

低強度コンクリート部材の耐震性能評価に関する基礎的研究（その7）

正会員 ○根口 百世*1 正会員 高月 行治*2
 准会員 吉岡 大介*3 正会員 南 宏一*4

低強度コンクリート 耐震補強 耐震性能
 炭素繊維巻き付け補強 丸鋼

1. はじめに

前報に続き、本論では、主に、5 N/mm² 級および 10 N/mm² 級のコンクリートを用いた RC 柱を弱軸方向に加力した 8 体 [No.17~No.24] の実験結果について述べる。本論で述べる試験体に関する実験変数を表-1 に示す。

2. 使用材料

10 N/mm² 級の試験体は 2 度にわたってコンクリート打設を行ったが、いずれもコンクリートの調合は表-2 に示されるものを用いた。

主筋およびせん断補強筋は、全試験体について同じものを使用し、補強試験体に使用した炭素繊維シート [以下、CF シート] も、共通の材料 [目付量 200g/m²] を使用した。表-3 にコンクリートおよび鉄筋の機械的性質を示し、図-1 に応力度-ひずみ度関係を示す。

3. 載荷方法

載荷には建研式載荷装置を用い、制御方法は変位振幅 R による変位制御によって行う。0.2×10⁻²rad の変位振幅で正負 2 回ずつ繰り返した後に、0.2×10⁻²rad ずつ増加させて載荷を行い、変位振幅 3.2×10⁻²rad で 2 回繰り返した時点で実験を終了する。

4. 実験結果

図-2 に荷重-変形関係を、写真-1 に最終破壊状況

表-2 調合表

水 [kg/m ³]	セメント [kg/m ³]	石粉 [kg/m ³]	混和剤 [kg/m ³]	細骨材率 [%]	水結合材比 [%]
210	146.4	176.7	2.58	50.2	65.0

表-3 材料試験結果

No.21, No.22 コンクリート [材齢 83 日]	圧縮強度 [N/mm ²]	8.81
	ヤング係数 [10 ⁴ N/mm ²]	0.82
No.23, No.24 コンクリート [材齢 47 日]	圧縮強度 [N/mm ²]	9.07
	ヤング係数 [10 ⁴ N/mm ²]	0.77
主筋 16 φ	降伏強度 [N/mm ²]	320
	ヤング係数 [10 ⁵ N/mm ²]	2.01
せん断補強筋 D6	降伏強度 [N/mm ²]	320
	ヤング係数 [10 ⁵ N/mm ²]	1.92

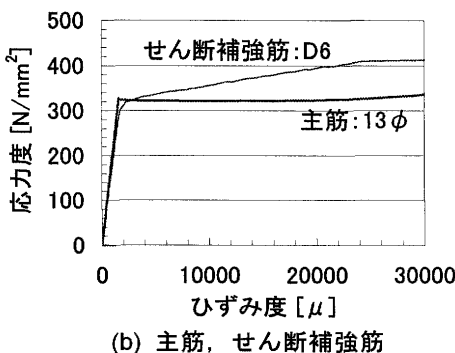
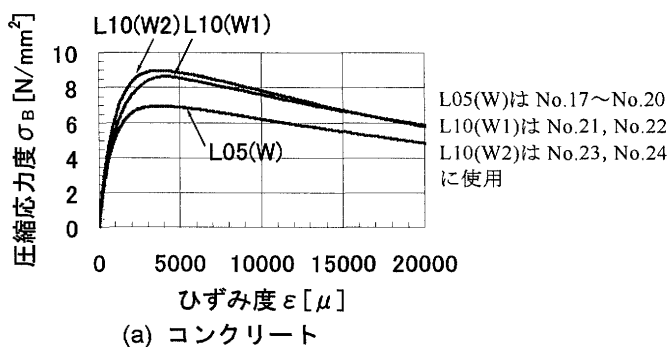


図-1 応力度-ひずみ度関係

表-1 実験変数

シリーズ名 (加力方向)	No.	試験体名	軸力比 N/(b·D·σ _B)	引張鉄筋比 ρ _t [%]	CF 補強
5N/mm ² 級 W シリーズ (弱軸方向)	17	L05240W	0.4	0.44	—
	18	L05260W	0.6		—
	19	L05280W	0.8		—
	20	L0528C2W	0.8		2層
10N/mm ² 級 W シリーズ (弱軸方向)	21	L10240W	0.4	0.44	—
	22	L10260W	0.6		—
	23	L10280W	0.8		—
	24	L1028C2W	0.8		2層

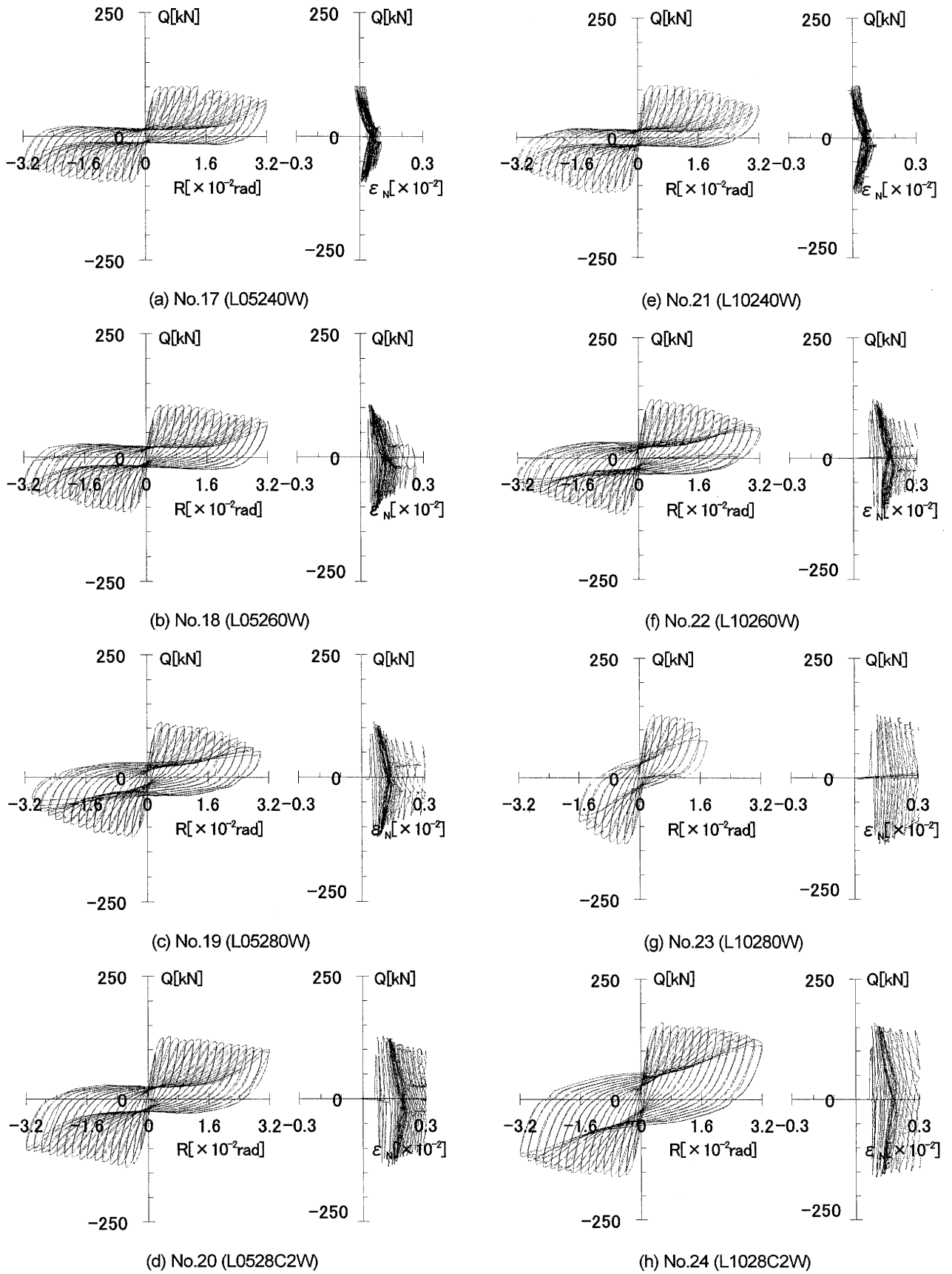


図-2 荷重-変形関係

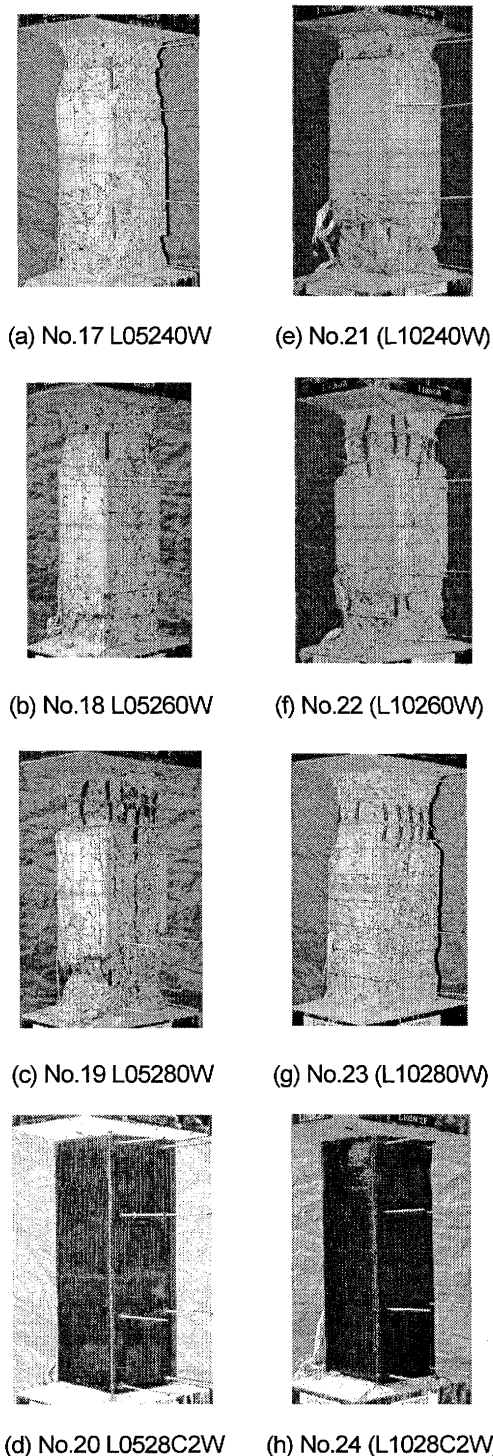


写真-1 最終破壊状況

を示す。

荷重-変形関係は、コンクリート強度に関わらず、いずれの試験体も逆S字形のループを描き、最大耐力以降の耐力低下が緩やかに生じることが特徴である。このことは、これまでに行われた実験^{1),2)}と同様の傾向であるといえる。

No.23 (L10280W) 試験体は、正方向に変位振幅 $1.8 \times 10^2 \text{ rad}$

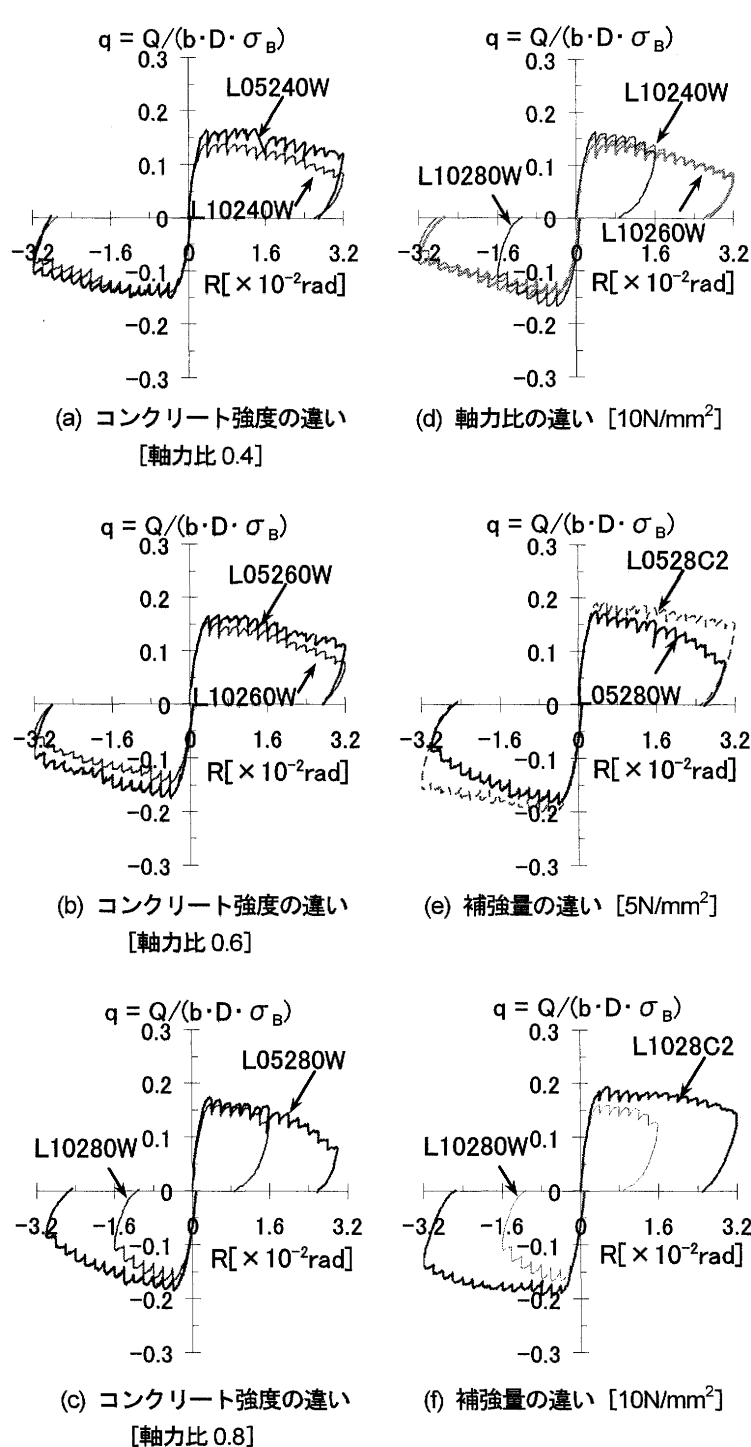


図-3 包絡線

まで加力した後に軸力を保持できなくなったため、実験を終了させた。写真-1 (g)にも示されるように、内部の主筋が座屈しているのが確認された。 $1.8 \times 10^2 \text{ rad}$ 時の耐力は、 $1.6 \times 10^2 \text{ rad}$ から急激に低下したことが特徴である。

最終的に主筋の座屈が確認されたという点では、No.19 (L05280W)およびNo.22 (L10260W)も同様であったが、これら

表-4 実験結果一覧

No.	試験体名	正荷重時		負荷重時	
		Q [kN]	R [$\times 10^2$ rad]	Q [kN]	R [$\times 10^2$ rad]
17	L05240W	105.84	0.96	-93.89	-0.36
18	L05260W	110.37	0.60	-113.50	-0.39
19	L05280W	115.75	0.36	-121.89	-0.37
20	L0528C2W	129.77	0.55	-140.06	-0.57
21	L10240W	113.83	0.76	-120.93	-0.97
22	L10260W	124.83	0.39	-118.83	-0.38
23	L10280W	134.46	0.38	-138.51	-0.38
24	L1028C2W	163.92	0.58	-164.05	-0.58
25	L05240S	72.56	0.37	-71.26	-0.20
26	L05280S	95.04	0.33	-83.55	-0.20
27	L0528C2S	84.16	0.37	-83.14	-0.35

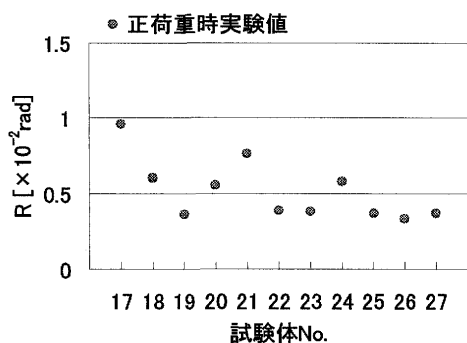


図-4 最大耐力時の変位振幅の分布

の試験体は、それぞれ変位振幅 3.0×10^2 rad および本実験における最終変位振幅である 3.2×10^2 rad まで載荷することができ、耐力の急激な低下もみられなかった。

炭素繊維巻き付け補強 [以下、CF 補強] を行った試験体については、コンクリート強度のいかんに関わらず、高軸力下においても最終変位振幅まで載荷することができたことが特徴である。試験体表面には若干しわが生じたものの、特筆すべき現象は生じなかった。また、無補強試験体に比べると、最大耐力は上昇し、さらに最大耐力以降の耐力低下はほとんど生じないといってもよいほど、極めて緩やかであったことが特徴である。

本論でも、コンクリート強度の異なる試験体の比較を行うため、水平力 Q を $b \cdot D \cdot \sigma_B$ で除して無次元化した q を縦軸にとった図-3 に示される包絡線を描き、コンクリート強度別、軸力比別、補強量別に比較を行う。

図-3 (a)~(c)は、それぞれコンクリート強度別に軸力比を

比較した包絡線である。いずれの軸力比の場合も、最大耐力以後の耐力低下の勾配は、 5 N/mm^2 級のコンクリートと 10 N/mm^2 級のコンクリートにおける差はないことが示された。軸力比 0.8 の試験体については、いずれも主筋の座屈が生じたが、コンクリート強度が小さい No.19 (L05280W) 試験体は、 3.0×10^2 rad まで載荷することができたのに対し、コンクリート強度が大きい No.23 (L10280W) 試験体は、 1.8×10^2 rad で柱としての機能を失ったことが特徴である。

同図 (d)は、 10 N/mm^2 級のコンクリートを用いた無補強試験体の軸力比の違いについて比較を行ったものである。わずかなではあるが軸力比が大きくなるにつれて耐力も上昇する傾向がみられる。

同図 (e), (f)は、補強量の違いについて比較したものである。コンクリート強度のいかんに関わらず、CF 補強を行うことで、耐力の増大だけでなく、最終変位振幅まで最大耐力時からほとんど耐力が低下することなく、柱としての性能を保持していることが示された。特に、 10 N/mm^2 級のコンクリートを用いた場合には、無補強試験体は主筋の座屈に伴い軸力の保持ができなくなったが、CF 補強による拘束効果が発揮され、柱としての性能の向上がみられた。

表-4 に全試験体の実験結果一覧を示し、図-4 には正荷重時における最大耐力時の変位振幅の分布を示す。弱軸方向に加力した W シリーズ [No.17~No.19, No.21~No.23] では、無補強試験体では軸力比が大きくなるほど、小さい変位振幅で最大耐力に達する傾向があるが、強軸方向に加力した S シリーズでは、軸力比に応じて変化する傾向はみられなかった。また、CF 補強を行うことで、最大耐力時の変位振幅が大きくなることが示された。

5. まとめ

主筋に丸鋼を用いた低強度コンクリート RC 柱は、1 体を除き、高軸力下においても 3.0×10^2 rad 程度まで柱としての性能を保つことが示された。また、CF 補強はコンクリート強度のいかんに関わらず、耐力の増大および最大耐力以降の耐力低下の緩和に対して有効に働くことが示された。

参考文献

- 根口百世, 藤原頭太郎, 高月行治, 南宏一: 低強度コンクリートを用いた丸鋼を主筋とする RC 柱のせん断破壊性状, コンクリート工学年次論文集, vol. 29, No.3, pp.157-162, 2007.7
- 根口百世, 川上裕佳, 高月行治, 南宏一: 10 N/mm^2 級の低強度コンクリートを用いた RC 柱のせん断破壊性状, コンクリート工学年次論文集, vol. 30, No.3, pp.1129-1134, 2008.7

*1 福山大学大学院博士課程地域空間工学専攻・修士(工学) Course of Regional Space Planning and Systems Eng., Doctoral Program, Grad. School, Fukuyama Univ., Ms. Eng.

*2 広島県東部生コンクリート協同組合

East Hiroshima Ready Mixed Concrete Cooperative

*3 福山大学工学部建築学科

Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Fukuyama Univ.

*4 福山大学工学部建築・建設学科 教授・工博

Prof., Dept. of Architecture and Civil Engineering, Faculty of Eng., Fukuyama Univ., Dr. Eng.