

鉄筋コンクリート造の各種柱はり接合部の 耐力評価に関する実験

研究代表者：塩原 等

国立大学法人東京大学工学系研究科・株式会社大林組技術研究所

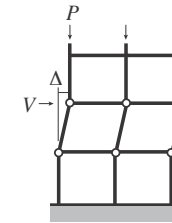


靱性骨組の耐震性の確保

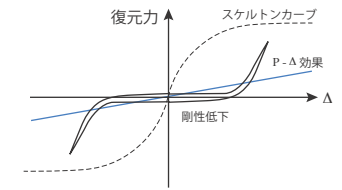
- 地震後の修復を容易にするためには柱梁接合部の損傷抑止が必要
- 柱梁接合部は、崩壊機構形成時にも、柱と梁の剛性と曲げ終局強度を発揮できることが必要
- 柱梁接合部のヒンジ化は架構の不安定化を招く



最近の接合部の地震被害



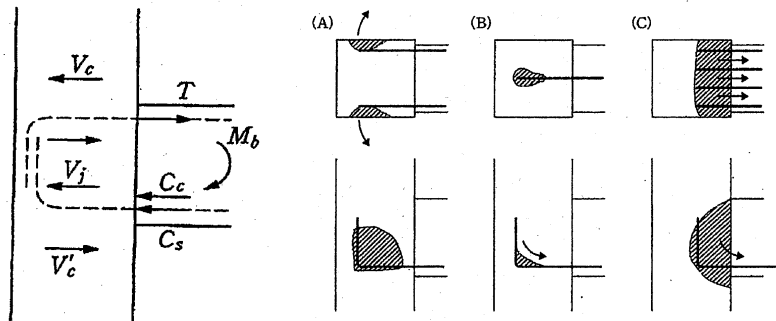
接合部ヒンジとP-Δ効果



接合部ヒンジによる剛性低下とスリップ化

柱梁接合部の性能低下の要因

日本建築学会 靱性保証型耐震設計指針 (1999)



接合部の過大なせん断力

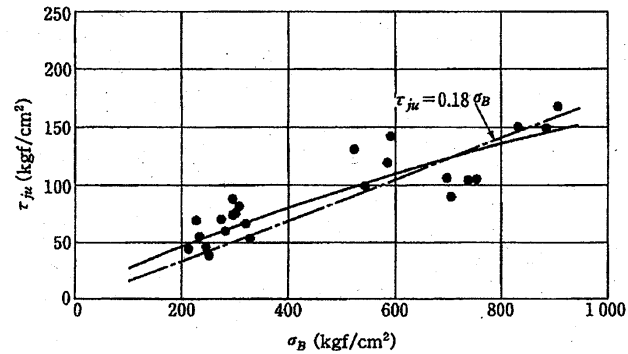
接合部内での主筋の定着破壊

ト形柱・梁接合部の耐震性確保（現行）

必要条件	ACI 318 Type 2	日本（現行）
V_j （接合部せん断力）の上限	$12\sqrt{f'_c}$ kips	$0.56f'_c{}^{0.7}$ MPa
梁主筋定着長さ	2 in. (50 mm) max 	原則として 柱せいの 3/4
接合部せん断補強比の下限	0.2% 程度	0.3% 程度
柱・はり強度比	1.20 以上	制限なし

接合部せん断強度式の精度は

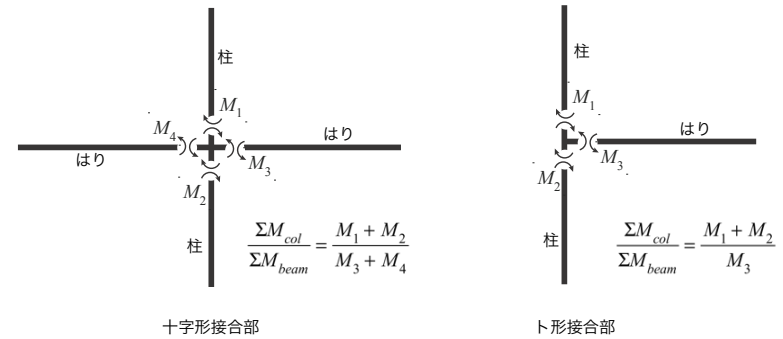
- 靱性保証指針の接合部せん断強度のばらつきは極めて大きい



(b) ト形接合部の $\tau_{ju} - \sigma_B$ 関係

柱・はり強度比 $\sum M_{column} / \sum M_{beam}$

- 柱断面の曲げ強度の和と梁断面の曲げ強度の和の比

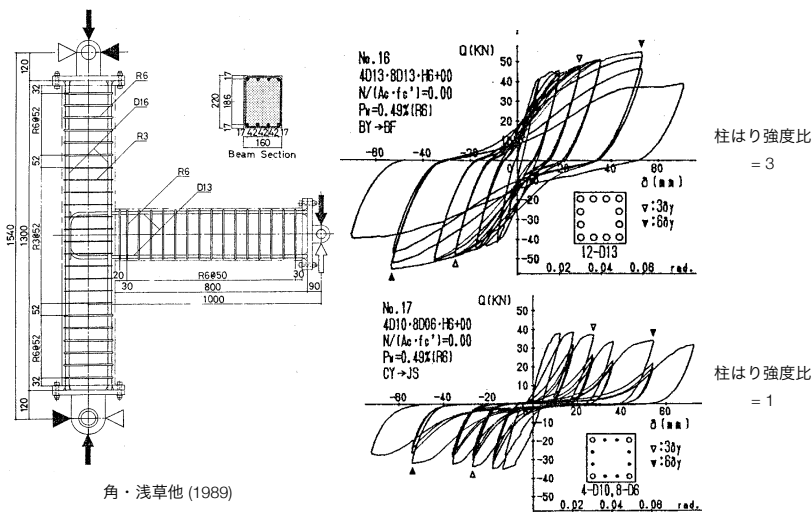


柱とはりの断面が同じ場合には：

$$\frac{\sum M_{col}}{\sum M_{beam}} = 1.0 \quad (\text{十字形接合部})$$

$$\frac{\sum M_{col}}{\sum M_{beam}} = 2.0 \quad (\text{ト形接合部})$$

柱・はり強度比が 1.0 に近い時何が起るか



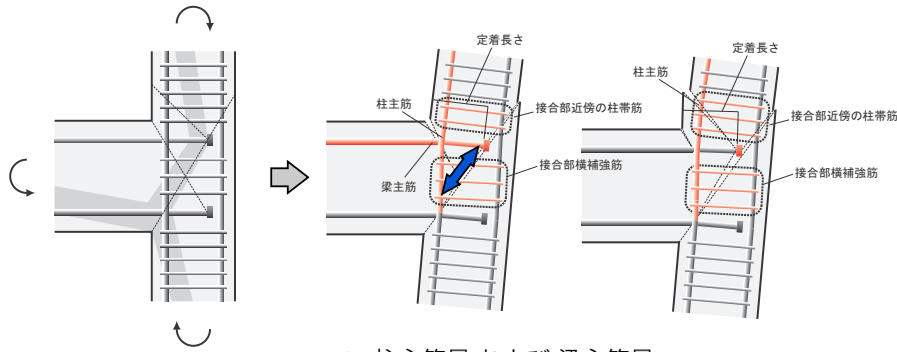
角・浅草他 (1989)

研究の目的



- 幅広い設計因子の耐震実験
- 架構の耐力の評価法の合理化
- 架構の靱性の判定法の合理化
- 柱梁接合部の耐震設計の合理化

外部柱梁接合部の終局時の耐力機構



1. 柱主筋量 および 梁主筋量
2. 梁主筋定着長さ
3. 接合部補強筋・接合部近傍の帯筋

実験変数

1. 梁主筋量
柱梁接合部のせん断余裕度 (0.76 ~ 1.48)
2. 柱・梁曲げ強度比
柱の曲げ終局強度の梁の曲げ終局強度に対する比 (1.0 ~ 2.0)
3. 梁主筋定着長さ
柱フェイスから定着端部までの長さとの柱せいの比 (0.8・0.65・0.5)
4. 横補強筋比
接合部横補強筋、接合部近傍の柱帯筋 (0.28% ~ 0.83%)
5. 接合部アスペクト比
柱せいと梁せいの比 (1.0 ~ 2.0)

実験計画

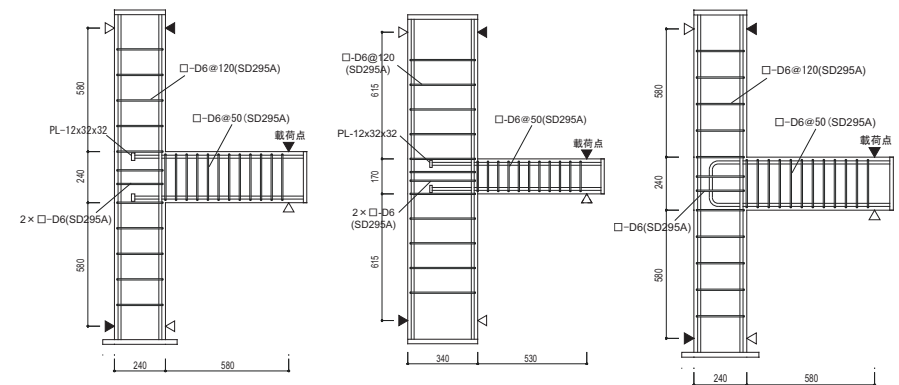
・ 1/3スケール ト字形柱梁接合部 計26体

K シリーズ	パイロット実験 (境界条件)	2 体
L シリーズ	梁主筋定着長さ × 柱梁曲げ強度比 × 梁主筋量の組み合わせ	11 体
M シリーズ	接合部横補強筋量増大	4 体
N シリーズ	柱せい/梁せい = 2	5 体
O シリーズ	梁主筋端部 U 字定着	4 体

共通条件：

主筋 SD345 コンクリート強度 27 MPa
柱軸力 ゼロ (上下柱同になるように制御)

試験体形状

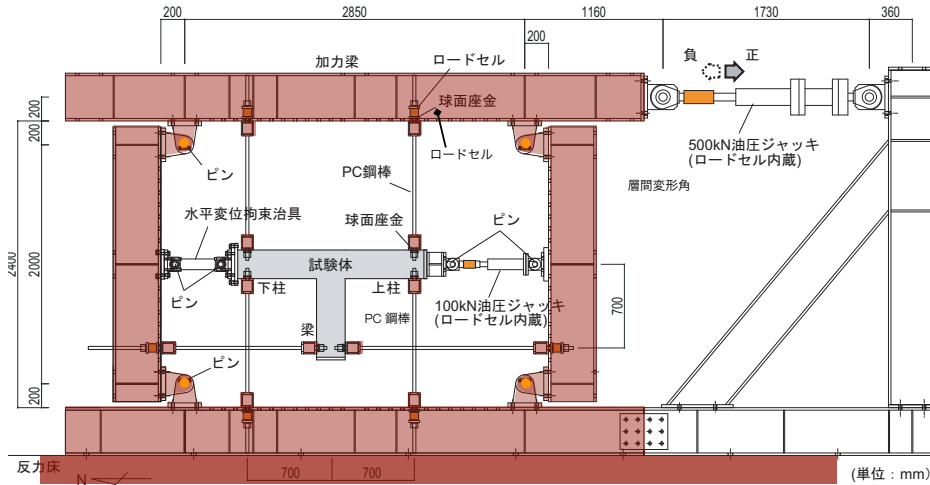


K・L・M シリーズ

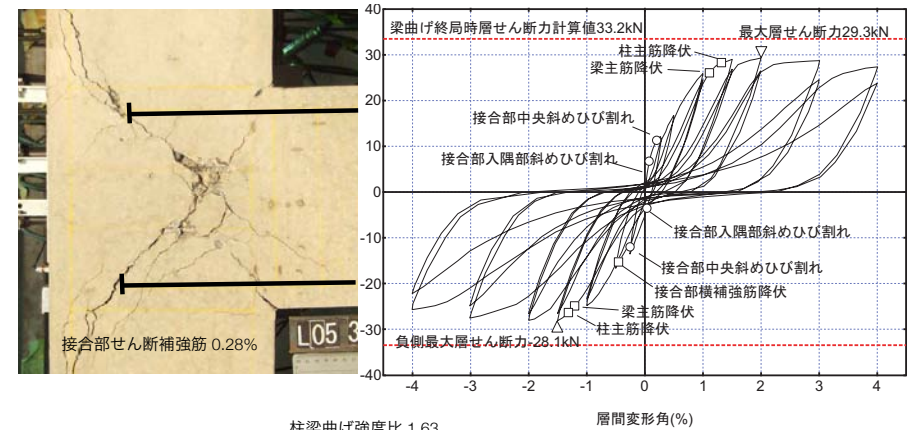
N シリーズ

O シリーズ

加力装置



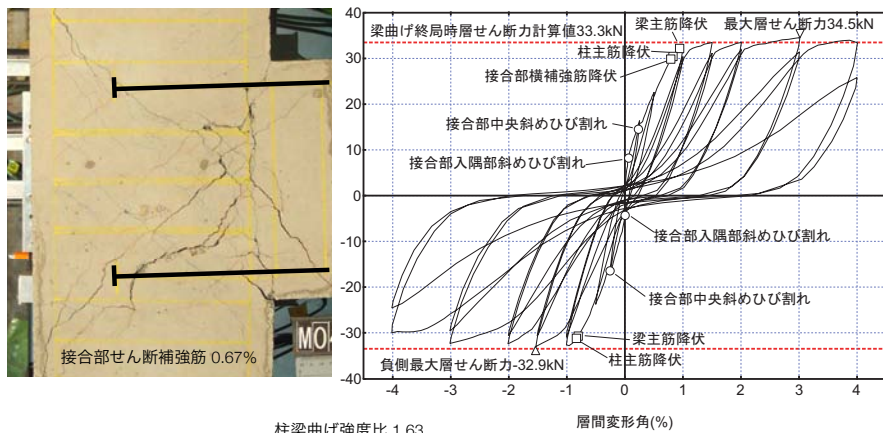
典型的な破壊 1



試験体 L05

柱梁曲げ強度比 1.63
 梁主筋定着長 $0.65 D_c$
 接合部せん断余裕度 1.13

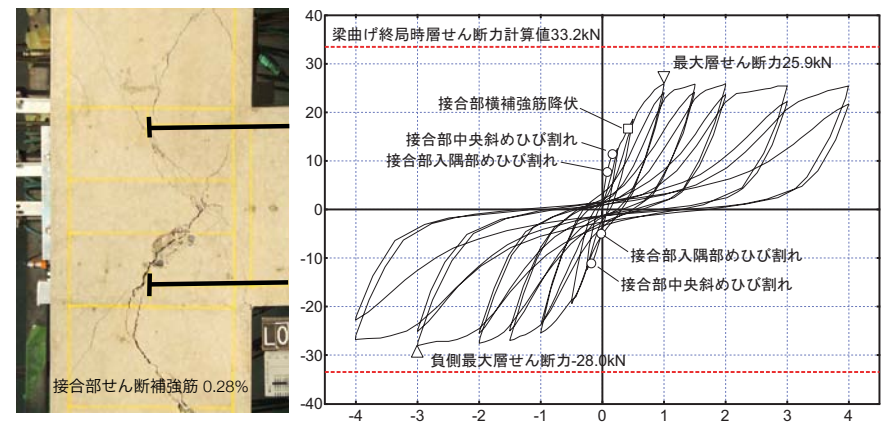
典型的な破壊 2



試験体 M04

柱梁曲げ強度比 1.63
 梁主筋定着長 $0.65 D_c$
 接合部せん断余裕度 1.18

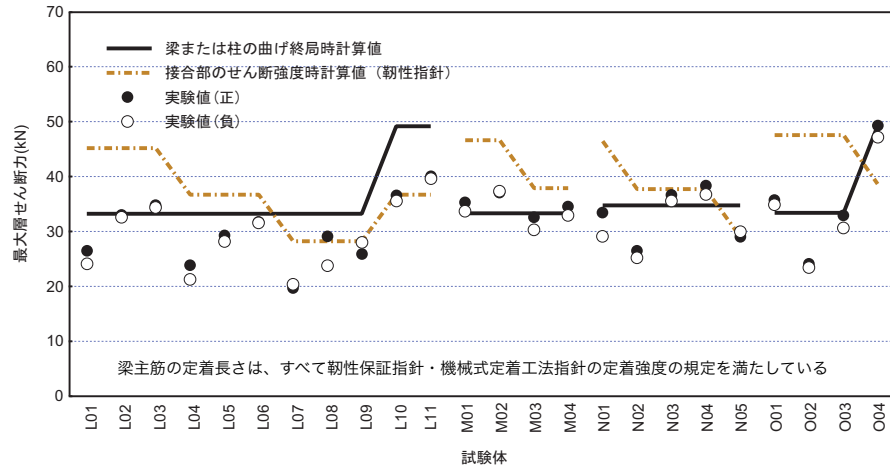
典型的な破壊 3



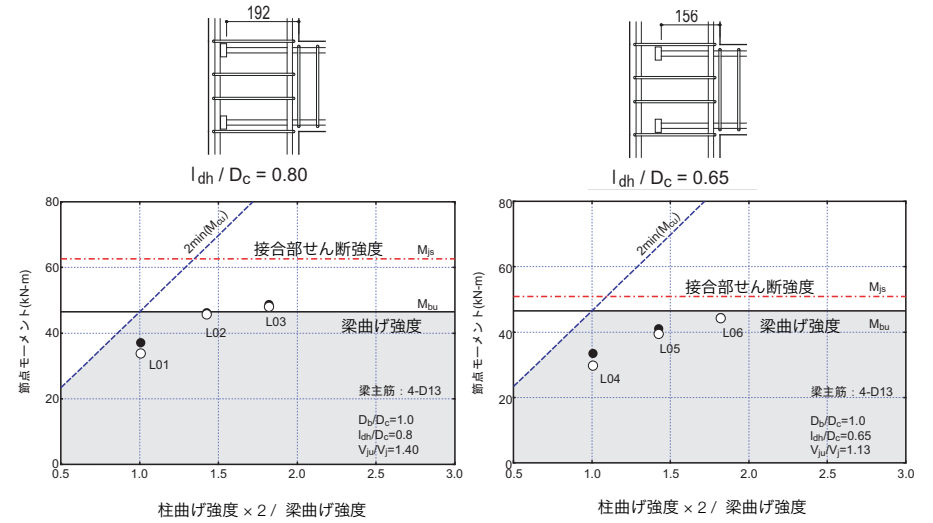
試験体 L09

柱梁曲げ強度比 3.03
 梁主筋定着長 $0.50 D_c$
 接合部せん断余裕度 0.87

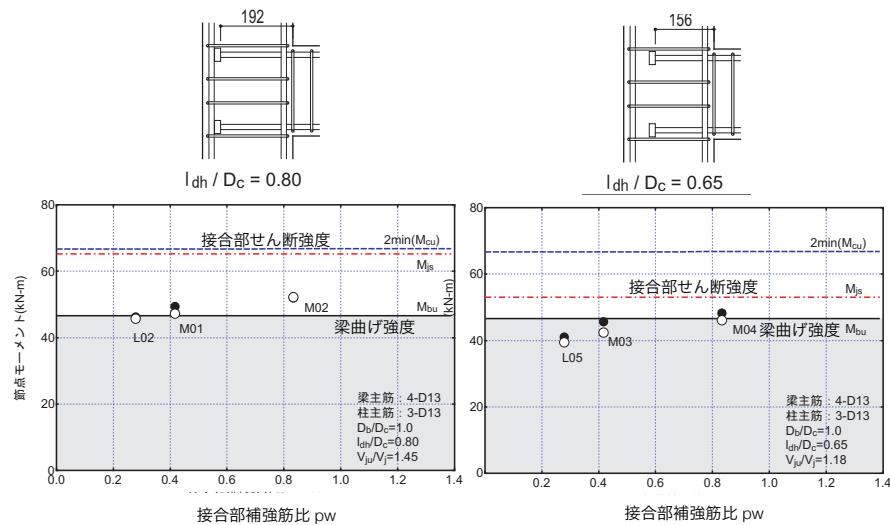
実験値と計算値の比較 (現行設計法)



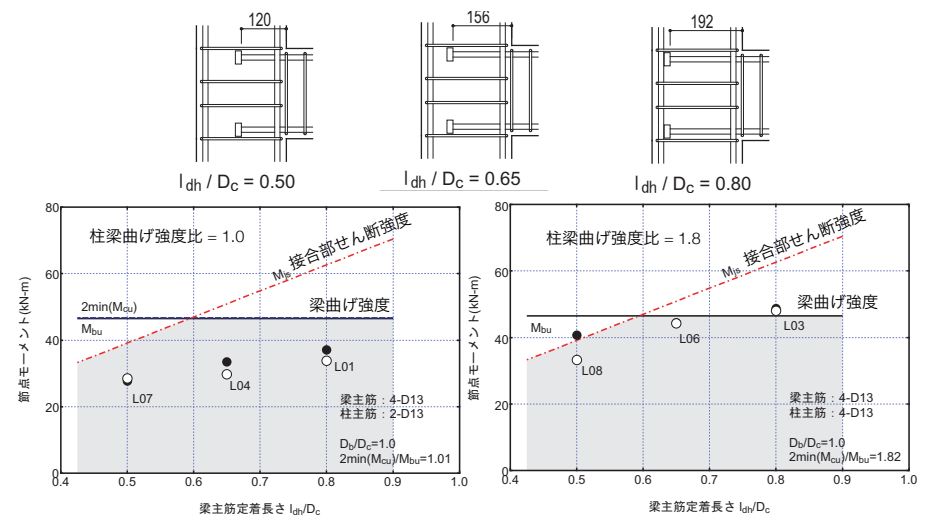
柱梁曲げ強度比の影響



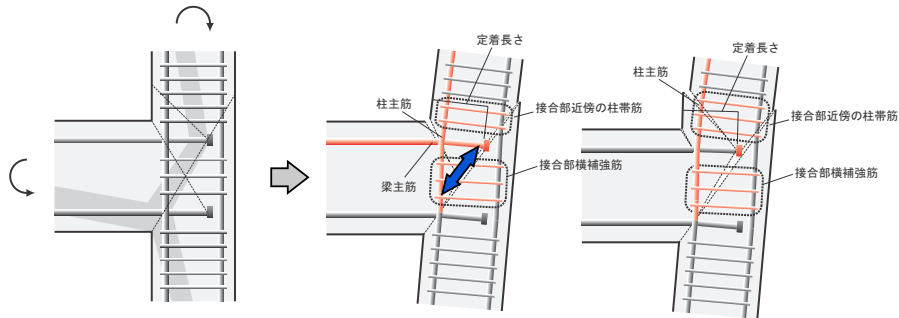
接合部補強量の影響



主筋定着長さの影響

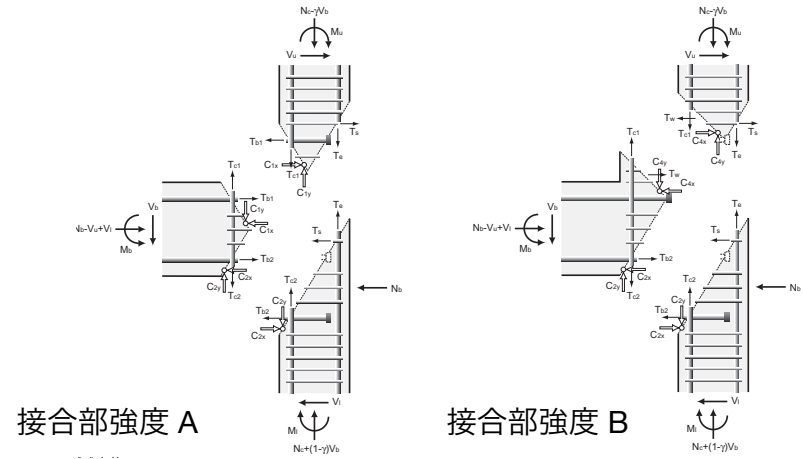


柱梁接合部の終局時の耐力機構



1. 柱主筋量 および 梁主筋量
2. 梁主筋定着長さ
3. 接合部補強筋・接合部近傍の帯筋

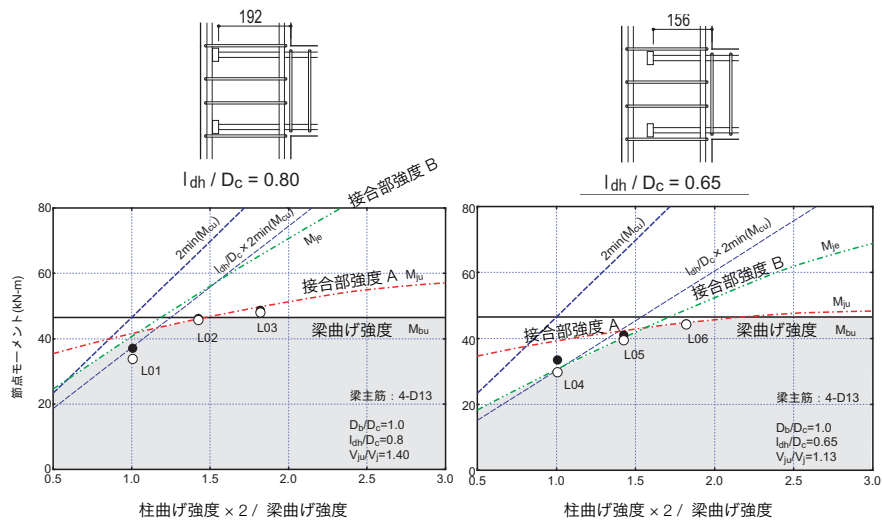
9自由度モデルによる解析 (検討中)



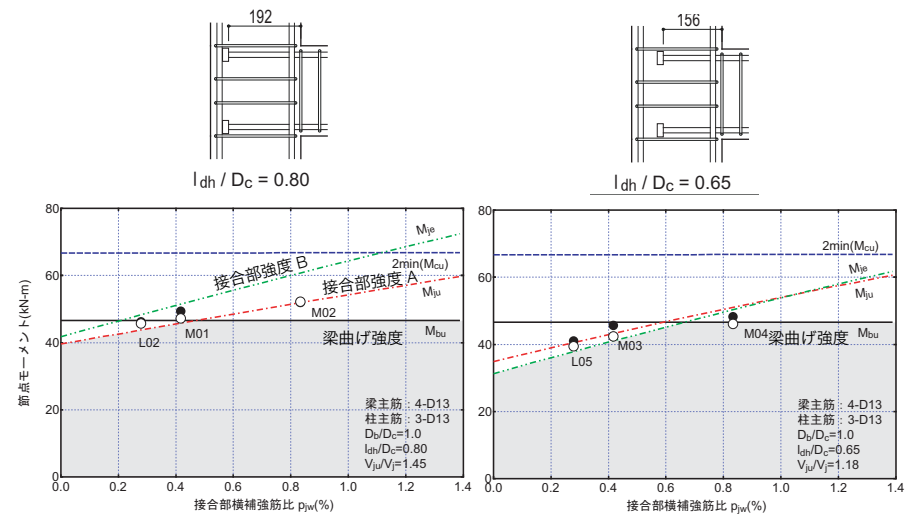
接合部強度 A

接合部強度 B

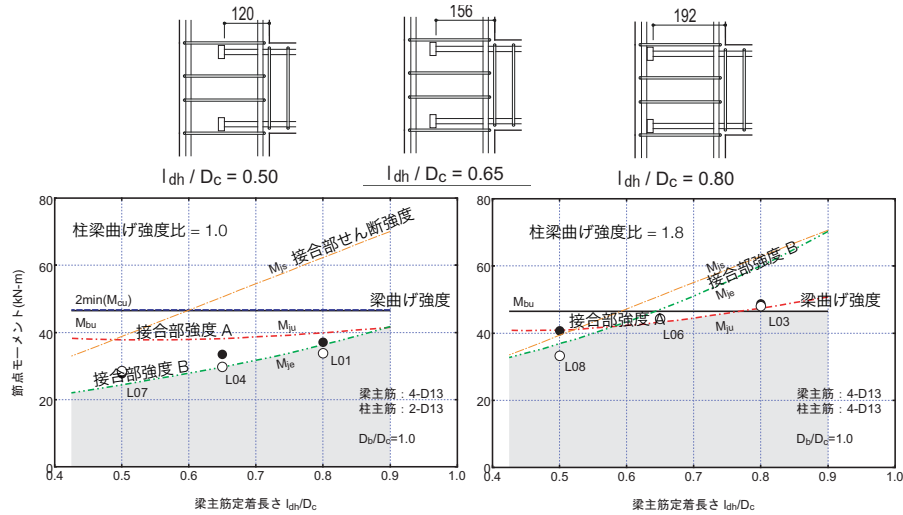
柱梁曲げ強度比の影響 (9自由度モデル)



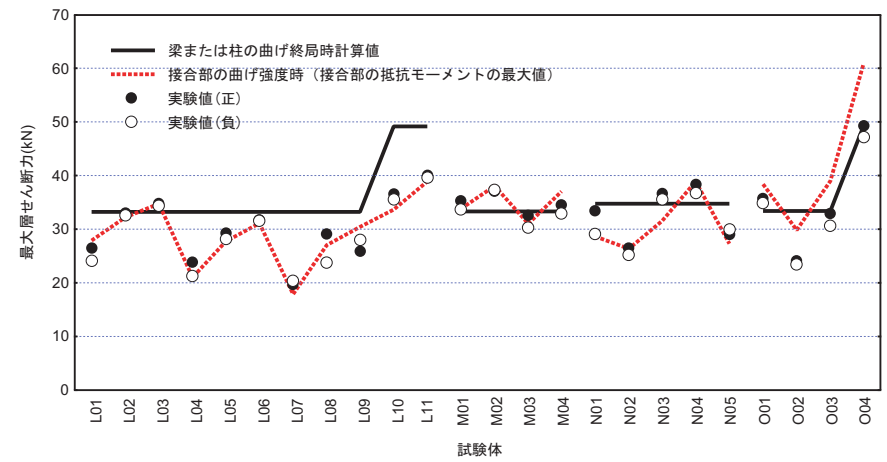
接合部補強量の影響 (9自由度モデル)



主筋定着長さの影響 (9自由度モデル)



実験値と計算値の比較 (9自由度モデル)



まとめ



- ト字形柱梁接合部の破壊性状について
 - 柱・梁主筋の降伏、ひび割れ、崩壊機構
- ト字形柱梁接合部の終局強度について
 - 1) 柱・梁曲げ強度比、2) 定着長さ、3) 接合部補強筋量の影響
- 9自由度モデルによる終局強度の推定
- 今後の課題