

破砕剤充填パイプにより鉄筋腐食ひび割れを模擬した RC 部材のせん断性能

正会員 ○藤原 海*¹
同 Amadou Sakhir Syll*¹同 油野 登梧*²
同 金久保 利之*³鉄筋腐食
ひび割れ幅
破砕剤
エネルギー吸収性能
せん断性能

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、経年劣化の一つである鉄筋腐食によるコンクリートのひび割れが RC 部材の構造性能に及ぼす影響について検討を行っている。既往研究において、破砕剤充填パイプによる鉄筋腐食ひび割れ模擬方法¹⁾を利用し、加力前ひび割れが RC 部材の構造性能に及ぼす影響を検討した²⁾。本研究ではせん断性能に着目し、破砕剤によってひび割れを模擬したせん断破壊型試験体の加力試験を実施した。

2. 実験概要

試験体一覧を表-1 に、試験体配筋図を図-1 に示す。試験体は加力試験体が 3 体、破砕剤によるひび割れ性状を観測する Monitor 試験体が 1 体の全 4 体である。断面は幅 $b \times$ せい D を 220mm $\times$ 420mm とした。主筋は 4-D16 の二段配筋、せん断補強筋は D10@200 の配筋である。試験体の中央部 1260mm を試験区間とし、両端部は肋筋（D10@100）を配し補強している。コンクリート目標強度は 18MPa で、変動因子は破砕剤によって生じる目標最大ひび割れ幅とした。加力は建研式加力による逆対称繰返し曲げせん断載荷で、部材角 1/400～1/33rad は同一部材角で 2 回ずつの正負繰返し加力、部材角 1/20 および 1/15rad では 1 回の正負加力を実施した。

表-1 試験体一覧

試験体名	共通事項	目標最大ひび割れ幅
SF-Lv.1	主筋：SD490(D16)	$\omega_{cr} < 0.2\text{mm}$
SF-Lv.2	せん断補強筋：SD345(D10)	$0.2 \leq \omega_{cr} < 0.8\text{mm}$
SF-Lv.3	せん断スパン比：1.5	$0.8\text{mm} \leq \omega_{cr}$
Monitor	せん断補強筋比：0.32%	SF-Lv.3 と同等

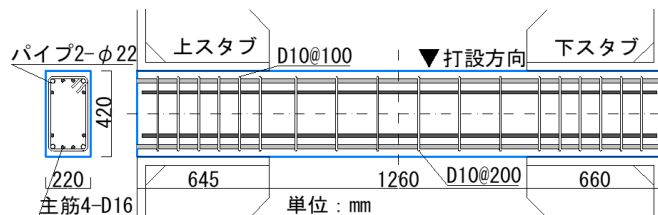


図-1 試験体配筋図

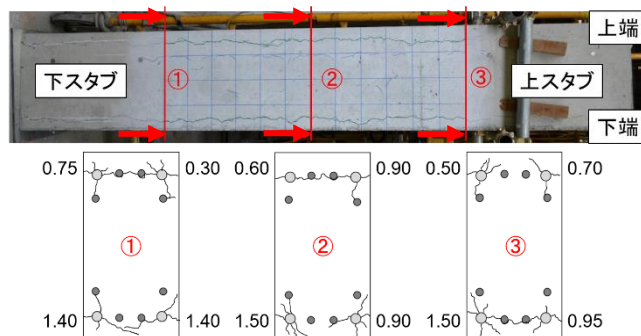


図-2 Monitor 試験体のひび割れ状況（単位：mm）

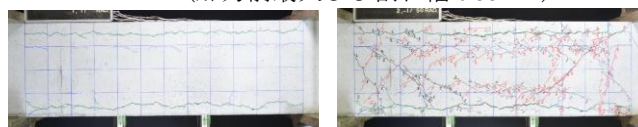
(a) 加力前

(b) 部材角 1/50rad 時



SF-Lv.1（加力前最大ひび割れ幅 0.20mm）

SF-Lv.2（加力前最大ひび割れ幅 0.55mm）



SF-Lv.3（加力前最大ひび割れ幅 1.10mm）

図-3 ひび割れ発生状況

3. 実験結果

3.1 破砕剤充填パイプによるひび割れ発生状況

Monitor 試験体のひび割れ状況および各試験体の加力前ひび割れ状況を図-2 および図-3 左図に示す。Monitor 試験体を切断して断面のひび割れを観察した結果、サイドスプリット型またはコーナースプリット型のひび割れが見られた。

3.2 最大耐力

部材角 1/50rad の 2 サイクル加力終了後のひび割れ状況を図-3 右図に示す。各試験体の正負加力の最大耐力の平均値と最大耐力時の部材角の平均値を表-2 に、加力前ひび割れ幅と試験体最大耐力の関係を図-4 に示す。図中に終局強度型指針式 A 法によるせん断強度計算値、靱性保証型指針式による付着耐力計算値を示す。

加力前ひび割れ幅と最大耐力に明瞭な関係は見られず、

表-2 最大耐力と最大耐力時の部材角

試験体 (加力前 ひび割れ幅)	正負平均 最大耐力 (kN)	正負平均 部材角 ($\times 0.01\text{rad}$)
SF-Lv.1 (0.20mm)	171	1.43
SF-Lv.2 (0.55mm)	153	1.48
SF-Lv.3 (1.10mm)	177	1.97

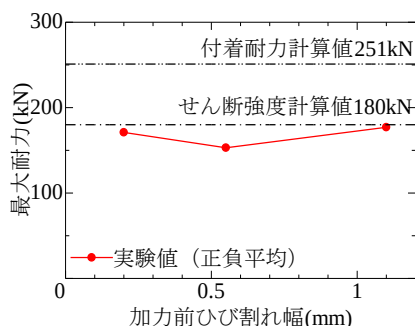


図-4 加力前ひび割れ幅と最大耐力の関係

いずれの試験体の最大耐力も終局強度型指針 A 法によるせん断強度と同程度となった。SF-Lv.2 の最大耐力は SF-Lv.1 よりも小さく、SF-Lv.3 の最大耐力は SF-Lv.1 よりも大きい。いずれの試験体においてもせん断補強筋は降伏しており、トラス機構によるせん断力負担分は同一であると考え、各試験体の最大耐力の違いはアーチ機構によって負担されるコンクリート有効圧縮強度の差によるものであると考えることができる。SF-Lv.2 では、発生したせん断ひび割れによる部材端部の局所破壊がコンクリートの有効圧縮強度低下を引き起こし、最大耐力値が低下したと考えられる。一方、SF-Lv.3 では、主筋に沿った加力前ひび割れの拡幅により顕著なせん断ひび割れの発生が抑制され、アーチ機構におけるコンクリート有効圧縮強度の低下が小さくなり、SF-Lv.1 と同程度以上の耐力を発揮したと考えられる。

最大耐力時の部材角は加力前ひび割れ幅の増大に伴って増加している。加力前ひび割れによる主筋の付着劣化によって主筋の滑りが増大し、剛性が低下したためと考えられる。

3.3 せん断力-部材角関係

各試験体のせん断力-部材角関係を、部材角 $1/50\text{rad}$ までと加力終了時までの包絡線で図-5 に示す。部材角 $1/100\text{rad}$ までの包絡線を比較すると、SF-Lv.3 は SF-Lv.1、SF-Lv.2 に比べて剛性低下の割合が顕著に大きいことがわかる。部材角 $1/100\text{rad}$ から $1/33\text{rad}$ に注目すると、SF-Lv.3 の耐力が最も大きく、次いで、正側では SF-Lv.1 が、負側では SF-Lv.2 の耐力が大きい。前述のコンクリート有効圧

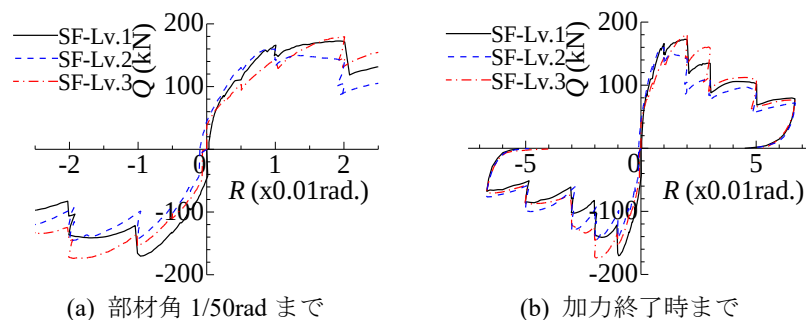


図-5 せん断力-部材角関係の包絡線

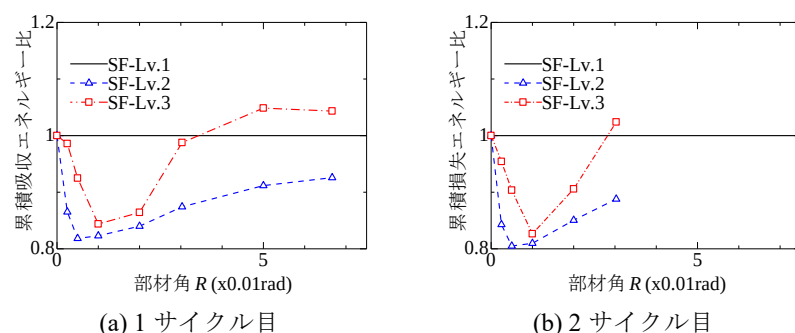


図-6 累積エネルギー吸収量比

縮強度に係るひび割れ状況の差異が最大耐力以降の履歴性状にも表れていると考えられる。

3.4 累積エネルギー吸収量の比較

各試験体の SF-Lv.1 を基準とした累積エネルギー吸収量比を図-6 に示す。SF-Lv.2 は SF-Lv.1 に比べて累積エネルギー吸収量が小さい。最大耐力および最大耐力以降の耐力が SF-Lv.1 と比較して小さいためと考えられる。SF-Lv.3 では、部材角 $1/50\text{rad}$ までは加力前ひび割れによって剛性が低下したことにより吸収量が小さいが、部材角 $1/50\text{rad}$ 以降は耐力低下が少なく、吸収量が多い。

4. まとめ

- (1) 加力前ひび割れ幅と試験体の最大耐力に明瞭な関係はみられなかった。
- (2) 加力前ひび割れは、部材角 $1/100\text{rad}$ までの剛性および最大耐力時の部材角に影響を及ぼした。
- (3) 加力前ひび割れ幅が大きい場合、そのひび割れの拡幅により顕著なせん断ひび割れの発生が抑制され、コンクリート有効圧縮強度の低下が小さくなることで、ひび割れ幅が小さい試験体と同程度以上の耐力およびエネルギー吸収性能を発揮したと考えられる。

参考文献

- 1) 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
- 2) 油野登梧, 金久保利之, Syll Amadou Sakhir: 破砕剤充填パイプにより鉄筋腐食ひび割れを模擬した RC 部材の構造性能, コンクリート工学年次論文集, Vol.42, No.2, pp.181~186, 2020.7

*1 筑波大学 システム情報工学研究群

*2 清水建設 (元筑波大学大学院)

*3 筑波大学 システム情報系教授 博士 (工学)

*1 Graduate student, Degree Programs in SIE, University of Tsukuba

*2 Shimizu Corporation (Former student in University of Tsukuba)

*3 Prof., Div. of Eng. Mechanics and Energy, University of Tsukuba, Ph.D.