

第V部門

ASR劣化が生じたPRCはり部材のせん断耐荷特性

大阪工業大学大学院工学研究科 学生員 ○田中 宏幸

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対する高耐久性や長寿命化が望まれている中、アルカリシリカ反応（以下、ASRと略す）による劣化を生じた橋脚のPC梁部材やPCプレテンション主桁において、せん断補強筋の隅角部の破断が確認されている。ASR劣化によるコンクリートの圧縮強度・弾性係数の低下やASRによるひび割れが曲げ耐力、せん断耐力、使用限界状態のたわみに影響を及ぼすこと、ASR劣化は構造物に一様に生じるわけではなく、劣化のばらつきが生じることが報告されており、コンクリートの強度特性、ひび割れ性状を精度良く評価し、構造物の安全性評価を行う技術が求められている。そのような背景から、本研究ではASR劣化を生じるPRCはり供試体と比較用の普通コンクリートPRCはり供試体を作製し、ASR劣化の経時挙動の把握を行うとともに、載荷試験と3次元非線形解析を行い、ASR劣化が生じたPRCはり部材のせん断耐荷特性を評価することを目的とした。

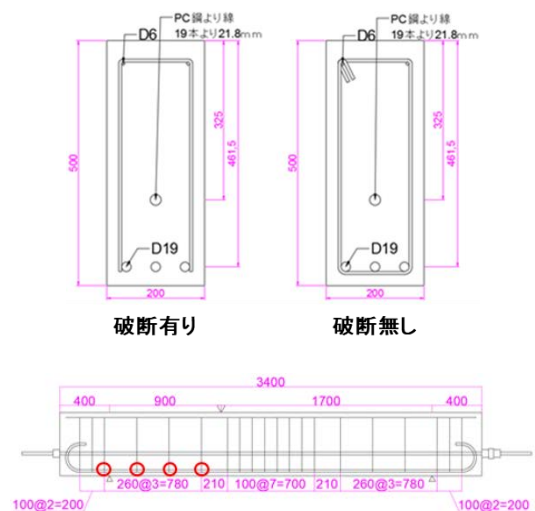
2. 実験概要

実験要因として、コンクリートの種類は健全、ASRの2種類を選定し、せん断補強筋は破断無し、破断有り（断面下縁側の隅角部を切断し、せん断補強筋の破断を模擬）の2種類を選定した（健全はNB、ASRはABと称す）供試体の概要として、幅×高さ=200×500mmの単鉄筋長方形断面を有する全長3400mmのPRC単純はり部材（コンクリートの設計基準強度： $f'_c=40\text{N/mm}^2$ ）であり、主鉄筋はD19（SD345）、せん断補強筋にはD6（SD345）、PC鋼材はSWPR19L（ $f_{py}=569\text{kN}$ ）を使用し、導入プレストレス量は断面下縁の応力を 2.1N/mm^2 とした。供試体は2016年8月に打設を実施し、その後、屋外曝露環境にて3年間保管した。今回は、せん断補強筋が破断した場合のせん断耐力を評価することを目的と

し、破断を模擬したスターラップを配置しているせん断スパンに破壊が生じるように載荷方法は $a/d=1.95$ とした1点集中荷重とし、せん断スパン900mmとした。PRCはり供試体の側面図・断面図を図-1に示す。

3. 載荷試験結果

載荷試験結果を表-1に示す。両供試体において、せん断破壊荷重と曲げ破壊荷重を比較すると、曲げ耐力よりせん断耐力の方が小さく、せん断破壊先行型であり、破壊形式も斜め引張破壊となった。



○：スターラップの破断を模擬した箇所

図-1 PRCはり供試体の断面図

表-1 載荷試験結果

名称	最大荷重 $P_u(\text{kN})$	曲げ※ 破壊荷重 計算値 $P_{ub}(\text{kN})$	せん断※ 破壊荷重 計算値 $P_{us}(\text{kN})$	せん断耐力※ 計算値(kN)			破壊形式
				V_y	V_s	V_c	
NB-16	515	437	386	252	150	102	斜め引張
AB-16	441	373	372	243	153	90.7	斜め引張

※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により、せん断荷重を算定した。

Hiroyuki TANAKA, Yasuhiro MIKATA, Susumu INOUE
concrete_laboratory_oit@yahoo.co.jp

4. 解析概要

2章で示した PRC 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 10.3 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 Nakamura らが提案するモデル¹⁾、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²⁾にて算出し、算出した値と同等のケミカルプレスト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

はり供試体の最終ひび割れ状況を図-2、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-3、図-4に示す。図-2 に関して、青色のコンター図はひび割れひずみが小さい箇所を示しており、幅が大きいひび割れが生じる箇所では赤色で表現している。両供試体とも、せん断スパン部に広範囲のひずみ分布が見られ、実験結果のひび割れ性状をおおよそ表現できた。図-3、図-4 に関して、NB-16 供試体は実験値と比較すると降伏荷重および最大荷重が低下しているが、降伏に至るまでの挙動は精度良く表現できている。一方、AB-16 供試体は ASR 膨張解析を用いてケミカルプレストレスを導入することにより、たわみ剛性が向上し、せん断ひび割れ発生に至るまでの挙動を精度良く表現できたが、最大荷重や最大荷重時の変位が実験値よりもかなり小さくなる解析結果となった。解析ではせん断補強筋負担せん断力を少なく見積っているが、実験ではせん断ひび割れ発生後もせん断補強筋がせん断力を負担しており、実験値との差が生じたものと思われる。

6. まとめ

実験結果と解析を比べて、両供試体ともひび割れ性状は斜め引張破壊、荷重—中央変位関係については、降伏荷重、最大荷重ともに低下する挙動を示した。

謝辞

本研究は株式会社安部日鋼工業および JSPS 科研費 JP17K06522 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) 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
- 2) 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, 532-548, 2007.10

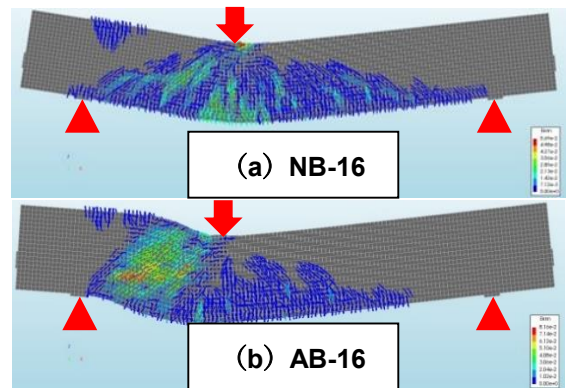


図-2 最終ひび割れ状況

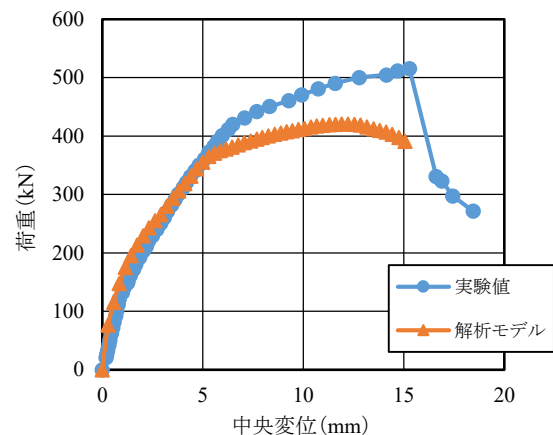


図-3 荷重—中央変位関係 (NB-16)

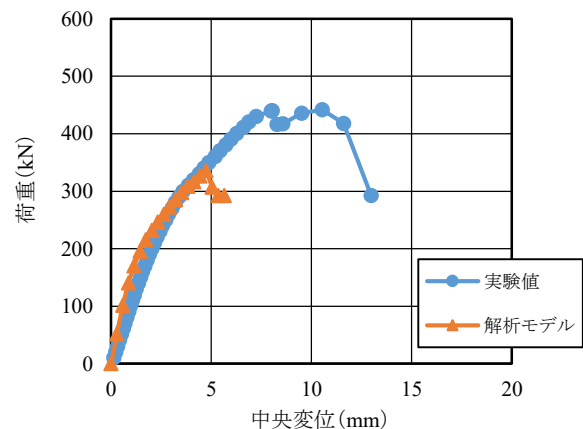


図-4 荷重—中央変位関係 (AB-16)