

# 拡幅した通しダイアフラム形式によるCFT側柱とフラットプレート接合部の水平加力実験

## A Loading Test on a CFT Column-Flat Plate Junction Composed of a Wide Through-Diaphragm with Rib Plates under Lateral Forces

持田 哲雄\*1

中山 信雄\*2

伊藤 利明\*3

### 梗概

建物外周に配置された4本のCFT柱とフラットプレートで構成されるフラットプレート免震架構を開発するため、拡幅した通しダイアフラムとリブプレートによる新しい接合方式を考案した。1/2縮尺試験体による水平加力実験の結果、この新しい接合方式によるフラットプレート免震架構が安定した復元力特性を有することが明らかとなった。また、実験結果に基づいて、水平力に対するフラットプレートの有効幅や、パンチングシヤ耐力の評価方法を提案した。

キーワード：フラットプレート，CFT，通しダイアフラム，有効幅，パンチングシヤ，免震

### Summary

A new junction with wide diaphragms and rib plates of CFT column-flat plate structures was originated to realize a base isolated flat plate structure built of four CFT columns. Loading tests on the new junction of the structure were carried out to examine the structural performance under lateral forces with a 1/2 scaled model specimen. Test results proved that the base isolated flat plate structure with the new junction exhibited enough restoring characteristics against earthquake forces. Useful estimating methods of the effective width and the punching shear strength of the flat plate structure were proposed based on the test results.

Keywords: Flat Plate, CFT, Wide Diaphragm, Effective Width, Punching Shear, Base Isolation

## 1 はじめに

CFT柱とフラットスラブあるいはフラットプレートによる架構形式は、梁型が室内に出ないことにより室内の有効容積を大きくとれるため、倉庫や地下駐車場の躯体等として広く使われている。また、最近、こうした架構形式を、建物内部に配置したコア壁と外周柱より構成される建物の主架構として利用する方法が提案されている<sup>1)</sup>。

これらの建物では、地震時水平力の多くを建物外周部に配置した耐震壁や、建物内部のコア壁に負担させるため、骨組架構に要求される水平耐力や変形性能は比較的小さく、CFT柱とフラットスラブあるいはフラットプレートとの接合部の構造も簡単なものとなっている<sup>1)~3)</sup>。

これに対し、今回対象とした建物は、建物外周部に配置された4本のCFT柱とフラットプレートで構成された地上12階建ての集合住宅であり<sup>4)</sup>(Fig.1)、他に耐震要素が無く、建物に作用する水平力の全てをこの骨組架構で負担することになる。このため、基礎免震構造を採用することにより、地震入力の低減を図るとともに、CFT柱とフラットプレートの接合部



Fig.1 対象建物外観図  
Outline View of a Target Structure

\*1 技術研究所 主任研究員

\*2 東京本店設計部 副部長

\*3 東京本店設計部 課長代理

に十分な剛性と耐力および変形性能を付与することが必要となる。

こうした設計上の課題に対する解決策として、拡幅した通しダイアフラムとリブプレートによるCFT柱とフラットプレートとの新しい接合方式を考案し、1/2縮尺試験体による水平加力実験により、本フラットプレート免震架構の復元力特性を検証した。本報告は、この水平加力実験結果の概要と、実験結果に基づいて検討したフラットプレートの有効幅とパンチングシヤー耐力の評価方法について述べたものである。

## 2 実験計画

### 2.1 試験体

Fig.2に試験体の形状寸法を示す。試験体は、建物外周部のCFT柱とフラットプレートから構成されるト字形の部分架構モデルであり、縮尺を1/2とした。フラットプレートの厚さは250mmである。CFT柱とフラットプレートの接合部は、拡幅した上下の通しダイアフラムとリブプレートで構成されており、上下ダイアフラムの間にリブプレートを45度間隔に配置し、これをダイアフラムとCFT鋼管に隅肉溶接した。ダイアフラムとリブプレートには、スラブとの応力伝達を図るため、頭付きスタッド9.5φ×40を溶接した。CFT鋼管には、一般構造用炭素鋼鋼管406.4φ×7.9(STK400)を、また、ダイアフラムおよびリブプレートにはPL-6(SS400)を使用した。ダイアフラムには柱中心と支点中心を結ぶ加力軸に平行に単軸ひずみゲージ(Fig.9, Fig.4)を、また、リブプレートには3軸ひずみゲージ(Fig.10)を貼付した。

スラブ配筋は上下ともD13@75mmとしたが、柱幅内のスラブ筋は、柱手前で鉛直方向にU字型の折り曲げ加工を施しており、鋼管を貫通していない。また、リブプレートには予め小径の貫通孔を設けておき、柱近傍のスラブ筋をこれに通した。U字型に折り曲げたスラブ筋は、折り曲げ部のコンクリートの支圧と直線部の付着により上下ダイアフラム間のコンクリートに定着され、このコンクリートとダイアフラムおよびリブプレート間の応力伝達は、これらの鋼板に溶接した頭付きスタッドによりなされる。こうした応力伝達性状を確認するため、ダイアフラム近傍のスラブ筋にひずみゲージ(Fig.4)を貼付した。また、剛性急変部のスラブのパンチング破壊を防止するため、ダイアフラムとの境界部に、せん断補強筋としてD6@150のX形配筋を施した。Table 1に、鋼板と鉄筋の引張試験結果を示す。

スラブコンクリートの打設に当たっては、上側ダイアフラム下15mm程度でコンクリートを打ち止め、翌日、ダイアフラム下部の空隙に無収縮モルタルを充填した。これは、コンクリート打設時の気泡やコンクリートのブリージングにより、ダイアフラム下部に空隙や強度低下が生じることを防止するためである。Table 2にコンクリートおよび充填モルタルの圧縮試験結果を示す。

Table 1 鋼板と鉄筋の引張試験結果  
Mechanical properties of Steel Plates and Reinforcements

| 種類                | 材種     | 板厚(実測値)<br>mm | 降伏点<br>N/mm <sup>2</sup> | 引張強度<br>N/mm <sup>2</sup> | ヤング係数<br>N/mm <sup>2</sup> | 伸び<br>(%) |
|-------------------|--------|---------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------|
| ダイアフラム・リブプレートPL-6 | SS400  | 5.6           | 312                      | 465                       | 20.5 x 10 <sup>4</sup>     | 36.2      |
| CFT鋼管406.4φx7.9   | STK400 | 7.6           | 398                      | 478                       | 21.2 x 10 <sup>4</sup>     | 34.0      |
| スラブ筋D13           | SD295A | —             | 368                      | 531                       | 20.0 x 10 <sup>4</sup>     | 26.4      |
| せん断補強筋D6          | SD295A | —             | 363                      | 470                       | 18.1 x 10 <sup>4</sup>     | 30.3      |

Table 2 コンクリートおよび充填モルタルの圧縮試験結果  
Compressive Test Results of Concrete and Grouting Mortar

| 種類        | 実験種類  | 圧縮強度<br>N/mm <sup>2</sup> | 最大耐力時<br>ひずみ            | ヤング係数<br>N/mm <sup>2</sup> | 密度<br>kg/m <sup>3</sup> |
|-----------|-------|---------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|
| CFTコンクリート | 曲げ加力  | 48.9                      | 2310 x 10 <sup>-6</sup> | 3.66 x 10 <sup>4</sup>     | 2358                    |
|           | せん断加力 | 49.7                      | 2330 x 10 <sup>-6</sup> | 3.67 x 10 <sup>4</sup>     | 2363                    |
| スラブコンクリート | 曲げ加力  | 30.8                      | 1636 x 10 <sup>-6</sup> | 3.00 x 10 <sup>4</sup>     | 2274                    |
|           | せん断加力 | 32.1                      | 1743 x 10 <sup>-6</sup> | 3.06 x 10 <sup>4</sup>     | 2271                    |
| 充填モルタル    | 曲げ加力  | 49.5                      | 3349 x 10 <sup>-6</sup> | 2.19 x 10 <sup>4</sup>     | 2149                    |
|           | せん断加力 | 55.8                      | 3981 x 10 <sup>-6</sup> | 2.26 x 10 <sup>4</sup>     | 2141                    |

## 2.2 加力方法

水平加力実験は、同一試験体を用いて2段階で実施した。すなわち、第1段階の曲げ加力実験では、実建物のせん断スパン長さを想定したスラブ位置に支点を設定し、層間変形角 $R=10/1000$ までの正負交番繰り返し载荷により、地震時の復元力特性を検証することとした。加力サイクルは、 $R=1/1000$ 、 $2.5/1000$ 、 $5/1000$ でそれぞれ2回の正負交番载荷を、また、 $R=10/1000$ では5回の正負交番载荷を行うよう計画した。水平力は、層の中間高さに相当する柱位置の一方（下部）をピン支持し、他方（上部）に油圧ジャッキを取り付けることにより载荷した。スラブ支点には、Fig.2に示すスライド機構を設置し、支点をピン・ローラーの支持機構とした。支点の加力プレート幅は柱幅と同程度とした。加力方向は、スラブ上面に引張力が生じる方向を正方向とした。

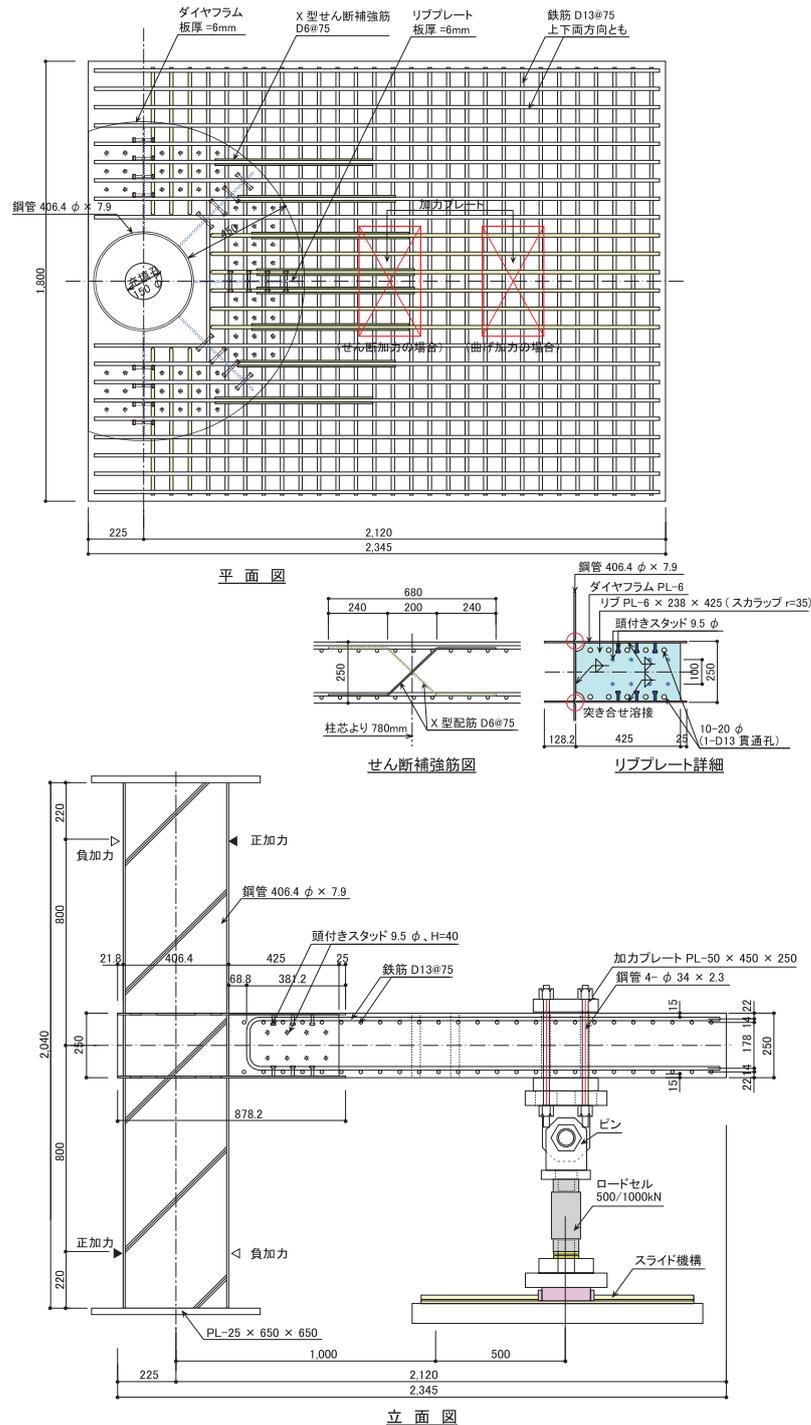


Fig.2 試験体形状寸法  
Shape and Dimensions of 1/2 scaled Test Specimen

次に、第2段階のせん断加力実験では支点を柱側に移動し、せん断スパン長さを曲げ加力実験時の2/3として、正方向単調載荷によりパンチングシヤー耐力を確認することとした。

### 3 実験結果

#### 3.1 曲げ加力実験結果

Fig.3に第1段階の曲げ加力実験におけるフラットプレートの材端モーメント $M_j$ と層間変形角 $R$ の関係を示す。 $M_j$ は支点反力 $Q_v$ と支点から柱中心までの距離( $l/2 = 1500\text{mm}$ )の積として算定した。スラブの曲げひび割れは、正加力時においては、 $R = 1.5/1000$ でダイアフラムよりやや離れたスラブ上面とダイアフラム際に生じ、荷重の増加とともに、スラブ幅全域と柱側に向かって進展した。負加力時においては、 $R = -1.6/1000$ でダイアフラム先端よりやや柱側のスラブ下面に曲げひび割れが発生し、以降、徐々にスラブ幅全域と柱側およびスラブ支点側に向かって進展した。

曲げ加力実験では、最大層間変形角として $R = 10/1000$ を目標としたが、加力装置のガタ等のため、最大層間変形角は $8.5/1000$ 程度となった。実建物を想定した部分架構モデルは、 $R = 8.5/1000$ まで安定した復元力特性を示している。また、Fig.4より、スラブ筋の引張力は頭付きスタッドを介してダイアフラムに十分に伝達されていることがわかる。

#### 3.2 せん断加力実験結果

Fig.5に第2段階のせん断加力実験におけるフラットプレートの材端モーメント $M_j$ と層間変形角 $R$ の関係を示す。 $M_j$ は、曲げ加力実験と同様に、支点反力 $Q_v$ と支点から柱中心までの距離( $l/2 = 1000\text{mm}$ )の積として算定した。Fig.6にスラブ上面と側面の最終ひび割れ状態を示す。ここでは、曲げ加力実験時に生じたひび割れを破線

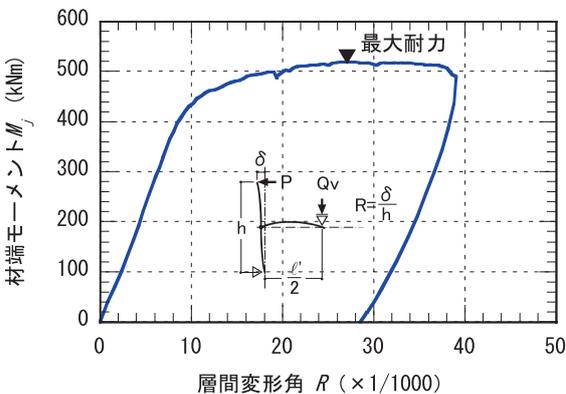


Fig.5 材端モーメントと層間変形角 (せん断加力実験)  
Relationship between Moment and Story Drift Angle at 2nd Loading Stage

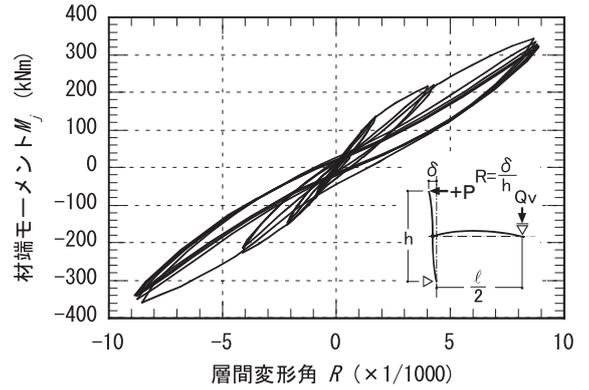


Fig.3 材端モーメントと層間変形角 (曲げ加力実験)  
Relationship between Moment and Story Drift Angle at 1st Loading Stage

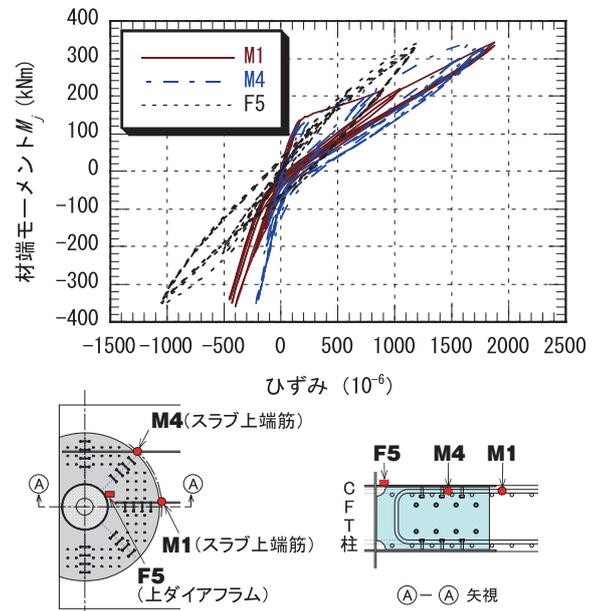


Fig.4 スラブ筋とダイアフラムのひずみ (曲げ加力実験)  
Strain of Reinforcement around Circular Diaphragm and Strain of Diaphragm at 1st Loading Stage

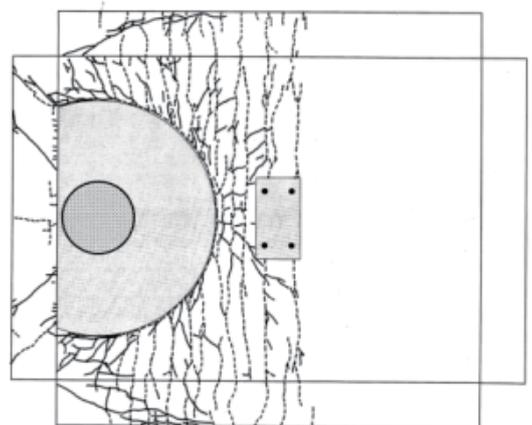


Fig.6 最終ひびわれ状況 (スラブ上面および側面)  
Crack Pattern after Punching Shear Failure

で、また、せん断加力実験時に生じたひび割れを実線で示した。Photo 1にダイアフラム側面の最終破壊状況を示す。

$R=12/1000$ において、柱裏面スラブに、柱際辺りからねじりによると思われるハの字型の斜めひび割れが発生し、最大耐力時 ( $R=27/1000$ ) においては、スラブ上面のダイアフラム近傍に斜めひび割れが多数発生した。この後、耐力を保持しながら変形が進み、 $R=39/1000$ で、柱側面スラブに大きな斜めひび割れが進展し、耐力の保持が困難となった。こうした状況から判断して、破壊モードは、柱側面スラブのねじりひび割れの進展によるパンチングシヤー破壊と考えられる。なお、最大耐力時の材端モーメントは、曲げ加力時のそのの1.5倍である。



Photo 1 最終破壊状況  
Side View after Punching Shear Failure

#### 4 フラットプレートの有効幅

水平力をうけるフラットプレート架構の有効幅については、これまでも実験時の荷重-変形関係に基づく実測結果の報告<sup>5)~8)</sup>や解析的研究<sup>9), 10)</sup>がなされているが、架構の特性を反映した一般的な評価方法は未だ確立されていない。その理由として、通常のフラットプレート架構は、比較的早期に架構の剛性低下をきたすことが一因と考えられる。

これに対し本フラットプレート架構は、接合部が拡幅した通しダイアフラムとリブプレートで構成されており、水平力の作用に対して、ラーメン材的な挙動を示すことが期待できる。

Fig.7に、接合部を剛接合としたCFT柱・フラットプレート部分架構の線材置換モデルを示す。CFT柱の部材剛度とヤング係数をそれぞれ $K_c, E_c$ 、また、有効幅を考慮したフラットプレートの部材剛度を $K_s$ 、ヤング係数を $E_s$ とすると、曲げ理論による架構の弾性剛性 $K_0$ は、次式で表される。

$$K_0 = \frac{M_A}{R} = \frac{1}{\frac{1}{3E_s K_s} + \frac{1}{6E_c K_c}} \quad (1)$$

ここに、 $M_A$ は節点Aにおけるフラットプレートの材端モーメント、 $R$ は層間変形角である。

いま、フラットプレート内に柱幅 $D$ と同幅の梁を想定し、曲げ変形に対する有効幅の評価に、T形断面部材のラーメン材の場合に対するRC規準<sup>11)</sup>の有効幅算定式を適用すると、フラットプレートの有効幅 $B$ は次式で表される。

$$\left. \begin{aligned} B &= D + 2b_a \\ \frac{a}{l} \leq 0.5 \text{ の場合} & \quad b_a = \left( 0.5 - 0.6 \frac{a}{l} \right) a \\ \frac{a}{l} \geq 0.5 \text{ の場合} & \quad b_a = 0.1l \end{aligned} \right\} (2)$$

ここに、 $a$ はフラットプレート試験体全幅から柱幅 $D$ を除いた長さとし、 $l$ はフラットプレート架構のスパンとする。

Table 3に(2)式により計算した曲げ加力実験時のフラットプレートの有効幅と部材剛度、および、CFT柱の部材剛度と、これらの部材剛度を用いて(1)式により計算した架構の弾性剛性と初期剛性の評価結果を示す。フラットプレートの部材剛度は、幅が有効幅 $B$ 、厚さがフラットプレート厚と等しいコンクリート断面として評価した。CFT柱の部材剛度は鋼管断面をコンクリート断面に換算し、充填コンクリートとともに評価した。 $E_s, E_c$ は、それぞれ、スラブおよびCFT充填コンクリートの曲げ加力実験時のヤング係数(Table 2)である。また、初期剛性の評価結果は、フラットプレートに曲げひび割れが発生する以前(層間変形角 $R=1.5/1000$ 以下)の材端モーメント-層間変形角

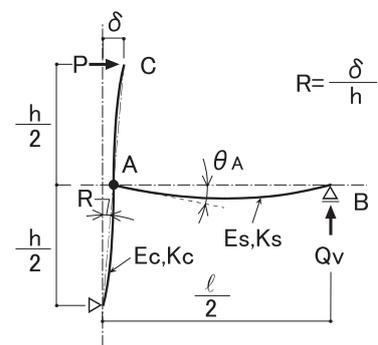


Fig.7 CFT柱・フラットプレート架構の線材置換モデル  
Partial Frame Model by Beam Theory

Table 3 部分架構モデルの弾性剛性と初期剛性の比較  
Comparison between Elastic Stiffness by Beam Theory and the Evaluated Initial Stiffness

| フラットプレート        |                                  | CFT柱                             | 弾性剛性<br>$K_0$<br>(kNm) | 初期剛性<br>$K_i$<br>(kNm) | $K_i/K_0$ |
|-----------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------|------------------------|-----------|
| 有効幅 $B$<br>(mm) | 部材剛度 $K_s$<br>(mm <sup>3</sup> ) | 部材剛度 $K_c$<br>(mm <sup>3</sup> ) |                        |                        |           |
| 1,023           | 0.888x10 <sup>6</sup>            | 2.808x10 <sup>6</sup>            | 7.08 × 10 <sup>4</sup> | 7.42 × 10 <sup>4</sup> | 1.05      |

関係より、最小自乗法で評価した正負曲げ加力時の初期剛性の平均とした (Fig.8)。

初期剛性と弾性剛性の計算値とは5%の誤差で一致しており、本架構の有効幅の算定に、T形断面部材のラーメン材に対するRC規準の有効幅の算定式が適用できることを示している。なお、この有効幅は柱幅の2.5倍に相当する。

### 5 パンチングシャー耐力

#### 5.1 終局伝達モーメントの評価方法

ここでは、終局伝達モーメント $M_0$ を (3) 式のように、RC造のフラットプレート接合部<sup>11)</sup>に準じて、ダイアフラムの曲げ抵抗により伝達されるモーメント成分 $M_D$ 、リブプレートの負担せん断力により伝達されるモーメント成分 $M_R$ 、および、スラブのねじりにより伝達されるモーメント成分 $M_T$ の和で評価し、各伝達モーメント成分を最大耐力時のひずみ計測結果あるいはねじりひび割れ耐力に関する完全塑性理論に基づいて算定する。

$$M_0 = M_D + M_R + M_T \quad (3)$$

##### (1) ダイアフラムの曲げ抵抗により伝達されるモーメント成分 $M_D$

Fig.9に最大耐力時における柱前面ダイアフラムの軸方向応力度分布を示す。ダイアフラムの軸方向応力度は、加力軸方向に平行に貼付したひずみゲージによる計測結果と鋼材の引張試験結果に基づいて評価した。ダイアフラム上面の引張応力度については、やや不自然な応力度分布を呈しているが、ダイアフラム下面の圧縮応力度については、加力軸上で降伏点に達し、加力軸から離れるにしたがって応力度が減少する自然な分布を示している。図中の実線は、ダイアフラム下面の応力度分布を2次多項式で回帰した結果である。

いま、終局伝達モーメント成分算定時のダイアフラム表面の応力度分布 $\sigma(x)$ としてこの回帰式を用い、このときのダイアフラムの有効幅 $B_D$ を (4) 式で定義すると、 $M_D$ は (5) 式で算定できる。

$$B_D = \frac{2}{\sigma_{yD}} \int_0^{l_D} \sigma(x) dx \quad (4)$$

$$M_D = \frac{\sigma_{yD}}{6T} B_D \{T^3 - (T-2t)^3\} \quad (5)$$

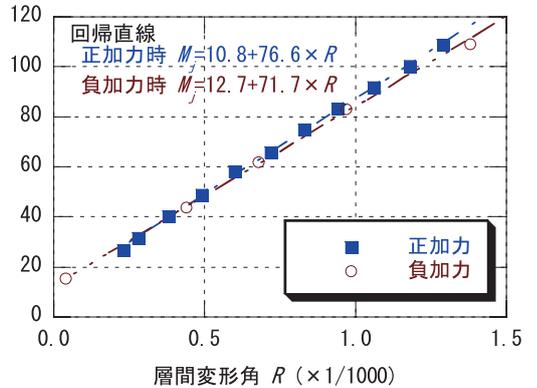
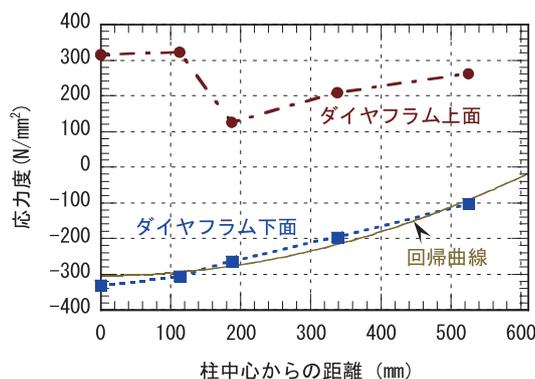


Fig.8 曲げ加力時の初期剛性  
Evaluation of the Initial Stiffness by Linear Regression Analysis at 1st Loading Stage

Fig.9 最大耐力時における柱前面ダイアフラムの軸方向応力度分布 (せん断加力実験)  
Stress Distribution in Loading Direction on the Surface of Diaphragm at Maximum Load of 2nd Loading Stage

ここに、 $\sigma_{yd}$ ：ダイアフラムの降伏点、 $l_d$ ：柱前面のダイアフラム幅の1/2 (610mm)、 $T$ ：フラットプレート厚 (上下ダイアフラムの外寸法)、 $t$ ：ダイアフラム厚。

上式より、 $B_D=816$  mm、 $M_D=340.7$ kNが得られる。なお、この有効幅 $B_D$ の大きさは、柱幅 $D$ の2倍に相当する。

(2) リブプレートの負担せん断力により伝達されるモーメント成分 $M_R$

Fig.10にCFT柱近傍におけるリブプレート高さ中央のせん断ひずみ $\gamma$ の測定結果を示す。 $\gamma$ は3軸ゲージによるリブプレートの垂直断面におけるせん断ひずみ成分であり、これがリブプレート高さ方向に一定として、リブプレートの負担せん断力 $Q_{rib}$ を次式で評価する。

$$Q_{rib} = G\gamma A_{rib} \quad (6)$$

ここに、 $G$ ：リブプレートのせん断弾性係数、 $A_{rib}$ ：リブプレートの垂直断面積である。

いま、加力軸方向に配置されたリブプレートの負担せん断力を $Q_{rib}(0)$ 、加力軸に対して45度方向に配置されたリブプレートのそれを $Q_{rib}(45)$ とすると、 $M_R$ は、CFT柱の外径を $D$ として(7)式で与えられる。最大耐力時におけるせん断ひずみの測定結果を用い、(6)、(7)式により $M_R$ を算定すると、 $M_R=59.3$ kNmが得られる。なお、 $G$ はポアソン比を0.3としてリブプレートの引張試験結果 (Table 1) より評価した。

$$M_R = \{Q_{rib}(0) + Q_{rib}(45)\} \times \frac{1}{2} D \quad (7)$$

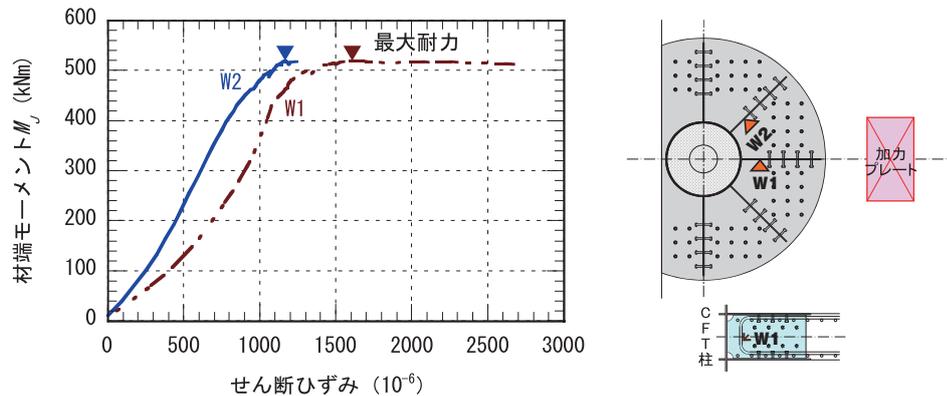


Fig.10 リブプレートのせん断ひずみ (せん断加力実験)  
Shear Strain of Rib Plates at 2nd Loading Stage

(3) スラブのねじりにより伝達されるモーメント成分 $M_T$

長方形断面材のねじりひび割れ耐力に関する完全塑性理論によると、柱両側面スラブのねじりにより柱に伝達されるモーメント $M_T$ は(8)式で与えられる<sup>12)</sup>。

$$M_T = LS^2 \left(1 - \frac{1}{3} \frac{S}{L}\right) \tau_{cp} \quad (8)$$

ここに、 $S$ はスラブ厚、 $L$ はねじれに対するスラブの有効幅、 $\tau_{cp}$ はねじりひび割れ耐力である。

RC梁部材のねじりひび割れ耐力に関する既往の研究によれば、初斜めひび割れが発生するときの平均的な応力度が、完全塑性理論による場合、SI単位系に換算して(9)式で与えられることが示されている<sup>13)</sup>。

$$\tau_{cp} = 0.38\sqrt{\sigma_B} \quad (9)$$

ここに、 $\sigma_B$ はコンクリートの圧縮強度 (N/mm<sup>2</sup>) である。

いま、ねじれに対するスラブの有効幅 $L$ として、終局時に斜めひび割れが大きく進展したダイアフラム先端から背面までのスラブ長さ 878mmを、また、 $S$ としてダイアフラムを除いたコンクリートの厚さをとると、(8)、(9)式より、スラブのねじりにより伝達されるモーメント成分 $M_T$ は98.0kNmとなる。なお、この柱側面スラブのねじりモーメントは、柱側面の上下ダイアフラムを介して柱に伝達されると考えられる。

## 5.2 終局伝達モーメントとパンチングシヤー耐力

Table 4に、以上のような方法で算定した終局伝達モーメントの各成分とこれらの和で評価した終局伝達モーメント $M_0$ 、および、パンチングシヤー耐力の実験結果 $M_{max}$ を示す。両者は良く一致していることがわかる。これは、拡幅した通しダイアフラムとリブプレートによる本フラットプレート架構のパンチングシヤー耐力が、(3)式のように、ダイアフラムの曲げ抵抗およびリブプレートの負担せん断力による伝達モーメントと、スラブのねじりによる伝達モーメントの和で評価できることを示している。また、スラブのねじりによる伝達成分については、ねじりひび割れ耐力に関する完全塑性理論において、ねじりに対するスラブの有効幅として、ダイアフラム先端から背面までのスラブ長さをとることにより評価できると考えられる。

なお、ダイアフラムとリブプレートから伝達されるモーメントは、終局伝達モーメントの80%を占めており、拡幅した通しダイアフラム形式がパンチング破壊の防止に関して有効な構造であることを示している。

Table 4 終局伝達モーメントとパンチングシヤー耐力  
Comparison between Estimated Maximum Moment and Test Result

| 終局伝達モーメント (kNm) |       |       |       | パンチングシヤー<br>耐力 $M_{max}$ (kNm) | $M_{max} / M_0$ |
|-----------------|-------|-------|-------|--------------------------------|-----------------|
| $M_D$           | $M_R$ | $M_T$ | $M_0$ |                                |                 |
| 340.7           | 59.3  | 98.0  | 498.0 | 518.8                          | 1.04            |

## 6 まとめ

建物外周に配置された4本のCFT柱とフラットプレートで構成される免震架構を実現するため、拡幅した通しダイアフラムとリブプレートによる新しい接合方式を考案し、1/2縮尺試験体を用いた水平加力実験により架構の復元力特性を明らかにした。この結果、得られた知見をまとめると以下ようになる。

- ①本フラットプレート免震架構は、層間変形角 $R=8.5/1000$ まで安定した復元力特性を示しており、接合部のパンチングシヤー破壊は先行しない。
- ②本架構のフラットプレートの有効幅の算定に、T形断面部材のラーメン材に対するRC規準の有効幅の算定式が適用できる。
- ③水平力に対する本架構のパンチングシヤー耐力は、ダイアフラムの曲げ抵抗およびリブプレートの負担せん断力による伝達モーメントと、スラブのねじりによる伝達モーメントの和で評価することができる。
- ④ダイアフラムとリブプレートから伝達されるモーメントは、終局伝達モーメントの80%を占めており、拡幅した通しダイアフラム形式は、フラットプレート架構のパンチング破壊の防止に関して有効な構造である。

## 参考文献

- 1) 佐藤宏貴, 島崎和司: CFT柱-フラットプレート接合部の水平力-変形関係, 日本建築学会構造系論文集, 第590号, pp.145-152, 2005年4月
- 2) 平出 亨, 岡本晴彦, 大島基義, 高橋賢司: 鋼管柱に接続されたフラットスラブの力学性状に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.14, No.2, pp.741-746, 1992年
- 3) 平出 亨, 岡本晴彦, 大島基義, 高橋賢司: 鋼管コンクリート柱と鉄筋コンクリートフラットスラブ間の曲げモーメントの伝達機構, 竹中技術研究報告, 第49号, pp.49-59, 1994年5月
- 4) 中山信雄, 伊藤利明, 持田哲雄, 井上孝之: CFTフラットプレート免震構造による集合住宅の設計・施工, コンクリート工学, Vol.46, No.3, 2008年3月
- 5) 狩野芳一, 吉崎征二: フラットプレート構造の柱-スラブ接合部に関する研究, その1 水平荷重を受ける接合部の実験, 日本建築学会論文報告集, 第288号, pp.39-47, 1980年2月
- 6) 東 洋一, 小森清司, 時田幸男: 鉄筋コンクリートフラットスラブ構造の水平加力時における弾塑性性状に関する実験的研究(その2 実験結果の検討), 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.1243-1244, 1974年
- 7) 中澤春生ほか: 梁型配筋を施したフラットプレート構造架構の構造特性(その2 実験結果の考察), 日本建築学会大会学術講演梗概集C-2, pp.407-408, 2003年
- 8) 室屋哲也ほか: 壁柱・プレストレストフラットプレート架構の力学性状に関する研究, 日本建築学会大会学術

講演梗概集C-2, pp.717-718, 1997年

- 9) 村上陽一郎, 佐藤龍生: フラットプレート構造に関する研究 (その1 応力解析), 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.1245-1246, 1974年
- 10) 菊池重昭: フラットプレート構造の柱・スラブ間のモーメント伝達について (その7), 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.1575-1576, 1979年
- 11) 日本建築学会: 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説-許容応力度設計法, 1999年
- 12) 小阪義夫, 森田司郎: 鉄筋コンクリート構造, pp.276-277, 丸善株式会社, 1975年
- 13) 日本建築学会: 鉄筋コンクリート終局強度設計に関する資料, pp.160, 1987年