

PIC 版を引張縁に設置した RC 梁の弾塑性挙動に関する研究

長崎大学工学部 学生会員 ○ 平嶋 健太郎 正会員 松田 浩 崎山 毅
小沢コンクリート工業(株) 正会員 鶴田 健
九州工業大学工学部 正会員 出光 隆

1. はじめに

ポリマー含浸コンクリートとは、硬化したコンクリートに低粘度のビニル系モノマーを含浸・重合させ、コンクリートの高強度化、高耐久性を図ったものである。PIC 薄版を埋設型枠として RC 梁の引張縁に設置することにより、PIC 版の目地部をひびわれ誘導目地とすることができるものと考えられる。本研究では、鉄筋とコンクリートの構成則を一般性を考慮して決定し、汎用 FEM コード MARC を用いて 2 次元 FEM 解析を行うことにより、弾塑性挙動をシミュレートするとともに、目地間隔と PIC 版へのひびわれ発生荷重および鉄筋ひずみ分布関係を解析的に明らかにした。

2. 解析概要

RC 梁の引張縁に設置した場合、PIC 埋設型枠の目地間隔と断面の有効高さの関係から、設計荷重より低い荷重でひび割れが発生することも考えられる。したがって、PIC 版埋設型枠を引張縁に用いた RC 梁の曲げ耐力および変形性能を明らかにするために、繰返し曲げ載荷試験および静的曲げ載荷試験を実施した。梁形状はひびわれ誘導の効果を調べるために、図-1 に示すように PIC 埋設型枠の目地間隔と断面高さ比を $2/3 \sim 4$ まで変化させた。表-1、表-2 にそれぞれ鉄筋の引張試験結果、各部材の試験時のコンクリート強度を示す。

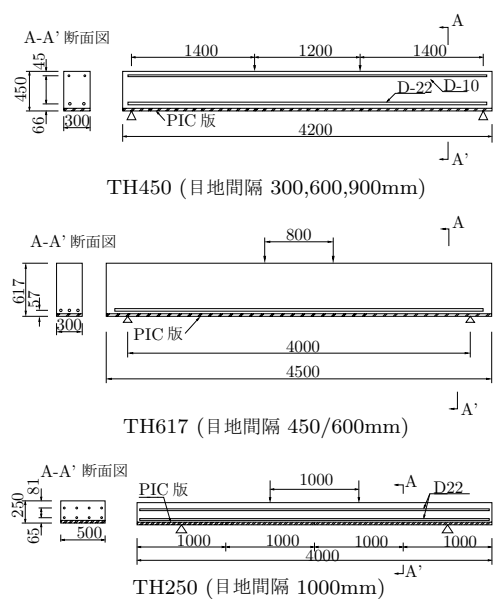


図-1 供試体概略図

表-1 鉄筋の引張試験結果

供試体	鉄筋の種類 および呼び名	降伏強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (N/mm ²)
TH450	SD295 D22	367	1.9×10^5
TH617	SD345 D22	407	1.9×10^5
TH250	SD345 D16	383	1.9×10^5

表-2 各部材の試験時のコンクリート強度

供試体	材料種別	圧縮強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (N/mm ²)
TH450	PIC 版	140	4.2×10^4
	コンクリート	24	2.7×10^4
TH617	PIC 版	184	4.1×10^4
	コンクリート	33.9	2.4×10^4
TH250	PIC 版	140	4.2×10^4
	コンクリート	68	3.93×10^4

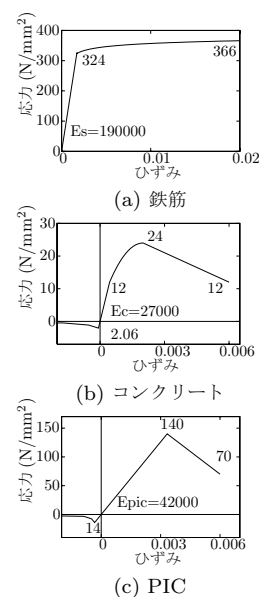


図-2 構成則

RC 梁の曲げ変形挙動を非線形有限要素解析する場合、各部材の構成則を適切に定める必要がある。引張応力下でコンクリートにひびわれが発生した状態での鉄筋とコンクリートの付着を考慮した鉄筋の応力-ひずみのモデル化が重要となってくる¹⁾。篠原・島²⁾、玉井・島³⁾は、コンクリートと鉄筋の平均応力-平均ひずみ関係を用いて鉄筋コンクリートの引張剛性を表現している。さらに、前川⁴⁾は一軸引張部材での実験結果より、鉄筋のマクロ的な平均応力-平均ひずみ関係もひび割れたコンクリートの引張剛性も、鉄筋コンクリートのひびわれ面でのミクロ的な挙動特性に基づき予見できることを示している。本解析では、文献2)3)と同様のモデルを用いて、鉄筋とコンクリートの平均応力-平均ひずみ関係を算定した上で、解析を行った。本解析は、梁試験体を対象としているので、文献2)3)の一軸引張部材モデルにおけるコンクリート断面を鉄筋径の15倍の範囲を引張有効断面積として算定した。一例として、図-1のTH450に対する鉄筋およびコンクリートの構成則を図-2(a)(b)に示す。

キーワード：平均応力-平均ひずみ関係・2次元 FEM 解析・ポリマー含浸コンクリート (PIC)・ひびわれ誘導目地

〒852-8521 長崎市文教町1-14 TEL:095-847-1111(2701) FAX:095-843-7204

ここで、本研究で用いた鉄筋およびコンクリートの平均応力-平均ひずみ関係を求めるフローチャートを図-3に示す。計算は、鉄筋降伏前後のループに分けて考えており、各供試体とも統一した考え方でデータ入力を行った。

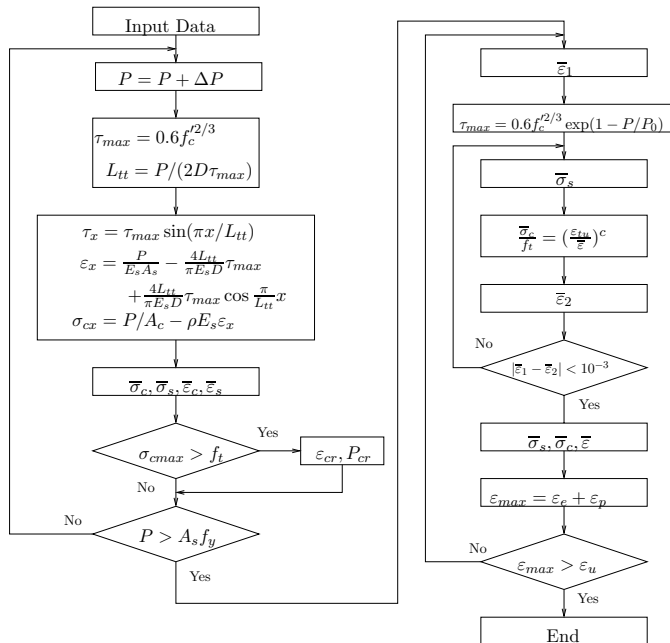


図-3 平均応力-平均ひずみ関係を求めるフローチャート

3. 解析結果および考察

実験および解析結果における荷重-たわみ関係を図-4に示す。同図に示すように、桁断面や鉄筋比が異なる場合においても、本解析結果は実験結果とよく一致していることがわかる。また、各荷重段階における鉄筋のひずみ分布を図-5に示す。PIC版目地位置の鉄筋ひずみが大きくなり、目地間中央で鉄筋ひずみが最小となるcosカーブで表わされる。したがって、図-6に示すようにPIC版のひびわれ発生を解析することが可能となる。同図は目地間隔が大きくなるほどPIC版へのひびわれ発生荷重が低下することを示している。

4. まとめ

PIC版埋設型枠をRC梁の引張縁に用いた場合の使用状態および終局状態での力学的挙動特性を実験および解析により検討した。解析においては、RC部材の一軸引張モデルから算出した構成則を用いて、2次元FEM解析を行った。その結果、実験値をよくシミュレートすることがわかった。また、ひびわれ発生荷重がPIC版の目地間隔により変化することがわかった。

参考文献

- 1) 岡村甫, 前川宏一: 鉄筋コンクリートの非線形解析と構成則, 技報堂, 1991.
- 2) 篠原賢至, 島弘: 一軸鉄筋コンクリート部材におけるひびわれ発生過程および引張剛性の解析, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.11, No.2, pp.159-164, 1989.
- 3) 玉井真一, 島弘, 出雲淳一, 岡村甫: 一軸引張部材における鉄筋の降伏以後の平均応力-平均ひずみ関係, 土木学会論文集, 第378号/V-6, pp.239-247, 1987.
- 4) H.Salem and K.Maekawa: Spatially averaged tensile mechanics for cracked concrete and reinforcement under highly inelastic range, J.Materials, Conc. Struct., Pavements, JSCE, No.613/V-42, pp.277-293, 1999.

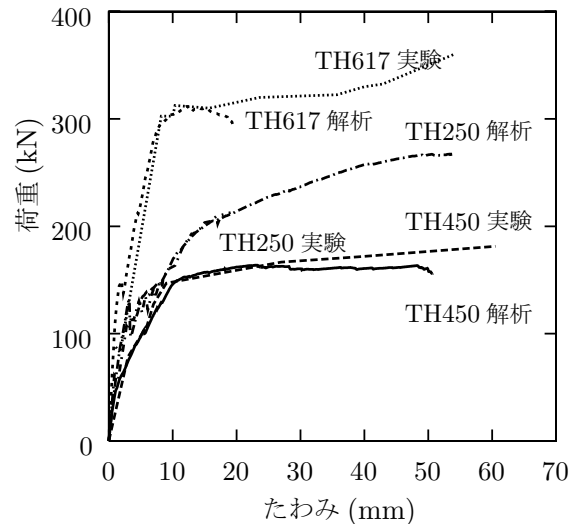


図-4 荷重とたわみの関係

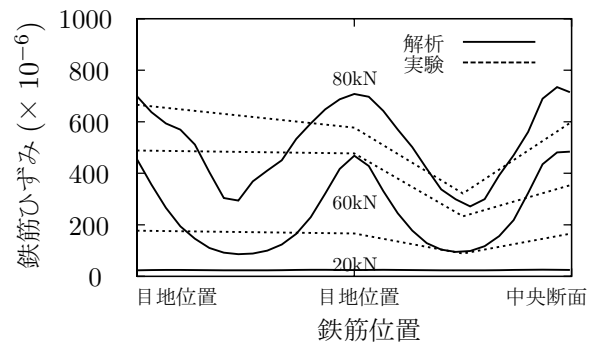


図-5 鉄筋ひずみ分布

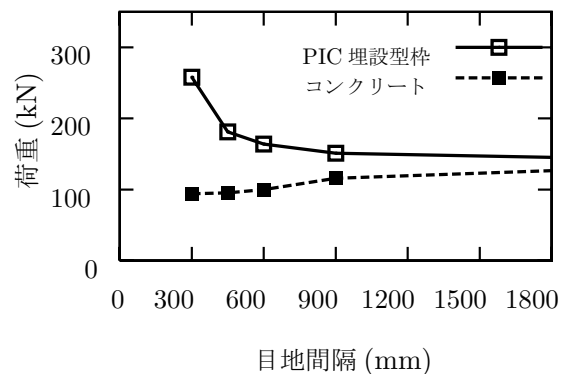


図-6 目地間隔とPIC版ひびわれ発生荷重