

平成24年度 建築基準整備促進事業

## 5. 鉄骨造建築物の基準の整備に資する検討

(イ) 梁端部のモーメント伝達効率を考慮した  
柱梁接合部の耐震性に関する検討

(ロ) コンクリート合成梁の横座屈に関する検討

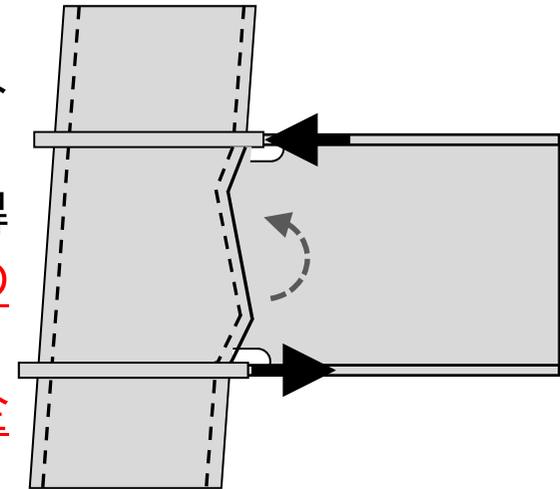
事業主体 東京工業大学 京都大学

東京大学 大阪工業大学

共同研究機関 (独)建築研究所

## 調査の目的

(イ) 梁をSN490柱をBCR295とした柱梁接合部では、鋼管壁の面外変形による梁ウェブのモーメント伝達効率低下により、接合部係数が1.2を下回る組み合わせが多くなる。これまで実験資料があまり得られていない梁ウェブのモーメント伝達効率と梁の塑性変形能力の関係を、実験・解析により定量的に把握するとともに、パネルゾーンも含めた接合部全体の耐震性能を検討を行う。

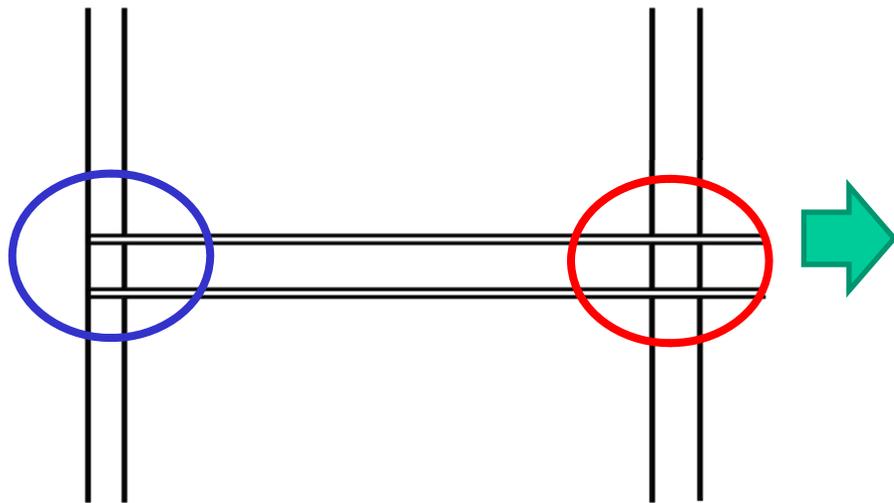


(ロ) 鉄筋コンクリート床スラブを頭付きスタッドによってH形断面に結合した合成梁では、床スラブによって梁のねじりと横たわみが拘束されるため、横座屈に対する補剛効果が得られるものと考えられる。これに伴い梁の横補剛を簡素化できると考えられるが、床スラブによる補剛効果の定量的な評価は明らかでない。合成梁の横座屈挙動を構造実験と有限要素法解析によって確認し、保有耐力横補剛の条件を満足するための条件について検討を行う。

# (イ) 梁端部のモーメント伝達効率を考慮した 柱梁接合部の耐震性に関する検討

## 部材断面の組み合わせによる崩壊モードと接合部係数の関係

一般に流通している細幅系列のJIS-H形鋼梁断面と、断面の幅厚比が種別FA,FBもしくはFCに区分されるBCR295の組み合わせで、**梁端接合部がパネルに対して弱く先行降伏しやすい外柱接合部**、**パネルが相対的に弱く先行降伏しやすい内柱接合部**のそれぞれについて部材耐力比に基づき**想定される崩壊モード**および日本建築学会接合部設計指針の方法により求めた**接合部係数**を検討した。



H-600×200×11×17と350～500幅の角形鋼管柱の組み合わせにおいて、現実的な柱梁耐力比のもとで接合部係数が1.2を下回る組み合わせが多い。

これらの断面を組み合わせ、**外柱接合部を模したト型部分架構**と**内柱接合部を模した十字型部分架構**の繰り返し載荷実験を行う。

併せて、数値解析により接合部係数の小さな場合の塑性変形能力を検討する。

# (イ) 梁端部のモーメント伝達効率を考慮した 柱梁接合部の耐震性に関する検討

外柱接合部を模擬したト形部分架構による接合部実験

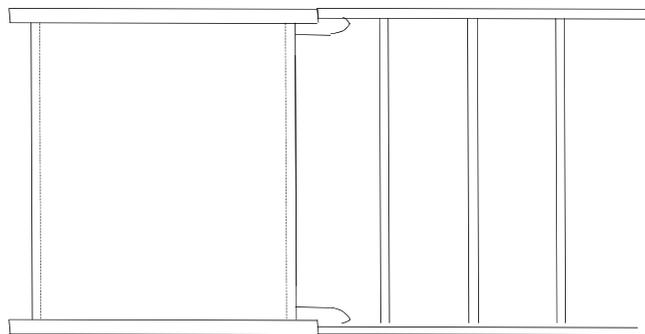
・実験パラメータ

梁断面H-600×200× 11×17(共通)

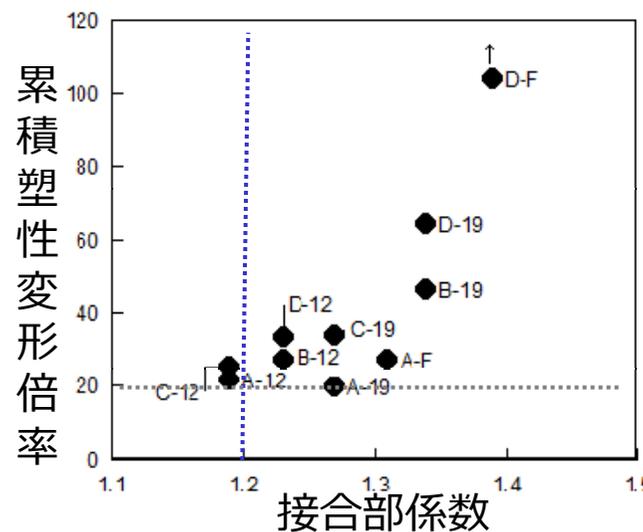
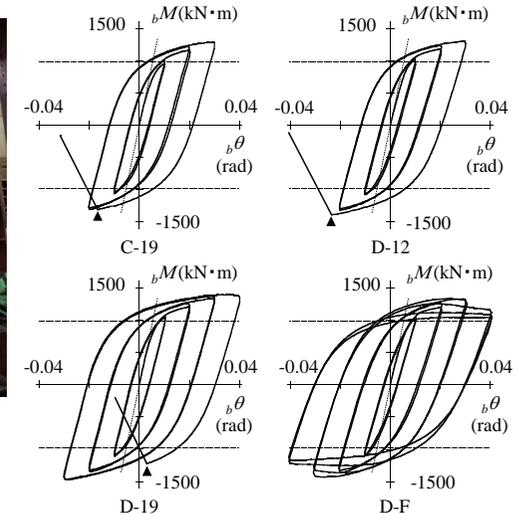
1)スカルップの有無, 柱断面  
→ウェブにおけるモーメント伝達効率を変化させ、接合部係数を変化させる

→F値による計算で 1.14~1.33  
素材試験結果による計算で 1.19~1.37

2)スチフナによる局部座屈  
に対する拘束の有無



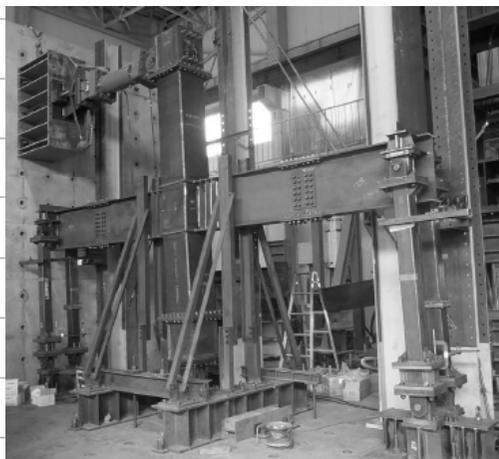
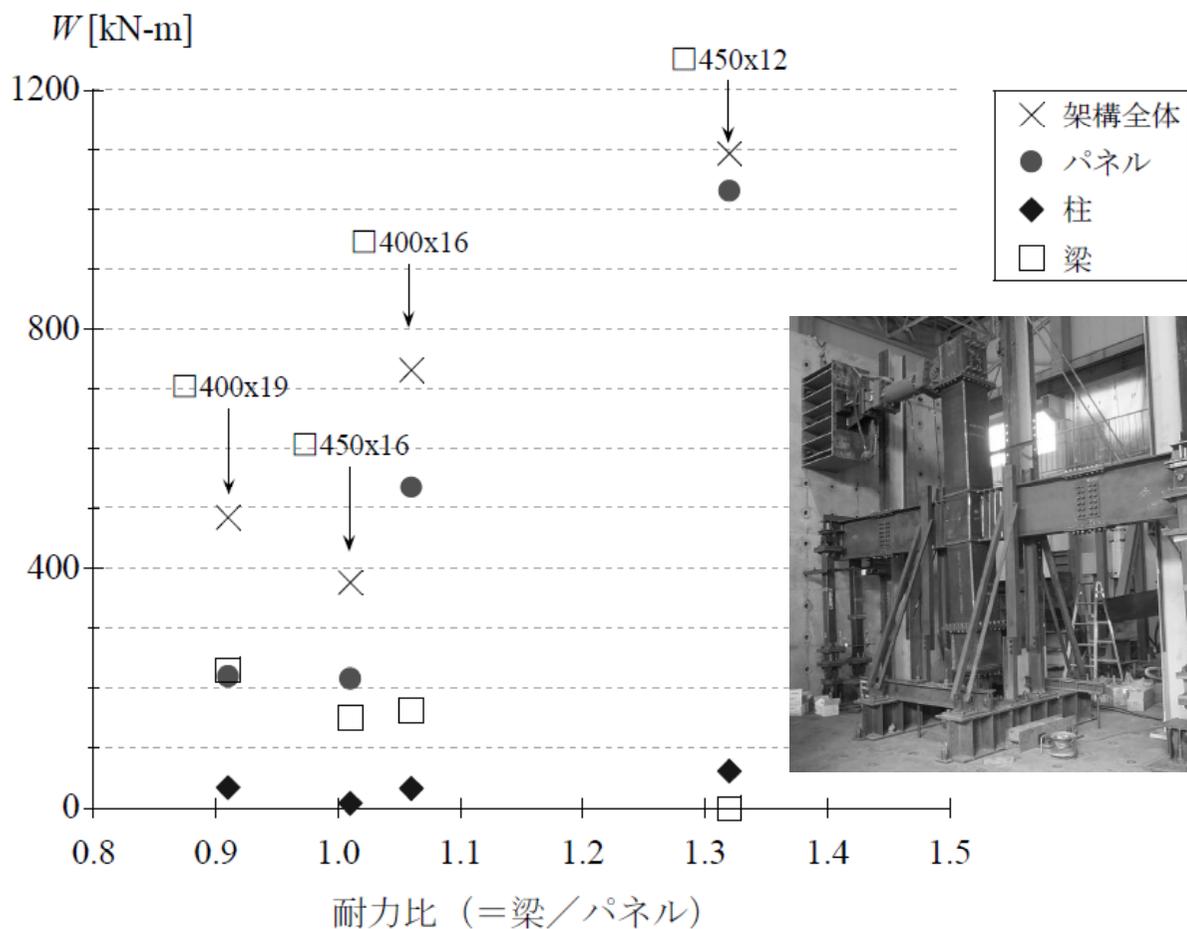
繰り返し載荷実験を実施



接合部係数が小さくなると累積塑性変形倍率の値は小さくなったが, 1.2程度の試験体でも20程度の塑性変形能力があることを実験により示した.

# (イ) 梁端部のモーメント伝達効率を考慮した 柱梁接合部の耐震性に関する検討

## 内柱接合部を模擬した十字型部分架構による接合部実験

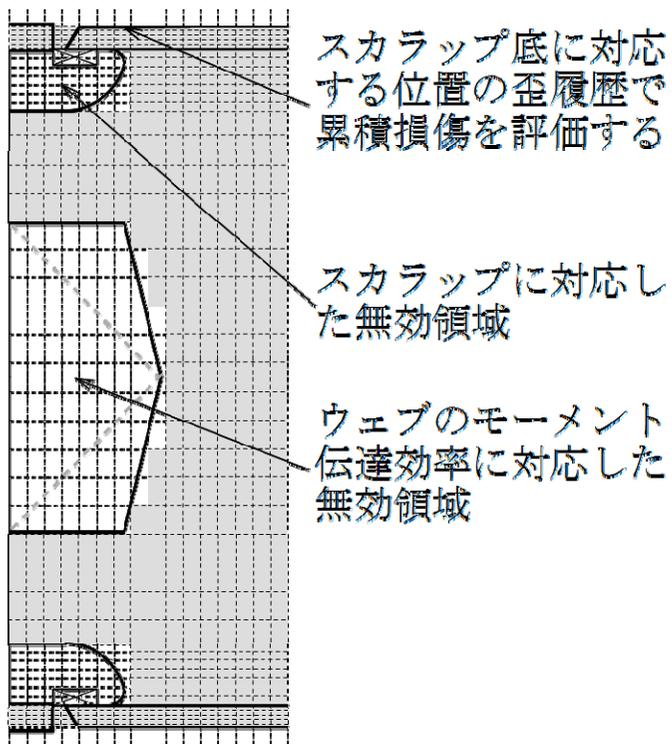


- ・ 柱が弱いほど接合部係数が小さくなることから、接合部係数が小さくなる試験体ではパネルの塑性化が先行した。
- ・ 梁の塑性変形能力はパネルが弾性に留まったト型部分架構に比べやや小さくなったが、**架構全体で見るとパネルの塑性化に伴うエネルギー吸収の寄与が大きい。**今回使用した試験体では、**架構全体で見ると、梁だけが塑性化した場合に比べ2倍以上のエネルギーを吸収した。**

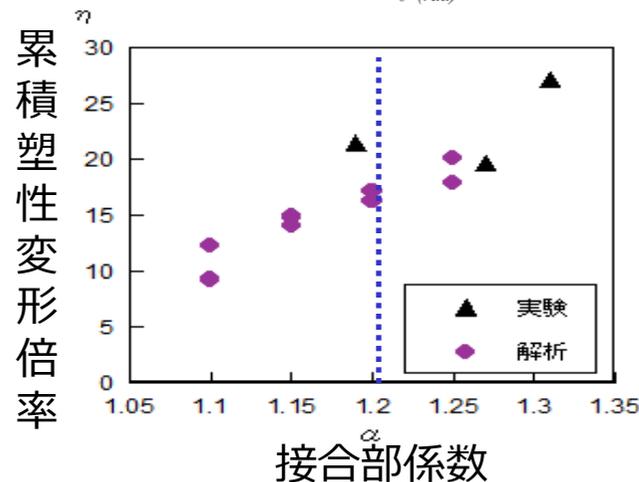
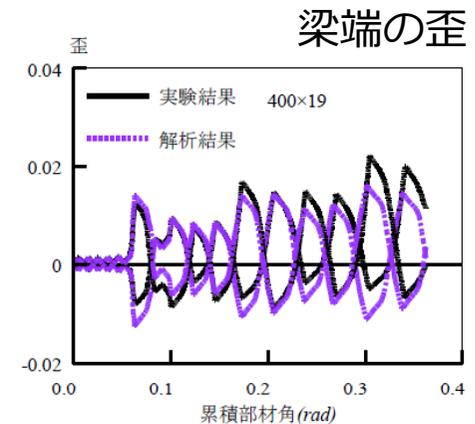
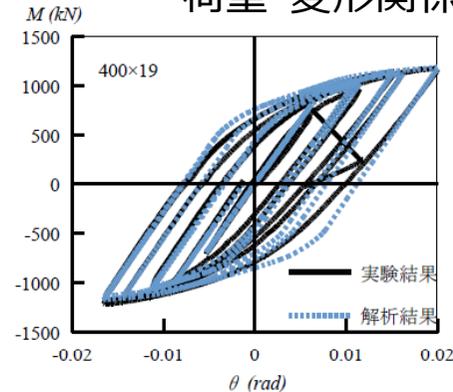
# (イ) 梁端部のモーメント伝達効率を考慮した 柱梁接合部の耐震性に関する検討

## 梁ウェブのモーメント伝達効率を考慮した部材解析

**梁ウェブにおけるモーメント伝達効率を考慮した解析方法により**、部材実験では実現できなかった接合部係数が極めて低い場合の、破断によって決まる塑性変形能力を数値解析により検討した。荷重-変形関係



梁端部のモデル化

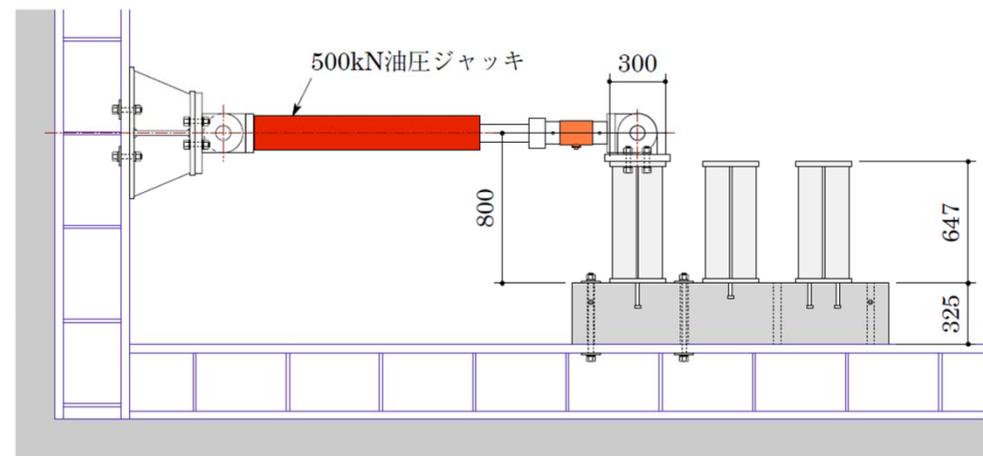
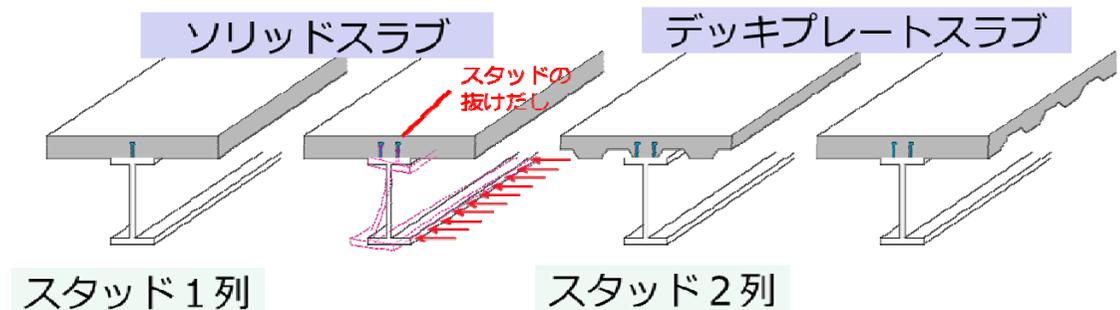


数値解析により、接合部係数が1.2程度であれば破断に至るまでの累積塑性変形倍率は15程度、接合部係数が1.1程度であれば10程度になるであろう事が予測できた。

# (ロ) コンクリート合成梁の横座屈に関する検討

## 頭付きスタッドによる拘束効果確認実験 (要素実験)

- 目的：頭付きスタッドによる拘束効果を明らかにする。
  - 方法：床スラブと短いH形断面梁から成る要素について構造実験を行う。
  - 実験パラメータ：
    - 頭付きスタッドの間隔
    - 頭付きスタッドの長さ
    - 頭付きスタッドの列数
    - 床スラブ波形デッキ
    - プレートの方向
- 梁断面  
拘束条件



# (ロ) コンクリート合成梁の横座屈に関する検討

## 頭付きスタッドによる拘束効果確認実験 (要素実験)

■ねじり剛性 : 実験結果と既往提案式との比較

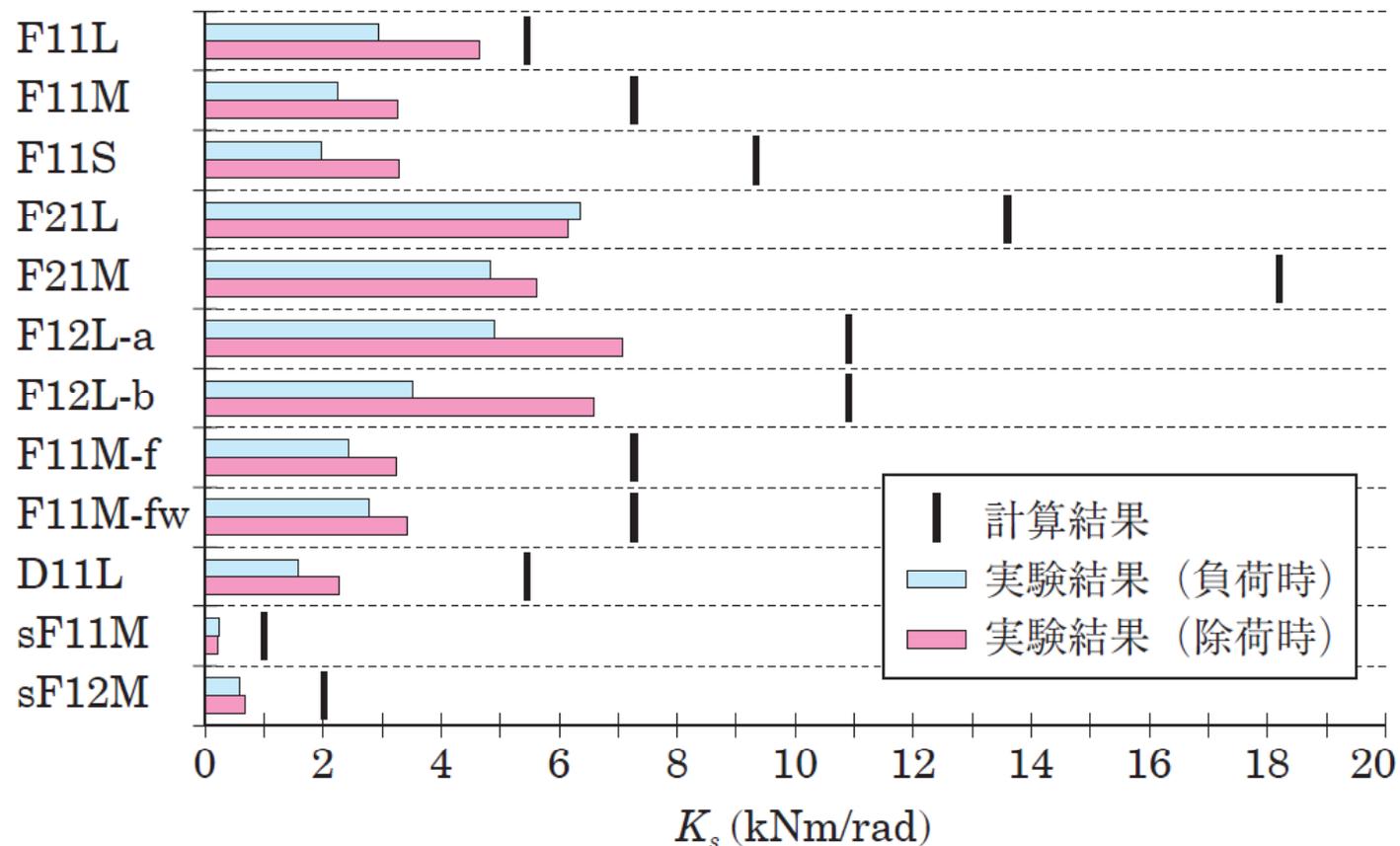
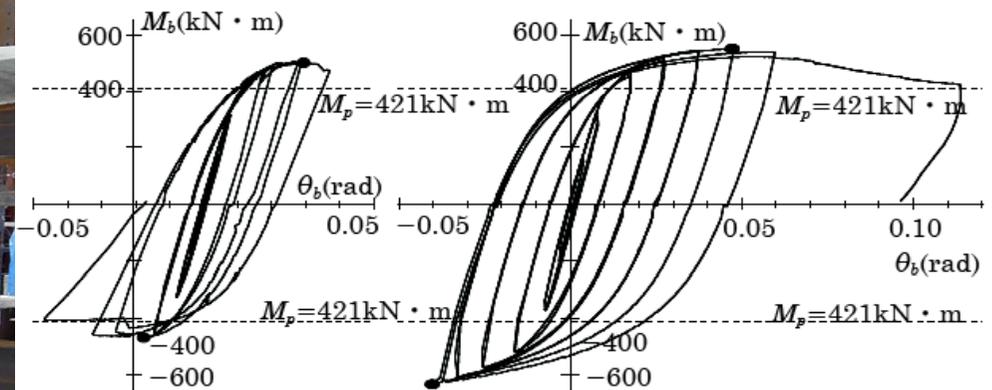


図 3-26 頭付きスタッドの拔出しによるねじり剛性の比較

# (ロ) コンクリート合成梁の横座屈に関する検討

## 合成梁の横座屈性状確認実験（架構実験）

- 目的：横座屈によって終局状態を迎えるH形断面梁の塑性変形能力を確認し，横座屈性状に及ぼす床スラブの影響を把握する。
- 実験パラメータ：床スラブの有無・梁の細長比



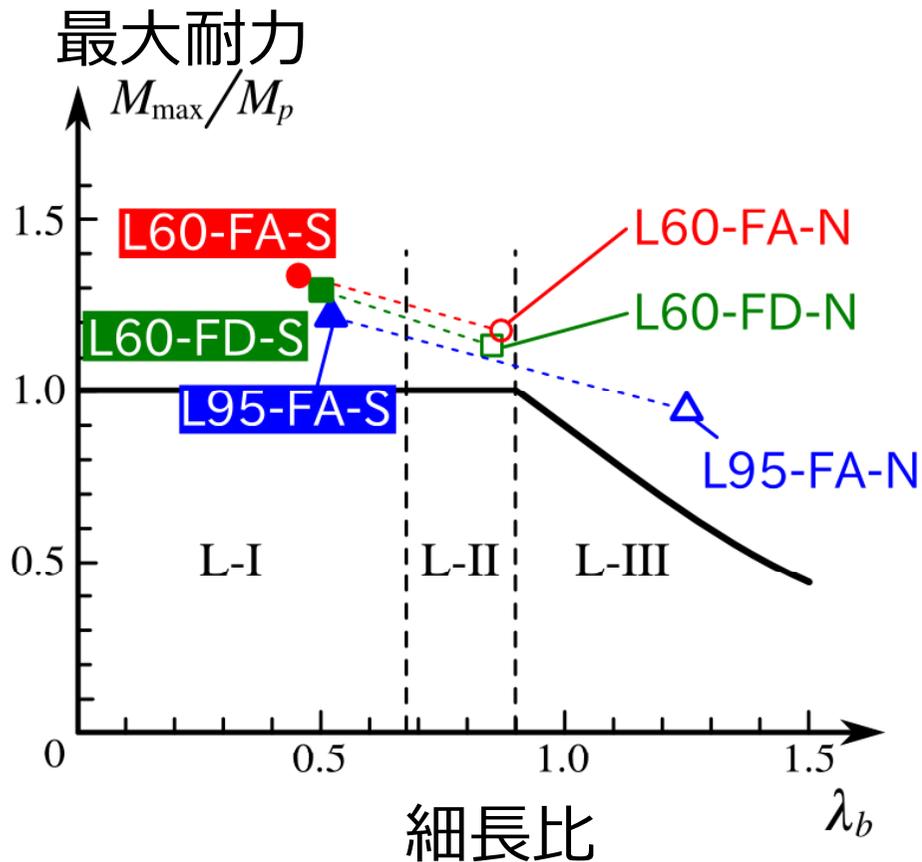
(a)L60-FA-N 試験体

(b)L60-FA-S 試験体

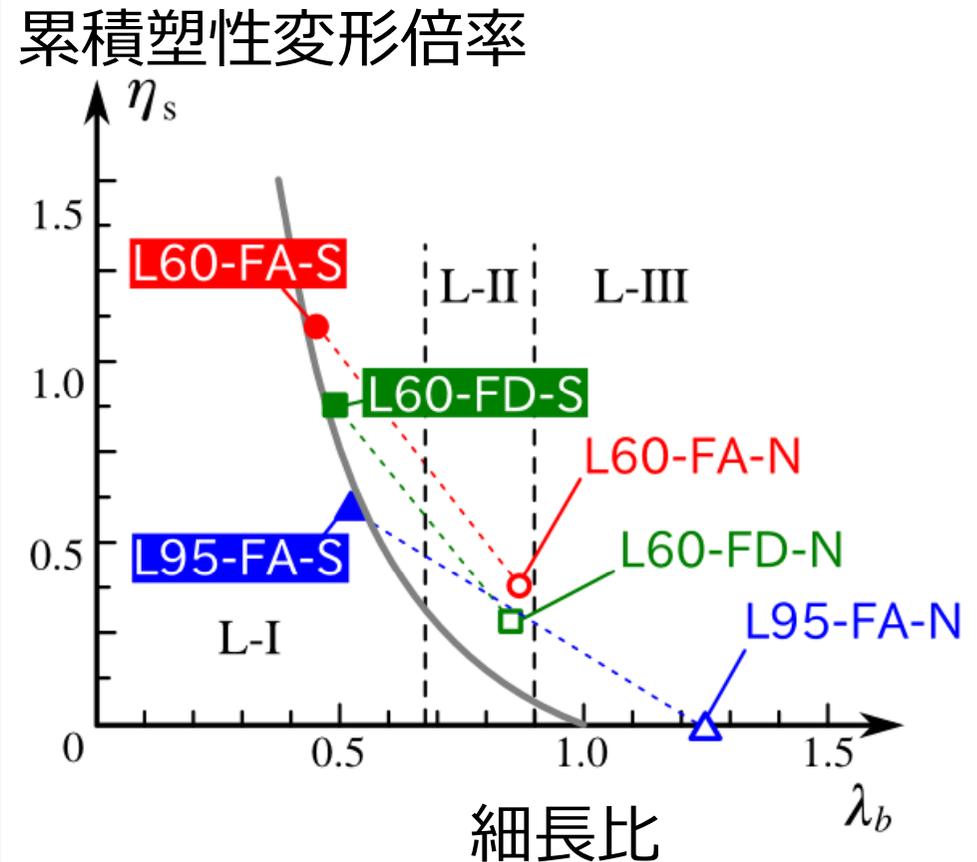
# (ロ) コンクリート合成梁の横座屈に関する検討

## 合成梁の横座屈性状確認実験（架構実験）

■ 梁細長比と耐力の関係



■ 梁細長比と変形能力の関係

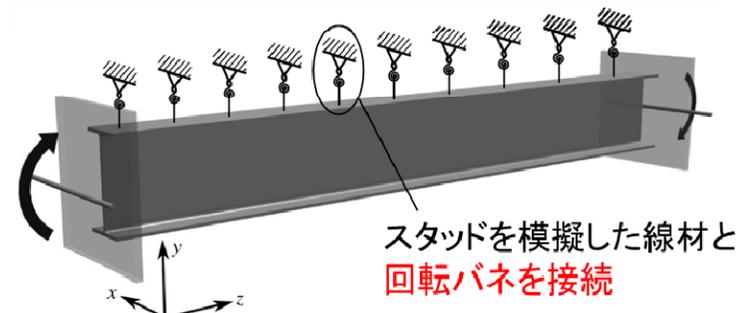
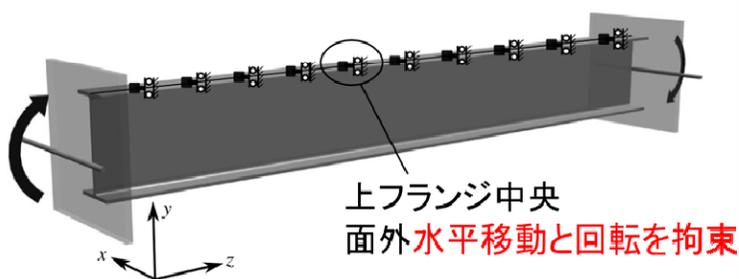
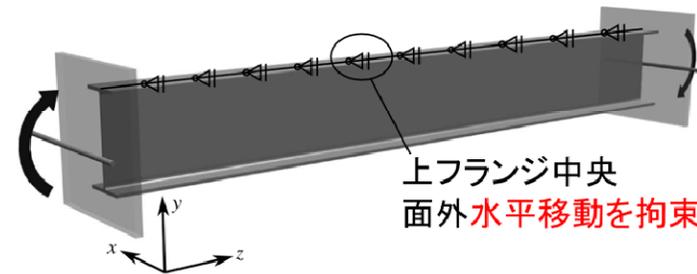
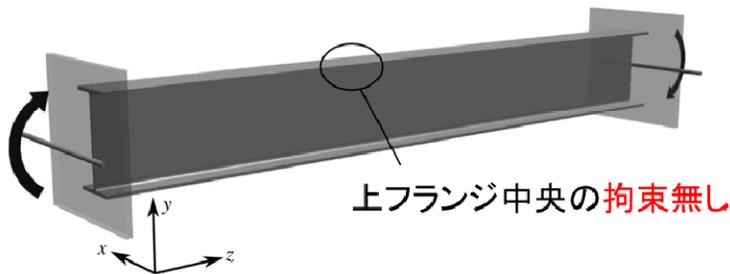


# (ロ) コンクリート合成梁の横座屈に関する検討

## 有限要素解析

- 実験と同サイズ、有限要素解析モデル、逆対称曲げ解析による検証
- スラブ拘束効果考慮方法、軸拘束、初期不整を変化させた解析

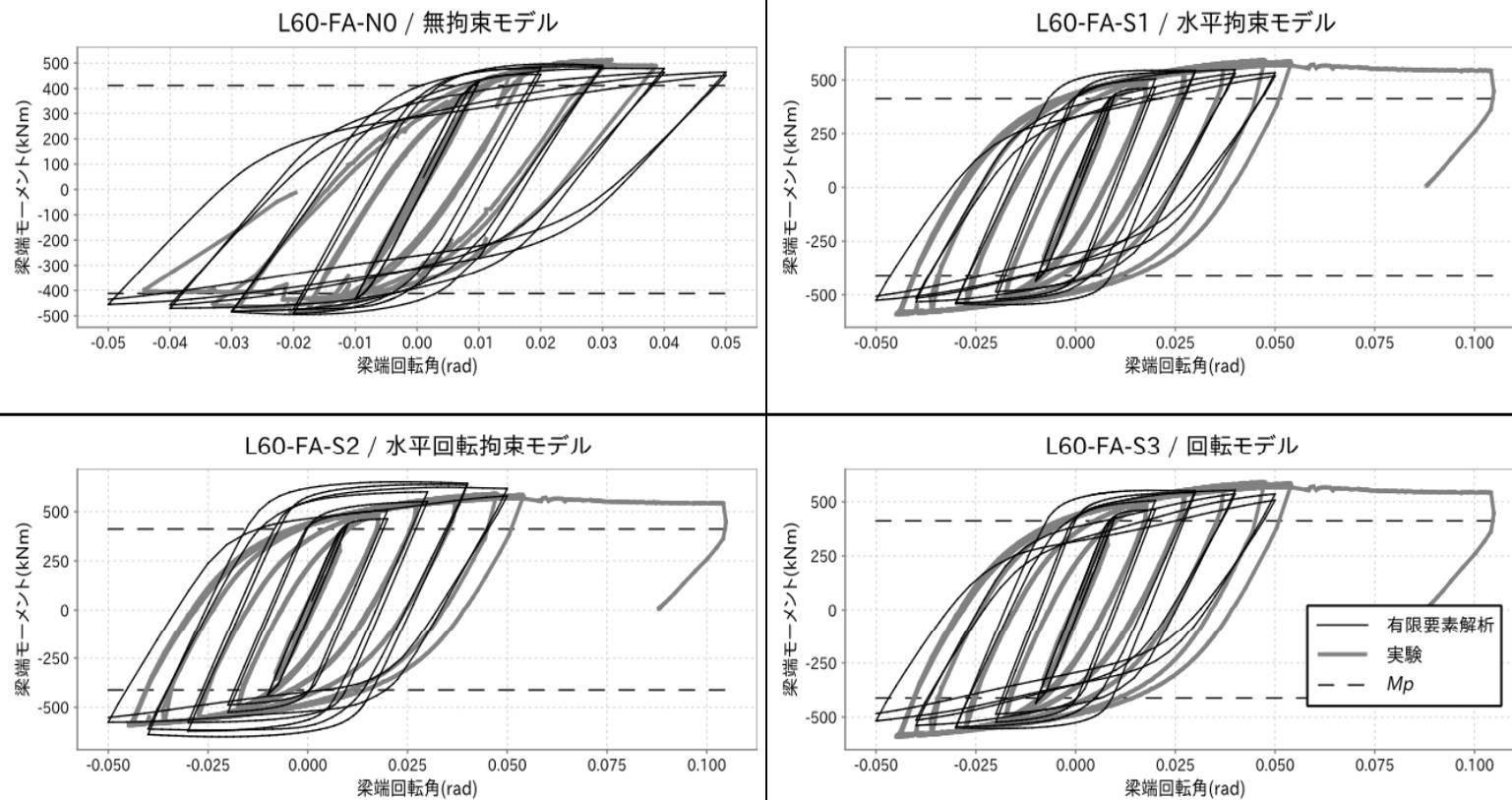
### ■スラブ効果の考慮方法



# (ロ) コンクリート合成梁の横座屈に関する検討

## 有限要素解析 解析結果

### ■ 梁端モーメント-回転角関係



有限要素解析では、スラブ付き鉄骨梁の全体挙動は、上フランジの水平および回転を拘束することにより、おおよそ把握することができた。

## まとめと今後の課題

(イ)接合部係数が1.2以下となる490級鋼材による梁とBCR295による鋼管柱の接合について外柱接合部を模したト型部分架構と、内柱接合部を模した十字型部分架構の繰り返し載荷実験を行い、接合部の破断によって決まる塑性変形能力や架構全体のエネルギー吸収能力へのパネルの寄与を評価した。また、接合部係数が極めて低い場合の塑性変形能力についても、数値解析による検討を行った。今後の課題としては、ウェブ断面の大きな溶接組立断面部材を使用した場合などで大幅に接合部係数が低下するような場合の塑性変形能力の実験評価や、床スラブが存在した場合の影響の解明などが挙げられる。

(ロ)床スラブによる横補剛効果の定量評価を目指して、頭付きスタッドによるスラブと鉄骨梁の接合要素部分の実験、およびスラブ付き鉄骨梁の逆対称曲げ架構実験を行った。接合要素部分実験により得られたねじり剛性は、既往の提案式による計算結果を下回るものであった。今後モデルの改善が必要である。スラブ付き鉄骨梁の逆対称曲げ実験では、スラブの存在による変形能力の大幅な向上が観察された。今後、変形能力向上のメカニズムを明らかにすることにより、適用範囲を明確にする必要がある。有限要素解析では、スラブ付き鉄骨梁の全体挙動は、上フランジの水平および回転を拘束することにより、おおよそ把握することができた。今後は、端部拘束条件の現実性、初期不整や残留応力による影響などについても検討してゆく必要がある。