

ESTUDIO DE LA ADHERENCIA EN LA UNIÓN DE HORMIGÓN NUEVO CON HORMIGÓN VIEJO EN VIGAS DE HORMIGÓN SOMETIDAS A FLEXIÓN

Valdez Rodríguez Luis Fernando ¹

¹ Ingeniero Civil Investigador Junior Departamento de Estructuras – Carrera de Ingeniería Civil – Facultad de Ciencias y Tecnología – UAJMS - Tarija, Bolivia

Correo electrónico: vicmost@hotmail.com

RESUMEN

Al unir hormigón viejo con hormigón nuevo se tiene como problema la adherencia, que es muy difícil de lograr, por lo que las últimas tecnologías han desarrollado diferentes tipos de productos químicos (epóxicos) para lograr este objetivo, aunque se obtuvieron buenos resultados la adherencia monolítica es muy difícil de lograr por lo que es necesario realizar un estudio con cuatro métodos de adherencia en la unión de hormigón viejo con hormigón nuevo para establecer métodos de reducción de fisuras y evitar inconvenientes en la construcción.

Con la elaboración del presente trabajo de investigación se pretende instaurar el método de adherencia más eficaz tanto técnico como económico para unir hormigón nuevo con hormigón viejo en vigas sometidas a flexión utilizando tres tipos de materiales adherentes, además de dosificar dos tipos de viga patrón, una como valor máximo cuyas probetas no tendrán junta por lo que serán macizas y otras como valor mínimo cuyas probetas no tendrán tratamiento de junta.

El proyecto consistirá en un estudio de investigación experimental materializando dosificaciones en dos etapas para evaluar la adherencia que existe en la unión de hormigón nuevo con hormigón viejo en estructuras de hormigón sometidas a flexión.

ABSTRACT

By joining old concrete with new concrete, we have a problem of materials adhesion, which is very difficult to achieve. The latest technologies have developed different types of chemical products (epoxy) to achieve this goal, although good results were obtained by monolithic adhesion is very difficult to achieve. The purpose of this research is conduct a study with four methods of adhesion at the junction of old concrete with new concrete, and this way establish methods of reduction on the fissures and avoid disadvantages in the construction.

The elaboration of the present research aims to establish more effective adhesion method both technical and economical to attach concrete new with old concrete beams subjected to bending using three types of materials adhering, In addition to dispensing two types of beam pattern, one as maximum value whose specimens will have no Board that will be solid and others such as minimum value whose specimens will be tr...

INTRODUCCIÓN

La problemática actual de la sociedad a nivel mundial y en especial la de nuestro país, se encuentra plagada de conflictos políticos, económicos y en su mayoría sociales que desencadenan en contiendas entre distintos sectores, paros, toma de instituciones, etc. ocasionando que, las obras que se encuentran en plena etapa de ejecución, se tengan que paralizar. Otros factores que ocasionan la paralización son errores en el presupuesto, mala administración, insuficiencia de madera para el encofrado, construcción y factores ambientales.

Esto provoca que, cuando se reactive la construcción, se tenga que adherir el hormigón viejo y el hormigón nuevo en la mayoría de los casos sin ningún tipo de aditivo epóxico o sin el procedimiento de adherencia adecuado.

Los aditivos epóxicos son productos químicos creados con el fin de unir el hormigón nuevo con el hormigón viejo manteniendo sus características estructurales. El uso de estos aditivos no es común en obras por el costo que tienen y por la falta de exigencia que existe en el proceso de construcción.

Al ser escaso el uso de estos aditivos, en su lugar, algunas empresas optan por el uso de lechada de cemento, otras solo saturan la superficie de hormigón viejo y otras no usan nada, por lo que es necesario realizar un análisis de la influencia en las características estructurales del hormigón el uso o no de estos diferentes métodos de adherencia

en los puntos de unión de hormigón viejo con hormigón nuevo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar la adherencia entre hormigón nuevo y hormigón viejo en el pasado se ha usado capas de material adherente comúnmente mortero arena-cemento o pasta de cemento hidratado obteniendo mejores resultados con el último.

Algunas veces se usan resinas epóxicas como agentes de unión, estos materiales desarrollan buena adherencia alcanzando resistencias a tensión y cortante mayores que las del concreto. Son resistentes a la mayor parte de los químicos y algunas formulaciones son altamente resistentes al agua. No es posible alcanzar resultados aceptables cuando el concreto es colocado en capas delgadas. Hay algunas desventajas en el uso de las resinas epóxicas, como la toxicidad y su corta duración después de preparada. Se han relacionado con diferencias en las propiedades térmicas y de tensión; a módulos de elasticidad diferentes de los dos materiales.

Al ser los aditivos químicos productos elaborados con un fin específico, en este caso Sikadur 32 Gel y Colma Fix 32 utilizados para adherir hormigones a diferentes edades asegurando características necesarias en la obra a un costo muy elevado, por esta razón son productos muy poco utilizados en las construcciones.

Los materiales convencionales, como la leche de cemento, al ser productos mucho más económicos que los aditivos químicos cuya elaboración se realiza en obra al mezclar cemento y agua con 30% y 40% de cemento por unidad de volumen, pueden obtener características similares a los aditivos químicos a un costo mucho más bajo. Es así que este trabajo de investigación se realizó con el fin de determinar si, los materiales convencionales como la leche de cemento pueden reemplazar a los aditivos químicos, Sikadur 32 Gel y Colma Fix 32, cuando se trata de unir hormigón nuevo con hormigón viejo.

PROCEDIMIENTO

Inicialmente se realizara la caracterización de los agregados para establecer la dosificación correspondiente según la norma ACI (American Concrete Institute) para que así se pueda proceder con el hormigonado de las probetas tanto de viga como cilíndricas.

Las probetas serán vaciadas hasta un tercio de la luz total de la viga dejando un ángulo de espera de 45° para realizar el proceso de adherencia, esta inclinación está en función a las fisuras en las vigas de hormigón armado debido al esfuerzo cortante por tracción y por cortante/flexión, ambas ocasionadas por falla del hormigón al haber excedido su resistencia a tracción límite y se dejaran secar por 28 días cuando se supone alcance su resistencia máxima y la superficie de contacto se encuentre totalmente seca, posteriormente se efectuaran los métodos de adherencia con los tres materiales aditivos y se vaciara el tercio faltante de las probetas y se dejara secar por otros 28 días para así romper en laboratorio a flexión las probetas de vigas. Los materiales adherentes a usar son los aditivos químicos Colma Fix 32, Sikadur 32 Gel y el material convencional Lechada de cemento.

Figura 1. Elaboración de probetas



Además se realizará la elaboración de probetas patrón para establecer los rangos máximos y mínimos entre los cuales se supone deben estar los valores de las vigas con tratamiento de junta.

La primera viga patrón será maciza sin la unión entre hormigones a diferentes edades y se ensayarán a los 28 días cuyo valor será instaurado como el máximo a alcanzar por las vigas con tratamiento de junta.

La segunda viga patrón será con la unión entre hormigones a diferentes edades pero no tendrá tratamiento de junta y se ensayaran a los 28 días cuyo valor será establecido como el límite mínimo para las vigas con tratamiento de junta.

Procedimiento que se desarrolló en el laboratorio para la realización de los ensayos

- Se realizó el mezclado de la grava, arena, cemento y agua mediante una mezcladora para lograr la distribución homogénea de los mismos.
- Una vez realizada la pasta de hormigón se procedió a efectuar el ensayo del cono de Abrams para ver el asentamiento que sufre la pasta.
- Una vez ejecutado el cono de Abrams se procedió a colocar la pasta en 2 capas, cada capa con la cantidad de golpes con la varilla necesarias para que la mezcla sea homogénea en moldes cúbicos de lado 15cm x 15cm y de largo 60 cm tal como se especifica en la norma para ensayos de rotura. El mismo que se realizó en dos etapas, la primera hasta un tercio de viga dejando un ángulo de espera de 45° para realizar el proceso de adherencia, esta inclinación está en función a las fisuras en las vigas de hormigón armado debido al esfuerzo cortante por tracción y por cortante/flexión ambas ocasionadas por falla del hormigón al haber excedido su resistencia a tracción máxima. Después de los 28 días se completó los dos tercios de viga faltante utilizando el aditivo y el método correspondiente para mejorar la adherencia.
- Pasada las 24 horas se procedió a quitar los moldes cilíndricos y realizar el curado de las probetas en agua como se muestra en la figura.
- La rotura de probetas se la realizó a los 28 días de edad del hormigón mediante el equipo que se muestra en la figura.
- Una vez ejecutado el cono de Abrams se procedió a colocar la pasta en 3 capas cada capa con 25 golpes con la varilla en moldes cilíndricos de diámetro 15 cm y de altura 30 cm tal como se especifica en la norma para ensayos de rotura.
- Pasada las 24 horas se procedió a quitar los moldes cilíndricos y efectuar el curado de las probetas en agua. La rotura de probetas se la realizó a los 28 días de edad del hormigón mediante el equipo que se muestra en la figura.

La medida de la resistencia a flexión se realizara mediante pruebas estandarizadas de la norma ASTM C 78. Por lo tanto las probetas serán elaboradas en vigas de 15cm x 15cm de sección y 60 cm de largo.

Figura 2. Ensayo a flexión



La información de los datos para la rotura de probetas se basara en el procedimiento probabilístico de muestreo aleatorio simple, es decir cada medición tendrá una muestra de 11 probetas para las vigas que serán ensayadas a flexión haciendo un total de 55 vigas y 3 probetas cilíndricas para el ensayo a compresión.

Figura 3. Ensayo a compresión



Ensayo de Resistencia

Determinación de la resistencia a tracción por flexión de las vigas con diferentes tipos de junta y para las vigas patrón, para realizar un evaluó de la junta.

- F = Carga directa aplicada con la prensa de flexo tracción.
- a = Dimensión o lado de la sección de la viga.
- f_{ct} = Resistencia a tracción.

$$f_{ct} = \left(\frac{3 * F}{a^2} \right) * 0.5$$

RESULTADOS

Una vez realizada la caracterización de agregados se estableció la dosificación adecuada y se

ejecutó el vaciado las probetas de viga y cilíndricas en función al procedimiento mencionado anteriormente, después del curado respectivo se procedió a realizar los ensayos correspondientes.

Tabla 1. Determinación de la resistencia a tracción por sometimiento a flexión de las vigas.

ADITIVO PARA JUNTA	RESISTENCIA A TRACCIÓN POR FLEXIÓN MEDIA (Kg/cm ²)	DESVIACION. STANDARD.	COEF. DE STUDENT "K"	RESISTENCIA A TRACCIÓN POR FLEXIÓN CARACTERÍSTICA (Kg/cm ²)
Macizo	19.800	1,695	1,800	16,749
Sin Tratamiento	14,416	1,005	1,800	12,607
Colma Fix 32	18,298	1,460	1,800	15,714
Leche de Cemento	17,256	1,866	1,800	13,907
Sikadur 32 Gel	17,049	1,380	1,800	14,566

Tabla 2. Determinación de la resistencia a compresión del hormigón.

ELEMENTO	IDENTIFICACION	RESISTENCIA A LOS 28 DIAS [Kg/cm ²]
Probeta Patrón	1	222,68
Probeta Patrón	2	230,25
Probeta Patrón	3	226,67
Resistencia media a compresión		226,53

ANÁLISIS DE RESULTADOS

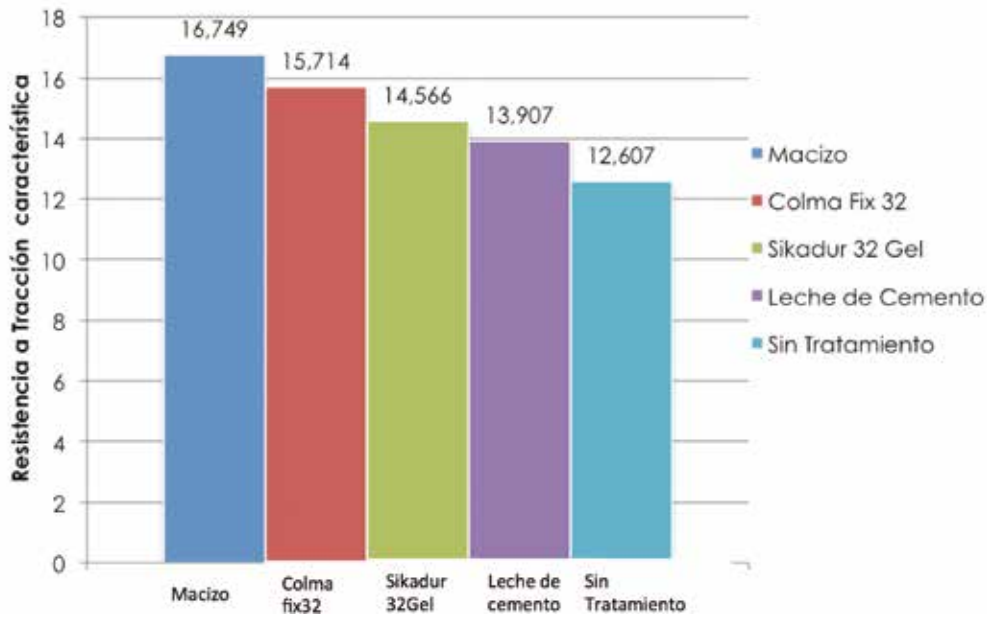
Ensayo a compresión

Las probetas cilíndricas alcanzaron una resistencia media de 226,53 kg/cm² mayor a lo esperado que era de 210 kg/cm², esto se debe a que se realizó un control muy estricto al momento de dosificar y los agregados eran bien lavados, por lo que el hormigón cuenta con las condiciones necesarias para realizar el análisis de la junta con aditivo.

Ensayo a flexión

La resistencia a la tracción por flexión o Módulo de Rotura para los diferentes tipos de tratamientos de junta con materiales aditivos diferentes se muestran en la siguiente gráfica:

Figura 4. Resistencia a Tracción por flexión característica Kg/cm²



Las vigas con junta tratada con los aditivos Colma Fix 32, Sikadur 32 Gel, leche de cemento y las vigas macizas se rompieron de forma vertical por la parte central o sobre el apoyo donde empieza la inclinación de la junta que era lo esperado.

Las vigas sin tratamiento se rompieron de forma inclinada justo por donde pasaba la línea de la junta de unión.

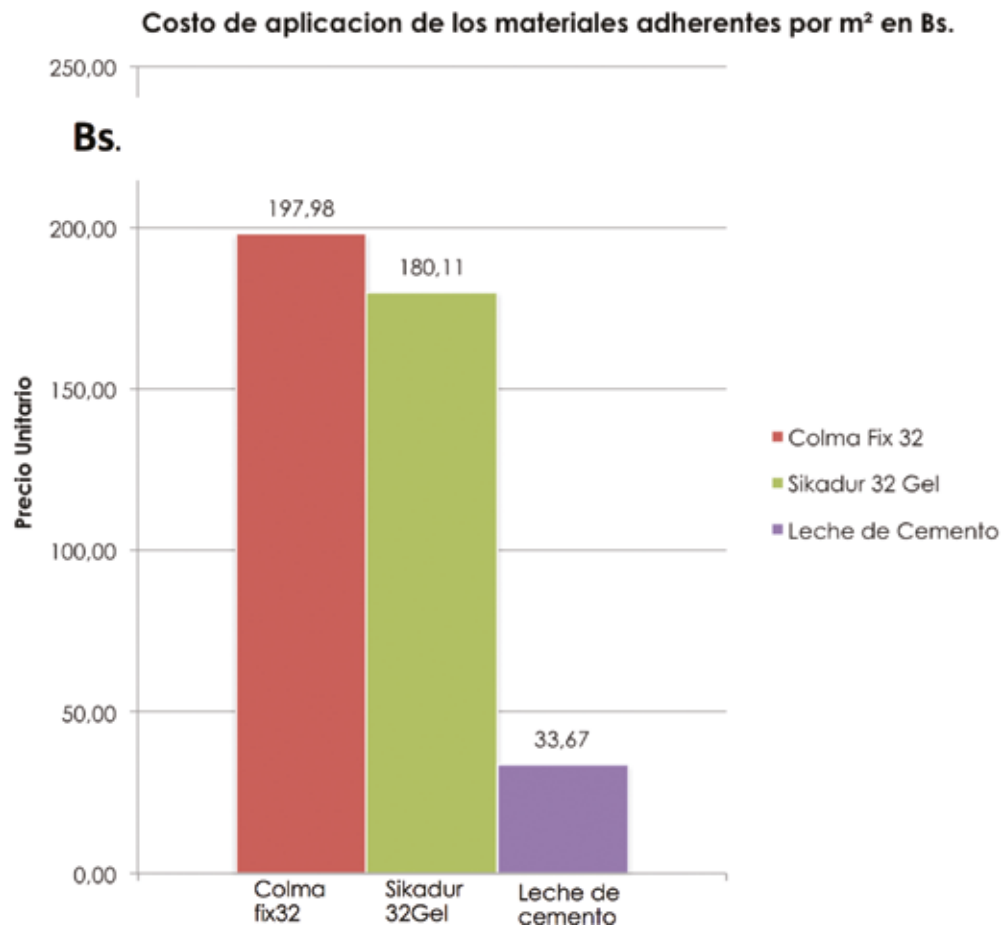
Como se puede observar Colma Fix 32 se encuentra por encima de los otros materiales adherentes como Sikadur 32 Gel y leche de cemento.

La diferencia entre la junta tratada con Colma Fix 32 que es el mayor y la junta tratada con

leche de cemento que es la menor, es de 1,807 kg/cm², cuyo valor es técnicamente mínimo por lo que se concluye que cualquiera de los materiales adherentes utilizados en los ensayos de este trabajo de investigación como ser leche de Cemento, Colma Fix 32 y Sikadur 32 Gel son útiles para realizar la junta de adherencia entre hormigón nuevo y hormigón viejo.

Análisis Económico.

En cuanto al análisis económico, el rendimiento y el costo de los productos químicos y de la leche de cemento se representa en los siguientes cuadros de Precios Unitarios:

Figura 5. Gráfico comparativo entre el costo en Bs. De los diferentes materiales aditivos.

Como se puede observar en la gráfica 2, el m² de junta de Colma Fix 32 tiene un costo de Bs. 197,98, el m² de junta de Sikadur 32 Gel tiene un costo de Bs. 180,11 y el m² de junta Leche de Cemento tiene un costo de Bs. 33,67. Al ser la leche de cemento una pasta muy diluida su rendimiento aumenta considerablemente en comparación con los productos químicos que son sustancias muy densas, además de que el costo que existe entre los productos químicos y la leche de cemento es demasiado grande.

Por lo que la junta con tratamiento de Lechada de Cemento es, económicamente, la más ideal para realizar este tipo de juntas.

DISCUSIÓN

En el presente trabajo, por tratarse de elaborar un análisis de la junta de unión entre hormigón nuevo con hormigón viejo con tres tipos de materiales adherentes se ha llegado a las siguientes conclusiones:.

- Se realizó el estudio de las características necesarias para dosificar, del agregado grueso y del agregado fino, en el Laboratorio de Suelos

y Hormigones de la UA JMS. en función a las normas establecidas.

- Las características de los agregados se encuentran dentro de los rangos establecidos por la norma por lo que son aptos para dosificar.
- Se ejecutó el vaciado de las probetas cilíndricas las mismas que alcanzaron una resistencia a compresión media de 226,53 kg/cm² a los 28 días de edad del hormigón.
- Se efectuó el vaciado de las probetas de viga en dos etapas con una diferencia de 28 días usando para adherir el hormigón fresco con el hormigón endurecido tres tipos de materiales adherentes según especificaciones.
- Se ensayó por flexión a las probetas de viga con lo cual se pudo determinar los valores de la resistencia a tracción por flexión o módulos de rotura medios (M. R.) para cada tipo de tratamiento de junta los mismos que se usaron para determinar la mejor alternativa.
- Después de realizado los análisis correspondientes el método de adherencia más eficaz tanto técnico como económico para unir hormigón nuevo con hormigón viejo en vigas sometidas a flexión es la aplicación de la leche de cemento el cual tiene un M. R. de 13,907 kg/cm² y un costo unitario de Bs. 33,67 el m².

- La leche de cemento puede reemplazar a los aditivos químicos, significando un costo menor y conservando en un 83,03 % de la resistencia de la viga patrón, cuando se trata de adherir hormigón nuevo con hormigón viejo.

En función a los resultados obtenidos se puede recomendar el uso de la leche de cemento cuando se trata de adherir hormigón nuevo con hormigón viejo en vigas de hormigón sometidas a flexión ya que el mismo es un producto convencional de elaboración en obra, que conserva en un 83% las características mecánicas para este tipo de unión a un costo mucho menor que los aditivos químicos.

BIBLIOGRAFÍA

Castellanos Vásquez J. (2014) "Compendio preparado por el docente de la asignatura" UAJMS -Tarija.

American Concrete Institute (ACI) (2005), "Normas de Dosificación de Hormigones", Estados Unidos.

American Society Testing Materials (ASTM.) (1999), "Manual de normas" Volumen 4.02, Estados Unidos"

Méndez Álvarez C. E. (2001) "Metodología, Diseño y Desarrollo del Proceso de Investigación", Colombia.

Arredondo F. (1972) "Estudio de Materiales V-Hormigones.", Madrid.

SIKA Informaciones Técnicas (2014) "Colma Fix 32", pp 2.

SIKA Informaciones Técnicas (2014) "Sikadur 32 Gel", pp 2.

Fernández Paris J. M. (1992) "La pasta hidratada de cemento Portland", España.