

北海道大学 正員 堺 孝 司
北海道大学 正員 角田与史雄
千歳市役所 小西 隆幸

1. まえがき 鉄筋コンクリート (RC) 柱部材に帯鉄筋を配置することによって、帯鉄筋で囲まれたコアコンクリートの強度の増加およびじん性の改善が期待できることは良く知られている。したがって、帯鉄筋の配置はRC柱部材の耐震性にとって非常に重要なものとなり、いくつかの設計基準においても、耐震という観点から、塑性ヒンジ発生可能領域における帯鉄筋配置についての規定が設けられている。例えば、日本のコンクリート標準示方書改定原案(設計編)の耐震性に対する検討の構造細目において、横断面のあるいは部材としてのじん性との関連で帯鉄筋の定量的な評価はなされていないが、帯鉄筋の最大間隔を部材最小寸法の1/4以下とすることが規定されている。

帯鉄筋による拘束効果は、一般に、帯鉄筋間および軸鉄筋間におけるコアコンクリートのアーチ効果によるものであると説明されているが、これには、帯鉄筋間隔、帯鉄筋量、帯鉄筋降伏強度、軸鉄筋分布とそれに対応する帯鉄筋配置形状、軸鉄筋量、軸鉄筋降伏強度、各寸法比、コンクリート強度、載荷速度、ひずみ勾配など実に多くの影響因子が関係している。著者らは先に、図.1 A,B,およびCに示するような形状の帯鉄筋を配置したRC柱の中心軸圧縮試験から、拘束コアコンクリートの応力～ひずみ関係に関するモデル化を行った(1)。帯鉄筋量は拘束効果に最も大きな影響を与えるが、同時に帯鉄筋の配置形状も重要な影響因子である。図.1 A,B,Cの形状以外にも、複雑な形の重ね合せのものがあり、実験的な検討がいくつかなされている。しかしながら、図.1 D,E,Fのような補助帯鉄筋を含む帯鉄筋配置の拘束効果に関する研究はほとんど行われていないと言える。

以上のようなことを背景に、本研究では、正方形帯鉄筋と補助帯鉄筋を配置したRC柱について軸圧縮試験を行い、先に提示したデータとの関連で、補助帯鉄筋を含む帯鉄筋配置の拘束効果について検討を加える。

2. 実験概要 図.1に供試体形状および寸法を示す。
タイプD は、補助帯鉄筋を外側帯鉄筋にかけたものであり、
タイプE は、補助帯

鉄筋を軸鉄筋に直接
かけたものである。
また、タイプF は、
J タイと呼ばれるものである。表.1
に、帯鉄筋諸元の一
覧を示す。補助帯鉄
筋は全てD6を、また
外側帯鉄筋はD6およ
びD10 の二種類を用
いた。軸鉄筋は、降
伏強度が404MPaの D
10を用いた。コンク
リートの配合は、 7

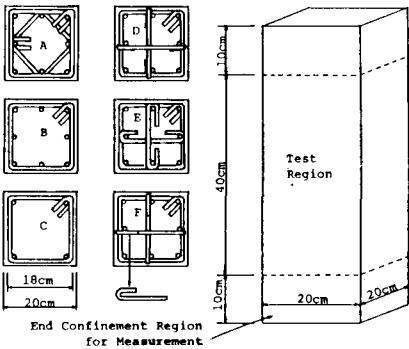


Fig. 1 Test specimens

Table 1 Details of tie reinforcement and test results

Specimen	Details of tie reinforcement					Test results(MPa)		
	Dia. of bars		Type of reinforcement	Spacing s (cm)	Volumetric ratio ρ_s (%)	Unconfined concrete strength f_{cu}	Maximum core stress $f_{c,max}$	Average tie stress at $f_{c,max}$
	Periph.	Supple.						
1	D6*	D6	D	4.0	2.30	31.4	41.6	180.
2	D10	D6	D	6.0	3.32	30.9	40.1	349.
3	D6	D6	D	6.0	1.64	39.2	46.1	211.
4	D6	D6	D	5.0	1.97	25.5	33.3	226.
5	D10	D6	D	5.0	3.98	25.5	44.9	349.
6	D10	D6	D	7.0	2.66	28.2	37.8	282.
7	D6	D6	E	4.0	2.24	25.8	36.8	252.
8	D10	D6	E	6.0	3.28	30.4	43.5	349.
9	D6	D6	F	4.0	2.30	25.5	38.3	225.
10	D10	D6	F	6.0	3.32	25.5	40.2	349.
11R	D6	D6	D	4.0	2.30	29.4	41.3	255.
12R	D10	D6	D	6.0	3.32	26.5	42.8	333.
13R	D6	D6	D	6.0	1.64	21.4	29.9	295.
14R	D6	D6	D	5.0	1.97	21.4	32.8	295.
15R	D10	D6	D	5.0	3.98	21.6	38.6	349.
16R	D10	D6	D	7.0	2.66	21.6	32.7	291.

* Yield strength = 295 (MPa), Specimen 11R - 16R = Repeated load

日強度が26.5MPa (270kg/cm²) となるように決定した。なお、粗骨材は供試体のかぶり寸法を考慮して、最大寸法を10mmとした。各供試体の実験日におけるコンクリート強度は、同時に打設したφ10 × 20cmの円柱供試体および20cm×20cm×60cmの角柱供試体を用いた圧縮試験により得られた。軸鉄筋および帯鉄筋にはひずみゲージをはり、防水処置をほどこした。供試体には、静的200ton載荷装置によって集中荷重を作用させた。なお、供試体11R~16Rは、繰り返し荷重を作用させた場合である。用いた試験機は変位制御ができなかったため、ペンレコーダーを利用して、その最大荷重近傍まで目標ひずみ速度0.0025%/sec となるように手動により荷重を調節した。荷重は、試験機に取り付けられた圧力センサーによってペンレコーダーに連続的に記録した。また、供試体側面において、相対する二面で軸方向変位の測定を行った。

3. 実験結果および考察 先の実験結果と同様に荷重増加と共に生じる、ひびわれの発生、かぶりの剥落そしてコアコンクリートのアーチ効果の低下が観察された。本実験により、帯鉄筋の拘束効果を定量的に評価するには、荷重～軸ひずみ関係における荷重から、かぶりコンクリートおよび軸鉄筋の受けもつ力を差し引かねばならない。かぶりコンクリートの寄与は、最大耐荷力までは無筋角柱供試体の応力～ひずみ関係を、かぶりの完全剥落は円柱供試体の50%応力低下に相当するひずみをそしてその間の耐力低下過程は二次放物線を仮定した。また、軸鉄筋の寄与は、供試体側面において測定した変位に基づいて評価した。このようにして得られたコアコンクリートの最大応力、無筋角柱供試体強度 f_{cu} 、およびコアコンクリート最大応力時の帯鉄筋の平均応力 f_s を表.1に示す。

いま、コアコンクリートの最大強度と f_{cu} との比を K_s その時の軸ひずみを ϵ_{s1} 、また外側帯鉄筋中心間隔をBで表わすと、それらを用いた所定の拘束指標に対する $K_s \epsilon_{s1}$ 、および $\epsilon_{s80} - \epsilon_{s1}$ の本実験結果を図.2、3、4に示す。比較のために、供試体タイプA、B、Cで先に行った実験結果とその回帰式をも示した。ただし、 ϵ_{s80} は最大応力の80%の応力に対応する軸ひずみである。これらの図から補助帯鉄筋を含む本実験の場合においても、先に提示した拘束コアコンクリートの応力～ひずみ曲線が有効であると言えよう。繰り返し荷重用供試体と単調載荷用供試体とを同時期に製作しなかったことによるかみ合せ部のすきまの違いによって、応力～ひずみ関係の包絡線概念の直接的な検証はできなかった。

(1) 堺・角田・能町：鉄筋コンクリート柱における帯鉄筋の拘束効果に関する実験的研究、土木学会論文集、第354号/V-2、1985年2月

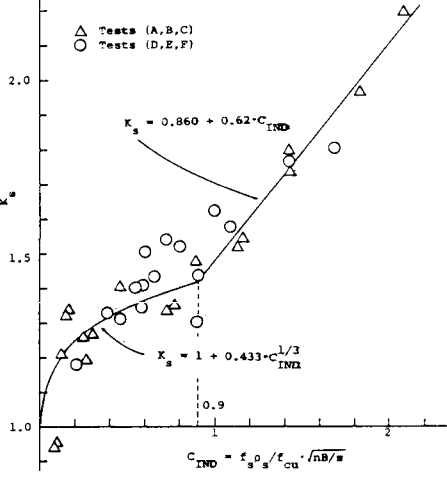


Fig. 2 Relationships between K_s and confinement index, C'_{IND}

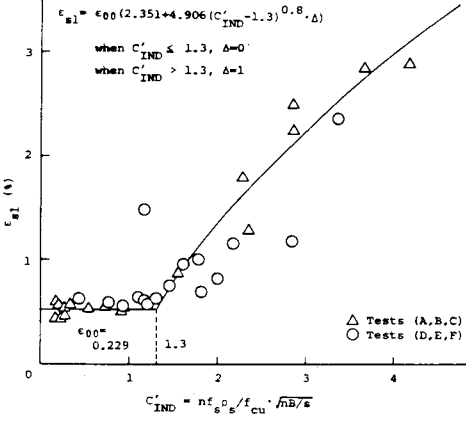


Fig. 3 Relationships between ϵ_{s1} and confinement index, C'_{IND}

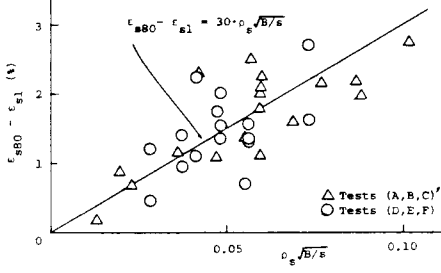


Fig. 4 Effect of ties on descending branch of core concrete stress-strain curve