

題目 荷重後の RC 部材内部の直接観察に基づく付着クリープ機構の検討

岐阜工業高等専門学校 学生会員 ○中神光汰
 岐阜工業高等専門学校 学生会員 赤地翔夢
 岐阜工業高等専門学校 正会員 井向日向

1. はじめに

鉄筋コンクリート（以下、RC）部材のたわみやひび割れ幅は持続荷重下において、コンクリートの乾燥収縮やクリープ、時間経過に伴う鉄筋の抜け出し（以下、付着クリープ）によって時間の経過とともに増大する。この中でも付着クリープは、部材表面に現れない新たな内部ひび割れの発生や既存の内部ひび割れの進展等によって生じていると考えられている¹⁾²⁾が、現状ではこの考察を裏付ける実験事実が十分に蓄積されていないといえる。

そこで本研究では、持続荷重下の RC 部材の内部で生じる微視的な現象を直接観察することで付着クリープの発生機構を明らかにすることを目的とする。一軸引張試験終了後の RC 内部の様態を可視化し、観察することで付着クリープ機構について考察する。

2. 実験概要

本研究の流れを図-1に示す。以下では各項目について説明する。

2.1 母材となる RC 供試体

本研究では、既往研究³⁾と同様の方法で実施した一軸引張荷重試験後の RC 供試体を母材としてサンプルを採取する。母材は図-2に示すように、100×100×1000 mm の形状であり、断面の中心に D10、D22 の鉄筋を1本配したものである。

2.2 サンプルの作製

①母材の切り出し：一軸引張試験を終えた母材を、端部の局所的な付着現象が生じていないと考えられる母材中央部 500 mm の区間で切り出した。その後、

鉄筋軸方向に鉄筋を避けるようにコンクリートを切断し、図-3に示すような約 100×50×500 mm のサンプルを採取した。

②探傷剤の散布：採取したサンプルを 12 時間炉乾燥させ、その後、サンプル表面にコンクリート探傷剤を散布した。コンクリート探傷剤は幅 0.05 ~ 0.30 mm 程度のひび割れが検出できるものを使用した。

2.3 サンプルの観察

コンクリート探傷剤を散布させたサンプルに、ブラックライトの紫外線を照射させ、母材内部の様態を

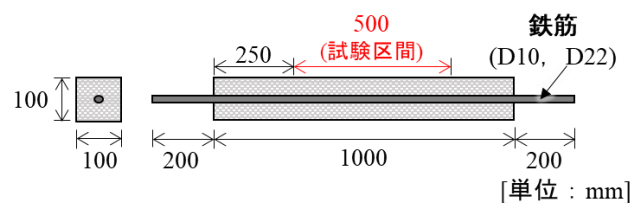


図-2 母材 (RC 供試体) の寸法

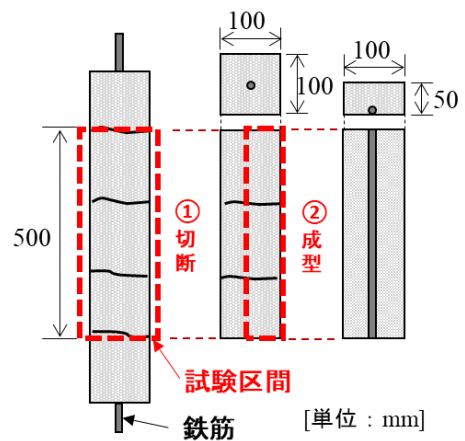


図-3 サンプル採取の流れ

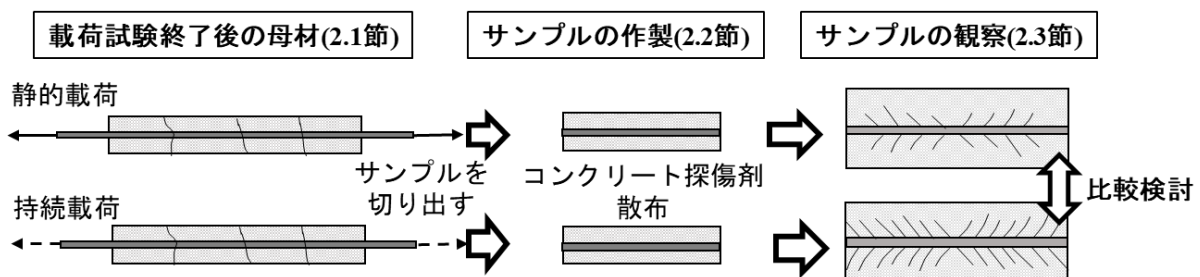


図-1 本研究の流れ

観察した。観察は、**図-4**に示す着色部分をトレースして行った。母材表面に現れていないような、鉄筋周囲に生じたひび割れが確認された場合には、これを微細ひび割れとし、既往研究⁴⁾の方法を参考にして、その本数と長さを計測した。微細ひび割れは、探傷剤による着色箇所のうち、明確に鉄筋位置から伸びているものとした。すなわち、骨材界面の着色部は微細ひび割れとして計上していない。微細ひび割れの長さは、ひび割れの始点と終点を直線で結んだ距離と定義した。

3. 実験結果と考察

D10, D22 の各鉄筋を配した母材から切り出したサンプルの微細ひび割れを**図-5**に示す。また、**表-1**に各サンプルの微細ひび割れの本数、長さの総和を示す。

各鉄筋径で静的载荷より持続载荷の方が微細ひび割れの本数および長さの総和が大きくなった。また、静的载荷後の供試体と持続载荷後の供試体の微細ひび割れの長さの総和を比較すると、静的载荷後よりも持続载荷後の方がD10供試体では約1.5%、D22供試体では約1.2%大きくなった。

以上の結果から、持続载荷により RC 部材内部で新たな微細ひび割れが発生したり、载荷直後に発生していた微細ひび割れが時間の経過に伴い進展したりしたと考えられる。このことは、RC 内部の微細ひび割れの発生・進展が持続荷重下の鉄筋の抜け出し（付着クリープ）に寄与していると換言できる。

4. まとめ

本研究では、一軸引張試験終了後の RC を対象として、静的载荷後と持続载荷後の各 RC 内部のひび割れ様態を直接観察し、付着クリープ機構について検討した。その結果、静的载荷後の供試体よりも持続载荷後の供試体の方が、内部の微細ひび割れの本数および長さの総和が大きいことが明らかとなった。このことから、RC 内部の微細ひび割れの発生・進展が付着クリープの発生に寄与していることを実証できたといえる。

本研究では除荷後の RC を切り出して内部を直接観察することで付着クリープ機構を検討した。一方、除荷を経ることで、例えば微細ひび割れの一部は閉口してしまった可能性もある。荷重が载荷された状態での RC 内部の微細ひび割れの発生数などを検知することは今後の課題である。

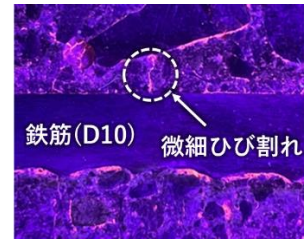


図-4 探傷剤を散布したサンプルにおける鉄筋周囲の着色部の拡大図 (D10 静的载荷後)

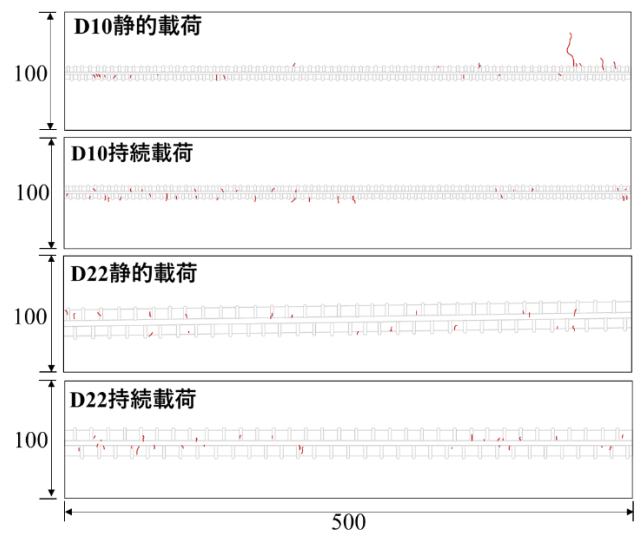


図-5 ひび割れトレース図 (単位 : mm)

表-1 実験結果まとめ

計測項目	D10供試体		D22供試体	
	静的载荷	持続载荷	静的载荷	持続载荷
総ひび割れ長さ [mm]	67.66	100.14	77.28	92.24
ひび割れ本数 [本]	19	31	18	28

参考文献

- 1) 佐藤ら：鉄筋コンクリート曲げ部材の長期変形挙動およびその解析法に関する研究，土木学会論文集，No.634/V-4，pp.27-41，1999.
- 2) Beeby, A. W. and Scott, R. H. “Mechanisms of long-term decay of tension stiffening.” Magazine of Concrete Research, 58(5), pp. 255-266, 2006.
- 3) 井向ら：鉄筋コンクリート部材の引張剛性に及ぼす持続荷重と乾燥の影響，土木学会論文集 E2 (材料・コンクリート構造)，No.4/V-77，pp.196-209，2021.
- 4) 山本ら：異なる拘束条件下において ASR が生じたコンクリートのひび割れおよび力学的性能低下について，コンクリート工学年次論文集，Vol.39，No.1，pp.883-888，2017.