

# RCラーメン高架橋の柱はり接合部の耐力評価

構造物技術研究部 コンクリート構造研究室

主任研究員 中田 裕喜

# 本日の発表

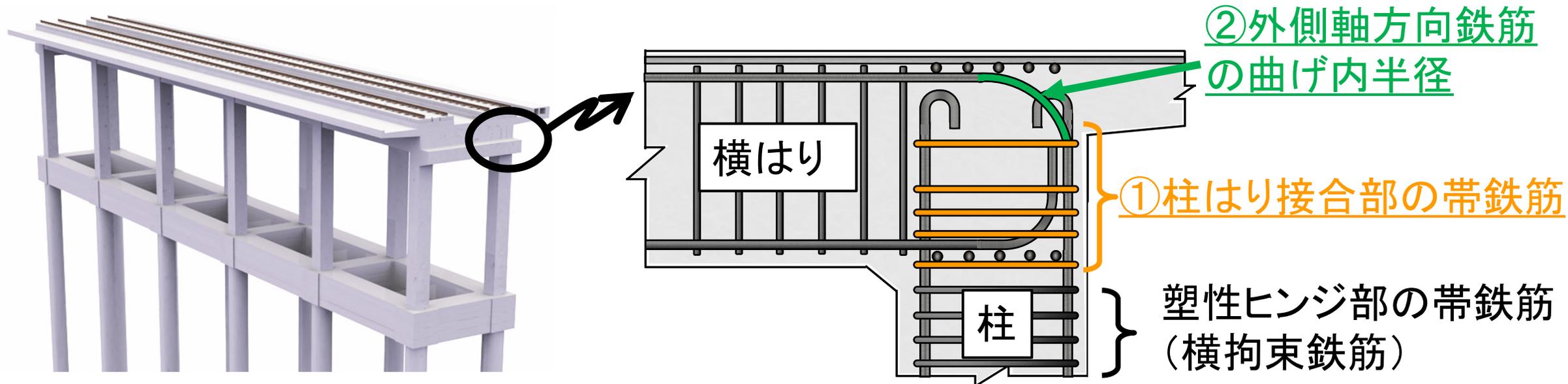
---

1. 背景と目的
2. 実験による耐力評価
3. 配筋詳細が耐力に及ぼす影響
4. 構造細目の検討
5. まとめと成果の活用

# 1. 背景と目的

## RC柱はり接合部

配筋等の構造細目を満足(照査は省略)



ラーメン高架橋

柱はり接合部の構造細目(配筋詳細)の例

① 柱はり接合部の帯鉄筋量 : 【従来】塑性ヒンジ部と同量

② 外側軸方向鉄筋の曲げ内半径 : 【従来】10φ以上(SD390まで)

φ : 外側軸方向鉄筋の直径

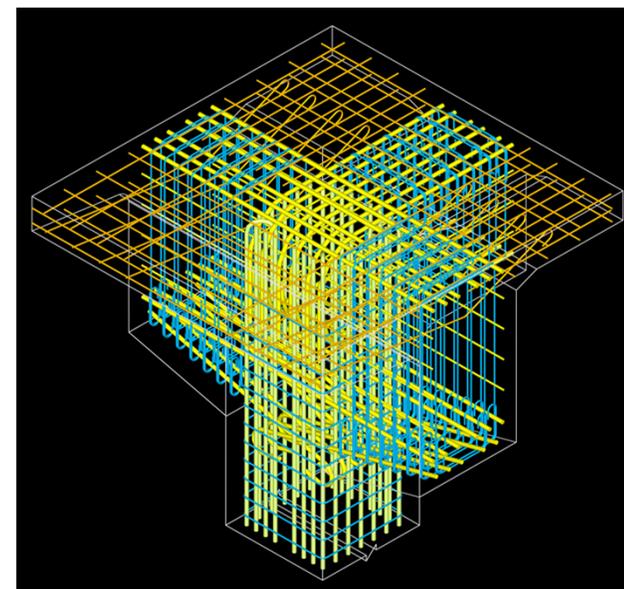
# 1. 背景と目的

- 設計で想定する地震力の増大に伴い、**過密な配筋**に
- **配筋詳細が接合部の耐力等に及ぼす影響が明らか**になっていないため、**配筋詳細の変更等が困難**
- **高強度鉄筋に対する構造細目の妥当性**

令和5年改訂コンクリート標準で、鉄筋強度の適用範囲を拡大 【軸方向鉄筋：SD390⇒SD685】

## 目的

- ☑配筋詳細が接合部の耐力に及ぼす影響を評価
- ☑柱はり接合部の構造細目を提案



接合部の配筋例

# 本日の発表

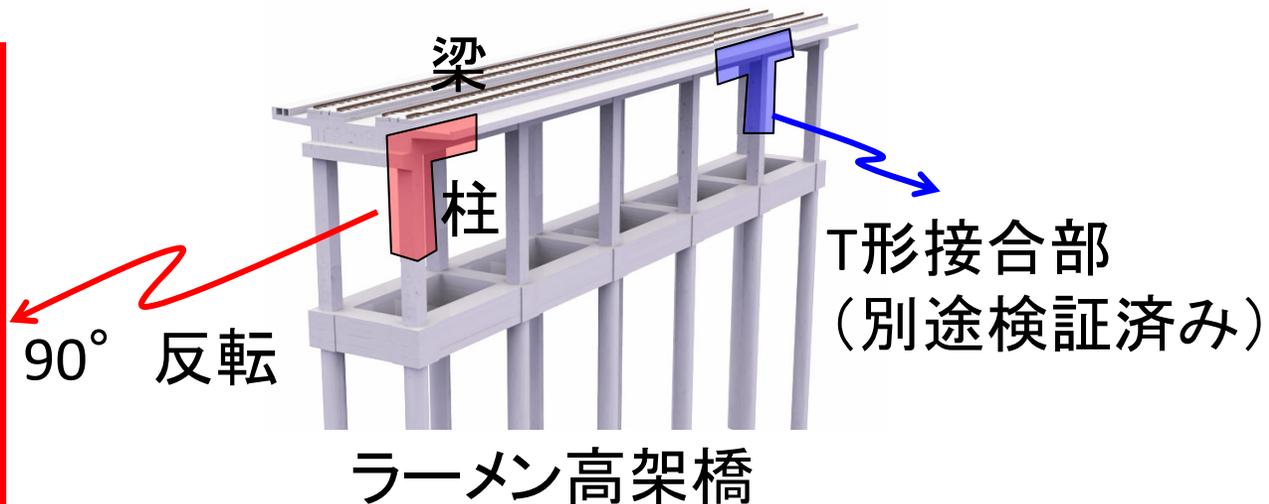
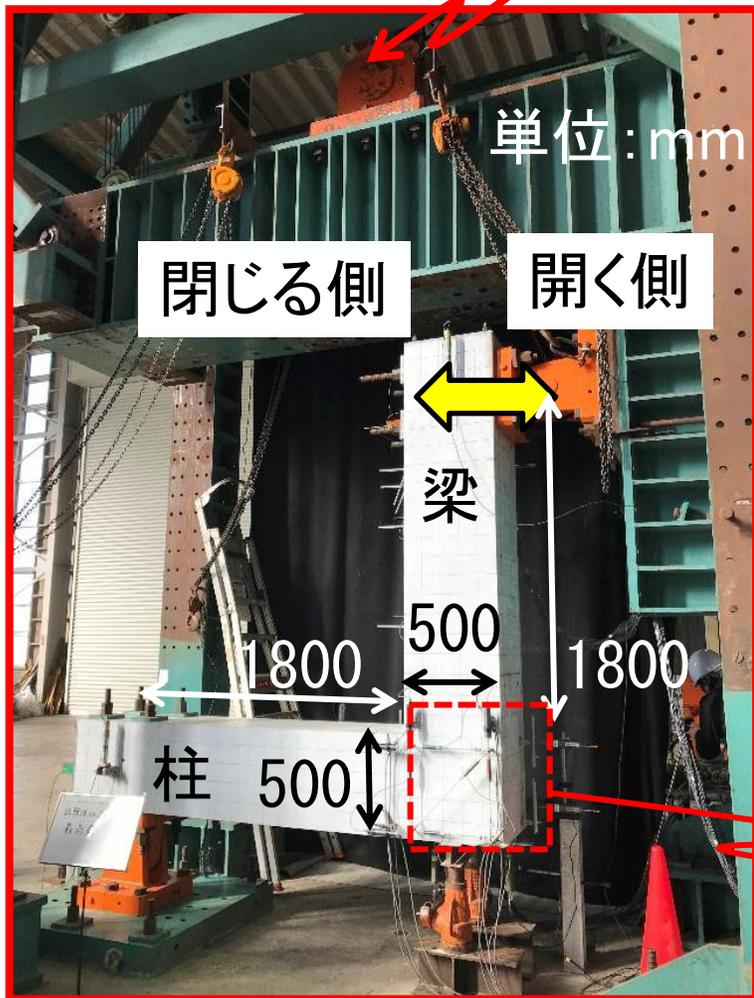
---

1. 背景と目的
- 2. 実験による耐力評価**
3. 配筋詳細が耐力に及ぼす影響
4. 構造細目の検討
5. まとめと成果の活用

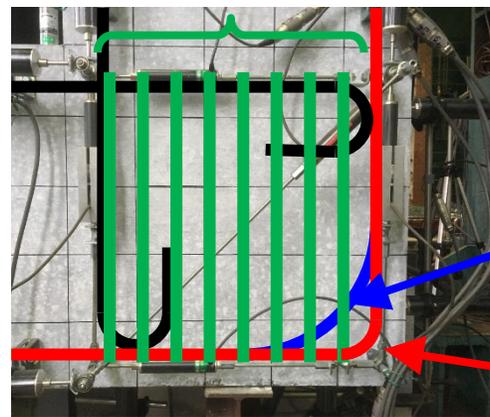
## 2. 実験による耐力評価

### 実験概要

鉛直方向変位をゼロに制御



①接合部帯鉄筋 $\rho_w$



【設計標準の細目】

10 $\phi$   $\phi$ : 鉄筋径

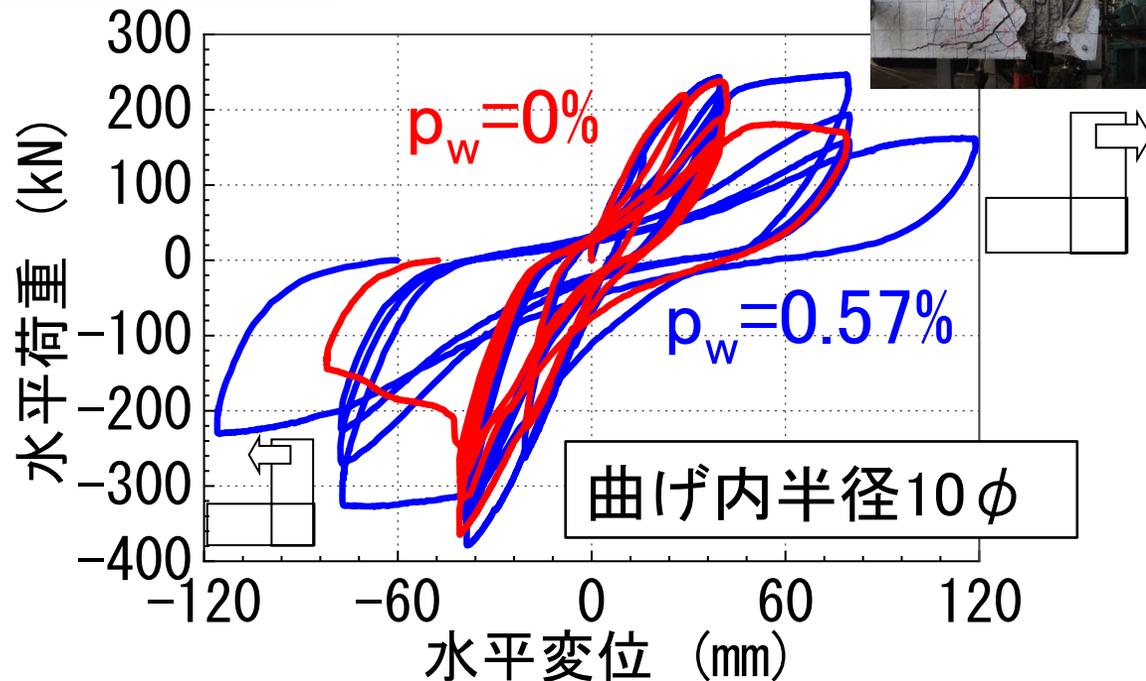
3 $\phi$

②曲げ内半径 $r$

- ・ 正負交番載荷
- ・ 1/2程度に縮尺

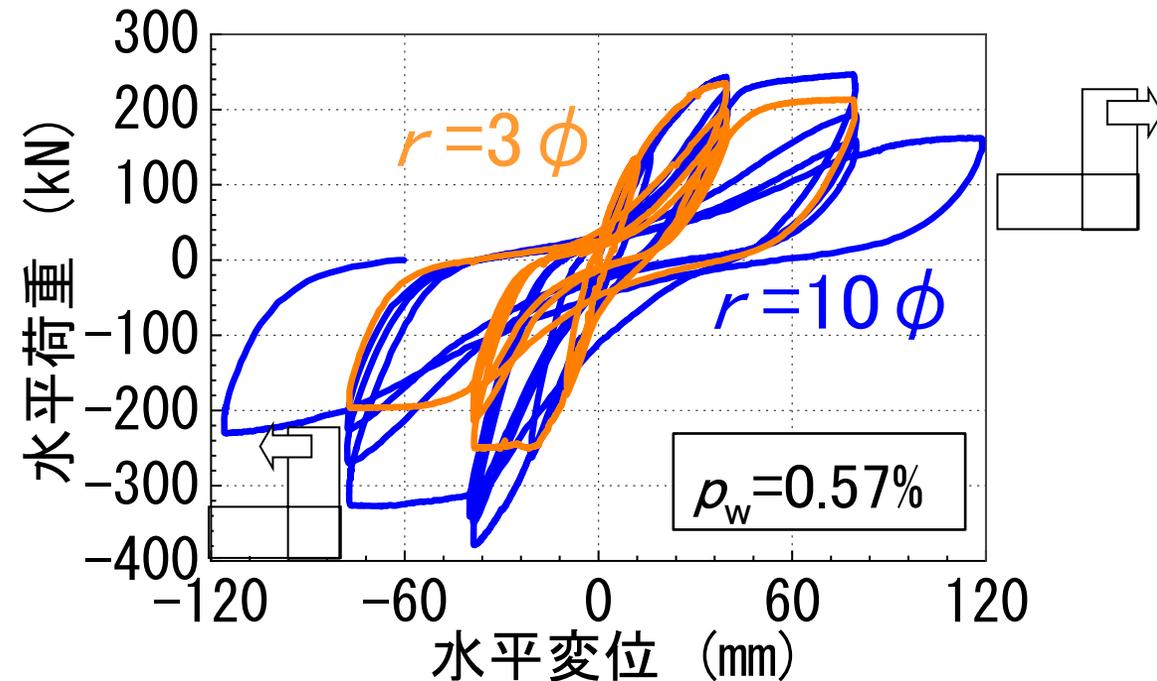
## 2. 実験による耐力評価

### 実験結果



帯鉄筋比  $\rho_w$  の影響

※いずれも接合部で破壊



曲げ内半径  $r$  の影響

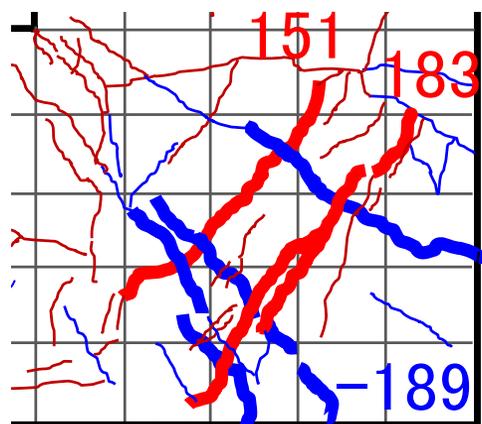
- 接合部の帯鉄筋は変形性能を向上させるが、耐力には顕著な効果無し
- 曲げ内半径は、接合部が閉じる側では、曲げ内半径が小さくなると耐力低下

## 2. 実験による耐力評価

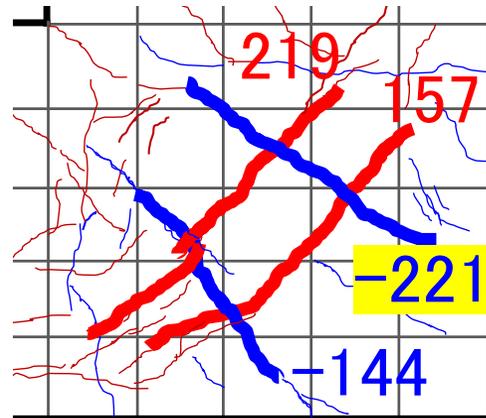
### 実験結果

— 接合部が開く時 → — 接合部が閉じる時 ←

図中の数値は斜めひび割れ発生時の水平荷重 (kN)



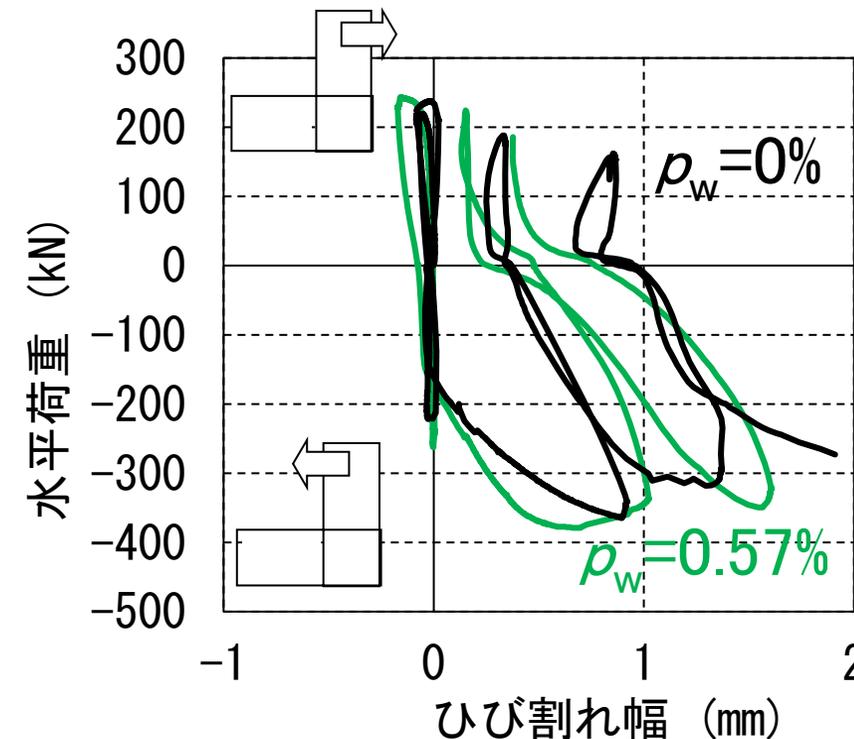
$\rho_w = 0.57\%$ ,  $r = 10\phi$



$\rho_w = 0\%$ ,  $r = 10\phi$

ひび割れ性状

黄色ハッチのひび割れ



ひび割れ幅

- 接合部の帯鉄筋は斜めひび割れをやや分散させる傾向
- ただし、ひび割れ発生荷重やひび割れ幅には顕著な違い無し

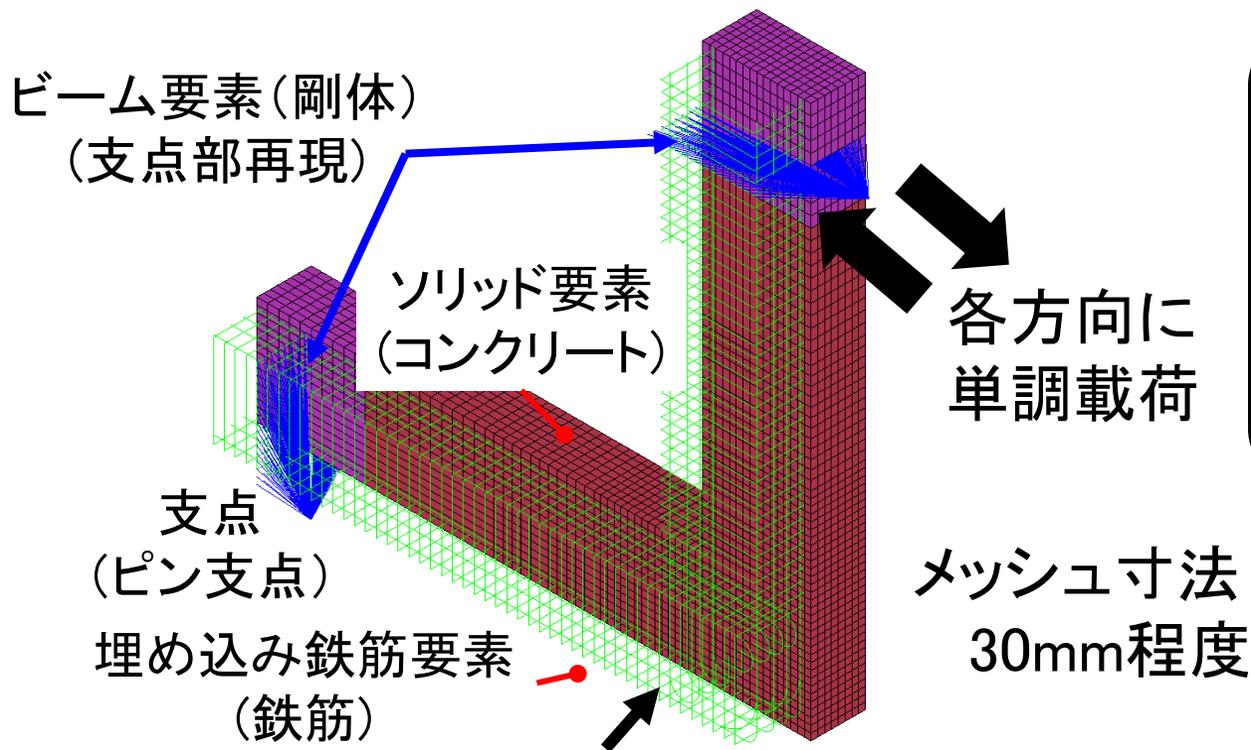
# 本日の発表

---

1. 背景と目的
2. 実験による耐力評価
- 3. 配筋詳細が耐力に及ぼす影響**
4. 構造細目の検討
5. まとめと成果の活用

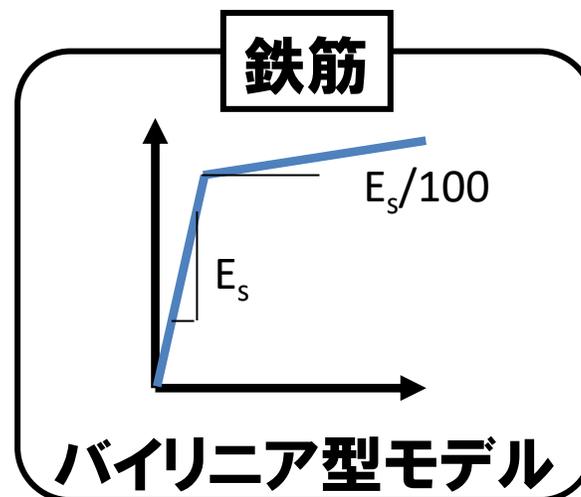
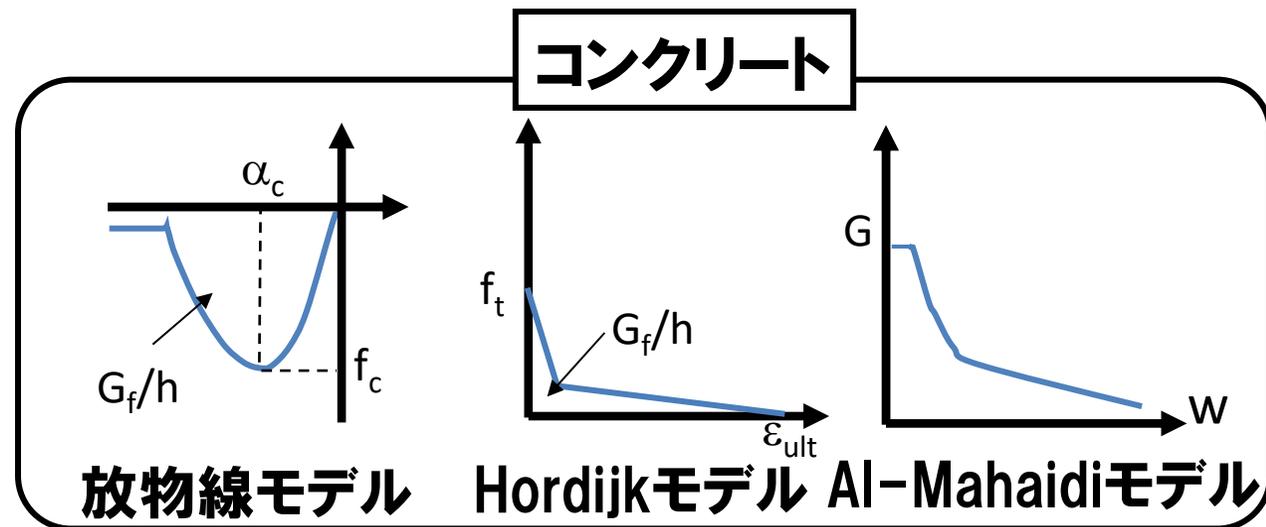
### 3. 配筋詳細が耐力に及ぼす影響

➤ 非線形有限要素解析により、配筋詳細が接合部の耐荷機構に与える影響を評価



※鉄筋の可視化のために、コンクリート要素非表示

離散鉄筋によるモデル化

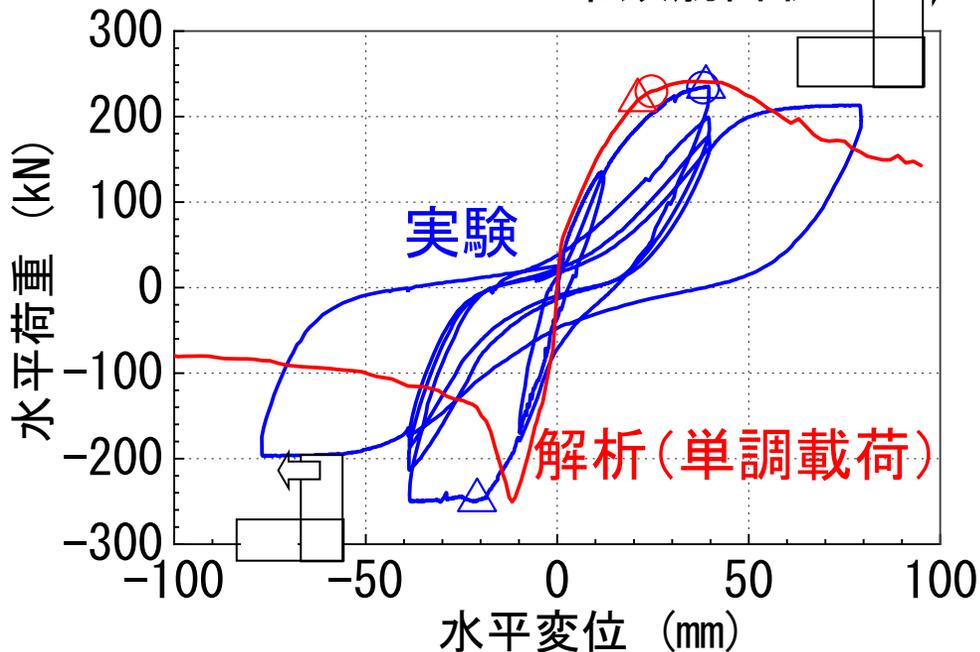


# 3. 配筋詳細が耐力に及ぼす影響

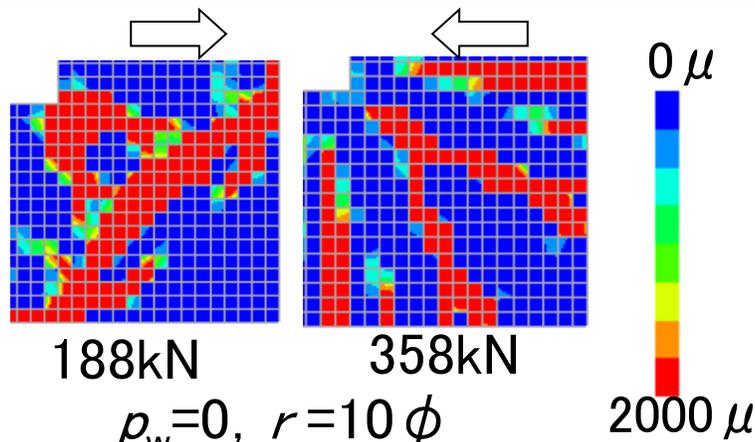
## 解析の妥当性の検証

$\rho_w = 0.57\%$ ,  $r = 3\phi$

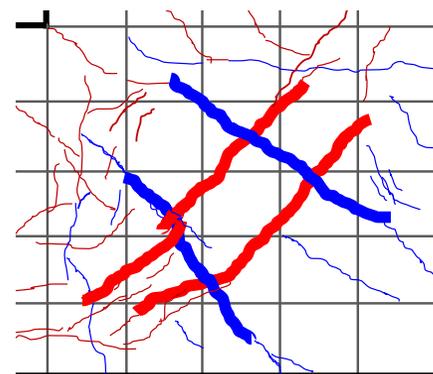
○ : 軸方向鉄筋降伏  
△ : 帯鉄筋降伏



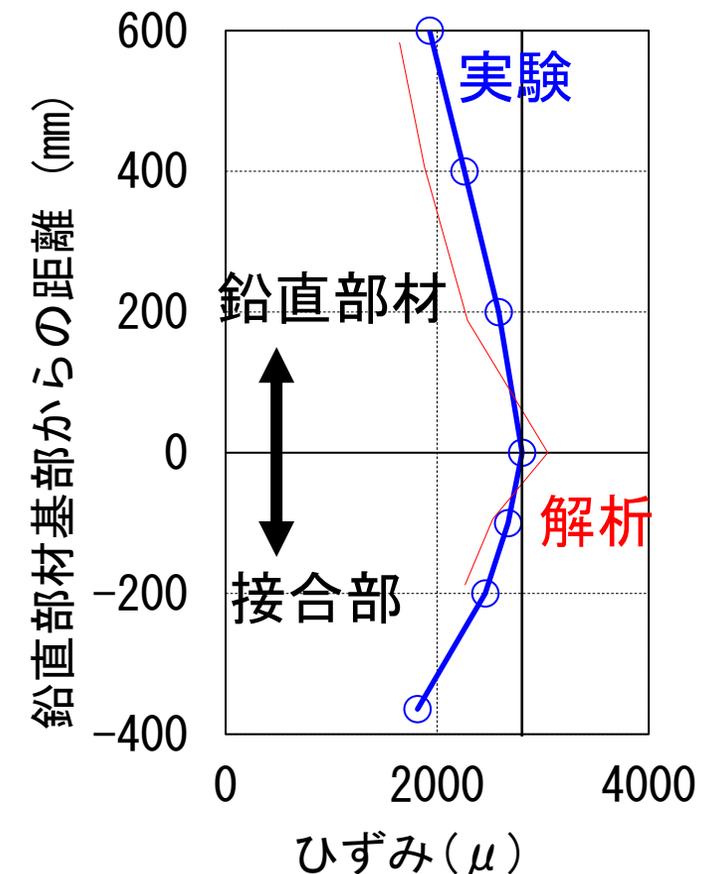
水平荷重と水平変位の関係の例



【解析】最大主ひずみ分布



【実験】ひび割れ性状

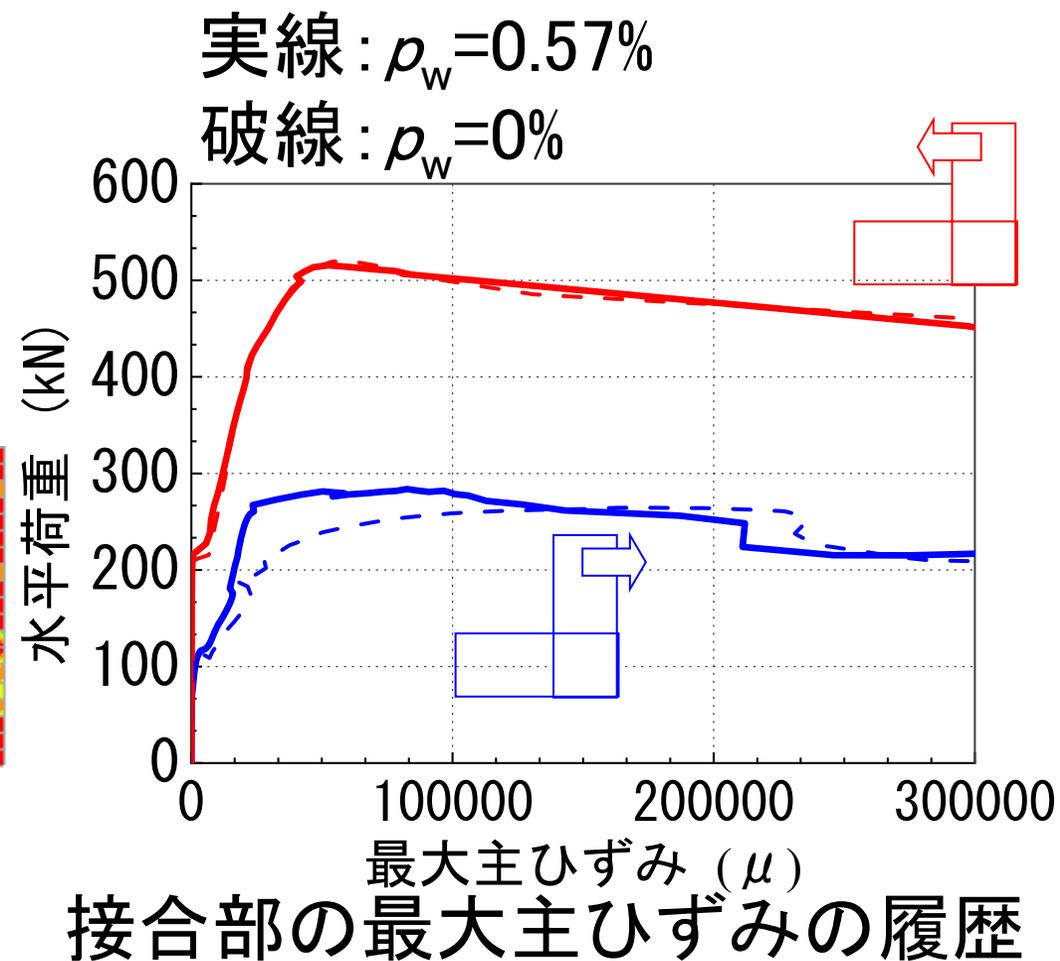
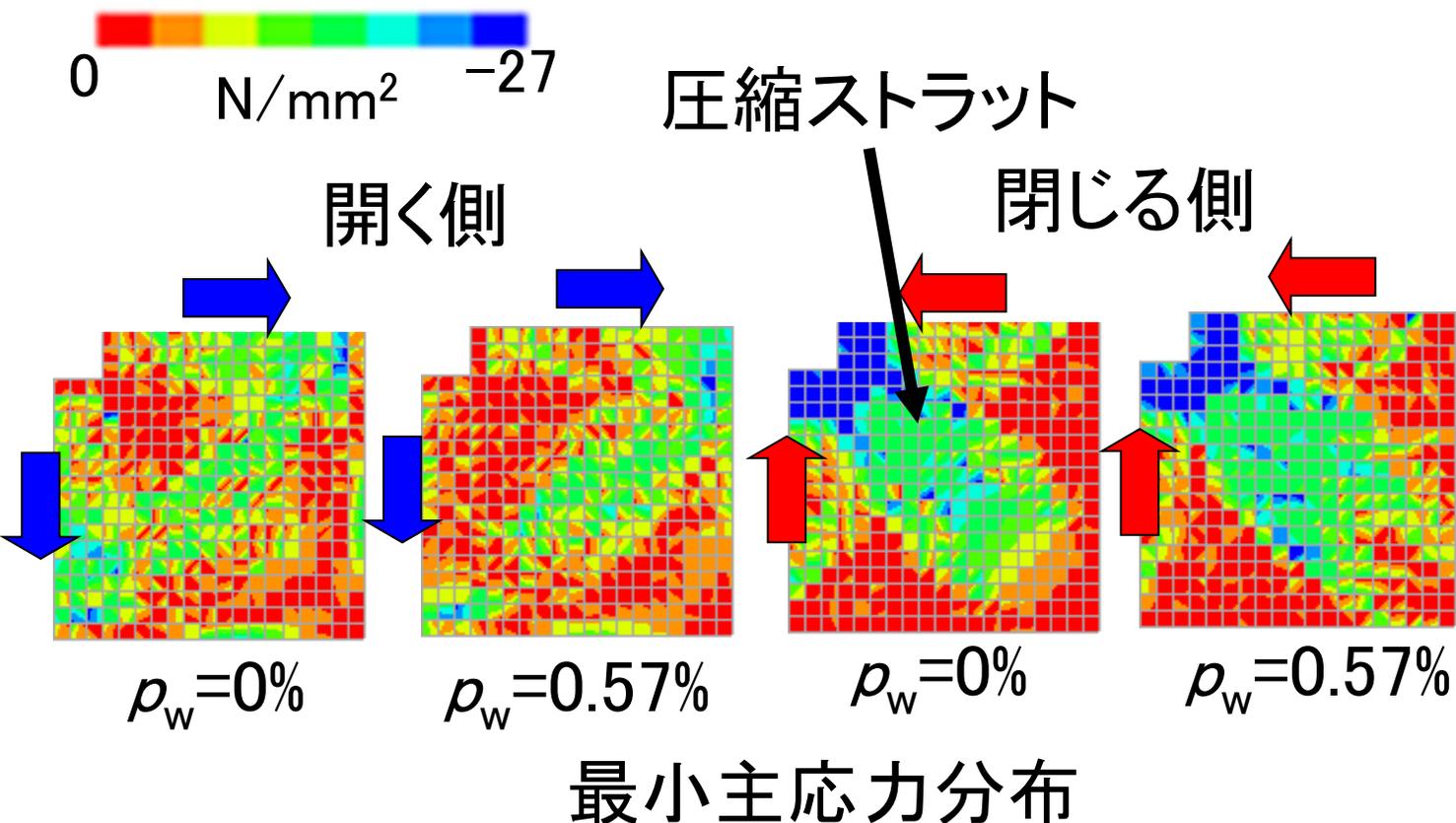


軸方向鉄筋ひずみ分布(開く側)

➤ 解析は実験を妥当に評価  
⇒ 耐荷機構の検証やパラメータスタディを実施

### 3. 配筋詳細が耐力に及ぼす影響

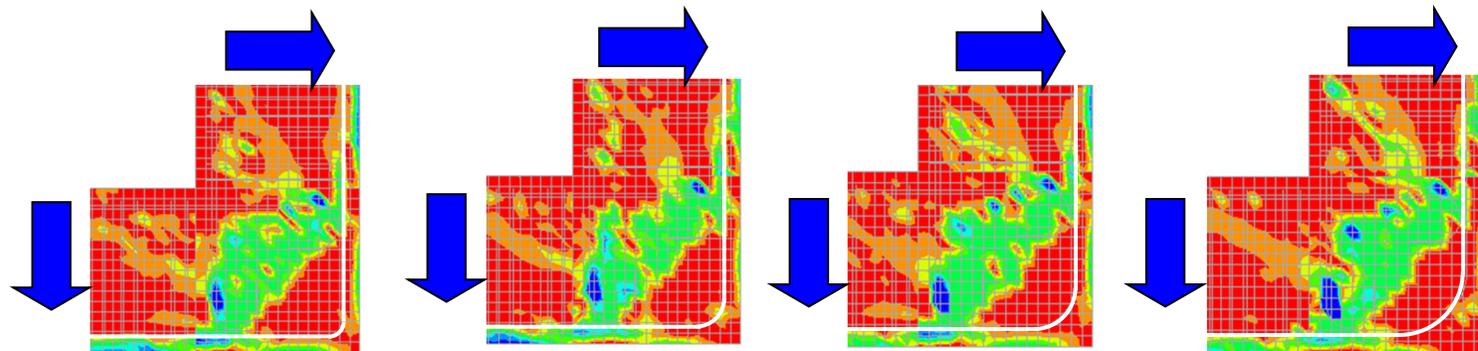
#### 柱はり接合部の帯鉄筋量



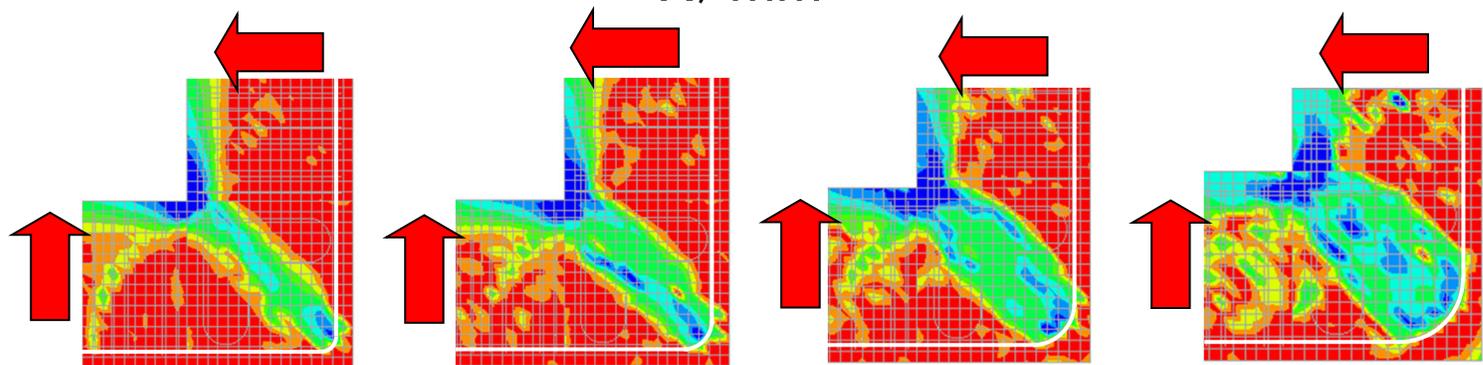
➤ 帯鉄筋を増加させても、圧縮ストラット幅や最大主ひずみに顕著な違い無し

### 3. 配筋詳細が耐力に及ぼす影響

外側軸方向鉄筋の曲げ内半径  $r$



0 N/mm<sup>2</sup> -27



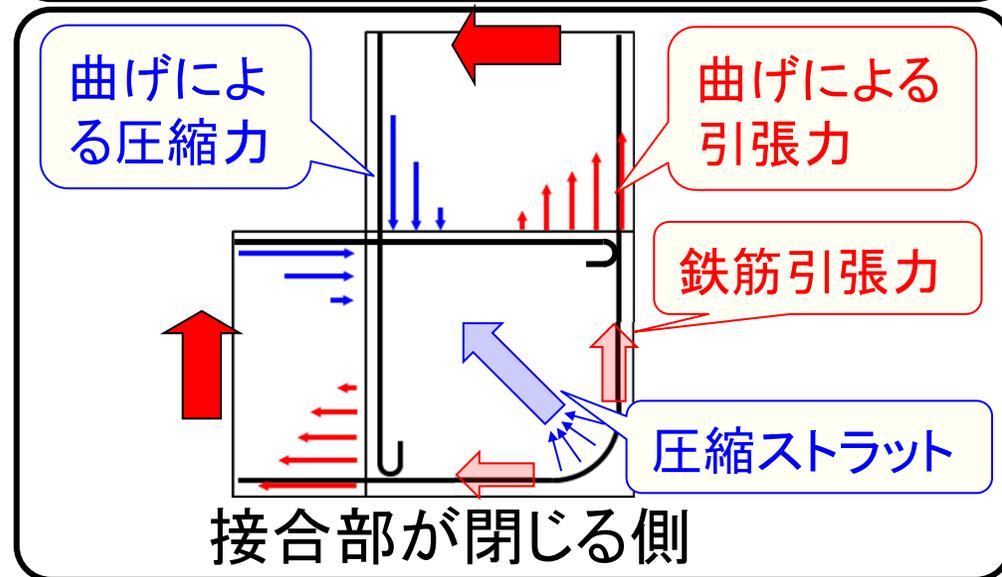
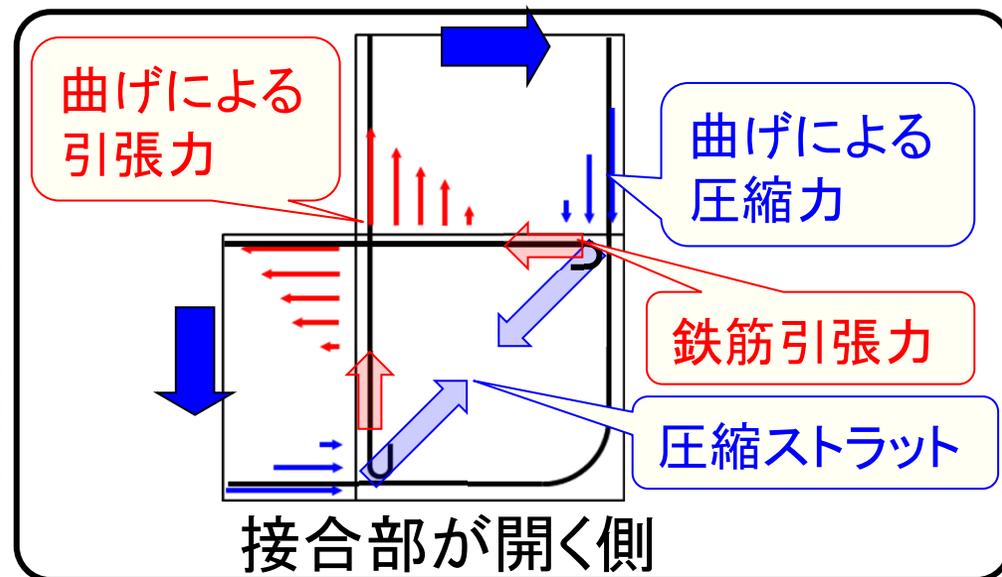
$r=3\phi$

$r=5\phi$

$r=7\phi$

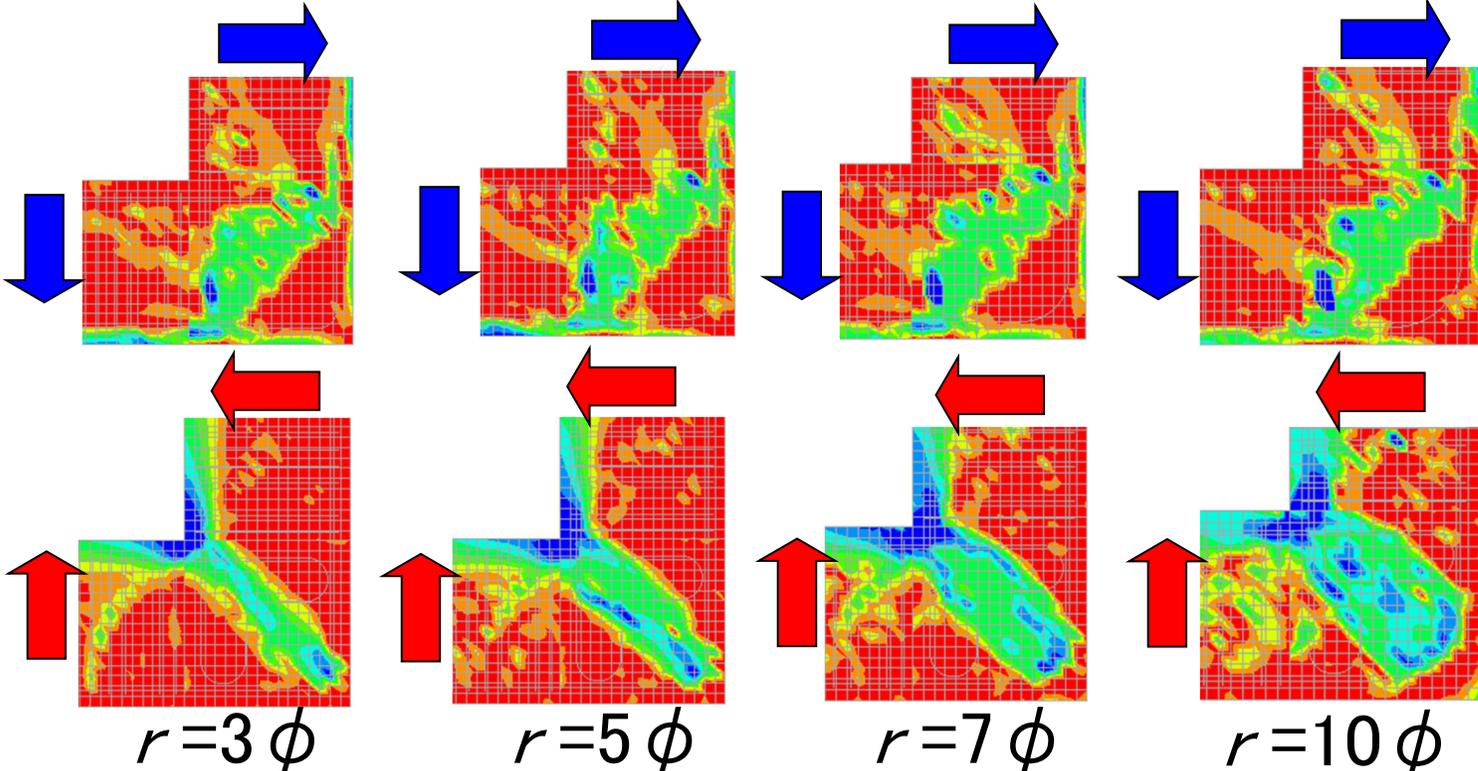
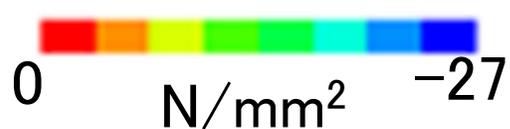
$r=10\phi$

最小主応力分布

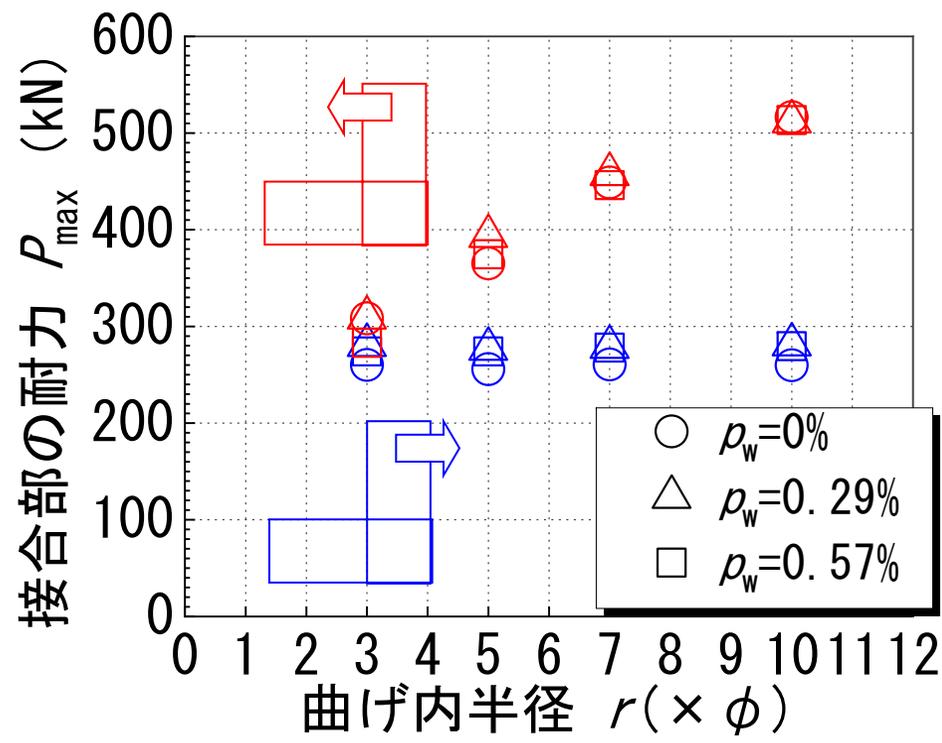


### 3. 配筋詳細が耐力に及ぼす影響

外側軸方向鉄筋の曲げ内半径  $r$



最小主応力分布



曲げ内半径  $r$  と耐力の関係

- 開く側 : 圧縮ストラットに顕著な違い無し
- 閉じる側 : 曲げ内半径  $r$  が小さくなると圧縮ストラットの幅が減少

# 本日の発表

---

1. 背景と目的
2. 実験による耐力評価
3. 配筋詳細が耐力に及ぼす影響
- 4. 構造細目の検討**
5. まとめと成果の活用

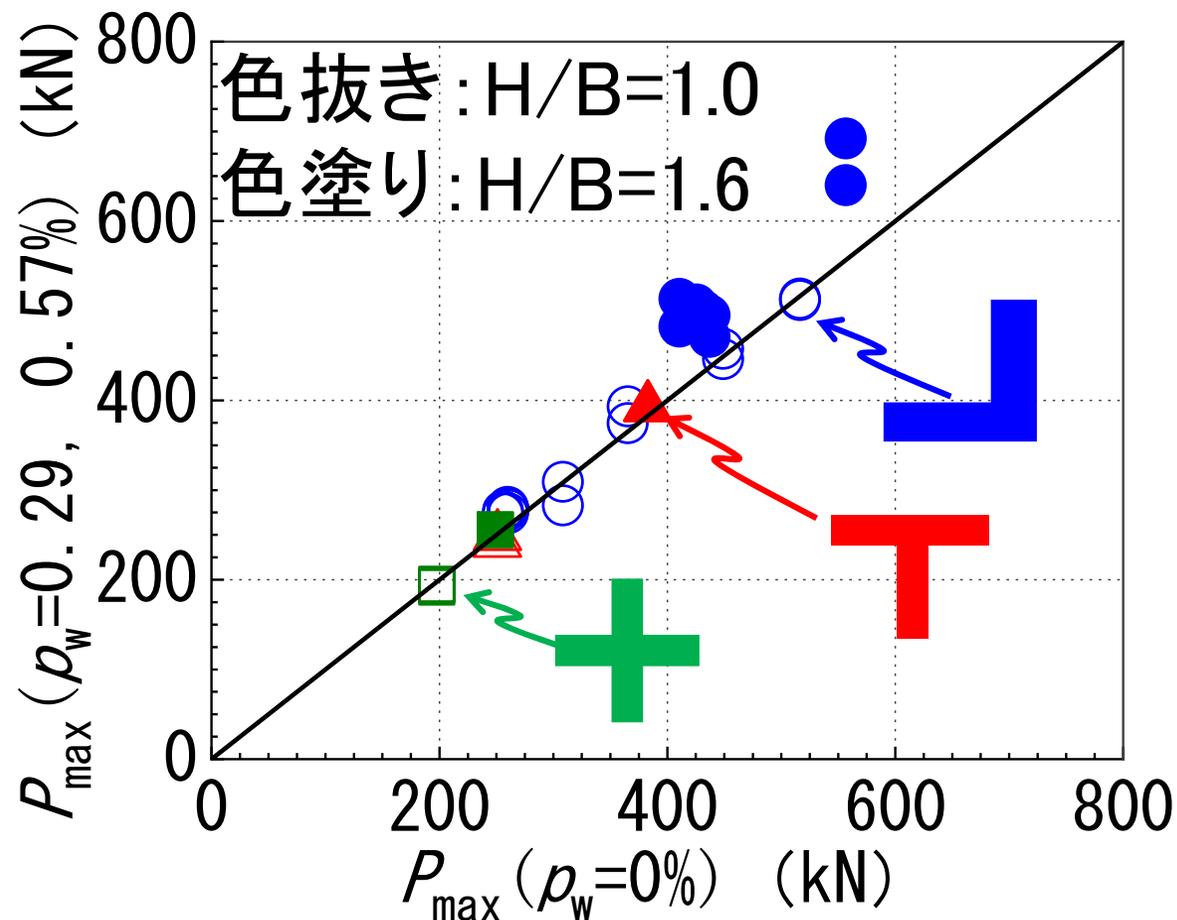
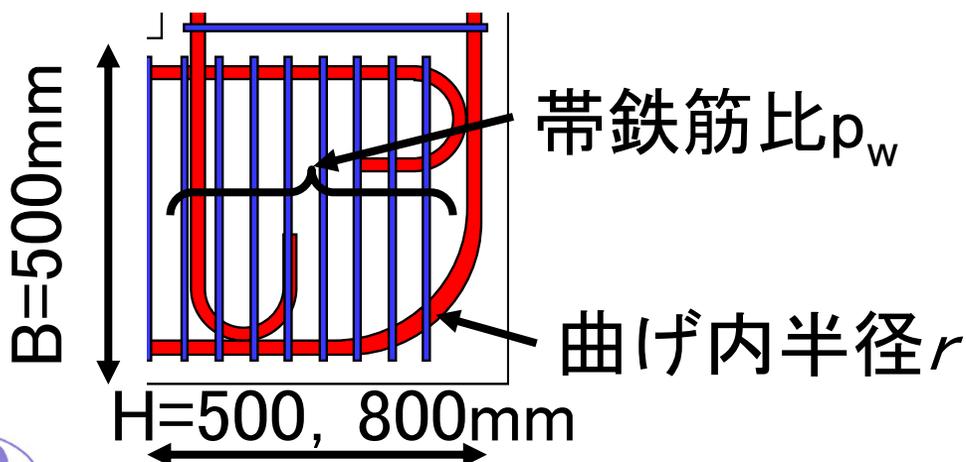
# 4. 構造細目の検討

## 柱はり接合部の帯鉄筋量

軸方向鉄筋を弾性とした解析により  
接合部の耐力を検証

### 【パラメータ】

- ・接合部の形状:L形, T形, 十形
- ・接合部の高さHと幅Bの比H/B:1.0, 1.6
- ・曲げ内半径r:3, 5, 7, 10φ
- ・帯鉄筋比 $p_w$ :0, 0.57%



$p_w$ と接合部の耐力 $P_{max}$ の関係

## 4. 構造細目の検討

### 柱はり接合部の帯鉄筋量

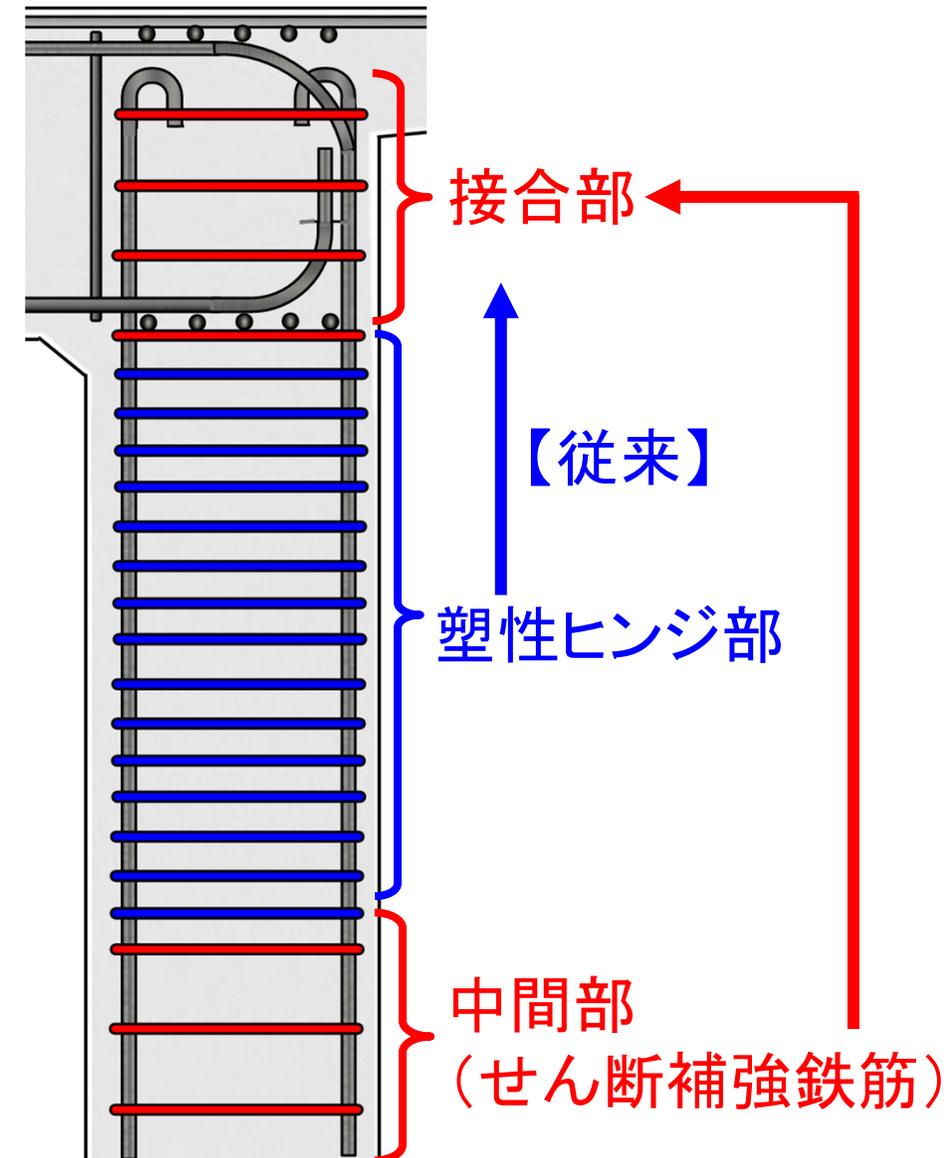
- 修復性等の観点から、接合部は損傷させず、隣接する部材(柱)の破壊を先行するように設計
- 接合部の帯鉄筋は、耐力には顕著な効果無し

【従来】塑性ヒンジ部と同量

⇒ 【提案】柱のせん断補強鉄筋と同量以上

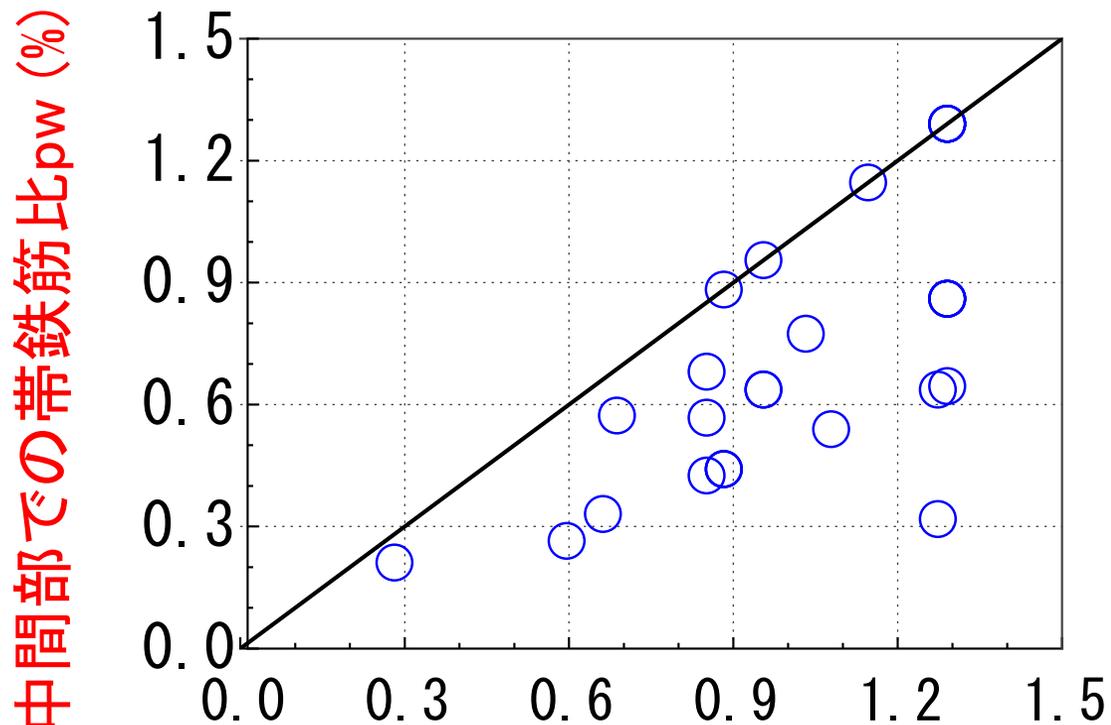
ただし、接合部内の帯鉄筋は、収縮や温度変化に対して、あるいは軸方向鉄筋の定着長等に寄与するため、

最小鉄筋量として0.3%以上は配置



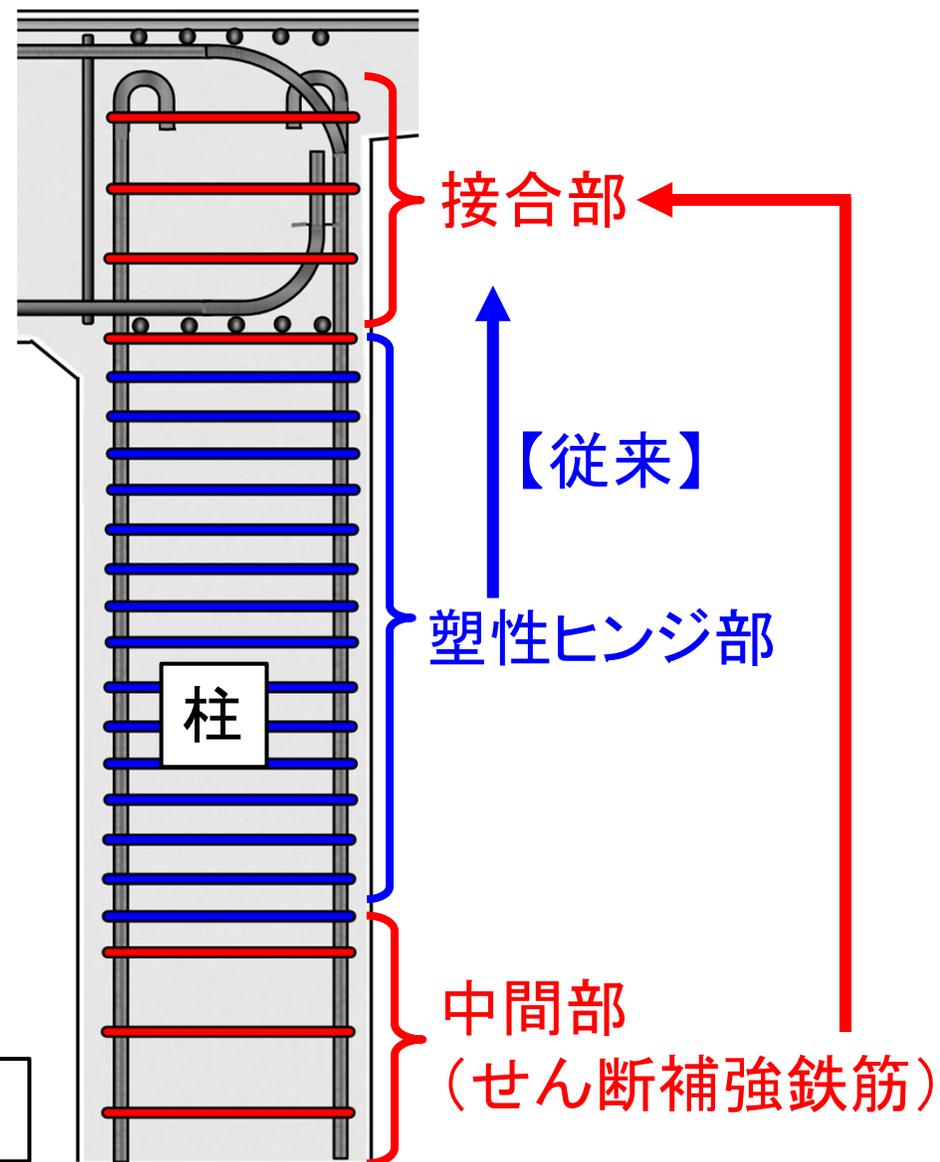
# 4. 構造細目の検討

## 柱はり接合部の帯鉄筋量



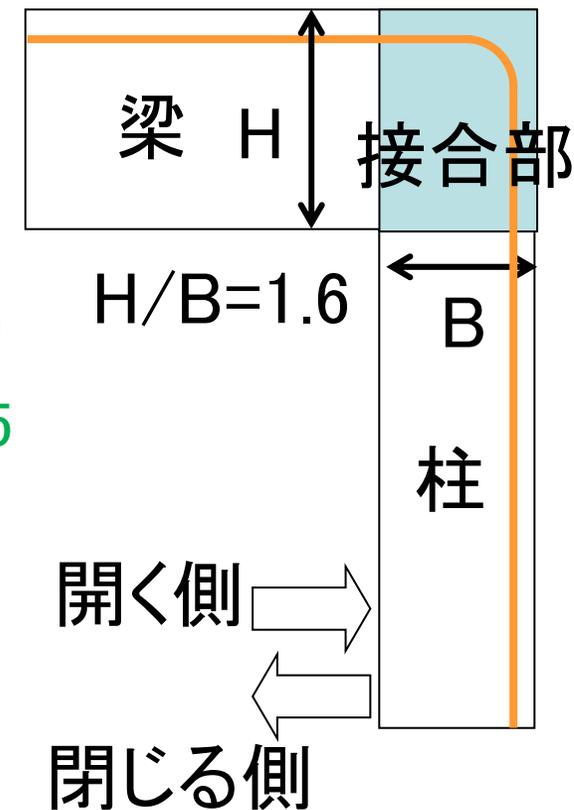
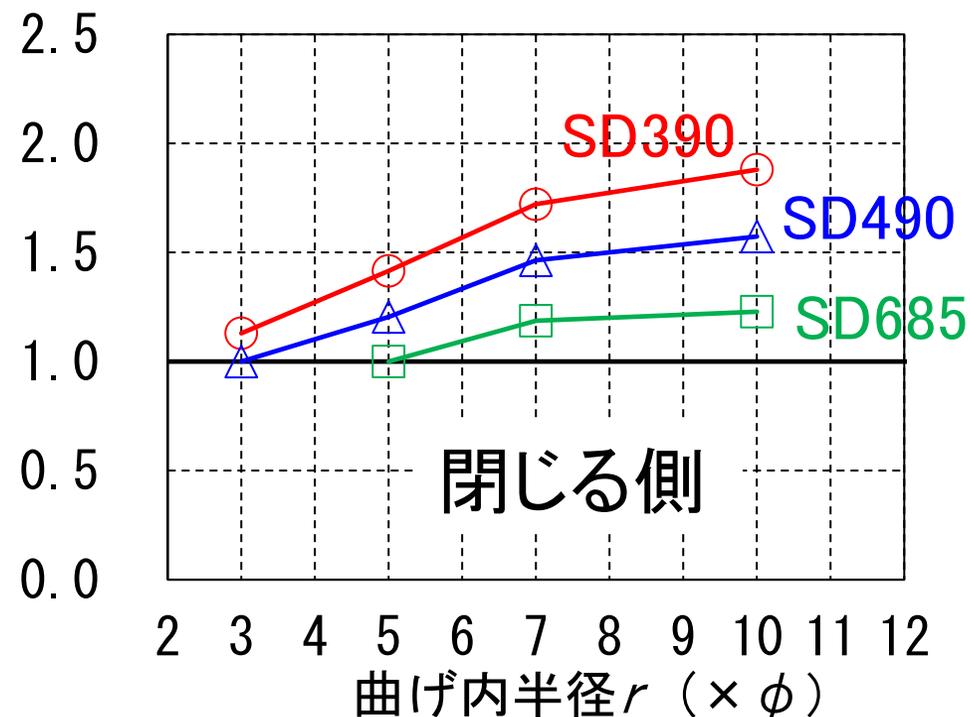
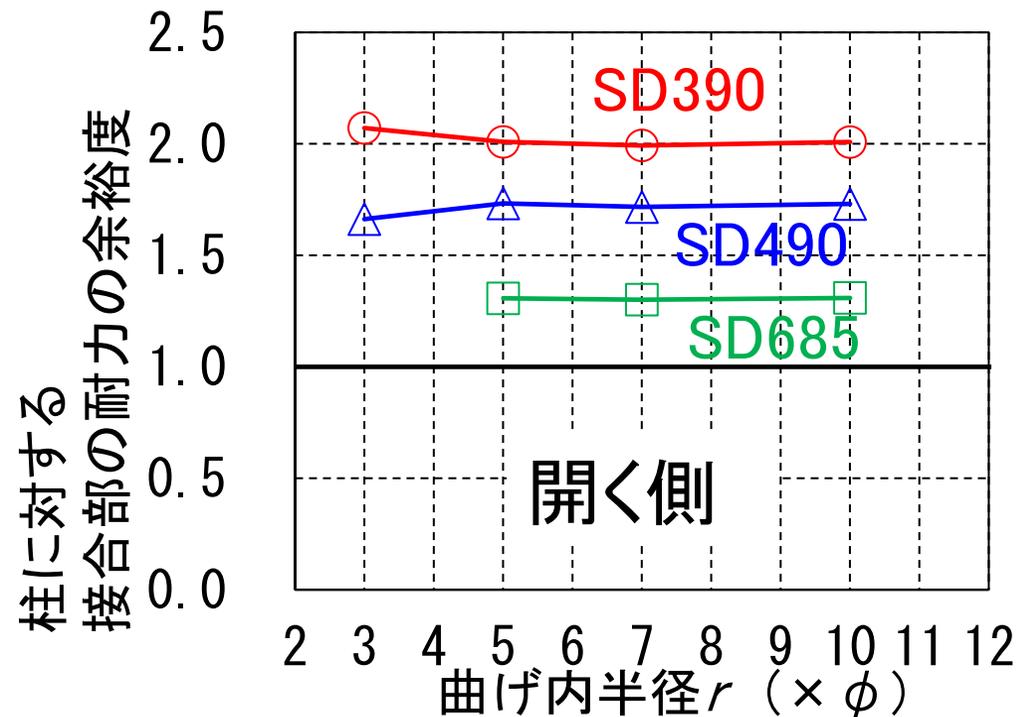
柱の塑性ヒンジ部での帯鉄筋比 $p_w$  (%)  
帯鉄筋に関する事例調査結果

➤ 接合部の帯鉄筋を従来より削減可能



# 4. 構造細目の検討

## 外側軸方向鉄筋の曲げ内半径



柱に対する接合部の耐力の余裕度 (接合部耐力 / 柱耐力)

**【従来】SD390まで10φ ⇒ 【提案】SD490まで10φ**

# 本日の発表

---

1. 背景と目的
2. 実験による耐力評価
3. 配筋詳細が耐力に及ぼす影響
4. 構造細目の検討
5. **まとめと成果の活用**

## 5. まとめと成果の活用

### 配筋詳細が接合部の耐力に及ぼす影響を明らかにし、構造細目を提案

☑柱はり接合部の帯鉄筋の影響：

- ・耐力には顕著な効果無し

☑外側軸方向鉄筋の曲げ内半径の影響：

- ・接合部が閉じる側では、曲げ内半径が小さくなると耐力低下

☑構造細目を提案

- ・柱はり接合部の帯鉄筋量：

【従来】塑性ヒンジ部と同量 ⇒ 【提案】柱のせん断補強鉄筋と同量以上

- ・外側軸方向鉄筋の曲げ内半径：

【従来】SD390まで10φ ⇒ 【提案】SD490まで10φ

従来より1/2～2/3程度

**柱はり接合部の鉄筋量を削減し、施工性や品質を確保**

## 5. まとめと成果の活用

### 成果の活用

鉄道構造物等設計標準・同解説(コンクリート構造編)に反映済



2023年1月発刊

# 参考文献

・中田裕喜, 渡辺健, 田所敏弥: RCラーメン高架橋の柱はり接合部の構造細目が耐力に及ぼす影響, 鉄道総研報告, Vol.37, No.1, 2023