

el relleno de taladros producidos por la extracción de probetas-testigo y su influencia en la resistencia de los pilares de hormigón armado

J. CALAVERA, Dr. Ingeniero de Caminos
G. APARICIO, Ingeniero de Caminos
A. DELIBES, Ingeniero de Caminos
G. GONZALEZ ISABEL, Ingeniero Técnico C. C.

sinopsis Los autores han realizado en el Instituto Técnico de Materiales y Construcciones (INTEMAC) tres series de ensayos con un total de 24 pilares de hormigón armado, estudiando la influencia de distintos tipos de relleno de los taladros de probetas-testigo efectuados en ellos.

Las conclusiones obtenidas permiten establecer que la resistencia de los pilares se recupera íntegramente al rellenar, tanto con tratamiento de resina en las paredes del taladro y relleno de hormigón, como si el relleno se realiza con hormigón y un agente expansivo.

El hecho de que se incremente la carga del pilar, cuando el hormigón de relleno es joven, no altera la capacidad final de la pieza. Tampoco el que el taladro y posterior relleno se realice en pilares sometidos al 50 % de su carga de rotura afecta a la resistencia final.

464-3

OBJETO DE LA INVESTIGACION

La extracción de probetas-testigo de hormigón endurecido es, actualmente, el método más seguro para la investigación de la resistencia del hormigón en estructuras acabadas. Sin embargo, su extracción afecta a la resistencia de la estructura y, por lo tanto, debería siempre ir precedida de un estudio cuidadoso de las condiciones de seguridad de la misma. Por otro lado, en muchos casos la disminución de resistencia producida por la extracción es aceptable en un cierto estado de carga durante la ejecución de la construcción, pero no en el estado final de uso. Por este motivo es práctica habitual el rellenar los taladros con mortero u hormigón.

Los autores, dentro de un Programa de Investigación desarrollado en 1973 y 1974 por el Instituto Técnico de Materiales y Construcciones (INTEMAC), han ensayado tres series, con un total de 24 pilares de hormigón armado, encaminadas a estudiar los siguientes aspectos del problema.

Primera serie

- Pérdida de resistencia producida en el pilar por el taladro (sin relleno).
- Eficacia de dos tipos diferentes de relleno.

Segunda serie

Influencia de un incremento de carga del pilar a las 24 horas de rellenado el taladro. Este caso se halla relacionado con el problema práctico, de si a continuación de rellenarse el taladro puede proseguirse inmediatamente la ejecución de la estructura.

Tercera serie

Pérdida de resistencia producida por la realización del taladro y del relleno en pilares sometidos a su carga de servicio y en los cuales, por consiguiente, el relleno pudiera ser activo sólo para los incrementos de carga a partir de la existente en el momento de la extracción, pero no para las cargas ya actuantes en ese momento.

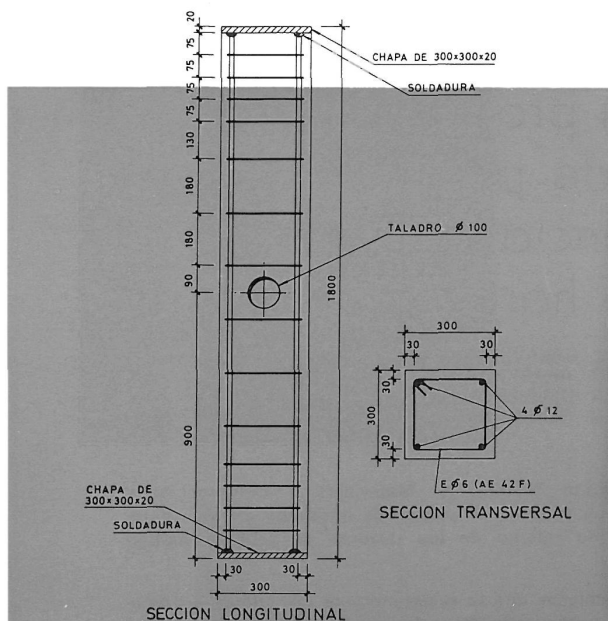


Fig. 1

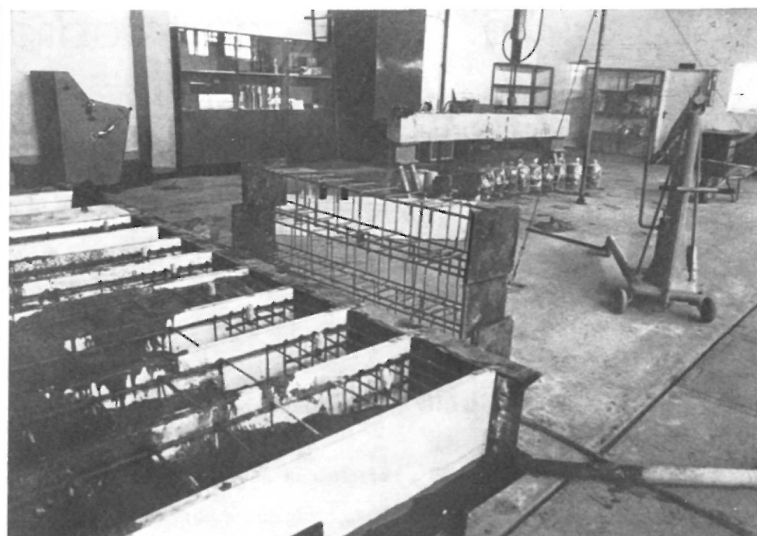


Fig. 2

REALIZACION Y RESULTADOS DE LA PRIMERA SERIE

Los pilares ensayados tenían las dimensiones indicadas en la figura 1. Se consideró que la esbeltez 6 hacía despreciable el efecto de zunchado de los platos de la prensa y, por otro lado, era suficientemente baja para evitar problemas de inestabilidad.

El hormigonado se realizó en posición horizontal —para reducir al mínimo la variación de resistencia dentro de cada pieza— en molde metálico con separadores de madera chapada, compactándose el hormigón con vibradores de inmersión (fig. 2). El acero empleado fue TETRA-CERO-42. Las cuatro barras de cada pilar procedían de una misma barra de 12 m, de la cual se ensayaba una probeta en el momento del ensayo del pilar correspondiente, con objeto de tener en cuenta el incremento de límite elástico producido por el tiempo en los aceros estirados en frío.

El taladro se realizó con sonda rotativa, en la posición central indicada en la figura 1.

De los doce pilares hormigonados, tres se ensayaban taladrados, pero sin rellenar el taladro, con objeto de comprobar la influencia del mismo en la resistencia del pilar. Otros tres se ensayaban con el taladro relleno de hormigón, habiéndose aplicado previamente resina epoxi a la superficie del taladro. En otros tres se relleno el taladro con hormigón conteniendo un agente expansivo y, finalmente, los tres restantes se ensayaron sin taladrar.

La resina empleada fue HOREPOX (B y A) y el agente expansivo, MERKAB, dosificado al 2 % del peso del cemento.

Los pilares se ensayaron hasta rotura en una prensa con gato ICON de 600 t, accionado por un armario de presión MANN de doble manómetro (fig. 3). El tiempo de ensayo fue de aproximadamente una hora para cada pilar. El proceso de carga consistió en aplicar un primer escalón con carga igual al 40 % de la de rotura prevista en función de las resistencias de las probetas de hormigón y de las de acero (ambas ensayadas el mismo día que el pilar), mediante la fórmula:

$$N_{ut} = 0,85 \cdot (A_c \cdot f_{ct} + A_t \cdot f_{cm}) + A_s \cdot f_{0,2} \quad [1]$$

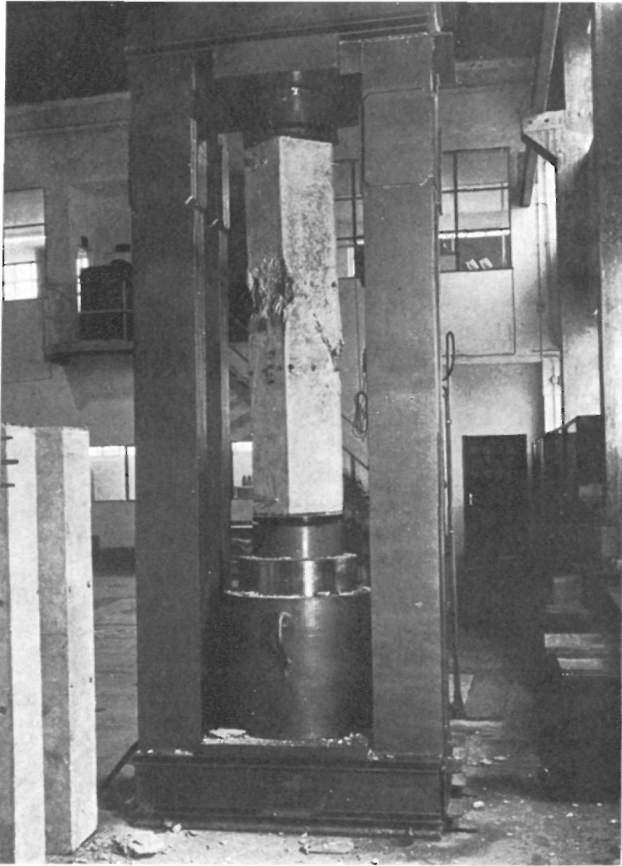


Fig. 3

donde:

N_{ut} = Carga teórica de rotura del pilar.

A_c = Area de la sección de hormigón del pilar (en general, 895 cm², y en la sección del taladro, 595 cm²).

A_t = Area de la sección del taladro (300 cm²).

f_{ct} = Resistencia del hormigón medida en testigo curado en las mismas condiciones que el pilar.

f_{cm} = Resistencia del hormigón de relleno.

A_s = Area de la sección de la armadura longitudinal.

$f_{0,2}$ = Límite elástico del acero *.

* Desde un punto de vista estricto debía tomarse, en lugar del límite elástico, la tensión del acero al agotarse el pilar. Tratándose de ensayos rápidos este acortamiento es del orden de 2 a 2,5 ‰, con lo cual la tensión es inferior a f_s , pero dada la baja cuantía de armadura empleada, el error es del orden del 1 ‰, en la carga del pilar en rotura.

Esta fórmula es válida siempre que $f_{ct} \geq f_{cm}$. En caso contrario, la capacidad del pilar viene determinada por la resistencia de la sección fuera de la zona de taladro. A continuación, la carga se incrementaba al 60 % de la de rotura prevista y después al 80 %. A partir de este momento, los incrementos eran de 5 en 5 % hasta alcanzarse la rotura.

En el **cuadro C-1** se resumen todos los resultados que se han considerado de interés.

CUADRO C-1 - PRIMERA SERIE

REFERENC.	CARACTERÍSTICAS DEL PILAR	CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES						EDAD DEL PILAR (días)			CARGA DE ROTURA EN ENSAYO N_{ue} (t)	RELACION $K = \frac{N_{ue}}{N_{ut}}$ (**)	
		TESTIGOS DE HORMIGÓN (PILAR) (100 x 200)			HORMIGÓN DE RELLENO (Probetas moldeadas 150x300)			ACERO $f_{0,2}$ (kp/cm ²)	AL REALIZAR EL TALADRO	AL RELLENAR EL TALADRO			EN EL ENSAYO
		EDAD (días)	FORMA DE CURADO	f_{ct} (kp/cm ²)	EDAD (días)	FORMA DE CURADO	f_{cm} (kp/cm ²)						
S-1/1	TALADRADO SIN RELLENAR	27		219			—	4545		—	27	130.6	1.00
S-1/5		28		221	16		—	4636	11	—	28	132.0	1.00
S-1/9		29		224			—	4564		—	29	133.2	1.00
S-1/2	TALADRADO Y RELLENO CON RESINA Y HORMIGÓN	27	EN NAVE DE ENSAYOS COMO LOS PILARES	222	EN NAVE DE ENSAYOS COMO LOS PILARES			4636		11	27	180.7	1.00
S-1/6		28		227		16	186	4454	11	12	28	183.6	1.00
S-1/10		30		229				4682		14	30	186.0	1.01
S-1/3	TALADRADO Y RELLENO CON HORMIGÓN Y AGENTE EXPANSIVO	27	EN NAVE DE ENSAYOS COMO LOS PILARES	222	EN NAVE DE ENSAYOS COMO LOS PILARES			4409		11	27	179.7	1.01
S-1/7		29		224		16	176	4545	11	13	29	181.8	1.01
S-1/11		30		230				4454		14	30	185.7	1.02
S-1/4	INALTERADO	28		222*	—		—	4545	—	—	28	189.8	1.00
S-1/8		29		224*	—		—	4364	—	—	29	190.6	1.00
S-1/12		30		229*	—		—	4482	—	—	30	194.9	1.00

(*) El valor indicado es la media de los valores de los testigos extraídos de los dos pilares más próximos en el molde.

(**) El valor N_{ut} es el obtenido de acuerdo con las resistencias de los materiales que figuran en el cuadro, aplicando la fórmula [1]



Fig. 4

La columna de valores K indica la relación entre la resistencia del pilar obtenida en el ensayo y la prevista de acuerdo con la fórmula [1], aplicada siempre a la sección central del pilar, o sea, a la que contiene el taladro, si es que lo hay*.

Un dato adicional importante es que en los pilares sin macizar y entre el 40 y 50 % de la carga prevista de rotura aparecieron en general grietas verticales (fig. 4) en el plano medio y a ambos lados del taladro, con unos 60 cm de longitud. Esta fisura no apareció en los pilares con taladro macizado. El fenómeno parece presentar interés como síntoma de aviso durante la realización de taladros en pilares de estructuras reales, ya que aquí se trataba del caso pésimo que puede presentarse en la práctica por emplearse cuantía mínima y reducción de sección por taladro del 33 %, que es la máxima recomendable con carácter general.

Sobre los soportes se colocaron parejas de bases en la disposición indicada en la figura 4 y se midieron los acortamientos en los distintos escalones de carga mediante un extensómetro mecánico de apreciación 1/400.000. En los pilares con taladro sin macizar se apreció en los escalones iniciales de carga una mayor deformación en la base central contenida en el plano vertical que pasa por el eje del taladro, respecto a las bases contiguas. Sin embargo, a medida que avanza el proceso de cargas, las deformaciones en las tres bases se igualan. En los pilares sin taladrar y en los macizados, las bases no presentaron diferencias sensibles de lectura en todo el proceso de carga. Esto prueba que el material de relleno es colaborante desde un principio y que la influencia de cualquier posible retracción es despreciable.

En la figura 5 puede verse una rotura típica de un pilar con taladro sin macizar, y la 6 muestra la correspondiente a otro pilar con taladro macizado.

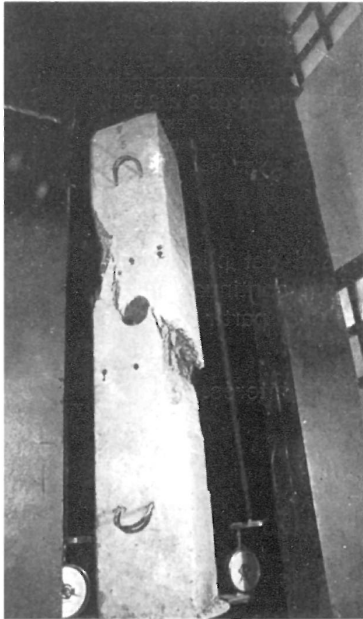
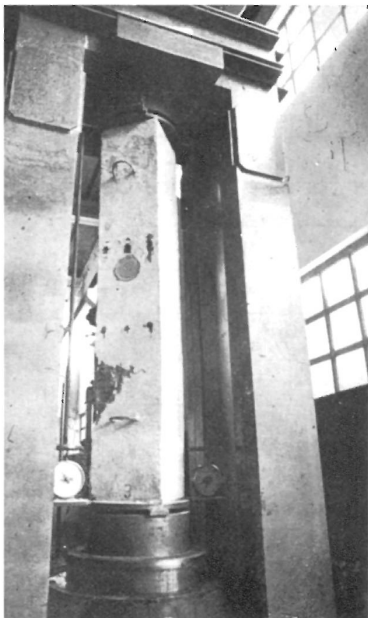


Fig. 5

Fig. 6



REALIZACION Y RESULTADOS DE LA SEGUNDA SERIE

En la **primera serie**, la edad del hormigón de relleno era de 16 días al aplicar carga a los pilares. En la práctica habitual, una vez realizados y rellenados los taladros, surge la duda de si es posible continuar la realización de la obra, provocando en ese caso aumentos de carga en los pilares taladrados que, a su vez, supondrán la solicitud del hormigón de relleno a edades muy tempranas.

Con objeto de aclarar este punto, se realizó la **segunda serie**, compuesta por tres pilares: el primero de ellos se ensayó sin taladrar, el segundo taladrando, pero sin rellenar, y el tercero con el taladro tratado con resina epoxi y relleno con hormigón.

* En general, las roturas se produjeron en el escalón previsto, aunque con distintos tiempos de permanencia en dicho escalón. Si $K < 1$ quiere decir que la rotura se produjo al pasar del escalón anterior al teórico de rotura. Si $K > 1$ significa que la rotura se produjo al pasar del escalón teórico de rotura al siguiente.

La disposición y armadura de pilares es idéntica a la empleada en la **primera serie**, salvo que se empleó acero TOR-50. También son análogos los procedimientos de hormigonado, ejecución y relleno de los taladros.

La resina epoxi fue idéntica a la empleada en la **primera serie**.

A los 20 días de edad se realizaron los taladros, que se rellenaron en el día. A las 24 horas se aplicó, mediante yugos exteriores actuando sobre las chapas de cabeza de los pilares, un pretensado centrado mediante cordones $\varnothing 0,6''$ y terminales C.T.T. La carga de pretensado permanente introducida fue del 33 % de la de rotura prevista a 28 días mediante la fórmula [1]. El pretensado se mantuvo durante una semana, y en esa fecha se retiró y ensayaron los pilares. (Se realizaron varios retesados de los cordones para corregir pérdidas).

El dispositivo de ensayo y el proceso de carga fueron idénticos a los adoptados para la primera serie.

Los resultados se resumen en el **cuadro C-2**.

REALIZACION Y RESULTADOS DE LA TERCERA SERIE

Los resultados de las **primera y segunda series** serían objetables sin la realización de esta **tercera**, puesto que, en la práctica, los pilares de las estructuras reales se hallan sometidos ya a carga, durante la ejecución y posterior relleno del taladro, con lo cual el material de relleno pudiera no resultar plenamente colaborante.

Para comprobar este punto, en la **tercera serie** se hormigonaron nueve pilares: tres se ensayaron inalterados. Otros tres, con el taladro tratado con resina y relleno con hormigón; a los otros tres, antes de la ejecución del taladro se les aplicó una fuerza de pretensado igual al 50 % de la carga prevista de rotura. Una vez aplicada esta carga, a los 33 días de edad, se ejecutaron en el mismo día los taladros, procediéndose dos días después a rellenarlos y ensayándose cuando el relleno alcanzó los 21 días de edad.

El tipo de pilares y su armadura era idéntico al de la **primera serie**, salvo en los dispositivos de cabeza indicados en la figura 7 para introducir el pretensado y mantenerlo hasta la rotura

CUADRO C-2 - SEGUNDA SERIE

REFERENC.	CARACTERISTICAS DEL PILAR	CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES						EDAD DEL PILAR (días)				CARGA DE ROTURA EN ENSAYO N_{ue} (t)	RELACION $K = \frac{N_{ue}}{N_{ut}}$ (**)	
		TESTIGOS DE HORMIGÓN (PILAR) (100x200)			HORMIGÓN DE RELLENO (Probetas moldeadas 150x300)			ACERO $f_{o,2}$ (kp/cm ²)	AL REALIZAR EL TALADRO	AL RELLENAR EL TALADRO	AL PRETENSAR			EN EL ENSAYO
		EDAD (días)	FORMA DE CURADO	f_{ct} (kp/cm ²)	EDAD (días)	FORMA DE CURADO	f_{cm} (kp/cm ²)							
S-2/1	INALTERADO	28	EN NAVE DE ENSAYOS COMO LOS PILARES	280*	8	EN NAVE DE ENSAYOS COMO LOS PILARES	265	5522	—	—	21	28	239.2	1.00
S-2/2	TALADRADO SIN RELLENAR	28		282	8		265	5044	20	20	21	28	165.2	0.99
S-2/3	TALADRADO Y RELLENO CON RESINA Y HORMIGÓN	28		278	8		265	4996	20	20	21	28	235.3	1.01

(*) El valor indicado es la media de los valores de los testigos extraídos de los otros dos pilares.

(**) El valor N_{ut} es el obtenido de acuerdo con las resistencias de los materiales que figuran en el cuadro, aplicando la fórmula [1]

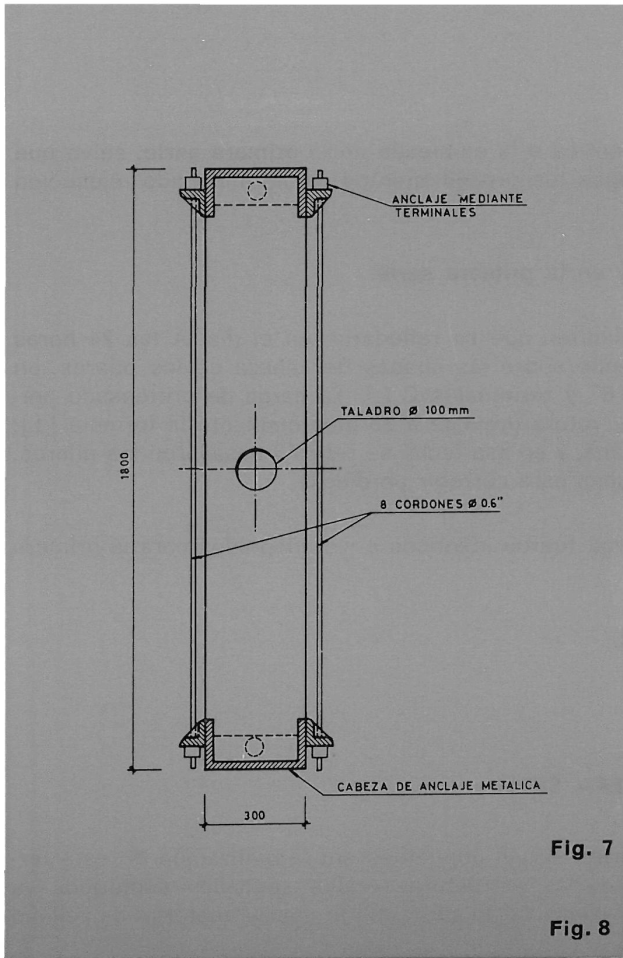
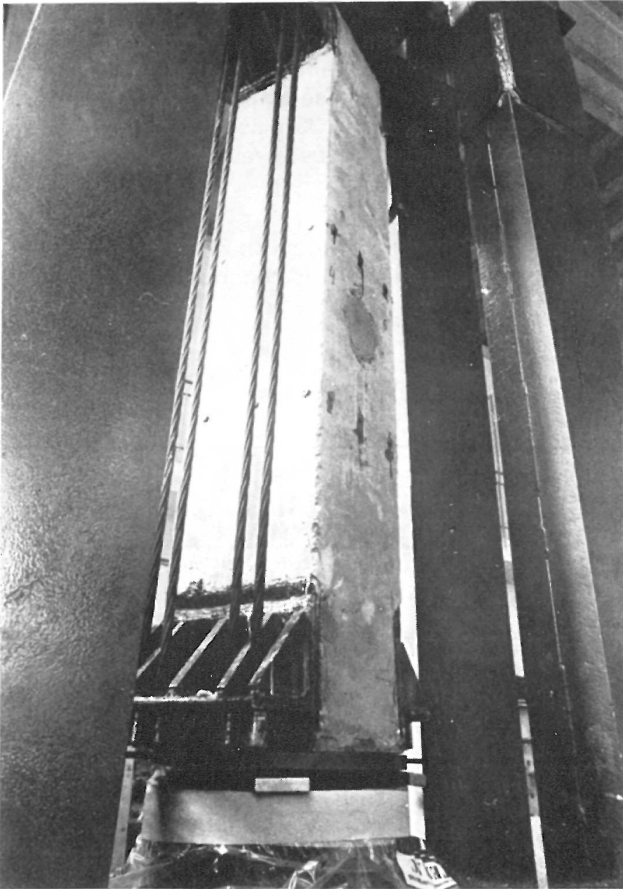


Fig. 7

Fig. 8



del pilar. También el proceso de hormigonado y de ejecución y relleno de taladros fueron idénticos a las **primera y segunda series**. En todos los casos los cordones se retesaron varias veces para compensar pérdidas.

El dispositivo de ensayo fue el mismo de las **series** anteriores, pero el proceso de carga se varió de acuerdo con lo siguiente:

Una vez colocado el pilar en prensa y verificado su centrado, se aplicó una carga igual al 25 % del pretensado actuante y se retiraron dos de los ocho cordones (fig. 8).

A continuación se subió la carga al 50 % del pretensado, y se retiraron otros dos cordones, repitiéndose el proceso hasta haber retirado los ocho cordones de pretensado. A partir de este momento se incrementó la carga por escalones del 5 % de la teórica prevista de rotura, hasta alcanzar la del pilar.

Los resultados se resumen en el **cuadro C-3**. Debe añadirse que al realizarse el taladro bajo carga del 50 % se observó en general la aparición de la fisura presentada ya en la **primera serie**, lo que confirma el carácter de «aviso» de este fenómeno. En esta **tercera serie**, al ser el material de relleno de resistencia notablemente menor, en el momento del ensayo, que el hormigón del pilar, la rotura afectó en general a la sección de relleno.

COMENTARIOS Y CONCLUSIONES DE LAS TRES SERIES DE ENSAYO

Los ensayos de la **primera serie** permiten establecer las conclusiones siguientes:

- 1.ª La reducción de resistencia provocada por la realización de un taladro en un pilar es la que se deduce de considerar la correspondiente pérdida de la sección de hormi-

CUADRO C-3 - TERCERA SERIE

REFERENC.	CARACTERÍSTICAS DEL PILAR	CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES						EDAD DEL PILAR (días)				CARGA DE ROTURA EN ENSAYO N_{ut} (t)	RELACION $K = \frac{N_{ue}}{N_{ut}}$ (**)
		TESTIGOS DE HORMIGÓN (PILAR) (100x200)		HORMIGÓN DE RELLENO (Probetas moldeadas 150x300)		ACERO $f_{o,2}$ (kp/cm ²)	AL PRETENSAR	AL REALIZAR EL TALADRO	AL RELLENAR EL TALADRO	EN EL ENSAYO			
		EDAD (días)	FORMA DE CURADO	f_{ct} (kp/cm ²)	EDAD (días)						FORMA DE CURADO		
S-3/1	INALTERADO	—	EN NAVE DE ENSAYOS COMO LOS PILARES	242*	21	120	—	—	—	54	202.9	0.99	
S-3/2		—		242*									
S-3/4		—		241*									
S-3/3	TALADRADO	—	EN NAVE DE ENSAYOS COMO LOS PILARES	242	21	120	—	—	—	55	173.8	1.00	
S-3/6	Y RELLENO CON	22		240									
S-3/8	RESINA Y HORMIGÓN	—		244									
S-3/5	PRETENSADO	—		239									
S-3/7	TALADRADO Y RELLENO CON RESINA	23	EN NAVE DE ENSAYOS COMO LOS PILARES	237	21	120	33	33	35	56	172.0	1.00	
S-3/9	Y HORMIGÓN			243									

(*) El valor indicado es la media de los valores de los testigos extraídos de los dos pilares más próximos en el molde.

(**) El valor N_{ut} es el obtenido de acuerdo con las resistencias de los materiales que figuran en el cuadro, aplicando la fórmula [1]

gón. Esto coincide con lo establecido por Kirtschig (1) * en 1968 y por Petersons (2) en 1971. La ley expuesta es válida para pérdidas de sección no superiores a un tercio y taladros centrados respecto a la sección del pilar.

- 2.^a El tratamiento de la superficie del taladro con resina epoxi, rellenándolo posteriormente con hormigón, o el relleno directamente con hormigón al que se ha añadido un agente expansivo, permite generalizar a las secciones compuestas de hormigón del pilar, hormigón del relleno y armadura, la ley aditiva de la compresión centrada, generalizada para las dos resistencias de hormigón.
- 3.^a Ambos procedimientos de relleno permiten recuperar la capacidad resistente primitiva del pilar antes de ser taladrado, siempre que en el momento de la rotura el hormigón de relleno presente una resistencia igual o superior a la del pilar. Estos resultados coinciden sensiblemente con lo obtenido por Ramírez y Bárcena (3 y 4), que llegan a disminuciones de resistencia inferiores al 15 %, en pilares de 25 × 25 con taladro de 10 cm, lo que supera la recomendación de la conclusión 1.^a y pudiera explicar la diferencia, por otra parte, de escasa importancia.

En definitiva, la investigación de la **primera serie** (corroborada por los resultados análogos de las **segunda y tercera series**) confirma los resultados anteriores de Kirtschig y Petersons y los de Ramírez y Bárcena, estos últimos desarrollados en los Laboratorios «J. L. Torrontegui», de Bilbao, en la misma época que los nuestros, aunque sin contacto entre ambos equipos.

Los resultados de las **segunda y tercera series** permiten generalizar las conclusiones anteriores —obtenidas en pilares cuyo taladrado y posterior relleno se hace con el pilar descargado, y sin que se produzcan incrementos de carga mientras el hormigón de relleno tiene poca edad— a los casos de estructuras reales. En ellas el pilar suele tener una carga apreciable, que al realizarse el taladro, en la sección correspondiente, pasa a ser absorbida exclusivamente por la sección reducida y, como consecuencia, el material de relleno pudiera ser solamente útil para los incrementos de carga que ocurran a partir de un suficiente endurecimiento del material de relleno.

* Los números entre paréntesis corresponden a la bibliografía citada al final del trabajo.

Los resultados de la **segunda serie** permiten establecer las siguientes conclusiones:

- 4.ª El hecho de aplicar un incremento de carga importante al pilar (hasta un 33 % de su carga de rotura), cuando el hormigón del relleno tiene poca edad (24 horas), no disminuye de manera apreciable la capacidad resistente del pilar.
- 5.ª Por lo tanto, no es necesario disminuir (dentro de los límites investigados) el ritmo de construcción por el hecho de haberse extraído testigos (si la resistencia obtenida mediante su ensayo es correcta), siempre que se rellenen inmediatamente los taladros por un procedimiento adecuado.

Es evidente, de todas formas, la conveniencia de realizar el relleno con hormigón de alta resistencia para que se iguale rápidamente con la del pilar.

Los resultados de la **tercera serie** conducen a la conclusión siguiente:

- 6.ª Para pilares sometidos en el momento de la extracción de testigos a cargas de hasta el 50 % de la de rotura, el hormigón de los taladros es plenamente colaborante y la capacidad resistente del pilar se recupera con el relleno de los taladros.

BIBLIOGRAFIA

- (1) KIRTSCHEG, K.: «Zur Frage der Bohrkernentnahme and Stahlbetonsäulen und balken». Betonstem-Zeitung, 1968: 8.
- (2) PETERSONS, N.: «Recommendations for estimation of quality of concrete in finished structures». Materials and Structures. Nov.-Dec. 1971.
- (3) RAMIREZ, J. L., y BARCENA, J. M.: «Aportación en torno a la valoración de la calidad resistente del hormigón de estructuras por medio de probetas-testigo extraídas por corte». Informes de la Construcción, número 255, 1973.
- (4) RAMIREZ, J. L., y BARCENA, J. M.: «Relación entre la resistencia de hormigón de las estructuras y la obtenida mediante ensayo de probetas-testigo extraídas por corte». Congreso de la Asociación Española para el Control de la Calidad. Barcelona, diciembre 1974.

résumé

Le remplissage des trous de forage percés pour l'obtention des éprouvettes et son influence sur la résistance des piliers en béton armé

J. Calavera,
Dr. ingénieur des Ponts et Chaussées

G. Aparicio et A. Delibes,
ingénieurs des Ponts et Chaussées

G. González Isabel,
ingénieur technique C.C.

Trois séries d'essais ont été réalisées par les auteurs avec un total de 24 piliers en béton armé à l'Institut Técnico de Materiales y Construcciones (INTEMAC) pour étudier l'influence des différents remplissages des trous de forage percés pour obtenir des éprouvettes des piliers.

Les conclusions tirées de ces essais permettent d'affirmer que les piliers récupèrent entièrement la résistance, soit par le système d'enduire de résine les parois du trou et puis remplissage avec béton, soit par remplissage avec béton et un agent expansif.

L'accroissement de la charge du pilier pendant que le béton est encore jeune n'affecte pas la capacité portante finale de la pièce. De même, le forage des éprouvettes suivi du remplissage des piliers soumis à une charge équivalente au 50 % de la charge de rupture n'affecte pas la résistance finale.

summary

Influence of bore fills from drilled core test pieces on reinforced concrete columns

J. Calavera,
Dr. civil engineer

G. Aparicio and A. Delibes,
civil engineers

G. González Isabel,
civil engineering technical engineer

Three series of tests on a total number of 24 reinforced concrete columns were performed by the authors at Instituto Técnico de Materiales y Construcciones (INTEMAC) with the purpose of studying the influence of different kinds of bore fills from drilled core test-pieces made in the columns.

The conclusions obtained make it possible to claim that column strength will be completely recovered either by coating bore surfaces with resin followed by concrete filling or by filling of bore with concrete and expansion agent.

The increase in column load while concrete filling is still young does not affect its final load bearing capacity. Core drilling and filling of columns under an applied load of 50 % of ultimate load does not affect final strength either.

zusammenfassung

Das Auffüllen von Bohrlöchern, entstanden durch die Entnahme von Prüflingen und seine Auswirkung auf die Festigkeit von Stahlbetonpfeilern

Dr. J. Calavera, Hoch und Tiefbauingenieur

G. Aparicio und A. Delibes,
Hoch und Tiefbauingenieure

G. González Isabel, Techniker C.C.

Die Autoren haben im Instituto Técnico de Materiales y Construcciones (INTEMAC) drei Versuchsreihen mit insgesamt 24 Stahlbetonpfeilern angestellt und dabei die Auswirkung der verschiedenen Arten von Füllungen nach der Entnahme von Probestücken untersucht.

Die Ergebnisse lassen darauf schließen, dass sowohl bei Herzbehandlung der Wände und Betonfüllung als auch bei Betonfüllung mit Expansionsmittel die Festigkeit der Pfeiler wieder gänzlich hergestellt wird.

Die Tatsache, dass sich die Belastung der Pfeiler erhöht, wenn die Betonfüllung frisch ist, ändert nichts an seiner Endfestigkeit. Die Endfestigkeit ist auch dann nicht betroffen, wenn die Bohrung und spätere Auffüllung an einem Pfeiler vorgenommen wird, der unter 50 % seiner Bruchlast steht.