

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

筑波大学大学院 学生会員 ○川村 佳弘
筑波大学システム情報系 正会員 金久保 利之

1. はじめに

RC 構造物において、鉄筋腐食による劣化を定量的に評価することは極めて重要である。既往の研究¹⁾では暴露試験体において圧縮側コンクリートの鉄筋腐食ひび割れにより部材の耐力が低下し、脆性的に破壊する挙動が得られている。電食試験やスリットにより鉄筋腐食膨張によるひび割れを模擬した実験が行われている²⁾が、実際のひび割れに対する適応性に関しては不明確である。一方、鉄筋の腐食膨張の模擬に、コンクリートの解体などに用いる静的破砕剤を用いた検討³⁾が行われている。

本研究では、静的破砕剤を充填したアルミパイプ（破砕剤充填パイプ）を圧縮鉄筋の代わりに用いた RC 梁試験体を作製し、破砕剤の充填のあと圧縮側コンクリートにひび割れが生じた試験体に 4 点曲げ載荷試験を行い、圧縮側に生じるひび割れが RC 梁部材の構造性能に与える影響を確認する。

2. 実験概要

試験体概要を図-1 に、試験体一覧を表-1 に示す。RC 梁の圧縮鉄筋の位置に破砕剤充填パイプを用い、引張鉄筋および横補強鉄筋にはそれぞれ 3-D10（SD295）、D6（SD295）を使用した。アルミパイプは外径 22mm、厚さ 1mm、破砕剤充填パイプに対するかぶりは 21mm とし、充填する破砕剤の水破砕剤比を 30%とした。試験体は 4 体作製し、主要なパラメータを破砕剤充填パイプの本数および破砕剤充填後経過時間によるかぶりコンクリートのひび割れの程度とした。コンクリートの材料試験結果を表-2 に、鉄筋の引張試験結果を表-3 に示す。破砕剤は試験体を立てて充填した。

加力には 2MN 万能試験機を用いて等曲げ区間長 235mm の 4 点曲げ載荷試験を行った。計測項目は荷重、変位計による載荷点たわみ 2 か所、引張鉄筋歪である。

3. 破砕剤充填パイプによるひび割れ

載荷前ひび割れ状況の例（試験体 No.4）を図-2 に、
キーワード 腐食ひび割れ、圧縮性能、静的破砕剤、曲げ試験

各試験体の載荷前のひび割れ幅を表-4 に示す。ひび割れ幅はラックスケールを用いて試験体軸方向 50mm 間隔で計測した。試験体 No.3 を除いた 3 体で梁側面にパイプに沿う軸方向のひび割れが発生し、試験体 No.4 では梁上面にもひび割れが見られた。平均ひび割れ幅は、300 時間経過後の試験体で約 0.5～1mm であった。

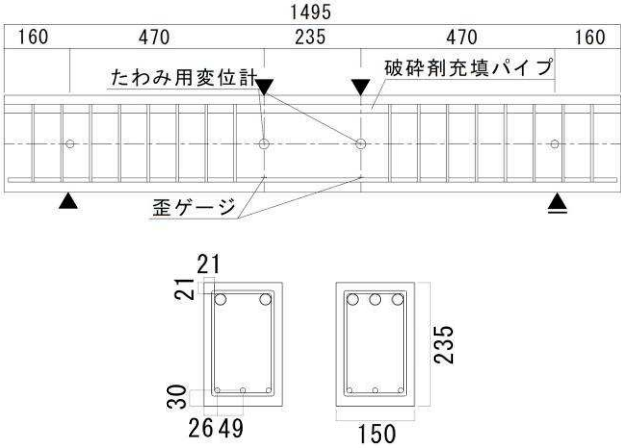


図-1 試験体概要

表-1 試験体一覧

試験体 No.	圧縮側パイプ 本数	破砕剤充填後 経過時間(h)
1	2	15
2	2	300
3	3	15
4	3	300

表-2 コンクリート材料試験結果

目標強度 (MPa)	圧縮強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)	割裂強度 (MPa)
18	24.5	22.6	2.29

表-3 鉄筋の引張試験結果

鉄筋	降伏強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)	引張強度 (MPa)	備考
D10	366	199	525	引張鉄筋
D6	395	176	501	横補強鉄筋

4. 実験結果および検討

荷重－載荷点たわみ関係を図-3 に示す。載荷点たわみは載荷点における変位計 2 台の平均値である。300 時間経過後の試験体は 15 時間経過後の試験体と比べると引張鉄筋降伏以降耐力が小さくなっており、試験体 No.4 と試験体 No.3 を比較すると最大耐力は 5%程度小さい。破砕剤によるひび割れが試験体表面に見られなかった試験体 No.3 では、最大耐力時に圧縮側コンクリートに軸方向のひび割れが生じ、およそ 20%の耐力低下が見られた。その後耐力は試験体 No.4 とほぼ同程度の耐力まで増加した。

載荷後の試験体のひび割れ状況を図-4 に示す。破砕剤によるひび割れが試験体表面に見られた試験体では、引張側から生じた曲げひび割れが進展して破砕剤による軸方向のひび割れに繋がり変形が進んだ。圧縮側コンクリートでは圧壊が確認できたが、破砕剤による軸方向のひび割れが存在すると曲げひび割れの進展が軸方向ひび割れの位置で遮られ、破砕剤によるひび割れない試験体よりも、むしろ圧縮側領域が大きいように見受けられた。

引張鉄筋降伏時耐力および最大耐力の実験値を、断面解析結果と比較した。コンクリートには Popovics モデル、引張鉄筋には完全弾塑性モデルを用いた。圧縮側の破砕剤充填パイプに関しては、別途行った破砕剤充填パイプ単体の圧縮試験結果から弾性係数およびオフセット耐力を求め、それらの値による完全弾塑性モデルとした。実験値と解析値を比較して表-5 に示す。降伏時耐力は実験値と解析値がほぼ等しく、最大耐力については実験値が解析値よりも大きかった。

5. まとめ

- (1) 静的破砕剤を充填したアルミパイプにより、梁試験体にパイプに沿う軸方向のひび割れが生じた。平均ひび割れ幅は、300 時間経過後の試験体で約 0.5～1mm であった。
- (2) 破砕剤充填後 300 時間経過後の試験体は 15 時間経過後の試験体と比べると引張鉄筋降伏以降耐力が小さくなっており、最大耐力は 5%程度低下した。

参考文献

- 1) 大屋戸理明ほか: 鉄筋の腐食性状が鉄筋コンクリート部材の曲げ性状に与える影響, 土木学会論文集 (J-STAGE), Vol.62, No.3, pp.542～554, 2006
- 2) 村井凌: 鉄筋腐食によるひび割れを模擬した RC 部

材の構造性能に関する研究, 筑波大学大学院博士課程 システム情報工学研究科修士論文, 2016.3

3) 藻川哲平ほか: 静的破砕材を用いた鉄筋腐食ひび割れの模擬に関する基礎的研究, 土木学会年次学術講演会講演概要集, 部門 V－176, 2016.9

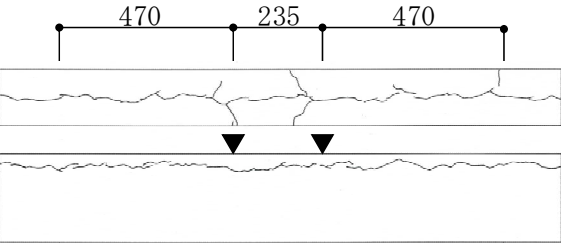


図-2 載荷前ひび割れ状況の例(No.4)

表-4 載荷前ひび割れ幅一覧

試験体 No.	等曲げ区間平均ひび割れ幅(mm)		
	左側面	右側面	上面
1	0.05 以下	0.05 以下	なし
2	0.93	1.1	なし
3	なし	なし	なし
4	0.46	0.48	0.23

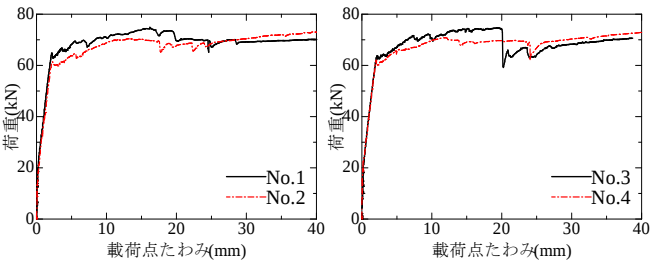


図-3 荷重－載荷点たわみ関係

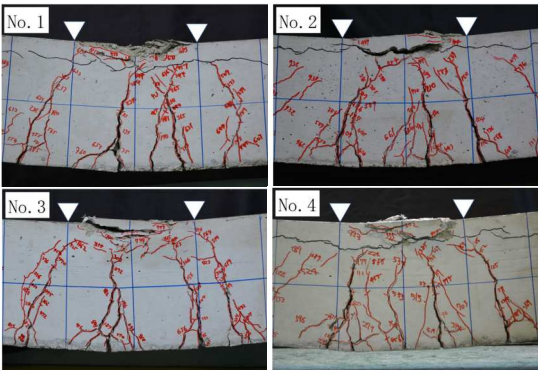


図-4 載荷後ひび割れ状況

表-5 耐力の実験値と解析値の比較

試験体 No.	降伏時モーメント (kN・m)		最大時モーメント (kN・m)	
	実験値	解析値	実験値	解析値
1	15.2	14.1	17.6	15.1
2	14.4	14.2	16.5	15.1
3	15.0	14.2	17.5	15.1
4	14.6	14.2	16.7	15.1