

V-277

鉄筋コンクリート柱の終局限界状態以降の補強と評価

八戸工業大学 正員 塩井 幸武

コサカ技研

小坂美奈子

1. はじめに

三陸はるか沖地震（1994）や兵庫県南部地震（1995）で鉄筋コンクリート柱が橋脚、建物の柱等で大きな被害を受けたことは記憶に新しい。被害の多くがせん断破壊といわれ、落橋や崩壊につながる事例もあり、設計荷重以上の地震荷重が作用した場合の安全性の確保は大きな課題になっている。一方、ごく希にしか発生しない巨大地震に対し、すべての構造物が安全に耐えられるような断面にすることは経済的に不合理である。

この一見、背反する課題を処理するためにとられている考え方が靱性の向上である。即ち、地震エネルギーを変形や仕事量で吸収するとともに減衰を促進しようとするものである。橋脚の場合、断面に亀裂が生じても形状を保持し、落橋の防止は勿論、応急措置で緊急車の通行を可能にしようとするものである。建物の場合は形状を保持することによって内部の人間の命を守り、避難、救出を容易にしようとするものである。

現行の断面を変更することなく、これらの目的をせん断補強筋の配筋方法で達成するための研究を一連の載荷試験を通じて実施し、ほぼ満足できる成果を得られたので報告するものである。

2. 試験方法

通常のせん断試験では被害現場でみられる斜めせん断破壊を再現するものにならないので、圧縮試験時にみられる斜めせん断破壊を主体に本研究を進めることとした。

試験に用いた供試体の寸法形状を図-1に示す。供試体コンクリートの配合と使用鉄筋は表-1の通りである。せん断補強筋の配筋方法は帯鉄筋のように主鉄筋の外側に配筋するもの、十字鉄筋のように断面中央に帯鉄筋を配置するもの、二重籠筋のように主鉄筋の内側に鉄筋籠を設置するものの3方式に大別される。

荷重の測定は試験機の指示計、変位はダイヤルゲージ、変形はひずみゲージに拠った。

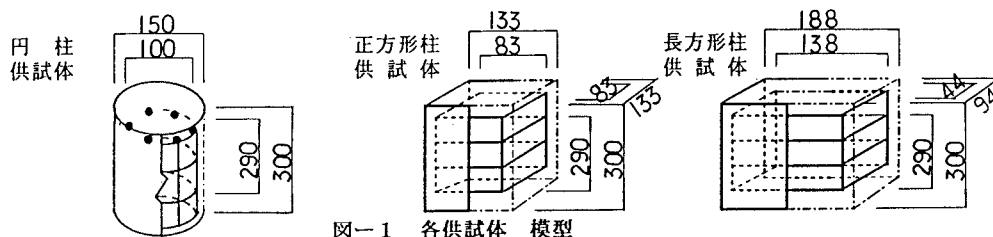


図-1 各供試体 模型

表-1 供試体コンクリート配合 (1 m³ 当り)

水	セメント	粗目砂	細目砂	AE 剤
168(kg)	305(kg)	649(kg)	170(kg)	88.5(gf)

G_{max}=20mm F'_{ck}=280kg W/C=55 %
 S/A=44.6 % Air=5.0 % スラフ=8 cm
 使用鉄筋：主鉄筋(D=6mm) 帯鉄筋(D=3 mm)

3. 試験結果と考察

円形柱、正方形柱、長方形柱について、それぞれ16種類、12種類、15種類のせん断補強筋の配筋方法（無筋を含む）の供試体の圧縮せん断試験を実施した。その一例として正方形柱の3方式の内、代表的なキーワード：耐震設計、鉄筋コンクリート、せん断補強、靱性、残留耐荷力

住所：八戸工業大学 青森県八戸市大字妙字大開88 TEL.0178-25-8081 FAX.0178-25-0722

コサカ技研 青森県八戸市大字長苗代字上碓田56 TEL.0178-27-3444 FAX.0178-27-3445

ものの供試体の荷重変位曲線を図-2に示す。中間帯鉄筋の斜め十字、二重鉄筋籠の二重四角は無筋や帯鉄筋のみのものに比べて連続性が保たれているが、最大荷重は僅かながら小さい。帯鉄筋のみのものは急激な破壊を生じやすいことを示すのに対して断面中央を補強した中間帯鉄筋、特に二重鉄筋籠は最大荷重の後、即ち破壊後も形状を保持して大きな残留耐力力を有することがわかる。その間の

吸収エネルギー（荷重×変位）も非常に大きくなる。この傾向は円形柱、長方形柱でも同様である。

最大荷重までには鉄筋の効果は発揮されず、むしろ無筋の供試体の値が僅かながら大きくなっている（図-3）。配筋量、帯鉄筋量、配置などに影響されると考えられるが、破壊時には鉄筋のかぶりの剥離が先行するので断面内のコンクリートの一体性が保たれなかったことによると推定される。そのために最大荷重到達後の残留耐力力は主鉄筋に囲まれた断面（有効断面）で評価するのが合理的と考えられる（図-4）。同じように帯鉄筋の効きの悪い長方形柱の場合は多連の四角形になるように中間帯鉄筋を配置すると円形柱、正方形柱と同様の効果が得られる（図-5）。

4. まとめ

過去に一連の試験の結果から次のことが判明し、過去の設計断面でも配筋次第で十分な耐震性を持たせることが可能と考えられる

- 1) 構造物の靱性（降伏荷重荷重以降の変形能）の確保には断面中央にせん断補強筋を配置するのが有効である。特に二重鉄筋籠は鉄筋量が増えるものの、補強効果が優れており、プレハブ化で施工を容易にできる。
- 2) 最大荷重到達後（破壊進行後）も荷重変位曲線が連続することにより安定した残留耐力力が確保でき、大きな吸収エネルギーも期待できる。
- 3) コンクリート内の配筋は最大耐力力向上に貢献するとは限らないが、残留耐力力の評価は軸方向主鉄筋に囲まれた内側断面積で行うのが合理的である。

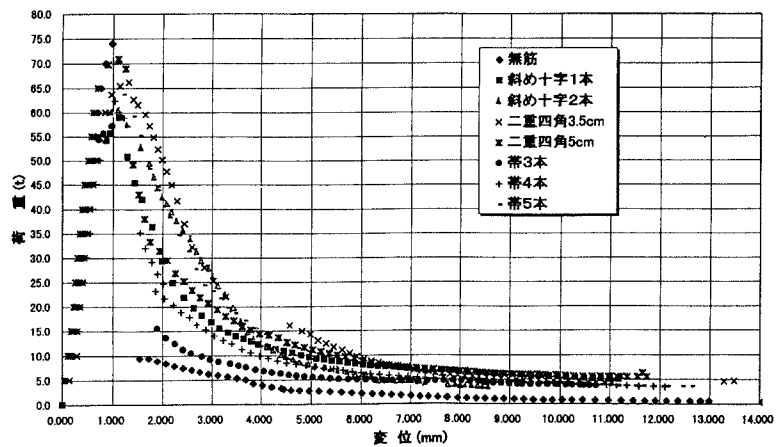


図-2 正方形柱のせん断補強筋別供試体の荷重変位曲線

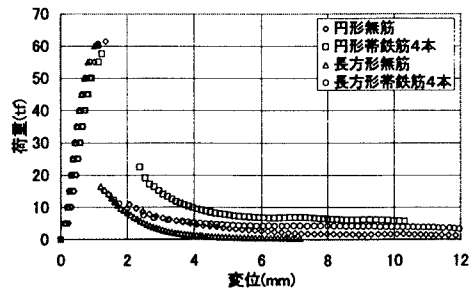


図-3 無筋と鉄筋コンクリートの比較

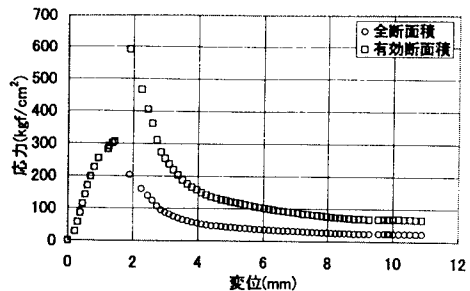


図-4 断面積による比較

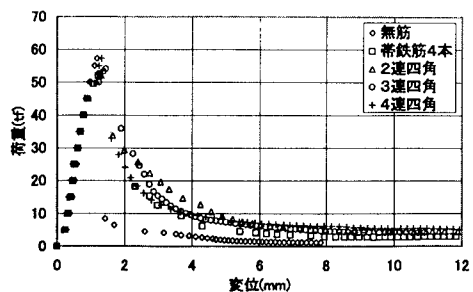


図-5 推奨配筋の比較