

コア壁—フラットプレート接合部に関する実験的研究  
その5 復元力特性の検討

接合部 コア壁 フラットプレート  
応力伝達機構 振り耐力 復元力特性

正会員 〇綿貫 裕基\*  
同 五十嵐 泉\*\*  
同 島崎 和司\*\*\*

1. はじめに

本報(その5)では、前報(その4)に示した実験結果を用い、応力伝達機構の検討、最大耐力の算定と復元力特性を検討する。

2. ひずみ分布

壁近傍におけるスラブ筋ひずみゲージ位置を図1に、正方向最大耐力時における上端軸方向筋ひずみ分布を図2に示す。パラメータに関係なく、壁中央部ほどひずみが小さい傾向にあった。高強度鉄筋を用いた試験体は、スラブ筋が降伏ひずみに達する前に最大耐力を迎えた。①の位置のひずみにおいて、全面有りの場合は降伏ひずみに達しているが、前後面なしの場合はほぼ0であり、壁より外側の軸方向筋は効いていないことがわかる。前後面で曲げ破壊したNo9, No10は③の位置で降伏ひずみに達していないことから、曲げ破壊したことで側面スラブに作用する振り力が小さくなっていると考えられる。No9, No10の①、②のひずみを見ると、前後面スラブにおける軸方向筋量を多くしたNo10も降伏していることがわかる。

側面スラブ最端部におけるひずみゲージ位置を図3に、ひずみ分布を図4に示す。側面固定の試験体はA列、No11はB列、No12はC列が最端部における曲げ方向筋ひずみゲージ位置である。軸方向筋ひずみは、側面端部ほど小さく、振り力を負担しなくなることがわかる。曲げ方向筋ひずみは、軸方向筋と違い端部においても大きい値となっており、側面スラブ端部へいくほど振り主体から曲げ主体に移行すると考えられる。

3. 応力伝達機構

前報(その4)の実験結果より、応力伝達機構の推定モデルを図5に示す。壁に振りモーメントが作用すると、前後面スラブの曲げ要素(B領域)と側面スラブの振り要素(T領域)、曲げと振り抵抗が軸方向筋ひずみ分布より、振りスラブ内に振り有効な幅と中央部に振りに有効でない領域が存在すると考えられる。想定した振り有効幅は壁端部から2000 $\mu$ を下回る位置までの幅とし、表1に示す。M領域内において、危険断面は壁端部から45°方向に外側へ進展するとし、軸方向筋が働く区間を振り抵抗幅とした。危険断面に接触した力は分割され、振り要素と曲げ要素へそれぞれ伝達するとし、危険断面に接触しない力はそのままの方向に伝達するとする。図2の①、②の軸方向筋が効いているため、この断面に軸方向筋による曲げモーメントが作用していると考えられる。この

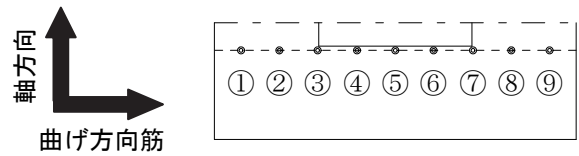


図1 ひずみゲージ位置

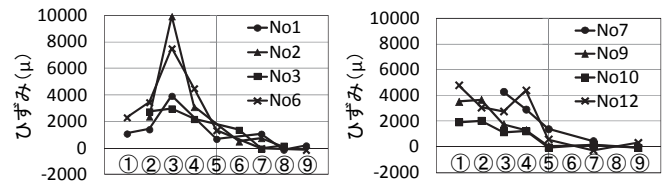


図2 軸方向筋ひずみ分布

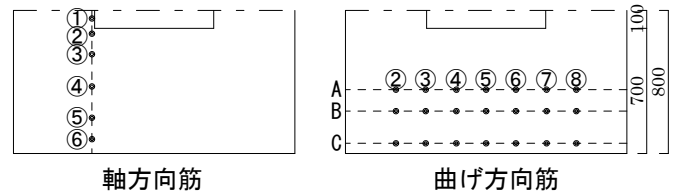


図3 側面スラブ最端部におけるひずみゲージ位置

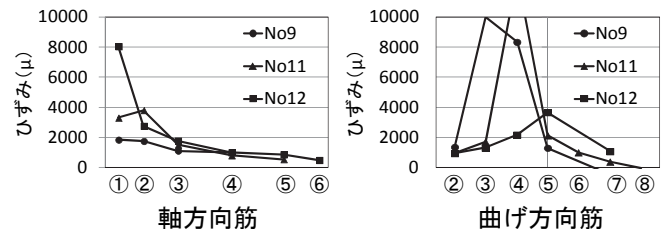


図4 側面スラブ最端部におけるひずみ分布

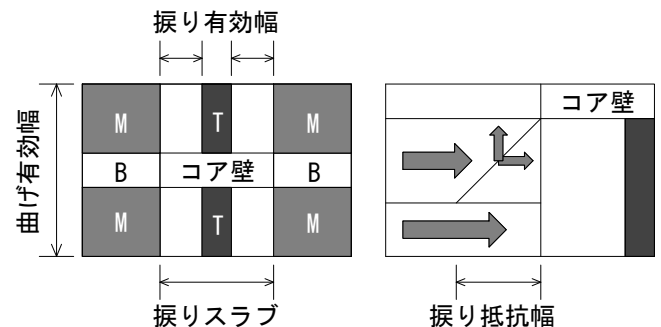


図5 抵抗要素

曲げモーメントのせん断力を付加せん断力と仮定すると、軸方向筋量が多いほど付加せん断力は大きくなると考えられる。この付加せん断力は前後面スラブへ伝達し、パンチングシア破壊を誘発させる。

#### 4. 最大耐力の算定

前記の応力伝達機構をもとに最大耐力を(1)式により算定する。

$$M = M_t + M_u \quad [kNm] \quad (1)$$

振りモーメント  $M_t$  は金・中塾らによる(2)式<sup>1)</sup>、終局曲げモーメント  $M_u$  はRC規準式<sup>2)</sup>である(3)式を用いる。

$$M_t = 3(C_1 + d)h^2 \sqrt{F_c} + 0.72 \frac{(C_1 + d)d_1 A_t f_y}{s} \quad [kNm] \quad (2)$$

ここで、 $C_1$ : 壁長(mm)、 $d$ : スラブ有効せい(mm)、 $h$ : スラブ厚さ(mm)、 $F_c$ : コンクリートの設計規準強度( $N/mm^2$ )、 $d_1$ : 曲げ方向筋の芯芯距離(mm)、 $A_t$ : 引張側の軸方向筋総断面積( $mm^2$ )、 $f_y$ : スラブ筋の降伏強度( $N/mm^2$ )、 $s$ : 曲げ方向筋の間隔である。また、本報では、 $C_1$ を得られた有効幅とした。

$$M_u = 0.9 a_t \sigma_y d \quad [kNm] \quad (3)$$

ここで、 $a_t$ : 前後スラブにおける軸方向筋の引張側鉄筋の総断面積( $mm^2$ )、 $\sigma_y$ : スラブ筋の降伏強度( $N/mm^2$ )、 $d$ : スラブ有効せい(mm)とした。

実験値と算定結果の比較を図6に示す。普通鉄筋を用いた試験体は上記の算定式により比較的良い精度で算定できる。高強度鉄筋を用いた試験体は鉄筋が降伏する前に最大耐力に達していることから、コンクリートのせん断耐力で耐力が決まったと考えられる。

#### 4. 剛性の評価

剛性は図5の振り要素(T領域)と混合要素(M領域)の曲げ方向成分の和として評価する。振り要素の剛性評価を以下に示す。

1) 振りクラック耐力  $tM_c$ : 得られた有効幅を用いた弾性論による(4)式<sup>3)</sup>

$$tM_c = (t^2 b / \eta_1) \tau_u \quad [kNm] \quad (4)$$

$$\text{ここで } \eta_1 = 3.1 + 1.8 / (b/t)$$

ここで、 $t$ : スラブ厚さ(mm)、 $b$ : スラブ有効幅(mm)、 $\tau_u$ : クラック時のせん断応力度で2軸の応力状態を考慮しなければならないが、本報ではコンクリートの引張強度( $N/mm^2$ )とした。

2) 初期振り剛性  $K_0$ : 得られた有効幅を用いた弾性論による(5)式

$$K_0 = t^3 (b - 0.63t) G / 3 \quad [kNm / rad] \quad (5)$$

ここで、 $G$ : コンクリートのせん断弾性係数( $N/mm^2$ )とした。

3) 剛性低下率  $\alpha$ : 振れクラック後の剛性低下率は得られた有効幅を用い、Hsuによる(6)式<sup>3)</sup>

$$\alpha = 0.021 (p_v + p_l) \quad (6)$$

ここで、 $p_v$ : 軸方向筋比、 $p_l$ : 曲げ方向筋比とした。振り最大耐力は(2)式とした。混合要素における曲げ方向成分の剛性評価を以下に示す。

表1 振り有効幅

壁長 (mm)	スラブ筋 間隔 (mm)	振り 有効幅 (mm)
250	55	95
450		175
660	40	230
		280

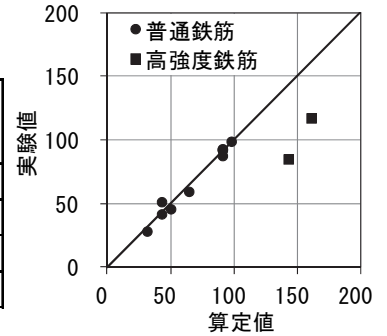


図6 最大耐力比較

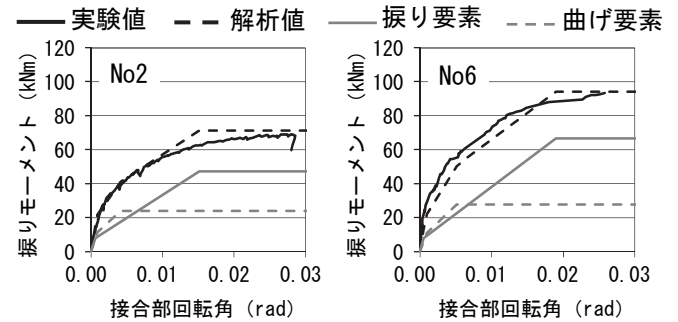


図7 復元力特性

4) 曲げクラック耐力  $M_c$ : RC規準による(7)式

$$M_c = 0.56 \sqrt{\sigma_B} Z \quad [kNm] \quad (7)$$

ここで、 $\sigma_B$ : コンクリートの圧縮強度( $N/mm^2$ )、 $Z$ : 弾性係数( $mm^3$ )とした。

5) 初期曲げ剛性  $K_0$ : RC規準による(8)式

$$K_0 = M / R = 2EI / l \quad [kNm / rad] \quad (8)$$

ここで、 $E$ : コンクリートのヤング係数( $N/mm^2$ )、 $I$ : 断面二次モーメント( $mm^4$ )、 $l$ : 部材長さ(mm)とした。

6) 剛性低下率  $\alpha_y$ : 曲げクラック後の剛性低下率はRC規準に記載されている菅野による(9)式

$$\alpha_y = (0.043 + 1.64np_t + 0.043a/d)(d/D)^2 \quad (9)$$

ここで、 $n$ : ヤング係数比、 $p_t$ : 引張鉄筋比、 $a$ : せん断スパン長さ(mm)、 $d$ : スラブ有効せい(mm)、 $D$ : スラブ厚さ(mm)とした。最大耐力は(5)式とした。

No.2, No.6の算定結果を図7に示す。両試験体とも解析値の最大耐力到達付近で多少過大評価しているが、比較的よい精度で実験結果と対応している。

#### 5. まとめ

振り有効幅を適切に設定し、ひずみ分布より想定した応力伝達機構より復元力特性を簡易な方法により比較的良い精度で推定できることを報告した。

#### 【参考文献】

- 1) 金亨基: フラットプレート構造の柱・スラブ接合部のねじりモーメントの評価 日本建築学会大会学術講演梗概集 1996年9月
- 2) 鉄筋コンクリート構造設計規準、同解説—許容応力度設計法— 日本建築学会、2010年2月
- 3) 泉満明: ねじりを受けるコンクリート部材の設計法 技報堂 1972

\*株式会社 當木工事

\*\*神奈川大学 工学部 建築学科 主任技術員

\*\*\*神奈川大学 工学部 建築学科 教授 博士(工学)

\* Atsuki Koji Corporation

\*\* Chief Technician, Kanagawa University

\*\*\* Professor, Kanagawa University, Dr. Eng.