

684-47

los aditivos de los hormigones

M. VENUAT

Centre d'Etudes et de Recherches de l'Industrie des Liants Hydrauliques

Publicación Técnica n.º 187. 1968

Después de un rápido bosquejo histórico, el autor critica las diferentes clasificaciones hechas para los aditivos en distintos países, proponiendo una clasificación simplificada.

Explica los esfuerzos que se realizan tratando de controlar los aditivos e, incluso, de su posible normalización; a este propósito dedica un capítulo dedicado a los métodos de ensayo en el laboratorio.

Hace una exposición de los principales grupos y comenta los resultados obtenidos en su laboratorio.

A continuación transcribimos las conclusiones:

“Es a base de mejorar la calidad del hormigón tanto fresco como endurecido como se podrá aumentar su utilización y les permitirá imponerse entre todos los demás materiales de construcción.”

Los aditivos son uno de los medios de perfección, pues permiten modificar las propiedades físicas o mecánicas de los hormigones:

— *bien en estado fresco:*

posibilidad de hormigonar en tiempo frío o cálido, mejora de la trabajabilidad, modificación de los tiempos de fraguado, facilidad de desmoldado, mejor aspecto, etc.

— *bien en estado endurecido:*

resistencias mecánicas aumentadas en las primeras edades, mejora de la permeabilidad a los agentes exteriores, mayores resistencias al desgaste, aumento de la impermeabilidad, etc.

El aditivo es uno de los constituyentes eventuales del hormigón cuya existencia no se debe ignorar.

Los estudios sobre aditivos permiten comprender mejor los fenómenos de hidratación y la fisicoquímica de los conglomerantes hidráulicos. Estos fenómenos difícilmente pueden ser comprendidos por los fabricantes de estos productos, pues el problema de conjunto alude a conocimientos varios sobre química orgánica, química de los conglomerantes

tes hidráulicos, tecnología del hormigón y de sus aplicaciones, y necesidad de emplear unos aparatos complejos y delicados.

La literatura científica da un cierto número de resultados sobre productos comerciales, y por tanto compuestos, pero dice poco sobre productos bien definidos y la acción de estos productos sobre conglomerantes variados distintos del cemento portland. Muchos resultados publicados son incompletos y a veces contradictorios (debido en parte a las diferencias existentes entre los métodos de ensayo, los conglomerantes y las dosificaciones empleadas).

En este trabajo se ha tratado de aportar una nueva contribución al estudio de los aditivos. Por ello, ha sido primero necesario modificar y adaptar los métodos de ensayo, como por ejemplo: las condiciones de preparación y conservación, y las técnicas operatorias. Los ensayos se han hecho, preferentemente, sobre mortero 1/3, bien definido, y particularmente bien adaptado a estas investigaciones.

Los resultados obtenidos son poco dispersos y dan indicaciones generales. Pero los ensayos de control y determinación de dosificaciones en aditivos deben siempre realizarse en obra. En efecto, la naturaleza de los cementos, la granulometría de los elementos sólidos del hormigón, las dosificaciones de los diferentes constituyentes, las condiciones de preparación, puesta en obra y conservación... pueden aportar modificaciones importantes en el comportamiento de los aditivos.

Pueden comprobarse los siguientes hechos sobre los diferentes tipos de aditivos estudiados (productos de base o aditivos comerciales).

Fluidificantes.

Estos aditivos permiten una disminución del contenido en agua (o una reducción de la exudación) o una mejora de la aptitud a la deformación (a igualdad de contenido de agua). Es necesario distinguirlos de los plastificantes. Son tanto más eficaces cuanto más pequeña es la relación agua/cemento. Actúan tanto con los cementos portland como con los cementos siderúrgicos y, sobre todo, por el hecho de que son oclusores de aire. Este aire puede eliminarse en parte antes del endurecimiento del hormigón (las resistencias mecánicas se modifican, en función de la reducción de agua y del exceso de aire ocluido). A menudo son hidrófugos. Aumentan la resistencia a la helada en función del contenido en aire ocluido. Una sobredosificación puede provocar retrasos de fraguado (es el caso de los aditivos con ligninsulfonatos que contienen una proporción muy grande de azúcares).

Plastificantes.

Mejoran la homogeneidad y la estabilidad de los hormigones (exudación reducida, curva de trabajabilidad mejorada). Pueden exigir un aumento en el contenido de agua cuando están constituidos por elementos finos no adicionados de productos tensoactivos. Mejoran la granulometría, sobre todo en el caso de hormigones poco dosificados en cemento o en arena. Es, pues, necesario estudiar su comportamiento en un mortero o en un hormigón convenientemente compuesto. Los productos finos ensayados actúan sobre todo físicamente y provocan una disminución de la absorción capilar. Los productos comerciales tienen igualmente propiedades hidrófugas; su acción es variada según los productos de base añadidos (elementos finos con fluidificantes y eventualmente con aceleradores de fraguado).

Aceleradores.

Actúan químicamente acelerando principalmente las reacciones de hidratación. Su acción es muy variable según la dosificación y la naturaleza de los conglomerantes empleados, así como con la temperatura. Las dosis de aditivo empleadas son a veces altas para obtener fuertes aceleraciones. Estos aditivos son, la mayor parte de las veces, más eficaces a baja temperatura. Las resistencias mecánicas se aumentan en las primeras horas y a veces se disminuyen a largo plazo. Es necesario trazar, en el curso de una investigación con estos productos, las curvas de evolución completas de las resistencias al cizallamiento con y sin aditivo.

Los calores de hidratación se aumentan, lo mismo que las retracciones. Se ha precisado la acción del ion cloruro: se ha podido poner en evidencia que el cloruro era muy activo con la mayor parte de los conglomerantes, sobre todo en las primeras horas (tanto más cuanto más baja es la temperatura). El aluminato sódico tiene a menudo una acción análoga. La sosa y la potasa son aceleradores potentes, a condición de emplearlos en fuertes dosis (por ejemplo, superior al 5 % en peso del cemento): se comprueba a menudo un aumento notable de la retracción hidráulica a largo plazo y una baja de resistencias mecánicas. Los conglomerantes constituidos únicamente con la ayuda de escoria molida a 3.500 cm²/g y adicionados de 5 % de sosa han mostrado propiedades muy interesantes.

Retardadores.

Actúan químicamente, como los aceleradores. Las resistencias se disminuyen en las primeras horas, se modifican poco después de 3 días y, a menudo, se aumentan a largo plazo. Los calores de hidratación se desprenden más lentamente y son menos elevados de origen. Son también eficaces a 5°, 20° ó 35°C. Los retardadores son a menudo oclusores de aire y poseen entonces una acción fluidificante. Sus acciones varían mucho con la naturaleza de los conglomerantes, las dosificaciones... Las sobredosificaciones (3 veces la dosis preconizada o más) pueden provocar retrasos de fraguado muy importantes.

Oclusores de aire.

Las burbujas de aire ocluido actúan sobre la reología del hormigón fresco: la fluidez se aumenta y la exudación se disminuye (con el abietato sódico y en las condiciones que se han realizado los ensayos, se ha encontrado que 0,45 l de aire equivalía a 1 l de agua). El contenido en aire y la granulometría de las burbujas varían con la naturaleza del aditivo, el tipo de cemento, las dosificaciones de todos los elementos, la granulometría de la arena (sobre todo para los granos comprendidos entre 0,4 y 0,8 mm). Son tanto más eficaces cuando las mezclas son más secas. Parte del aire puede desaparecer durante la vibración o antes del endurecimiento.

Actúan también sobre las resistencias del hormigón endurecido: se ha podido observar que existía una buena correlación entre el contenido de aire ocluido medido en el mortero endurecido (valorado por diferencia de peso entre probetas con y sin ocluidor de aire) y las bajas de resistencia mecánica. Son aplicables las fórmulas empíricas de FERET.

La resistencia a la helada se aumenta con todos los cementos.

Productos antihelada.

Estos productos son verdaderos aceleradores. Ciertos productos antihelada comerciales tienen acciones múltiples (antihelada, antihielo, fluidificante).

Hidrófugos.

Tienen a menudo una composición próxima a la de los plastificantes y poseen las mismas propiedades generales. Rebajan la absorción capilar y aumentan a veces los tiempos de fraguado. Son igualmente oclusores de aire.

El propio cemento es un aditivo puesto que mejora la mayor parte de las propiedades de los hormigones, pero su exceso aumenta las retracciones (hidráulica después del fraguado y térmica). Es preciso señalar que existen en Francia una serie de conglomerantes hidráulicos que poseen características múltiples: cemento "prompt" (fraguado muy rápido), cemento aluminoso (endurecimiento rápido, fuertes resistencias), conglomerantes de fraguado muy lento, etc.

Los productos empleados se presentan en polvo o en líquido. En el primer caso, y después de una conservación de varios años, se han podido comprobar formaciones de grumos o aterronamiento en el interior de los embalajes, o, en el caso de productos líquidos, corrosiones de los recipientes metálicos o su estallido: es la razón por la que sería interesante conocer la fecha límite de empleo de los aditivos.

Los resultados de los ensayos muestran que es preciso ser prudente en el empleo de aditivos, a fin de evitar sobredosificaciones locales o globales, y a veces la mezcla de ciertos aditivos entre sí. Las sobredosificaciones locales pueden producirse principalmente si el aditivo se emplea en polvo, en dosis muy débiles, o si la repartición y la mezcla no se han hecho correctamente. El empleo de los aditivos debería hacerse con hormigones bien compuestos, pues no pueden mejorar mucho un hormigón que de origen esté mal hecho.