

TABLA 4

RESULTADOS DE ENSAYES KELLY/VAIL

	RECUPERACION DE AGUA EN %		RECUPERACION DE CEMENTO EN %	
	Total	Libre	Agregados sin espacios en blanco	Agregados con espacios en blanco
Arena de Río \bar{X}	83.3	102.1	97.8	89.7
Grava de 19 mm Sx	3.4	4.2	4.0	2.4
Arena de Río \bar{X}	93.0	102.9	99.5	88.9
Caliza de 19 mm Sx	5.5	6.1	3.4	3.1
Caliza \bar{X}	93.6	101.7	125.6	96.8
Caliza de 19 mm Sx	5.1	5.7	15.9	10.7
Arena Caliza \bar{X}	83.5	98.1	118.4	92.5
Grava de 19 mm Sx	3.0	3.7	8.5	6.7
Todos los datos X	88.8	101.2	110.3	92.0
Combinados Sx	6.2	5.2	15.1	7.1

 \bar{X} = Promedio

Sx = Desviación estándar

INFORMACION DEL ENSAYE NEUTRON/GAMMA.

Se han realizado tres diferentes series de ensayos con la información neutrón/gamma (5, 6). En las dos series iniciales de ensayos se desarrolló la metodología para la operación del equipo y consistió de ensayos con morteros y constituyentes de morteros. Los datos indicaron que se requerían intensidades pico netos para los cálculos, ya que el nivel de ruido de fondo en todos los casos fue una variable importante. Las intensidades pico netos se calcularon simplemente determinando las intensidades de pico para una banda de canales, cuyo ancho variaba de 4 a 8 canales y restando las intensidades de fondo. Las intensidades de fondo se calcularon omitiendo un canal de cada lado de la banda pico y contando la mitad del número de canales pico en ambos lados de las bandas pico. Las intensidades óptimas en pico fueron bandas con anchos de 4 canales para 2.2 MeV, pico de H (TNC); 6 canales de ancho para 1.78 MeV²⁸, pico de Si (FNC); 8 canales de ancho para 4.43 MeV¹²; pico de Ca (ACC). Los anchos de los picos fueron seleccionados sobre el criterio de maximizar la cuenta neta sin interferencia exterior de los picos vecinos.

Los resultados de los ensayos de mortero indicaron varios factores complicados: (1) las dos señales del ACC (Ca y Al) fueron susceptibles a la presencia de H (usualmente como agua) en las muestras. El incremento del contenido de agua au-

menta drásticamente el resultado de las señales Ca y Al; (2) la señal ²⁸Al fue compleja resultando por Al y Si y no pudo ser relacionada en forma sencilla al contenido de Al ni el de Si de la muestra; y (3) la señal de C conteniendo un pico de C con muy alto ruido de fondo que se originó del material protector de polyster. Las series de ensayos con morteros indicaron que cuando las estadísticas de conteo se aplicaron, los errores de conteo de todas las señales excepto la de C fue de 1.5 a 6%, y si se restaba el ruido de fondo del carbón los errores en el conteo subían hasta 8 y 40%.

Las series de ensayos del concreto consistieron de ensayos en ambos, agregado tanto silíceos como calcáreos (6). Ensayos de calibración se realizaron en todos los constituyentes del concreto (agregados y cementos). Las series de revolturas de concreto consistieron de 20 pruebas (colados), 5 para cada combinación de agregado variando las relaciones cemento/arena. Cilindros compañeros de cada una de las revolturas fueron colados, curados y ensayados a los 28 días.

Los datos de picos netos de los ensayos de concreto fueron graficados en relación a los elementos componentes de cada una de las revolturas para obtener curvas de calibración y multiplicadores para las ecuaciones matriciales resultantes. Los multiplicadores y el dato en bruto de pico neto se utilizaron para computar el contenido de agua y de cemento. La Tabla 5 resume los resultados. El promedio total de recuperaciones y las desviaciones estándar asociadas fueron respectivamente: agua total, 99.8 y 6.42%; cemento 100.1 y 22.0%. La figura #4 se utilizó para estimar las resistencias a la compresión a los 28 días de las relaciones del agua/cemento neutrón/gamma. De las cuatro diferentes combinaciones de agregado evaluadas, las dos series de ensayos con grava de 20 mm (3/4 pulg) tuvieron precisiones de predicción (desviaciones estándar) de 61 y 88 kg/cm² (5.98 y 8.63 N/mm²). Las dos series de ensayos con piedra caliza de 20 mm (3/4 pulg) tuvieron desviaciones estándar de 157 y 155 kg/cm² (15.36 y 15.21 N/mm²).

TABLA 5

RESUMEN DE ENSAYES NEUTRON/GAMMA

Tipo de agregado	Promedio (\bar{X}) Desviación estándar (Sx)	Recuperaciones	
		Agua total	Cemento
Arena de Río	\bar{X}	100.8	104.2
Grava de 19 mm	Sx	4.6	19.1
Arena de Río	\bar{X}	94.3	97.9
Caliza de 19 mm	Sx	7.5	25.5
Caliza	\bar{X}	101.4	97.7
Caliza de 19 mm	Sx	6.1	24.8
Arena Caliza	\bar{X}	103.1	100.6
Grava de 19 mm	Sx	3.9	25.0
Todos los datos	\bar{X}	99.9	100.1
	Sx	6.4	

UNA COMPARACION DE LAS TECNICAS NEUTRON/GAMMA Y KELLY/VAIL.

Una revisión de los datos sobre los ensayos indica que las precisiones del contenido de agua de las técnicas neutrón/gamma y Kelly/Vail son más o menos igual. Kelly/Vail -5.2% y neutrón/gamma -6.4%. Pero las precisiones de producción del cemento con la técnica Kelly/Vail fueron considerablemente mejores que con la técnica neutrón/gamma: Kelly/Vail de 6 a 8% y neutrón/gamma, 22%. Correspondientemente, el método Kelly/Vail es también mejor en cuanto al pronóstico de resistencia.

Además, tanto los requisitos de calibración como el costo del equipo del sistema neutrón/gamma son significativamente mayores que los del sistema Kelly/Vail (6).

De estas tres comparaciones sencillas es evidente que el sistema Kelly/Vail es más práctico que el sistema neutrón/gamma y tiene mayor probabilidad de ser aceptado por la industria para el control/seguridad de la calidad del concreto.

REFERENCIAS

1. R. T. Kelly and J. W., Vail, "Rapid Analysis of Fresh Concrete", Concrete, April and May 1968, pp 140-146 and pp. 206-210.
2. P. A. Howdysshell, "Laboratory Evaluation of a Chemical Technique to Determine Water and Cement Content of Fresh Concrete", Interim Report M-97 (Construction Engineering Research Laboratory CERL July 1974).
3. P. A. Howdysshell, "Correlatin Kelly/Vail Test Results to Strength Potential of Fresh Concrete", Conference Proceedings M-128 (Rapid Testing of Fresh Concrete, May 5-7, 1975), Construction Engineering Research Laboratory (CERL).
4. P. A. Howdysshell, "Concrete Quality Control 28 days - 24 Hours - 15 Minutes", ACI International Symposium on Accelerated Strength Testing, October 1976, México City.
5. P. A. Howdysshell, "Preliminary Evaluation of the Neutron/Gamma Technique to Determine the Water and Cement Content of Fresh Concrete", Conference Proceedings M-128 (Rapid Testing of Fresh Concrete - May 5-7, 1975), Construction Engineering Research Laboratory (CERL).
6. P. A. Howdysshell, "A Comparative Evaluation of a Chemical and Nuclear Technique for Determining the Water and Cement Content of Fresh Concrete", Draft Technical Report, Construction Engineering Research Laboratory (CERL), Unpublished (currently under review).
7. P. A. Howdysshell, "Operations Guide - CERL/K-V Water and Cement Content Test", Draft Technical Report, Construction Engineering Research Laboratory (CERL), Unpublished (currently under review).
8. M. C. Taylor, "A New Method for Field Analysis of Plastic Concrete-Feasibility Study", Technical Report M-64, Construction Engineering Research Laboratory (CERL), December 1973.

CURRICULUM

Paul A. Howdysshell, Miembro del ACI, es Jefe de la Rama de Materiales de Construcción del U. S. Army Construction Engineering Research Laboratory. Obtuvo sus grados B. S. y M. S. en Ingeniería Civil en la Universidad de Cincinnati.