

第V部門

補修・補強（材料）（2）

2021年9月10日(金) 16:20 ~ 17:40 V-3 (Room20)

[V-388] 補修後のコンクリート構造物の挙動観測に基づく補修効果の検証 Verification of repair effect to concrete structure based on behavior observation

*上野 和広¹、大森 貴裕¹、岡本 貞二²、岡本 貞人²、加川 順一³（1. 島根大学、2. 岡貞組、3. SGエンジニアリング）

*Kazuhiro UENO¹, Takahiro Omori¹, Teiji Okamoto², Sadato Okamoto², Junichi Kagawa³（1. Shimane University, 2. Okasadagumi, 3. SG Engineering）

キーワード：アルカリ骨材反応、膨張量、IPH工法、シラン系撥水剤、補修効果

Alkali-aggregate reaction, Expansion, IPH repair method, Silane type water repellent, Repair effect

オンライン会場（Zoom）はこちら

コンクリート構造物の長寿命化を図るには、定期的な調査・診断によって変状を早い段階で検出するとともに、補修・補強などの対策を実施することが有効である。また、補修後の構造物の再劣化防止、ライフサイクルコストの低減および維持管理計画の策定を行うためには、それら補修・補強工法の効果を適切に評価することが重要である。本研究では、アルカリ骨材反応（ASR）を発症し、補修工法が適用されたコンクリート製橋台を対象に、補修前後の膨張挙動の観測からその補修効果を検証した。その結果、補修前に顕著な膨張を示したひび割れ部の膨張量が、補修後に大きく抑制されたことを確認した。

オンライン会場（Zoom）はこちら

補修後のコンクリート構造物の挙動観測に基づく補修効果の検証

島根大学 正会員 ○上野 和広, 大森 貴裕
 岡貞組 非会員 岡本 貞二, 岡本 真人
 SG エンジニアリング (株) 正会員 加川 順一

1. はじめに

コンクリート構造物の長寿命化を図るには、定期的な調査・診断によって変状を早い段階で検出するとともに、補修・補強などの対策を実施することが有効である。また、補修後の構造物の再劣化防止、ライフサイクルコストの低減および維持管理計画の策定を行うためには、それら補修・補強工法の効果を適切に評価することが重要である。本研究では、アルカリ骨材反応 (ASR) を発症し、補修工法が適用されたコンクリート製橋台を対象に、補修前後の膨張挙動の観測からその補修効果を検証した。



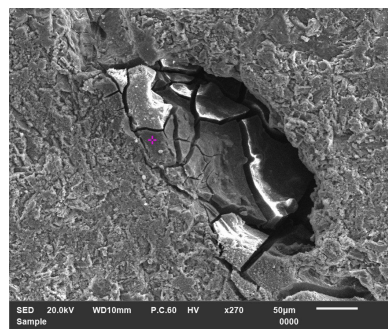
図-1 A1 橋台 (左岸) のひび割れ発生状況 (マーキング後)

表-1 採取コアの圧縮強度と静弾性係数

橋台	圧縮強度 f_c (N/mm ²)	静弾性係数 E_c (kN/mm ²)	E_c/f_c
A1	36.1	9.6	267
A2	31.8	10.6	334

2. 調査対象構造物

島根県内で供用中の鉄筋コンクリート製橋台を対象とした。この橋台では、2018年に多数のひび割れの発生 (図-1) が確認された後、対策工の検討がなされ、2019年に後述する補修工法が適用された。橋台に発生したひび割れは亀甲状を示しており、一部のひび割れからは白色の析出物が確認された。また、橋桁の下部に位置する範囲と比較し、雨掛かりのある両端部では、ひび割れの発生が特に顕著であった。表-1は、橋台から採取したコアの圧縮強度 f_c と静弾性係数 E_c の値である。健全なコンクリートにおける E_c/f_c の値 ($f_c = 30 \text{ N/mm}^2$ で約 1,000¹⁾) と比較して、対象橋台の E_c/f_c は非常に小さい。また、図-2に示す採取コアの走査電子顕微鏡 (SEM) 画像では、骨材周辺部にアルカリ-シリカ型の反応生成物²⁾ と類似した形態の物質が確認された。これらの調査結果より、対象とする橋台の劣化は ASR によるものと推察された。図-3は、JCI-S-011-2017 に準じて実施した採取コア (3本、図-4参照) の膨張率の経時変化である。各コアの膨張率の値には多少の相違があるものの、全てのコアで解放膨張と促進膨張の双方を生じることが確認された。この試験結果から、対象としたコンクリート橋台の残存膨張性を直接評価することはできないが、何も対策工を施さなければ、今後も ASR による膨張が進行すると考えられる。



SiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	Al ₂ O ₃
78.1 %	9.2 %	5.9 %	4.1 %	1.9 %

図-2 採取コアの SEM 画像と反応生成物の化学組成

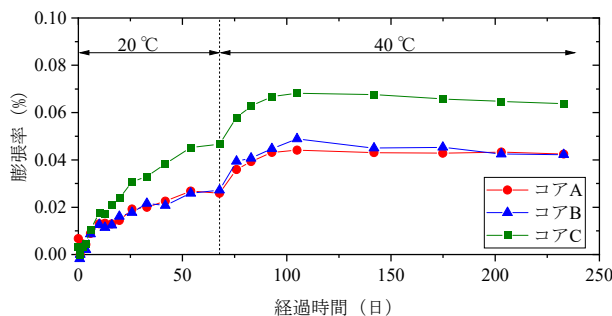


図-3 採取コアの膨張率の経時変化

キーワード アルカリ骨材反応, 膨張量, IPH 工法, シラン系撥水剤, 補修効果

連絡先 〒690-8504 島根県松江市西川津町 1060, T E L 0852-32-6553

3. 適用された補修工法と膨張量の計測方法

補修工法には、内圧充填接合補強工法（IPH 工法）³⁾とシラン系撥水剤による表面含浸工法が適用された。IPH 工法は、注入器具取付け位置を予め穿孔し、コンクリート内部から流動性の高い樹脂を低圧で注入する工法である。ひび割れ内部に残存する水を樹脂と置換することと、ひび割れへの樹脂の充填によって外部からの水の侵入を防止することを目的に実施された。シラン系撥水剤による表面含浸工法は、ASR 対策として広く用いられる工法であり、コンクリート内部からの水蒸気透過性を保持しながらコンクリート表層部へ吸水防止層を形成することを目的に実施された。上記の補修工法の評価は、図-4 に示すように橋台の上流側、中央、下流側のコンクリート表面へ標点を設置し、その変動量をコンタクトゲージ（基長：100 mm）で計測することによって実施した。なお、標点の位置はひび割れを跨ぐ箇所と跨がない箇所を選定した。この標点の変動量を、補修工法の適用前から1か月に1回程度の頻度で計測した。

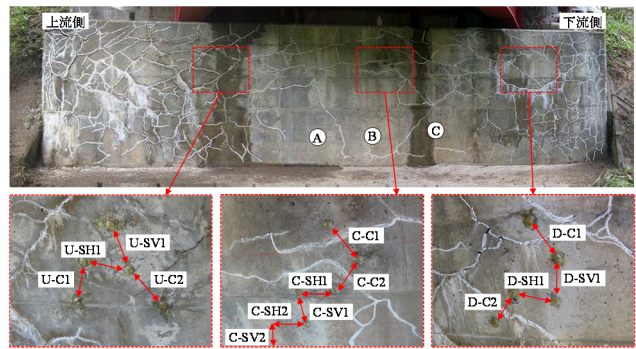


図-4 膨張量計測箇所

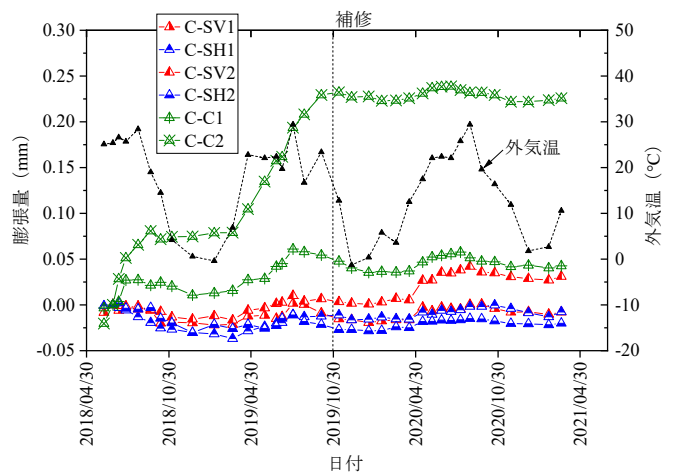


図-5 膨張量の計測結果

4. 膨張量の計測結果

図-5 に、代表的な計測結果として、橋台中央部の膨張量の計測結果を示す。補修前の各計測点の膨張量を見ると、ひび割れ部（C-C1, C-C2）の膨張量が他の箇所よりも大きく、特に C-C2 で膨張が顕著である。ひび割れ部の膨張挙動は外気温の影響を大きく受けており、外気温が概ね 20℃以上となる 4～9 月で大きく膨張し、外気温が低下する 10～3 月にはほとんど膨張していない。このことは、既往の研究⁴⁾で示された ASR の温度依存性と整合する結果である。

次に、補修前後で各計測点の膨張挙動を比較すると、C-C2 は補修前に大きな膨張を示していたにもかかわらず、補修後は温度変化に応じた僅かな変動に留まっており、外気温が高い 4～9 月でも目立った膨張は見られない。これは、適用された補修工法によってコンクリート内部の水分量が低下し、ASR の進行が抑制されたためと考えられる。一方、C-SV2 では、補修後の 2020 年 4 月 30 日付近で膨張量がやや大きくなる挙動が確認された。ただし、それ以降の膨張量の変化は他の計測点と同程度になっており、継続的な膨張量の増加は見られない。C-SV2 の膨張挙動の原因は現時点で不明であるが、ひび割れ部に充填された樹脂がひび割れ両側のコンクリートを接合したことで、コンクリートの膨張量の再配分が生じたことなどが一因として考えられる。

5. まとめ

ASR を発症したコンクリート製橋台を対象に、補修前後の膨張挙動を計測した結果、補修前に顕著な膨張を示したひび割れ部の膨張量が、補修後に大きく抑制されたことを確認した。しかしながら、現時点では補修後約 1 年半分のデータしか得られていないため、長期的な補修効果の検証を行うためには、今後も計測を継続し、補修効果の継続期間を評価する必要がある。

参考文献

- 1) 小林一輔, コア採取によるコンクリート構造物の劣化診断法, 森北出版, p.38-39, 1998, 2) 小林一輔 他, コンクリートの耐久性診断シリーズ2 アルカリ骨材反応の診断, 森北出版, p.44-49, 1991, 3) 土木学会, 技術推進ライブラリーNo.20「コンクリート構造物における IPH 工法（内圧充填接合補強工法）の設計施工法」に関する技術評価報告書, 2017, 4) 黒田保, 小谷賢司, 高見新一, 西林新蔵: 各種試験環境下におけるモルタルの ASR 膨張特性, コンクリート工学年次論文集, Vol.25, No.1, p.95-100