

Fig. 5.- Modelo para el ensaye de fluidez

de los 8 seg^{-1} . Uno de los resultados de ensaye es indicado en la figura 6. Al comparar dicha figura con la figura 3, se puede observar una cierta correlación entre el tiempo de flujo y la tensión de fluencia. Pero en este caso también, la correlación se admite para el mortero simple y para el plastificante ordinario, siendo que para el mortero con superplastificante se necesita mejorar aún más el método de ensaye y para tal efecto, en el presente, se está efectuando la correspondiente investigación.

3.- LA UTILIZACION DE LOS SUPERPLASTIFICANTES EN EL MORTERO DE INYECCION, SU APLICACION EN EL CONCRETO ELABORADO CON AGRAGADO PRECOLOCADO Y PROPIEDADES DE SUS RESISTENCIAS.

Al seleccionar una dosificación que mantenga aproximadamente una misma tensión de fluencia o de viscosidad plástica, el uso del superplastificante con respecto a un plastificante común reduce en forma extremada la relación agua-cemento del mortero. Esto hace presumir notable aumento en las resistencias del mortero con superplastificante y su consecuente aplicación en el concreto elaborado con agregado precolocado.

Para su comprobación se han efectuado ensayos, cuyos resultados son indicados en las figuras 7, 8 y 9. La figura 7 indica el resultado de la prueba de resistencia del mortero. Si bien, la utilización de la ceniza fina como adicionante hace variar un tanto la tendencia de esta relación, la resistencia del mortero aumenta notablemente con la disminución de la relación agua-cemento. Así

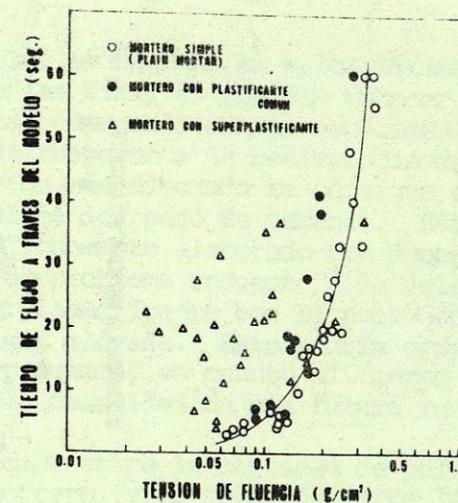


Fig. 6.- Relación entre el tiempo de flujo a través del modelo y tensión de fluencia.

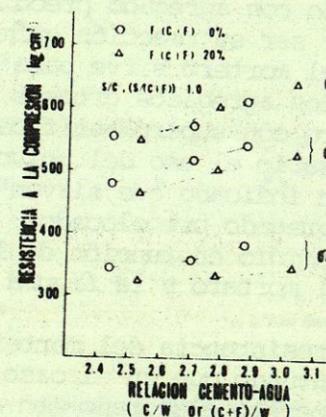


Fig. 7.- Relación entre la resistencia a la compresión y C/A del mortero de inyección.

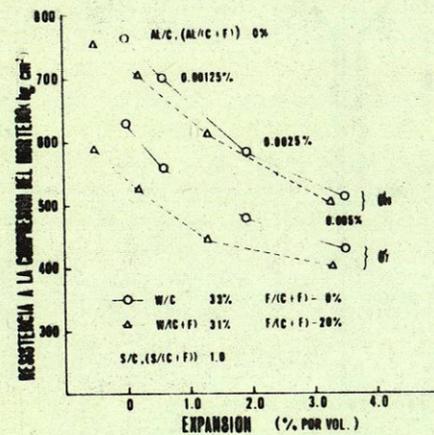


Fig. 8.- Resistencia a la compresión del mortero y su expansión.

se han obtenido valores que sobrepasan los 600 kg/cm². Este valor es aproximadamente 1,5 veces la resistencia máxima del mortero de inyección utilizado actualmente de unos 400 Kg/cm². También se puede observar en la figura 7 que a largo plazo, la ceniza fina contribuye al aumento de la resistencia y a los 91 días, con o sin ceniza fina, la relación entre la resistencia y la relación cemento-agua tiende a confundirse en una sola línea.

En el concreto elaborado con agregado precolocado, se hace necesario el uso del polvo de aluminio, por ser su reacción química de carácter expansivo. La presión debida a la expansión del mortero sirve para eliminar la concentración del agua en la cara inferior de los agregados gruesos, durante el proceso de sangrado. El sangrado del mortero con superplastificante es casi nulo y desde este punto de vista sería innecesario el uso del polvo de aluminio. Pero, los resultados de ensayos previos han indicado que sirven para aumentar la resistencia del concreto elaborado con agregado precolocado. Se ha investigado la influencia del uso del polvo de aluminio en función de la expansión, así, la figura 8 la relaciona con respecto al mortero y la figura 9 con el concreto.

Según la figura 8, la resistencia del mortero disminuye en forma continua y este fenómeno es más acentuado que en el caso del mortero utilizado actualmente. En general, en el concreto elaborado con agregado precolocado, se establece como expansión del mortero de 5 a 10%. Pero esta determinación se debe efectuar más que nada, teniendo en cuenta el sangrado y como éste es muy pequeña en el mortero con superplastificante, sería conveniente que la expansión en este tipo de mortero sea dada en forma reducida.

Según la figura 9, la resistencia del concreto es baja cuando no se

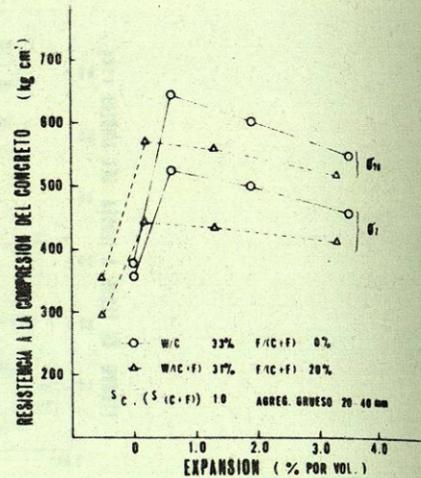


Fig. 9.- Resistencia a la compresión del concreto y expansión del mortero de inyección.

usa el polvo de aluminio, se obtiene el valor máximo entre el 0 y 1% de expansión adecuada, con o sin ceniza fina, es posible obtener resistencias superiores a los 500 Kg/cm². Esto se ha comprobado con un espécimen circular de 15 x 30 y constituye un aumento del 50% respecto a la resistencia del usado actualmente. Según este ensayo, la expansión más adecuada se consigue cuando la cantidad del polvo de aluminio es el 0,00125% del peso de cemento. Esta cantidad, comparada con la usada actualmente en el concreto elaborado con agregado precolocado es bastante pequeña. Pero existe un problema respecto a la velocidad de expansión. En el caso de utilizar el superplastificante con el polvo de aluminio se ha comprobado que esta velocidad es muy elevada. Esto podría constituir un inconveniente para la construcción en la práctica, en cuanto al tiempo entre el mezclado y la inyección. Es de suponer, la necesidad de una futura investigación al respecto.

Como la relación entre la cantidad de polvo de aluminio y la resistencia a la tensión del mortero, y la relación entre la cantidad de polvo de aluminio y la resistencia del concreto elaborado con agregado precolocado presentaba similitud, en la figura 10 se ha indicado la relación entre las resistencias a la tensión del mortero y a la compresión del concreto. Existe una correlación significativa entre las dos resistencias, aunque es de mencionarse que los valores indicados en la parte inferior, donde las resistencias son pequeñas, se han obtenido de publicaciones⁴) recientes. Como la resistencia del concreto elaborado con agregado precolocado depende principalmente de la resistencia a la adherencia del mortero y los agregados gruesos, se puede considerar como apropiado el resultado de la figura 10.

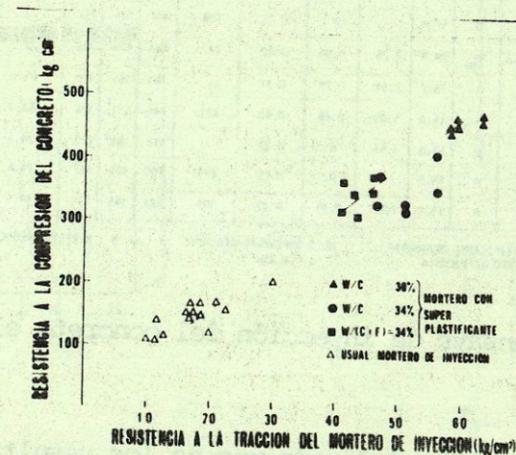


Fig. 10.- Relación entre la resistencia a la compresión del concreto y resistencia a la tensión del mortero de inyección.

4.- PROPIEDADES DE INYECCION DEL CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO PRECOLOCADO DE ALTA RESISTENCIA.
DISTRIBUCION DE LAS RESISTENCIAS.

A fin de investigar las propiedades de inyección del mortero con superplastificante, en el espacio entre los agregados gruesos, se ha utilizado un encofrado con las siguientes dimensiones como se indica en la figura 11: 120 cm de alto, 160 cm de ancho y 20 cm de espesor. Una vez colocados los agregados gruesos de 20 a 40 mm se inyectó el mortero. Se ha investigado sobre 20 dosificaciones diferentes y esta selección fue hecha en base a ensayos anteriores. En la tabla 1 figuran las 10 dosificaciones, sobre las cuales se efectuaron los ensayos de resistencia. En cuanto a la cantidad de polvo de aluminio, previendo la duración del proceso de inyección, se ha aumentado respecto al ensaye del capítulo 3 de tal modo que la expansión del mortero que figura en la tabla 1 también presenta mayor valor. La altura de inyección ha sido de 3 m. y se ha inyectado a partir del fondo del encofrado con un tubo de 30 mm de diámetro. La velocidad de inyección se mantuvo en 6 ltg/min. (al convertir a velocidad de ascenso del mortero equivale a 2,5 m/hora). Como la cara frontal del encofrado estaba hecho de una lámina de acrílico, a través de ella se ha observado la superficie de ascenso del mortero.

NO.	SIMBOLO	W/C (W/C+P) %	L/C+H %	FLOW CONE cm	EXPAN- SION %(vol.)	AFLO- RAMIENTO %	GRADIENTE DE FLUJO	EDAD 91 DIAS RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm ²)				COEF. DE VARIACION (%)	
								STANDARD SPECIMEN	CORE SPECIMEN				
1	PO-1-47	47.0	30	17.0	5.67	1.67	0.45	394	381	477	310	11.5	3.1
2	PO-1-46	46.0	30	16.2	2.70	0.99	0.64	367	381	461	339	11.8	11.2
3	NI-1-14	14.0	0	54.0	1.94	0	0.23	557	507	651	521	19.0	6.6
4	NI-1-11	11.5	30	57.0		0	0.31	496	407	536	451	24.7	5.0
5	NI-1-40	40.0	30	29.0	7.25	0.50	0.32	442	444	499	399	27.2	6.1
6	NLM-45	45.0	0	16.2	2.97	0.75	0.41		343	391	320	25.0	7.1
7	NLM-47	47.0	0	15.0	5.05	0.66	0.40	421	440	521	326	53.3	12.1
8	NI-S-34	34.0	0	58.0	3.56	0	0.23		512	551	477	20.1	3.9
9	NI-S-14	34.0	0	55.0		0	0.25	491	499	529	467	26.6	5.3
10	NIM-S-46	46.0	0	15.0	7.60	0.41	0.37	397	366	395	335	19.5	5.3

PO : PLASTIFICANTE ORDINARIO
S : CEMENTO DE ESCORIA
NI : SUPERPLASTIFICANTE
F : FLY ASH
M : BLEEDING-REDUCING AGENT

Tabla 1.- Resultado del ensaye de inyección del concreto elaborado con agregado precolocado.

En la figura 12 se ha indicado uno de los resultados del ensaye. En el mortero con plastificante común, la superficie del mortero asciende manteniendo el gradiente de flujo inicial. En cambio, el mortero con superplastificante, a los 5-10 minutos del inicio de la inyección, presenta una suave pendiente y la superficie del mortero asciende manteniendo una horizontalidad aproximada. Además para su ascenso empuja el agua y no se observa el fenómeno del disturbio en la su-

perficie de contacto del mortero con el agua.

El valor del gradiente de flujo que se indica en la tabla 1 se ha obtenido cuando el mortero inyectado alcanza el 80% en relación de volumen y una vez que el gradiente de flujo se haya vuelto estable. Además, entre el tiempo de flujo del cono de fluidez y el gradiente de flujo existe muy poca correlación. Esto indica que con los valores medidos en el cono de fluidez no se pueden determinar a fondo las propiedades de inyección del concreto elaborado con agregado precolocado. Se hace necesario un dispositivo de medición que indique la influencia de la tensión de fluencia o de la viscosidad respecto a la velocidad real del mortero de inyección. Si se compara el mortero con superplastificante con respecto a uno con plastificante común, el uso del superplastificante aumenta el tiempo de flujo del cono de fluidez pero en cambio disminuye el gradiente de flujo. Esto se explicaría por el hecho de que el mortero con superplastificante se aproxima más al flujo de Newton (Newton body) por su pequeña tensión de fluencia. El aumento de la relación agua-cemento del mortero con superplastificante produce una notable segregación de los materiales. Por tal razón, en este ensaye se ha usado un agente reductor del sangrado (bleeding-reducing agent) como se indica en la tabla 1 (dosificaciones No. 6, 7 y 10) con sus resultados correspondientes. Así, en cuanto al gradiente de flujo no existe gran diferencia con el caso de utilizar el plastificante común.

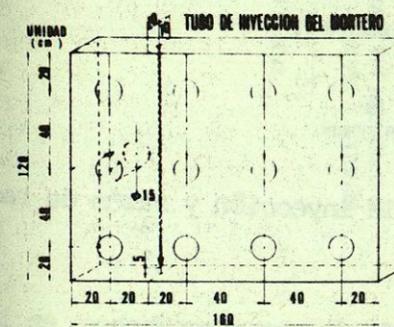


Fig. 11.- Posición de extracción de la muestra

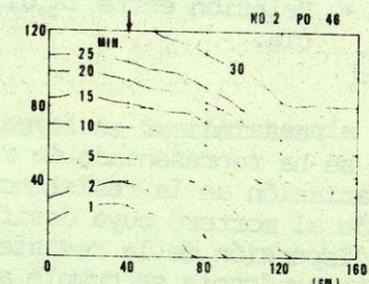
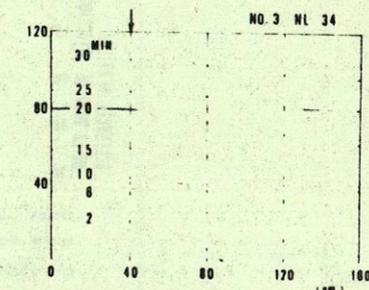


Fig. 12.- Uno de los resultados del ensaye de inyección