

Abstract

First, a literature study about reinforced concrete structures in a marine environment was elaborated. The environment was found very aggressive where the ingress of chlorides defines the durability of the structure, especially the state of the reinforcement bars. The related exposure class is divided in three increasing graduations, respectively: 'exposed to airborne salt', 'permanently submerged' and 'tidal, splash and spray zones'. For each term, different design boundaries are imposed by the European standards. Chlorides may be part of the content of concrete ingredients or may enter the structure after curation. The process proceeds via several transport mechanisms, especially diffusion. Several experiments are available to specify this chloride transport. As it is a time-consuming process, accelerated tests have been developed, such as the Rapid Chloride Migration Test. However, they are less accurate and are still a subject of critical reviews.

Inspection is an indispensable part of a good maintenance of the construction. A visible inspection does not require any equipment, supplies an overview of the signs of deterioration and may identify the cause. Based on the results, further tests may be recommended. The available tests are divided by a destructive and a non-destructive feature. These tests give estimations with various accuracies of the superficial and internal parameters of the structure. Aiming to extend the lifecycle of concrete structures in marine environment, various protection systems are developed. The principles consist of methods for prevention of deterioration and repair works. Particular attention was given to the repair mortars, which allow to substitute the deteriorated layer of concrete and provide the reinforcement bars of a new, chloride-free protection.

In a second part of the master thesis, an application of the literature study was conducted to the yachting harbour 'Marina Internacional' of Torrevieja. The concrete pontoons are heavily affected by the marine environment and show a lot of visible corrosion damage. First, a general investigation charted the graduation of corrosion for the separated parts of the pontoons. Then, non-destructive tests were conducted to collect detailed information about the current state of the slabs. The evaluation indicated an unsustainable state of the pontoons, thus, a repair method was proposed. It was chosen to remove the exterior concrete layer and to replace it by a repair mortar. Sika®MonoTop-614F was determined as the most ideal repair mortar for the substrate, the scope and the environment of this project. The substance is applied by pouring and requires the setup of a formwork. After curation, the slabs should be installed on increased columns to anticipate the rising sea level.

In the end, an economic analyses of the repair works estimates the costs of the whole repair project. The total budget for execution is dominated by the purchase price of the repair mortar. After the project, the harbour should be sustainable for at least another 30 years of service, on condition of a good execution, an assessment of the indicated parts and a sound inspection on a regular basis.

Resumen

Primero se ha realizado un estudio sobre la literatura de las estructuras de hormigón armado en un ambiente marítimo. El ambiente que se encontró era muy agresivo y la durabilidad de la estructura especialmente la de la armadura está definida por la afección de cloruros. La clase de exposición relacionada está dividida en tres graduaciones crecientes respectivamente: 'expuesto a las sales aéreas', 'permanentemente sumergida' y 'zonas de mareas, salpicaduras y oleaje'. Las normas europeas imponen fronteras de diseño para cada una de ellas. Los cloruros pueden formar parte del contenido de los materiales del hormigón o pueden entrar en la estructura después del curado. El proceso continúa a través de varios mecanismos de transporte, especialmente de la difusión. Varios experimentos están accesibles para especificar los detalles del transporte de cloruros. Al ser un proceso largo, se han desarrollado ensayos acelerados, tales como el 'Rapid Chloride Migration Test'. Sin embargo son menos exactos y aún son objeto de revisiones críticas.

La inspección es una parte indispensable de un buen mantenimiento de la construcción. Una inspección visual no requiere de ninguna herramienta, pues proporciona una vista general de las señales de deterioración y se puede identificar la causa. En base a los resultados, se podrían recomendar ensayos adicionales. Los ensayos accesibles están divididos por su característica destructiva o no destructiva. Estos ensayos dan estimaciones con varias precisiones de los parámetros superficiales e internos de la estructura. Con objeto de ampliar el ciclo vital de las estructuras de hormigón varios sistemas de protección se han desarrollado. Los principales consisten en métodos de prevención del deterioro y en trabajos de reparación. Se prestó especial atención a los morteros de reparación, que permiten sustituir la capa de hormigón deteriorado y ofrece a las barras de refuerzo una protección nueva y libre de cloruros.

En la segunda parte del trabajo fin de máster, una aplicación de la literatura estudiada se realizó en el puerto deportivo 'Marina Internacional' de Torrevieja. Los pantalanos hormigonados se ven muy afectados por el ambiente marino y muestran muchos daños de corrosión. Primero, una investigación general trazó la graduación de corrosión de las partes separadas de los pantalanos. Después, pruebas no destructivas se realizaron para recoger información detallada sobre el estado actual de las losas. La evaluación indicó un estado insostenible, por tanto, se propuso un método de reparación. Se eligió remover la capa exterior de hormigón y remplazarlo por un mortero de reparación. Se determinó a Sika® MonoTop-614F como ideal para el sustrato, el alcance y el ambiente del proyecto. La sustancia se aplica vertiéndola y requiere de encofrado. Después del curado, las losas deben instalarse en columnas aumentadas para anticipar al aumento del nivel del mar.

Para finalizar, un análisis económico estima los costes del proyecto entero. El presupuesto total está dominado por el precio del mortero de reparación. Después el proyecto el puerto debe ser sostenible por un período mínimo de 30 años de explotación, con la

condición de una buena ejecución, de un análisis de las partes críticas y de una inspección regular.