

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

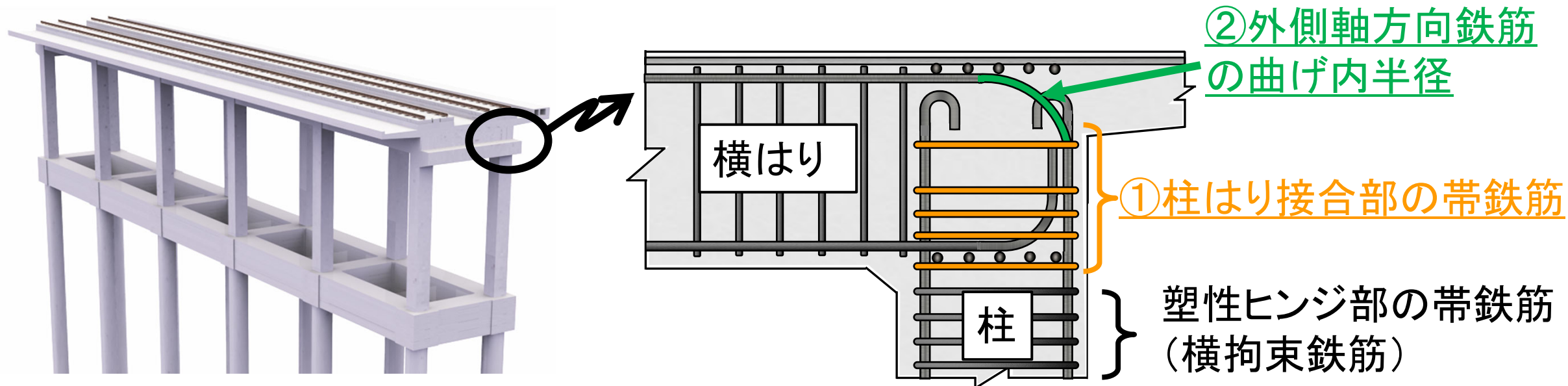
本日の発表

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

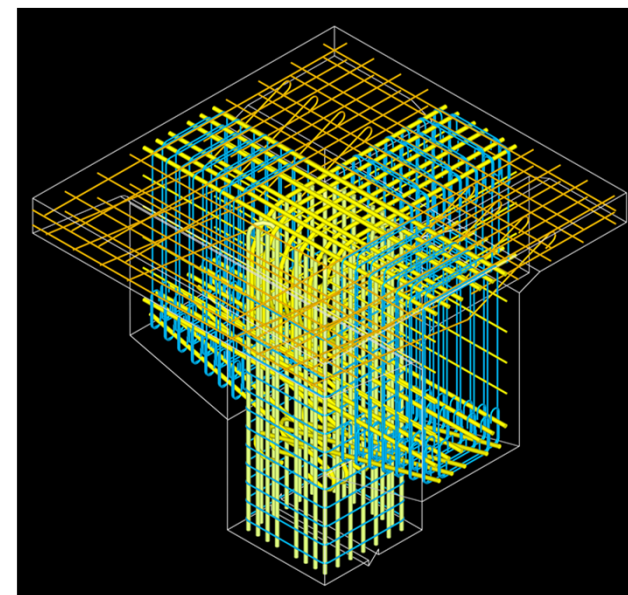
② 外側軸方向鉄筋の曲げ内半径 : 【従来】10φ以上(SD390まで)

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】



接合部の配筋例

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

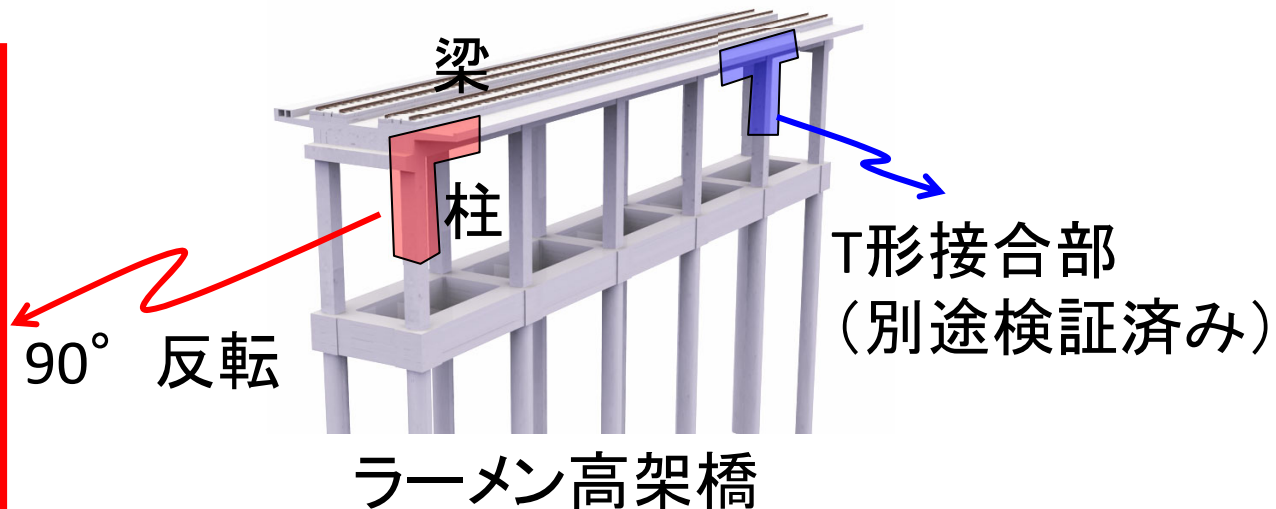
本日の発表

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

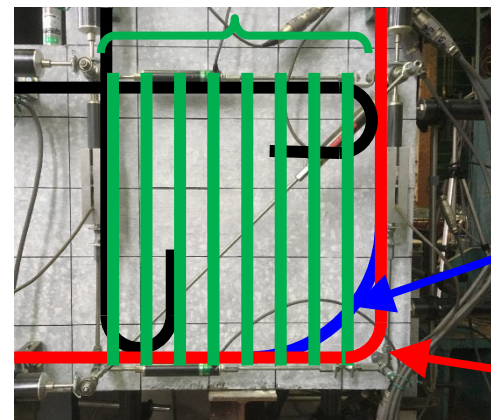
2. 実験による耐力評価

実験概要

鉛直方向変位をゼロに制御



①接合部帯鉄筋 ρ_w



【設計標準の細目】

10 ϕ ϕ : 鉄筋径

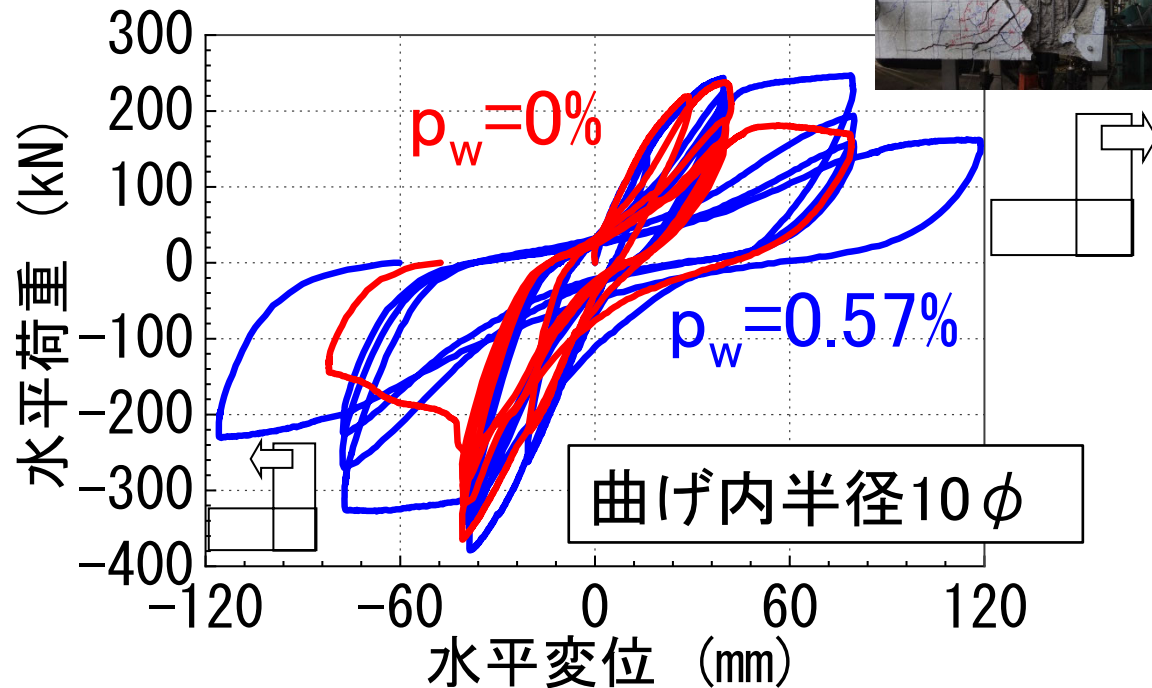
3 ϕ

②曲げ内半径 r

- ・ 正負交番載荷
- ・ 1/2程度に縮尺

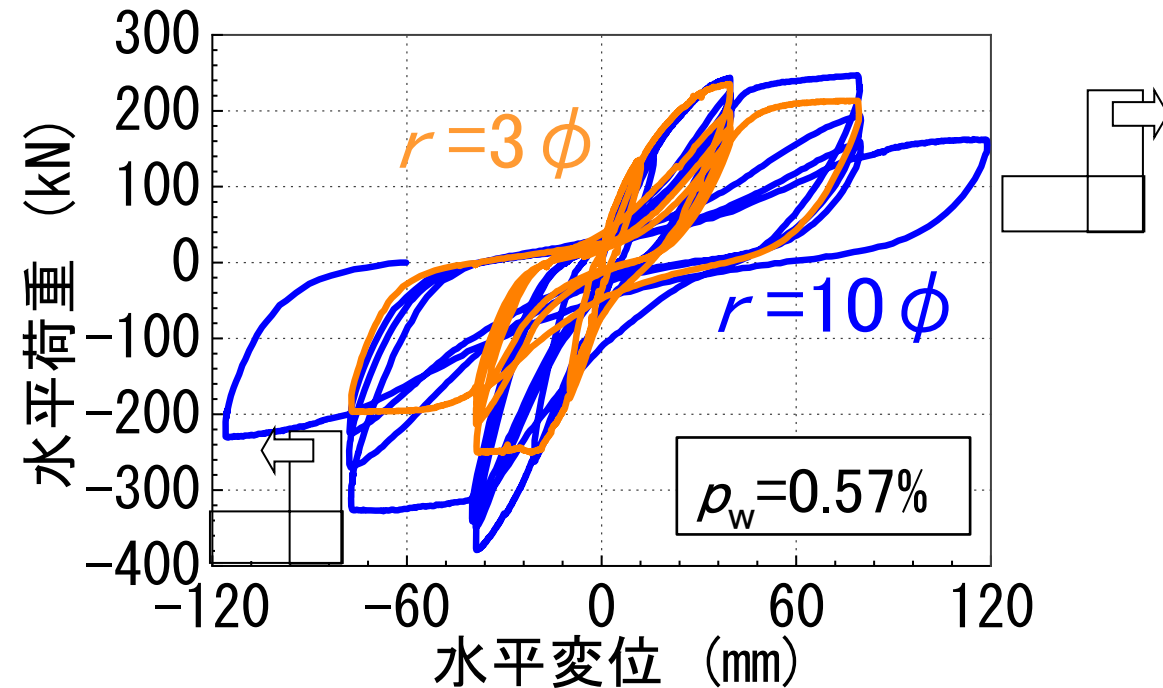
2. 実験による耐力評価

実験結果



帯鉄筋比 ρ_w の影響

※いずれも接合部で破壊



曲げ内半径 r の影響

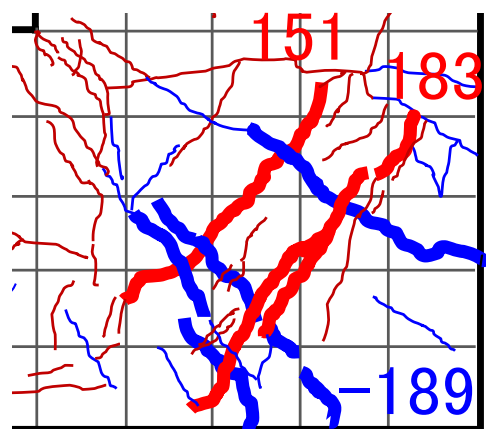
- 接合部の帯鉄筋は変形性能を向上させるが、耐力には顕著な効果無し
- 曲げ内半径は、接合部が閉じる側では、曲げ内半径が小さくなると耐力低下

2. 実験による耐力評価

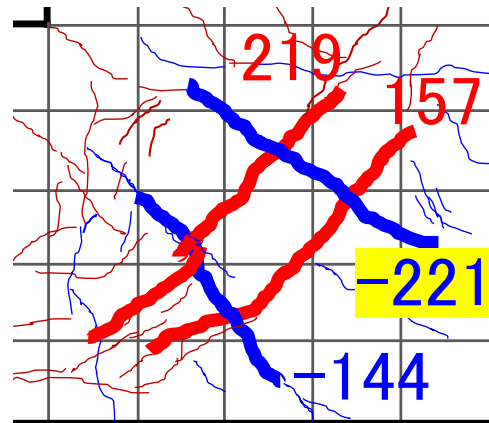
実験結果

— 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)



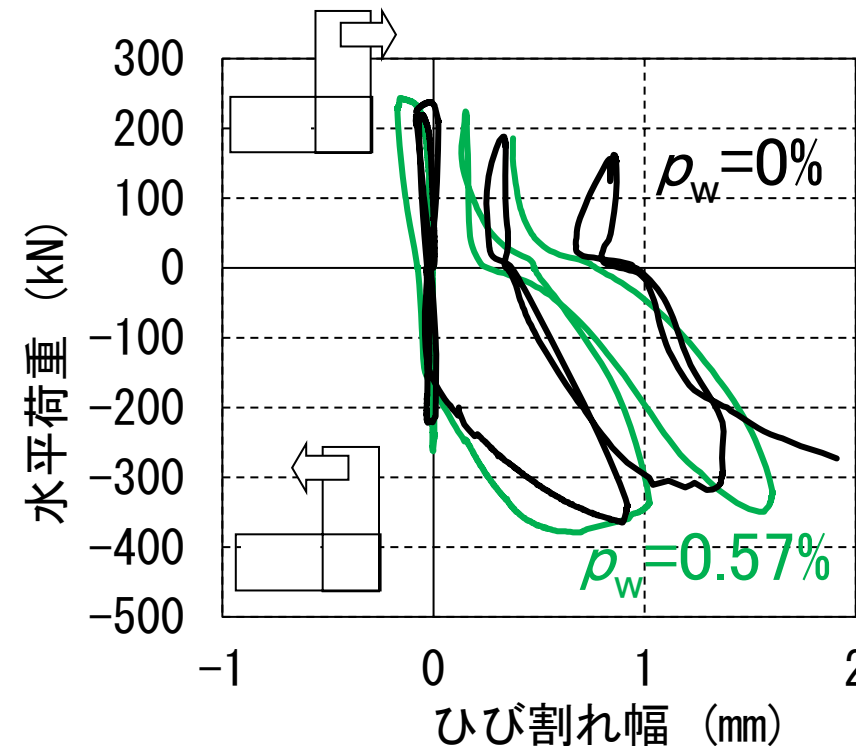
$\rho_w = 0.57\%$, $r = 10\phi$



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

ひび割れ性状

黄色ハッチのひび割れ



ひび割れ幅

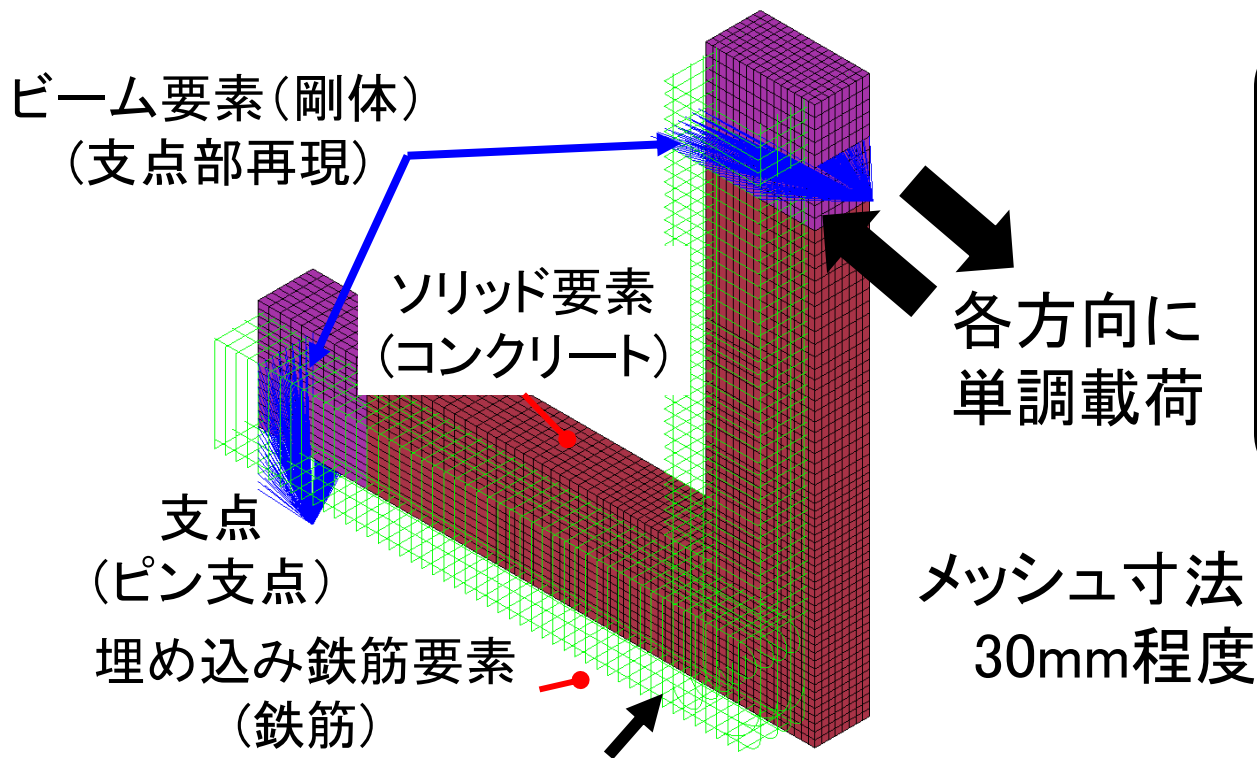
- 接合部の帯鉄筋は斜めひび割れをやや分散させる傾向
- ただし、ひび割れ発生荷重やひび割れ幅には顕著な違い無し

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

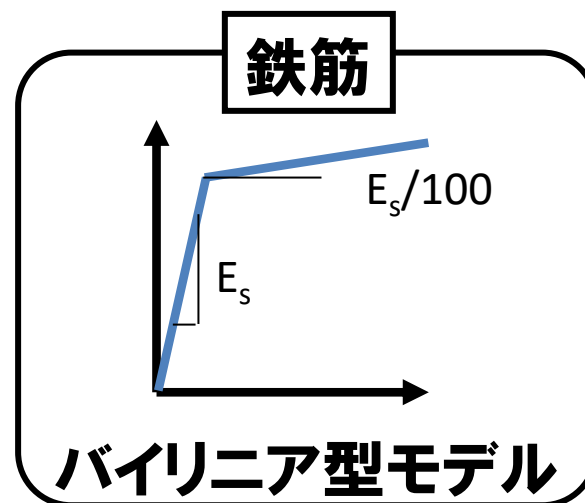
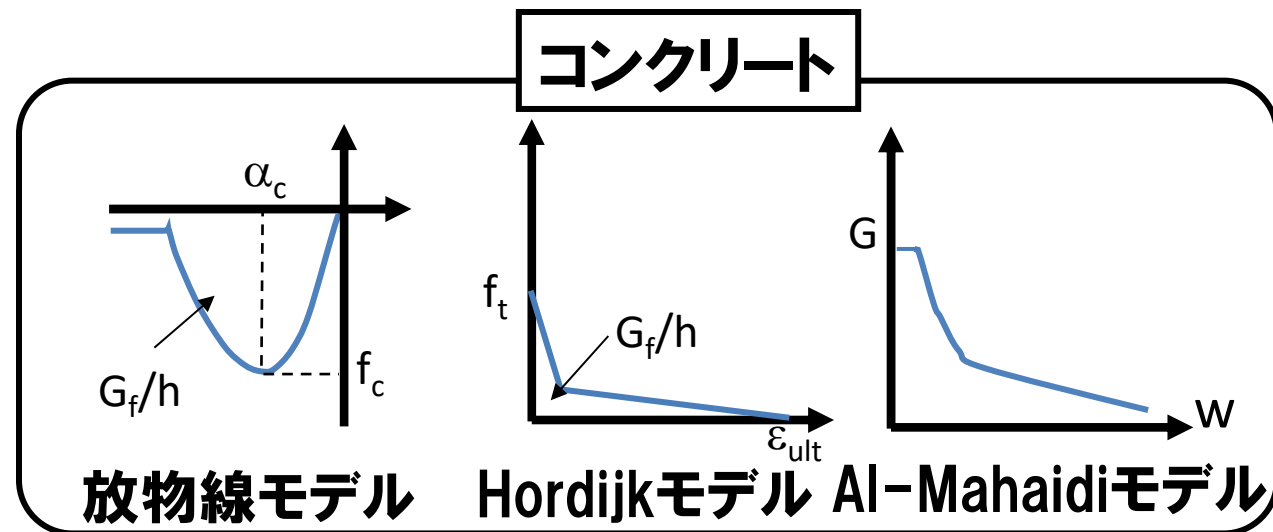
3. 配筋詳細が耐力に及ぼす影響

➤ 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

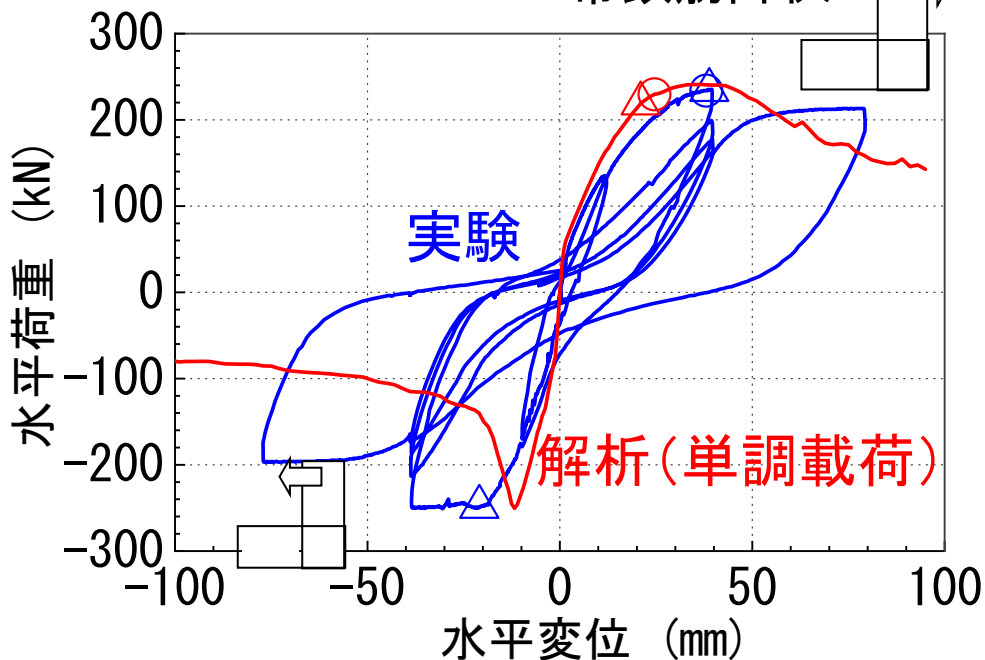
離散鉄筋によるモデル化



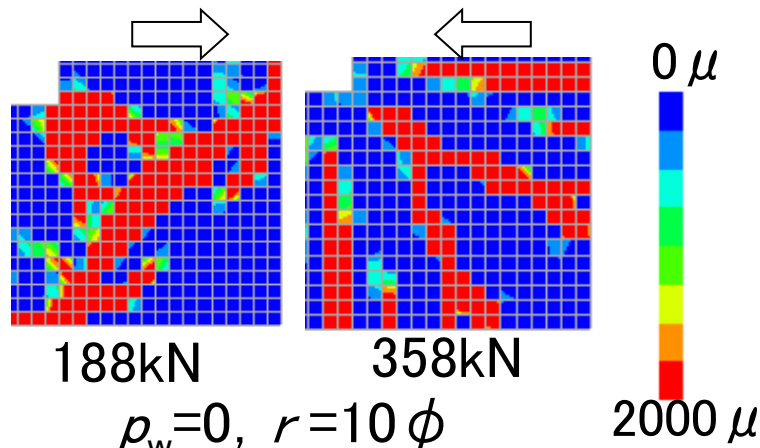
3. 配筋詳細が耐力に及ぼす影響

解析の妥当性の検証

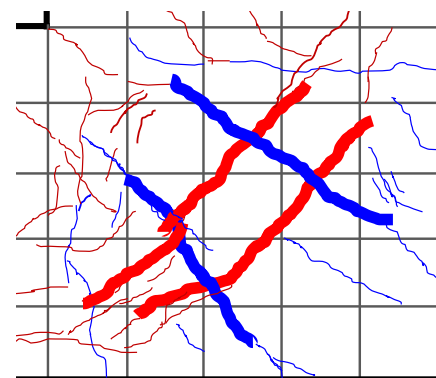
$\rho_w = 0.57\%$, $r = 3\phi$ ○ : 軸方向鉄筋降伏
 △ : 帯鉄筋降伏



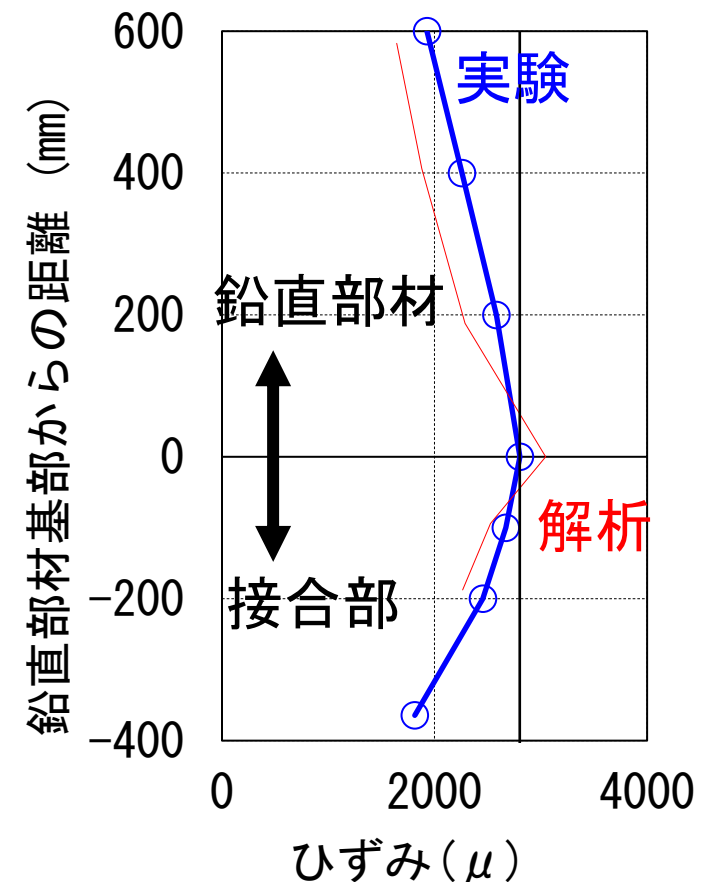
水平荷重と水平変位の関係の例



【解析】最大主ひずみ分布



【実験】ひび割れ性状

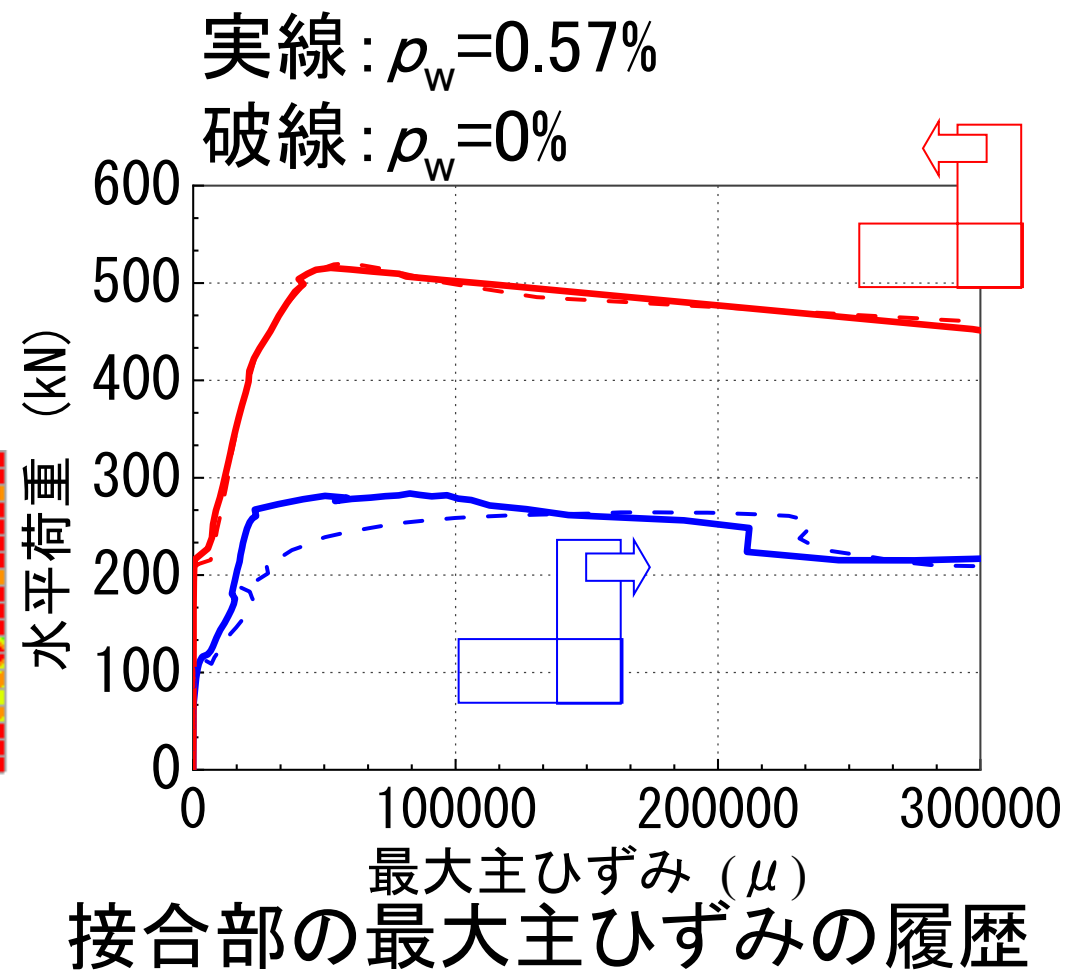
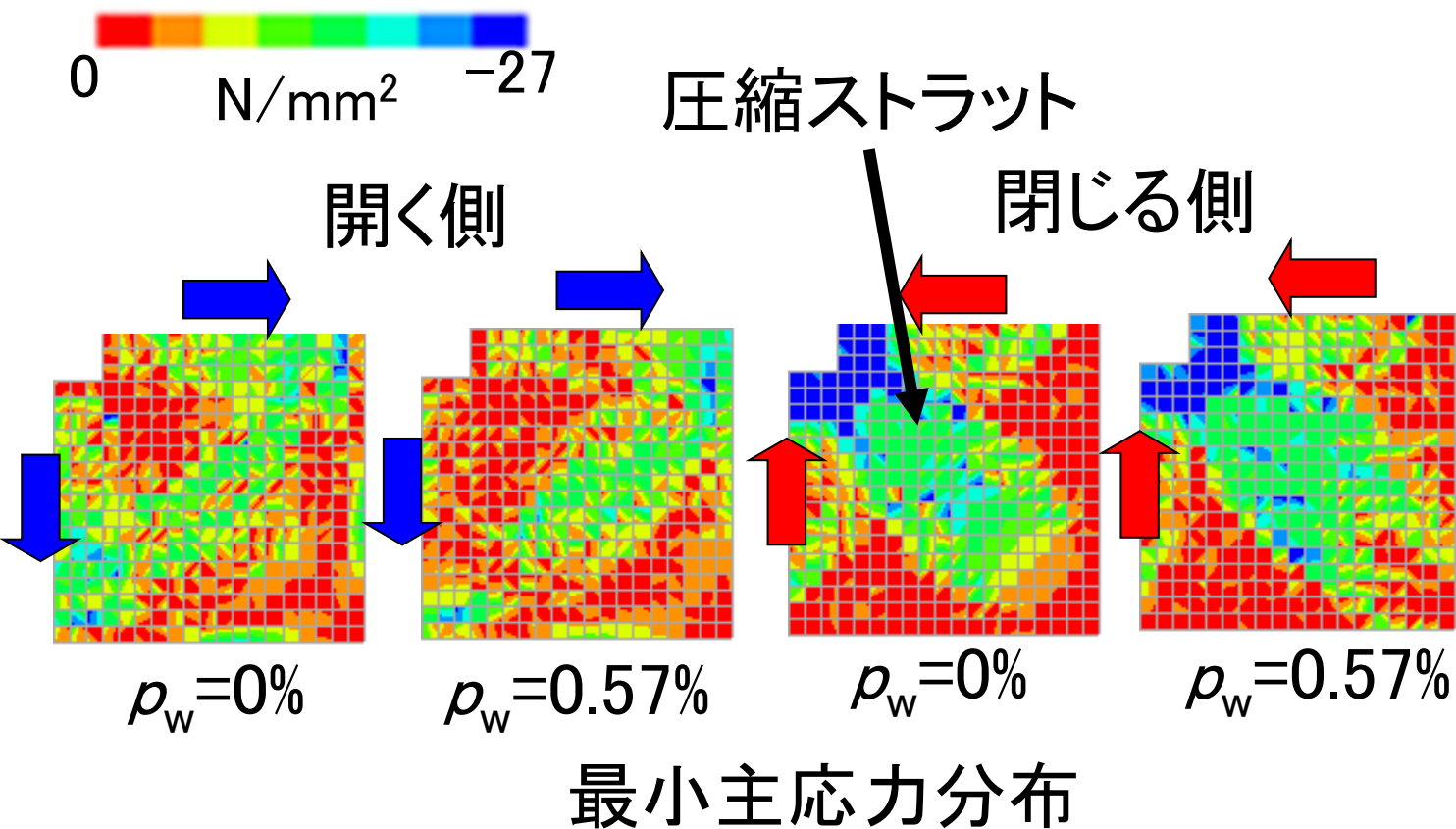


軸方向鉄筋ひずみ分布(開く側)

➤ 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

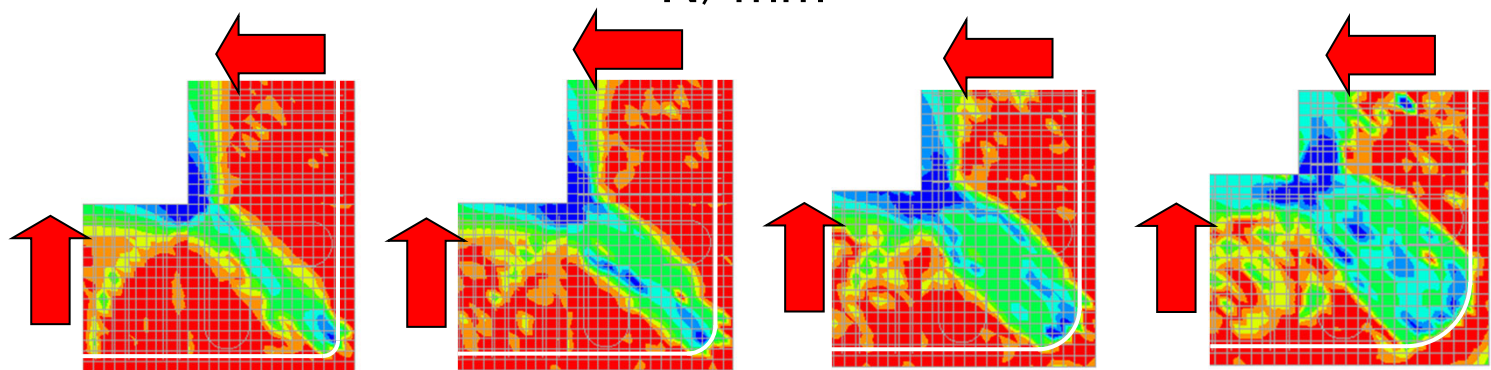
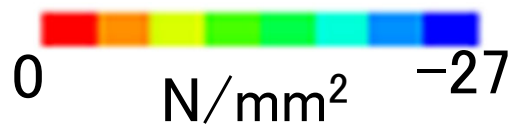
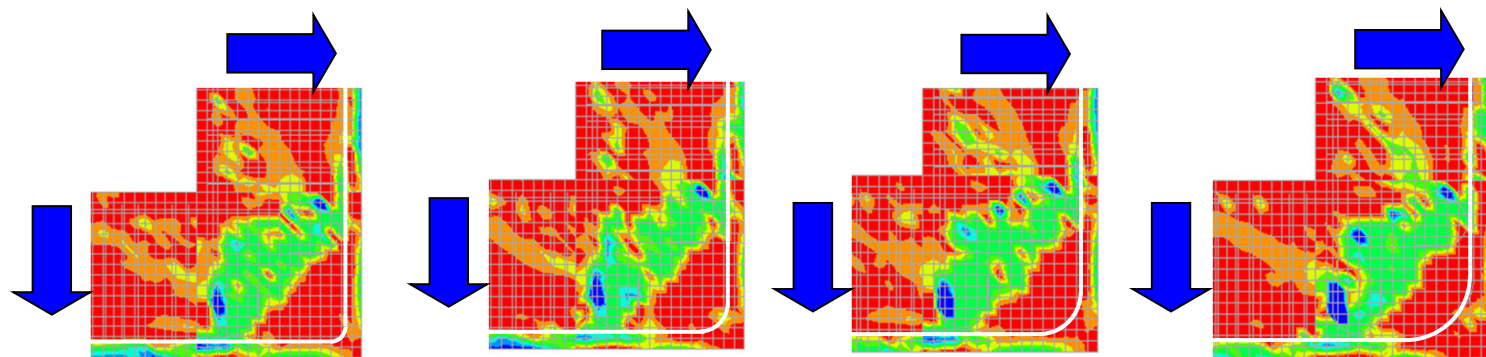
柱はり接合部の帯鉄筋量



➤ 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



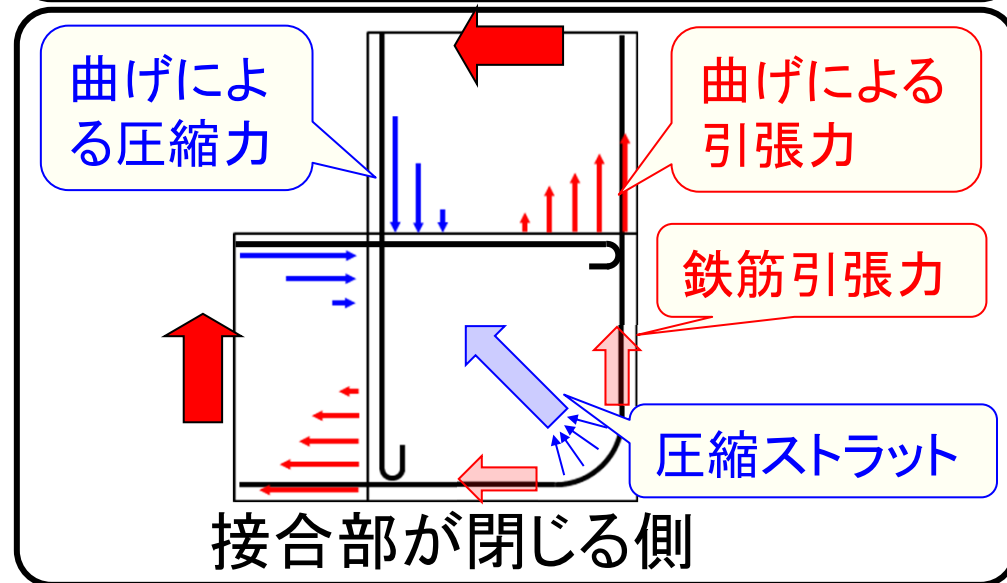
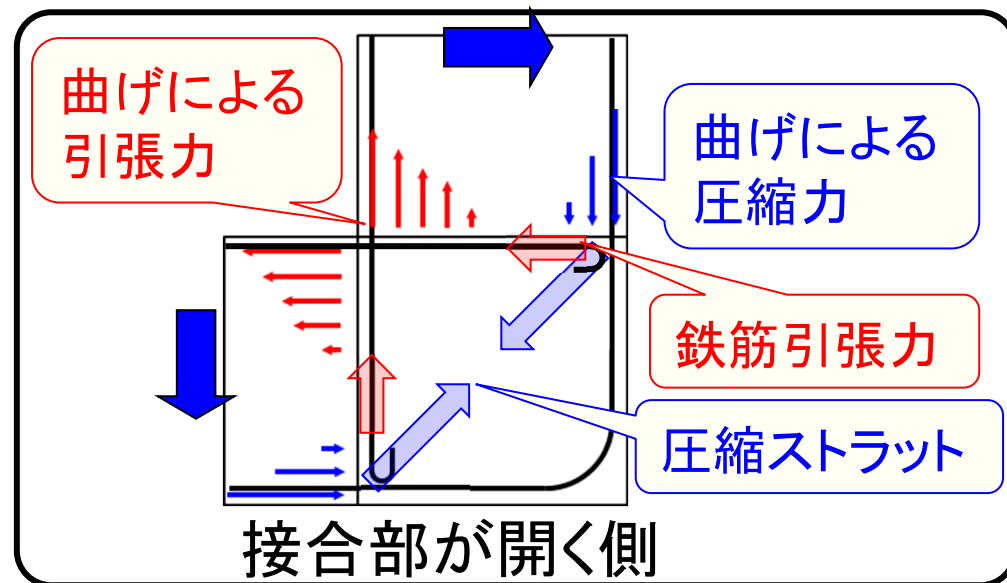
$r=3\phi$

$r=5\phi$

$r=7\phi$

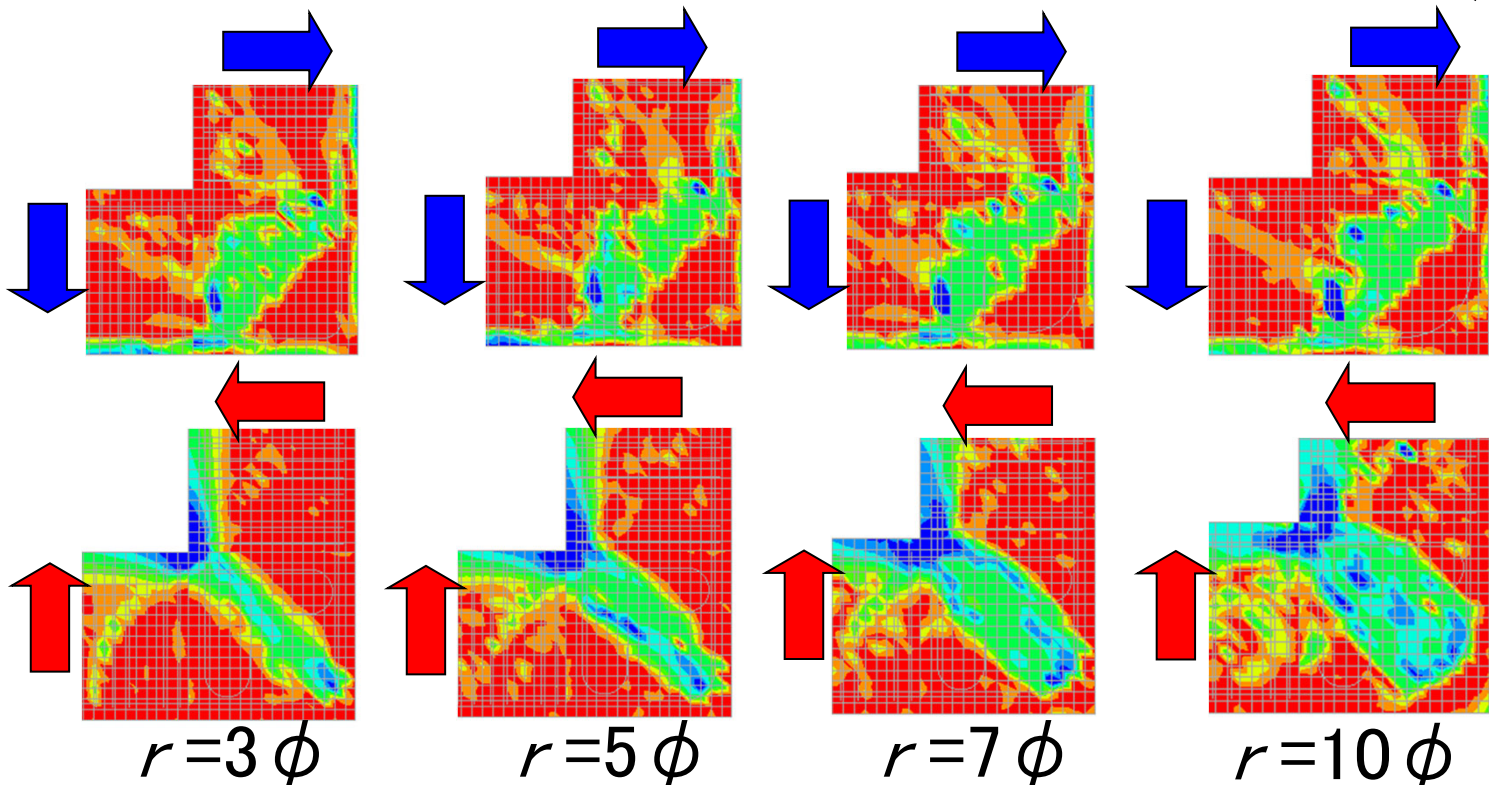
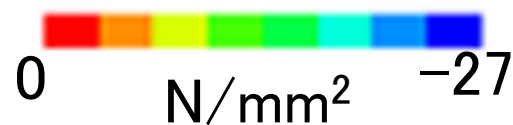
$r=10\phi$

最小主応力分布

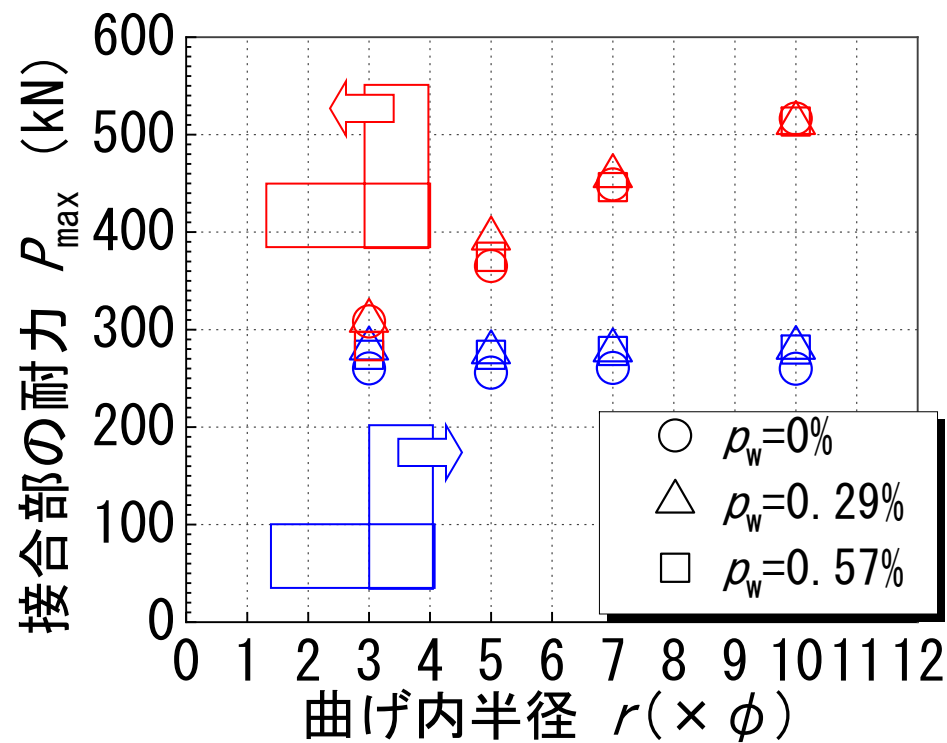


3. 配筋詳細が耐力に及ぼす影響

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

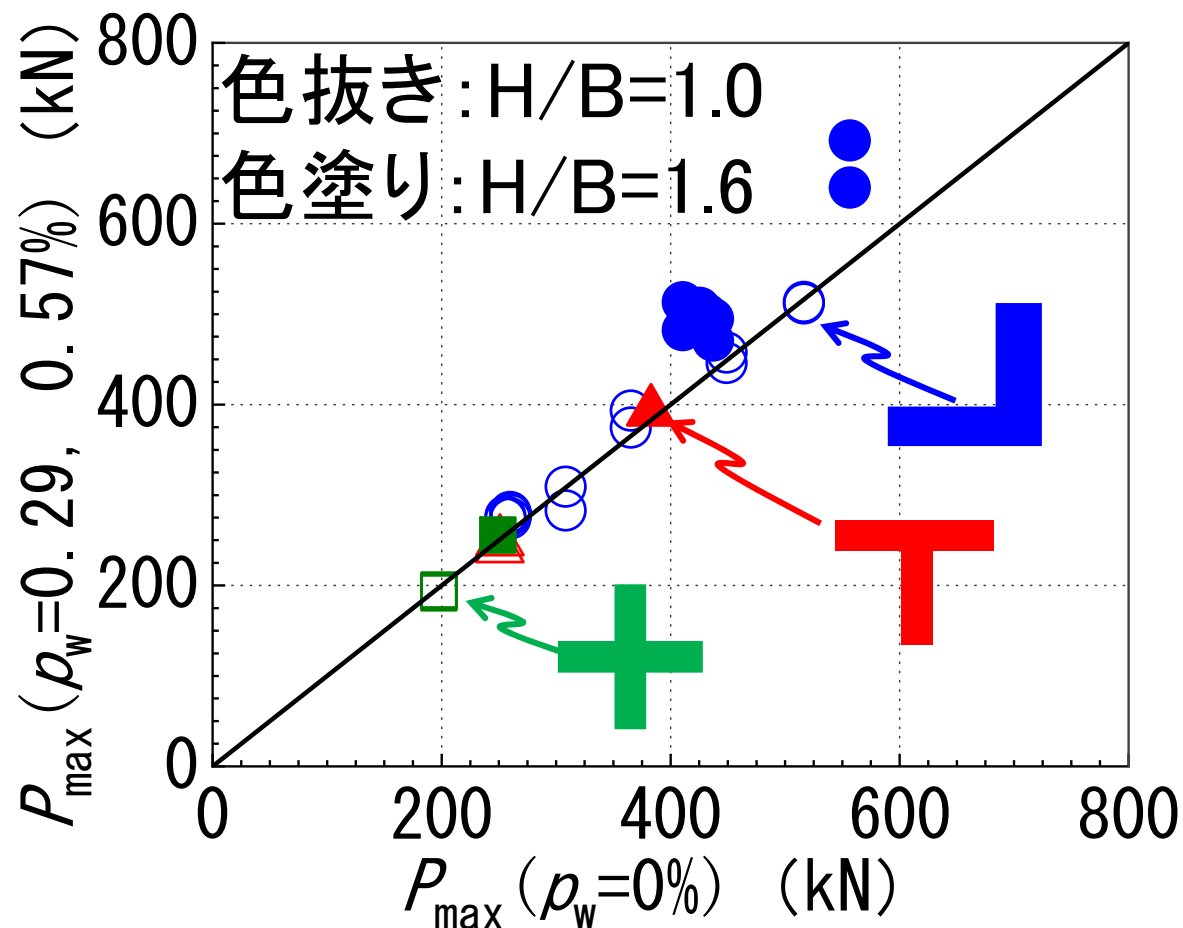
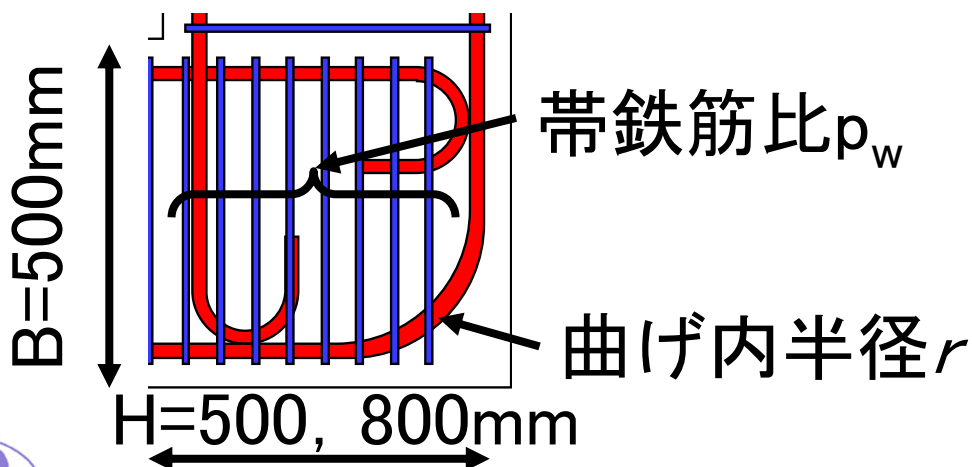
4. 構造細目の検討

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, 10 φ
- ・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

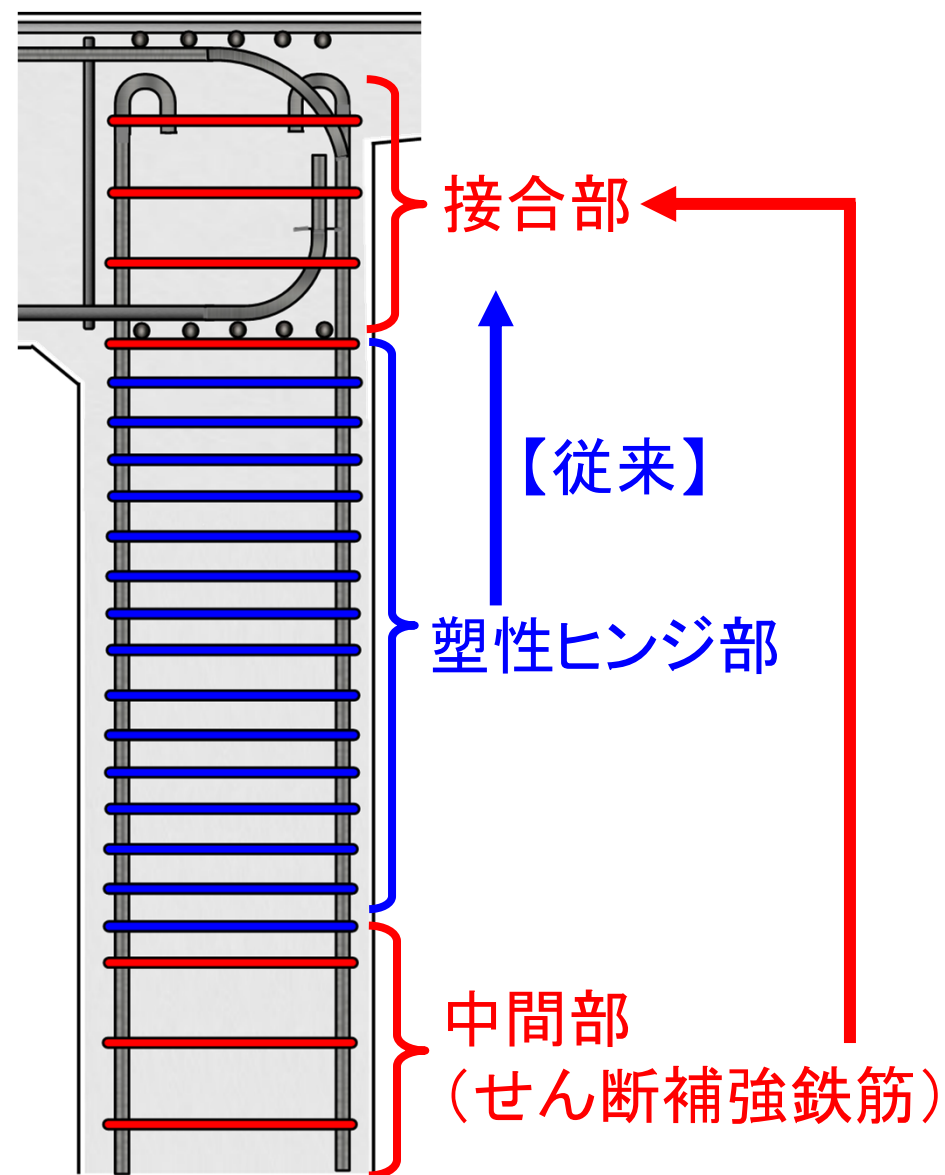
- 修復性等の観点から、接合部は損傷させず、隣接する部材(柱)の破壊を先行するように設計
- 接合部の帯鉄筋は、耐力には顕著な効果無し

【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

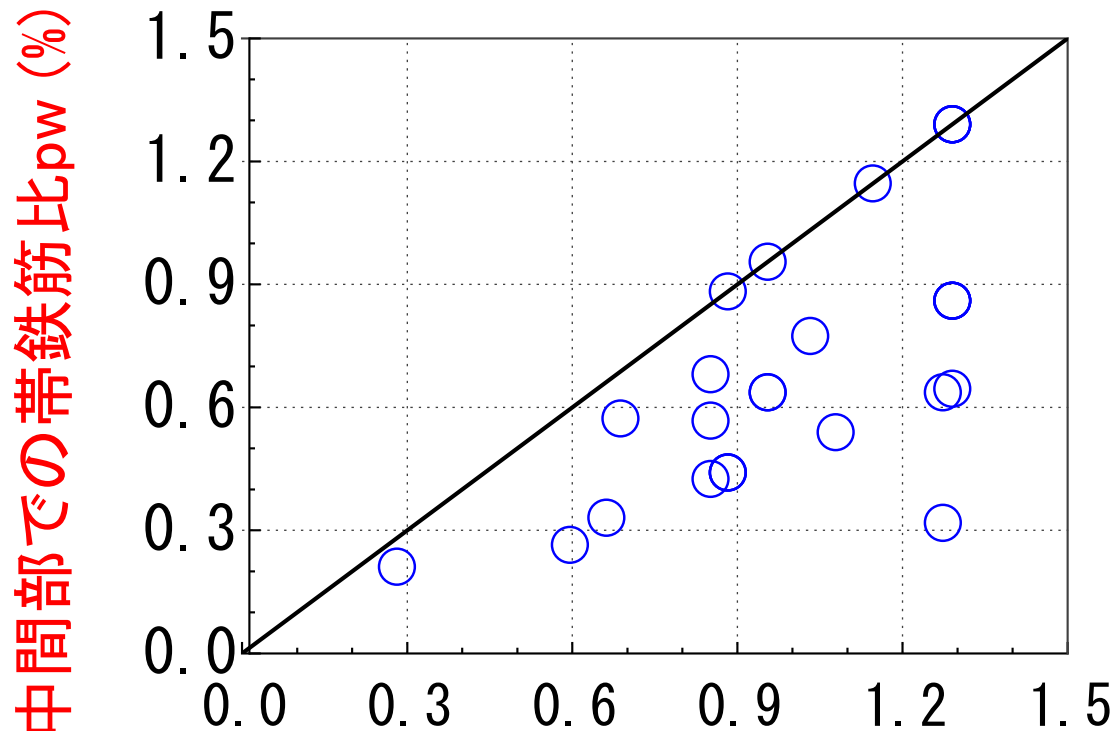
ただし、接合部内の帯鉄筋は、収縮や温度変化に対して、あるいは軸方向鉄筋の定着長等に寄与するため、

最小鉄筋量として0.3%以上は配置



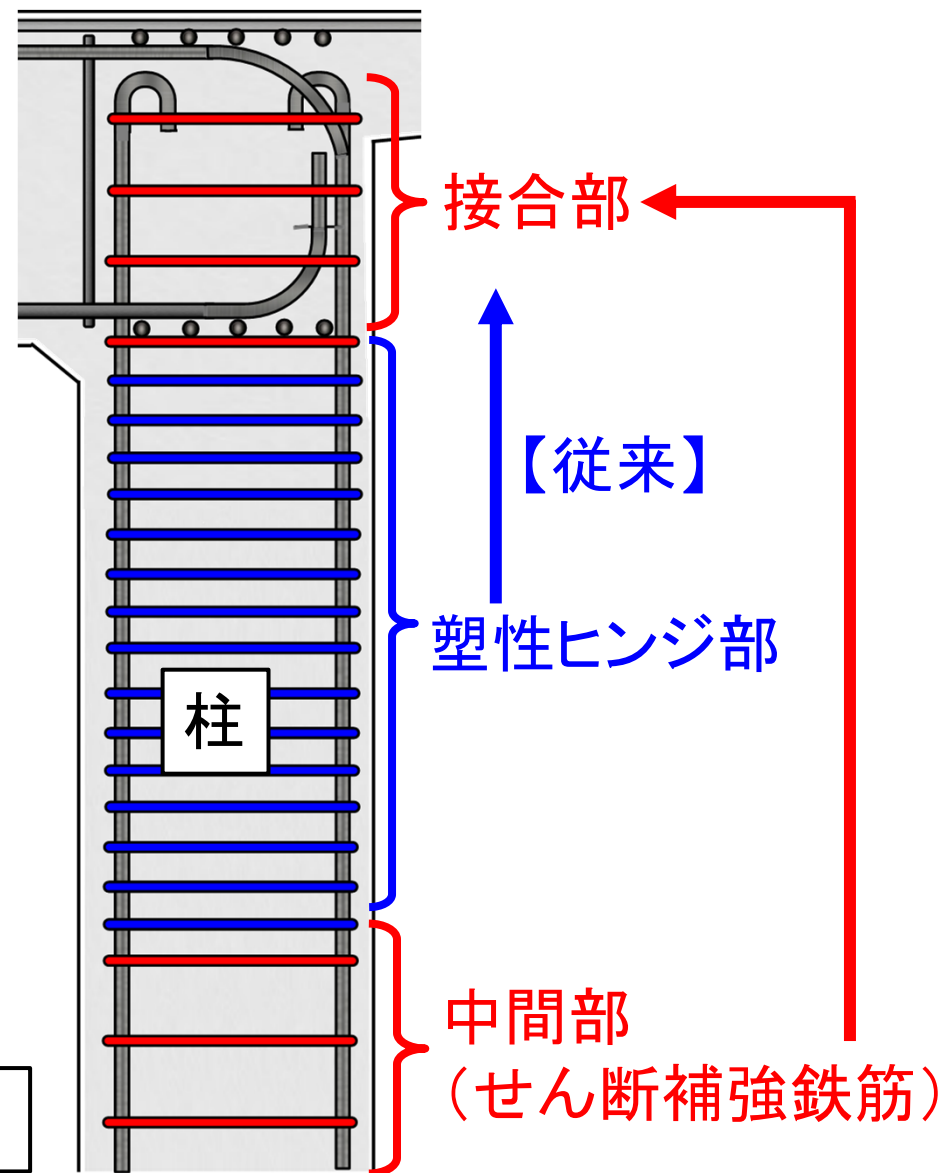
4. 構造細目の検討

柱はり接合部の帯鉄筋量



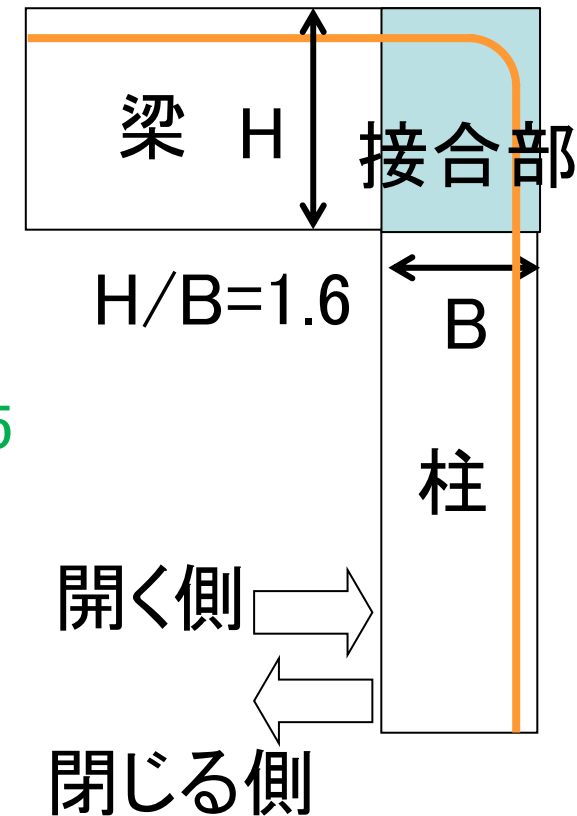
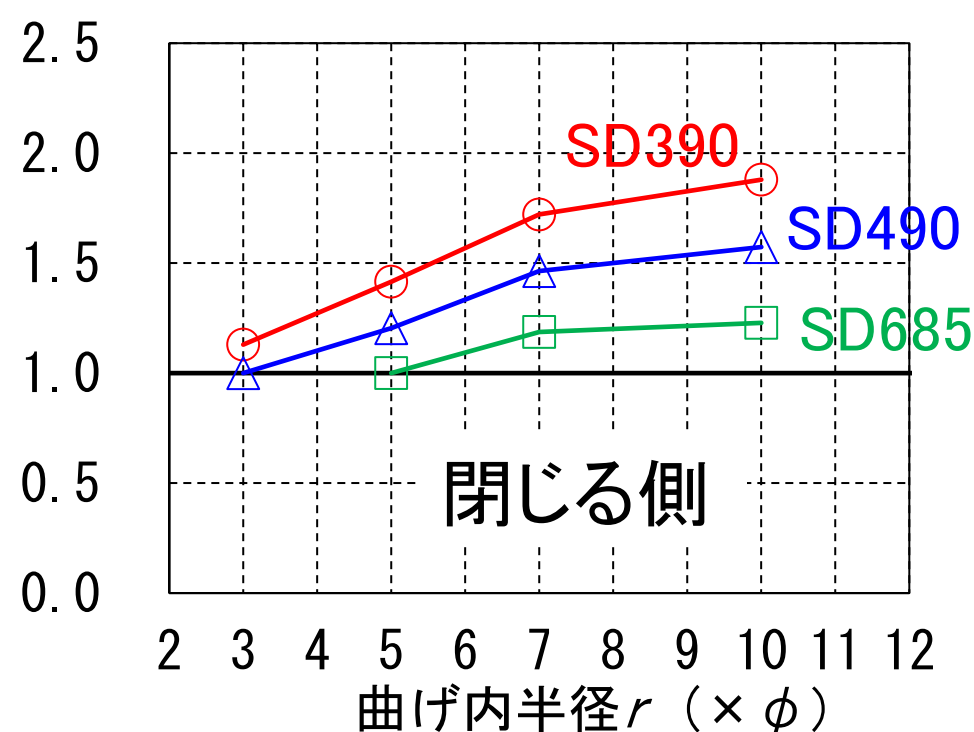
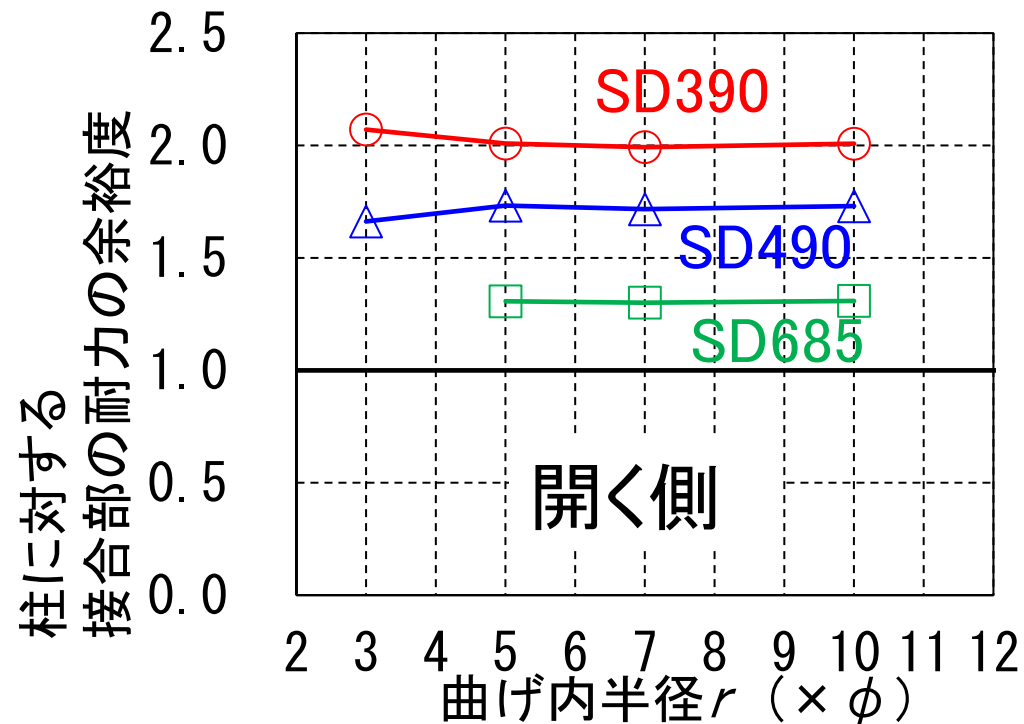
柱の塑性ヒンジ部での帯鉄筋比 p_w (%)
帯鉄筋に関する事例調査結果

➤ 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**

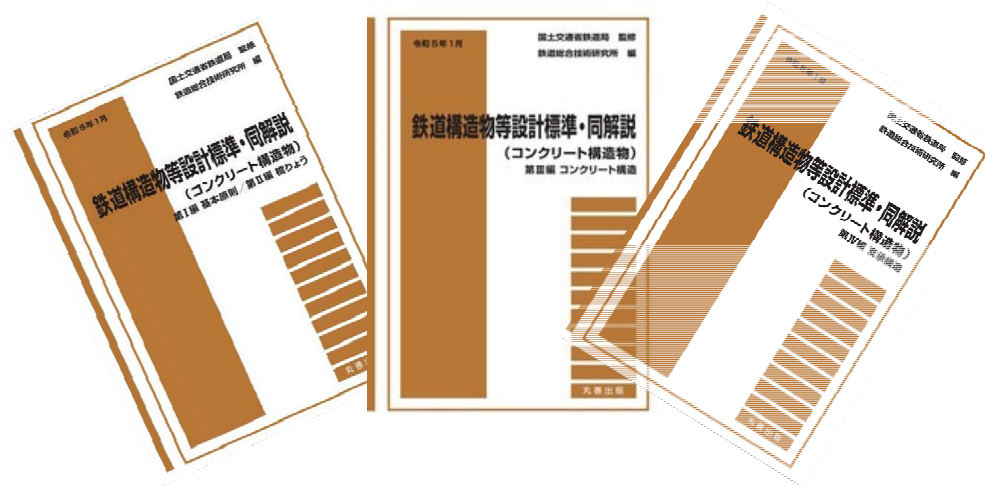
従来より1/2～2/3程度

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