

ASR が生じた RC 部材の乾燥に伴う耐力評価と対策方針の検討

東日本旅客鉄道株式会社 正 会 員 ○清水 達哉
東日本旅客鉄道株式会社 正 会 員 池田 泰博

1. はじめに

コンクリート構造物におけるアルカリシリカ反応（以下、ASR）により損傷を受けた構造物の維持管理方法が課題となっている．これまでの実験的研究¹⁾により、ASR により損傷を受けた RC 部材は、ASR による膨張圧を軸方向鉄筋が拘束することにより、部材にケミカルプレストレスが生じることや、ASR により生じる部材軸方向の層状ひび割れが、載荷によって生じる斜めひび割れの進展を妨げることで、せん断耐力が向上することが確認されている．一方で、ASR による損傷を受けた部材に対しては、内部鋼材の腐食防止や ASR の進行を抑止する目的で、コンクリート内部への「水」の浸入を抑止する防水対策が基本となると考えられるが、防水による含水率低下が ASR の生じた部材耐力へ影響を及ぼすことも考えられる．そこで、ASR が生じた実際の構造物より試験体を切り出し、乾燥させたうえで静的載荷試験を実施することで、含水率の変化が部材耐力へ及ぼす影響について検証し、今後の ASR により損傷を受けた構造物に対する対策方針について検討した．

2. 試験概要

実際に ASR が生じている実構造物より試験体を切り出し、急激な乾燥によるひび割れが生じないように、緩やかに乾燥させたうえで、静的載荷試験を実施した．試験体の寸法を図 1 に示す．試験体は、乾燥前の試験体 No.1(含水率 5.4%)のほか、乾燥程度の異なる 2 つの試験体、No.2(含水率 5.0%),No.3(含水率 3.5%)を用意し、静的載荷試験を実施した．

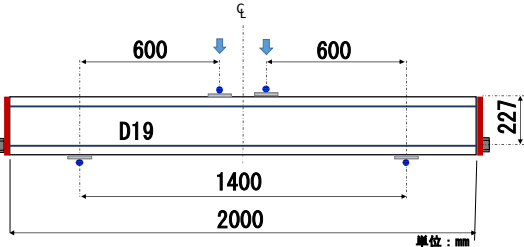


図 1 試験体寸法

3. 静的載荷試験

図 2 に載荷後の試験体状態を示す．今回の載荷試験では、いずれの含水状態においても、載荷に伴い支点から載荷点に向かう斜めひび割れが進展するものの、その後タイドアーチ的な性状を示し、コンクリートの圧壊をもって耐力が低下している．これは、ASR により生じた層状ひび割れに、斜めひび割れが誘導されたことによりタイドアーチが形成され、せん断耐力が向上したとされる既往の報告の内容¹⁾を反映しており、乾燥させた部材についても同様の性状を示すことが確認された．



図 2 載荷後の試験体 (No. 3)

表 1 せん断耐力の比較

試験体番号	(A) 実験値	せん断耐力		比率	
		(B) せん断耐力① (二羽式)	(C) せん断耐力② (せん断圧縮破壊)	(A) / (B)	(A) / (C)
No.1	136.1	111.9	157.8	1.22	0.86
No.2	132.1	105.5	140.1	1.25	0.94
No.3	126.5	103.4	135.3	1.22	0.93

表 1 に既往のせん断耐力式より算出したせん断耐力と今回の実験値との比較を示す．せん断耐力①については、二羽らの計算式²⁾を用いて算出したものであり、せん断耐力②については、コンクリート標準示方書³⁾に記載されているせん断圧縮破壊耐力式に基づき算定したものである．今回の試験ではいずれの含水状態においてもせん断耐力①より算定されるせん断耐力を上回る結果となっており、せん断耐力②により算定されるせん断圧縮破壊耐力は下回るものの比較的近い結果なった．今回の試験体のせん断スパン比は 2.6 であり、一般にはせん断耐力式①により評価されるが、斜めひび割れがアーチ状の性状を示したことや、ASR により生じるケミカルプレストレスの影響により、せん断圧縮破壊に近い破壊形態になったものと考えらえる．

キーワード ASR, 乾燥, ひび割れ, せん断耐力, 防水工

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 03-6851-0086

図3は曲げ、せん断ひび割れの発生荷重を試験体別に示したものである。乾燥前のNo.1試験体に比べ、含水率3.5%におけるNo.3試験体の曲げひび割れ荷重は38%の低下、せん断ひび割れは42%程度の低下が確認された。図4に、ASRの生じていない基準試験体と、今回载荷した3試験体の荷重変位曲線を示す。乾燥に伴い最大荷重と剛性について若干の低下が見られた。剛性については、乾燥に伴いひび割れの発生荷重が低下したことで、ひび割れ発生後の剛性低下が表れたものとみられる。最大荷重については、乾燥前のNo.1試験体に比べNo.3試験体では7%程度の僅かな耐力低下が認められたが、通常の乾燥収縮による耐力低下と同程度と考えられる。また今回载荷した3試験体の最大荷重は、基準試験体の最大荷重を上回る結果となり、このことから乾燥した試験体についてもASRによるせん断耐力向上効果が表れていることが示唆された。

以上より、ASRが生じたRC部材は、乾燥に伴い曲げ・せん断ひび割れ発生荷重は低下するものの、乾燥前の試験体と同様にせん断圧縮破壊に近い性状を示しており、乾燥に伴う耐力への影響は僅かであることが確認された。

4. ASRが生じた部材に対する対策方針

ASRによるコンクリートの膨張は、アルカリシリカ反応によって生成されたアルカリシリカゲルの高い吸水膨張性によって生じることが分かっており、外部からの水分の供給を遮断することが効果的な対策となる。今回の検証により、ASRによる膨張性のひび割れが生じた部材の含水率低下による耐力への影響は少ないことが確認されたため、今後の維持管理においても、ASR抑制対策としては、防水工の施工が基本となると考えられる。

ASRが生じた部材の対策としては、水の遮断を目的とした防水工を基本とし、水掛かりのある部材に対し、耐候性やひび割れ追随性に優れた防水工の施工が効果的であると考えられる。(図5) 下路桁の主桁側面など、直接雨掛かりは無いものの、上部からの雨だれにより水分供給がされる部位については、経済性に優れる水切り工の選択などが、費用対効果の面でも優位であると考えられる。(図6) また、高架橋等のスラブ下面など、スラブ上面側からの防水工の施工が軌道やトラフの関係により困難であり、効果的な対策が見込めない部位は、スラブ下面からのコンクリート改質材の塗布による水分供給の抑制対策も考えられる。

5. まとめ

本稿では、ASRが生じたRC部材についての乾燥による含水率の変化が耐力に与える影響について検証し、ASRに対する対策方針を検討した。静的载荷試験の結果、乾燥を受けたASRの生じたRC部材の耐力低下は僅かであり、乾燥前と同様の性状を示したことから、乾燥による耐力への影響は少ないことが分かった。また、ASRが生じた部材に対しては、内部鋼材の腐食防止やASRの進行性の抑止を目的とした防水工が効果的であり、部材の状態に合わせた適切な防水対策の実施が必要であると考えられる。

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部材の耐荷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.
- 3) 土木学会: 2017年制定 コンクリート標準示方書[設計編], 2018.3

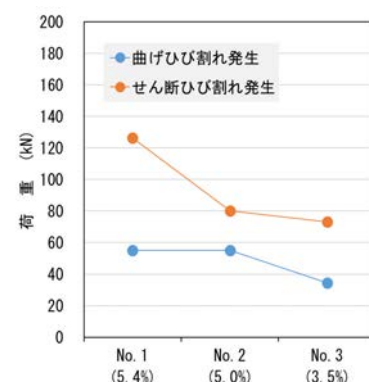


図3 ひび割れ発生荷重

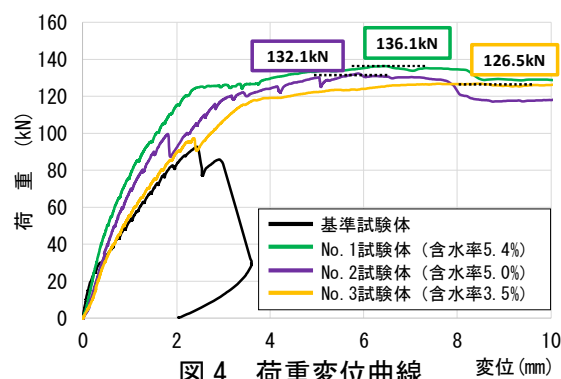


図4 荷重変位曲線



図5 防水工施工状況

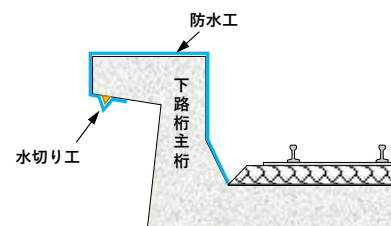


図6 水切り工設置イメージ