

段落し部を AFRP シートで曲げ補強した RC 柱の定変位繰返し載荷実験

室蘭工業大学 学生員 ○澤田 純之
三井建設（株）フェロー 三上 浩

室蘭工業大学 正 員 岸 徳光
室蘭工業大学 フェロー 松岡 健一

1. はじめに

本研究では、FRP シート曲げ補強 RC 柱の段落し部近傍におけるシートの剥離進展状況やそれに伴う RC 柱の耐荷性状の変化を明らかにすることを目的として、AFRP シート曲げ補強 RC 柱を用いた水平単調載荷および定変位繰返し載荷（以後、単に繰返し載荷）実験を実施した。

2. 実験概要

表－1に、試験体の一覧を示す。試験体名は単調載荷を M とし、繰返し載荷の場合は C と降伏変位 δ_y に対する変位振幅の比の組合せによって表している。図－1に、試験体の概要を示す。試験体の断面寸法は 25×25 cm、柱高さは 146.5cm である。本実験では、シート補強後も段落し部で終局に至るように断面設計をしているため、段落し位置を基部より 70cm の位置に設定し、その位置で主鉄筋を 16 本から 4 本に減少させている。なお、主鉄筋には D16 (SD345) を用いた。柱部の圧縮力および引張力作用面には、AFRP シート（目付量：415g/m²、厚さ：0.286mm、引張強度：2.48GPa、弾性係数：131GPa）を基部から柱高さ 130cm まで、幅 20cm で貼付けている。実験時におけるコンクリートの圧縮強度は 27.9MPa、主鉄筋の降伏強度は 399MPa であった。実験は、単調載荷の場合には、シートが剥離するまで載荷を行った。また、繰返し載荷の場合には、段落し部主鉄筋降伏時の載荷点変位 δ_y を決定し、その後設定した変位振幅で正負方向の繰返し交番載荷を行った。なお、最大繰返し載荷回数は 20 サイクルとし、最大荷重が主鉄筋降伏時の荷重を下回るまで載荷を行った。

3. 実験結果

3.1. 荷重－変位関係

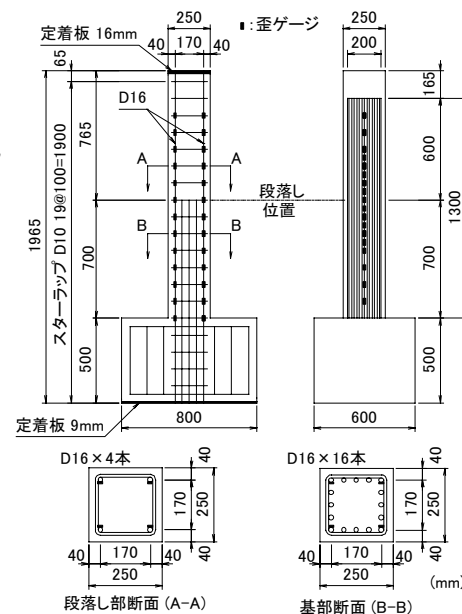
図－2には、C2.0、C3.0の荷重－変位関係を M（単調載荷）のそれと比較して示している。図より、C2.0、C3.0はともに 1 サイクル目正載荷時まで、M の結果とよく対応していることが分かる。2 サイ

クル目以降では 1 サイクル目よりも剛性勾配が低下し、サイクル数の増加とともに荷重が減少している。C2.0 の場合は、サイクル数の増加に伴う荷重低下は小さく、20 サイクル目終了時までシートの全面的な剥離は生じていない。一方、C3.0 の場合は、サイクル数の増加に伴って荷重が大きく低下し、シート剥離により急激に破壊した。

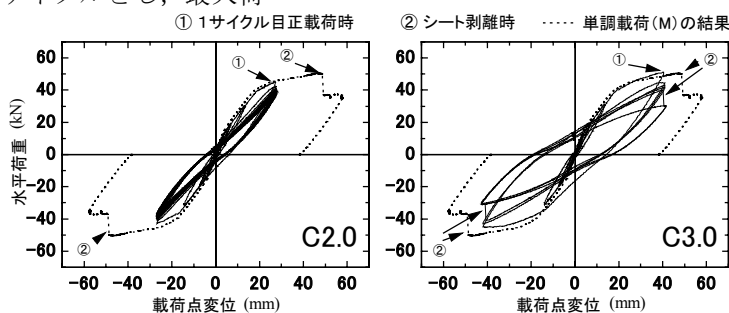
図－3には、繰返し載荷試験体のサイクル数と荷重の関係を正載荷の場合について示している。また、図には M の最大荷重値 P_{max} も併記した。図より、1 サイクル目の荷重は C2.0 で P_{max} の 90 % 程度、C2.5、C3.0 では P_{max} と同程度となっていることが分かる。なお、C2.0 の場合は 20 サイクル目においても P_{max} の 75 % 程度の耐力を維持している。一方、C2.5、C3.0 の場合は、2 サイクル目で C2.0 にすりつく形で若干の荷重低下を示した後、5 サイクル目でシートの全面剥離により荷重が大きく低下している。以上より、1) 本実験の範囲内では P_{max} の 90 % 程度

表－1 試験体の一覧

試験体名	載荷方法	変位振幅
M	単調載荷	-
C2.0	繰返し載荷	$2.0\delta_y$
C2.5		$2.5\delta_y$
C3.0		$3.0\delta_y$



図－1 試験体の概要



図－2 荷重－変位関係

キーワード：RC 柱、AFRP シート、曲げ補強、段落し部、定振幅

連絡先：〒050-8585 室蘭市水元町 27-1 室蘭工業大学 建設システム工学科 TEL 0143-46-5230 FAX 0143-46-5227

の載荷履歴を受ける場合は、シートの全面的な剥離は20 サイクル終了時まで生じない、2) P_{max} と同程度の載荷履歴を受ける場合には、シートの全面剥離が少ないサイクル数で生じて急激な耐力低下を示すこと、が明らかとなった。

3.2. AFRP シートの歪分布

図-4 には、C2.0, C3.0 の正載荷時における引張力作用面のシート歪分布の推移状況を示している。図中には部分剥離進展の目安として $3,000 \mu$ を設定し、各サイクル毎に直線で結んで示している。C2.0 の結果より、シートの部分剥離領域がサイクル数の増加とともに拡大するものの、実験終了時においてもシート接着端部までは進展していないこと

が分かる。また、各時点において急激な荷重低下は見られない。これに対して C3.0 の場合は、1 ～ 2 サイクル目にかけて部分剥離領域が下側に急激に拡大し、荷重も1割以上低下している。この荷重低下は、シートの部分剥離に伴ってシート歪が平均化され、シートの曲げ補強効果が低減したためと考えられる。以上より、サイクル数の増加に伴う荷重低下には、部分剥離領域の拡大に伴うシート歪の平均化が関連していることが明らかとなった。

3.3. シートの剥離進展状況

写真-1, 2 には、それぞれ C2.0 および C3.0 の段落し部近傍におけるシートの剥離進展状況を示している。C2.0 の結果を見ると、1 サイクル目には段落し部において曲げひび割れが発生し、2 サイクル目には段落し部でコンクリートブロックの押し出しによるシートの部分剥離が若干見られる。しかしながら、その後20 サイクル目終了までシートの全面的な剥離は生じていない。一方、C3.0 では、1 サイクル目で段落し部にコンクリートブロックの押し出しによるシートの部分剥離が確認できる。また、2 サイクル目にはコンクリートブロックが顕在化しシートの部分剥離が段落し部の上下方向に進展している。さらに4 サイクル目では、段落し部近傍の損傷が著しくなりシート剥離が段落し部より下方に進展して、最終的にシートが剥離している。以上より、C2.0 の場合はひび割れの進展や開口が顕在化しないため、シートの全面的な剥離に至らないことが明らかとなった。一方、C3.0 の場合は、段落し部に形成されたコンクリートブロックのピーリング作用によってシートが剥離することが明らかになった。従って、シートの剥離には、シートの接着界面における面内方向の付着性能の低下よりも面外力として作用するピーリング作用の顕在化が大きな影響を与えているものと考えられる。

4. まとめ

- 1) 単調載荷時における最大耐力の90%程度までの載荷履歴を受ける定変位繰り返し載荷試験体は、ピーリング作用によるシートの剥離が顕在化しないため、シートの全面的な剥離は生じない。
- 2) シートの剥離には、シートの接着界面における面内方向の付着性能の低下よりも、面外力として作用するピーリング作用の顕在化が大きな影響を与えている。

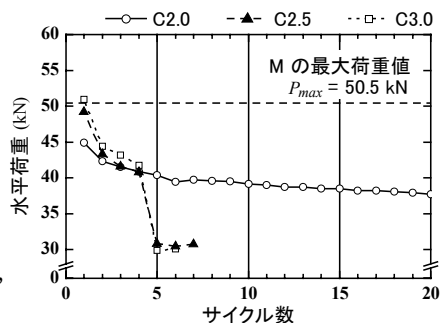


図-3 サイクル数と荷重の関係

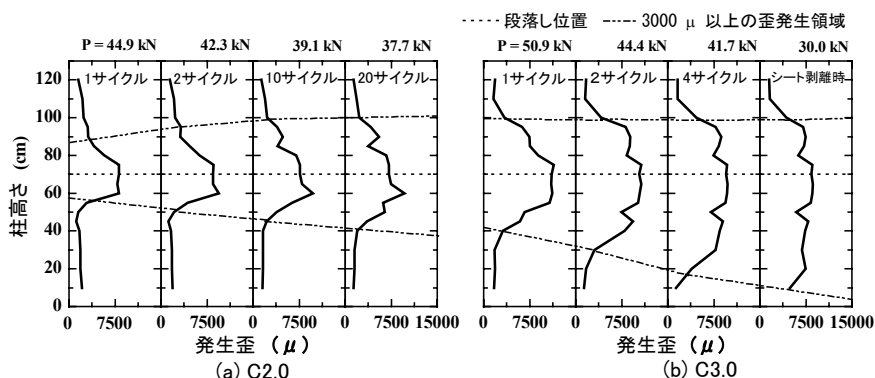


図-4 歪分布性状

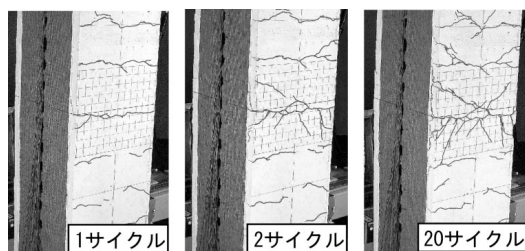


写真-1 C2.0の剥離進展状況

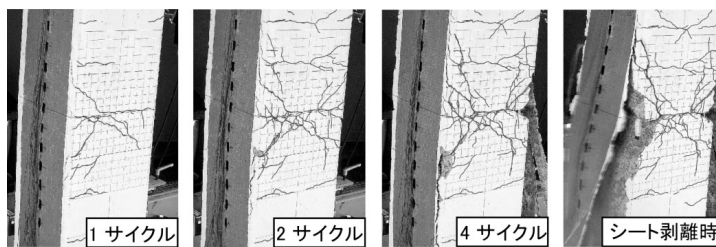


写真-2 C3.0の剥離進展状況