

ASR劣化を生じたRCはり部材の耐荷特性と採取コアのひび割れ観察

大阪工業大学大学院工学研究科 学生員 ○小池 絢士
 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

RCはり部材におけるASR劣化として、軸方向鉄筋やPC鋼材に沿った方向性のあるひび割れが多く見られる。また、既往の研究¹⁾から、かぶりコンクリートとコアコンクリートではひび割れの発生状況が異なることが報告されている。本研究では、ASR劣化を生じたRCはり供試体に対してひび割れの観察、鉄筋ひずみ、コンクリートひずみなどのASR膨張の経過観察と載荷試験を実施した。また、比較のために健全供試体の載荷試験を行い、ASR劣化がRCはり部材に及ぼす影響を把握した。さらに、それらのRCはり供試体から採取したコアコンクリートのX線CTスキャンを行い、荷重によるひび割れのASRコンクリート中のひび割れ状況を把握した。

2. RCはり供試体概要とひび割れ状況

2.1 RCはり供試体概要

実験要因としてコンクリートの種類は普通、ASRの2種類を選定した。また、せん断補強筋の有無の2種類を選定した。RCはり供試体は、幅×高さ=100×200mmの長方形断面を有する全長1800mmとした。載荷方法は曲げスパン300mm、せん断スパン560mm、 $a/d=3.29$ とした対称2点集中荷重方式とした。また、荷重によるひび割れのASRコンクリート中の進展状況を明らかにするために、載荷試験とCT撮影を行う供試体とCT撮影のみを行う供試体を製作した。主鉄筋は2-D16 ($f_{sy}=389.2\text{N/mm}^2$)、せん断補強筋はD6 ($f_{sy}=456.4\text{N/mm}^2$)を用いた。供試体の断面図及び側面図を図1～図3に示す。反応性骨材は北海道産輝石安山岩を用いた。配合表を表1に示す。また、各供試体の詳細を表2に示す。

2.2 ASR ひび割れの状況

A-1～A-4のいずれの供試体においても主鉄筋部分に主なひび割れが見られ、せん断補強筋を配置したA-3、A-4供試体においてはせん断補強筋を配置した部分

に沿ってひび割れが生じていた。ひび割れ状況を図4、図5に示す。

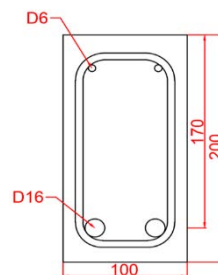


図1 RCはり供試体断面図

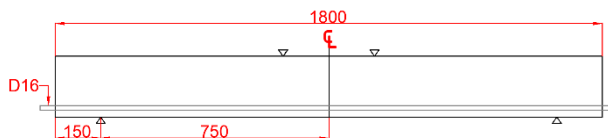


図2 RCはり供試体側面図 せん断補強筋なし

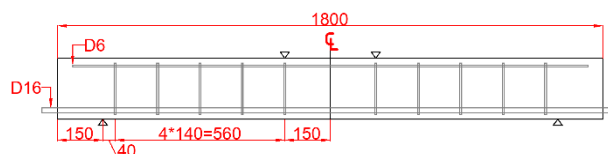


図3 RCはり供試体側面図 せん断補強筋あり

表1 各供試体の配合表

供試体	Gmax (mm)	SI (cm)	W/C (%)	Air (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)						Nacl	AE (cc)
						W	C	S		G			
								Sn	Sr	Gn	Gr		
健全	20	8	45.5	4.0	44.1	178	391	746	0	1026	0	0	978
ASR	20	10	45.5	4.0	41.1	163	358	356	365	550	572	11.6	895

表2 RCはり供試体詳細

名称	劣化の種類	せん断補強筋の有無	試験の種類
N-1	健全	無し	載荷試験+CT撮影
N-2		有り	
A-1	ASR	無し	載荷試験+CT撮影
A-2			CT撮影
A-3		有り	載荷試験+CT撮影
A-4			CT撮影

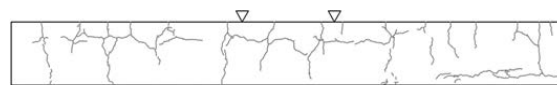


図4 A-1裏面ひび割れ図



図5 A-3裏面ひび割れ図

キーワード ASR, RCはり, X線CT撮影

連絡先 〒535-8585 大阪府大阪市旭区大宮 5-16-1 TEL: 070-4490-0575

3. 載荷試験結果

A-1 供試体主鉄筋位置に生じていた ASR ひび割れにせん断ひび割れがつながり、ASR ひび割れが開口することにより、せん断引張破壊に至った。一方、N-1 供試体は A-1 供試体と比較して、40kN を超えてから急激に斜めひび割れが進展し斜め引張破壊に至った。A-3 供試体は曲げひび割れとつながっている箇所もあるが、ASR ひび割れはあまり開口しなかった。N-2 供試体と同様に鉄筋降伏後に曲げ圧縮部が圧壊する曲げ引張破壊に至った。載荷後のひび割れを図 6、図 7 に示す。また、供試体の耐力計算結果と破壊形式を表 3 に示す。

4. X線CT撮影

X線CT撮影条件は、管電圧 150kV、管電流 200 μ A とし、ピクセルサイズ 0.127mm、撮影画像の画素数は 1856 \times 1472pixels である。載荷試験後の N-2、A-3 供試体からコアを横方向に採取し X線CT撮影を行ってコンクリート内部のひび割れ状況把握を試みた。各コアの採取位置を図 8、図 9 に示す。また、採取したそれぞれのコアのかぶりコンクリート部分（コアの上縁から 5mm、10mm）の横断面を図 10、図 11 に示す。

N-2、A-3 は曲げスパンからコアを採取しており、荷重によるひび割れは、曲げひび割れである。CT画像より、健全コンクリート N-2 と ASR 劣化コンクリート A-3 とともに荷重によるひび割れの進展に伴って微細なひび割れが確認された。しかし、A-3 は N-2 と比較してより多くのひび割れが確認された。特に、A-3 の横断面では荷重によるひび割れと並行した微細なひび割れが多く確認された。これは荷重によるひび割れが生じたときに、元々生じていた ASR によるひび割れが載荷の影響でさらに拡大しているものと考えられる。

5. まとめ

ASR 劣化を生じたせん断補強筋を配置しない供試体では主鉄筋位置に生じている ASR ひび割れが載荷によりさらに開口し、割裂ひび割れが発生しせん断破壊に至った。

X線CT撮影により ASR 劣化を生じた供試体採取コアでは荷重によるひび割れと並行した微細なひび割れが多く確認された。

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) 三方康弘, ASR を生じたはり部材の耐荷力評価, 建設機械, pp.56~pp.61, 2021.11.

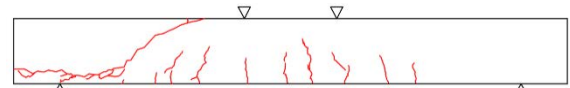


図 6 N-1 の載荷後ひび割れ図

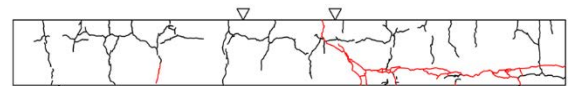
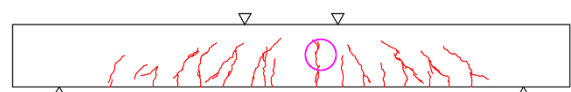


図 7 A-1 の載荷後ひび割れ図

表 3 各供試体の耐力計算結果と破壊形式

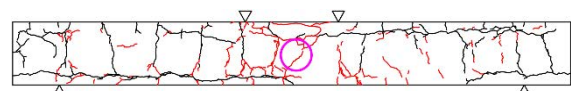
供試体	最大荷重 P_u (kN)	曲げ※ 破壊荷重 計算値 P_{ub} (kN)	せん断※ 破壊荷重 計算値 P_{us} (kN)	せん断耐力※ 計算値(kN)			破壊形式
				V_y	V_s	V_c	
N-1	58.4	80.77	49.28	24.64	0.00	24.64	斜め引張
N-2	82.6	80.77	113.19	56.60	31.96	24.64	曲げ引張
A-1	49.6	75.67	43.36	21.68	0.00	21.68	せん断引張
A-3	82.4	75.67	107.29	53.64	31.96	21.68	曲げ引張

※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。



○：コアの採取位置

図 8 N-2 の載荷後ひび割れ図



○：コアの採取位置

図 9 A-3 の載荷後ひび割れ図

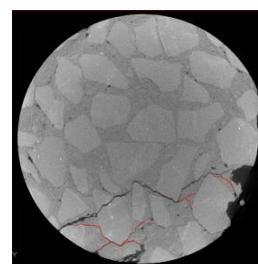


図 10 N-2 の横断面

(上縁から 5mm)

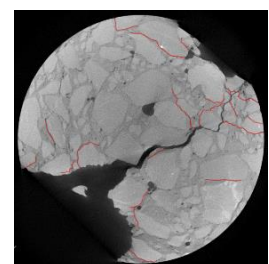


図 11 A-3 の横断面

(上縁から 10mm)