

## サステナブルビル構造システムの構造解析

岩田研究室 200203994 荒川 憲之

### 1. 序

本研究室で考案されたサステナブルビル構造システム(以下:Sモデル)の柱梁接合部は、生じる曲げモーメントの大きさにより剛性が変化する。梁が柱から離間するまでが剛接合、そして半剛接合を経て全ての鋼棒が完全に塑性化すると、ピン接合に変化するメカニズムを有している。昨年度までの研究によって平面架構での構造システムの成立や様々な架構形式の成立が実証されたが、立体架構としての検証は行われていない。

本研究では想定した二つの建物モデルに対し、それぞれラーメン構造、Sモデルの二通りの構造形式について解析を行うことでSモデルの性質、立体架構としてのシステム成立の検証、両者の比較を行う。また、柱梁接合部とブレースの諸条件を変更することにより、性能にどのような変化が現れるかを確かめる。

### 2. 構造モデルによる比較・検証

#### 2.1 解析条件

静的解析で一次設計、二次設計を行い、動的解析ではElcentro NS、Taft EW、八戸 EWの3つの地震動を用いて解析する。地動最大速度で3つのレベル(0.2、0.4、0.6m/s)に基準化し、それぞれレベル1、レベル2、レベル3とする。また、構造形式による比較を行うためにレベル1、レベル2の地震動に対し最大層間変形角が1/200、1/100以下となるように設計している。

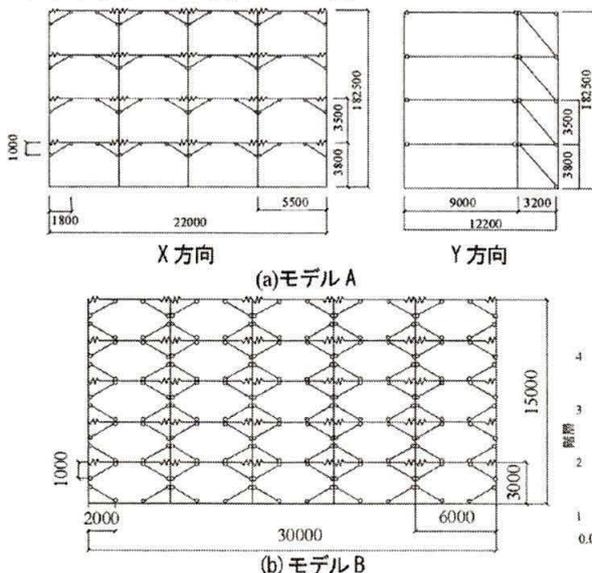


図1 想定モデル

### 2.2 想定モデルA

一般的にラーメン構造が適応されるような建物を想定している<sup>1)</sup>。鉄骨造の事務所ビルとし、一階は3.8m、基準階は3.5mの4層、X方向を5.5m×4スパン、Y方向は9m、3.2mの2スパンとする。Sモデルとして、図1(a)に示すようにX方向は方杖状にブレースを設置した2ブレース架構とし、Y方向は斜材ブレースを設置した。

#### (1) 解析結果

3つの地震動のうち最も大きい応答値を示したElcentro NS波について、レベルごとにおける各層の最大塑性率を表1(a)、X方向の最大層間変形角を図2(a)、ブレースのエネルギー吸収率を図3(a)に示す。

Y方向の最大層間変形角はX方向と同程度となっている。レベル2で梁端に塑性ヒンジが発生するラーメン構造に対し、Sモデルは弾性域となった。レベル3にラーメン構造、Sモデル共に柱脚に塑性ヒンジが発生した。

#### (2) 考察

Sモデルは、接合鋼棒とブレースによってラーメン構造と同等の変形性能を有し主架構の降伏を防ぐことができる。前年度までの研究では柱の強軸方向のみの検討が行われたが、弱軸側についても主架構の塑性化を抑えることができる。そのため、サステナブルビル構造システムを立体架構に取り入れることは可能であると考えられる。Sモデルを適用する問題点として、平面計画上ブレースを数多く配置する事が困難であることが挙げられる。

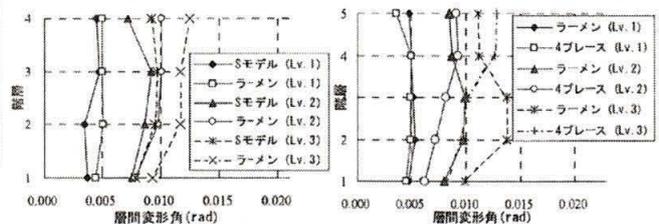
表1 最大塑性率

(a) モデルA

レベル	ラーメン		Sモデル	
	主架構	ブレース	ブレース(X)	ブレース(Y)
レベル1	弾性域	弾性域	2	弾性域
レベル2	4	弾性域	8	1
レベル3	9	2	13	3

(b) モデルB

レベル	ラーメン	Sモデル(2ブレース)		Sモデル(4ブレース)	
	主架構	主架構	ブレース	主架構	ブレース
レベル1	弾性域	弾性域	4	弾性域	3
レベル2	2	弾性域	8	弾性域	6
レベル3	5	1	13	弾性域	16



(a) モデルA(X方向)

(b) モデルB(4ブレース)

図2 最大層間変形角

### 2.3 想定モデルB

Sモデルに適していると考えられるチューブ構造が適用できる建物を想定する<sup>2)</sup>。各層3mで5階建、6m×5スパンの事務所ビルとする。Sモデルでは内部の柱をピン接合とし、外周のフレームのみに半剛接合を用い、2ブレース架構または図1(b)に示すような4ブレース架構の二通りの構造形式を想定した。

#### (1) 解析結果

Elcentro NS波において、レベルごとにおける各層の最大塑性率を表1(b)、最大層間変形角を図2(b)、ブレースのエネルギー吸収率を図3(b)に示す。

モデルAと同様にラーメン構造ではレベル2で梁端が塑性化、2ブレース架構ではレベル3で主架構が降伏した。4ブレース架構ではレベル3の地震動に対しても主架構は弾性域となっている。

#### (2) 考察

本モデルにおいてもSモデルの方が優れた構造性能を有しているといえる。また、表2に示すように、Sモデルはラーメン構造より使用鋼材量を抑えることができる。モデルAと違い、外周のフレームのみにブレースを配置するため内部空間を広く取ることができる。

### 3. 接合部とブレース条件の違いによる比較・検証

#### 3.1 解析条件

モデルBの4ブレース架構の一構面を抜き出し、接合方法、鋼棒の初期張力、ブレース勾配、ブレース長さのいずれかを変更し、静的解析によって一次設計、二次設計を行う。これらの解析ケースを表3に示す。

表2 使用鋼材重量

	ラーメン構造	Sモデル(2ブレース)	Sモデル(4ブレース)
モデルA	110.3 t	86.5 t	
モデルB	255.2 t	232.5 t	204.2 t

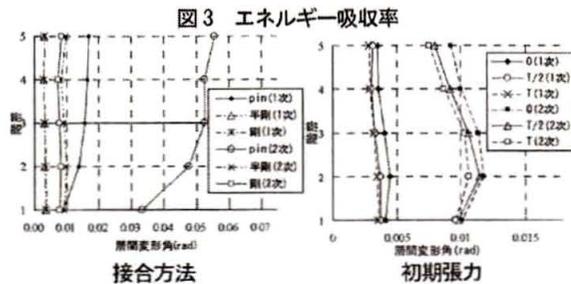
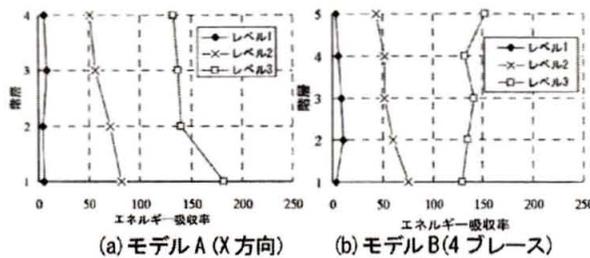


図3 エネルギー吸収率

### 3.2 解析結果

一次設計、二次設計における層間変形角を図4、ブレースの最大塑性率を表4に示す。

- 1) 接合方法：同程度の層間変形角を示す剛、半剛接合に対しピン接合では大きな層間変位が生じている。
- 2) 初期張力：一次設計時、二次設計時ともに層間変形角に多少の差が見られる。
- 3) ブレース勾配：急勾配にすると主架構に力が流れ、エネルギー吸収の効率が悪くなる。
- 4) ブレース長さ：応力状態の変化によって主架構降伏時の塑性ヒンジ発生位置、最大塑性率が変化する。

#### 3.3 考察

ピン接合では変形角過大、剛接合では梁端が塑性化する事から鋼棒を使った半剛接合が有効であることが分かる。初期張力による差が見られたが一次設計時に1/200を満たしており、主架構の降伏耐力は同程度であったことから初期張力による影響は少ないと考える。

ブレースの勾配、長さを変更すると応力状態、架構の剛性が変化する。主架構とブレースの水平力を負担する割合などを考慮すればブレースの勾配、長さなどを自由に設定する事が可能である。

#### 4. 結

サステナブルビル構造システムは在来工法と比較し、優れた構造性能を有している。鋼棒による初期張力の影響は少ないが、接合部にある程度の回転剛性を持たせることは必要である。ブレースの勾配、長さの設定により構造全体の性能を決めることができる。

#### [参考文献]

- 1) 日本鋼構造協会：わかりやすい鉄骨の構造設計、2005.3
- 2) 身深 恵理：リユース材を用いた新規ビル構造の設計、2005.2

表3 解析ケース

ケース	接合方法	初期張力	ブレース勾配	ブレース長さ
ケース1	ピン	0	30°	1.5L
ケース2	半剛	T/2	45°	L
ケース3	剛	T	60°	L/2

T：鋼棒の降伏耐力 L：モデルBで用いたブレース長さ

表4 最大塑性率

勾配			長さ		
30°	45°	60°	1.5L	L/2	L
14	16	19	9	14	16

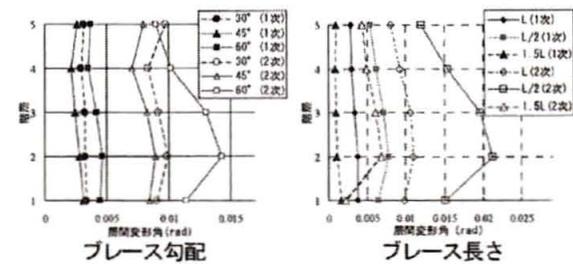


図4 層間変形角