

Using Portland-Limestone Cement in Concrete Repair

Q. *My firm drafted the specification for the repair of structural elements in a distribution facility. The project requires removal and replacement of a relatively large volume of deteriorated concrete that was severely damaged by freezing-and-thawing cycles and corrosion due to exposure to deicing salts. From the outset, the facility owner has insisted that repairs last at least 30 years to avoid interruption of operations for maintenance. We recently learned that the local ready mixed concrete suppliers started using ASTM C595/C595M Type IL cement about a year ago. Our specification draft requires ASTM C150/C150M Type I cement, and we are concerned about achieving the requested service life of the repair with the new material. Is Type IL cement suitable for this repair application? How can we ensure that the repairs meet the owner's service-life demands?*

A. In recent years, portland-limestone cement (PLC) compliant with ASTM C595/C595M Type IL has become the only available cement in many regions of the country.¹ This change was implemented to reduce the embodied carbon in concrete while providing performance comparable to that of ASTM C150/C150M Type I cement. As of 2022, more than 40 Departments of Transportation have accepted the use of PLC for road and bridge construction.² With the increase in ASTM C595/C595M Type IL cement production, other traditionally used portland cements such as ASTM C150/C150M Type I or Type I/II have become scarce or not available. This change has made it necessary for ready mixed concrete suppliers to familiarize their staff members with PLC and, in some cases, adjust their concrete mixtures to incorporate this type of cement.

Chapter 6 of ACI CODE-562-21³ provides requirements for conducting a condition assessment of a structure to gain an

understanding of the material properties of existing concrete. The condition assessment is necessary to identify if other deterioration mechanisms, such as sulfate attack or alkali-aggregate reactivity, are present. In the case where chloride penetration and reinforcement corrosion are the only durability concerns, a durable concrete repair can be achieved with the use of ASTM C595/C595M Type IL cement.

However, the addition of supplementary cementitious materials (SCMs)—accompanied by a reduction in the amount

“As of 2022, more than 40 Departments of Transportation have accepted the use of PLC for road and bridge construction”

of portland cement—has proven to be necessary for enhancing concrete's durability when it will be subjected to aggressive environmental conditions. It is therefore likely that a concrete mixture containing PLC will need to also incorporate SCMs, so determining an optimal SCM content is very important for achieving desired fresh and hardened concrete properties for a successful repair. ACI 201.2R-16⁴ provides guidance on using SCMs to improve concrete durability, including the resistance to chloride penetration.

More information on material selection and recommended performance of repair materials can also be found in ACI 546.3R-14⁵ and ICRI 320.2R-2009.⁶ In addition, both ACI 222.3R-11⁷ and ACI 365.1R-17⁸ provide guidance on the most important parameters for selecting the materials and proportions for concrete to be exposed to chloride ingress and potential reinforcement corrosion.

Finally, the specified service life for the repair can be accomplished in many ways, some of which are not necessarily through performance of a concrete mixture. One of the most effective service life extension methods is

Questions in this column were asked by users of ACI documents and have been answered by ACI staff or by a member or members of ACI technical committees. The answers do not represent the official position of an ACI committee. Comments should be sent to keith.tosolt@concrete.org.

Concrete Q&A

cathodic protection (CP), which has been used successfully for decades. If elected to be implemented, it is recommended that the project CP and system are designed by a competent specialist and installed by a certified specialty contractor.

References

1. "PLC Availability," Portland Cement Association, Skokie, IL, www.greencement.com/plcavailability. (Accessed Mar. 14, 2023)
2. "Worldwide Acceptance," Portland Cement Association, Skokie, IL, www.greencement.com/acceptance. (Accessed Mar. 14, 2023)
3. ACI Committee 562, "Assessment, Repair, and Rehabilitation of Existing Concrete Structures - Code and Commentary (ACI CODE-562-21)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2021, 88 pp.
4. ACI Committee 201, "Guide to Durable Concrete (ACI 201.2R-16)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2016, 84 pp.
5. ACI Committee 546, "Guide to Materials Selection for Concrete Repair (ACI 546.3R-14)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2014, 72 pp.
6. ICRI Guideline No. 320.2R-2018, "Guide for Selecting and Specifying Materials for Repair of Concrete Surfaces," International Concrete Repair Institute, St. Paul, MN, 2018, 44 pp.
7. ACI Committee 222, "Guide to Design and Construction Practices to Mitigate Corrosion of Reinforcement in Concrete Structures (ACI 222.3R-11)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2011, 28 pp.

Additional Online ACI Resources

The following ACI University webinars are free to ACI members:

- On-Demand Course: Repair and Rehabilitation (Part 1 and 2);
- On-Demand Course: ACI 562 Repair Code;
- On-Demand Course: Guide to ACI 562-16 Repair Code: Design Examples; and
- On-Demand Course: ACI 364 TechNotes on Repair and Rehabilitation (Part 1 and 2).

Visit www.concrete.org/education/aciuniversity.aspx for more information.

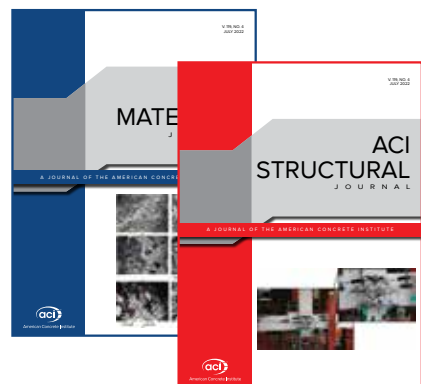
8. ACI Committee 365, "Report on Service Life Prediction (ACI 365.1R-17)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2017, 56 pp.

Note: Additional information on the ASTM standards discussed in this article can be found at www.astm.org.

Thanks to Jose Pacheco, Associate Principal, MJ2 Consulting, PLLC, Bannockburn, IL, USA, for providing the answer to this question.

Become an Author for ACI Journals

Consider having your research paper published in one of ACI's Journals. The *ACI Materials Journal* and *ACI Structural Journal* are peer-reviewed publications covering a variety of concrete-related topics. For more information on the submission guidelines and process, please visit concrete.org/publications.



Preguntas y Respuestas

Las preguntas de esta columna fueron formuladas por usuarios de los documentos de ACI y han sido respondidas por el personal de ACI o por un miembro o miembros de los comités técnicos de ACI. Las respuestas no representan la posición oficial de un comité de ACI. Los comentarios deben enviarse a keith.tosolt@concrete.org.

El uso del Cemento Portland-caliza en la reparación de concreto

P *Mi firma redactó la especificación para la reparación de elementos estructurales en una instalación de distribución. El proyecto requiere la remoción y reemplazo de un volumen relativamente grande de concreto deteriorado que fue severamente dañado por ciclos de congelación y descongelación y corrosión debido a la exposición a sales descongelantes. Desde el principio, el propietario de la instalación ha insistido en que las reparaciones duren al menos 30 años para evitar la interrupción de operaciones por mantenimiento. Recientemente supimos que los proveedores locales de concreto premezclado comenzaron a usar cemento ASTM C595/C595M Tipo IL desde hace aproximadamente un año. Nuestro borrador de especificaciones requiere cemento ASTM C150/C150M Tipo I, y nos preocupa lograr la vida útil solicitada en la reparación con el nuevo material. ¿El cemento tipo IL es adecuado para esta aplicación de reparación? ¿Cómo podemos asegurarnos de que las reparaciones cumplan con las demandas de vida útil del propietario?*

R En los últimos años, el cemento Portland-caliza (PLC) que cumple con la norma ASTM C595/C595M Tipo IL se ha convertido en el único cemento disponible en muchas regiones del país.¹ Este cambio se implementó para reducir el carbono incorporado en el concreto y al mismo tiempo proporcionar un rendimiento comparable al del cemento ASTM C150/C150M Tipo I. A partir de 2022, más de 40 Departamentos de Transporte han aceptado el uso de PLC para la construcción de carreteras y puentes.² Con el aumento en la producción de cemento ASTM C595/C595M Tipo IL, otros cementos portland usados tradicionalmente como ASTM C150/C150M Tipo I o Los tipos I/II se han vuelto escasos o no están disponibles. Este cambio ha hecho necesario que los proveedores de concreto premezclado familiaricen a su personal con PLC y, en algunos casos, ajusten sus mezclas de concreto para incorporar este tipo de cemento.

El Capítulo 6 del CÓDIGO ACI-562-21³, proporciona requisitos para realizar una evaluación de la condición de una estructura para obtener un entendimiento de las propiedades de los materiales del concreto en servicio. La evaluación de la condición es necesaria para identificar si otros mecanismos de deterioro, como el ataque de sulfatos o reacción álcali-agregado, están presentes. En el caso de que la penetración de cloruros y la corrosión del acero de refuerzo sean los únicos problemas de durabilidad, se puede lograr una reparación de concreto duradera con el uso de cemento ASTM C595/C595M Tipo IL.

Sin embargo, la adición de materiales cementantes suplementarios (SCMs), acompañados de una reducción en la cantidad de cemento portland, ha demostrado ser necesaria para mejorar la durabilidad del concreto cuando este será sometido a condiciones ambientales agresivas. Por lo tanto, es probable que una mezcla de concreto que contenga PLC también deberá incorporar SCMs, por lo que es muy importante determinar un contenido óptimo de SCM para lograr las propiedades deseadas del concreto en estado fresco y endurecido para una reparación exitosa. ACI 201.2R-16⁴ proporciona orientación sobre el uso de SCMs para mejorar la durabilidad del concreto, incluida la resistencia a la penetración de cloruros.

Más información sobre selección de materiales y recomendaciones sobre el desempeño de los materiales de reparación puede ser encontrada en ACI 546.3R-14⁵ y ICRI 320.2R-2009.⁶ Además, tanto ACI 222.3R-11⁷ como ACI 365.1R-17⁸ pueden brindar orientación sobre los parámetros más importantes para seleccionar los materiales y las proporciones para concreto que será expuesto al ingreso de cloruros y potencialmente a la corrosión del acero de refuerzo.

Finalmente, la vida de útil especificada para la reparación puede ser lograda de varias maneras, algunas de ellas no son necesariamente a través del desempeño de una mezcla de concreto. Uno de los métodos más efectivos de extensión de vida útil es la protección catódica (CP), la cual ha sido utilizada exitosamente por décadas. Si se elige implementar, se recomienda que el proyecto de CP y el sistema sean diseñados por un especialista competente e instalado por un contratista certificado.

Son un medio para establecer la variación permisible en dimensión y ubicación, dando tanto al diseñador como al contratista límites dentro de los cuales se debe realizar el trabajo." Por tanto, una interpretación de "tolerancia cero" hace que la estructura sea imposible de construir.

Asimismo, cabe señalar que, para futuros proyectos, pueden evitarse disputas similares asegurándose de que el GC cumple los requisitos obligatorios de reunión de tolerancia previa a la construcción, especificados en ACI 117-10(15), Sección 1.1.3:

"Se programarán y celebrarán una serie de reuniones de coordinación de tolerancia previas a la construcción antes del comienzo de las Obras. Asistirán el Contratista, los subcontratistas, los proveedores de materiales y otras partes clave. Se dará a las partes la oportunidad de identificar cualquier cuestión de tolerancia y conflicto que sea aplicable al trabajo con materiales, elementos prefabricados y trabajo montado/instalado en el campo por el Contratista."

Referencias

1. "PLC Availability," Portland Cement Association, Skokie, IL, www.greencement.com/plcavailability. (Accessed Mar. 14, 2023)
2. "Worldwide Acceptance," Portland Cement Association, Skokie, IL, www.greencement.com/acceptance. (Accessed Mar. 14, 2023)
3. ACI Committee 562, "Assessment, Repair, and Rehabilitation of Existing Concrete Structures - Code and Commentary (ACI CODE-562-21)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2021, 88 pp.
4. ACI Committee 201, "Guide to Durable Concrete (ACI 201.2R-16)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2016, 84 pp.
5. ACI Committee 546, "Guide to Materials Selection for Concrete Repair (ACI 546.3R-14)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2014, 72 pp.
6. ICRI Guideline No. 320.2R-2018, "Guide for Selecting and Specifying Materials for Repair of Concrete Surfaces," International Concrete Repair Institute, St. Paul, MN, 2018, 44 pp.

7. ACI Committee 222, "Guide to Design and Construction Practices to Mitigate Corrosion of Reinforcement in Concrete Structures (ACI 222.3R-11)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2011, 28 pp.

8. ACI Committee 365, "Report on Service Life Prediction (ACI 365.1R-17)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2017, 56 pp.

Nota: información adicional sobre los estándares ASTM discutidos en este artículo puede ser encontrada en www.astm.org.

Gracias a Jose Pacheco, director Asociado, MJ2 Consulting, PLLC, Bannockburn, IL, EE. UU., por proporcionar la respuesta a esta pregunta.

La traducción de este artículo correspondió al Capítulo de México Noroeste

*Título: Preguntas y Respuestas.
El uso del Cemento Portland-caliza en la reparación de concreto*



*Traductora:
Martha Elean Ramírez Govantes*



*Revisor Técnico:
Ing. Oscar
Ramírez Arvizu*

Conviértase en autor de publicaciones de ACI

Considere la posibilidad de publicar su trabajo de investigación en una de las revistas de ACI.

El ACI Materials Journal y el ACI Structural Journal son publicaciones revisadas por expertos que tratan diversos temas relacionados con el hormigón.

Para más información sobre las directrices y el proceso de presentación, visite concrete.org/publications

