

かぶり剥落後の残存曲げ及びせん断耐荷力に関する研究

東京理科大学 正会員 田中 秀明
東京理科大学 正会員 辻 正哲
東京理科大学 学生会員○小倉 浩則
東京理科大学 黒輪 亮介
東京理科大学 豊田 洋一

1、はじめに

兵庫県南部地震において、せん断破壊により被害を受けた RC 構造物の例が数多く見られた。平成 8 年度版の土木学会標準示方書耐震設計編の解説によると、 V_{yd}/V_{mu} が 2 以上であれば、交番載荷によっても安定した曲げ破壊となるとしている。しかし、示方書に規定されているレベル 2 のような大きな交番曲げ荷重を受けると、かぶりコンクリートが剥落することにより、鉄筋とコンクリートとの付着力が大きく低下し、鉄筋とコンクリートが一体として挙動せず、せん断耐荷力がかぶりの剥落していない部材に比べ著しく低下し、せん断先行型の破壊モードへと移行し脆性破壊する可能性がある。

本研究では、地震荷重を想定した正負交番曲げ荷重によりかぶりが剥落した後の部材の力学的挙動とその破壊性状を調べ、せん断補強筋の合理的な配筋方法の提案を目的とし実験を行った。

2、実験概要

供試体の形状は、図 1 および図 2 に示す通りである。実験では、正負交番曲げ荷重を与えかぶりを剥落させた後、図 3 に示すように、一点載荷に変更した場合と 30cm のせん断スパン ($a/d = 1.9$) 内にかぶり剥落部を移動した場合について、一方向の一軸および二軸曲げせん断試験を行った。

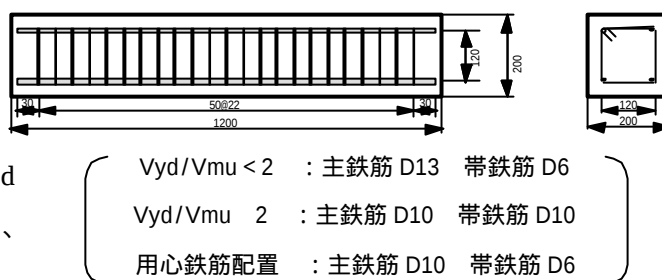


図 1 供試体の形状

3、実験結果

図 4 は、 V_{yd}/V_{mu} が 2 より小さくなるように主鉄筋および帯鉄筋にそれぞれ D13 および D6 を用い、図 3 (a) のように載荷した場合の荷重 - たわみ関係を示したものである。かぶりの剥落によって、初期剛性は大きく低下しているものの終局時の耐荷力の低下は比較的小さい。しかし、二軸曲げせん断試験では、圧縮縁が隅角部にあたり、かぶりの剥落によるコンクリート断面の欠損の影響が大きくなり、初期剛性は著しく低下し、終局時の耐荷力の低下も大きくなっている。なお、いずれの場合も最終的には主鉄筋の破断によって破壊した。

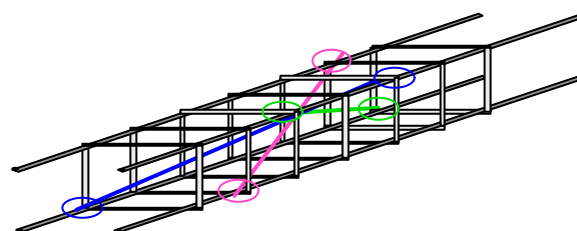


図 2 用心鉄筋の配置方法

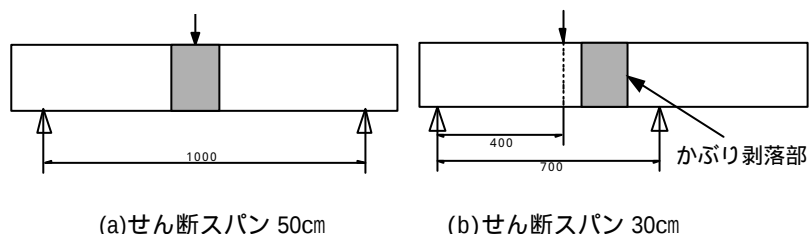


図 3 せん断スパンにおけるかぶり剥落部の位置

図 5 は、図 4 と同じく V_{yd}/V_{mu} が 2 より小さい場合について、図 3 (b) のようにかぶり剥落部をセ

キーワード：鉄筋コンクリート 用心鉄筋 曲げ せん断 梁柱 靱性

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL 0471-24-1501(内線 4054) FAX 0471-23-9766

ん断スパン内に移動して載荷した時の荷重 - たわみ関係である。先に受けた正負交番曲げ荷重によって発生した断面を貫通するひび割れが原因で、腹部コンクリートがかなりの損傷を受けて、かぶり無しは大きく耐荷力が低下している。また、二軸曲げに比べて一軸曲げの方が腹部コンクリートは損傷を受けやすく、耐荷力の低下の程度も大きくなっている。

図 6 に示したかぶり有りおよびかぶり無しは、 V_{yd}/V_{mu} が 2 以上となるように主鉄筋および帯鉄筋のいずれにも D10 を用い、図 3 (b) のように載荷した場合の荷重 - たわみ関係である。また、図 2 に示すように用心鉄筋を配置したものは、 V_{yd} を小さくするために帯鉄筋を D6 とした。かぶり無しの場合は、先に受けた正負交番曲げ荷重によって断面を貫通するひび割れが発生しており、図 7 に示すようにせん断力によるすべりによって部材の軸線がずれ、その後の変形で貫通ひび割れ面が閉じ、その摩擦と主鉄筋のダボ作用によって再度せん断力が伝達されるという変形が繰り返され、破壊していった。しかし、斜め補強筋入りの場合には、ひび割れ面での顕著なずれは認められず、曲げ破壊と同様の比較的ゆっくりとした破壊性状を示した。

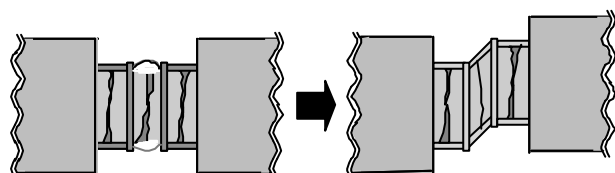


図 7 貫通ひび割れ部での破壊の様子

4、まとめ

- (1) 正負交番曲げ荷重によって主鉄筋に大きな残留伸びが発生すると、主鉄筋のはらみ出しによって、無筋コンクリートのような曲げ貫通ひび割れが発生する。その結果、一断面でのすべりが生じる。 V_{yd}/V_{mu} を 2 以上と大きくすると、このすべり面での急激な破壊は若干抑制できるものの、このすべりを阻止することはできない。
- (2) 正負交番曲げ荷重によりかぶりが剥落すると、曲げ耐荷力は低下する。また、その低下する程度は、二軸曲げを受ける場合の方が大きい。これは、二軸曲げの場合、隅角部のコンクリートの損傷の程度が大きくなるためと考えられる。
- (3) フープ筋量を極端に増やし V_{yd}/V_{mu} を 2 以上とするよりも、一断面でのすべりを抑制するためには、斜め補強筋を配置したほうが、耐力、延性、施工性といった面から有効であると考えられる。

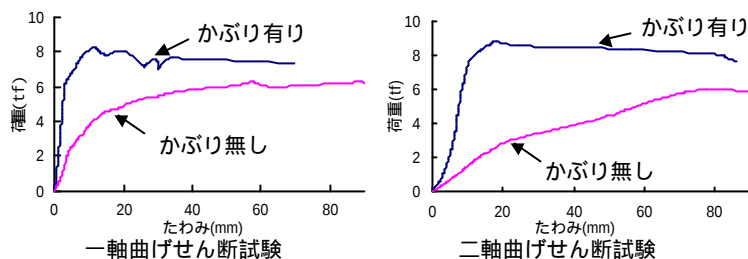


図 4 荷重 - たわみ関係 (曲げ破壊先行型)

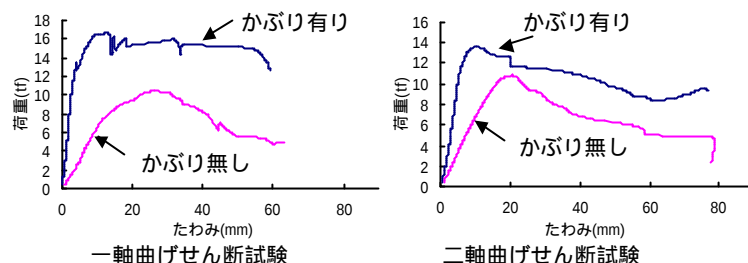


図 5 荷重 - たわみ関係 (せん断破壊先行型)

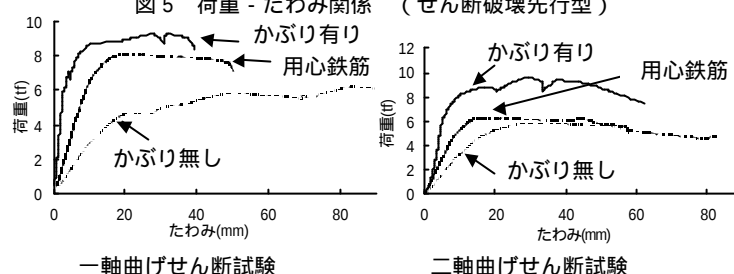


図 6 荷重 - たわみ関係 (用心鉄筋の効果)

交番曲げ荷重によって、正負主鉄筋の両者ともはらみ出し、無筋コンクリートの曲げ破壊に似た断面を貫通するひび割れが発生する。せん断力が作用すると貫通ひび割れ面ですべりを生じながら、曲げによって圧縮側からひび割れが閉じ始める。そして、主鉄筋のダボ変形によってひび割れ面が閉じる。 V_{yd}/V_{mu} が小さい場合は、腹部コンクリートの損傷が大きいため、たわみの増加とともに荷重が低下する。一方、 V_{yd}/V_{mu} が大きい場合は、部材の軸線にずれが生じるものの、ある程度のせん断力が伝達され、主筋のダボ変形が隣り合う帯鉄筋と帯鉄筋の間でも生じるようになる。