



DR. ARNOST HONIG

Dr. Arnost Honig es profesor de la Universidad de Brno en la República Checa. Ha publicado numerosos artículos científicos y libros sobre radiografía de concreto y técnicas de construcción. Actualmente es director del departamento de construcción en la Universidad Técnica de Brno.

El es un miembro del cuerpo editorial del Journal Civil Engineering Construction (Bratislava), uno de los editores del Journal sobre Ingeniería Nuclear y Energía (Amsterdan) y miembro del cuerpo editorial del Journal sobre ensayos destructivos (New York, Paris, Londres). Ha publicado 250 artículos, 10 libros en inglés, ruso y checoslovaico; ha sido autor, co-autor y colaborador en 35 problemas de investigación científica. Ha dado aproximadamente 200 conferencias en conferencias y simposios en Checoslovaquia y otros países. Ahora es director de el Centro de Radiación Telescopica y director del departamento de construcción en la Universidad Técnica de Brno.

RADIOGRAFIA DE CONCRETO CON AIRE

DR. ARNOST HONIG

RESUMEN

En Checoslovaquia se han estado fabricando elementos de edificios de concreto con aire durante más de 20 años. Uno de los índices de calidad en el tamaño del poro y su uniformidad. En elementos de grandes dimensiones, es también importante el anclaje del acero de refuerzo con el concreto con aire.

Este trabajo muestra un método radiográfico para determinar la posición del refuerzo, el tamaño del poro, la compactación y la dilución del concreto con aire próximo al refuerzo y la formación de cavernos. En imágenes radioactivas seleccionados son descritos los efectos de varias tecnologías para grandes elementos en edificios hechos de concreto con aire.

1. Estado actual de la construcción de elementos de edificios de concreto con aire en Checoslovaquia.

Elementos de edificios de concreto ligero y especialmente de concreto con aire se han producido industrialmente en Checoslovaquia durante más de 20 años. Durante este periodo, permanentemente se dió atención a la calidad de la producción que constantemente crecía. El concreto con aire ha sido un material importante para la Ingeniería Civil, el cual posee propiedades técnicas favorables y buenos índices económicos. Con la industrialización progresiva de la construcción de edificios, aparecieron nuevas demandas de calidad en la fabricación de concreto ligero y especialmente en el concreto con aire en lo referente a sus propiedades mecánicas y físicas, aplicables en la construcción en Ingeniería Civil, la precisión de las cimbras apariencia estética; así como el acabado de la superficie por las empresas productoras.

La producción de elementos de concreto con aire es relativamente simple, pero su calidad está influenciada por un número de factores, como la calidad de la materia prima básica, los procesos tecnológicos del manejo y preparación de la revoltura de concreto con aire, la colocación del acero de refuerzo en los moldes, el proceso de fraguado, desarrollo de resistencia y madurez de la revoltura del concreto en la fase de resistencia plástica, durante la cual toma lugar la separación en unidades más pequeñas y también el proceso hidrotérmico de la masa fresca en autoclaves.

En esta contribución se tomará en cuenta solamente un índice, ejemplo, con el anclaje del acero de refuerzo con el concreto con aire en elementos de grandes dimensiones.

2. Refuerzo de elementos grandes de concreto con aire.

El tamaño de los elementos de edificios está relacionado con la cantidad y método de colocación del acero de refuerzo, su protección a la corrosión y su inmovilidad durante el colado. Para producciones industriales se utilizan elementos planos tipo escalera excluyendo la soldaduras en los elementos espaciadores. La separación y fijación del refuerzo en los elementos de concreto se ha conseguido mediante la inserción de placas de amarre de acero durante el armado. La protección a la corrosión del refuerzo se hizo originalmente con un sistema de pintura; por inmersión en líneas semi-automáticas en pinturas de nitrógeno celulósicas. Hoy en día estas pinturas han sido reemplazadas por materiales de dispersión a base de acrilatos.

El problema que es continuamente discutido es el de la fijación del refuerzo y la preparación de todo el sistema de refuerzo para el molde completo, en el ciclo de producción requerido. En la mayoría de las empresas industriales. Se utiliza hoy en día el colado y fijación sin la aplicación de estribos de plástico. El acero de refuerzo es ajustado directamente en la varilla separadora mediante la colocación de varillas longitudinales en la abertura ---

formado por la proyección tipo-pinza.

3. Radiografía de elementos de concreto con aire.

Durante más de 30 años se han empleado en Checoslovaquia las radiografías para la determinación global del tipo y posición del refuerzo para localizar la corrosión del refuerzo y para determinar las zonas homogéneas en las cercanías del refuerzo, así como el concreto mismo. Para este propósito utilizamos equipos de rayos "X" macroestructural, así como radiografía con la utilización de radioisótopos con radiación gamma y/o pequeñas betatrones transportables.

Para la determinación de la tecnología más adecuada para la producción de elementos de concreto con aire, se utilizó la roentgenografía la cual determina además de la posición precisa del acero de refuerzo en el concreto terminado las zonas no-homogéneas y la formación de cavernas, y regiones enteras con adherencia imperfecta entre el acero y el concreto. La tecnología de producción ha mejorado gradualmente y estos defectos fueron desapareciendo.

Para la radiografía se utilizó equipo de rayos "X" fabricado por ANDREX RADIATION PRODUCTS, Copenhage, Dinamarca, el cual consiste de 2021 tubos y unidades de control 1652. Las imágenes de rayos "X" fueron expuestas en película de FOMA-RAPID (Checoslovaquia) y AGFA-GEVAERT D 7 (Bélgica). Las dimensiones de las películas fueron de 300 x 400 mm. Las películas fueron almacenadas en marcas metálicas para películas con 0.1 mm de espesor de plomo. La geometría de la radiografía con rayos "X" fue en todos los casos la misma. El espaciamiento entre el punto de enfoque del tubo de rayos "X" a la película fue de 740 mm. La distancia del acero de refuerzo de la película fue de 60 mm. El punto de enfoque del tubo de rayos "X" siempre estuvo arriba del centro de la película. Valores de exposición: Voltage del tubo de rayos "X" 70kV, corriente del tubo de rayos "X" 7 mA, tiempo de exposición 15 minutos, espesor de la muestra ensayada 100 mm, densidad del concreto con aire 560 Kg/m³.

4. Tecnologías ensayadas de elementos de concreto con aire.

La roentgenografía fue utilizada para las tres tecnologías diferentes; Los radiogramas fueron expuestos para productos de revoltura básicas (con una cantidad de agua de 1250 lt.) y para otras dos revolturas (con una cantidad de agua de 100 lt. mas alta y 100 lt. mas baja). Para cada una de las tres tecnologías mencionadas, los elementos producidos fueron ensayadas tanto para un curado con vapor como sin el. Todos los componentes producidos fueron radiografiados mediante seis diferentes tecnologías: para cada tecnología fueron ensayadas seis muestras.

5. Evaluación de las imágenes de rayos "X" en las películas.

En este trabajo se presentan unicamente cuatro pares de imágenes de

rayos "X" seleccionados del total de imágenes de rayos "X" obtenidas. En el trabajo se demuestra un método radiográfico para la determinación de la tecnología de producción correcta; no considera la descripción de la tecnología en sí, los cambios que se hicieron para encontrar finalmente la más apropiada tecnología para la producción de elementos estructurales de concreto con aire.

Las imágenes obtenidas de rayos "X" de películas de doble capa fueron evaluados directamente. Las muestras para radiografía se seleccionaron de un elemento de concreto con dimensiones de 2000 x 600 x 100 mm (Fig. 1). La muestra se recortó aproximadamente a la mitad del elemento. El refuerzo se numeró 1, 2, 3, 4 de abajo hacia arriba y la numeración es también utilizada más adelante. Cada muestra ensayada fue fotografiada en dos películas. La localización de la película y el marcado de las muestras son mostradas en la Figura # 2. La dirección de crecimiento del concreto con aire es de abajo hacia arriba. Para cada tecnología se prepararon dos juegos de muestras, uno para radiografía; para ensayos no destructivos y el segundo para ensayos destructivos.

Las imágenes de rayos "X" presentados aquí, fueron obtenidos de los originales de la película imprimiéndolas en papel fotográfico. El sí oscurecimiento corresponden a la densidad. Entre más oscuro se vea el papel, más denso es el material. Las localizaciones en blanco y mas claras son diluciones, las zonas grises y negras son densas, las bandas del acero de refuerzo están completamente negras.

Imágenes de Rayos "X" 1 A 1 VUT 1 + 2 A 1 VUT 1 (Fig. 3)

Imágenes de rayos "X" en las películas de una muestra con la tecnología actualmente utilizada; con curado a vapor en una cámara. Muestra destinada para mediciones. La porosidad en la mitad inferior de la muestra es fina y uniforme, en la mitad superior de la muestra no es uniforme. En la dirección del crecimiento del concreto con aire en el molde como sigue hacia la superficie superior crece el tamaño de poros y su número disminuye. Ningunas cavernas se forman alrededor del refuerzo. El refuerzo inferior 1 está perfectamente recubierto de concreto. En el refuerzo 2 ocurre una concentración de concreto con aire a lo largo de la superficie inferior. En la superficie superior ocurre también una concentración de concreto con aire seguido de una dilución. Una concentración analógica pero en alto grado, se puede observar en los refuerzos 3 y 4.

Imágenes de rayos "X" 1 A 1 VUT 2 + 2 A 1 VUT 2 (Fig. 4)

Las imágenes de rayos "X" en dos películas de una muestra de la tecnología actualmente utilizada; con curado a vapor en una cámara. Muestra destinada a la destrucción. La porosidad en la mitad inferior de la muestra es fina y uniforme en la parte superior no es uniforme y en la dirección de la formación de la muestra, crece el tamaño de los poros y su número disminuye. En el refuer