

第V部門

付着・定着・継手 (3) / 数値解析 (1)

2023年9月15日(金) 15:10 ~ 16:30 V-12 (広島大 東広島キャンパス総合科学部講義棟 K 3 0 7)

[V-520] 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
Bond Stress-Slip Model in Cracked Concrete Simulating Rebar
Corrosion

*三谷 龍世¹、シル アマドウスキール¹、金久保 利之¹ (1. 筑波大学)*Ryusei ryusei Mitani¹, Amadou Sakhir Syll¹, Toshiyuki Kanakubo¹ (1. University of TSUKUBA)

キーワード：腐食ひび割れ、付着劣化、破碎剤充填パイプ、引抜き試験、Popovicsモデル

Rebar corrosion, Bond degradation, Expansion agent filled pipe, Pullout test, Popovics model

本研究は、腐食ひび割れを模擬した RC部材におけるコンクリートと鉄筋の付着劣化を評価することを目的として、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った。Popovicsモデルを用いた検討の結果、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-すべり量関係の軟化が緩慢になる傾向が見られた。また、回帰計算により 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。

This study focused on bond degradation in cracked concrete due to rebar corrosion. The bond stress-slip relationships obtained by authors' previous pullout test results were expressed by Popovics model. It is recognized from the model that the softening branch of the model become mild as the induced crack width increases while the bond strength decreases. From the results of the regression analysis, Popovics model's empirical coefficient is expressed as a function of induced crack width.

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 学生会員 ○三谷龍世
 筑波大学大学院 学生会員 Syll Amadou Sakhir
 筑波大学 正会員 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

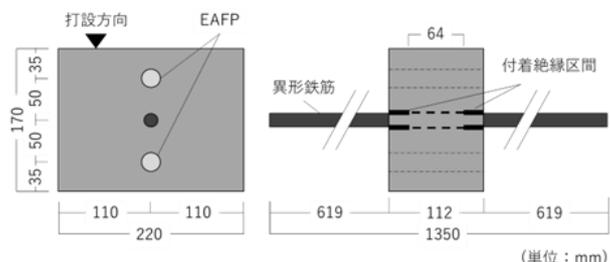


図1 試験体形状

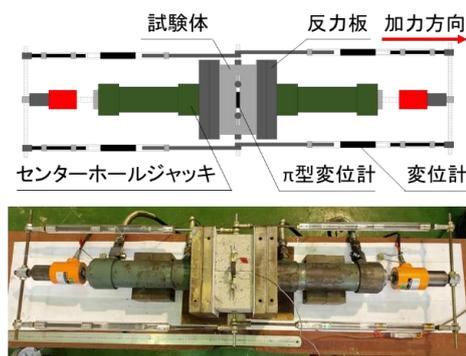


図2 加力装置

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。

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

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

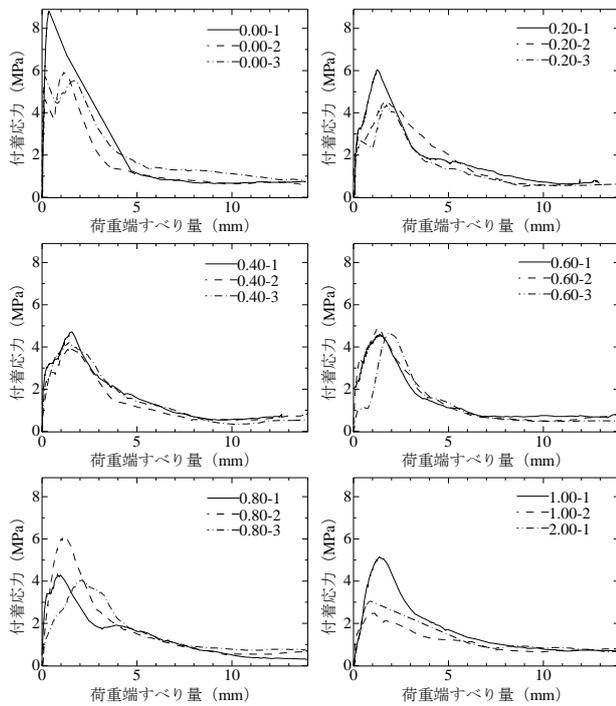


図3 付着応力-すべり量関係

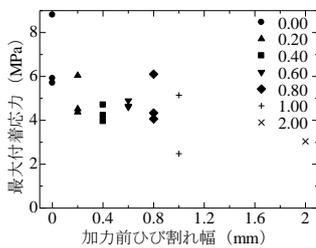


図4 加力前ひび割れ幅-最大付着応力関係

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-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。

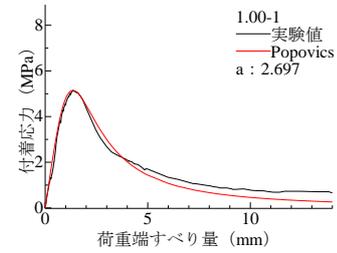


図5 モデル化の例 (試験体 1.00-1)

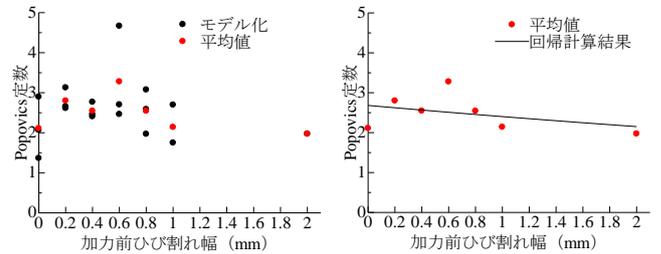
図6 定数 a と

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-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-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