

炭素繊維グリッドと乾式吹付け工法併用による RC 柱の耐震補強効果

福山大学工学部

正会員 ○宮内 克之

アキタ建設 (株)

清水 健蔵

日鉄コンポジット (株)

正会員 小林 朗

1. はじめに

高強度炭素繊維グリッド (以下、CFG) とポリマーセメントモルタル (以下、PCM) の乾式吹付け工法を併用した方法による、既存 RC 構造物の耐震補強効果について、断面寸法 600×600 mm の柱試験体を用いて検討した。

2. 実験概要

表-1 に実験計画を、表-2、3 に使用材料の特性を示す。また、試験体の概要を図-1 に示す。試験体 N1 は、せん断補強が十分でない既存の RC 柱を想定したものである。試験体 N2 は、2002 年制定土木学会コンクリート標準示方書 (以下、標準示方書) に準拠して設計され耐震性に富む柱を想定したものである。試験体 G1、G1_S、G2 は、試験体 N1 を提案工法により補強したものである。

表-1 において、曲げ耐力およびせん断耐力は、標準示方書に基づいて計算したものである。CFG の負担するせん断耐力の計算において、CFG の引張強度に対する有効率は、過去の研究結果¹⁾ を参考にして 2/3 を用いた。PCM の負担分は考慮していない。

CFG は予めコの字型 (隅角部 $r=30$ mm) に加工したものを、重ね合わせ部で $\phi 6$ のアンカーピンを使用し 200 mm 間隔縦 1 列に 8 箇所固定した。

載荷方法は、最外縁の軸方向鉄筋が降伏ひずみに達した時点の載荷点変位 δy を基準として、 $\pm\delta y$, $\pm 2\delta y$, $\pm 4\delta y$, $\pm 6\delta y$, ... と変位を増大させながら正負交番繰返し載荷を行った。なお、同一変位での繰返し回数は原則 3 回とし、軸方向圧縮力として 720 kN ($\sigma=2$ N/mm²) を載荷した。

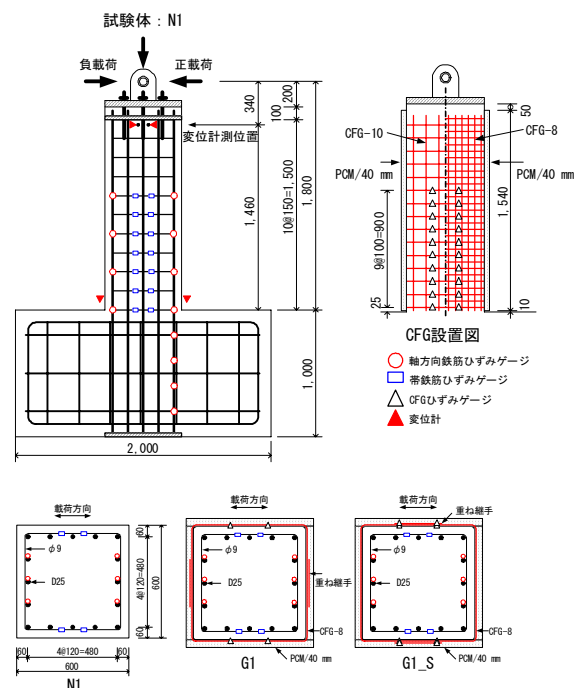


図-1 試験体の概要

表-2 鋼材の機械的特性

種類	降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)
D25 : SD295A	398	589	200
D13 : SD295A	343	495	195
$\phi 9$: SR235	324	443	192

表-1 実験計画

試験体	帯鉄筋	CFG	CFG 継ぎ 手位置	曲げ耐力 P_d (kN)	せん断耐力 V_d (kN)	耐力比 V_d/P_d
N1	$\phi 9$ -150 mm	—	—	308	280	0.91
N2	D13-75 mm	—	—	308	620	2.01
G1	$\phi 9$ -150 mm	CFG-8	引張圧縮面	308	701	2.28
G1_S	$\phi 9$ -150 mm	CFG-8	せん断面	308	701	2.28
G2	$\phi 9$ -150 mm	CFG-10	引張圧縮面	308	592	1.92

表-3 CFG の機械的特性

種類	公称断面積 (mm ²)	引張強度 (N/mm ²)
CFG-8	26.4	1,400
CFG-10	39.2	1,400

- ・コンクリートの圧縮強度
N2 以外 : 27.8、N2 : 38.3 N/mm²
- ・PCM の圧縮強度 : 82.7 N/mm²

*炭素繊維グリッドの格子間隔 : CFG-8 : 50 mm, CFG-10 : 100 mm

キーワード : 乾式吹付け, 炭素繊維グリッド, 補強, 耐震補強

連絡先 : 〒729-0292 福山市学園町一番地三蔵 : TEL 084-936-2111 : FAX 084-936-2023

3. 実験結果および考察

(1) 破壊状況

実験終了後における試験体の破壊状況を写真－1に示す。試験体 N1 は、 $+3\delta y$ の1回目の載荷途中で、せん断ひび割れの幅が大きく拡大したのに伴って荷重が急激に低下し、せん断破壊した。

試験体 N2 は、 $\pm 7\delta y$ での載荷時に、せん断補強筋のはらみ出しと共に、圧縮側軸方向鉄筋の座屈が観察された。 $\pm 8\delta y$ になると軸方向鉄筋の座屈が更に顕著となった。破壊形式は典型的な柱基部での曲げ破壊であった。

補強試験体 G1、G1_S、G2 は、 $\pm 8\delta y$ の載荷時に、柱基部におけるコアコンクリートのはらみ出しが顕著となった。破壊形式はいずれも柱基部の曲げ破壊であった。また、試験体 G1_S、G2 では、隅角部においてグリッドの破断が確認された。

(2) じん性率による耐震補強効果の評価

表－4に実験結果の一覧を示す。表－4において、実験値はすべて正負載荷の平均値で示してある。

図－2は各試験体の荷重～変位曲線の包絡線の比較を示したものである。包絡線は正負載荷の平均値で示してある。提案工法により補強された試験体は、無補強試験体 N1 の3倍程度のじん性率を示し、標準示方書に準拠して耐震設計された試験体 N2 と同等もしくはそれを上回るじん性率であった。

(3) 等価粘性減衰定数による耐震補強効果の評価

図－3は、各試験体の等価粘性減衰定数の推移を表したものである。

無補強の試験体 N1 は、 $4\delta y$ になると大きく値が低下した。一方、提案工法によって補強された試験体は、 $8\delta y$ の大変形における繰返しによっても等価粘性減衰定数が低下せず、標準示方書に準拠して耐震設計された試験体 N2 と同等以上の等価粘性減衰定数の値を示した。

4. まとめ

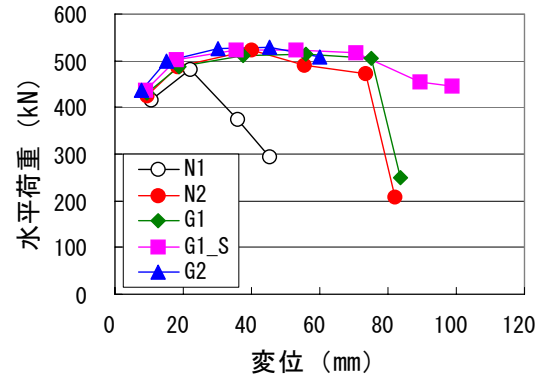
高強度炭素繊維グリッドとポリマーセメントモルタルの乾式吹付け工法を併用した方法で既存 RC 構造物を補強することによって、2002年制定土木学会コンクリート標準示方書に基づいて設計した部材と同等以上の耐震性を付与できることが確認された。

参考文献

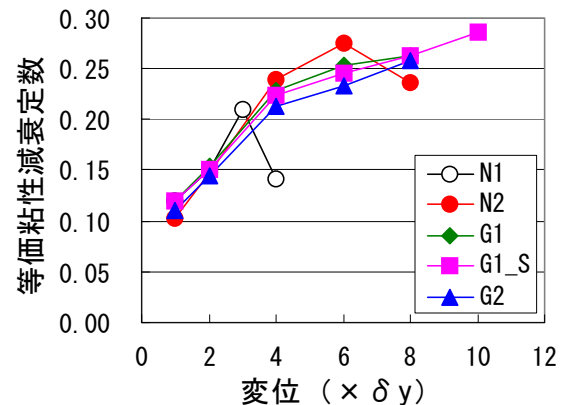
- 1) 宮内克之, 清水健蔵: 乾式吹付け工法と炭素繊維グリッドを併用した RC 部材の耐震補強, コンクリート工学年次論文集, Vol.28, No.2, pp.1507-1512, 2006.7

表－4 実験結果の一覧

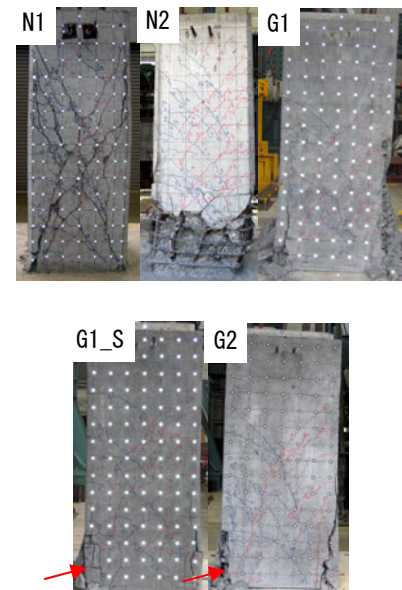
試験体	最大荷重 (kN)	降伏変位 (mm)	終局変位 (mm)	じん性率
N1	483	10.8	30.4	2.8
N2	522	9.2	75.1	8.2
G1	514	9.4	77.6	8.3
G1_S	523	8.8	94.6	10.7
G2	530	7.7	60.0	7.8



図－2 荷重～変位曲線の包絡線の比較



図－3 等価粘性減衰定数の推移



写真－1 破壊の様子 (→: CFG 破断部)