

鉄筋腐食によるひび割れを模擬するための破砕剤充填パイプの引張性能

正会員 ○油野 登梧*¹同 Juan Jose Castro*²同 Amadou Sakhir Syll*¹同 金久保 利之*³

鉄筋腐食

破砕剤

アルミニウムパイプ

引張試験

応力-歪曲線

1. はじめに

建設後 40～50 年以上経過した鉄筋コンクリート（以下 RC）造建物の経年劣化による性能低下が危惧されている。著者らは、劣化した RC 部材の変状をメカニズムに基づいて評価し、新たな構造性能指標を提案することを目的とした研究を行っている¹⁾。鉄筋腐食によりコンクリートにひび割れが生じた部材の性能を検討するために、既往の研究²⁾では、破砕剤充填パイプによるひび割れ模擬方法が提案されている。本研究では、異形鉄筋と同様にパイプに節を設け、破砕剤を充填した節付きパイプの引張性能を確認することを目的として、引張試験を実施した。

2. 実験概要

節付きパイプの詳細を図-1 に示す。外径 21.7mm、肉厚 2.5mm のアルミニウムパイプに、JIS G 3112 を参考にし、異形鉄筋 D19 を想定して横節を加工した。試験体一覧を表-1 に示す。試験体は、節加工前および節加工後のパイプ単体各 3 体と、節加工したパイプに破砕剤を充填し、目標軸歪に達した後に引張試験を行う試験体である。図-2 に示すように歪ゲージを貼付し、破砕剤充填後の軸方向歪と節上および節間の周方向歪の時間経過を計測した。変動因子は引張試験開始時目標軸歪とし、0.3%～1.2% の水準各 1 体とした。なお、計測機器の都合により、P19-RF1 と RF3、P19-RF2 と RF4 を同時刻に充填し、計測を開始している。引張試験には 500kN 万能試験機を用いた。

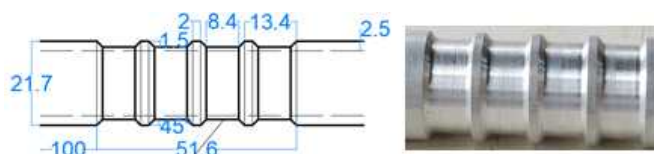


図-1 節付きアルミパイプの詳細図

表-1 試験体一覧

試験体名	節	破砕剤充填	引張試験開始時 目標軸歪	試験体数
P19-NRNF	無	無	—	3
P19-RNF	有	有	—	3
P19-RF1	有	有	0.3%	1
P19-RF2	有	有	0.5%	1
P19-RF3	有	有	0.8%	1
P19-RF4	有	有	1.0%	1
P19-RF5	有	有	1.2%	1

3. 実験結果

3.1 破砕剤充填による加力前歪発生状況

引張加力直前の軸方向歪と節上および節間周方向歪を表-2 に、破砕剤充填後の各歪の経過を図-3 に示す。なお、図-3 中の気温は、気象庁地域気象観測システム（アメダス）つくば観測所による 1 時間毎のデータである。軸方向歪、周方向歪とも時間の経過とともに増加し、節間の周方向歪が最も大きくなった。破砕剤を充填してから 4～10 時間の間に最も反応が進み、その後反応が緩やかになる傾向がみられた。破砕剤充填から 4 時間程度までの気温によって歪の推移状況が大きく変化し、特に、気温が 15℃を超えると歪が急激に大きくなった。

3.2 引張試験結果

引張試験結果を表-3 に示す。応力は引張荷重をパイプ

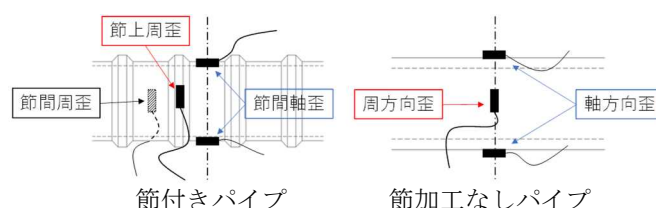


図-2 歪ゲージ取付け位置

表-2 引張加力前歪一覧

試験体名	軸歪(%)	節上軸歪(%)	節間軸歪(%)
P19-RF1	0.297	0.088	0.664
P19-RF2	0.521	0.328	1.13
P19-RF3	0.799	1.04	1.93
P19-RF4	0.892	1.21	2.54
P19-RF5	1.23	—*	—*

*破砕剤充填後時間経過計測中にゲージ剥離

表-3 引張試験結果一覧

試験体名	引張 強度 (MPa)	降伏 強度 (MPa)	弾性 係数 (GPa)	ポア ソン 比	破断 伸び (%)
P19-NRNF*	219	96.7	74.4	0.341	—**
P19-RNF*	216	102	78.2	0.247	8.5
P19-RF1	212	97.5	64.0	0.239	7.6
P19-RF2	210	121	63.6	0.226	7.0
P19-RF3	208	146	84.0	—***	5.9
P19-RF4	213	158	70.2	0.162	5.3
P19-RF5	222	170	95.7	—***	3.9

*3 体の平均 **標点間外破断 ***周方向歪ゲージ剥離

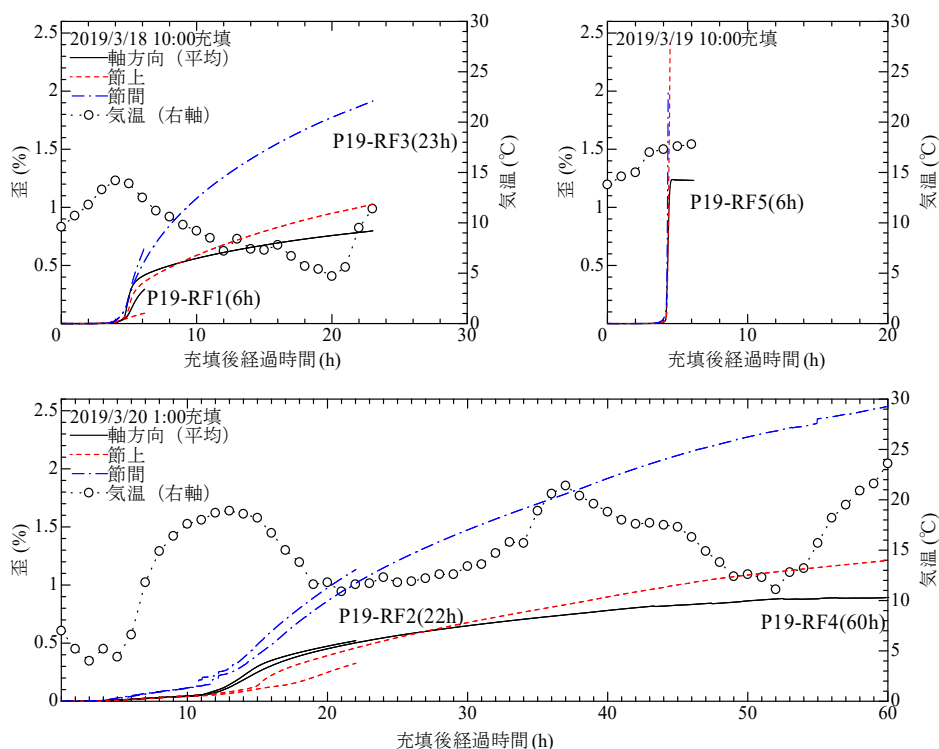


図-3 破砕剤充填後経過時間と歪の関係

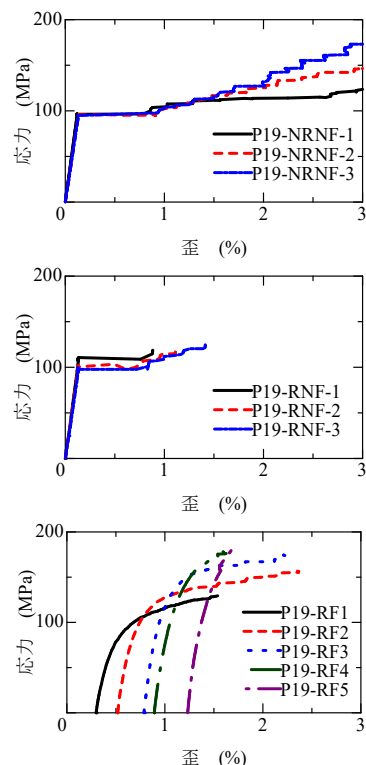


図-4 応力-軸方向歪曲線

部の断面積（P19-NRNFは 150.8mm^2 、その他の試験体は節間部分で 55.6mm^2 ）で除して求めた。破砕剤充填のないP19-NRNFとP19-RNFの降伏強度は、後述する応力-歪曲線で弾性域後に応力がほぼ一定となる部分の応力とした。その他の試験体の降伏強度は、加力開始時軸歪からの0.2%オフセット耐力とした。弾性係数は応力-歪曲線において、引張加力開始から直線と見なせる区間で最小二乗法により算出した。ポアソン比は弾性係数と同様の手法で、節間周歪を用いて横弾性係数を算出し、弾性係数を横弾性係数で除した値の絶対値とした。破断伸びは、破断後の標点間の伸びを破砕剤充填前の標点間距離で除して求めた。

引張強度については、節の有無、破砕剤充填の有無による影響は確認できず、すべての試験体で $210\sim 220\text{MPa}$ であった。また、破砕剤充填のない場合、節の有無によって、降伏強度と弾性係数に大きな差異はみられなかった。ポアソン比については、節を設けることによってポアソン比が小さくなる傾向がみられた。これは節部分で周方向に拘束が発生し、節間において横弾性係数が減少したためと考えられる。

破砕剤を充填したRFシリーズでは、引張試験開始時目標軸歪が大きいほど降伏強度が大きくなった。これは、残留塑性歪による降伏強度の上昇と同一の現象であると考えられる。また、破断伸びは小さくなった。目標軸歪

が大きいくほど弾性係数は大きくなった。破砕剤が充填されたことによってパイプ内側から等圧を受け、直交方向に収縮しづらくなったためと考えられる。

各試験体の応力-軸方向歪曲線を図-4に示す。破砕剤充填のないP19-NRNFとP19-RNFについては同様な応力-歪曲線が得られた。破砕剤を充填したRFシリーズについては、前述したように、引張試験開始時軸歪が大きいほど降伏強度および弾性係数が大きくなっている。

4. まとめ

- (1) 節付きパイプに破砕剤を充填することによって、時間経過とともに軸歪、節上歪、節間歪が増加した。
- (2) 引張試験開始時軸歪が大きくなると破砕剤充填パイプの降伏強度、弾性係数ともに増加し、破断伸びは減少した。引張強度に影響はみられなかった。

謝辞

本研究はJSPS 科研費挑戦的研究（萌芽）17K18917によって行われている。

参考文献

- 1) 金久保利之, Castro Juan Jose : RC 建造物の構造・耐久性性能指数の試計算と経年指標の調査, AIJ 大会梗概集, 構造IV, pp.699-700, 2018.9
- 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

*1 筑波大学大学院システム情報工学研究科

*2 琉球大学工学部建築学コース教授 博士（工学）

*3 筑波大学システム情報系教授 博士（工学）

*1 Master Program, GSSIE, Univ. of Tsukuba

*2 Prof., Faculty of Engineering, Univ. of the Ryukyus, Ph.D.

*3 Prof., Dept. of Eng. Mechanics and Energy, Univ. of Tsukuba, Ph.D.