

エポキシ含浸ガラス繊維シートで巻き補強した
コンクリート柱の圧縮性状
(その1. 実験概要および結果)

正会員 ○ 小山 明男¹
同 北山 和宏²
同 豊田 浩一³

1. はじめに

近年、既存建物の耐震補強方法として繊維シートによる巻き立て工法が注目されている。そこで本報告ではエポキシ樹脂を含浸したガラス繊維シートにより巻き補強されたコンクリート柱の一軸圧縮実験を行った結果から、応力-ひずみ関係などの基礎特性を検討した。

2. 実験の概要

2-1. 使用材料

本実験で使用したガラス繊維(目付量:922g/m²)の特性を表-1に示す。コンクリートは強度の異なる2種類で、試し練りにより調合を決定した。φ100×200mmのシリンダー試験体から得た強度およびヤング係数を表-2に示す。

2-2. 試験体の種類および形状・寸法

図-1に試験体の形状寸法を表-3に試験体の一覧を示す。試験体はいずれも無筋のコンクリート柱で、圧縮強度を2水準、繊維巻き数を5水準、形状寸法を3種類としたものを組み合わせた合計20種類である。

2-3. 試験方法

実験は500t高剛性圧縮試験機により行い、加力はひずみ制御(0.02~0.04%/min)とした。変位の測定方法を図-2に示す。軸ひずみは試験体の4面に埋め込んだネジ棒間に取り付けた電気式変位計により測定した。なお、コンクリートの膨張により軸方向の変位にはネジ棒の回転成分が含まれ、これを補正するため1面につき2本、計8本の変位計を使用した。検長は高さ500mmの円柱および角柱では400mm、高さ800mmの角柱では640mmとした。横ひずみは円柱では検長120mmのポリエステルゲージを用い、角柱ではπ型変位計を用いて測定した。角柱の横ひずみの検長は断面250mm角の試験体で150mm、同400mm角の試験体で300mmとした。また、クロスヘッド間の軸変位を電気式変位計により測定した。

2-4. ガラス繊維の巻き付け方法

打設後約4週経過した後ガラス繊維を巻き付けた。巻き付け方法は、試験体のコンクリート表面に下地剤を塗布した後、エポキシ樹脂を含浸させたガラス繊維シートを巻き付け、表面をヘラによりしごき、たるみや皺を取り除いた。その後加力までは室内に放置した。

表-1 ガラス繊維の特性

引張り強度 (kgf/cm ²)	弾性係数 (kgf/cm ²)	破断時伸び (%)	厚さ (mm)
16300	8.55 × 10 ⁵	1.9	0.34

表-2 コンクリートの特性(単位:kgf/cm²)

調合強度	圧縮強度	割裂引張り強度	ヤング係数
150	182	18.2	1.72 × 10 ⁵
300	304	24.9	1.96 × 10 ⁵

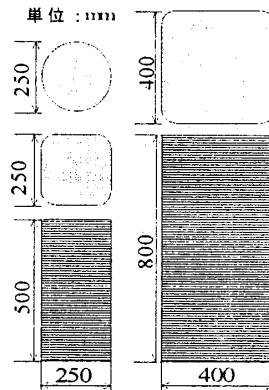


図-1 試験体形状・寸法

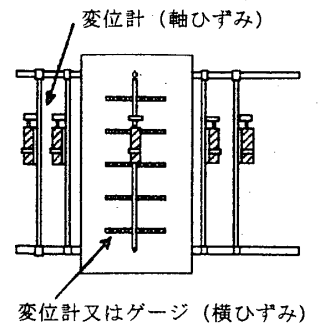


図-2 測定方法

表-3 試験体および実験結果の概略

試験体記号	形状および寸法 (mm)	コンクリート調合強度 (kgf/cm ²)	シート巻き数	繊維補強量 (%)	実験結果			
					圧縮強度 (kgf/cm ²)	最大圧縮強度時軸ひずみ (%)	最終破断時軸ひずみ (%)	
C15-0	円柱 φ250	150	-	-	188 (1.00)	0.19	0.14	-
C15-1			1	0.54	232 (1.23)	0.87	1.11	1.17
C15-3			3	1.63	452 (2.40)	2.43	1.33	2.61
C30-0	500	300	-	-	282 (1.00)	0.21	0.17	-
C30-1			1	0.54	289 (1.02)	0.74	1.19	0.82
C30-3			3	1.63	531 (1.88)	2.04	1.60	2.25
R15-0	250×250	150	-	-	184 (1.00)	0.17	0.18	-
R15-0.5			0.5	0.27	211 (1.15)	0.17	0.24	0.74
R15-1			1	0.54	208 (1.13)	0.19	0.14	1.13
R15-2			2	1.09	202 (1.10)	0.18	0.18	1.86
R15-3			3	1.63	239 (1.30)	2.85	-	2.85
R30-0			500mm	300	-	-	290 (1.00)	0.20
R30-0.5	0.5	0.27			296 (1.02)	0.21	0.21	0.89
R30-1	1	0.54			286 (0.99)	0.16	0.27	1.10
R30-2	2	1.09			304 (1.05)	0.23	0.23	1.26
R30-3	3	1.63			340 (1.17)	0.26	0.24	1.77
R15L-0	400×400	150			-	-	191 (1.00)	0.17
R15L-1			1	0.34	188 (0.98)	0.15	0.10	0.77
R15L-2			2	0.68	205 (1.07)	0.20	0.16	1.57
R15L-3			3	1.02	210 (1.10)	0.21	0.28	1.68

*1 繊維シートのコンクリート試験体に対する体積比

*2 ()内の数値は同形状・同調合強度の無補強試験体の値に対する比

3. 実験結果および検討

3-1. 破壊性状

試験体に巻き付けたガラス繊維シートの破断過程は、円柱の場合、無補強試験体が最大強度となる軸ひずみ（約0.2%）付近において剛性が大きく低下するが、以降軸ひずみは増加し、高さ方向の中心位置付近に1~2cm程度の縦ひび割れ（以下、初期ひび割れという）が発生した。ひび割れが進展し、約6~10cmの長さになった時に縦ひび割れの上、下部から同時に横方向にひび割れが発生し、コンクリート表面から剥がれ応力度が大きく低下した。また、角柱の場合、破断に至る過程は円柱と同様であるが、初期ひび割れの発生およびシートの破断は概ね隅角部で起こった。コンクリート強度、寸法の違いによる破壊性状への影響は認められなかった。

3-2. 応力-ひずみ関係

圧縮応力度と軸ひずみの関係を図-3に示す。なお、図中のクロスヘッドとは最大強度到達後に軸変位が急激に進み、ネジ棒間の変位が計測できなかったためクロスヘッド間の変位を軸ひずみに代用したものである。断面の形状・寸法によらず無補強試験体の圧縮強度での軸ひずみ（0.2%）付近までの応力-軸ひずみ関係は同様の性状を示し、初期の剛性について繊維シートの補強効果は小さかった。軸ひずみ約0.2%以降、円柱では剛性は低下するが強度、終局破断時ひずみ（圧縮応力の急激な低下に対応）ともに上昇した。角柱では、圧縮応力度はほとんど上昇せず、一定の応力を保ちながら軸ひずみが増加した。

3-3. 繊維補強量の影響

最大圧縮強度と繊維補強量の関係および終局破断時軸ひずみと繊維補強量の関係を図-4に示す。無補強試験体に対する最大圧縮強度の増加割合は、円柱の場合、繊維シート1巻きで小さいが、3巻きでは無補強の1.9~2.4倍と大幅に増加した。角柱の場合、繊維補強量によらず強度の増加割合は小さく、3巻きで無補強試験体の1.2倍程度であった。終局軸ひずみは試験体の形状によらず、補強量の増加にしたがい直線的に増加した。3巻きと1巻きを比較すると、円柱では2.2~2.8倍、角柱で1.6~2.5倍であった。また、同じ補強量ではコンクリート強度が大きいほど終局破断時軸ひずみは小さくなった。

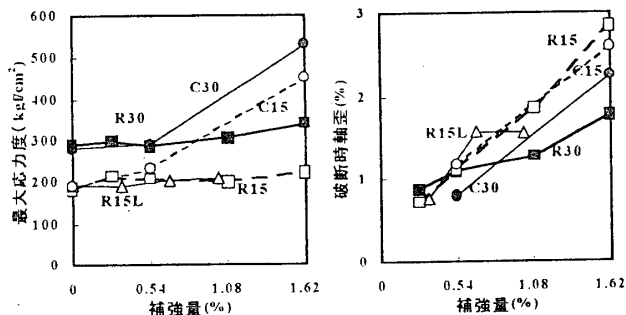


図-4 補強筋量と最大圧縮強度および最終破断時軸ひずみ

4. 結論

以上をまとめると大要以下のとおりである

- (1) 繊維シートによる巻き補強が初期の剛性に及ぼす影響は小さい。
- (2) 繊維シートの拘束による圧縮強度の増大効果は円柱において期待できるが、角柱ではほとんど期待できない。
- (3) 繊維シートの拘束による終局破断時軸ひずみの増大は、試験体形状・寸法、コンクリート強度に関係なく期待でき、補強量の増加とともにその効果も増大する。

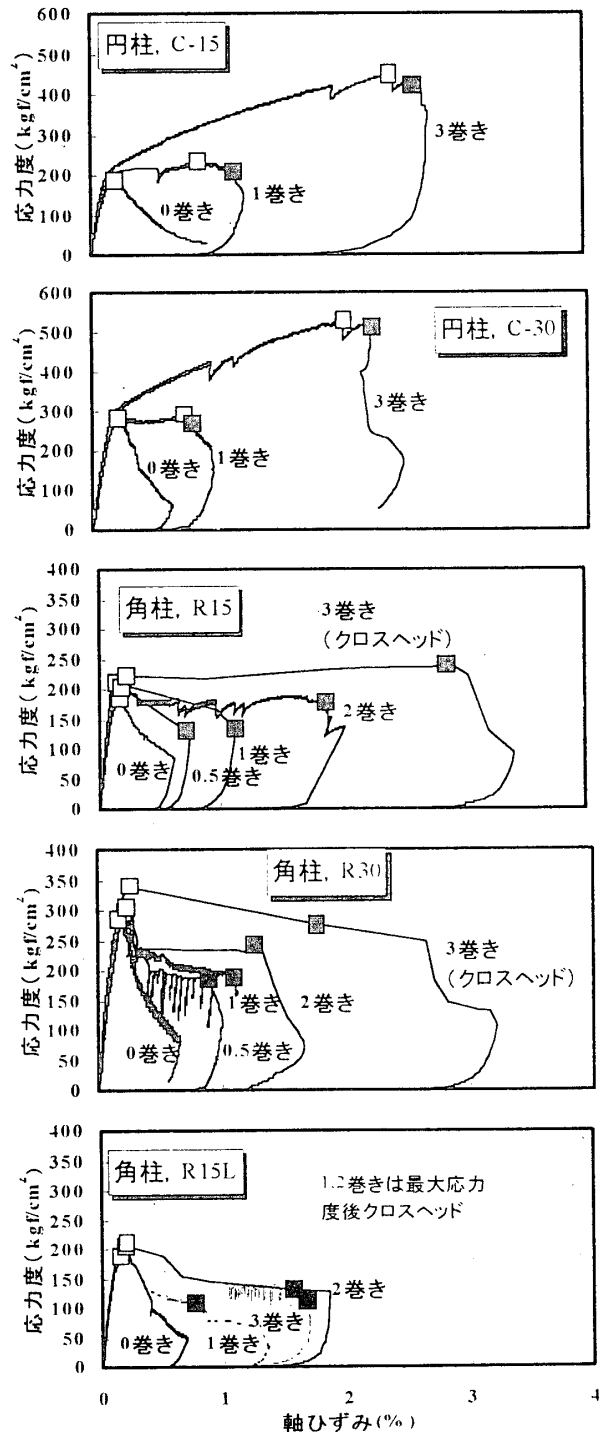


図-3 圧縮応力度-軸ひずみの関係

*1 東京都立大学大学院工学研究科建築学専攻 助手・工修
 *2 東京都立大学大学院工学研究科建築学専攻 助教授・工博
 *3 森ビル㈱ 工修

Research Assoc., Graduate School of Engineering, Tokyo Metropolitan Univ., M. Eng.
 Assoc. Prof., Graduate School of Engineering, Tokyo Metropolitan Univ., Dr. Eng.
 Moribiru Corporation, M. Eng.