

鉄筋コンクリート柱の部材軸直角方向に圧縮力を作用させることによる補強効果の研究

丸山健太郎*¹・遠藤典男*²・山口広暉*³

Study of failure properties of RC column reinforced with steel bar which acting by tensile stress

MARUYAMA Kentaro, ENDOH Norio and YAMAGUCHI Hiroki

In this study, in order to not expand crack and tensile principal strain, proposing to reinforcement for RC column, and verifying effect reinforcement. Reinforcing system is, at first, threaded steel bar was inserted to a hole, which has been opened at RC column. Next, steel bar was acting tensile force by tightening a nut, as a result, producing compressive force in horizontal direction to RC column.

As the results of compression test for RC columns, when compressive forces had been acting on RC-column cross-section on 2-direction (in a case of acting torque of 160[N・m] at reinforcing bolt-nut), load capacity did not increased. However, it was found that controlling of not expanding crack and not increasing of tensile strain.

キーワード：鋼棒挿入，プレストレス，ひび割れ補強

1. ま え が き

コンクリート構造物の耐用年数は 50 年程度と言われており，近年は耐用年数が近付いたコンクリート構造物が増加している．しかしながらコストや環境への影響を考慮し，維持管理や保守補修を行うことで耐用年数を迎えたコンクリート構造物の長寿命化を図ることが社会的なニーズとなっている．そのため，様々な補強手法が提案され，実用化に至り，新工法での施工実績も多くなりつつある．

ここで，鉄筋コンクリート柱（以下 RC 柱）の部材軸方向に過大な圧縮力が作用したとき，RC 柱はせん断破壊を起こし激しく崩壊する．本研究では，RC 柱がせん断破壊するときの破壊状態の低減や水平ひずみの抑制手法として，鋼棒を部材軸水平方向に埋設したのち鋼棒に引張力を作用させ，被補強部

材に圧縮力を作用させることによる補強効果の検証を行う．

2. 試験体の作製

2-1 使用材料および

表 1 に試験体を作製するために使用した骨材の物性値を示す．骨材は千曲川水系の川砂利と川砂を使用し，セメントは普通ポルトランドセメント，混和剤としてスルホン酸系の AE 減水剤を使用した．

試験体作製に用いたコンクリートの配合を表 2 に示す．配合におけるスランプの目標値を 8[cm]，

表 1 骨材の物性値

	細骨材	粗骨材
表乾密度 [g/cm ³]	2.60	2.62
絶乾密度 [g/cm ³]	2.56	2.57
吸水率 [%]	2.4	0.8
単位容積質量 [kg/ℓ]	1.63	1.78
実積率 [%]	62.7	67.9
粗粒率	2.4	6.4

*1 技術支援部 技術職員

*2 環境都市工学科教授

*3 平成 26 年度環境都市工学科卒業研究生（現(株)角藤）
原稿受付 2015 年 5 月 20 日

表2 コンクリート配合表

粗骨材 最大寸法 [mm]	スランプ [cm]	水セメント比 W/C[%]	空気量 [%]	粗骨材率 s/a[%]	単位量 [kg/m ³]				
					水 W	セメント C	細骨材 S	細骨材 G	混和剤 A
20	8	47	4	48	150	319	884	961	3

空気量の目標値を 4[%]とし、設計基準強度を 32[N/mm²]として配合設計を行った。なお使用したコンクリートにおいてスランプの実測値は 8.0[cm]、空気量の実測値は 5.3[%]、28 日強度の平均は 42.2[N/mm²]であった。

2-2 RC柱の概要

図 1 に試験体の概要を示す。試験体の断面寸法は、一辺 150[mm]の正方形断面とした。主鉄筋として D13 の異形棒鋼（材質：SD294）4 本を芯かぶり 35[mm]の位置に配置し（断面積： $A_s=507[\text{mm}^2]$ ）、φ6 の丸鋼棒（材質 SR235）で作製したフープ筋を 300[mm]間隔で配置した。また上下端から 80[mm]に 2 軸ひずみゲージを取り付けた。

2-3 RC柱の耐力力算出

本研究で作製する試験体の耐力力の算出を行う。

$$N_u' = 0.85f_c' \cdot A_c + f_t' \cdot A_{st}$$

より

$$\begin{aligned} N_u' &= 0.85 \times 32 \times 21993 + 295 \times 507 \\ &= 747.8[\text{kN}] \end{aligned}$$

よって耐力力は 747.8[kN]

ここに

f_c' : コンクリートの設計基準強度 (32[N/mm²])

f_t' : 鉄筋の圧縮降伏強度 (294[N/mm²])

A_{st} : 鉄筋の総断面積

(D13 : $126.7[\text{mm}^2] \times 4 = 507[\text{mm}^2]$)

A_c : コンクリート断面積

($150[\text{mm}] \times 150[\text{mm}] - 507[\text{mm}^2] = 21993[\text{mm}^2]$)

3. 補強方法と施工

3-1 補強方法

本研究で補強に用いる治具、および治具を配置した試験体の上面図を図 2 に示す。試験体に水平方向で φ32 の孔を開削し、φ19 の鋼棒（材質：SR235）を挿入したのち、孔と鋼棒の空隙にグラウト材（水セメント比 0.3 のセメントペースト）の注入を行った。その後グラウト材が硬化する前に、鋼棒の両側

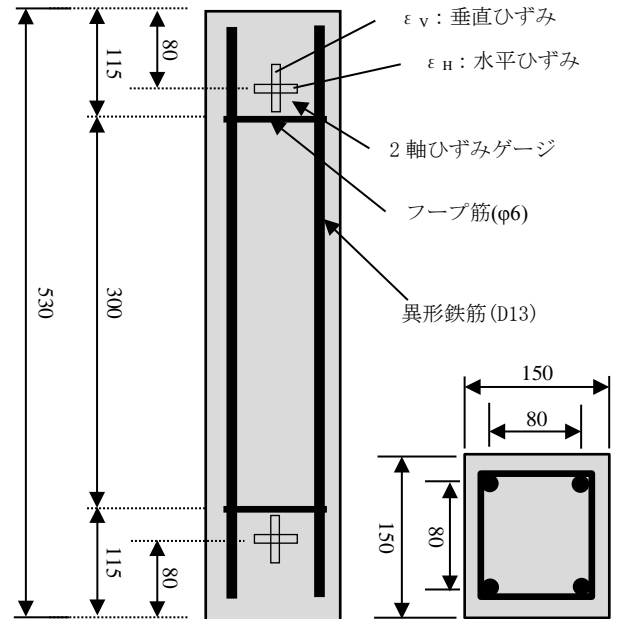


図1 試験体概要図

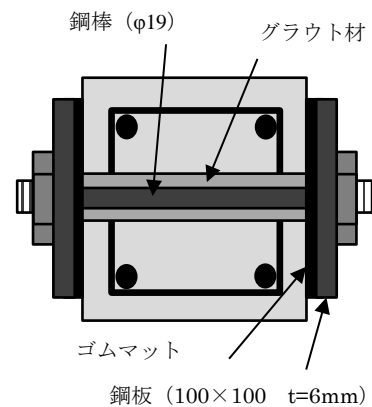


図2 補強方法と治具の配置図

に φ23 の孔を開けたゴムマットと鋼板を配置し、ナットに所定のトルクを導入した。

3-2 トルクの決定

本研究では埋設した鋼棒をナットで締め付けることで鋼棒に引張力を作用させ、試験体に部材軸直角

方向の圧縮力を作用させる。そこで予備実験として、ナットを締め付ける際のトルクと、そのトルクが導入されているのときに鋼棒に作用している引張力の確認を行った。

予備実験を行った結果から得られたトルクと鋼棒のひずみとの関係図を図 3 に示す。この結果より、本実験で試験体に作用させるトルクを $160[\text{N}\cdot\text{m}]$ と決定した。また $80[\text{N}\cdot\text{m}]$ を作用させる試験体も用意し、比較検討を行う。なお $80[\text{N}\cdot\text{m}]$ のトルクを導入した場合の鋼棒に作用する引張応力は $78.55[\text{N}/\text{mm}^2]$ 、 $160[\text{N}\cdot\text{m}]$ のトルクを導入した場合の鋼棒に作用する引張応力は $137.15[\text{N}/\text{mm}^2]$ である。

3-3 試験体への補強方法

本試験では 4 種類の試験体を作製して載荷試験を行い、それぞれひずみを測定した。図 4 に試験体それぞれの補強の概要図を示す。

- ・試験体 1：2 方向に鋼棒を挿入しトルク $80[\text{N}\cdot\text{m}]$ を作用させた試験体
- ・試験体 2：2 方向に鋼棒を挿入しトルク $160[\text{N}\cdot\text{m}]$ を作用させた試験体
- ・試験体 3：2 方向に鋼棒を挿入したのみの試験体
- ・試験体 4：補強を行わない試験体

4. 載荷試験結果

4-1 荷重と水平ひずみの関係

図 5 に荷重と ε_H (ε_H ：水平方向ひずみ) の関係を示す。図 5 より、同一荷重において、無補強の試験体 4 に比べ水平ひずみが小さくなったのはトルク $160[\text{N}\cdot\text{m}]$ を作用させた試験体 2 のみである。トルク $80[\text{N}\cdot\text{m}]$ を作用させた試験体 1 や鋼棒を挿入したのみの試験体 3 は、同一荷重における水平ひずみが試験体 4 と同等かそれ以上となった。このことにより鋼棒に $160[\text{N}\cdot\text{m}]$ のトルクを導入することにより、水平ひずみを抑制する効果があることが分かった。

4-2 最大荷重後の試験体の破壊

写真 1 は最大荷重後におけるそれぞれの試験体である。無補強の試験体 4 は最大荷重直後にせん断破壊が発生し大きなひび割れが生じた。補強を行った試験体 1～3 は、最大荷重直後では小さなクラックが発生しただけであった。

また、大きなクラックが生じなかった試験体 1～3 へ再載荷を行い、クラックがどのように増加するかを確認した。写真 2 は再載荷を行った後のそれぞれ

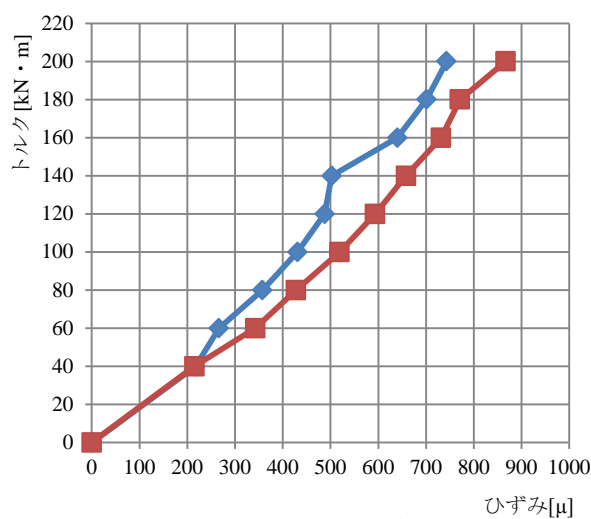


図 3 トルクと鋼棒のひずみの関係図

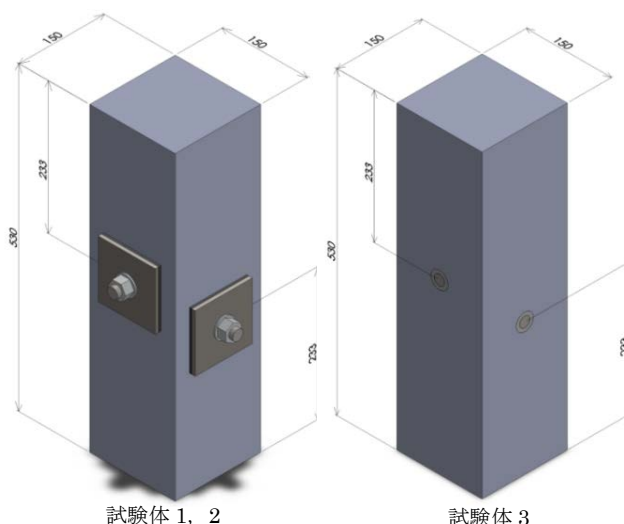


図 4 補強方法の概要図

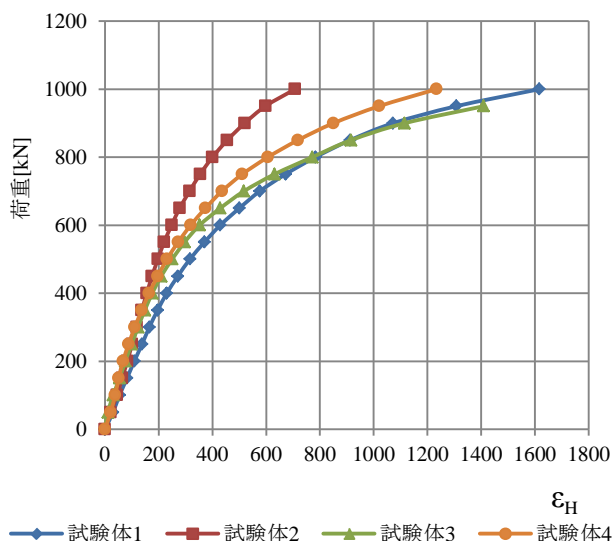


図 5 荷重— ε_H の関係図



試験体 1



試験体 2



試験体 3



試験体 4

写真 1 最大荷重後の試験体



試験体 1



試験体 2



試験体 3

写真 2 再載荷後の試験体

の試験体である。

鋼棒を挿入しトルクを作用させていない試験体 3 は再載荷後すぐにせん断破壊を起こし、大きなひび割れが生じた。しかしながら、鋼棒にトルクを導入し部材軸直角方向に圧縮力を作用させた試験体 1, 2 は、再載荷を行い部材軸方向に圧縮変位を加えても、試験体の上端や下端にひび割れが生じるものの、試験体 3 のような大きなひび割れが発生することはない。

このことより、部材軸直角方向に圧縮力を作用させることで、せん断破壊による大きなひび割れを抑制することが出来ると考えられる。

5. まとめ

本研究では鉄筋コンクリート柱の部材軸直角方向に圧縮力を作用させることによる補強効果の検証を行い、以下のことが分かった。

鋼棒に一定以上のトルク（本実験では $160[\text{N}\cdot\text{m}]$ ）を導入し鉄筋コンクリート柱に圧縮力を作用させることで、水平ひずみを抑制する効果を得ることが出来る。また、最大荷重後のせん断破壊による大きなクラックを抑制する効果も期待できると考えられる。

参 考 文 献

- 1) 遠藤典男, 丸山健太郎, 中村紅実, 大上俊之: 軸鉛直方向に圧縮力を作用させた RC はりの補強効果に関する考察, 構造工学論文集, 2013.3
- 2) 青木勇磨: 軸直角方向に圧縮力を作用させた柱の補強効果に関する研究, 長野高専環境都市工学科卒業論文, 2013.3