

腐食ひび割れコンクリートにおける異形鉄筋の付着応力-すべり量関係のモデル化

筑波大学
筑波大学大学院
筑波大学

学生会員
学生会員
正会員

○三谷龍世
Syll Amadou Sakhir
金久保利之

1. はじめに

著者ら¹⁾は、破砕剤充填パイプ (Expansion Agent Filled Pipe :以下, EAFP)²⁾を埋設した RC 試験体の鉄筋引抜き試験を実施し、腐食ひび割れを模擬した RC 部材において、加力前ひび割れがコンクリートと鉄筋の付着挙動に与える影響の検討を行っている。

本報告では、腐食ひび割れを模擬した RC 部材の鉄筋引抜き試験結果より得られた付着応力-すべり量関係のモデル化の検討を行い、コンクリートと鉄筋の付着特性を評価することを目的とする。

2. 実験概要

既往研究¹⁾における試験体形状を図 1 に、加力装置を図 2 に示す。試験体の中央に異形鉄筋 D16 (SD345) を配し、局所的な付着性状に着目するために付着区間は鉄筋径の 4 倍の 64mm としている。鉄筋腐食によるコンクリートのひび割れを模擬するために、外径 22mm、厚さ 1mm のアルミパイプを 2 本配している。加力前にひび割れを導入する試験体においては、アルミパイプに破砕剤を充填することで膨張圧を発生させ、経過時間により目標幅とする加力前ひび割れ (0.00 (破砕剤充填なし), 0.20, 0.40, 0.60, 0.80, 1.00mm) を発生させている。試験体は各加力前ひび割れについて 3 体ずつ、計 18 体である。実験に用いられたコンクリートの材料特性を表 1 に示す。実験では単調加力と繰返し加力が行われたが、本報告の検討では、単調加力試験体の結果を対象とする。

3. 付着応力-すべり量関係

既往研究¹⁾における付着応力-すべり量関係 (τ_b - S 関係) を図 3 に、各試験体の加力前ひび割れ幅と最大付着応力の関係を図 4 に示す。試験体における加力前ひび割れ幅が大きいほど、最大付着応力が小さくなる傾向が確認されている。健全試験体では付着応力が急激に低下しているのに対して、加力前ひび

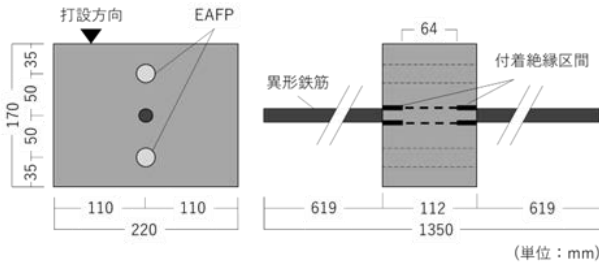


図 1 試験体形状

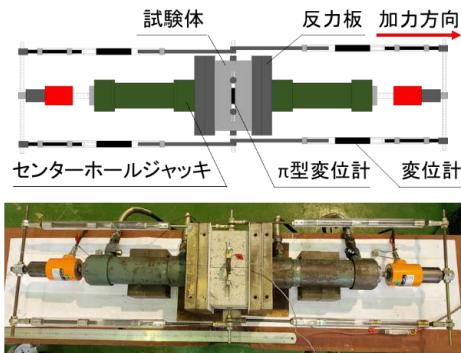


図 2 加力装置

表 1 コンクリートの材料特性

圧縮強度 (MPa)	割裂強度 (MPa)	割線弾性係数 (GPa)
22.4	2.44	20.0

割れ幅の大きな試験体では付着劣化の進行が緩やかである様子が見られている。

4. 付着応力-すべり量関係のモデル化

引抜き試験より得られた付着応力-すべり量関係を、式 (1) に示す Popovics モデル³⁾を用いてモデル化する。定数 a の値が大きくなると、軟化勾配が急になる。

$$\frac{\tau_b}{\tau_{b,max}} = \frac{S}{S_{max}} \cdot \frac{a}{(a-1)+(S/S_{max})^a}$$

(1)

ここで、 τ_b : 付着応力 (MPa)

$\tau_{b,max}$: 最大付着応力 (MPa)

S : 荷重端すべり量 (mm)

キーワード 腐食ひび割れ, 付着劣化, 破砕剤充填パイプ, 引抜き試験, Popovics モデル

連絡先 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1 筑波大学 TEL029-853-5045

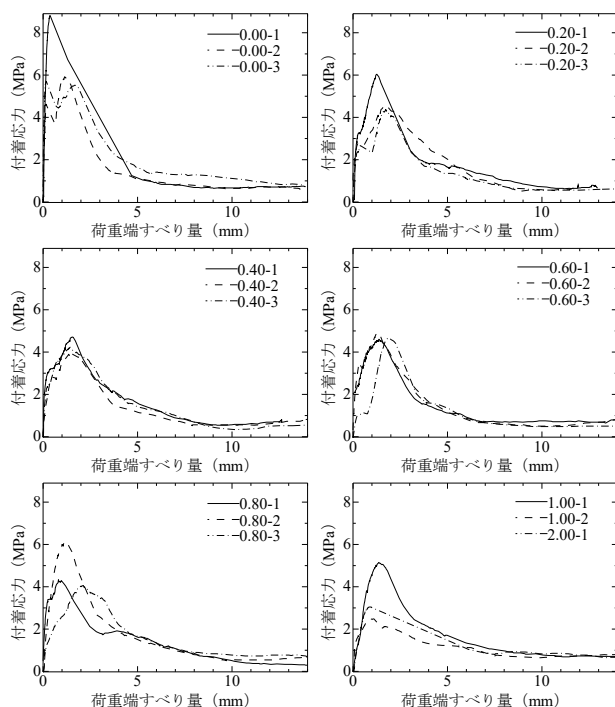


図3 付着応力ーすべり量関係

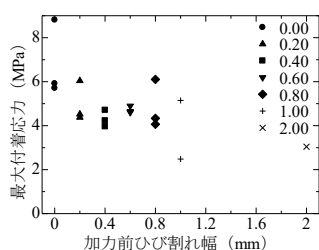


図4 加力前ひび割れ幅ー最大付着応力関係

S_{max} : 最大付着応力時の
荷重端すべり量 (mm)

a : 定数

$\tau_{b,max}$, S_{max} には、既往研究¹⁾の実験結果を用いる。各試験体について、付着応力に対する2乗誤差が最小になるように、定数 a を決定する。モデルの一例として、加力前ひび割れ幅 1.00mm の試験体の結果を図5に示す。各試験体の定数 a と加力前ひび割れ幅 W_{cr} の関係を図6に示す。

加力前ひび割れ幅が大きくなるほど Popovics モデルにおける定数 a が小さくなる傾向が確認できる。図4の結果も見ると、加力前ひび割れ幅が大きくなるほど最大付着応力が低下するとともに、付着応力ーすべり量関係の軟化が緩慢になることが分かる。

加力前ひび割れ幅と、同一加力前ひび割れ幅試験体の定数 a の平均値の関係の回帰計算を行った結果を式(2)および図7に示す。

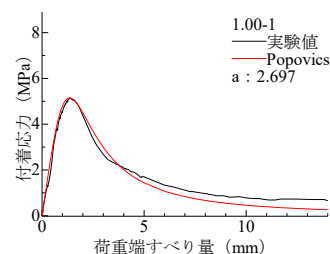


図5 モデル化の例 (試験体 1.00-1)

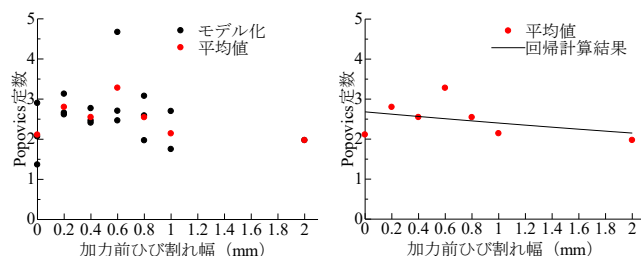
図6 定数 a と

図7 回帰計算結果

加力前ひび割れ幅の関係

$$a = 2.682e^{-0.110W_{cr}} \quad (2)$$

ここで、 W_{cr} は加力前ひび割れ幅 (mm) である。

5. まとめ

腐食ひび割れを模擬した加力前ひび割れを有する RC 試験体の付着応力ーすべり量関係を Popovics モデルを用いて検討した結果、加力前ひび割れ幅が大きくなるほど最大付着応力が低下するとともに、付着応力ーすべり量関係の軟化が緩慢になる傾向が見られた。Popovics モデルにおける定数を加力前ひび割れ幅で表す式を提案した。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費基盤研究(B)21H01472 による。

参考文献

- 1) 三谷龍世, Syll Amadou Sakhir, 金久保利之: 破砕剤充填パイプ導入による腐食ひび割れ模擬 RC 部材の繰返し局所付着挙動, コンクリート工学年次論文集, Vol.45, 2023
- 2) 川村佳弘, 金久保利之: 破砕剤充填パイプにより鉄筋腐食時ひび割れを模擬した RC 梁部材の曲げ性状, 土木学会関東支部技術研究発表会, V-22, 2018
- 3) Popovics, S., A Numerical Approach to the Complete Stress-Strain Curve of Concrete, Cement and Concrete Research, Vol. 3, pp.583-599, 1973