. メインJOBプログラム
入力，本体計算実行，表示，二次部材計算，補助機能，新規または終了の中から指示します。
- c. 入力JOBプログラム
どの計算用データを入力するかを指示します。
- d. 本体計算実行JOBプログラム
どの計算を実行するかを指示します。
- e. 表示JOBプログラム
どの計算結果を表示またはプリンタ出力するかを指示します。
- f. 二次部材計算JOBプログラム
どの二次部材の断面計算を実行するかを指示します。
- g. 補助機能プログラム
どの項目を実行するかを指示します。

(2) 初期JOBプログラム

- a. 環境メンテナンスプログラム
環境設定，領域の作成，実行領域のクリア，プログラムの転送，フロッピーディスクの初期化，固定ディスクの初期化または終了から選択します。
- b. ディスクメンテナンスプログラム
保存用ディスクの作成，入力データの保存，入力データの読み込みまたは終了から指示します。
- c. 任意形状登録プログラム
鋼材形状登録，継手形状登録，仕口形状登録，積載荷重登録または終了から指示します。

(3) データ入力プログラム

入力方法は、必要とする項目のみ入力します。

- a. 準備計算用データ入力プログラム（P）
建物形状，部材形状および荷重等を入力します。
- b. 剛性計算用データ入力プログラム（K）
部材剛性の計算方法，水平力の分担方法，二次設計条件等を入力します。
- c. 応力計算用データ入力プログラム（S）
応力計算方法，追加荷重等を入力します。
- d. 断面計算用データ入力プログラム（M）
断面計算条件および範囲等を入力します。

(4) 本体計算実行プログラム

必要な計算実行を指定します。

a. 準備計算プログラム (P)

- ① 建物形状、部材形状および部材配置のまとめ
- ② はり、柱、耐力壁の剛性計算
- ③ 荷重 (C Mo Q、柱軸力、建物重量、地震等) の計算
- ④ 木造建築物等の判定 (ルート表 (1))

b. 剛性計算プログラム (K)

- ① はり、柱、耐力壁の剛性計算
- ② 水平分担率の算出
- ③ ねじり補正、各フレーム負担せん断力の計算
- ④ 層間変形角、剛性率、偏心率の計算
- ⑤ 構造計算ルートの決定 (ルート表 (2))

c. 応力計算プログラム (S)

- ① 荷重ケース別の応力計算

d. 断面計算プログラム (M)

- ① 大はり、柱、ブレース、耐力壁の断面計算
- ② S造部材の断面性能は、幅厚比の考慮が可能
- ③ 断面計算位置は、柱は柱頭と柱脚、はりは端部と中央およびS造では継手位置、RC造ではハンチ始点位置、SRC造では継手位置またはハンチ始点位置
- ④ 設計応力は、フレームおよび階別に割増しが可能、また地震時モーメントでフェースモーメント、剛域端モーメントの採用がはり、柱別に可能 (S造では剛域端モーメントは無)
- ⑤ RC, SRC造部材の設計せん断力を求める際、各種の割増し率の設定が可能
- ⑥ 鉄骨はり部材は、仕口形状および継手形状による欠損を考慮

(5) 計算結果表示プログラム

計算結果を、画面に表示またはプリンタに出力する。
プリンタに出力する際は、部数および印刷位置の指定が可能

(6) 二次部材計算プログラム

準備計算結果をもとに、断面計算する二次部材を指定します。

a. S造小はり断面計算プログラム

断面計算をする小ばりを指定します。

b. RC造小はり断面計算プログラム

断面計算をする小ばりを指定します。

c. S造片持ちばりの断面計算の実行

断面計算をする片持ちばりを指定します。

d. RC造片持ちばりの断面計算の実行

断面計算をする片持ちばりを指定します。

e. SRC造片持ちばりの断面計算の実行

断面計算をする片持ちばりを指定します。

(7) 補助機能プログラム

- a. 入力データライン数の変更
入力データの容量によるエリアの変更します。
- b. エコープリンタ
各入力データのプリンタへの出力します。
- c. データチェック
各入力データをチェックし、エラーが有る場合は、プリンタに出力します。
- d. フレーム図，伏図表示
準備計算用データをもとに、画面にフレーム図，伏図を表示します。
- e. 応力図表示
応力計算結果をもとに、画面に応力図を表示します。
- f. 変位図表示
応力計算結果をもとに、画面に変位図を表示します。
- g. 断面計算結果図
はり，柱の断面計算結果をプリンタに出力します。

2.3 処理の流れ

構造計算作成のための最終的な計算処理は一貫計算（準備計算から断面計算）を原則とします。

試設計の段階では、実行での指示により P, K, S, Mの個別処理を行うことが可能です。

ただし、指示した実行の計算に必要なデータの入力、および計算処理が終了していることが必要条件となります。

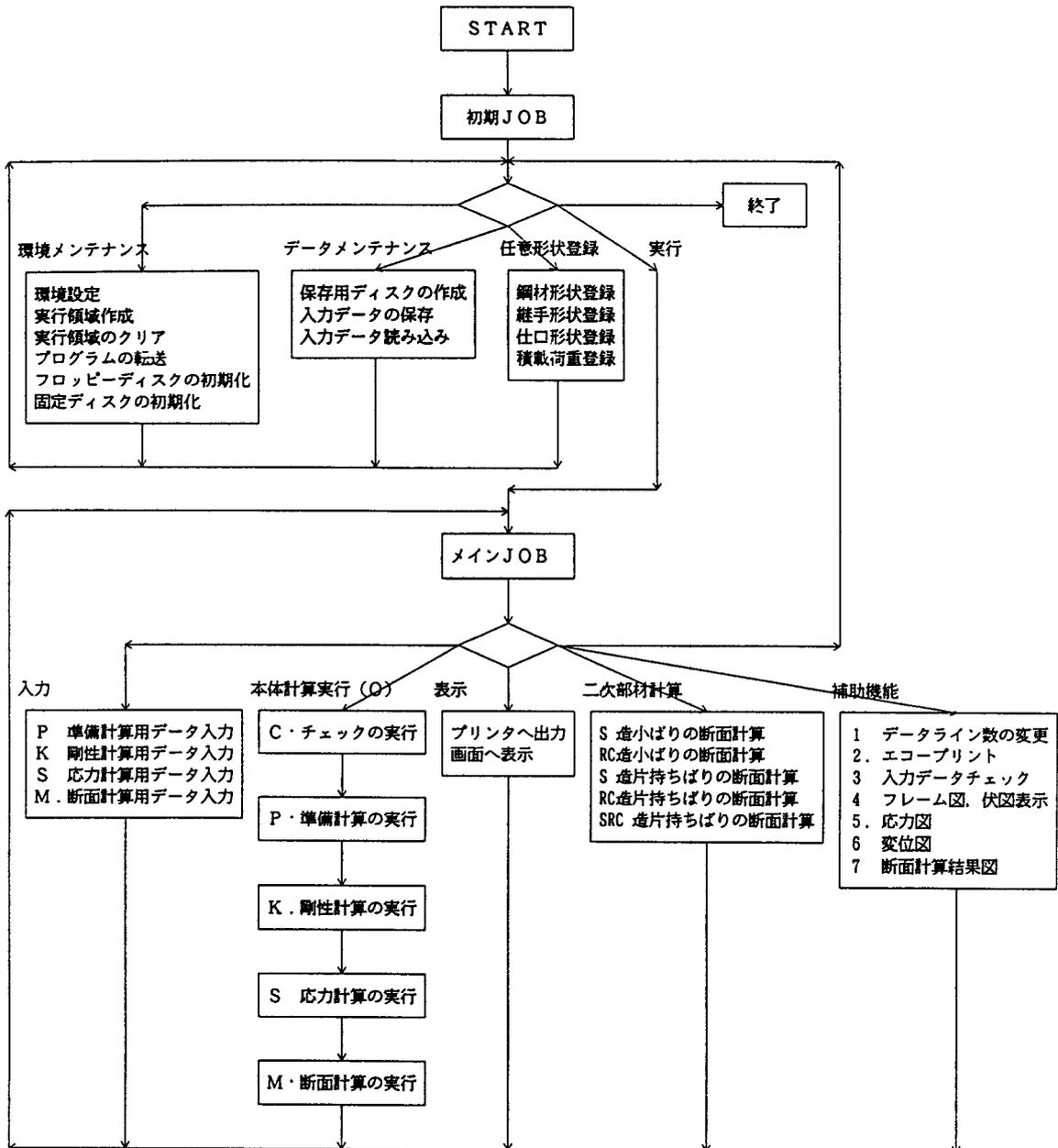


図 2.1 処理流れ

2. 5 構造計算書の構成とシステム出力の対応

構造計算書の標準的な構成とシステム出力の対応を表 2.1に示します。表中の出力の欄に○印がついている項目は本プログラムで扱う項目です。また、手書の欄に○印がついている項目は、手計算または他のプログラムによるもので本プログラムでは扱いません。

計 算 項 目		計 算 内 容	手 書	出 力
一般事項		<ul style="list-style-type: none"> ・ 工事名称, 設計者名 ・ 建築用途, 構造種別 	○	
建物概要		<ul style="list-style-type: none"> ・ 使用材料等 ・ 伏図, 軸組図等 ・ 仕上げ, 積載荷重等 	○	
設計方針		<ul style="list-style-type: none"> ・ 建物のモデル化 ・ 壁の取り扱い等 	○	
補足計算(1)		<ul style="list-style-type: none"> ・ 入力データのための補足計算 	○	
チェックリスト		<ul style="list-style-type: none"> ・ 評定プログラムとしての添付書類 	○	○
準備計算	入力データ	<ul style="list-style-type: none"> ・ エコープリント 		○
	入力データのまとめ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 基本条件 ・ 使用材料等 ・ 各部材の形状と配置 ・ 特殊荷重と配置等 		
	剛性計算	<ul style="list-style-type: none"> ・ 各部材の剛性計算 (参考値) 		
	荷重項の計算	<ul style="list-style-type: none"> ・ C, Mo, Qの計算 ・ 節点重量, 地震力の計算 		
	ルート表(1)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 木造建築物等の判別 		
剛性計算	入力データ	<ul style="list-style-type: none"> ・ エコープリント 		○
	入力データのまとめ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 剛性計算条件 ・ 支点拘束状態 		
	剛性計算	<ul style="list-style-type: none"> ・ 各部材の剛性計算 (代表フレームのみ) 		
	D値の算出	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水平分担率 (D値) の計算 ・ ねじり補正 ・ 各フレーム負担せん断力の計算 		
	ルート表(2)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 層間変形角, 剛性率, 偏心率 		

(続く)

応力計算	入力データ	・エコープリント		○
	入力データのまとめ	・応力計算する荷重ケース ・追加荷重		
	応力計算	・応力表, 応力図 ・節点変位, 支点反力表		
断面計算	入力データ	・エコープリント		○
	入力データのまとめ	・断面計算		
	断面計算	・大ばり, 柱, 鉄骨ブレース, 耐力壁の断面計算		
メッセージ一覧表		・警告メッセージ一覧表		○
補足計算(2)		・本プログラムによる計算に対し、必要ならば補足計算をする。	○	
二次部材の断面計算		・スラブ, 小ばり, 片持ちばり, 基礎等の断面計算	○	○
保有水平耐力の計算		・必要であれば保有水平耐力を計算する	○	
総合所見		・計算結果の考察、建物の耐震性等の安全性に関する所見を総合的にのべる	○	

表 2.1 構造計算書の構成とシステム出力の対応表

注意 ルート表は、S造とその他の構造を混合した建物の場合出力されません。
 準備計算においてのルート表(1)と剛性計算においてのルート表(2)が出力されますが、木造建築物等に該当する建物については、ルート表(2)は必要ありません。

3. 適用範囲

『BST-G'89T』が対象とする建物、および使用上の制限を以下にのべます。ただし、以下にのべる適用範囲外でも、適切なモデル化や追加荷重等により考慮できる場合があります。

3.1 建物構造および形態

- (1) 剛床仮定の成立する、S造，RC造，SRC造，またはこれらを組み合わせた建物（同一階での組み合わせも可能）を取り扱います。
- (2) 柱は鉛直とします。ただし、図 3.1 の様な建物も取り扱えます。

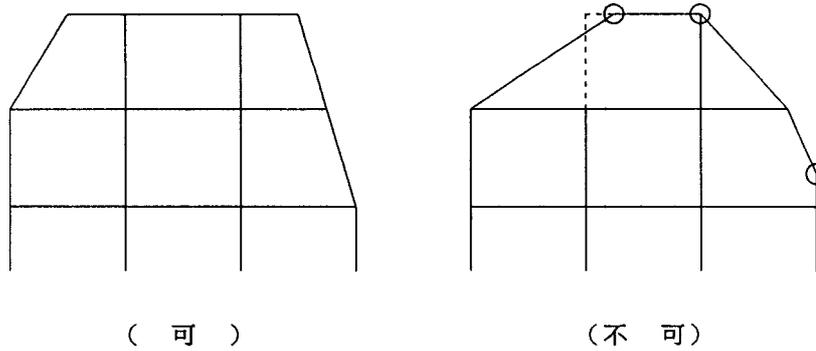


図 3.1 斜柱の例

- (3) はりは水平とし、同一層のはりは同一水平面とします。ただし、図 3.2 の様な建物も取り扱えます。ただし、はりの傾斜については、剛床仮定が成り立つ範囲とします。

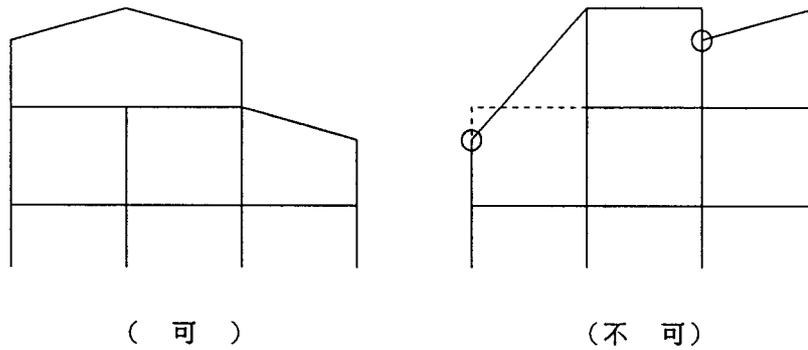


図 3.2 傾斜ばりの例

- (4) 建物の平面形は、X、Y方向フレーム共相互に平行であり、かつX方向とY方向は直行します。ただし、図 3.3のような、傾斜軸は取り扱えます。(傾斜角度は、15度以内とします。)

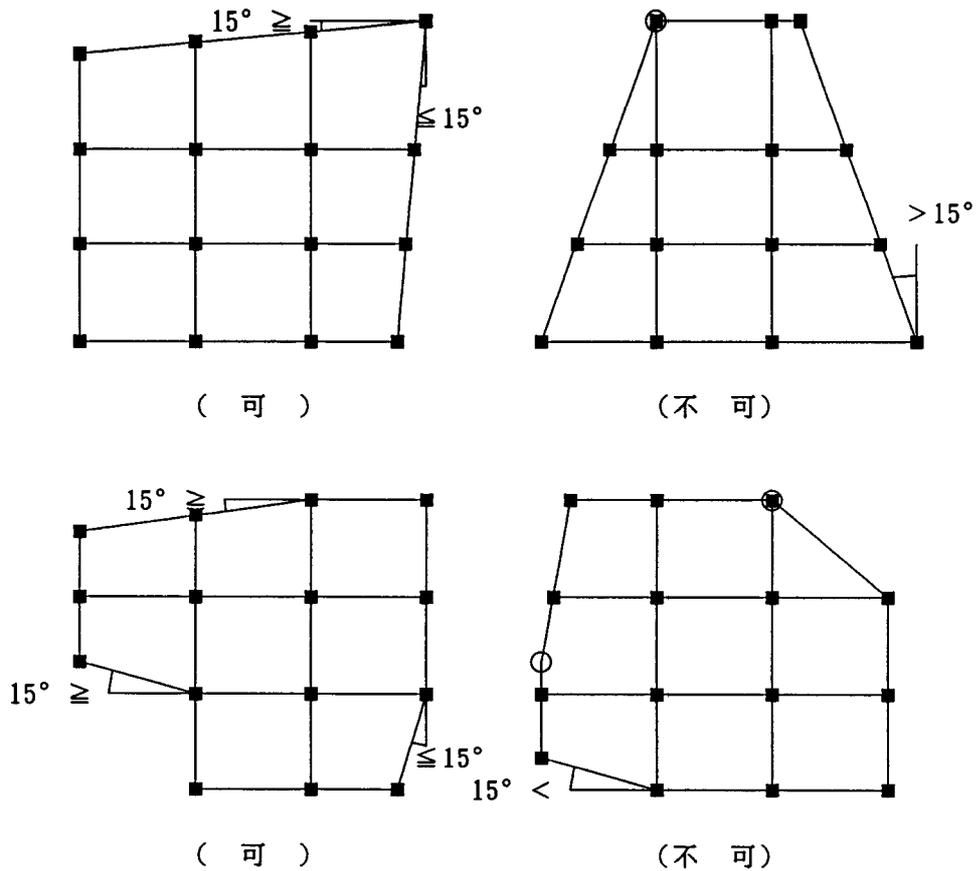


図 3.3 斜め軸の例

- (5) 図 3.4に示す様な三角形スラブを含む床形状は取り扱えません。

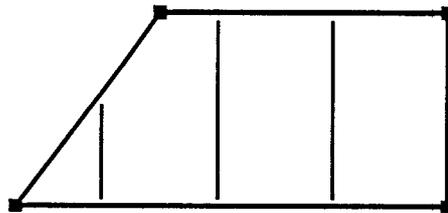


図 3.4 三角形スラブを含む床形状

- (6) 床面は、各階ごとに同一水平面上にあるものとします。また、剛床仮定とし、同一層では同一変位するものとします。

- (7) はり抜けまたは傾斜床は、剛床仮定が成り立つ範囲で可能です。

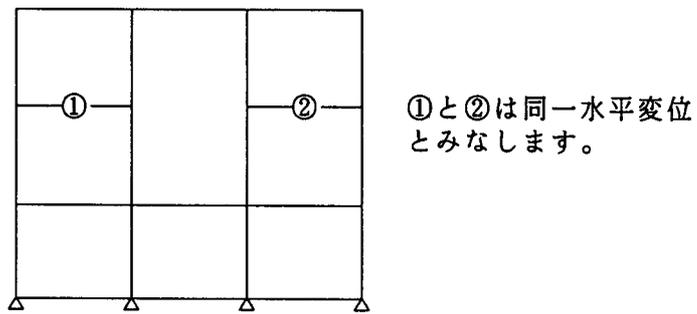


図 3.5 はり抜け例

- (8) 平面フレーム解析の場合の柱抜けは、柱抜け箇所において、はりが格子ばりを形成しない範囲で可能です。ただし、適切な支点拘束条件を設定することにより考慮できます。
立体フレーム解析の場合は、はりが格子ばりを形勢していても、可能です。

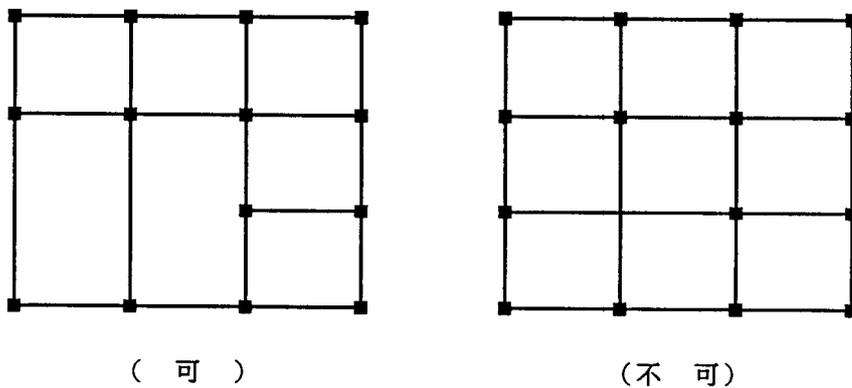


図 3.6 柱抜け例

- (9) 仮定層（中間階等）の設定が可能です。ただし、下記項目を満足するものとします。

- ・仮定層と指定した層の上下階の構造形態は同一構造形態とします。

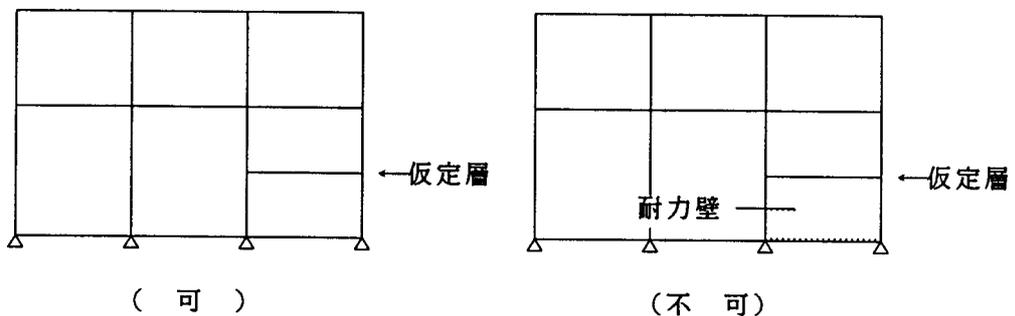


図 3.7 仮定層の例

- ・仮定層の床面積が、建築面積に対しての割合が小さい。（約 1/8以下）
- ・仮定層の上下剛性の差が小さい。

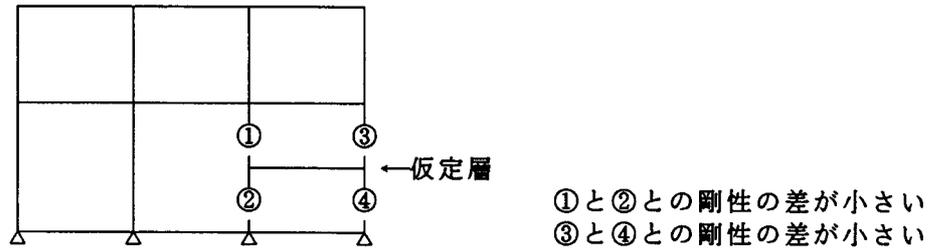


図 3.8 仮定層の例

- ・仮定層の床荷重が一般層と比べて大差がない。

- (10) べた基礎が取り扱えます。また、地下も取り扱えます。
- (11) 柱，はりの断面は長方形とし、その中心線と軸心（スパン長さによって構成される軸の中心）は一致するものとします。
- (12) 腰壁，たれ壁およびそで壁は、それぞれはりや柱の一部として取り扱います（剛性の割増し，剛域等で考慮）。壁による荷重，剛性、および剛域の計算は、壁として入力するにより自動的に考慮できます。また、フレーム面外の雑壁は、剛性率，偏心率に影響を考慮することができます。
- (13) 平面フレーム解析では、剛性計算、応力計算において直行フレームの影響は考慮しません。ただし、適切なモデル化や追加計算により影響を考慮することができます。
立体フレーム解析では、剛性計算、応力計算において直行フレームの影響は考慮できます。
- (14) スラブは、一次小ばり，二次小ばり各 5 本まで配置できます。ただし、小ばり間隔が均等の場合は、三次小ばり各 9 本まで配置できます。

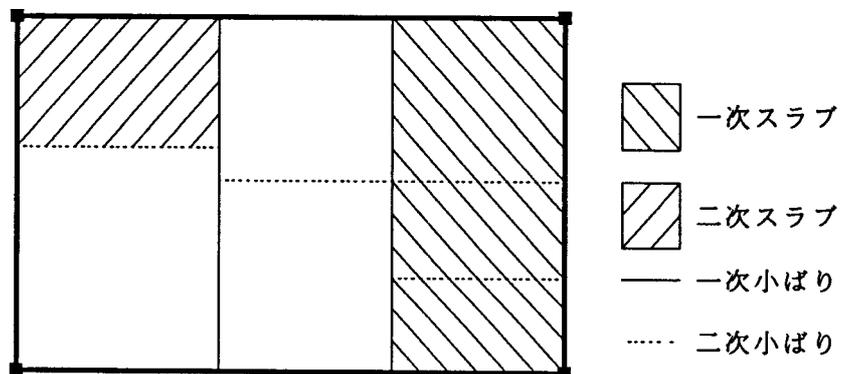


図 3.9 床構造

- (15) スラブ形状(スラブ厚, 積載荷重, 荷重伝達方向, 吹き抜け等)は、二次スラブ単位で指定できます。
小ばり上の雑壁等は、特殊荷重として荷重計算できます。
- (16) 片持ちばり、片持ちスラブが考慮できます。また、片持ちスラブは、スパンの中間のみでも考慮できます。
- (17) パラペット形状は、等厚, 等高, 等荷重として、はりの上に配置できます。
- (18) 高架水槽等は、追加荷重および特殊荷重により考慮できます。
- (19) コンクリートは、各階ごとに材料種別, 強度が変更できます。
鉄筋は各はりおよび柱単位に材種, 径が変更できます。
鉄骨はフランジ, ウェブ単位で各はりおよび柱毎に材種が変更でき、はりにおいては端部と中央部で変更できます。
- (20) 全節点につき、上下, 水平, 回転の拘束状態の設定が可能です。また、鉛直荷重時(長期, 積雪荷重時)と水平荷重時(地震, 風荷重時)と別々の条件設定が可能です。(弾性バネの設定も可能)

3. 2 建物規模

スパン数は、X, Y方向共、最大30スパンまで、階数は最大20階までとします。
ただし、スパン数と階数の組み合わせにより制限があります。制限を下式に示します。

$$(X+1) * (Y+1) * (Z+1) \leq 2000$$

X : X方向スパン数
Y : Y方向スパン数
Z : 全階数

3. 3 使用部材数の制限

『BST-G'89T』では、各入力項目ごとに入力データ数（入力データライン数）を設定し、それによって入力データ用エリアを振り分けます。よって各部材は、その入力ライン数まで使用するができますが、それぞれ最高 99 部材とします。

形状番号は構造種別により制限があります。

部 材	形状番号
S 造の小ばり，大ばり，片持ちばり，柱	1 ～ 99
R C 造の小ばり，大ばり，片持ちばり，柱	101 ～ 199
S R C 造の小ばり，大ばり，片持ちばり，柱	201 ～ 299
スラブ（基本）	1 ～ 99
スラブ（一次まで）	101 ～ 199
スラブ（二次まで）	201 ～ 299
スラブ（その他）	301 ～ 399
R C 造以外の壁	1 ～ 99
R C 造の壁	101 ～ 199
ブレース	1 ～ 99
パラペット	1 ～ 99

表 3.1 各部材の形状番号

3. 4 部材形状

(1) R C造， S R C造の R C部分の部材形状を下記に示します。

柱	: 長方形断面とし、柱頭から柱脚まで同一断面とします。
大ばり	: 長方形断面とし、水平、鉛直ハンチが可能です。
片持ちばり	: 長方形断面とし、鉛直ハンチが可能です。
小ばり	: 長方形断面とします。
壁	: 等厚とし、開口部は5個まで扱えます。また、スリットも可能です。
スラブ	: 二次スラブにおいて等厚とします。
パラペット	: 等厚とします。

(2) S R C造の鉄骨部分の部材形状を下記に示します。

柱	: H形鋼またはB H形鋼とし、I型、十字型およびT型断面とします。
大ばり	: H形鋼， B H形鋼またはラチス形が使用できます。

(3) S造の部材形状を下記に示します。

柱	: H形鋼， H形鋼箱型組立断面， 角形鋼管， 鋼管またはリップみぞ形鋼の腹合わせとし、柱脚から柱頭まで同一断面とします。
大ばり	: H形鋼， B H形鋼， ラチス形またはリップみぞ形鋼の背合わせが使用でき、断面計算において端部と中央での変更が可能です。またハンチとして端部のせいおよび幅の変更が可能です。
片持ちばり	: H形鋼， B H形鋼が使用できます。
小ばり	: H形鋼， B H形鋼またはリップみぞ形鋼の背合わせが使用できます。
ブレース	: X形， /形， \形， X形引張ブレースが使用できます。

(4) 鉄骨部は、「鋼材テーブル表」のテーブル番号または、鋼材形状で入力したテーブル番号で入力します。

(5) 柱， はりにおいて、端部の接合状態として、剛， ピンまたは半剛（バネ）接合の指定がそれぞれの部材で可能です。

3. 5 使用材料

(1) コンクリート

- a. コンクリートは、普通コンクリートおよび1種から4種までの軽量コンクリートの5種類を扱います。
- b. 設計基準強度 (F_c) の下限値は、4種軽量コンクリートが 120 kg/cm^2 、その他は 135 kg/cm^2 です。

(2) 鉄筋

- a. 鉄筋は、SR235, SD235, SD295, SD345, SD390 の5種類を扱います。
- b. 使用可能な鉄筋径を表 3.2 に示します。

種類	公称径 (mm)
SR235	9, 12, 13, 16, 19, 22, 25, 28, 32
SD235 SD295 SD345 SD390	10, 13, 16, 19, 22, 25, 29, 32, 35

表 3.2 鉄筋径

(3) 鉄骨

- a. 鉄骨は SS400級, SM490級の2種類を扱います。
- b. 鋼材の厚さは 40mm 以下とします。

(4) ボルト

- a. ボルトは高力ボルトとし、F10T を扱います。

3. 6 荷重

- (1) 長期荷重として、固定荷重，積載荷重，積雪荷重を扱います。
- (2) 短期荷重として、積雪荷重，風荷重，地震力を扱います。

3. 7 応力計算

- (1) 曲げ・せん断変形および剛域を考慮した変形法にて解析します。
- (2) 長期荷重時、積雪荷重時、風荷重時には、剛域は考慮しません。
- (3) 支点は、どの節点にもX方向，Y方向それぞれ違った支点が設定できます。また、鉛直荷重時（長期，積雪荷重時）と水平荷重時（風，地震荷重時）それぞれ違った支点の設定ができます。
水平，鉛直，回転方向それぞれに弾性バネも考慮できます。
- (4) 耐力壁は、ブレース置換とします。
- (5) 鉄骨造のはり，柱の剛域は考慮しません。

3. 8 断面計算

- (1) 断面計算を行う部材は、大はり，柱，耐力壁およびブレースとし、指定した部材のみ行います。
- (2) S造大はり，柱の断面計算は、応力計算から求めた応力（存在応力）に対して、指定されている鋼材で安全かどうかの検定計算を行います。
- (2) RC造の大はり，柱の断面計算は、応力計算から求めた応力（存在応力）にて計算し、鉄筋の断面積および必要本数を求める算定計算と、指定されている鉄筋本数で安全かどうかの検定計算が行えます。
片持ちスラブ等からくる、ねじりモーメントについての検討は行いません。
- (3) SRC造の大はり，柱の断面計算は、鉄骨指定計算，鉄筋指定計算または、検定計算の選択ができます。
大はり，柱共単純累加強度式にて計算します。
片持ちスラブ等からくる、ねじりモーメントについての検討は行いません。
- (4) RC造，SRC造の計算ルートは、ルート1，ルート2の1,2,3またはルート3の5種類、S造の計算ルートは、ルート1，ルート2またはルート3の3種類を扱います。
計算ルートは、X，Y方向それぞれ違ったルートが採用でき、壁量等により内部で自動的に決定することも、入力による直接指定することもできます。
- (5) 断面計算応力は、応力計算で求めた応力に入力した倍率を掛けて割り増すことができます。

3.9 壁の取り扱い

本プログラムでの壁の取り扱いを表 3.3に示します。

壁の種類		計算項目	荷重	剛域	*8 壁量	応力計算上の剛性評価			変形角 剛性率 偏心率
						はり	柱	壁	
面 内 の 壁	耐力壁		○		○	○*1			○*1
	腰壁 たれ壁	スリットなし	○	○		○			○*2
		スリットあり	○	×		○*3			○*3
		剛性無視	○	×		×			
	そで壁	スリットなし	○	○	○				○*2
		スリットあり	○	×	×		○*3		○*3
		剛性無視	○	×	○		×		○*4
	壁柱		○	×	○	×	×	×	○*4
	壁厚 10cm 以下の壁		○	×	×*6	×	×	×	○*6
	面外壁	雑壁		○*7	×	○	×	×	×

表 3.3 壁の取り扱い

- *1 : ブレース置換して考慮します。
- *2 : 大はり・柱の剛性, 剛域として考慮します。
- *3 : 大はり・柱の剛性を増大して考慮します。
- *4 : 壁面積と面内雑壁の剛性倍率により求まる水平剛性にて考慮します。
- *5 : 壁面積と面外雑壁の剛性倍率により求まる水平剛性にて考慮します。
- *6 : 面内の雑壁として壁量を直接入力することにより考慮できます。
- *7 : 特殊荷重として入力することにより考慮できます。
- *8 : 面内, 面外壁共、自動計算または入力値にて計算します。

4 . 計 算 方 法

『BST-G'89T』の計算方法のうち特記すべき項目を説明します。

4 . 1 準拠する規準等

計算方法は、建築構造に関する法令に基づくほか、下記の規準によっています。

日本建築センター：構造計算指針・同解説 1988（以下「指針」と呼びます。）

日本建築学会：鋼構造設計規準 1973（以下「S規準」と呼びます。）

日本建築学会：鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 1988（以下「RC規準」と呼びます。）

日本建築学会：鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 1987（以下「SRC規準」と呼びます。）

日本建築学会：鋼構造塑性設計指針 1975（以下「S塑性」と呼びます。）

4. 2 自重の計算

荷重項、柱軸力および地震力用重量を求めるための自重の計算方法を以下にのべます。

(1) R C造, S R C造

a. 床スラブ

単位重量は、入力したスラブ厚による重量と仕上げ重量を加算した重量（固定荷重）に、積載荷重、積雪荷重を加算した値とします。

スラブ自重は、大ばり心から大ばり心までとし、小ばりがある時は小ばり心までとします。

b. 小ばり

単位重量は、入力した断面から左右に取り付くスラブの平均厚を引いた断面の重量に仕上げ重量を加算した値とします。

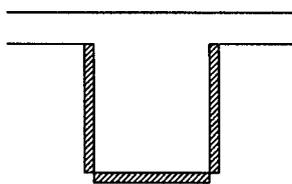


図 4.1 はり仕上げ

c. 大ばり

単位重量は、入力した断面から左右に取り付くスラブの平均厚を引いた断面の重量に仕上げ重量を加算した値とします。

d. 片持ちばり

単位重量は、入力した断面から平均のはりせいを求め、左右に取り付くスラブの平均厚を引いた断面の重量に、仕上げ重量を加算した値とします。

e. 柱

単位重量は、入力した断面の重量に仕上げ重量を加算した値とします。

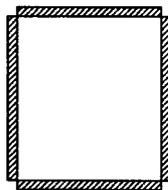


図 4.2 柱仕上げ重量

f. 壁

単位重量は、入力した断面の重量に仕上げ重量を加算した値とします。開口がある時は、開口部重量（入力値）を考慮します。

g. パラペット

単位重量は、入力した断面の重量に仕上げ重量を加算した値とします。

(2) S 造

- a. はり
単位重量は、入力した部材の寸法より求めた重量に、仕上げ重量を加算した値とします。
- b. 柱
単位重量は、入力した部材の寸法より求めた重量に、仕上げ重量を加算した値とします。
- c. 壁
単位重量は、入力値によります。
開口がある時は、開口部重量（入力値）を考慮します。
- d. パラペット
単位重量は、入力値によります。

4. 3 荷重項の計算

(1) 床荷重による荷重項の計算

床荷重による荷重項の計算では、床スラブ、小ばり自重、大ばり自重に分けて計算し、合計します。

a. 床スラブ

荷重伝達方法は、1方向または2方向の2種類から選択できます。

2方向版の場合、荷重を割り振る方法は図4.3の様に2等分線を用います。

大ばりに小ばりが付いている場合、または小ばりに二次小ばりが付いている場合には、二次小ばりまたは、小ばりのQが集中荷重として作用しているものとして計算します。

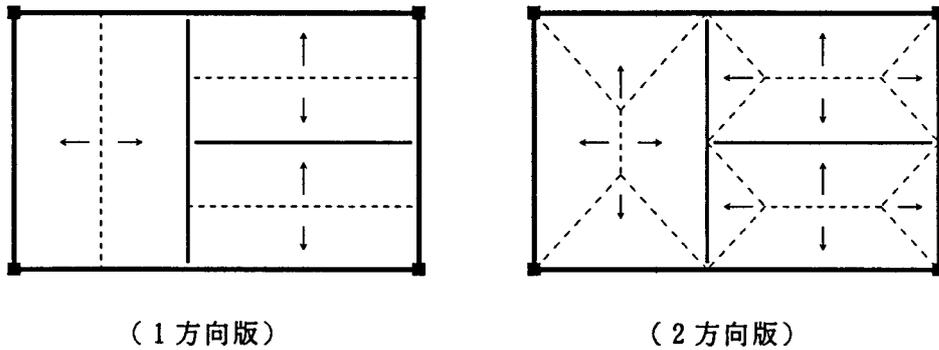


図 4.3 床荷重の伝達方法

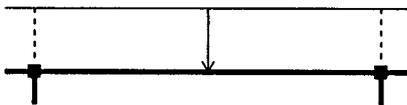
b. 片持ちスラブ

荷重伝達方法は、1方向または2方向版の2種類から選択できます。

片持ちばり、小ばりが付いている場合は、はりからの片持ちばりまたは小ばりのQが集中荷重として大ばりまたは片持ちばりに作用しているものとして計算します。

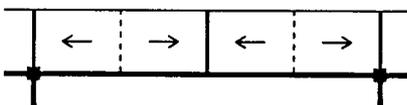
図4.4に片持ちスラブの形状別に伝達方法を示します。

・TYP 1 BNO 1

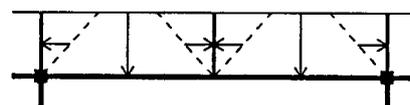


(1, 2方向版)

・TYP 1 BNO 2

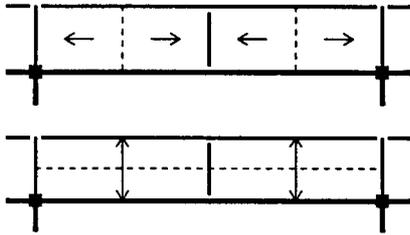


(1方向版)

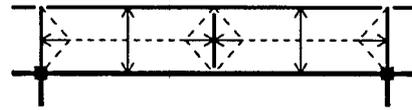


(2方向版)

• TYP 1 BNO 3

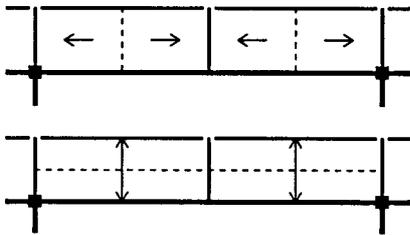


(1 方向版)

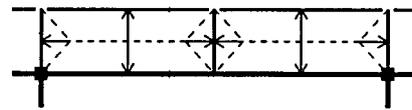


(2 方向版)

• TYP 1 BNO 4

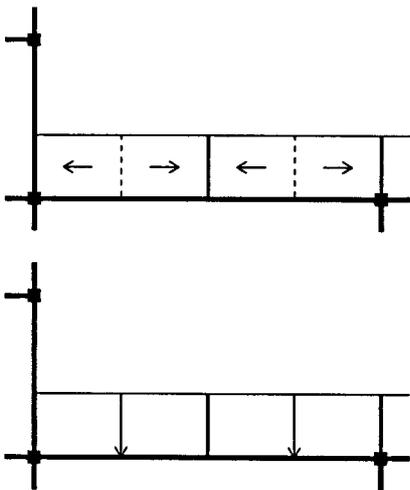


(1 方向版)

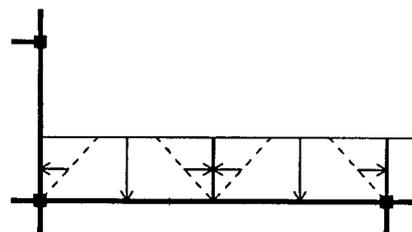


(2 方向版)

• TYP 2 BNO 2, TYP 3 BNO 2

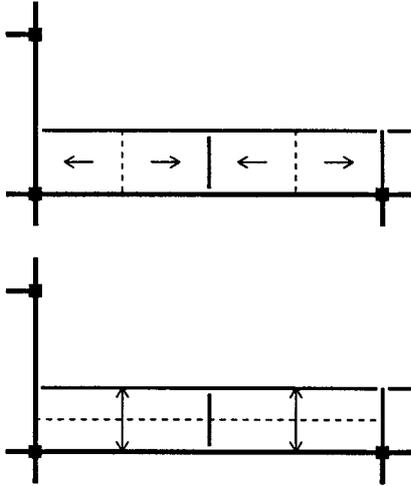


(1 方向版)

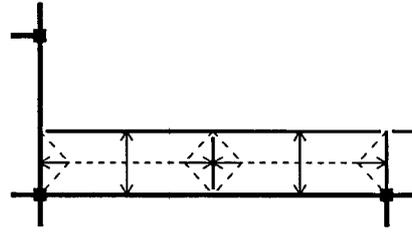


(2 方向版)

• TYP 2 BNO 3, TYP 3 BNO 3

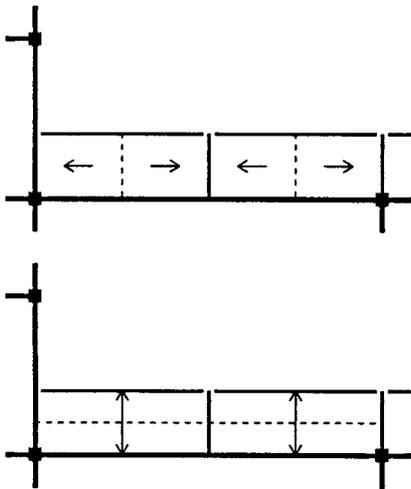


(1 方向版)

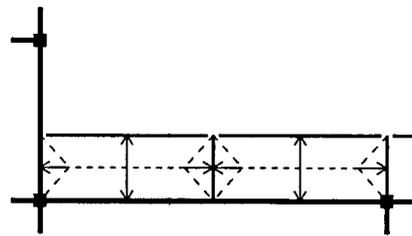


(2 方向版)

TYP 2 BNO 4, TYP 3 BNO 4

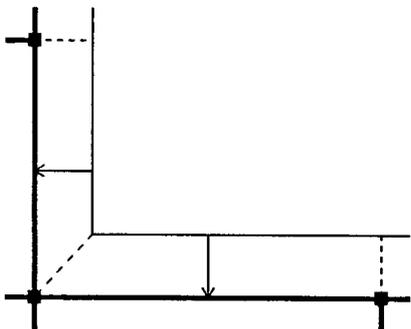


(1 方向版)



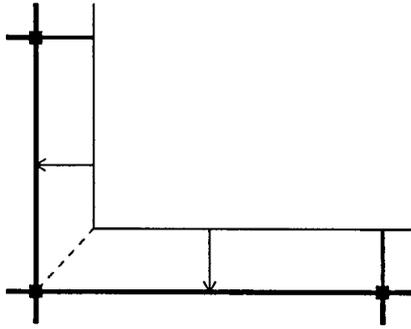
(2 方向版)

• TYP 4 BNO 1

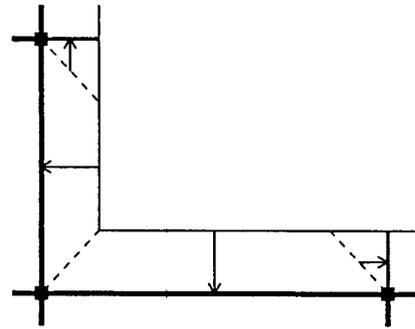


(1, 2 方向版)

• TYP 4 BNO 2

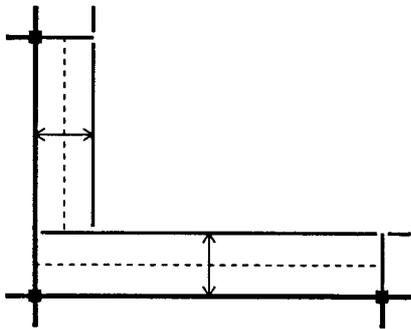


(1 方向版)

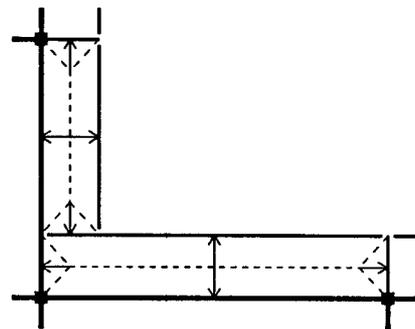


(2 方向版)

• TYP 4 BNO 3, TYP 4 BNO 4

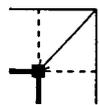


(1 方向版)



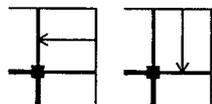
(2 方向版)

• TYP 5 BNO 1

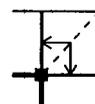


(1, 2 方向版)

• TYP 5 BNO 2

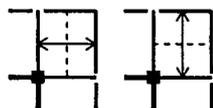


(1 方向版)

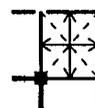


(2 方向版)

・ TYP 5 BNO 3

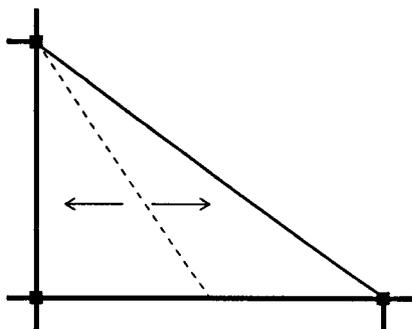


(1方向版)

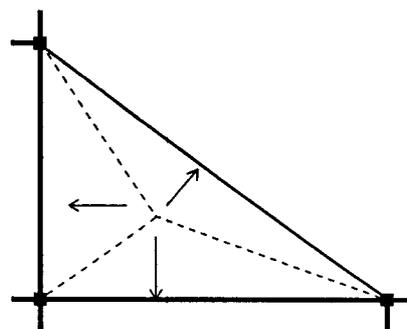


(2方向版)

・ TYP 6 BNO 1



(1方向版)



(2方向版)

図 4.4 片持ちスラブ伝達方法

c. 小ばり

自重による計算は、小ばりの長さを取りつく大ばり，小ばりの心間とし、単位重量を等分布荷重として計算します。

d. 大ばり

自重による計算は、大ばりの長さを軸心から軸心までとし、単位重量を等分布荷重として計算します。

RC造，SRC造の場合のハンチは、はり CMoQ は無視し柱軸力に直接加算されます。

e. 片持ちばり

自重による計算は、片持ちばりの長さは入力値とし、単位重量を分布荷重（RC造，SRC造の場合のハンチ考慮）として計算します。

(2) 壁荷重による荷重項の計算

壁形状は、RC造壁とその他の壁の2種類に区分して使用します。

a. RC造壁

壁の荷重伝達方法は、上下に伝達します。ただし、処理方法は下記に示す表4.1より選択します。

処 理	はりの荷重項	柱軸方向力	地震時重量
1	計算しない	加算しない	加算する
2	計算しない	加算する	加算する
3	計算する	加算する	加算する

表 4.1 RC造壁荷重処理方法

壁高さは、はりの内法高さ（重量計算用階高より上層のはりせいを引いた高さ）とし、長さは柱の内法長さとし、なお、はりにハンチがある場合は、ハンチ無しとして計算します。

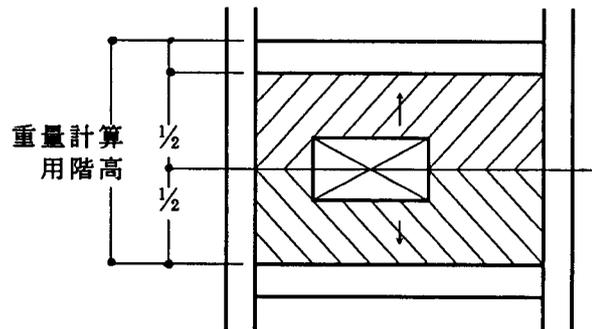


図 4.5 RC造壁

b. その他の壁

荷重伝達方法は、1方向版とし、下記に示す3ケースから選択できます。

なお、壁の高さは入力した重量計算用階高とし、長さは軸心から軸心までとします。

地震および風荷重の伝達は、ケース1の場合はケース2の処理となり、他のケースはその処理となります。

ケース1：直下のはりが全て負担する。

ケース2：階高の中央で割り振り上下のはりが負担する。

ケース3：スパンの中央で割り振り左右の柱が負担する。

c. パラペット

自重による計算は、長さを軸心から軸心までとし、単位重量を等分布荷重として計算します。

(3) 積雪荷重による荷重項の計算

積雪荷重は㎡当たりを二次スラブ単位で入力をし、各荷重時の α により下記の様に処理されます。また、伝達方法は「(1)床荷重による荷重項の計算」の計算に準じます。

	例 多雪地域	その他
$\alpha 1$: 長期荷重時の積雪低減率	0.7	0
$\alpha 2$: 短期積雪時の積雪低減率	1.0	1.0
$\alpha 3$: 短期風圧時の積雪低減率	0.35	0
$\alpha 4$: 短期地震時の積雪低減率	0.35	0

荷重		応力の組合せ
長期		$G + \alpha 1 \times S$
短期	積雪時	$G + \alpha 2 \times S$
	風圧時	$G + W$
		$G + W + \alpha 3 \times S$
地震時	$G + K + \alpha 4 \times S$	

G : 固定荷重および積載荷重による応力
 S : 積雪荷重による応力
 W : 風荷重による応力
 K : 地震荷重による応力

表 4.2 応力の組み合わせ

(4) 風荷重による荷重項の計算

風荷重は㎡当たりの各層，階の速度圧を階高により計算または入力し、風力係数を床面および壁面に配置します。
速度圧の低減を指定する事も可能です。

$$q = 60\sqrt{h} \quad (h < 16\text{m})$$

$$q = 120 \sqrt[4]{h} \quad (h \geq 16\text{m})$$

q : 速度圧
h : 地盤面からの高さ

床面の風荷重の伝達方法は、「(1)床荷重による荷重項の計算」によります。
壁面の風荷重の伝達方法は、「(2)壁荷重による荷重項の計算」によります。ただし、b. その他の壁、ケース1,2 の場合は、各層の水平力に加算しD値により各フレームに振り分けます。ケース3の場合は、柱の C, Mo, Q を計算のうえ、各層の水平力を各フレームに振り分けます。
パラペットの風荷重の伝達方法は、各層の水平力に加算しD値により各フレームに振り分けます。
風荷重による応力は、図 4.6に示す2ケースについて考慮します。

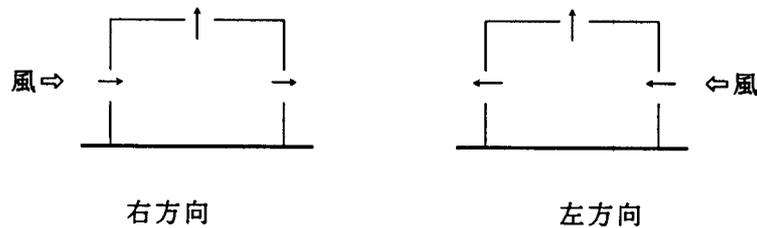


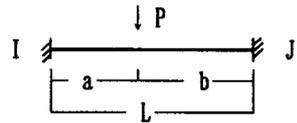
図 4.6 風荷重方向

4. 4 はり，柱等価節点荷重

等価節点荷重は両端の接合状態を考慮して求めます。

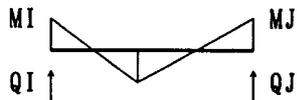
例：集中荷重がかかった場合

(1) 両端剛の場合



$$MI = \frac{P \cdot a \cdot b^2}{L^2}$$

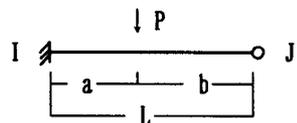
$$MJ = \frac{P \cdot b \cdot a^2}{L^2}$$



$$QI = \frac{P \cdot b^2 \cdot (3a + b)}{L^3}$$

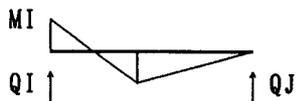
$$QJ = \frac{P \cdot a^2 \cdot (a + 3b)}{L^3}$$

(2) 一端剛，他端ピンの場合



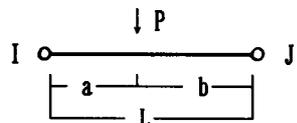
$$MI = \frac{P \cdot a \cdot b \cdot (2b + a)}{2L^2}$$

$$QI = P - QJ$$



$$QJ = \frac{P \cdot a^2 \cdot (2a + 3b)}{2L^3}$$

(3) 両端ピンの場合



$$QI = \frac{b}{L} P$$

$$QJ = \frac{a}{L} P$$



なお、上記のいずれの場合においても、 Q_0 については両端ピンとした時の値とし、 M_0 については両端ピンとした時の中央モーメントとします。

1 部材に複数タイプの荷重がかかった場合はそれぞれの合計値とします。

4. 5 節点重量

(1) 節点重量 (1)

節点重量は DL(固定荷重) と LL(積載荷重ラーメン用) と TE(地震荷重) と TS(積雪荷重) と TW(風吹上荷重) に分けて計算します。

- a. 床スラブ、小ばり、片持ちばり
床スラブ、小ばり、片持ちばりによる軸力は荷重項で計算したQの値を使用します。
- b. 大ばり
大ばり自重による軸力は、荷重項で計算したQの値を使用します。
ハンチがある場合は、ハンチの重量も加算します。
- c. 壁
壁自重による軸力は、荷重項で計算したQの値を使用します。
- d. パラペット
パラペット自重による軸力は、荷重項で計算したQの値を使用します。
- d. 柱
柱自重による軸力は図 4.7の様に階高の中央で上下に割り振ります。

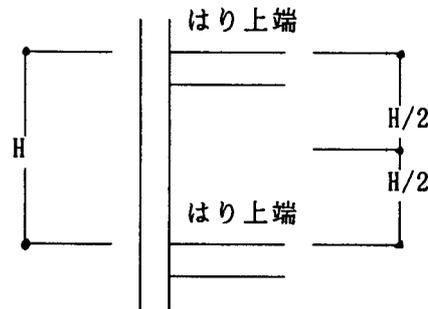


図 4.7 柱自重

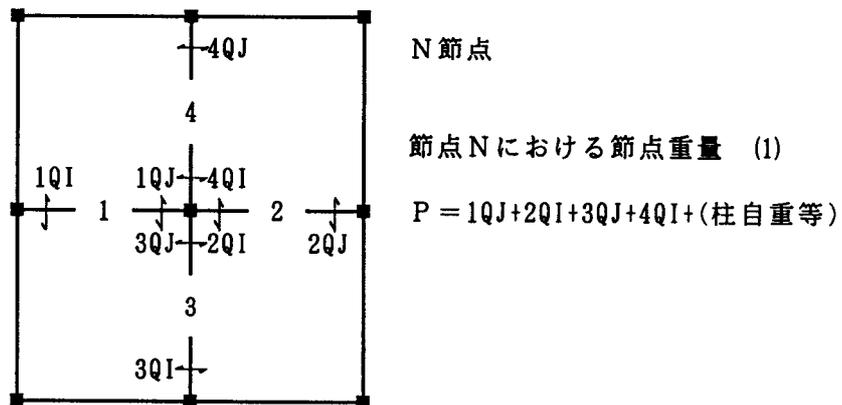


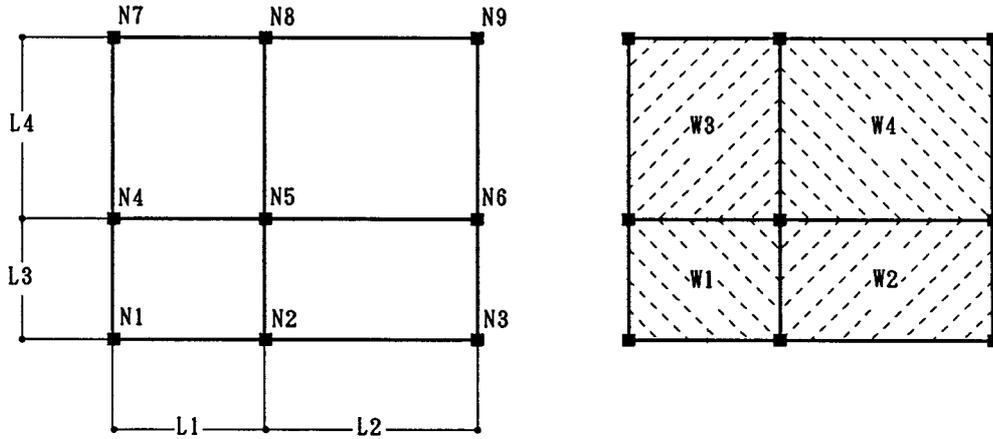
図 4.8 節点重量

(2) 節点重量 (2)

節点重量は DL(固定荷重)と LL(積載荷重ラーメン用)と TE(地震荷重)と TS(積雪荷重)に分けて、それぞれを累計して計算します。LLは、指定により支える床の数による低減が考慮できます。

4. 6 地反力による等価節点荷重

べた基礎がある場合に求める地反力は、図 4.9の方法により求め、等分布荷重として各はりに考慮されます。



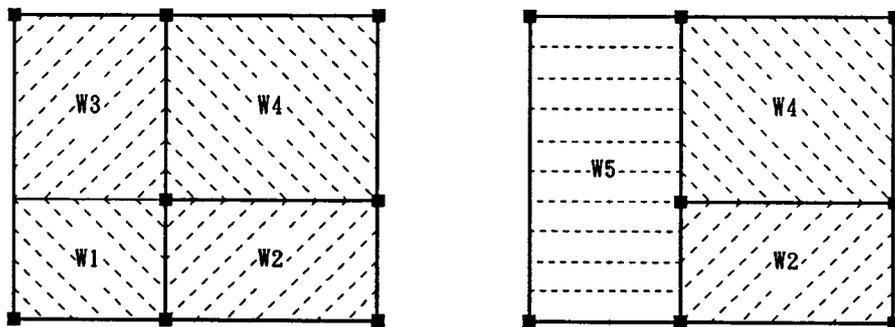
W1～W4でそれぞれ算出

各柱軸力の各べた基礎への振り分けは面積の比による

$$\begin{aligned}
 A1 &= L1 \times L3 & A2 &= L2 \times L3 & A3 &= L1 \times L4 & A4 &= L2 \times L4 \\
 a1 &= A1/4 & a2 &= A2/4 & a3 &= A3/4 & a4 &= A4/4 \\
 a5 &= a1+a2 & a6 &= a1+a3 & a7 &= a1+a2+a3+a4 & a8 &= a2+a4 \\
 a9 &= a3+a4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W1 &= (N1 + N2 \times a1/a5 + N4 \times a1/a6 + N5 \times a1/a7) / A1 \\
 W2 &= (N2 \times a2/a6 + N3 + N5 \times a2/a7 + N6 \times a2/a8) / A2 \\
 W3 &= (N4 \times a3/a6 + N5 \times a3/a7 + N7 + N8 \times a3/a9) / A3 \\
 W4 &= (N5 \times a4/a7 + N6 \times a4/a8 + N8 \times a4/a9 + N9) / A4
 \end{aligned}$$

上記で、斜め軸等は、A1～A4に考慮します。
 建物が階段状の場合は、層が異なっても、下の層での重量を採用し、上記の様に反力を計算します。
 大スラブが指定されている場合は、下記の様に地反力を求めます。



W1～W4でそれぞれ算出

W1 と W3 により W5 を算出

図 4.9 べた基礎反力

4.7 地震力

地震層せん断力係数の計算は、 A_i 分布により自動計算する方法と、直接入力する方法の2種類が使用できます。

建物重量は、柱軸力(DL+EL)から計算します。

(1) 内部自動計算の場合

地域係数、地盤種別、一次固有周期、標準せん断力係数を入力します。

建物高さおよび一次固有周期は、自動計算する方法と直接入力する方法のどちらかが選択できます。

地上部分の地震層せん断力係数

$$C_i = Z * R_t * A_i * C_0$$

$$\begin{array}{ll} T < T_c & R_t = 1 \\ T_c \leq T < 2 * T_c & R_t = 1 - 0.2(T/T_c - 1)^2 \\ 2 * T_c \leq T & R_t = 1.6 * T_c / T \end{array}$$

$$T = h (0.02 + 0.01 * \alpha)$$

$$A_i = 1 + (1 / \sqrt{\alpha i} - \alpha i) * 2 * T / (1 + 3 * T)$$

C_i : 当該階の地震層せん断力係数
 Z : 地域係数 (入力値)
 R_t : 振動特性係数
 T_c : 地盤種別による係数 (地盤種別は入力値)
 h : 当該建物の高さ (入力値または内部処理)
 α : 鉄骨造高比 (入力値)
 T : 一次固有周期 (入力値または内部処理)
 A_i : 地震層せん断力係数の分布係数
 αi : 当該階が支える固定荷重と積載荷重の和を地上部分の固定荷重と積載荷重の和を除いた数値

地下部分の水平震度

$$k = 0.1 (1 - H/40) Z$$

k : 水平震度
 H : 地盤面からの深さ (20を超える場合は20とする)
 Z : 地域係数

(2) 直接入力する場合

地域係数、地盤種別を考慮した地震層せん断力係数を直接入力します。

地下階への地震力の伝達は下式により計算します。

$$Q_B = 1Q * \alpha + k * W_B$$

$1Q$: 地上1階の地震層せん断力
 α : 地下への伝達率 (評定の場合は1となる)
 W_B : 地下部分の重量

4. 8 壁量計算

- (1) 耐力壁の場合は、開口部がある高さにおける水平断面積を A_w に算入します。
- (2) (1)以外のそで壁の場合で、長さが 45cm 以上かつ開口部高さの 30%かつ壁厚さが 12cm以上の壁の水平断面積は A_w に算入し、それ以外のそで壁で壁厚が 10cm 以上の壁の断面積は A_c に算入します。
- (3) (1), (2)以外の壁で、長さが 100cm以上かつ壁厚が 10cm 以上の壁の水平断面積は A_c に算入されます。
- (4) 柱水平断面積は全て A_c に算入されます。
- (5) 壁が計算方向に対して θ 傾いている場合は、求まった壁量に $\cos^2 \theta$ を掛けて計算します。
- (6) 雑壁で入力された壁の壁量も考慮します。

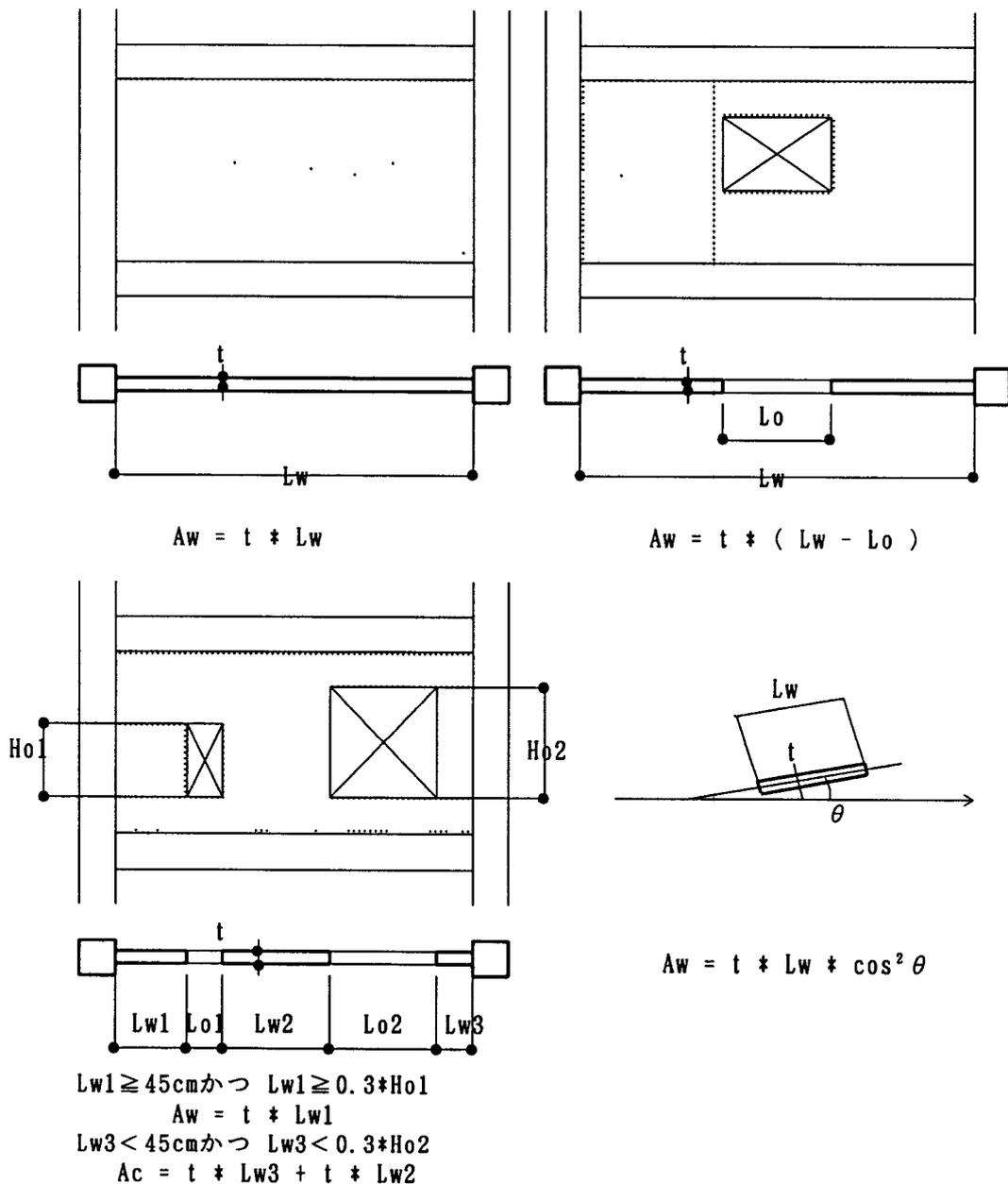


図 4.10 壁量計算

4.9 ルート表 (1)

ルート表 (1)は、木造建築物等の検討を行います。
構造種別がS造との混合構造の場合は、検討されません。

(1) S造

判別条件	設計建物	ルート		
		1	2	3
建物高さ \leq 31 m	ルート判別高さ	—	判別	—
階数 \leq 3 階	階数	判別	—	—
建物高さ \leq 13 m	ルート判別高さ	判別	—	—
軒の高さ \leq 9 m	建物高さ	判別	—	—
柱の間隔 \leq 6 m	最大スパン長さ	判別	—	—
延床面積 \leq 500㎡	延床面積	判別	—	—
C o \geq 0.3	標準せん断力係数	判別	—	—
ルート判別		判別	判別	—

(2) RC, SRC造

壁量のチェックおよびルート判別は、地上1階とその他の階で別々に検討されます。

判別条件	設計建物	ルート				
		1	2-1	2-2	2-3	3
建物高さ ≤ 20 m	ルート判別高さ	判別	—	—	—	—
建物高さ ≤ 31 m	ルート判別高さ	—	判別	判別	判別	—
1階	(1)/ZWAi ≥ 1.00	判別	—	—	—	—
	(1)/ZWAi ≥ 0.75	—	判別	—	—	—
	(2)/ZWAi ≥ 1.00	—	—	判別	—	—
その他の階	(1)/ZWAi ≥ 1.00	判別	—	—	—	—
	(1)/ZWAi ≥ 0.75	—	判別	—	—	—
	(2)/ZWAi ≥ 1.00	—	—	判別	—	—
1階ルート判別		判別	判別	判別	判別	—
その他の階 ルート判別		判別	判別	判別	判別	—

RC造 (1) = $25 \cdot Aw2 + 7 \cdot Aw3 + 7 \cdot Ac1$
(2) = $18 \cdot Aw2 + 18 \cdot Ac2$

SRC造 (1) = $25 \cdot Aw1 + 7 \cdot Aw3 + 10 \cdot Ac1$
(2) = $20 \cdot Aw1 + 20 \cdot Ac1$

RC造+SRC造 (1) = $25 \cdot Aw1 + 25 \cdot Aw2 + 7 \cdot Aw3 + 10 \cdot Ac1 + 7 \cdot Ac2$
(2) = $20 \cdot Aw1 + 18 \cdot Aw2 + 20 \cdot Ac1 + 18 \cdot Ac2$

Ac1 : SRC造柱水平断面積

Ac2 : RC造柱水平断面積

Aw1 : SRC造柱に取りつく計算方向の耐力壁の水平断面積

Aw2 : RC造柱に取りつく計算方向の耐力壁の水平断面積

Aw3 : 計算方向の耐力壁以外の水平断面積

4. 1 0 剛性計算

(1) RC壁のモデル化

RC壁は、開口が小さい場合（耐力壁）はブレース置換とし、開口が大きい場合は、曲げ・せん断・剛域を考慮したフレーム置換とします。
 そで壁，たれ壁，腰壁は、曲げ・せん断・剛域を考慮したフレーム置換とします。

a. 耐力壁（無開口壁または小開口壁）

開口比 P1, 開口周比 P2 が 0.4以下かつ、壁厚が 12cm 以上かつ内法高さの 30分の 1 以上かつ、周囲を RC またはSRC のはり，柱で囲まれている壁を耐力壁とし、置換方法はX型のブレース置換とします。

ただし、 β （入力値）が 0 となっている場合は、置換断面積が 0 となるため耐力壁となりません。

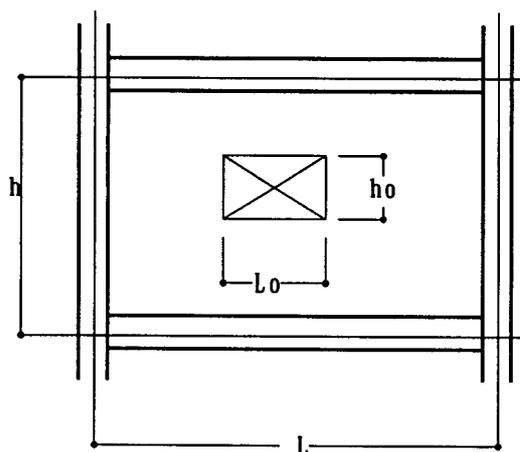
2 スパン以上にまたがる壁の場合は、大壁として入力することにより耐力壁として処理されます。2 階以上にまたがる壁の場合はダミーのほりを配置することにより耐力壁として処理されます。

上下のほり長さまたは、左右の柱長さが異なる場合は、平均値を使用し計算します。

置換ブレース断面積 AB は、下式にて求めます。

$$AB = \frac{\beta * G * t * (\sqrt{h^2 + L^2})^3}{2 * E * L * \kappa * h} \cdot \gamma \cdot \alpha$$

- β : せん断剛性低下率
- G : せん断弾性係数
- t : 壁厚
- h : 構造階高
- L : スパン長さ
- E : ヤング係数
- κ : せん断形状係数
- γ : 開口による低減率 ($\gamma = 1 - 1.25 * P2$)
- α : 入力値による剛性低下率



$$P1 = Lo/L$$

$$P2 = \frac{\sqrt{\Sigma Aw}}{\sqrt{h * L}}$$

ΣAw : 開口面積

図 4.11 耐力壁

壁周辺柱の軸変形用断面積は、下式で求めた置換柱有効断面積 Ac' を柱断面積に加えた値とします。

$$Ac' = \frac{t \cdot (L-D)^3}{6 \cdot L^2}$$

L : スパン長さ
t : 壁厚
D : 柱幅

ブレース置換方法は、図 4.12 の様に壁周辺柱の接合状態を両端ピンとし、壁上下のはりの断面 2 次モーメントは、基のはりに ϕ (入力値) を掛けます。

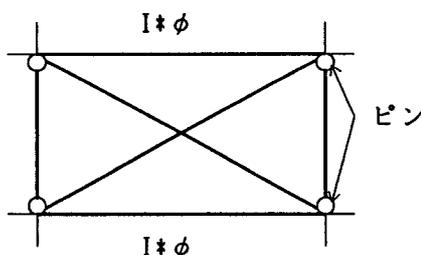


図 4.12 ブレース置換方法

b. 大開口壁，そで壁，たれ壁，腰壁

耐力壁以外の壁，そで壁，たれ壁，腰壁は、剛域を持つフレームに置換します。ただし、壁厚が 10cm 以上かつ部材幅の 1/6 以上とします。

剛域は図 4.13 の様に開口部から部材せいの 1/4 入った点からの長さとしてします。

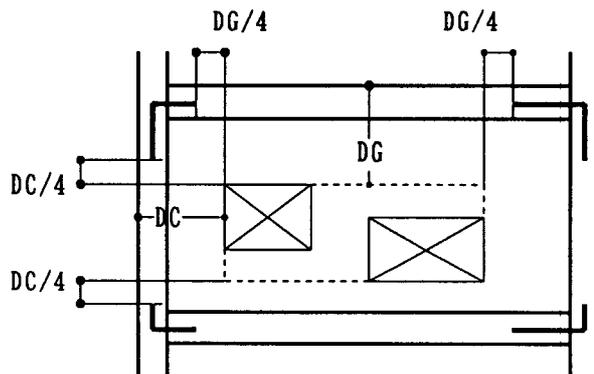


図 4.13 剛域

c. 鉄骨ブレース

鉄骨ブレースは、X 形，ノ形，バ形，X 形引張ブレースの 4 種類が扱え、2 スパン以上にまたがる場合は、大ブレースとして指定が可能です。2 階以上にまたがる場合は、ダミーばりの配置が必要になります。

ブレース断面積は、直接入力とし内部計算は行いません。

(2) 剛度の計算

そで壁等のついた柱，はり，曲げ，せん断変形を考慮した応力解析をしますが、各部材の断面置換方法は下記に示す3種類から選択することができます。

- ケース1：入力した壁形状のまま断面二次モーメントを計算します。
- ケース2：断面積と幅を同一として断面二次モーメントを計算します。
- ケース3：断面積とせいを同一として断面二次モーメントを計算します。

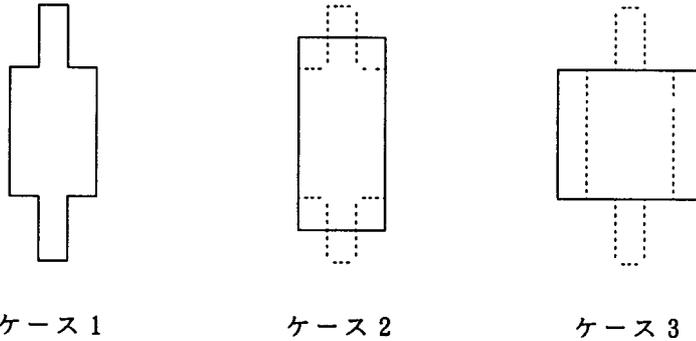


図 4.14 断面置換方法

せん断変形用断面積は、そで壁等を含んだ断面積とし、柱の軸変形用断面積は、入力した母材の断面積とします。

スリット付壁部分の断面二次モーメントは下式で求めます。ただし、せん断変形用断面積および軸変形用断面積は入力した母材の断面積とします。

$$\Delta 0 = 2 * \lambda + (1 - 2 * \lambda) / \phi$$

$$\Delta 1 = \lambda + (1 - 2 * \lambda) / \phi$$

$$\Delta 2 = \frac{3 * \lambda - 3 * \lambda^2 + 2 * \lambda^3}{3} + \frac{1 - 3 * \lambda + 3 * \lambda^2 - 2 * \lambda^3}{3 * \phi}$$

$$\nabla = \Delta 0 * \Delta 2 - \Delta 1^2$$

$$a = \frac{\Delta 2}{2 * \nabla}$$

$$b = \frac{(\Delta 1 - \Delta 2)}{2 * \nabla}$$

$$c = (a + b) / 3$$

$$I = c * I_0$$

- ϕ : I_0 / I_1
- I_0 : 母材断面二次モーメント
- I_1 : 壁を含んだ中央部の断面二次モーメント
- λ : $\lambda L / L$
- λL : スリット幅
- L : はりまたは柱長さ

(3) 鉄骨部材の剛性

鉄骨部材の剛性は下式にて計算し、スラブ，壁剛性は考慮しません。

$$I = I_0 * \gamma$$

I_0 : 部材寸法より計算した断面二次モーメント
 γ : 入力した剛性増大率

4. 1 1 せん断力分布係数の計算

D値計算は、仮定水平力（地震時節点重量×Ai）を与え、曲げ、せん断および剛域を考慮した変形法により、負担せん断力（Q）および節点変位（δ）を求め、それらよりせん断力分布係数（D値）を求めます。

$$D \text{ 値} = \frac{Q}{\delta \cdot K_0}$$

K₀ : 標準剛度（入力値）

注意：D値出力値は桁合わせのため、上記で求めた値を 10 倍して出力します。

4. 1 2 雑壁の剛性計算

(1) フレーム面内の雑壁

応力解析に考慮しないフレーム面内の壁を、フレーム面内の雑壁とします。(図 4.15 参照)したがって、そで壁等で剛性に考慮しない壁は、フレーム面内の雑壁として扱います。

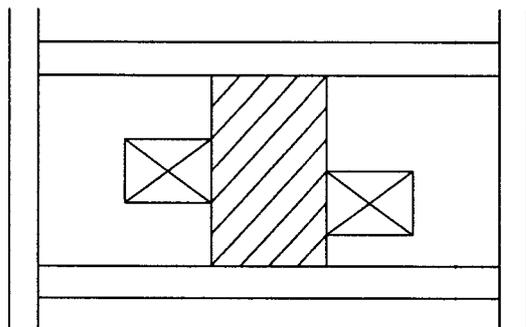


図 4.15 フレーム面内雑壁

フレーム面内の雑壁の剛性は下式にて計算します。

$$Dw1 = n \cdot Aw \cdot \frac{\Sigma Dc}{\Sigma Ac}$$

n : フレーム面内雑壁の剛性倍率 (入力値)
Aw : 雑壁の断面積
 ΣDc : 柱 D 値の合計
 ΣAc : 柱のせん断変形用断面積の合計

上式で求めた D 値は層間変形角, 剛性率, 偏心率に考慮します。

(2) フレーム面外の雑壁

応力解析に考慮しないフレーム面外の壁を、フレーム面外の雑壁とします。フレーム面外の雑壁の剛性は下式にて計算します。

$$Dw2 = n \cdot Aw \cdot \frac{\Sigma Dc}{\Sigma Ac}$$

n : フレーム面外雑壁の剛性倍率 (入力値)
Aw : 雑壁の断面積
 ΣDc : 柱 D 値の合計
 ΣAc : 柱のせん断変形用断面積の合計

上式で求めた D 値は層間変形角, 剛性率, 偏心率に考慮します。

4. 1 3 層間変形角，偏心率，剛性率，ねじり補正

(1) 層間変形角

層間変形角は、「4. 11 せん断力分布係数の計算」に示した方法で求めた柱，壁のせん断力分布係数（D値）と「4. 12 雑壁の剛性計算」に示した方法で求めた雑壁のD値を用いて下式にて計算します。

$$r_s = \frac{Q_i}{(\sum D_{ci} + \sum D_{wi} + \sum D_{w'i}) \cdot h_i \cdot K_o}$$

r_s : i階層間変形角
 Q_i : i階に作用する地震力
 $\sum D_{ci}$: i階の柱D値の合計
 $\sum D_{wi}$: i階の壁D値の合計
 $\sum D_{w'i}$: i階の雑壁D値の合計
 h_i : i階の構造階高
 K_o : 標準剛度

(2) 剛性率

剛性率は、(1)で求めた層間変形角から下式により計算します。

$$R_{si} = \frac{r_{si}}{r_s}$$

R_{si} : i階剛性率
 $\frac{r_{si}}{r_s}$: i階層間変形角の逆数
 r_s : 当該建物についての r_s の相加平均

(3) 偏心率，ねじり補正

a. ねじり補正

ねじり補正は、柱，壁のD値（雑壁は含まない）にて計算します。
補正值 α は、下記に示す3種類から選択できます。

- ねじりを考慮せず $\alpha = 1$ とする (1)
- ねじりを考慮するが $\alpha \geq 1$ とする (2)
- ねじりを考慮し α は計算結果とする (3)

b. 偏心率

重心の計算は節点重量(2) (積載荷重はラーメン用を使用) にて下式により計算します。

$$g_x = \Sigma (N \cdot X) / W$$

$$g_y = \Sigma (N \cdot Y) / W$$

$$W = \Sigma N$$

g_x : X方向重心位置
 g_y : Y方向重心位置
 N : 各位置での軸方向力
 X : 基準点(1-101)からのX方向距離
 Y : 基準点からのY方向距離

剛心の計算は、柱、壁のD値(雑壁も含む)にて下式により計算します。

$$l_x = \Sigma (K_y \cdot X) / \Sigma K_y$$

$$l_y = \Sigma (K_x \cdot Y) / \Sigma K_x$$

l_x : X方向剛心位置
 l_y : Y方向剛心位置
 K_x : X方向水平剛性(X方向D値)
 K_y : Y方向水平剛性(Y方向D値)
 X : 基準点(1-101)からのX方向距離
 Y : 基準点からのY方向距離

偏心距離は、重心および剛心の座標にて下式により計算します。

$$e_x = | l_x - g_x |$$

$$e_y = | l_y - g_y |$$

e_x : X方向偏心距離
 e_y : Y方向偏心距離

ねじり剛性は、下式により計算します。

$$\bar{X} = X - l_x$$

$$\bar{Y} = Y - l_y$$

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

弾力半径は、下式により計算します。

$$r_{ex} = \sqrt{KR/\Sigma K_x}$$

$$r_{ey} = \sqrt{KR/\Sigma K_y}$$

偏心率は、下式により計算します。

$$R_{ex} = e_y/r_{ex}$$

$$R_{ey} = e_x/r_{ey}$$

4. 1 4 ルート表 (2)

(1) S造

判別条件	設計建物	ルート		
		1	2	3
建物高さ ≤ 31 m	ルート判別高さ	—	判別	—
階数 ≤ 3 階	階数	判別	—	—
建物高さ ≤ 13 m	ルート判別高さ	判別	—	—
軒の高さ ≤ 9 m	建物高さ	判別	—	—
柱の間隔 ≤ 6 m	最大スパン長さ	判別	—	—
延床面積 ≤ 500 m ²	延床面積	判別	—	—
C o ≤ 0.3	標準せん断力係数	判別	—	—
層間変形角 \leq 許容値	層間変形角	—	判別	判別
剛性率 ≤ 0.6	剛性率	—	判別	判別
偏心率 ≤ 0.15	偏心率	—	判別	判別
ルート判別		判別	判別	判別

(2) RC, SRC造

判別条件	設計建物	ルート				
		1	2-1	2-2	2-3	3
建物高さ ≤ 20 m	ルート判別高さ	判別	—	—	—	—
建物高さ ≤ 31 m	ルート判別高さ	—	判別	判別	判別	—
1階						
(1)/ZWAi ≥ 1.00	(1)/ZWAi	判別	—	—	—	—
(1)/ZWAi ≥ 0.75	(1)/ZWAi	—	判別	—	—	—
(2)/ZWAi ≥ 1.00	(2)/ZWAi	—	—	判別	—	—
その他の階						
(1)/ZWAi ≥ 1.00	(1)/ZWAi	判別	—	—	—	—
(1)/ZWAi ≥ 0.75	(1)/ZWAi	—	判別	—	—	—
(2)/ZWAi ≥ 1.00	(2)/ZWAi	—	—	判別	—	—
層間変形角 \leq 許容値	層間変形角	—	判別	判別	判別	判別
1階						
剛性率 ≥ 0.6	剛性率	—	判別	判別	判別	—
偏心率 ≤ 0.15	偏心率	—	判別	判別	判別	—
その他の階						
剛性率 ≥ 0.6	剛性率	—	判別	判別	判別	—
偏心率 ≤ 0.15	偏心率	—	判別	判別	判別	—
1階ルート判別		判別	判別	判別	判別	判別
その他の階						
ルート判別		判別	判別	判別	判別	判別

RC 造 (1) = $25 \cdot Aw2 + 7 \cdot Aw3 + 7 \cdot Ac2$
 (2) = $18 \cdot Aw2 + 18 \cdot Ac2$

SRC 造 (1) = $25 \cdot Aw1 + 7 \cdot Aw3 + 10 \cdot Ac1$
 (2) = $20 \cdot Aw1 + 20 \cdot Ac1$

RC造+SRC造 (1) = $25 \cdot Aw1 + 25 \cdot Aw2 + 7 \cdot Aw3 + 10 \cdot Ac1 + 7 \cdot Ac2$
 (2) = $20 \cdot Aw1 + 18 \cdot Aw2 + 20 \cdot Ac1 + 18 \cdot Ac2$

Ac1 : SRC 造柱水平断面積
 Ac2 : RC造柱水平断面積
 Aw1 : SRC 造柱に取りつく計算方向の耐力壁の水平断面積
 Aw2 : RC造柱に取りつく計算方向の耐力壁の水平断面積
 Aw3 : 計算方向の耐力壁以外の水平断面積

4. 1 5 応力計算

(1) 長期，積雪，風荷重時応力計算

曲げ・せん断・軸方向変形を考慮した変形法により応力計算を行います。

(2) 地震荷重時応力計算

平面解析の場合は、曲げ・せん断・軸方向（柱のみ）変形および剛域を考慮した変形法により応力計算を行います。

立体解析の場合は、曲げ・せん断・軸方向（柱のみ）変形を考慮した変形法により応力計算を行います。

鉄骨造の場合において、ブレースが配置されている場合は下記により地震時層せん断力の割増しを考慮することができます。

$$\beta \leq 5/7 \text{ のとき} \quad 1+0.7*\beta \text{ (割増し値)}$$

$$\beta > 5/7 \text{ のとき} \quad 1.5 \quad \text{(割増し値)}$$

β : 水平力に対する当該階のブレースが負担する水平力の比

(3) 変形法

計算方法を図 4.16 に示します。

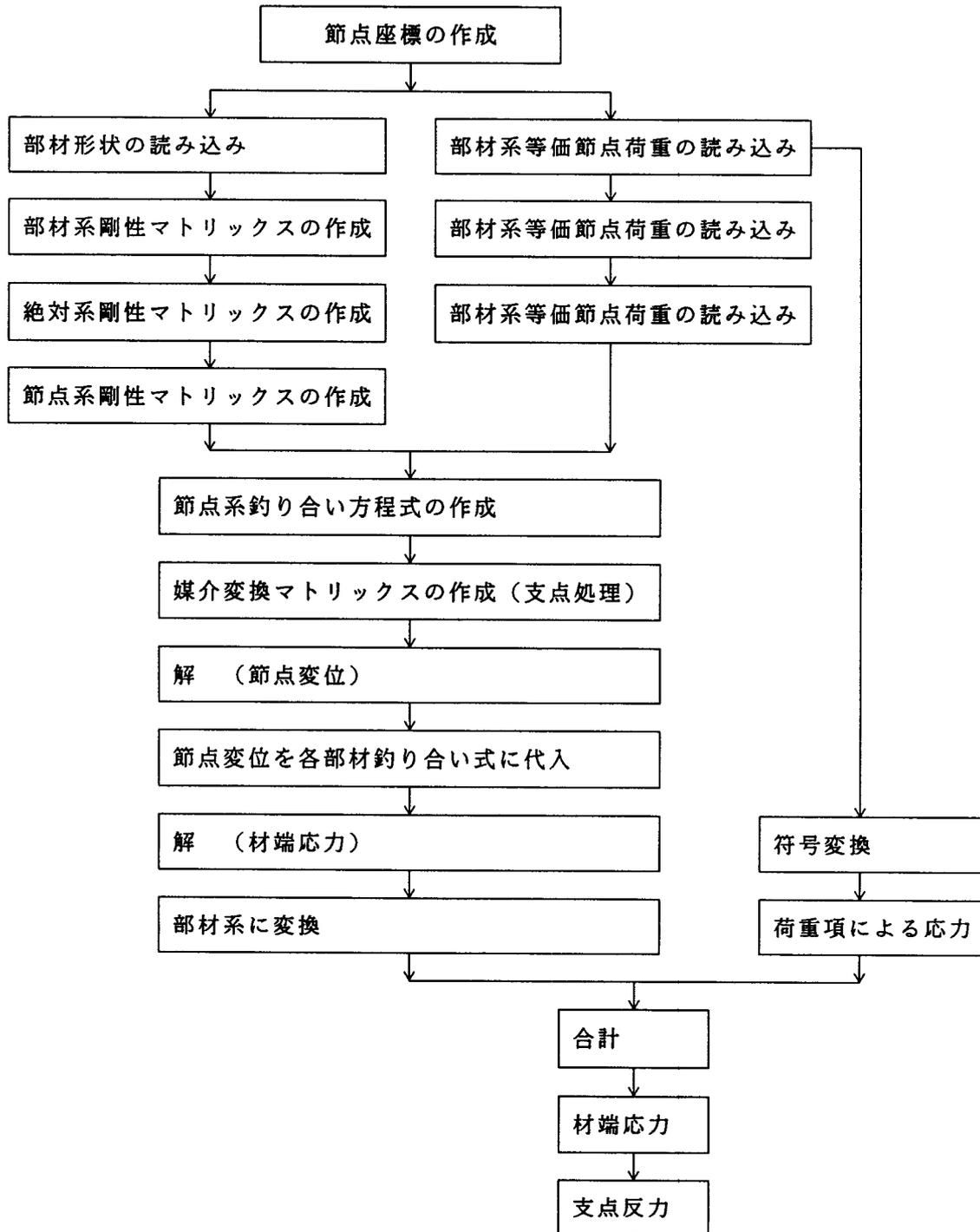
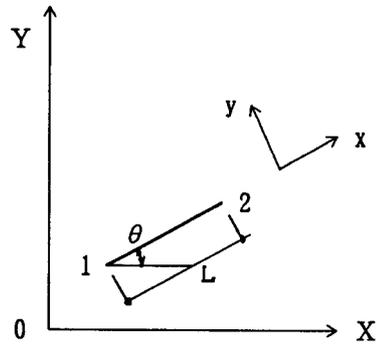


図 4.16 変形法計算方法

平面解析の曲げ，軸方向およびせん断変形を考慮した部材の基本式（部材座標系）は以下に示すようになります。



$$\begin{array}{c}
 \left| \begin{array}{c} N_{12} \\ Q_{12} \\ M_{12} \end{array} \right| \\
 = \\
 \left| \begin{array}{c} N_{21} \\ Q_{21} \\ M_{21} \end{array} \right|
 \end{array}
 =
 \begin{array}{c}
 \left| \begin{array}{ccc} D & 0 & 0 \\ 0 & C' & C \\ 0 & C & A \end{array} \right| \\
 \left| \begin{array}{ccc} -D & 0 & 0 \\ 0 & -C' & -C \\ 0 & C & B \end{array} \right| \\
 \left| \begin{array}{ccc} -D & 0 & 0 \\ 0 & C' & -C \\ 0 & -C & A \end{array} \right|
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 \left| \begin{array}{c} u_1 \\ v_1 \\ \theta_1 \end{array} \right| \\
 \left| \begin{array}{c} u_2 \\ v_2 \\ \theta_2 \end{array} \right|
 \end{array}$$



$$\begin{array}{c}
 \left| \begin{array}{c} N_{12} \\ Q_{12} \\ M_{12} \end{array} \right| \\
 = \\
 \left| \begin{array}{c} N_{21} \\ Q_{21} \\ M_{21} \end{array} \right|
 \end{array}
 =
 \begin{array}{c}
 \left| \begin{array}{ccc} D & 0 & 0 \\ 0 & F'' & F' \\ 0 & F' & F \end{array} \right| \\
 \left| \begin{array}{ccc} -D & 0 & 0 \\ 0 & -F'' & -F' \\ 0 & F' & 0 \end{array} \right| \\
 \left| \begin{array}{ccc} -D & 0 & 0 \\ 0 & F'' & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{array} \right|
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 \left| \begin{array}{c} u_1 \\ v_1 \\ \theta_1 \end{array} \right| \\
 \left| \begin{array}{c} u_2 \\ v_2 \\ \theta_2 \end{array} \right|
 \end{array}$$

$$A = \frac{1 + \gamma'}{1 + 2\gamma'} \times \frac{2EI}{L}$$

$$B = \frac{1 - \gamma'}{1 + 2\gamma'} \times \frac{2EI}{L}$$

$$C = \frac{A+B}{L}$$

$$C' = 2C/L$$

$$D = EI/L$$

$$F = \frac{a^2 - b^2}{a} \times \frac{2EI}{L}$$

$$F' = F/L \quad F'' = F/L^3$$

$$a = \frac{2 + \gamma'}{1 + 2\gamma'}$$

$$b = \frac{1 - \gamma'}{1 + 2\gamma'}$$

$$\gamma' = \frac{6 * E * I * \kappa}{\beta * G * A_s * L^2}$$

E : ヤング係数
 G : せん断弾性係数
 I : 断面二次モーメント
 An : 軸方向変形用断面積
 As : せん断変形用断面積
 β : せん断剛性低下率
 κ : せん断形状係数

剛域による変換（地震時応力計算時のみ）

$$K'' = \begin{vmatrix} T1 & K11' & T1^T & T1 & K12' & T2^T \\ T2 & K21' & T1^T & T2 & K22' & T2^T \end{vmatrix}$$

$$T1 = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & L1 & 1 \end{vmatrix}$$

$$T2 = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & -L2 & 1 \end{vmatrix}$$

L1 : 1 端剛域長さ
 L2 : 2 段剛域長さ

基準座標系への変換

$$K = \begin{vmatrix} T1 & K11' & T1^T & T1 & K12' & T2^T \\ T2 & K21' & T1^T & T2 & K22' & T2^T \end{vmatrix}$$

$$f = \begin{vmatrix} T1 & f1' \\ T2 & f2' \end{vmatrix}$$

$$T1 = \begin{vmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

$$T2 = T1$$

上記のように全部材の基準座標系での K, f を求め構造全体に関する剛性マトリックス K（絶対座標系）を求めます。

4. 1 6 代表・共通フレーム

- (1) 準備計算は、全てのフレームについて計算しますが、剛性計算，応力計算については、全て共通するフレームの中から代表フレームを指定し、その代表フレームについて計算します。
ただし、立体解析の場合は、応力計算は全て行います。
- (2) 地震荷重時に建物がねじれる場合には、各階ごとの代表フレームとその共通フレームが負担するせん断力を比較し、その中で最大のせん断力が代表フレームに作用するものとして計算します。
- (3) 共通フレームの応力状態は、それが属する代表フレームと全て同一であるとし断面計算を行います。
なお代表フレームを指定しないフレームは、代表フレームとして計算します。

4. 1 7 断面計算

断面計算する部材は、はり、柱、ブレース、耐力壁とし、指定された部材のみ計算します。

なお、はりまたは柱に取りつく壁は無視し、入力した矩形断面にて計算します。

(1) S造はり

a. 計算位置は、端部、中央、継手位置の5ヵ所とします。設計応力は、長期荷重時、積雪荷重時、風荷重時、地震荷重時の4ケースの組み合わせとし、地震荷重時ではフェイスモーメントの採用も可能です。

端部はダイヤフラムによるハンチが考慮できます。ただし、ハンチ勾配が1/3を超えた場合はメッセージが出力されます。

リップみぞ形鋼の背合わせの断面性能は、全断面有効として計算します。

H形鋼およびラチス材の弦材の断面性能は、幅厚比による低減を考慮した有効断面に各位置での欠損を考慮し、計算します。端部は、仕口形状が指定されている場合は、仕口形状による欠損を考慮し、仕口形状が指定されていない場合は、入力された欠損率により計算されます。継手位置は、継手形状が指定されている場合は、継手形状による欠損を考慮し、継手形状が指定されていない場合は、入力された欠損率により計算されます。中央は、入力されている欠損率により計算されます。

幅厚比による低減は、地震時応力に対してのみ別指定が可能です。

また、H形鋼の場合は、曲げに対してウェブの考慮の有無が指定できます。

端部の許容応力度は、仕口形状が指定が無く、溶接作業条件が(2)の場合は、求められた許容応力度に0.9が掛けられます。

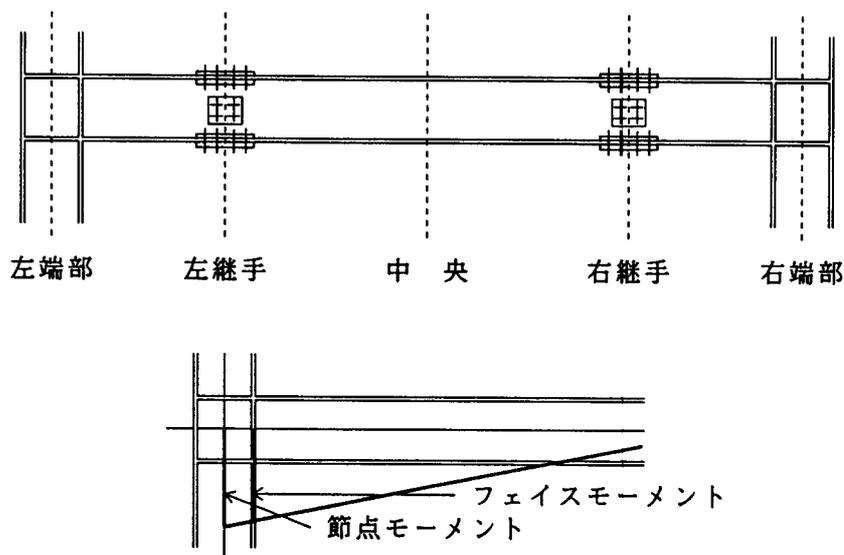


図 4.17 S造はり断面計算

b. 各位置での曲げ応力度，せん断応力度を算出し、許容応力度により安全性を検討します。

曲げ

$$\sigma_b = M/Z$$

$$\sigma_b/f_b \leq 1 \text{ ----- OK}$$

$$f_{b1} = \left(1 - 0.4 \frac{(lb/i)^2}{\Lambda^2} \right) f_t$$

$$f_{b2} = \frac{900}{lb \cdot H / A_f}$$

$$f_b = \max(f_{b1}, f_{b2}) \text{ ただし、 } f_b \leq f_t \text{ とする}$$

$$\Lambda = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{0.6 F}}$$

- M : 各位置での各設計モーメント
- Z : 各位置での断面係数
- lb : 圧縮フランジ支点間距離
- H : 部材せい
- A_f : フランジ断面積
- i : フランジとはりせいの1/6 とからなるT形断面の、ウェブ軸まわりの断面二次半径
- f_t : 許容引張応力度
- f_b : 許容曲げ応力度 (内部処理または入力値)
ただし、リップみぞ形鋼の背合わせは、f_b=f_t
- F : 材料強度の基準値
- E : ヤング係数

せん断

$$\sigma_s = Q/A_w$$

$$\sigma_s/f_s \leq 1 \text{ ----- OK}$$

$$f_s = f_t / \sqrt{3}$$

- Q : 各位置での各設計せん断力
- A_w : 各位置でのウェブ断面積
- f_s : 許容せん断応力度
ただし、ラチス材の場合は、入力された断面係数により f_c を f_s として使用

曲げ，せん断の組み合わせ (ウェブを曲げに考慮する場合のみ)

$$\frac{\sqrt{\sigma_b^2 + 3 \cdot \sigma_s^2}}{f_t} \leq 1 \text{ ----- OK}$$

c. リップみぞ形鋼の背合わせ部材の場合は、全断面を有効とし、断面性能を計算します。

チラス材の弦材およびH形鋼の場合の各位置での断面性能を、以下に示します。また、幅厚比による低減も考慮します。地震時応力に対する幅厚比による低減方法は、FBランク、FCランク、弾性用より選択できます。

端部：仕口形状が指定されている場合は、スカラップ、カバープレートを考慮した有効断面性能と母材の断面性能を比較し、小さい値とします。仕口形状が指定されていない場合は、指定されている欠損率を使用し計算します。

継手：継手形状が指定されている場合は、接合部のボルト穴による欠損を考慮して計算した有効断面性能とします。継手形状が指定されていない場合は、指定されている欠損率を使用し計算します。

中央：指定されている欠損率を使用し、計算します。

d. 横補剛の検討は、必要本数を算出する方法と、補剛材間隔を算出する方法で検討します。

必要本数は、下式を満足する本数を計算します。

$$\frac{l_b \cdot H}{A_f} \leq 250 \quad \text{かつ} \quad \frac{l_b}{i_y} \leq 65 \quad (\text{SS400級})$$

$$\frac{l_b \cdot H}{A_f} \leq 200 \quad \text{かつ} \quad \frac{l_b}{i_y} \leq 50 \quad (\text{SM490級})$$

l_b : 横補剛間隔
 H : はりせい
 A_f : フランジ断面積
 i_y : 断面二次半径

補剛間隔は、下式により計算されます。

$$LB1 = 250 \cdot A_f / H \quad (\text{SS400級})$$

$$LB1 = 200 \cdot A_f / H \quad (\text{SM490級})$$

$$\alpha 2 = 11.27 \cdot X1 / L + 1.2 \quad (\text{SS400級})$$

$$\alpha 2 = 10.10 \cdot X1 / L + 1.1 \quad (\text{SM490級})$$

$$LB2 = LB1 \cdot \alpha 2$$

$$\alpha 3 = 11.27 \cdot X2 / L + 1.2 \quad (\text{SS400級})$$

$$\alpha 3 = 10.10 \cdot X2 / L + 1.1 \quad (\text{SM490級})$$

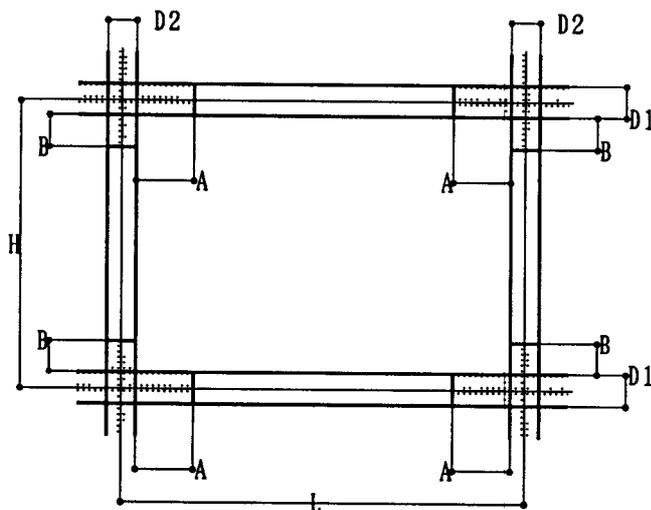
$$LB3 = LB1 \cdot \alpha 3$$

$$X1 = LB1$$

$$X2 = LB1 + LB2$$

L : はり長さ

- d. 継手の設計は、計算ルートに内容が異なります。
 ルート1の場合は弾性設計とし、ルート2, 3の場合は弾性設計と塑性設計を行います。ただし、ルート2, 3の場合において継手位置が塑性化領域内にある場合は安全率については2種類の内より選択できます。
 継手の設計は、部材がH形鋼の場合のみ行います。



$$A = L/10 \text{ または } 2 \cdot D1 \text{ の小さい方}$$

$$B = H/10 \text{ または } 2 \cdot D2 \text{ の小さい方}$$

部分が塑性化領域

図 4.18 塑性化領域

添板は全て SS400級として計算します。
 ボルトは高力ボルト (F10T) とし、本数は内部処理または入力値によります。使用できるボルト径は、M16, M20, M22, M24 の4種類とします。

弾性設計：入力した部材の許容耐力にて計算します。
 応力の負担は、曲げモーメントは全てフランジが、せん断力は全てウェブが負担するものとして計算します。

フランジボルト本数

$$NF = \frac{MJF}{H' \cdot RF} \quad \text{ただし、偶数本数に切り上げ}$$

$$RF = f \sigma b \cdot f A \cdot 1.5 \quad (1 \text{ 面摩擦})$$

$$RF = 2 \cdot f \sigma b \cdot f A \cdot 1.5 \quad (2 \text{ 面摩擦})$$

$$MJF = ZJ \cdot F$$

NF : フランジボルト本数
 RF : 高力ボルトの許容摩擦耐力
 ZJ : ボルト欠損を考慮した断面係数

ウェブ添板の計算

$$ACW = ((nW-1)*P2+2*a-nW*BA)*Wt*2$$

$$ANW = (H-2*t2-nW*BA)*t1$$

$$AW = \frac{QJ}{F/\sqrt{3}}$$

ACW : ウェブ添板有効断面積
 ANW : ウェブ有効断面積
 AW : ウェブ添板必要断面積
 QJ : 継手位置設計せん断力
 P2 : ウェブボルト間隔
 a : ウェブボルト端あき
 nW : ウェブボルト段数
 H : せい
 t1 : ウェブ板厚
 t2 : フランジ板厚
 Wt : ウェブ添板厚

ACW<AW, ACW<ANWとなった場合はメッセージが出力されます。

塑性設計 : フランジで曲げ耐力、ウェブでせん断耐力を伝達するものとして計算します。

最大曲げ耐力は、はり材（有効断面）の曲げ耐力，添板が引っ張り破断したときの曲げ耐力，高力ボルトのせん断破断した時の曲げ耐力，母材の端あき部が破断した時の曲げ耐力を計算し、その内最小のものを継手の最大曲げ耐力とします。

最大せん断耐力は、はり材（有効断面）のせん断耐力，添板がせん断破断した時のせん断耐力，高力ボルトのせん断破断した時のせん断耐力，添板の端あき部が破断した時のせん断耐力を計算し、その内最小のものを継手の最大せん断耐力とします。

継手曲げ耐力安全率 α は表 4.3に示す2種類より選択します。

端部－中央	曲 げ		せん断
	1	2	
SS41－SS41	1.2	1.3	1.3
SM50－SS41	1.1	1.2	1.2
SM50－SM50	1.1	1.2	1.2

表 4.3 安全率 α

フランジボルト本数計算

$$NF = \max(NF1, NF2, NF3)$$

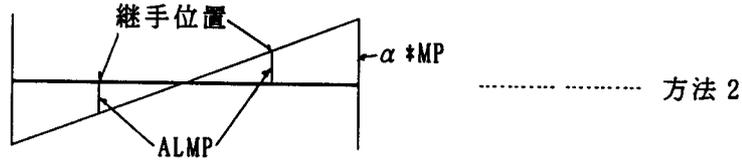
$$NF1 = ALMP / (H + RFF) \quad (1 \text{ 面添板})$$

$$NF1 = ALMP / ((H - t2) * RFF) \quad (2 \text{ 面添板})$$

$$NF2 = \frac{ALMP}{(H-t2)*e1*t2*\sigma y}$$

$$ALMP = \alpha * MP \quad \dots\dots\dots \text{方法 1}$$

$$MP = F * Z_{px}$$



$$RFF = \sigma u * 0.75 * fAs \quad (\text{1面添板})$$

$$RFF = 2 * \sigma u * 0.75 * fAs \quad (\text{2面添板})$$

- NF : フランジボルト本数
 - NF3 : 弾性設計によるフランジボルト本数
 - ALMP : 継手部必要最大曲げ耐力
 - fAs : ボルト有効断面積 0.75*fA
 - σu : ボルト破断強度 (F10T 10t/cm²)
 - σy : 母材の破断強度 (t/cm²)
- | | 端部 - 中央 | 端部 | 継手 | ウヰ |
|---------------|---------|-----|-----|-----|
| SS400 - SS400 | | 4.1 | 4.1 | 4.1 |
| SM490 - SS400 | | 5.0 | 4.1 | 4.1 |
| SM490 - SM490 | | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
- α : 安全率
 - MP : 全塑性モーメント
 - Z_{px} : 塑性断面係数
 - e1 : ボルト端空き

継手最大曲げ耐力計算

$$GMU = ZJ * \sigma y$$

$$PLMU = (b' - n * BA) * Ft1 * (H + Ft1) * 4.1 \quad (\text{1面添板})$$

$$PLMU = ((b' - n * BA) * Ft1 * (H + Ft1) + (2 * b'' + n * BA) * Ft2 * (H - 2 * t2 - Ft2)) * 4.1 \quad (\text{2面添板})$$

$$BMU1 = NF * RFF * H \quad (\text{1面添板})$$

$$BMU1 = NF * RFF * (H - t2) \quad (\text{2面添板})$$

$$BMU2 = NF * e1 * t2 * \sigma y * (H - t2)$$

$$MU = \min(GMU, PLMU, BMU1, BMU2)$$

MU < ALMP となった場合はメッセージが出力されます。

ウェブボルト本数

$$NW = \max(NW1, NW2, NW3)$$

$$NW1 = ALQP/RWW$$

$$NW2 = ALQP/(a*2*Wt*4.1)$$

$$ALQP = \alpha * QP + QL$$

$$QP = \Sigma MP / L_o$$

$$RWW = 2 * \sigma_u * 0.75 * f_A s$$

NW : ウェブボルト本数
NW3 : 弾性設計によるウェブボルト本数
ALQP : 継手必要最大せん断耐力
 α : 安全率
QL : 長期せん断力
Lo : 内法スパン長さ

継手最大せん断耐力計算

$$GQU = (H - 2*t_2 - nW*BA) * t_1 * \sigma_y / \sqrt{3}$$

$$PLQU = (h' - nW*BA) * Wt * 2 * 4.1 / \sqrt{3}$$

$$BQU1 = NW * RWW$$

$$BQU2 = NW * a * Wt * 2 * 4.1$$

$$QU = \min(GQU, PLQU, BQU1, BQU2)$$

QU < ALQP となった場合はメッセージが出力されます。

- e. 仕口の設計は、計算ルートにより内容が異なります。
 ルート1の場合は弾性設計とし、ルート2,3の場合は塑性設計を行います。
 フランジは突き合わせ溶接、ウェブはすみ肉溶接とします。
 添板は端部材種と同一とします。
 剛仕口の設計は、部材がH形鋼の場合のみ行います。ピン仕口の設計は、H形鋼とリップみぞ形鋼の背合わせの場合のみ行います。

弾性設計：応力の分担は、曲げモーメントはフランジが、せん断力はウェブが負担するものとして計算します。
 溶接強度は、表4.4に示す2種類の作業方法により決定されます。

作業方法	突き合わせ	すみ肉
建築基準法施行令92条における「作業方法(1)」の場合	F	$F/\sqrt{3}$
建築基準法施行令92条における「作業方法(2)」の場合	0.9 F	$0.9 F/\sqrt{3}$

表 4.4 溶接作業条件

$$aM = aZ \cdot aft$$

$$aM \leq M \quad \dots\dots\dots OK$$

$$aZ = (B \cdot t2 + b \cdot tc) \cdot (H - t2)$$

$$aQ = 0.7 \cdot S \cdot le \cdot afs$$

$$aQ \leq Q \quad \dots\dots\dots OK$$

$$le = 2 \cdot (H - 2 \cdot t2 - 2 \cdot SC - 2 \cdot S)$$

- M : 各設計モーメント
- Q : 各設計せん断力
- aM : フランジ溶接部の許容曲げモーメント
- aQ : ウェブ溶接部の許容せん断力
- aZ : フランジ溶接断面の断面係数
- b : カバープレート板幅
- tc : カバープレート板厚
- aft : 突き合わせ溶接の許容引張応力度
- afs : すみ肉溶接の許容せん断応力度
- S : 柱とウェブのすみ肉溶接サイズ
- SC : スカラップ半径
- H : 母材せい
- B : 母材幅
- t2 : 母材フランジ厚

塑性設計：フランジ，ウェブで曲げ耐力、ウェブでせん断耐力を伝達するものとして計算します。
溶接部の塑性断面係数は、フランジカバープレートを考慮して計算します。

$$MU = AZU * \sigma_y$$

$$QU = \sqrt{2} * S * I_e * \sigma_y / \sqrt{3}$$

$$ALMP = \alpha * MP$$

MU : 仕口最大曲げ耐力
 QU : 仕口最大せん断耐力
 AZU : 仕口溶接塑性断面係数
 α : 安全率
 MP : 端部全塑性モーメント

ピン仕口

$$NW = Q/RW \text{ ただし、切り上げ}$$

$$RW = f \sigma b * fA * 1.5$$

$$ACW = ((nW-1) * P2 + 2 * a - nW * BA) * Wt$$

$$ANW = (H - 2 * t2 - nW * BA) * t1$$

$$AC = \frac{Q}{1.6 / \sqrt{3}}$$

$$AW = \frac{Q}{F / \sqrt{3}}$$

NW : ウェブジボルト本数
 RW : 高力ボルトの許容摩擦耐力
 ACW : ウェブ添板有効断面積
 ANW : ウェブ有効断面積
 AW : ウェブ添板必要断面積
 Q : 仕口位置設計せん断力
 P2 : ウェブボルト間隔
 a : ウェブボルト端あき
 nW : ウェブボルト段数
 H : せい
 t1 : ウェブ板厚
 t2 : フランジ板厚
 Wt : ウェブ添板厚

ACW < AC, ANW < AW となった場合はメッセージが出力されます。

(2) RC造はり

a. 計算位置は、端部、中央、ハンチ始点位置の5ヵ所とします。(ハンチがない場合は3ヵ所)

設計応力は、長期鉛直荷重時、積雪荷重時、地震荷重時の3ケースの組み合わせとし、地震荷重時ではフェイスモーメントおよび剛域端モーメントの採用も可能です。

断面計算方法は、算定計算、検定計算(1)、検定計算(2)より選択できます。

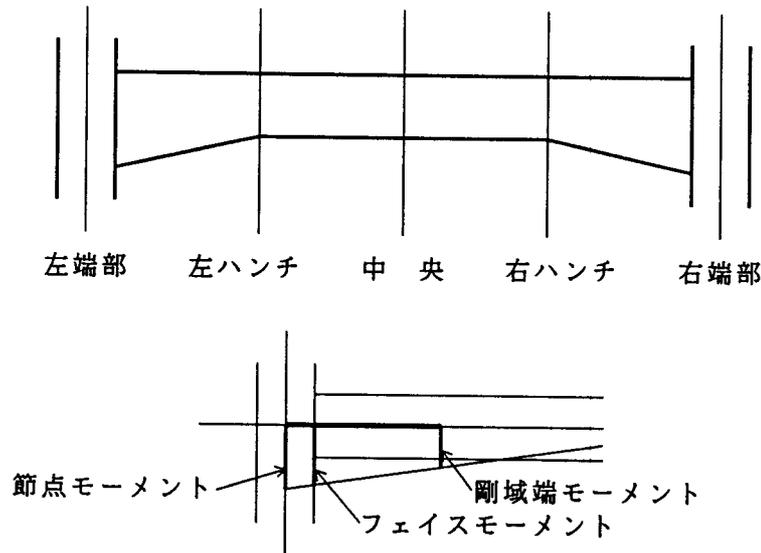


図 4.19 RC造はり断面計算

- 算定計算 : 設計応力より必要鉄筋比を算定する計算、鉄筋が指定されている場合は、指定本数より算定結果が少ない場合は、指定本数として計算
- 検定計算(1) : 指定された主筋本数により許容モーメントを算定し、設計モーメントに対しての安全性を確認し、設計せん断力により必要せん断補強筋を計算
- 検定計算(2) : 指定された主筋本数およびせん断補強筋形状により許容モーメント、許容せん断力を算定し、設計モーメントおよび設計せん断力に対しての安全性を確認

b. 主筋の計算は下記のように求めます。(RC標準 14条)

引張鉄筋比 p_t は下式による

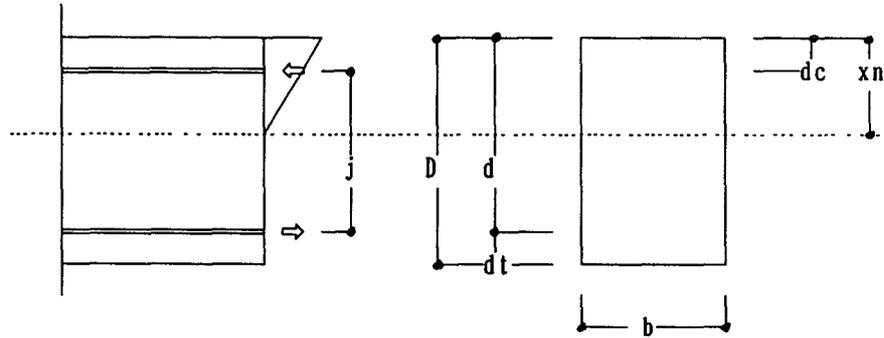


図 4.20 はり主筋計算

$$p_t = a_t/b/d$$

許容曲げモーメント

$$M = C*b*d^2$$

ただし、 C は C_1, C_2 のうち小さいほうによる

$$C_1 = \frac{n*p_t*f_c}{3*x_{n1}} \left((1-x_{n1})(3-x_{n1}) - \gamma \left(x_{n1} - \frac{d_c}{d} \right) \left(3 \frac{d_c}{d} - x_{n1} \right) \right)$$

$$C_2 = \frac{p_t*f_t}{3(1-x_{n1})} \left((1-x_{n1})(3-x_{n1}) - \gamma \left(x_{n1} - \frac{d_c}{d} \right) \left(3 \frac{d_c}{d} - x_{n1} \right) \right)$$

中立軸比

$$x_{n1} = \frac{x_n}{d} = n*p_t \sqrt{ \left(1+\gamma \right)^2 + \frac{2}{n*p_t} \left(1+\gamma \frac{d_c}{d} \right) - \left(1+\gamma \right) }$$

つりあい鉄筋比

$$p_{tb} = \frac{1}{2} \frac{1}{ \left(1 + \frac{f_t}{n f_c} \right) \left(\frac{f_t}{f_c} \left(1 + \gamma \frac{d_c}{d} \right) - n * \gamma \left(1 - \frac{d_c}{d} \right) \right) }$$

引張鉄筋比がつりあい鉄筋比以下のときは下式により必要鉄筋断面積を求めます。

$$a_t = \frac{M}{f_t*j}$$

pt : 引張鉄筋比
 at : 引張鉄筋断面積
 n : ヤング係数比
 fc : コンクリートの許容圧縮応力度
 ft : 鉄筋の許容引張応力度
 γ : 複筋比
 M : 設計モーメント
 j : 応力中心距離 (d*7/8)

c. 短期設計用せん断力 QD は、下記の 3 種類から選択できます。

$$\begin{aligned}
 QD1 &= QL+n*QE \quad \text{..... (1)} \\
 QD2 &= QL+ \alpha * \Sigma My/Lo \quad \text{..... (2)} \\
 QD3 &= \min(QD1, QD2) \quad \text{..... (3)}
 \end{aligned}$$

QL : 長期荷重によるせん断力
 QE : 地震荷重によるせん断力
 n : QE の割増し値
 α : QU の割増し値
 My : 終局曲げモーメント
 Lo : はりのせん断用スパン長さ

終局曲げモーメント

$$My = 0.9*at* \alpha 1*\sigma y*d+0.9*ats*\alpha 2*\sigma ys*ds$$

at : 主筋断面積
 ats : スラブ筋断面積
 σy : 主筋降伏点強度
 σys : スラブ筋降伏点強度
 α1 : 主筋降伏点強度の割増し値
 α2 : スラブ筋降伏点強度の割増し値
 d : 主筋の圧縮縁からの距離
 ds : スラブ筋の圧縮縁からの距離

d. 付着の検討方法は、せん断力より必要周長を求める方法と、必要付着長さを算出する方法より選択します。

必要周長

$$\Sigma \phi = \frac{Q}{fa*j}$$

Σφ : 引張鉄筋周長の総和
 Q : 設計せん断力
 fa : 許容付着応力度
 j : 応力中心間距離

上式で求めたφよりb.により決定された本数による周長が少ない場合は、主筋本数を変更しc.によるせん断力を算定しなおし再度ここでの検討を行います。

必要付着長さ

$$l_d = \frac{\sigma_t \cdot a}{0.8 \cdot f_a \cdot \phi} + j$$

l_d : 付着長さ
σ_t : 引張鉄筋1本あたりの引張応力度 (=f_tとする)
a : 主筋1本あたりの断面積
φ : 主筋1本あたりの周長

e. せん断補強は、下式に示す方法により検討します。

許容せん断力

$$Q_A = b \cdot j \left(\alpha \cdot f_s + 0.5 \cdot w_f t \left(p_w - 0.002 \right) \right)$$

$$\alpha = \frac{4}{\frac{M}{Q \cdot d} + 1} \quad \text{かつ} \quad 1 \leq \alpha \leq 2$$

あばら筋間隔

$$x = \frac{a_w}{b \cdot p_w}$$

Q_A : はりの許容せん断力
b : はり幅
d : はりの有効せい
j : 応力中心間距離
M : 設計モーメント
Q : 設計せん断力
f_s : コンクリートの許容せん断応力度
w_ft : あばら筋のせん断補強用許容引張応力度
p_w : あばら筋比
x : あばら筋間隔
a_w : 1組のあばら筋断面積

算定計算の場合のp_t, p_w または、検定計算(1)の場合のp_wの下限, 上限値は、ルートまたは入力値により決定され、p_wが下限値に満たない場合は下限値とし、p_t, p_wが上限値を超えた場合は、メッセージが出力されます。

算定計算の場合のp_tの最低値は、p_tが長期応力により決定される場合は、4/3倍と下限値を比較し小さいほうとし、短期応力により決定される場合は、求められたp_tとします。また、圧縮側の鉄筋比は、γにより決定されます。

(3) SRC造はり

a. 計算位置および設計応力は「(2) RC造はり」 a. と同じとします。

SRC造はりの算定計算は、設計応力から指定された鉄骨部分（S部分）の曲げ耐力を差し引いた残りを鉄筋コンクリート部分（RC部分）が負担するとして計算する方法（鉄骨指定計算）と、設計応力から指定された鉄筋の曲げ耐力を差し引いた残りを鉄骨部分が負担するとして計算する方法（鉄筋指定計算）の2種類より選択します。

検定計算(1)または検定計算(2)を指定している場合は、S部分の耐力とRC部分の耐力を足した耐力により計算されます。

鉄骨指定計算

$$rM = M - sM$$

$$sM = sZ * sfb \quad (\text{充複材})$$

$$sM = sat * sj * sft \quad (\text{非充複材})$$

鉄筋指定計算

$$sM = M - rM$$

$$sZ = sM / sfb$$

- M : 各設計モーメント
- rM : RC部分負担モーメント
- sM : S部分負担モーメント
- sZ : 欠損を考慮した断面係数
- sfb : 鋼材許容曲げ応力度
- sft : 鋼材許容引張応力度
- sat : 引張側弦材断面積
- sj : 弦材重心間距離

b. RC部分主筋の計算は、「(2) RC造はり」 b. と同じ方法で行います。

c. 設計せん断力は下記のように求めます。

RC部分の短期設計用せん断力

$$rQD1 = rQL + \frac{\sum rMy}{L_0} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$rQD2 = 2 (Q - sQD) \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$rQD3 = \min (rQD1, rQD2) \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$rQD4 = \frac{rMd}{M} QLo + \frac{\sum rMy}{L_0} \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$rQD5 = \frac{rMd}{M} (QLo + 2*QE) \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$rQD6 = \min (rQD4, rQD5) \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$r_{QD7} = \frac{r_{MD}}{M} Q \quad \dots\dots\dots (7)$$

r_{Md} : R C 部分の設計曲げモーメント
 s_{Md} : S 部分の設計曲げモーメント
 M : $r_{Md} + s_{Md}$
 r_{My} : R C 部分の終局曲げモーメント
 L_o : せん断用スパン長さ
 r_{QL} : R C 部分長期せん断力
 s_{QD} : S 部分短期設計せん断力
 Q_{Lo} : 単純ばりとしたときの長期せん断力
 Q_E : 地震時せん断力

長期設計用せん断力

$$s_{QL} = \frac{s_{Md}}{M} Q_L$$

$$r_{QL} = \frac{r_{Md}}{M} Q_L$$

S 部分短期設計用せん断力

$$s_{QD} = \Sigma s_{My} / Q_L \quad (1) \sim (3) \text{の決定方法の場合}$$

$$s_{QD} = \frac{s_{Md}}{M} (Q_{Lo} + Q_E) \quad (4) \sim (7) \text{の決定方法の場合}$$

R C 部分終局曲げモーメントは「(2) R C 造はり」と同じ方法で行います。

d. S 部分は H 形鋼, B H 形鋼またはラチス材の 3 種類の形状が使用でき、端部と中央で異なった形状を使用することができます。

e. 鉄骨とコンクリートの付着および鉄筋とコンクリートの付着については、検討を行いません。

f. せん断補強については、下記に示す方法により検討します。

S 部分の許容せん断力

$$s_{QA} = t_w * h_w * s_{fs}$$

$$s_{QA} = F_d * \sin \theta$$

s_{QA} : 鉄骨部分許容せん断力
 t_w : ウェブ厚
 h_w : ウェブせい
 s_{ft} : ウェブの許容せん断力
 F_d : 斜材の許容軸力
 θ : 斜材の角度

R C 部分の許容せん断力

$$rQA = \min(rQA1, rQA2)$$

$$rQA1 = b * rj * (\alpha * fs + 0.5 * wft * pw)$$

$$rQA2 = b * rj * \left(2 \frac{b'}{b} fs + wft * pw \right)$$

$$\alpha = \frac{4}{\frac{M}{Q * rd} + 1} \quad \text{かつ} \quad 1 \leq \alpha \leq 2$$

rQA : R C 部分許容せん断力

b : はり幅

rd : はり有効せい

rj : 応力中心間距離

fs : コンクリートの許容せん断応力度

wft : あばら筋の許容引張応力度

pw : あばら筋比

M : 設計モーメント

Q : 設計せん断力

あばら筋間隔

$$x = \frac{aw}{b * pw}$$

aw : 1組のあばら筋断面積

sQL, sQD が sQA を超えた場合、または pw が上限値を超えた場合は、メッセージが出力されます。

ウェブボルト本数

$$NW = QJD/RW$$

$$RW = 2 * f * \sigma_b * f_a * 1.5 \quad (2 \text{面摩擦})$$

$$QJD = sQD$$

$$sQD = Y \left(\frac{sMd}{M} Q_0 + \nu j \frac{\sum sM}{L_0} \right) \text{ かつ } Y * \nu j * sQA \quad \text{以下}$$

NW : ウェブボルト本数
RW : 高力ボルトの許容摩擦耐力
Q₀ : 単純ばりとしたときの継手位置の長期せん断力
L₀ : せん断用スパン長さ

ウェブ添板の計算

$$JQA = ACW * 2.4 / \sqrt{3}$$

$$ACW = ((nW - 1) * P2 + a * 2 - BA * nW) * Wt$$

JQA : 添板許容せん断力
P2 : ボルトピッチ
a : ボルト端あき
Wt : ウェブ添板厚
nW : ボルト段数

JQD > JQA となる場合は、メッセージが出力されます。

(4) S造柱

a. 計算位置は柱脚，柱頭の2ヵ所とし、計算応力は「(1) S造はり」に準じます。

鋼管およびリップみぞ形鋼の断面性能は、全断面有効として計算します。

H形鋼，角形鋼管等の断面性能は、幅厚比による低減を考慮した有効断面性能とします。また、H形鋼の場合は、ウェブ材を曲げに対して無視することも可能です。

溶接作業条件が(2)の場合は、求められた許容応力度に0.9が掛けられます。

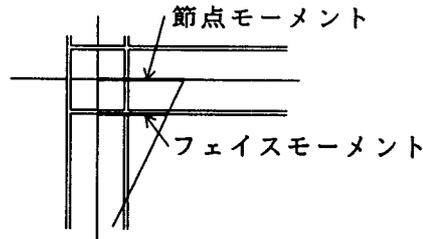


図 4.21 S造柱断面計算

b. 各位置での曲げ応力度，圧縮応力度を算出し、許容応力度により安全性を検討します。せん断力についてのチェックは行いません。

曲げ

鋼管以外のとき

$$\sigma_b = M/Z$$

鋼管のとき

$$\sigma_b = \sqrt{XM^2 + YML^2} / Z \quad (\text{X方向})$$

$$\sigma_b = \sqrt{YM^2 + XML^2} / Z \quad (\text{Y方向})$$

$$\sigma_b / f_b \leq 1 \quad \dots\dots\dots \text{OK}$$

$$f_b = \frac{900}{\frac{1b \cdot H}{Af}} \quad \text{ただし、} \quad f_b \leq f_t$$

- M : 各位置での各設計モーメント
- XM : X方向設計モーメント
- YM : Y方向設計モーメント
- XML : X方向長期モーメント
- YML : Y方向長期モーメント
- Z : 断面係数
- 1b : 圧縮フランジ支点間距離
- H : 部材せい
- Af : フランジ断面積
- ft : 許容引張応力度
- fb : 許容曲げ応力度 (ボックス型断面形状の場合 fb=ft)

軸力

$$\sigma_c = N / A_n$$

$$\sigma_c / f_c \leq 1 \quad \dots\dots\dots \text{OK}$$

$$f_c = \frac{(1 - 0.4 * (\lambda / \Lambda)^2) * F}{\nu} \quad (\lambda \leq \Lambda \text{ のとき})$$

$$f_c = \frac{0.277 * F}{(\lambda / \Lambda)^2} \quad (\lambda \leq \Lambda \text{ のとき})$$

$$\Lambda = \sqrt{\frac{\pi^2 * E}{0.6 * F}}$$

$$\nu = \frac{3}{2} + \frac{2}{3} \left(\frac{\lambda}{\Lambda} \right)^2$$

$$\lambda = l_k / i$$

- N : 各位置での各設計軸方向力
- A_n : 断面積
- f_c : 許容圧縮応力度
- F : 基準強度
- λ : 圧縮材の細長比
- Λ : 限界細長比
- E : ヤング係数
- l_k : 座屈長さ (入力値または内部処理 内部処理は「S 塑性」6.5 柱の座屈長さの水平移動が拘束されない場合の処理とします。)
- i : 断面二次半径

曲げ，軸力の組み合わせ

長期

鋼管以外するとき

$$\frac{L\sigma_c}{Lfc} + \frac{X L\sigma_b + Y L\sigma_b}{Lfb} \leq 1 \quad \dots\dots\dots \text{OK}$$

鋼管のとき

$$\frac{L\sigma_c}{Lfc} + \frac{L\sigma_b}{Lfb} \leq 1 \quad \dots\dots\dots \text{OK}$$

短期

鋼管以外るとき

X方向

$$\frac{X D \sigma c}{Dfc} + \frac{X D \sigma b + Y L \sigma b}{Dfb} \leq 1 \quad \dots\dots\dots \text{OK}$$

Y方向

$$\frac{Y D \sigma c}{Dfc} + \frac{Y D \sigma b + X L \sigma b}{Dfb} \leq 1 \quad \dots\dots\dots \text{OK}$$

鋼管のとき

X方向

$$\frac{X D \sigma c}{Dfc} + \frac{X D \sigma b}{Dfb} \leq 1 \quad \dots\dots\dots \text{OK}$$

Y方向

$$\frac{Y D \sigma c}{Dfc} + \frac{Y D \sigma b}{Dfb} \leq 1 \quad \dots\dots\dots \text{OK}$$

曲げ，軸方向力，組み合わせにおいて、1を超える場合はメッセージが出力されます。

c. 継手および仕口の計算は行いません。

(5) R C 造柱

- a. 計算位置は柱頭，柱脚の 2 ヶ所とし、計算応力は「(2) R C 造はり」に準じます。
断面計算方法は、算定計算，検定計算(1)，検定計算(2)より選択できます。

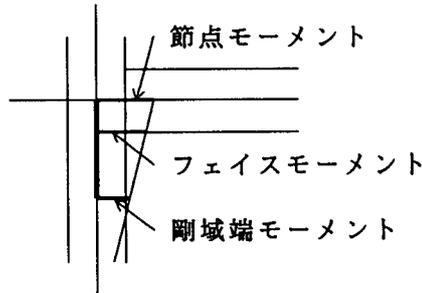


図 4.22 R C 造柱断面計算

- 算定計算 : 設計応力より必要鉄筋比を算定する計算、鉄筋が指定されている場合は、指定本数より算定結果が少ない場合は、指定本数として計算
 検定計算(1) : 指定された主筋本数により許容モーメントを算定し、設計モーメントに対する安全性を確認し、設計せん断力により必要せん断補強筋を計算
 検定計算(2) : 指定された主筋本数およびせん断補強筋形状により許容モーメント，許容せん断力を算定し、設計モーメントおよび設計せん断力に対する安全性を確認

- b. 短期地震時の計算での軸力は下記 2 ケースを扱います。

$$ND1 = NL + NS + NK$$

$$ND2 = NL + NS - NK$$

- NL : 長期鉛直時軸力
 NS : 地震時積雪軸力
 NK : 地震荷重時軸力

- c. 主筋の計算は、下記に示す式を用いて計算します。(R C 規準 15条)

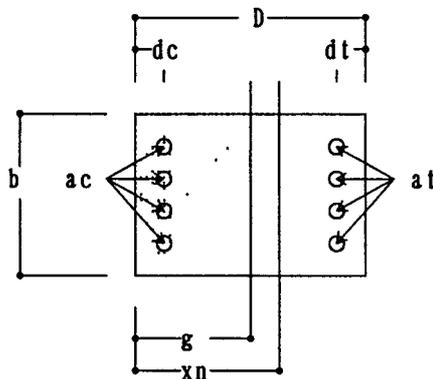


図 4.23 柱主筋計算

偏心荷重をうける柱の許容軸方向力は下式のうち、いずれか小さいほうによる

$$N1 = \frac{Sn}{xn} fc$$

$$N2 = \frac{Sn}{n*(xn-dc)} rfc$$

$$N3 = \frac{Sn}{n*(D-dt-xn)} ft$$

$$xn - \frac{D}{2} + e = \frac{In}{Sn}$$

前記において、とくに断面内に引張を生じない場合の許容圧縮力は下式のうち、いずれか小さいほうによる

$$e \leq \frac{Ig}{Ae(D-g)} + \frac{D}{2} - g \text{ の場合}$$

$$N1 = \frac{fc}{\frac{1}{Ae} + \frac{g+e-D/2}{Ig}} g$$

$$N2 = \frac{rfc}{n \left(\frac{1}{Ae} + \frac{g+e-D/2}{Ig} (g-dc) \right)}$$

各断面における Ae, g, Ig, Sn, Inは、下記による。ただし、断面内に引張応力を生じない場合は

$$Sn = Ae(xn - g)$$

$$In = Ig + Ae(xn - g)^2$$

とする。

$$Ae = (1+n*(pc+pt))*b*D$$

$$g = \frac{1/2 + n*pc*dcl + n*pt*(1-dt1)}{1+n*(pc+pt)} D$$

$$Ig = \left(\left(\frac{1}{3} - g1 + g1^2 \right) + n*pc*(g1-dcl)^2 + n*pt*(1-g1-dt1)^2 \right) * b * D^3$$

$$Sn = (xn1^2/2 + n*pc*(xn1-dcl) - n*pt*(1-dt1-xn1)) * b * D^2$$

$$In = (xn1^3/2 + n*pc*(xn1-dcl)^2 - n*pt*(1-dt1-xn1)^2) * b * D^3$$

$$g1 = g/D$$

$$dc1 = dc/D$$

$$dt1 = dt/D$$

$$xn1 = xn/D$$

S_n : 中立軸に関する有効等価断面の一次モーメント
 I_n : 中立軸に関する有効等価断面の二次モーメント
 A_e : 等価断面積
 I_g : 等価断面の重心に関する二次モーメント
 g : 等価断面の重心と断面の最大圧縮応力度をうける縁との距離
 e : 偏心距離
 f_c : コンクリートの許容圧縮応力度
 f_{fc} : 鉄筋の許容圧縮応力度
 n : ヤング係数比
 x_n : 圧縮縁から中立軸までの距離
 p_c, p_t : 鉄筋比

d. 短期設計用せん断力 QD は、下記の4種類から選択できます。

$$QD1 = Q_L + n \cdot Q_E \quad \text{-----} \quad (1)$$

$$QD2 = \alpha \cdot \Sigma My / H_o \quad \text{-----} \quad (2)$$

$$QD3 = \alpha \cdot \Sigma My / H_o \quad \text{-----} \quad (3)$$

1端をはりの $\Sigma My \times 0.5$, 他端を柱の My により求めた QD と $QD2$ とを比較し小さい方

ただし、上または下に柱が無い場合は、0.5 を 1.0 として計算

$$QD4 = \min(QD1, QD3) \quad \text{-----} \quad (4)$$

Q_L : 長期荷重によるせん断力
 Q_E : 地震荷重によるせん断力
 n : Q_E の割増し値
 α : Q_U の割増し値
 My : はりまたは柱の終局曲げモーメント
 H_o : せん断用階高

終局モーメントは、下記の2種類の軸力により計算します。

$$ND1 = N_L + N_S + \alpha N \cdot NE$$

$$ND2 = N_L + N_S - \alpha N \cdot NE$$

$ND \leq 0$ のとき

$$My = 0.8 \cdot a_t \cdot \alpha_1 \cdot \sigma_y \cdot D + 0.4 \cdot ND \cdot D$$

$0 < ND \leq 0.4 \cdot b \cdot D \cdot F_c$ のとき

$$My = 0.8 \cdot a_t \cdot \alpha_1 \cdot \sigma_y \cdot D + 0.5 \cdot ND \cdot D \cdot (1 - ND / b \cdot D \cdot F_c)$$

$0.4 \cdot b \cdot D \cdot F_c < ND$ のとき

$$My = 0.8 \cdot a_t \cdot \alpha_1 \cdot \sigma_y \cdot D + 0.12 \cdot b \cdot D^2 \cdot F_c$$

NL : 長期鉛直時軸力
 NS : 地震時積雪軸力
 NE : 地震荷重時軸力
 αN : 地震荷重時軸力割増し値
 $\alpha 1$: 主筋強度の割増し値
 $a t$: 引張主筋断面積
 σy : 主筋の降伏点強度
 F_c : コンクリートの設計基準強度

e. 付着に対する検討は行っていません。

f. せん断補強は、下記に示す方法により検討します。

許容せん断力

$$QAL = b \cdot j \cdot \alpha \cdot f_s$$

$$QAS = b \cdot j \cdot (f_s + 0.5 \cdot w_f s \cdot (p_w - 0.002))$$

$$\alpha = \frac{4}{\frac{M}{Q \cdot d} + 1} \quad \text{かつ} \quad 1 \leq \alpha \leq 2$$

帯筋間隔

$$x = a_w / b \cdot p_w$$

QAL : 長期許容せん断力
 QAS : 短期許容せん断力
 b : 柱幅
 d : 柱有効せい
 j : 応力中心間距離 (= 7/8 d)
 f_s : コンクリートの許容せん断応力度
 $w_f s$: 帯筋のせん断に対する許容引張応力度
 p_w : 帯筋比
 M : 設計モーメント
 Q : 設計せん断力
 x : 帯筋間隔
 a_w : 1組の帯筋断面積

(6) S R C 造柱

a. 設計位置および設計応力は「(5) R C 造柱」と同じとします。

S R C 造柱の算定計算は、設計応力から指定された鉄骨部分（S 部分）の曲げ耐力を差し引いた残りを鉄筋コンクリート部分（R C 部分）が負担するとして計算する方法（鉄骨指定計算）と、設計応力から指定された鉄筋の曲げ耐力を差し引いた残りを鉄骨部分が負担するとして計算する方法（鉄筋指定計算）の 2 種類より選択します。

検定計算(1)または検定計算(2)を指定している場合は、S 部分の耐力と R C 部分の耐力を足した耐力により計算されます。

柱軸力は、指定により全て R C 部分が負担する場合と、S 部分と R C 部分が負担するものと 2 種類あります。（鉄筋指定計算以外）

$M \geq sM_o$ のとき

$$N = rN$$

$$M = sM_o + rM$$

$M < sM_o$ のとき

$$N = rN_o + sN$$

$$M = sM$$

$$sM_o = sZ * sfb$$

$$\frac{sN}{sA} + \frac{sM}{sZ} = sfc$$

N : 設計軸方向力
M : 設計モーメント
rN : R C 部分の許容圧縮力
rN_o : R C 部分が圧縮力だけをうける場合の許容圧縮力
rM : R C 部分の許容曲げモーメント
sM : S 部分の許容曲げモーメント
sM_o : S 部分が曲げモーメントだけをうける場合の許容曲げモーメント
sZ : S 部分の断面係数
sA : 鉄骨の断面積
sfb : 鋼材の許容曲げ応力度
sfc : 鋼材の許容圧縮応力度

b. R C 部分の主筋計算は「(5) R C 造柱」と同じ方法で行います。ただし、f_c は下式により低減します。ただし、鉄筋指定計算の場合は、低減されません。

$$f_c' = f_c (1 - 15 * spc)$$

spc : 圧縮側鉄骨比

c. RC部分の短期設計用せん断力 rQD は下記の様に求めます。

$$rQD1 = \Sigma rMy / Ho \quad \text{----- (1)}$$

$$rQD2 = (rM1 + My) / Ho \quad \text{----- (2)}$$

$$rQD3 = 2(Q - sQD) \quad \text{----- (3)}$$

$$rQD4 = \min (rQD2, rQD3) \quad \text{----- (4)}$$

$$rQD5 = \frac{rMd}{M} (Qo + 2*QE) \quad \text{----- (5)}$$

$$rQD6 = \min (rQD2, rQD5) \quad \text{----- (6)}$$

$$rQD7 = \frac{rMd}{M} Q \quad \text{----- (7)}$$

- rMy : RC部分終局曲げモーメント
- rM1 : 柱頭はり終局曲げモーメント×0.5、ただし、柱頭の上に柱が無い場合は、0.5を1.0とする
- Ho : 柱せん断用階高
- Qo : 両端をピンとした時の長期せん断力
- QE : 地震時せん断力
- sQD : 短期S部分設計せん断力

短期荷重時 sQD

$$sQD = \Sigma sMy / Ho \quad \text{(1)~(4)の場合}$$

$$sQD = \frac{sMd}{M} (QLo + QE) \quad \text{(5)~(7)の場合}$$

- sMy : 鉄骨短期許容曲げモーメント
- sMd : 鉄骨短期設計曲げモーメント

RC部分終局曲げモーメント

rN < 0 のとき

$$rMy = 0.8*rat* \alpha 1* \sigma y * D * (1 + \frac{rN}{2*rat* \alpha 1* \sigma y})$$

0 < rN ≤ b*D*Fc のとき

$$rMy = 0.8*rat* \alpha 1* \sigma y * D + 0.5*rN*D \frac{rN}{b*D*Fc}$$

rN < b*D*Fc のとき

$$rMy = 0.4*D*(2*rat* \alpha 1* \sigma y + b*D*Fc - rN)$$

b : 柱幅
 D : 柱せい
 rat : 主筋の引張鉄筋断面積
 σ_y : 主筋の引張降伏応力度
 F_c : コンクリートの設計基準強度
 rN : RC部分負担軸方向力
 α_1 : 主筋強度の割増し値

d. S部分にはH形鋼が使用できます。
 また、それらの組み合わせによる形状は、図 4.24 に示す形状が使用できます。

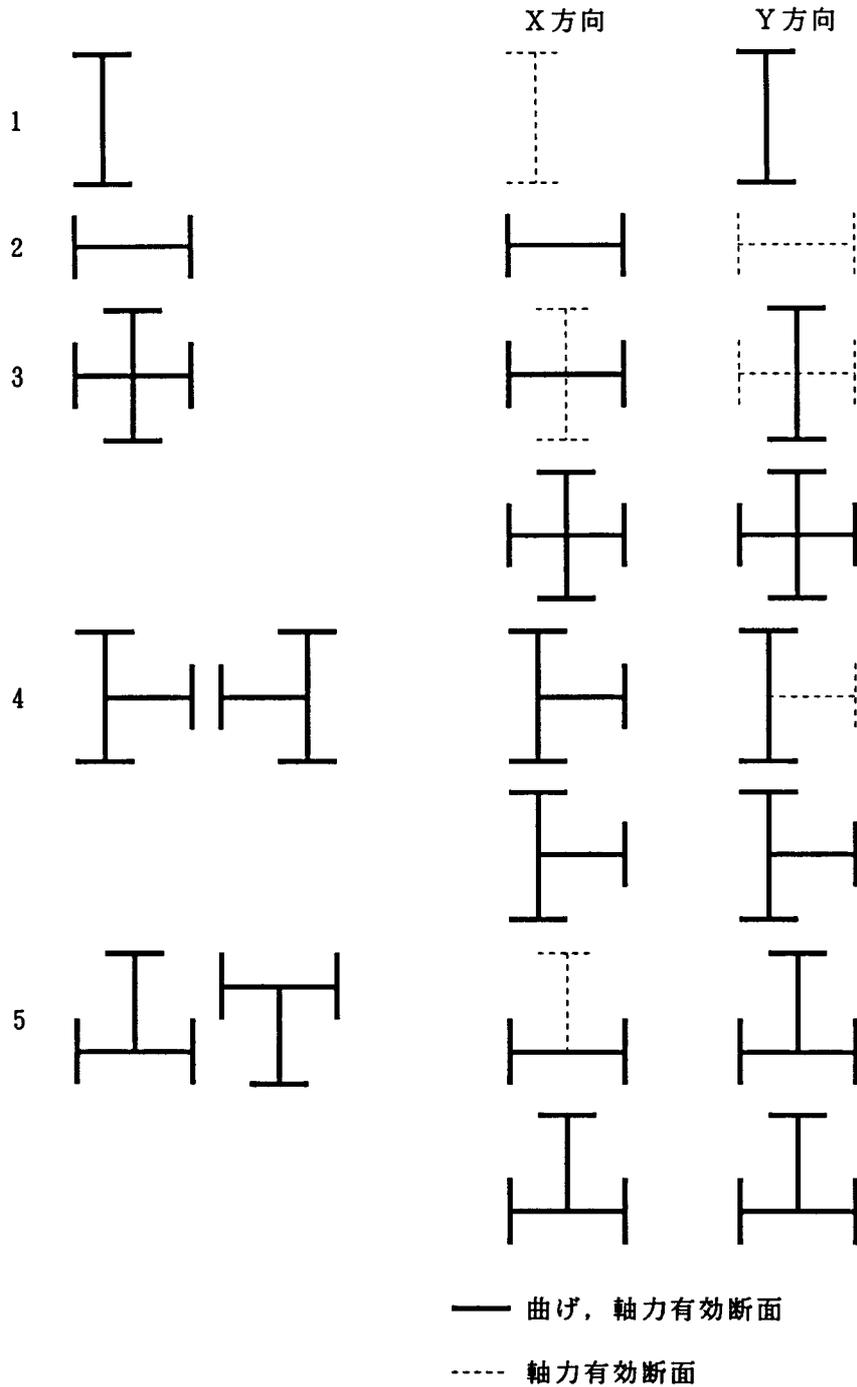


図 4.24 S部分形状

ウェブ材を曲げに対して考慮の有無が指定可能です。曲げに対して考慮しない場合は、軸力に対して全て有効となります。

柱脚部をRC造として計算する場合において、アンカー耐力が考慮できます。アンカー耐力は、入力値とします。アンカー耐力が入力されていない場合は、RC造として計算されます。

e. 鉄骨とコンクリートの付着および鉄筋とコンクリートの付着の検討は行いません。

f. せん断補強については、下記に示す方法により検討します。

長期許容せん断力

$$QA = (1 + \beta) * rQAL$$

$$rQAL = b * rj * \kappa * fs$$

$$b' / b \geq \alpha / 3 \quad \text{のとき} \quad \kappa = \alpha$$

$$b' / b < \alpha / 3 \quad \text{のとき} \quad \kappa = 3 * b' / b$$

$$\alpha = \frac{4}{\frac{M}{Q * rd} + 1} \quad \text{かつ} \quad 1 \leq \alpha \leq 2$$

$$\beta = 15 * \frac{tw * sj}{b * rj}$$

短期

$$rQAS = \min (rQAS1, rQAS2)$$

$$rQAS1 = b * rj * (fs + 0.5 * wft * pw)$$

$$rQAS2 = b * rj * (2 * \frac{b'}{b} * fs + wft * pw)$$

QA : 鉄骨鉄筋コンクリートの長期許容せん断力

b : 柱幅

b' : コンクリートの有効幅

D : 柱せい

rd : 柱有効せい

rj : 応力中心間距離

fs : コンクリートの許容せん断応力度

wft : 帯筋の許容引張応力度

tw : ウェブ厚さ

sj : 弦材の重心間距離

pw : 帯筋比

帯筋間隔

$$x = aw/b \cdot pw$$

x : 帯筋間隔
aw : 1組の帯筋断面積

QA < QL となった場合、および pw が上限値を超えた場合はメッセージが出力されます。

g. 鉄骨部分の継手および仕口は、計算しません。

(7) プレース

a. 設計軸力について下記により検討します。

圧縮軸力

$$\sigma_c = N / A$$

$$\sigma_c / f_c \leq 1 \quad \dots\dots\dots \text{OK}$$

$$f_c = \frac{(1 - 0.4 * (\lambda / \Lambda)^2) * F}{\nu} \quad (\lambda \leq \Lambda \text{ のとき})$$

$$f_c = \frac{0.277 * F}{(\lambda / \Lambda)^2} \quad (\lambda \leq \Lambda \text{ のとき})$$

$$\Lambda = \sqrt{\frac{\pi^2 * E}{0.6 * F}}$$

$$\nu = \frac{3}{2} + \frac{2}{3} \left(\frac{\lambda}{\Lambda} \right)^2$$

$$\lambda = lk / i$$

引張軸力

$$\sigma_t = N / A$$

$$\sigma_t / f_t \leq 1 \quad \dots\dots\dots \text{OK}$$

- N : 設計プレース軸力
- A : プレース断面計算用断面積
- f_c : プレースの許容圧縮応力度
- f_t : プレースの許容引張応力度
- F : プレースの基準強度
- λ : 圧縮材の細長比
- Λ : 限界細長比
- E : ヤング係数
- lk : 座屈長さ
- i : 断面二次半径

(8) 耐力壁

a. 設計せん断力にて下記により検討します。

耐力壁の許容水平せん断力

$$Q_A = \max (Q_1, Q_2)$$

$$Q_1 = \gamma * t * L * f_s$$

$$Q_2 = \gamma * (Q_W + \Sigma Q_c)$$

$$\gamma = \min (\gamma_1, \gamma_2)$$

$$\gamma_1 = 1 - L_o / L$$

$$\gamma_2 = 1 - \sqrt{\frac{H_o * L_o}{H * L}}$$

$$Q_W = p_s * t * L' * f_t$$

$$Q_c = 1.5 * b * j * f_s$$

壁筋間隔

$$x = a_s / t * p_s$$

- t : 壁厚
- L : 柱中心間距離
- H : はり中心間距離
- L' : 壁の内法長さ
- H' : 壁の内法高さ
- L_o : 開口部の長さ
- H_o : 開口部の高さ
- p_s : せん断補強筋比
- f_s : コンクリートの短期許容せん断応力度
- f_t : 壁筋の短期許容引張応力度
- b : 柱幅
- j : 柱応力中心間距離
- a_s : 壁筋1組の断面積

- b. 開口部がある場合は、下記により開口補強を求めます。ただし、開口部が2個以上存在する場合は、全ての開口をチェックし最大値を求めます。

開口ぐう角部の付加斜張力

$$T_d = \frac{H_o + L_o}{2 * \sqrt{2} * L} * Q$$

開口ぐう角部の鉛直縁張力

$$T_v = \frac{H_o}{2 * (L - L_o)} * Q$$

開口ぐう角部の水平縁張力

$$T_h = \frac{L_o}{2 * (H - H_o)} * \frac{H}{L} * Q$$

Q : 耐力壁の設計せん断力、ただし、その値が Q1 を超過する場合は Q1 または γQ_w のうち大きいほうの値とする。Q として γQ_w をとる場合は H, L をそれぞれ H', L' と置き換える。

上記、応力をもとに開口部補強筋を算定します。

4. 1 8 斜め軸に関する計算

斜め軸に関する計算方法を以下に示します。

(1) 荷重項の計算

各自重による計算は、「4.3 荷重項の計算」に準じます。

床荷重を割り振る方法は、図 4.25 のように角度の 2 等分線を用います。ただし、「P-42 スラブ形状（その他）」を使用した場合は、図 4.25 のように処理されま

す。
また、斜め軸上の壁および大ばりのスパン長さは、斜め軸にそった正味の値として計算します。

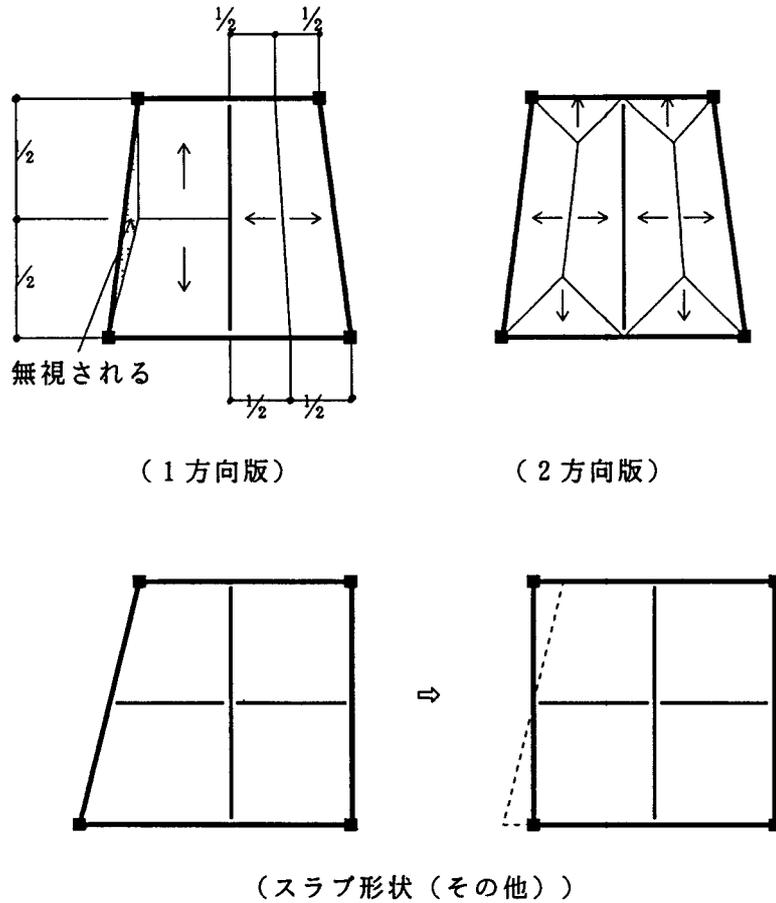


図 4.25 床荷重の伝達方法

斜めフレームに取りつく片持ちスラブおよび片持ちばりの荷重項の計算は、入力したデータにて計算します。従って、角度による調節等はいりません。

(2) 壁の取り扱い

斜めフレームに配置した壁の各計算方法は、一般壁に準じます。

(3) 剛性計算

斜めフレームのせん断力分布係数D値は、図 4.26 のように斜めフレームで求めたD値に $\cos^2 \theta$ 倍した値とします。ただし、フレームと直行方向の剛性は無視します。

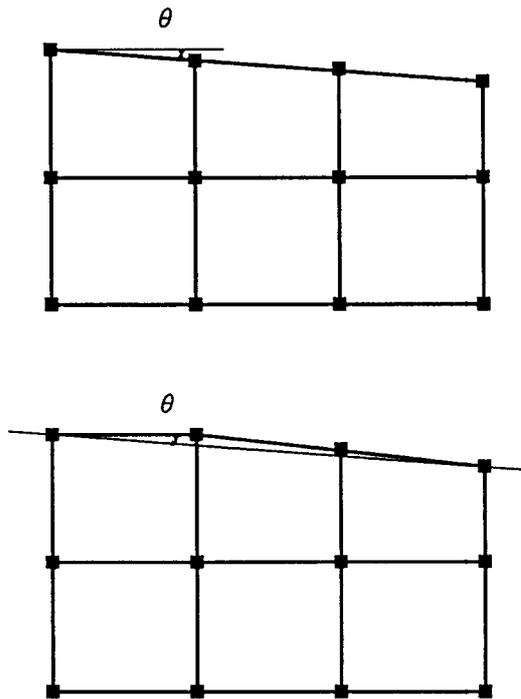


図 4.26 斜めフレームの剛性

このD値をもとに斜めフレームが負担すべき地震力を求め、斜めの方向の応力計算は、それを $1/\cos \theta$ 倍して計算します。

(4) 壁量計算

壁量はそれぞれの壁の斜めの壁面積を $\cos^2 \theta$ 倍して計算します。

4. 1 9 斜め柱（セットバック）に関する計算

セットバックに関する計算方法を以下に示します。

(1) 荷重項の計算

斜め柱に取りつく壁の荷重伝達方法は、図 4.27 のようになります。
その他の壁の伝達方法は、「P-32 壁形状（CB, ALC等）」によります。

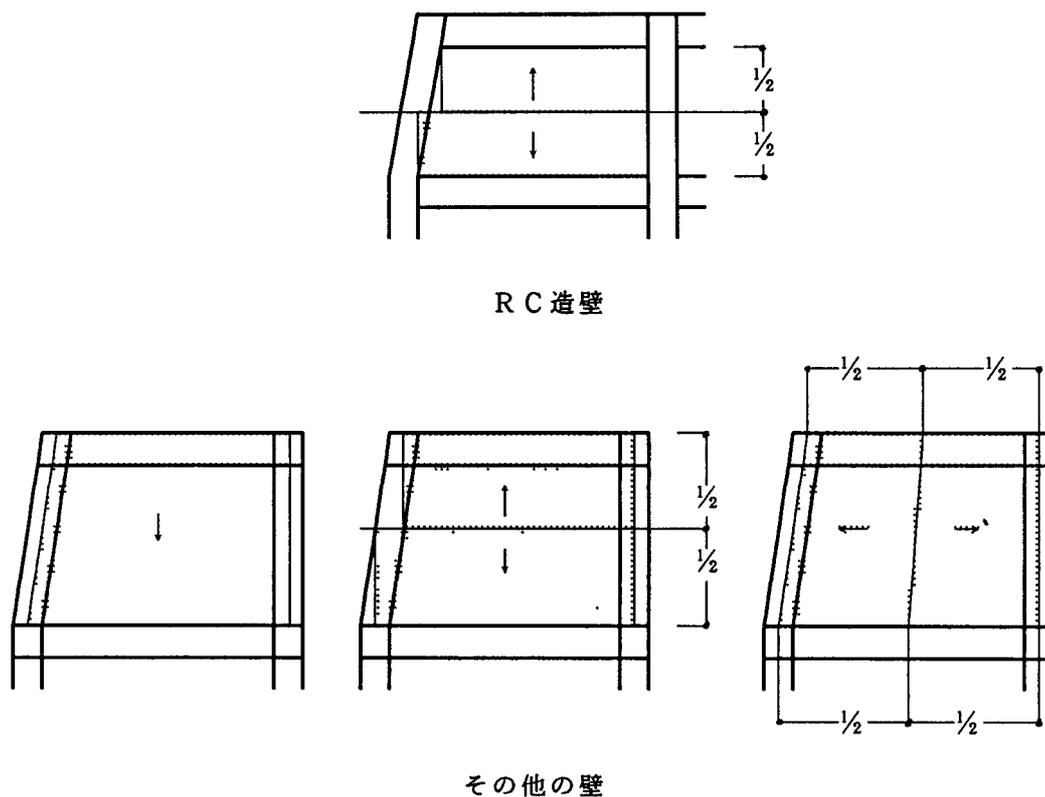


図 4.27 壁荷重の伝達方法

(2) 斜め柱の荷重項

壁荷重，柱自重による柱の荷重項の計算は行いません。

(3) 壁の取り扱い

a. 耐力壁としての判断は上下のスパン長さの平均を使用し判別します。また、壁量等も平均の長さを使用します。

b. 腰壁等による柱，はりの剛性，剛域計算は、一般壁に準じて計算します。

(4) 斜め柱の剛性

斜め柱の剛性は、長さを斜めの長さとし、入力した柱断面にて計算します。

4. 2 0 斜めばり（傾斜ばり）に関する計算

傾斜ばりに関する計算方法を以下に示します。

(1) 荷重項の計算

- a. 床の固定荷重，はり自重は、傾斜を考慮し計算します。
- b. 壁の荷重の伝達方法は、図 4.28 のようになります。
その他の壁の伝達方法は、「P-32 壁形状（CB, ALC等）」によります。

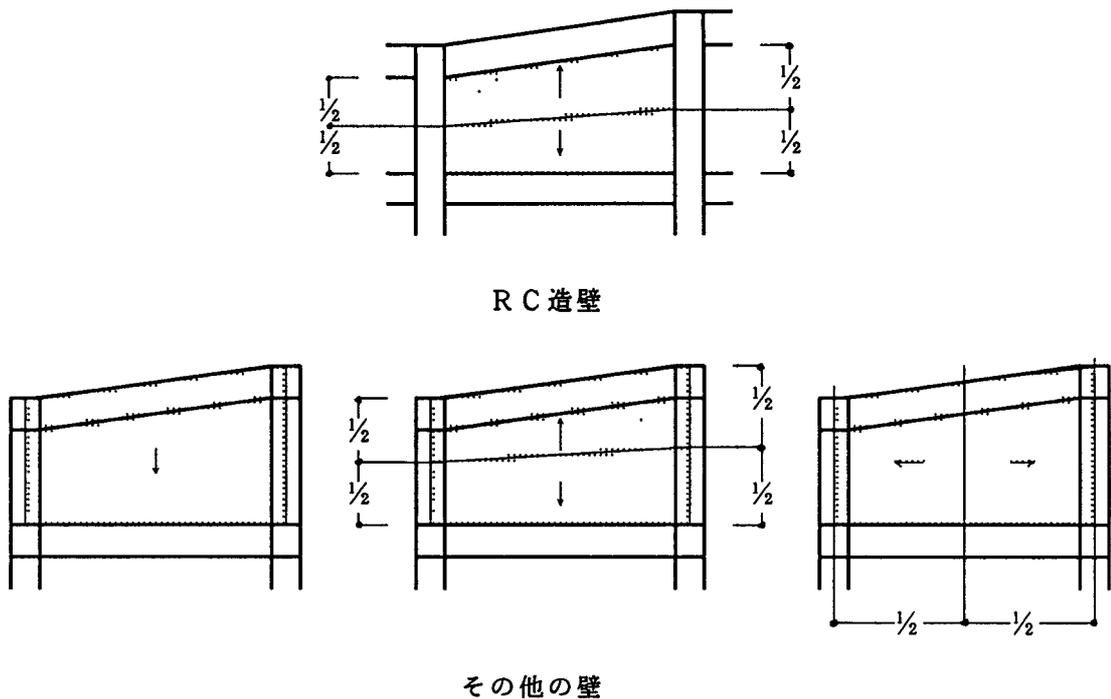


図 4.28 壁荷重の伝達方法

(2) 壁の取り扱い

- a. 耐力壁としての判断は左右の階高の平均を使用し判別します。
- b. 腰壁等による柱，はりの剛性，剛域計算は、一般壁に準じて計算します。

(3) 斜めばり剛性

斜めばりの剛性は、長さを斜めの長さとし、入力したはり断面（材軸に対して垂直）にて計算します。

(4) 地震時水平力

地震時水平力作用位置は、下記に示す箇所とします。

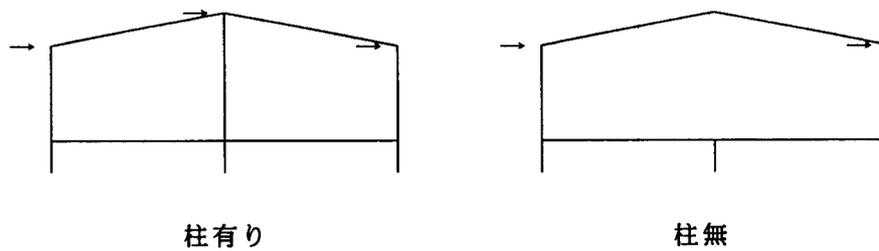


図 4.29 地震時水平力作用位置

4. 2 1 仮定層（中間階）に関する計算

仮定層に関する計算方法を以下に示します。

(1) 荷重項の計算

- a. 床荷重，はり自重等の荷重計算および応力解析は，一般層に準じて計算します。
- b. 地震時層せん断力の計算方法は，仮定層の重量を上下層に振り分け仮定層を無視した状態で A_i 分布を算出し，地震層せん断力係数を求めます。
ただし，一貫計算（構造計算書作成）として使用する場合は仮定層の重量は全て上層に加算し計算します。

(2) 剛性計算

地震時せん断力分布係数（D 値）についても，仮定層を無視し 1 階としての D 値を求め地震力の分担，偏心率，層間変形角，剛性率等を算出します。
ただし，D 値を求める際のフレームの形状としては，仮定層を考慮し解析を行います。

(3) 応力計算

- a. 長期，積雪，風の応力解析は，一般層に準じて計算します。
- b. 地震の応力解析は，仮定層の重量を振り分けた状態で計算します。

注意：仮定層として使用できる範囲は，下記を満足するものとします。

- ・仮定層と指定した造の上下階の構造形態は同一とします。

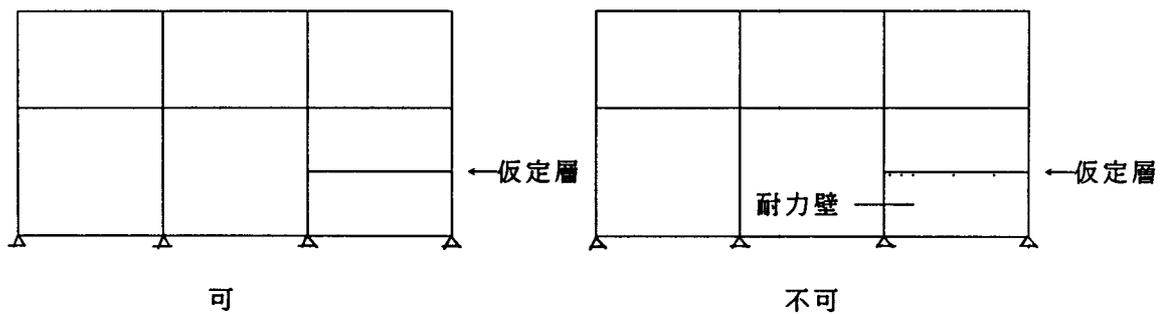


図 4.30 仮定層制限

- ・仮定層の上下での剛性の変化する割合が小さい

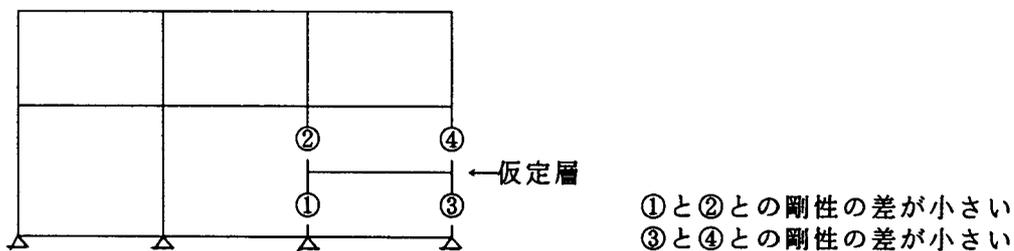


図 4.31 仮定層制限

- 仮定層の重量が一般層と比較して大差がない
- 仮定層の床面積が建築面積に対しての割合が小さい（約 1/8以下）

上記を満足しないで使用した場合は、計算結果が不適切な状態が起こります。
仮定層が連続する場合においても、上記を満足するものとします。

4. 2.2 柱抜けに関する計算

柱抜けに関する計算方法を以下に示します。

はり荷重項の計算は、通り軸から通り軸（1スパン）単位で等価節点荷重を計算します。応力計算後は、図 4.32 のようになります。

平面解析の場合には、図 4.33 のような場合は、計算結果が不適当となりますので、適切に追加荷重等を使用し補正を行ってください。また、はりがはりに架かる場合は、適切な支点を設定してください。（図 4.33 通り軸 B）

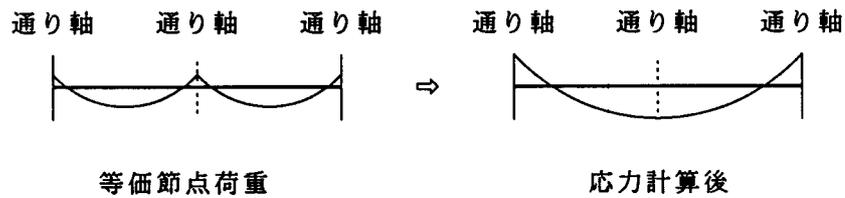


図 4.32 はり応力

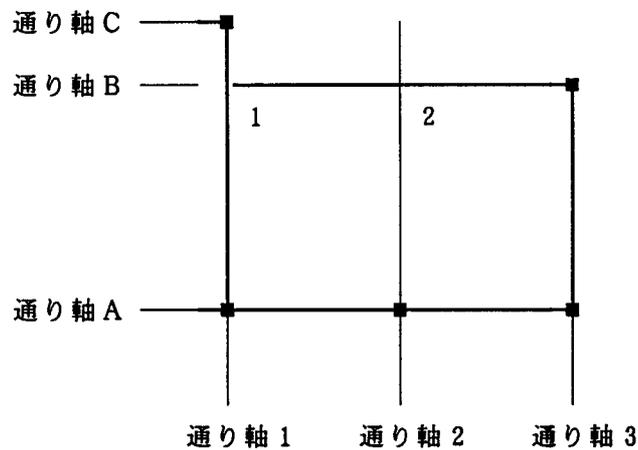


図 4.33 不適当な平面形状

平面解析の場合、通り軸 B の応力計算については、1 の節点に支点を設定し応力解析を行えば問題は、ありません。（例えば鉛直荷重時はピン支点、水平荷重時はローラー支点）

通り軸 1 の応力解析を行う場合に、解析方法が平面フレームであるために 2 の節点の重量が、反映されません。この場合、追加荷重等を使用し補正する必要があります。

4. 2 3 参考文献

- 日本建築センター：構造計算指針・同解説 1988
- 日本建築学会：鋼構造設計規準 1973
- 日本建築学会：鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 1988
- 日本建築学会：鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 1987
- 日本建築学会：建築物荷重規準案・同解説 1981
- 日本建築学会：建築耐震設計における保有耐力と変形性能 1981
- 日本建築学会：鋼構造塑性設計指針 1975
- 日本建築士事務所協会：構造設計資料
- 上野 嘉久編：行政からみた建築構造設計（建築知識）
- 江川 勝男編：建築構造問題快答集（建築技術）
- 武藤 清 著：耐震設計シリーズ1. “耐震計算法”（丸善）
- 梅村 魁
鈴木 悦郎 共著：骨組のデザイン（産業図書）
- 建築学大系：建築学大系 14. “構造設計法”（彰国社）
- 持田 哲夫著：骨組の解析（鹿島出版会）
- 湯浅 亀一：材料力学公式集（コロナ社）
- 清田 清司
高須 治男 共著：建築土木構造マニュアル（理工学社）
- 社団法人
鋼材倶楽部：鉄骨鉄筋コンクリート構造 設計例集

BST-G89TM シリーズ概要編

版權所有 株式会社 エー・エス・ディー
〒350-0054 埼玉県川越市三久保町 5-1-404
TEL 049-229-5155