

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

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 フェロー 築嶋 大輔
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吸水を遮断する補修を検討している．過去の実験から ASR により損傷を受けたスラブ部材はせん断耐力が向上すると報告されており、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してい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報告されている¹⁾．従って、防水工等により吸水を遮断した場合、コンクリートの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．本論では、実高架橋から切り出した RC スラブ部材から梁試験体を使い、含水率を低下させた場合の耐力変化の有無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り、試験体は現地付近で約 15 年間暴露して保管していた．スラブの諸元は、コンクリートの設計基準強度は 27N/mm²であり、橋軸方向の鉄筋は SD345 D16mm がスラブ下縁側で 200mm 間隔、スラブ上縁側で 400mm 間隔に配置されている．また、橋軸直角方向では 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．表-1 に、梁試験体の諸元・材料強度・せん断耐力の計算値等を示す．コンクリート強度はコア供試体の圧縮強度試験結果とし、No.2・4 は乾燥による影響を考慮するために梁試験体と同様の乾燥状態でコア供試体を保管し、載荷試験前に圧縮強度試験を行った．せん断耐力の計算式は、式(1)に示す二羽らの計算式を用いた²⁾．

$$V_c = 0.20(0.75 + 1.4d/a) \cdot \sqrt[3]{f'c} \cdot \beta d \cdot \beta p \cdot bw \cdot d \quad \dots \dots \dots (1)$$

表-1 梁試験体の諸元・材料強度・せん断耐力の計算値等

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	コンクリート強度 (N/mm ²)	曲げ耐力 (kN)	せん断耐力 (kN)	破壊形態	乾燥の 有無	質量 (kg)	試験時質量 (kg)	乾燥した水量 (kg)	質量変化率 (%)
1	1950	260	379	29	231	600	2.60	41.4	130.0	111.9	せん断破壊先行	無	470			
2	2000	254	374	31	223	600	2.69	30.0	118.7	96.8	せん断破壊先行	有	469	467	2	99.6
3	2010	250	375	28	222	900	4.05	41.4	82.4	92.9	曲げ破壊先行	無	456			
4	2010	252	368	33	219	900	4.11	30.0	77.4	81.6	曲げ破壊先行	有	449	447	2	99.6

図-1 に、No.1 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．

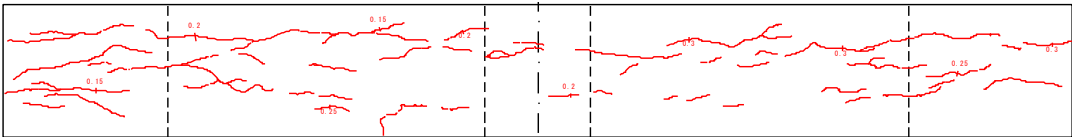


図-1 ひび割れ状況 (No. 1)

No.1・3 は暴露状態で保管していた状態ですぐに試験を行ったものであり、No.2・4 は乾燥させ含水率を低下させたものである．乾燥条件は、気温 35 度、相対湿度 50%とし乾燥収縮によるひび割れが生じないように緩やかに乾燥させた．せん断スパンは 600mm・900mm とし、せん断破壊先行・曲げ破壊先行するものとした．

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.1～4 の載荷試験後の状況を示す。いずれの試験体も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るがせん断耐力の低下は認められず、全て曲げ破壊となった。表-2 に、試験結果を示す。図-3～4 に、荷重変位曲線を示す。No.3・No.4 は共に、斜めひび割れが発生した荷重が乾燥していない No.1・No.2 よりも低かった。さらに、No.2 と No.4 のどちらの試験体も最大荷重は乾燥前の試験体と同等の値となった。なお、No.1・No.2 では最大荷重が計算上のせん断耐力を上回った。No.3 の最大荷重到達後の急激な荷重低下は、抜け出し防止のために端部に鋼板に溶接した引張鉄筋の内1本の溶接が切れ、抜け出したことによるものである。

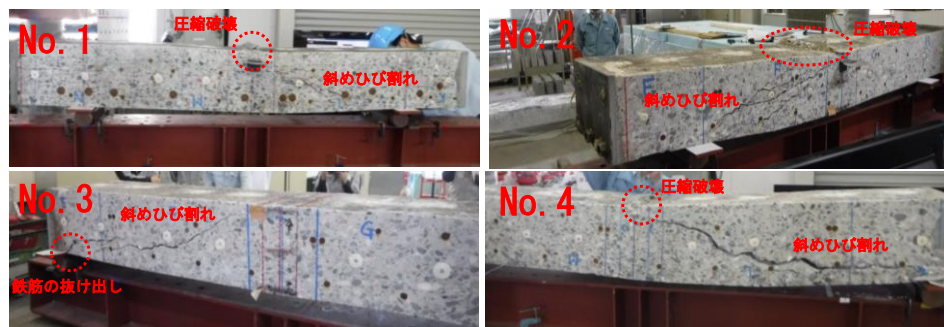


図-2 載荷試験後の状況

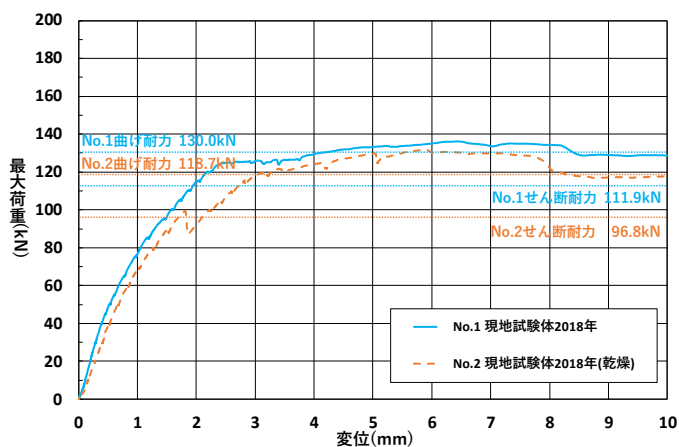


図-3 荷重変位曲線（せん断スパン 600mm）

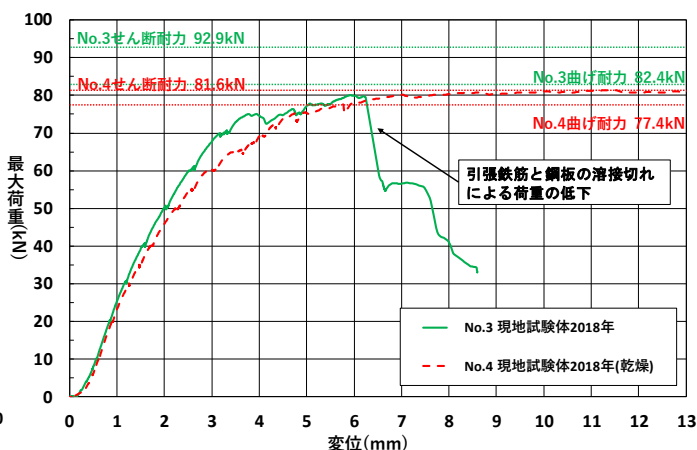


図-4 荷重変位曲線（せん断スパン 900mm）

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、載荷試験を行った。No.1・No.2 のせん断破壊先行の試験結果から、乾燥の影響により斜めひび割れの発生荷重は低くなるが、斜めひび割れは ASR の水平ひび割れを経由して載荷点側に伸びており、アーチ機構によりせん断耐力が大きくなったものと思われる。また、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が分かった。No.3・No.4 の曲げ破壊先行の試験結果からも同様に、斜めひび割れの発生荷重は低くなり、斜めひび割れの開口は認められたが、せん断耐力が低下することは無く、曲げ耐力で最大荷重が決まることが分かった。なお、ASR が生じていてもコンクリート強度、耐力の低下は認められなかった。

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) 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.