

題目 鉄筋コンクリート部材の付着クリープに及ぼす鉄筋径の影響に関する研究

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 学生会員 中神光汰
 岐阜工業高等専門学校 正会員 井向日向

1. 研究背景と目的

鉄筋コンクリート（以下、RC）部材に生じるひび割れ幅は、RC 構造物の耐久性を評価する上で重要な要素であり、精密に算定することが望ましい。ひび割れ幅はコンクリートの収縮及びクリープ等によって経時変化することが知られている。一方、現状ではひび割れ幅に及ぼすクリープの影響の一つである、付着クリープの影響は設計上、陽な形で考慮されていない。

付着クリープに着目した研究^{例えば}は現時点で十分とは言えず、特に鉄筋径が付着クリープの性状に及ぼす影響については未解明である。実構造物で 사용되는鉄筋径は多様であるため、あらゆる構造物のひび割れ幅を精度よく算定する上で、鉄筋径が付着クリープに及ぼす影響を調査する意義は深いといえる。そこで本研究では、RC 部材の付着クリープに及ぼす鉄筋径の影響について実験的に検討した。

2. 実験概要

2.1 供試体

Fig.1 に RC 供試体の形状・寸法を示す。供試体は 100 × 100 × 1000 mm の RC の両端部から 200 mm ずつ鉄筋を張り出した形状である。使用するコンクリートは普通ポルトランドセメントを使用し、水セメント比が 60%，単位水量が 170 kg/m³ の配合とした。

作製した供試体は打設から 1 日後に脱型した。脱型直後に封緘処理を行い、その後、温度 20°C、平均相対湿度 60%（湿度変動範囲 60 ± 10%）の恒温恒湿室内で 28 日間以上養生した。

2.2 実験シリーズ

実験シリーズを Table 1 に示す。実験シリーズは鉄筋径を D10、D13、D22 としたシリーズに大別される。各シリーズには、荷重を単調増加させる静的載荷試験に供した M 供試体と、荷重を単調増加した後に荷重を一定値に保つ持続載荷試験に供した S 供試体が含まれる。供試体は各シリーズに 1 体ずつである。

Table 1 実験シリーズ

シリーズ	供試体名	載荷条件	載荷時材齢 (日)	養生条件	実験場所
D10	D10M	単調載荷	107	温度 20°C 封緘処理	恒温室
	D10S	26kN, 21日間 持続載荷	126		
D13	D13M	単調載荷	28		
	D13S	26kN, 21日間 持続載荷	41		
D22	D22M	単調載荷	28		
	D22S	26kN, 21日間 持続載荷	28		

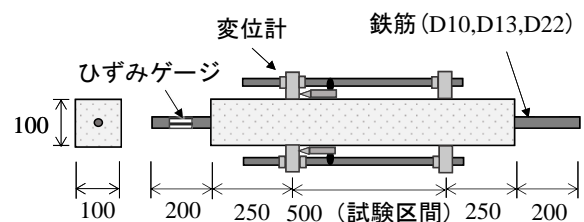


Fig. 1 供試体概要

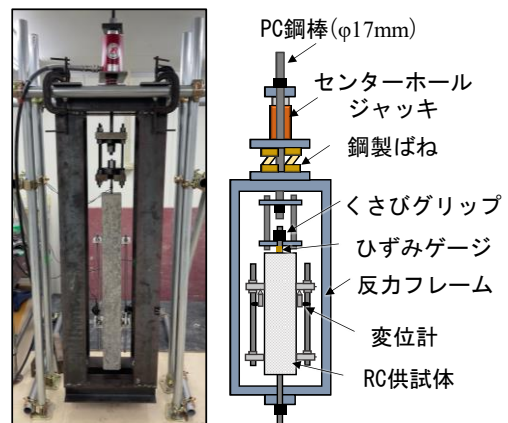


Fig. 2 載荷試験装置

2.3 実験方法

RC 供試体は Fig.2 に示すように垂直に載荷装置に設置したうえで、引張力を加えた。供試体にひび割れが複数生じるまで荷重を単調増加させた。持続載荷試験では、その後、載荷した荷重を 21 日間にわたって保持した。載荷試験は恒温恒湿室内で行った。

荷重は以下の式(1)で算定した。

$$P = E_s A_s \varepsilon_s \quad (1)$$

ここに、 P ：荷重、 E_s ：鉄筋の弾性係数、 A_s ：鉄筋の断面積、 ε_s ：鉄筋のひずみである。 ε_s は供試体から張り出した鉄筋に貼付したひずみゲージにより計測した。

供試体の軸方向変位は Fig.1 に示すような測定器具により測定する。荷重試験により生じるひび割れを複数本含んだ区間の平均ひずみを測定するために試験区間を供試体中央部 500 mm に設定した。

3. 実験結果と考察

本稿では、本研究の実験結果のうち、代表的な D10、D22 シリーズの結果について取り上げ、考察を述べる。

Fig.3 に静的荷重試験で得られた荷重 P と平均ひずみ ε の関係の代表例として、D10M 供試体の結果を示す。同図の P_c と P_s は荷重 P の内、それぞれコンクリートと鉄筋が受け持つ荷重である。ひび割れの発生に伴い P_c が低下するのはコンクリートの負担できる力が小さくなるためである。以上のような実験結果の傾向は、既往の研究²⁾でも確認されており、鉄筋径を変えた今回の実験も既往研究と同様の試験方法で荷重試験ができることが確かめられた。

Fig.4 に D10S 供試体と D22S 供試体を持続荷重した際のコンクリートの平均ひずみと荷重時間の関係を示す。図中のコンクリートの平均ひずみは、持続荷重開始時点のコンクリートの平均ひずみを原点とし、持続荷重中のひび割れ発生による瞬間的なひずみの増加は計上していない。Fig.4 より、D10S 供試体では、持続荷重開始から約 3.7 日までコンクリートの平均ひずみが増加傾向にある。一方、それ以降は、コンクリートの平均ひずみが減少傾向にある。これは、付着クリープが収束し、乾燥収縮が付着クリープを卓越したためと推察される。D22S 供試体では、荷重時間が約 4.1 日までコンクリートの平均ひずみが増加傾向にある。それ以降は、D10S 供試体とは異なり、コンクリートの平均ひずみは一定値に収束する傾向にある。これは、D22S 供試体では荷重後約 4.1 日以降、付着クリープと乾燥収縮が同程度生じたためと推察される。

乾燥収縮は各供試体で同程度と考えられることと、以上の持続荷重試験の結果を併せて考察すると、D10S 供試体よりも D22S 供試体の方が、付着クリープの収束速度が遅いといえる。よって、鉄筋径が大きくなるほど付着クリープは長期にわたって緩慢に生じるものと考えられる。

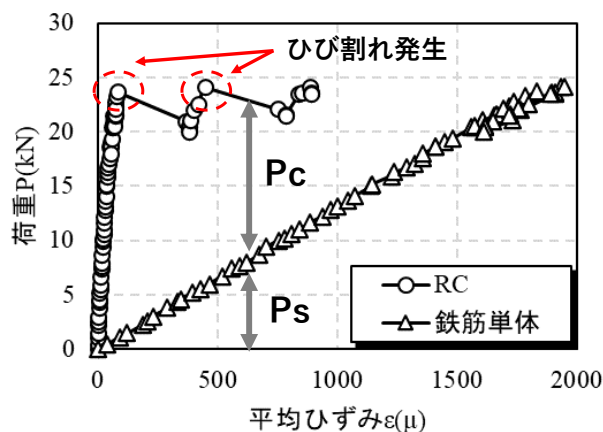


Fig. 3 荷重—平均ひずみ関係 (D10M 供試体)

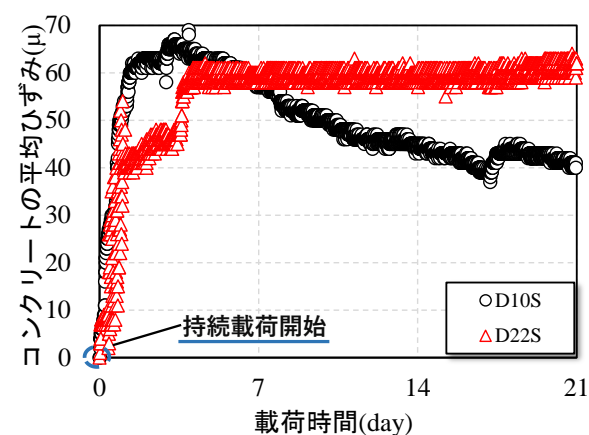


Fig. 4 持続荷重した D10S、D22S 供試体の RC 中のコンクリートの平均ひずみ—荷重時間関係

4. まとめ

本研究では、付着クリープに及ぼす鉄筋径の影響を RC 供試体の一軸引張試験により検討した。以下に本研究の成果をまとめる。

既往研究²⁾と同様の試験方法および荷重装置によって、鉄筋径が異なる供試体の荷重試験が行えることを静的荷重試験の結果から確かめた。

また、持続荷重試験の結果より D10S 供試体と D22S 供試体の平均ひずみの経時変化の傾向が異なることを明らかにした。この結果より、鉄筋径が大きくなると付着クリープが大きく、緩慢に生じる可能性を考察した。

5. 参考文献

- 1) Richard, H. Scott, Andrew, W. Beeby: Long-Term Tension-stiffening Effects in Concrete, ACI Structural Journal, 102(6), pp.31-39, 2005.
- 2) 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)，Vol.77, No.4, pp.196-209, 2021.