

主鉄筋の断面図心への分割配筋による RC 部材の曲げ破壊靱性向上に関する研究

東京理科大学 学生員 ○佐々木 彬
鉄道総合技術研究所 岡本 大
東京理科大学 学生員 三田 勝也

東京理科大学 正会員 辻 正哲
東京理科大学 学生員 広瀬 泰之

1. はじめに

これまで多くの構造物が地震によって被害を受け、そのつどなされた被害調査結果は耐震設計に反映されてきた。しかし、一方地震を受けた後も現在まで倒壊せず健全形で存在している構造物の配筋方法について検討することも重要である。そうした被害がほとんどなかった歴的な建造物の一つに、函館漁港船入潤防波堤の灯台があり、その配筋方法には、側面に近い主鉄筋の他、構造物中央に太い鋼材が配筋されているという特徴がある。この配筋方法によると、地震荷重は正負交番載荷重であるため、同一鉄筋比であっても正負両側の外周の主鉄筋の一部を断面図心付近に集めるので、有効高さは約 1/2 になるものの、両側あるいは周囲 4 面から鉄筋を集めることができるため図心の鉄筋の受け持てる引張耐力が大きくなり、図心に一部の鉄筋を集中しても曲げ耐力はほとんど変わらないと考えられる。しかし、大変形時には外側の鉄筋のひずみが図心付近の鉄筋のひずみの約 2 倍となるため、図心付近の鉄筋が引張強度に達する以前に外側の鉄筋が破断してしまうことも懸念される。

一方、近年混和材料や新しいセメントの開発によってコンクリートの高強度化が可能となり、それに対応して鉄筋の高強度化も進んでいる。しかし、高強度鉄筋の伸びは小さく、レベル 2 地震動に対しては、鉄筋が破断し十分な耐震性能を満足できなくなる恐れが考えられる。

本研究では、大地震時における RC 構造物の靱性を確保することを目的として、部材断面図心付近にも主鉄筋の一部を配筋する分割配筋方法を検討した。そして、分割配筋を行うにあたり、外側の鉄筋の破断を抑止する目的で、外側の丸鋼と図心付近の異形鉄筋とで引張り応力を負担させ柱部材の曲げ靱性を大きくする方法を今回考案した。また、ひずみが大きくなる外周には伸びの大きい普通強度鉄筋を配筋し、ひずみが比較的小さい図心付近には高強度鉄筋を配筋するという分割配筋方法を提案し、高強度鉄筋の破断を抑制することによる耐震性能の向上についても検討した。

2. 実験概要

供試体の例は、図-1 に示す通りであり、図中の左側を構造物の基礎部、右側を柱部と想定したものである。

2.1 分割配筋および側面に丸鋼を配筋した場合 (シリーズ A , B)

鉄筋比を 2 段階に変化させ表 1 のシリーズ A, B として合計 8 体の供試体について正負交番載荷試験を行った。4 側面に配筋される鉄筋量の 1/2 を断面図心に集めた分割配筋方法で、外側に丸鋼を図心には異形鉄筋を配筋した供試体(,)に実験を行った。比較のために、異形鉄筋のみで分割配筋した供試体(,)、異形鉄筋あるいは丸鋼のみを用い従来の配筋方法で作成した供試体(,)(,)についても実験を行った。なお、コンクリート強度は 30N/mm² とした。

表-1 供試体一覧

シリーズ	番号	主鉄筋				鉄筋比 (%)	
		外側		中央		【主鉄筋 / 断面】	
		径	本数	径	本数	外側	中央
A		D10	8			1.13	
			4	D19	1	0.56	0.57
		φ 10	8			1.13	
			4	D19	1	0.56	0.56
B		D13	8			2.00	
			4	D25	1	1.00	1.00
		φ 13	8			2.00	
			4	D25	1	1.00	1.00
C		D22	8				
		D16(USD685)	8				
		D22	4	D22(USD685)	2		

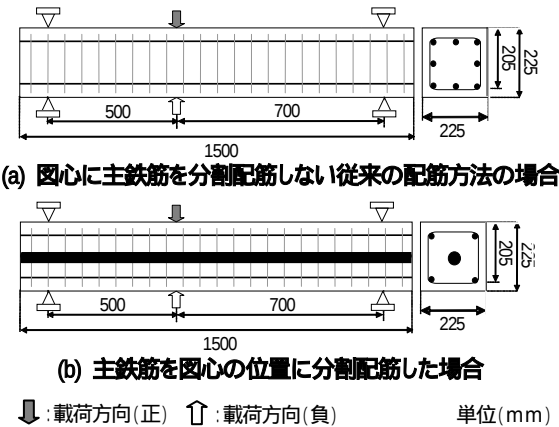


図-1 供試体寸法例

キーワード 高強度コンクリート、曲げ破壊、靱性、過密配筋、地震、分割配筋、耐震性能

連絡先 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 T E L 04-7124-1501 E-mail : saori@rs.noda.tus.ac.jp

2.2 高強度鉄筋と普通強度異形鉄筋を組み合わせ

分割配筋した場合 (シリーズC)

断面図心に高強度鉄筋を配筋し、外側に通常の普通強度異形鉄筋を配筋する方法の効果を普通強度異形鉄筋あるいは高強度鉄筋のみを用いた従来の配筋方法で作製した供試体と比較検討した。曲げ耐力を等しくするために鉄筋径を変化させ、表1のシリーズCとして合計3体の供試体について一方向曲げ載荷試験を行った。なお、コンクリート強度は 80N/mm^2 とした。

3. 実験結果および考察

3.1 分割配筋および側面に丸鋼を配筋した場合

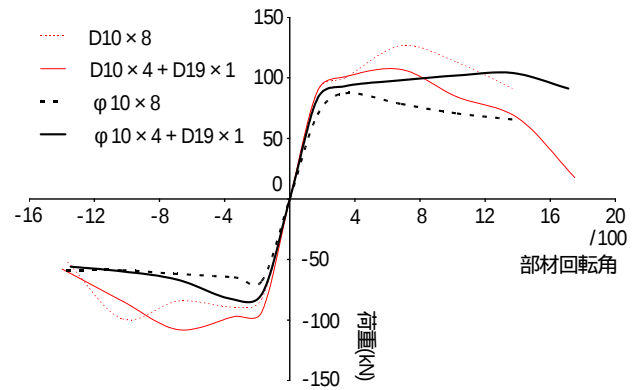
図-2は、シリーズA, Bの荷重-部材回転角関係の包絡線を示したものである。外側の主鉄筋に異形鉄筋を用いると分割配筋方法は、異形鉄筋の全てを外側に配筋した場合に比べ、正方向の最大耐力に若干の低下は見られるものの、負方向では若干の耐力の向上が確認された。しかし、外側の主鉄筋に異形鉄筋を用いる場合は主鉄筋の破断で急激に破壊する場合があることも確認された。

外側の主鉄筋に丸鋼を用いると、主鉄筋は破断しにくくなるが、すべて丸鋼とすると最大耐力が大きく低下した。しかし、外側の主鉄筋に丸鋼を配筋し、図心付近に異形鉄筋を配筋するという方法によると、異形鉄筋の全てを外側に配筋した場合に比べて若干の最大耐力の低下はあるものの、主鉄筋の破断にともなって起こる急激な破壊はなく、曲げ破壊靱性率を大きく改善できることが示された。また、最大耐力の低下も小さいことから、主鉄筋比が2.00%と大きく外周部にのみ主鉄筋を配筋すると過密配筋となりコンクリートが行き渡りにくくなる場合においても、主鉄筋の一部を断面図心付近に分割できコンクリートの施工性の改善につながる効果も確認できた。

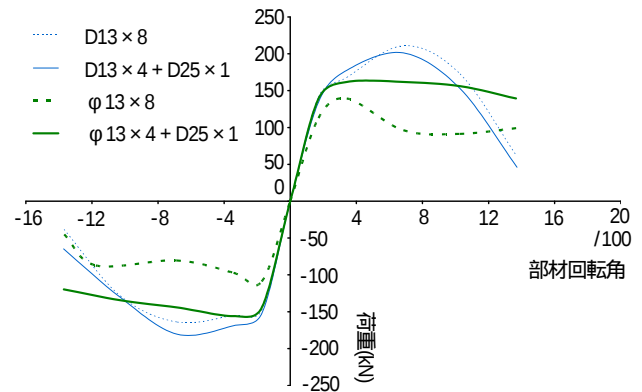
3.2 高強度鉄筋と普通強度異形鉄筋を組み合わせ

分割配筋した場合

図-3は、シリーズCの荷重-変位関係を示したものである。普通強度異形鉄筋のみ()では高い耐力と靱性を持ち、高強度鉄筋のみの場合()は早期に破断を起こし、急激に破壊した。高強度鉄筋と普通強度異形鉄筋を組み合わせた分割配筋方法()では、変位125mm付近で側面の異形鉄筋が破断することとなったが、靱性率は15.65となり、十分な曲げ破壊靱性を示した。また、普通強度異形鉄筋のみを用いた場合のように過密配筋となりコンクリートの行き渡りが悪くなるという問題性も、分割配筋により大きく改善できることが明らかとなった。



シリーズA



シリーズB

図-2 シリーズA, Bの荷重-変位包絡線

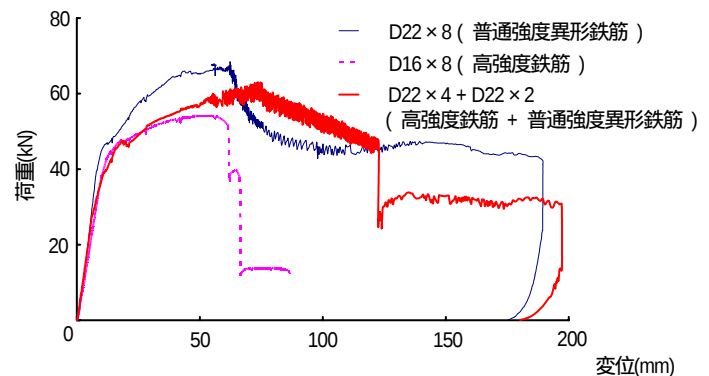


図-3 シリーズCの荷重-変位曲線

4. まとめ

周囲に引張主鉄筋を配筋するという現在一般に採用されている配筋方法に比べ、一部の鉄筋を図心付近に集中させるという分割配筋を行うと、曲げ破壊靱性は改善される。また、図心には異形鉄筋を、周囲には丸鋼を配筋する方法では、丸鋼はひび割れからの抜け出しによって破断することなく、曲げ破壊靱性はきわめて大きくなることが明らかとなった。さらに、高強度鉄筋の配筋に際し、周囲には普通強度異形鉄筋を、図心には高強度鉄筋を配筋するという分割配筋により、曲げ破壊靱性率を15以上と大きくでき、高強度鉄筋の破断による急激な脆性破壊を回避できる。また、分割配筋によると、過密配筋によるコンクリート施工上の問題点も解決できる。