

第V部門 ASR劣化を生じたRCはり部材の耐荷特性

大阪工業大学大学院工学研究科 学生員 ○小池 紳士
 大阪工業大学工学部 正会員 三方 康弘
 大阪工業大学工学部 正会員 井上 晋

1. はじめに

近年、コンクリート構造物において、ASRによる劣化事例が多数報告されており、補修・補強を含めた早急な対策が求められている。また、構造物の劣化程度や性状は一様でないため、ASR劣化したコンクリート構造物の耐荷特性やひび割れ性状を的確に把握し、構造物の安全性を定量的に評価する技術を確認する必要がある。このような背景から、既往の研究¹⁾では、ASR劣化を生じるRCはり供試体を製作し、ASR膨張の経過観察を行うとともに、荷重試験を行った。本研究では、それらの実験供試体に対して3次元非線形解析を実施し、ASR劣化がRCはり部材の耐荷特性に及ぼす影響を把握することを目的とした。

2. 実験概要

はり供試体は、**図1**～**図2**に示すように、幅100mm×高さ200mmの長方形断面を有する全長1800mmのRC単純はり部材を使用した。主鉄筋には2-D16 ($f_{sy}=389.2\text{N/mm}^2$)を有効高さ $d=170\text{mm}$ で配置し、せん断補強筋にはD6 ($f_{sy}=456.4\text{N/mm}^2$)を使用し、配置間隔は $s=140\text{mm}$ とした。また、比較用に**図3**に示すようなせん断補強筋を配置しない供試体も製作した。これらの供試体は、材齢28日まで散水養生を行った後、温度 30°C 、相対湿度95%の環境下で荷重試験時(材齢約12ヵ月)まで促進養生を実施した。

荷重方法は、曲げスパン300mm、せん断スパン560mm、 $a/d=3.29$ とした対称2点集中荷重方式を採用した。

3. 荷重試験結果

耐力計算結果と最大荷重および破壊形式等の荷重試験結果を**表1**に示す。なお、実材料強度を用いてファイバー法により曲げ破壊荷重、土木学会のせん断耐力式よりせん断破壊荷重を算出した。算定結果より、せん断補強筋を配置していないA-1供試体はせん断破壊先行型、せん断補強筋を配置したA-3供試体は曲げ破壊先行型であり、荷重試験の破壊形式も同様の結果となった。

4. 解析概要

2章で示した各RCはり供試体をモデルとし、汎用有限要素解析プログラムDIANA Version 10.5において、3次元非線形解析を行った。構成則として、コンクリートの圧縮特性は中村らが提案するモデル²⁾、引張特性はコンクリート標準示方書モデル、鉄筋の特性はVon-Misesモデル、付着特性は完全付着とした。ASRが生じた供試体において、ASR膨張を再現するためにケミカルプレストレスを導入しており、その数値は上田らが提案した式³⁾にて算出し、算出した値と同等のケミカルプレスト

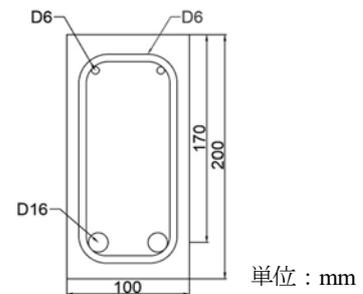


図1. RCはり供試体断面図

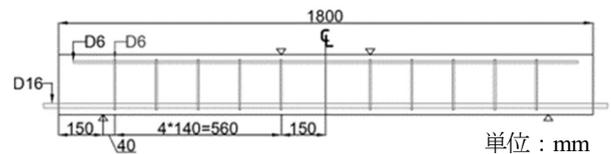


図2. RCはり供試体(せん断補強筋有)側面図

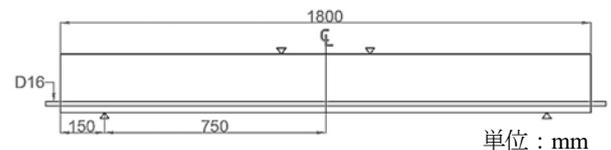


図3. RCはり供試体(せん断補強筋無)側面図

表1. 耐力計算結果と荷重試験結果

供試体	最大荷重 P_u (kN)	曲げ 破壊荷重 計算値 P_{ub} (kN)	せん断 破壊荷重 計算値 P_{us} (kN)	せん断耐力 計算値 (kN)			破壊形式
				V_y	V_s	V_c	
N-1	58.4	80.8	49.3	24.6	0.0	24.6	斜め引張
N-2	82.6	80.8	113.2	56.6	32.0	24.6	曲げ引張
A-1	49.6	75.7	43.4	21.7	0.0	21.7	せん断引張
A-3	82.4	75.7	107.3	53.6	32.0	21.7	曲げ引張

Shunji KOIKE, Yasuhiro MIKATA and Susumu INOUE
 oit.conlabo.koike@gmail.com

レスがモデル中央の主鉄筋位置のコンクリートに作用するまで温度荷重を導入する ASR 膨張解析を行った。

5. 解析結果

はり供試体の ASR のひび割れ状況を図 4, 最終ひび割れ状況を図 5, 実験値および各モデルの解析値の荷重-中央変位関係を図 6 に示す. 最終ひび割れ状況に関して, せん断補強筋を配置していない A-1 供試体はせん断スパン内, せん断補強筋を配置した A-3 供試体においては載荷点位置の供試体下部および曲げスパン内にて大きなひび割れが確認され, 明瞭な斜めひび割れや曲げひび割れは載荷試験結果とおおよそ一致した. しかしながら, A-1 供試体では ASR ひび割れが主鉄筋に沿って生じていたため, 主鉄筋とコンクリートの付着割裂を伴うせん断引張破壊に至ったが, 解析では ASR ひび割れを再現していないため, ウェブせん断ひび割れが生じ, 斜め引張破壊に至った. 荷重-中央変位関係に関しては, 両供試体ともに載荷初期から降伏に至るまでの挙動が実験値と概ね一致しており, 剛性を精度良く評価できていたが, 降伏後の挙動に関しては, 実験値と比較して剛性が小さくなる解析結果となった. なお, A-1 供試体の解析値の最大荷重は 49.6kN を記録し, 実験結果と一致した一方で, A-3 供試体に関しては, 解析値の最大荷重が 76.3kN と実験値より約 6 kN 小さく評価する結果となった.

6. まとめ

解析により, 載荷初期から降伏時点までのたわみ剛性を精度よく評価することができた一方で, ASR ひび割れの影響により破壊形式が実験と異なる結果となった.

謝辞

本研究は, 株式会社安部日鋼工業および JSPS 科研費 JP21K04221 の助成を受けたものです. ここに謝意を表します.

参考文献

- 1) 小池 絢士, 三方 康弘, 井上 晋: ASR 劣化を生じた RC はり部材の耐荷特性と内部ひび割れ状況, 材料, Vol.72, No.4, pp.298-304, 2023.4
- 2) 斎藤 成彦, 中村 光, 檜 貝 勇: 剛体バネモデルを用いた RC パネルのせん断二次破壊に関する解析的研究, 土木学会論文集, V-55, No.704, pp.219-234, 2002.5
- 3) 上田 尚史, 澤部 純浩, 中村 光, 国枝 稔: アルカリ骨材反応による RC 部材の膨張予測解析, 土木学会論文集, Vol.63, No.4, pp.532-548, 2007.10

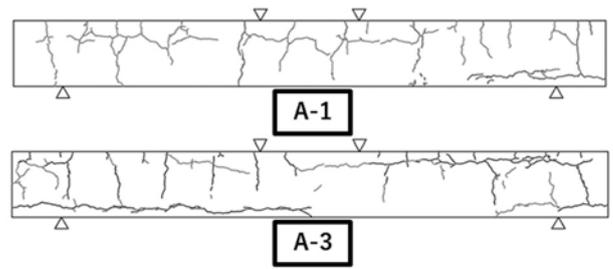


図 4. ASR ひび割れ状況

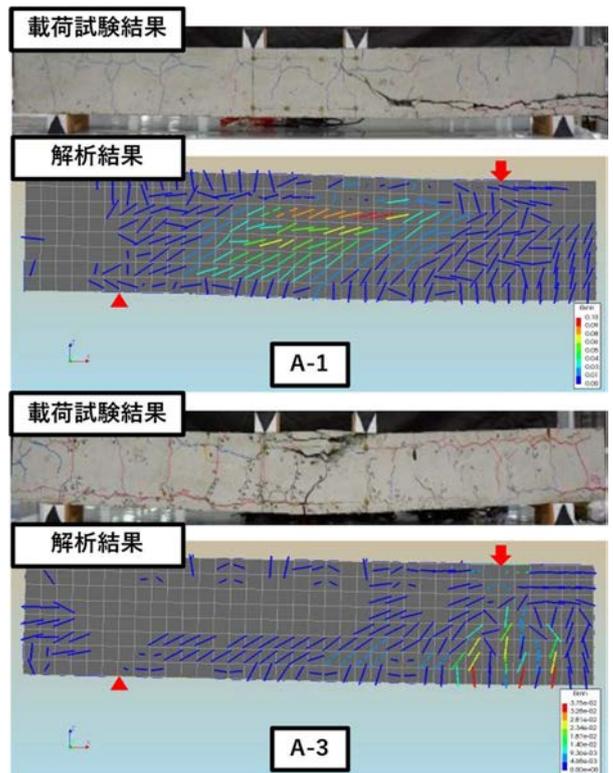


図 5. 最終ひび割れ状況

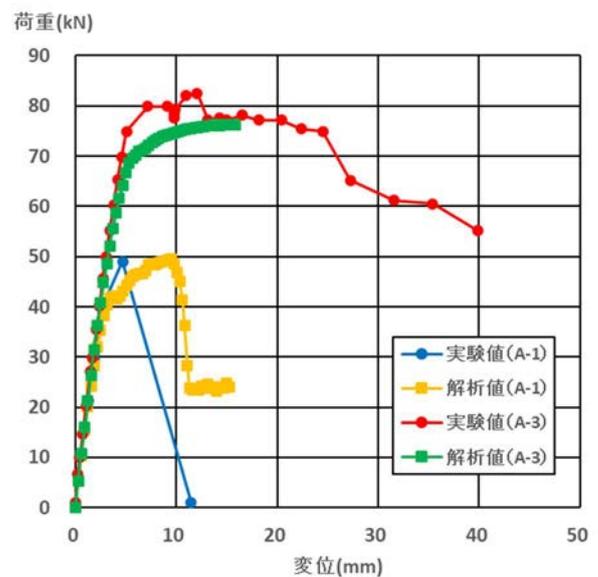


図 6. 荷重-中央変位関係