

ASR が生じた RC 部材の含水率低下が耐力に与える影響の実験的研究

東日本旅客鉄道株式会社 正 会 員 ○千頭 啓司
東日本旅客鉄道株式会社 正 会 員 木野 淳一
東日本旅客鉄道株式会社 正 会 員 廣田 元嗣

1. 目的

アルカリシリカ反応（以下、ASR）が生じた RC ラーメン高架橋の橋面に対して防水工等によって水を遮断する補修を検討している。田附らの報告では ASR により損傷を受けたスラブ部材はせん断耐力が向上し、これは膨張圧を軸方向鉄筋が拘束することで軸圧縮力が作用する効果と水平方向のひび割れが斜めひび割れの進展を妨げる効果によるとしている¹⁾。従って、水を遮断した場合、含水率が低下することで、軸方向鉄筋の拘束が緩和され耐力が低下する可能性があると考えた。そこで、実高架橋から切り出した RC スラブ部材で梁試験体を製作し、乾燥させることで含水率を低下させた状態で静的載荷試験を実施しせん断耐力を検証した。前回実験では含水率を 5.5%から 5%に低下させた状態で試験を行い耐力に影響はないことを確認した²⁾。本論では、さらに含水率を低下させた場合（3.5%）で耐力への影響を確認した結果を報告する。

2. 梁試験体

ASR が生じた鉄道 RC 高架橋（1979 年竣工）のスラブ部材から試験体を製作した。切り出した箇所は、保守用スペースとして建造され、列車荷重が作用していない箇所である。コンクリートの設計基準強度は 27N/mm²、橋軸直角方向の鉄筋は SD345 D19mm がスラブ下縁側で 125mm 間隔、スラブ上縁側で 250mm 間隔に配置されている。これを引張鉄筋が 3 本配置されるように幅約 375mm で切り出し、梁形状の試験体を製作した。圧縮強度はコア供試体の試験結果とし、軸方向鉄筋の降伏強度は載荷試験後鉄筋をはつり出して引張試験を行い計測した。せん断耐力の計算式は、二羽らの計算式を用いた³⁾。表に、梁試験体の諸元・材料強度・耐力の計算値等を示す。表には過去に実施した試験の諸元も記載する²⁾。

表 梁試験体の諸元・材料強度・耐力の計算値等

No.	長さ (mm)	高さ (mm)	幅 (mm)	引張側かぶり (mm)	有効高さ (mm)	せん断スパン (mm)	せん断 スパン比	圧縮強度 (N/mm ²)	鉄筋降伏強度 (N/mm ²)	曲げ耐力 (kN)	せん断耐力 (kN)	質量 (kg)	試験時質量 (kg)	乾燥した水量 (kg)	含水率 (%)	備考
1	1950	260	379	29	231	600	2.60	41.4	387.0	130.0	111.9	470	470	0	5.4	乾燥前
2	2010	250	375	28	222	900	4.05	41.4	384.0	82.4	92.9	456	456	0	5.4	乾燥前
3	2000	254	374	31	223	600	2.69	38.9	375.0	118.7	96.8	469	467	2	5.0	前回試験
4	2010	252	368	33	219	900	4.11	38.9	378.0	77.4	81.6	449	447	2	5.0	前回試験
5	2000	260	373	33	227	600	2.64	35.2	393.0	119.2	103.4	466	457	9	3.5	今回試験
6	2010	265	373	29	236	900	3.81	35.2	378.0	79.9	91.7	470	461	9	3.5	今回試験

図-1 に、No.5 の側面におけるひび割れ状況図を示す。ASR により発生したひび割れが水平方向に延びていることが確認できる。これは、スラブ部材は周囲を梁で拘束される構造であるため、上下の解放された方向に膨張するためだと思われる。

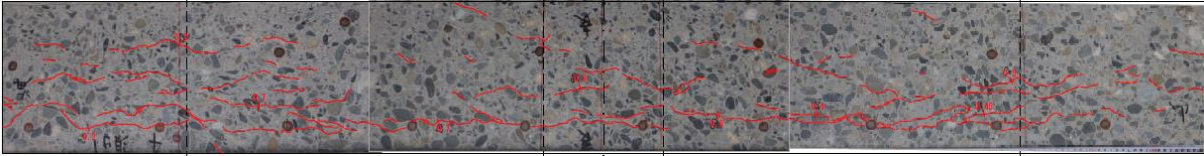


図-1 ひび割れ状況 (No. 5)

No.5・6 が今回実施した試験であり、乾燥させ含水率を 3.5%まで低下させた。乾燥条件は、気温 35 度・相対湿度 50%とし、質量変化がなくなると気温と相対湿度を変化させた。変化させる際は、乾燥収縮によるひび割れが生じないよう緩やかに変化し乾燥させた。最終的に気温 40 度・相対湿度 35%の環境でも質量が変化しなくなった段階で載荷試験を実施した。せん断スパンはせん断スパン比が 2.5 程度となる 600mm と切り出したスラブ部材で確保することができる最大長の 900mm とした。載荷点は 2 点とし、静的載荷試験を行った。

キーワード ASR, ひび割れ, せん断耐力, 防水工, 乾燥
連絡先 〒163-0231 東京都新宿区西新宿二丁目 6 番 1 号 新宿住友ビル 31 階 東日本旅客鉄道株式会社 構造技術センター 03-6276-1251

3. 試験結果

図-2 に、No.5・6 の載荷試験後の状況を示す。No.5 では載荷に伴って支点から載荷点に向かって斜めひび割れが進展するが、ASR によって生じた水平ひび割れに到達した後は水平方向にひび割れが誘導されることで、載荷点側にひび割れが進展していった。また、斜めひび割れの開口は認められたがせん断耐力の低下は認められず、曲げ破壊となった。No.6 でも同様に斜めひび割れが進展し、水平方向にひび割れが誘導されたが最終的には斜めひび割れが貫通しせん断破壊した。図-3~4 に、過去の試験も含めた荷重変位曲線を示す¹⁾²⁾。せん断スパン 600mm の試験体では基準試験体のようなせん断破壊はせず、曲げ破壊となった。これは斜めひび割れが ASR の水平ひび割れを経由して載荷点側に伸び、アーチ機構を形成することでせん断耐力が大きくなったからと思われる。斜めひび割れは開口しているが主鉄筋の降伏による曲げ耐力で最大荷重が決まることから分かった。せん断スパン 900mm の試験体では基準試験体のようなせん断破壊するものと、曲げ破壊するものが存在した。これは ASR の水平ひび割れの発生状況の違いにより斜めひび割れを載荷点側に誘導しきれず、アーチ機構を形成できない試験体があったからだと思われる。しかしながら、いずれの試験でも乾燥の影響により斜めひび割れの発生荷重は低下したが計算上必要な耐力は確保できていた。



図-2 載荷試験後の状況

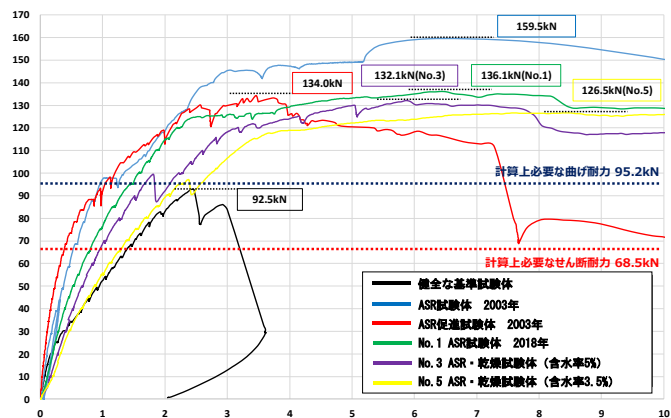


図-3 荷重変位曲線 (せん断スパン 600mm)

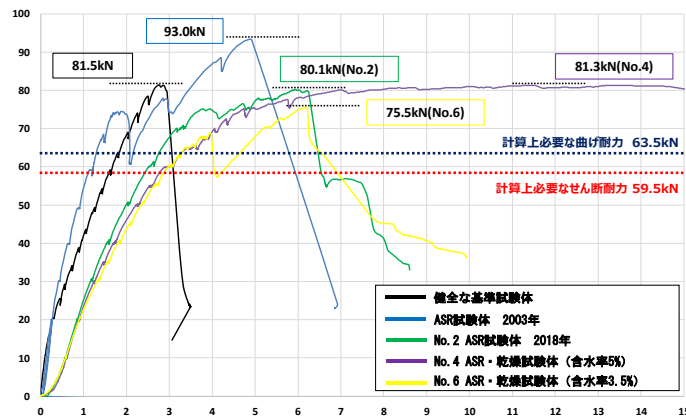


図-4 荷重変位曲線 (せん断スパン 900mm)

4. まとめ

本論では、実高架橋から切り出した RC スラブ部材の含水率を低下させ、静的載荷試験を行った。せん断スパン 600mm の試験結果では、アーチ機構の形成によりせん断耐力が大きくなり、曲げ耐力で最大荷重が決まった。せん断スパン 900mm の試験結果では、ASR の水平ひび割れの発生状況の違いによりアーチ機構を形成できない試験体があった。いずれの試験でも計算上必要な耐力が確保できていることを確認できた。

参考文献

- 1) 田附伸一, 津吉毅, 石橋忠良, 松田芳範, 今井勉: ASR により損傷した RC 部材の耐力に関する実験的研究, 土木学会論文集 E, Vol.63 No.1, pp.166-177, 2007. 3.
- 2) 千頭啓司, 築嶋大輔, 廣田元嗣: ASR が生じた RC 部材の含水率の低下が耐力に与える影響の実験的研究, 第 74 回年次学術講演会講演概要集, V-595, 2019. 9.
- 3) 二羽淳一郎, 山田一字, 横沢和夫, 岡村甫: せん断補強筋を用いない RC 梁のせん断強度式の再評価, 土木学会論文集, 第 372 号/V-5, pp.167-176, 1986. 8.