

Common Test Panel Mistakes

By Dennis Bittner

Frequently, shotcrete contractors are required to shoot test panels at the beginning as well as throughout projects. Several tests are performed from these panels; however, compressive strength testing is the most common. This article will primarily address compressive strength testing. At some point, every contractor has missed a required break strength on a core extracted from one of their panels. Frequently, those bad results are not caused by bad material or poor workmanship. They are caused by poor test panel handling and improperly performed test standards. Often, the causes of those bad test results could have been easily avoided. Let's discuss some of the more common test panel mistakes witnessed in the field.

ASTM STANDARDS

There are two ASTM standards that govern the panels: ASTM C1140/C1140M, "Standard Practice for Preparing and Testing Specimens from Shotcrete Test Panels," and ASTM C1604/C1604M, "Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores of Shotcrete." ASTM C1140/C1140M covers producing the test panels, and ASTM C1604/C1604M covers extracting and testing



Fig. 1: Field test panel being properly gunned on site

cores from the panels. Every shotcrete contractor should be extremely familiar with both standards.

The first step is to get into the right mindset. Contractors often have the attitude of "it's just a test panel, it's not that important, it's the actual structure that matters." It should be noted that panel is how you will be evaluated, and ultimately, how you will be paid. The material needs to be placed in the panels no differently than it is placed on the project. That means using the same equipment, techniques, and most importantly the care that are used on the structure. Do not take shooting test panels lightly.

PROPER PANEL CONSTRUCTION

Panels need to be constructed on 3/4 in. (19 mm) plywood—any thinner and the panel will bow during the application process. It is not recommended to build panels any larger than necessary. Additional size means additional weight and makes the panels more difficult to handle. A 2 x 2 ft (0.6 x 0.6 m) panel will yield nine cores or three breaks, a break strength being the average of three cores. If more cores are necessary, it is recommended to shoot two smaller panels rather than one larger panel. Occasionally, the contractor is required to shoot mockup panels containing reinforcing bar for visual grading. If this is the case, separate panels not containing reinforcing bar should be constructed for compressive strength testing. Compressive samples should not be taken from panels containing reinforcing bar. Coring and cutting through the reinforcing bar put excessive movement and vibration through the shotcrete and can result in microfractures forming throughout the panel.

PROPER HANDLING OF PANELS

Additionally, panels need to be cured as soon as possible after shooting. Ideally, panels should be stored in a moist room. However, moist rooms generally are not located on jobsites, and it is difficult to move freshly shot panels without damaging them. When a moist room is not practical, panels should be covered and wrapped, and a spray-applied curing agent or wet cure should be used. Panels

Errores Comunes en el Panel de Prueba

Por Dennis Bittner

Con frecuencia, los contratistas de concreto lanzado tienen que lanzar en paneles de prueba tanto al principio como a lo largo de los proyectos. Se realizan varios ensayos desde estos paneles; sin embargo, los ensayos de resistencia a la compresión son los más comunes. Este artículo abordará principalmente los ensayos de resistencia a la compresión. En algún momento, cada contratista ha perdido una resistencia a la rotura requerida en un núcleo extraído de uno de sus paneles. Frecuentemente, esos malos resultados no son causados por un mal material o una mala mano de obra. Son causadas por un manejo deficiente del panel de prueba y por estándares de ensayo realizados incorrectamente. A menudo, las causas de esos malos resultados de las pruebas podrían haberse evitado fácilmente. Hablemos de algunos de los errores más comunes de los paneles de prueba que se observan en el campo.

ESTÁNDARES ASTM

Existen dos normas ASTM que rigen los paneles: ASTM C1140/C1140M, Standard Practice for Preparing and Testing Specimens from Shotcrete Test Panels, y ASTM C1604/C1604M, Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores of Shotcrete. ASTM C1140/C1140M cubre la producción de los paneles de prueba, y ASTM C1604/C1604M cubre la extracción y ensayo de núcleos de los paneles. Cada contratista de concreto lanzado debe estar muy familiarizado con ambos estándares.

El primer paso es entrar en la mentalidad correcta. Los contratistas a menudo tienen la actitud de “es sólo un panel de prueba, no es tan importante, lo que importa es la estructura real”. Debe tenerse en cuenta que el panel es la forma en que se le evaluará y, en última instancia, la forma en que se le pagará. El material debe colocarse en los paneles de la misma manera que se coloca en el proyecto. Esto significa utilizar el mismo equipo, las mismas técnicas y, lo que es más importante, el mismo cuidado que se utiliza en la estructura. No tome el colocado de los paneles de prueba a la ligera.

CONSTRUCCIÓN ADECUADA DEL PANEL

Los paneles necesitan ser contruidos en 3/4 pulg. (19 mm) de madera contrachapada. Un poco más delgado y el panel se pandeará durante el proceso de aplicación.

No se recomienda construir paneles más grandes de lo necesario. Un tamaño adicional significa un peso adicional y hace que los paneles sean más difíciles de manipular. Un panel de 2 x 2 (0.6 x 0.6 m) pies producirá nueve núcleos o tres roturas, siendo la resistencia a la rotura el promedio de tres núcleos. Si se necesitan más núcleos, se recomienda colocar dos paneles más pequeños en lugar de uno más grande. Ocasionalmente, el contratista está obligado a colocar paneles de maquetas que contengan barras de refuerzo para la clasificación visual. Si este es el caso, se deben construir paneles separados que no contengan barras de refuerzo para el ensayo de resistencia a la compresión. No se deben tomar muestras de compresión de los paneles que contienen barras de refuerzo. La extracción de núcleos y el corte a través de la barra de refuerzo provocan un movimiento y vibración excesivo a través del concreto lanzado y pueden dar lugar a la formación de microfracturas en todo el panel.

MANEJO ADECUADO DE LOS PANELES

Además, los paneles deben curarse lo antes posible después de la colocación. Lo ideal es que los paneles se almacenen en un cuarto húmedo. Sin embargo, los cuartos húmedos generalmente no están ubicados en los sitios de trabajo, y es difícil mover los paneles recién colocados sin dañarlos. Cuando un cuarto húmedo no es práctico, los paneles deben ser cubiertos y envueltos, y se debe



Fig. 1: Panel de prueba de campo debidamente colocado en el sitio

should not be exposed to direct sunlight, as this will dry them out prematurely and can cause early-age plastic shrinkage cracking. Once completed, panels should not be moved any more than necessary. Every time a panel is moved when the concrete is relatively green is an opportunity for microfractures to form or other damage to occur. Do not strip the forms from the panel. This exposes more of the shotcrete to air and causes evaporation and, again, can lead to more potential for early-age plastic shrinkage cracking. Additionally, with no reinforcement in the panel, the wooden form becomes the reinforcement. Once the wood is stripped, you are left with a sizeable, heavy piece of unreinforced shotcrete. The sample will then bow and flex every time it is moved and this can physically damage the panel. The best policy is to shoot it, cure it, protect it, and then leave untouched until you are ready to extract cores.



Fig. 2: Specimen that has not been cut to 90 degrees in a break machine



Fig. 3: Type of break indicative of a point load as a result of a core that has not been cut to 90 degrees

EXTRACTING PANEL CORES

Once the panel has reached a specified age, it is time to extract cores for compressive testing. Great care must be taken when extracting cores. Per ASTM C1140/C1140M, specimens should be extracted no more than 2 hours before testing. If you are required to perform 7- and 28-day tests, take only the 7-day cores at the 7-day mark. Come back at 28 days for the 28-day specimens—do not extract the 28-day specimens at the 7-day mark. These specimens are relatively small in size and dry out quickly once removed from the panel, resulting in low breaks. Also, early-age testing of shotcrete can be difficult. Occasionally, a 1-day strength is required. Because the material is still very green at that point, extra care must be taken when coring the panel. Typically, an accelerator is used in the mixture when 1-day breaks are required. Cores with a minimum diameter of 3 in. (75 mm) should not be taken from the area within the depth of the panel plus 1 in. (25 mm) from the edges of the panel. For example, if your panel is 3.5 in. (88.9 mm) deep, then you should avoid coring within 4.5 in. (114 mm) from the panel edges to avoid sampling trapped rebound.

It is important that the right drill and bit are chosen to take cores. A seated or saddled drill must be used. Do not use a handheld drill. Diamond bits must be used. It is extremely important that the bit goes straight down at a 90-degree angle and does not chatter. Should the bit chatter or any other problem arise, back off and start a completely new core—do not continue to drill in your current location on the panel. Any type of irregular movement from the bit can damage the specimen, and that specimen needs to be abandoned. Once extracted, verify that the samples are at 90-degree angles. When a sample does not sit straight up and down, the compression testing machine will exert uneven pressure on the sample. If the ends of the cores do not conform to the perpendicularity and planeness requirements of ASTM C39/C39M, they should be sawn or ground to meet those requirements or capped in accordance with ASTM Practice C617. This point loading frequently results in the corners of the cylinder breaking first when put under stress and not being representative of the strength across the full cross section of the core. Additionally, if an edge of the sample is not flat and level, it needs to be saw-cut and made flat. It is a misconception that compressive testing machines are self-leveling. They will match the angle of the top of the core—they will not level the core. Cores with bearing surfaces that are out of level will also generate lower break strengths due to point loading.

It is recommended that cores have a minimum diameter of 3 in. Remember, core bits are measured by the outside dimension of the bit, so subtract 1/4 in. (6 mm) to

usar un agente de curado aplicado por aspersión o curado húmedo. Los paneles no deben exponerse a la luz directa del sol, ya que esto los secará prematuramente y puede causar agrietamiento por contracción plástica a una edad temprana. Una vez terminados, los paneles no deben moverse más de lo necesario. Cada vez que se mueve un panel cuando el concreto está relativamente verde, existe la posibilidad de que se formen microfracturas u otros daños. No retire las cimbras del panel. Esto expone más del concreto lanzado al aire y provoca evaporación y, de nuevo, puede llevar a un mayor potencial de agrietamiento por contracción plástica a una edad temprana. Además, sin refuerzo en el panel, la cimbra de madera se convierte en el refuerzo. Una vez que la madera es descortezada, se queda con un trozo considerable y pesado de concreto lanzado sin refuerzo. La muestra se pandeará y se flexionará cada vez que se mueva y esto puede dañar físicamente el panel. La mejor política es lanzarlo, curarlo, protegerlo y luego dejarlo inalterado hasta que esté listo para extraer los núcleos.

EXTRACCIÓN DE NÚCLEOS DE PANEL

Una vez que el panel ha alcanzado una edad específica, es el momento de extraer los núcleos para realizar ensayos de compresión. Se debe tener mucho cuidado al extraer núcleos. Según la norma ASTM C1140/C1140M, las muestras deben extraerse no más de 2 horas antes del ensayo. Si se le requiere realizar pruebas de 7 y 28 días, tome solo los núcleos de 7 días en el plazo de 7 días. Regrese a los 28 días para los especímenes de 28 días - no extraiga los especímenes de 28 días a los 7 días. Estos especímenes son relativamente pequeños en tamaño y se secan rápidamente una vez retirados del panel, lo que resulta en roturas bajas. Además, los ensayos a temprana edad del concreto lanzado pueden ser difíciles. Ocasionalmente, se requiere una resistencia de 1 día. Debido a que el material sigue siendo muy verde en ese momento, se debe tener especial cuidado al extraer el núcleo del panel. Típicamente, se utiliza un acelerador en la mezcla cuando se requieren descansos de un día. Núcleos con un diámetro mínimo de 3 pulg. (75 mm) no debe tomarse del área dentro de la profundidad del panel más 1 pulg. (25 mm) de los bordes del panel. Si su panel es de 3.5 pulg. (88.9 mm) de profundidad, entonces debe evitar la extracción en un radio de 4.5 pulg. (114 mm) de los bordes del panel para evitar el rebote atrapado de la muestra.

Es importante que se escoja el taladro y la broca correctos para tomar los núcleos. Se debe usar un taladro sentado o ensillado. No utilice un taladro de mano. Se deben usar brocas de diamante. Es extremadamente importante que la broca descienda en un ángulo de 90 grados y no parlotee. Si la vibración de la broca o cualquier otro problema surge, retroceda y comience un núcleo completamente nuevo; no continúe perforando en su ubicación actual en el panel. Cualquier tipo de movimiento irregular de la broca puede dañar el espécimen, y ese espécimen necesita ser abandonado. Una vez extraídos, verifique que las muestras estén en ángulos de 90 grados.

Cuando una muestra no se asienta hacia arriba y hacia abajo, la máquina de ensayo de compresión ejercerá una presión desigual sobre la muestra. Si los extremos de los núcleos no cumplen con los requisitos de perpendicularidad y planitud de la norma ASTM C39/C39M, deben ser aserrados o rectificadas para cumplir con dichos requisitos o tapados de acuerdo con la norma ASTM C617. Este punto de carga frecuentemente resulta en que las esquinas del cilindro se rompen primero cuando se someten a esfuerzo y no son representativas de la resistencia a lo largo de toda la sección transversal del núcleo. Además, si un borde de la muestra no es plano y nivelado, debe ser cortado con sierra y aplanado. Es un concepto erróneo que las máquinas de ensayo de compresión son autoniveladoras. Coinciden con el ángulo de la parte superior del núcleo: no nivelan el núcleo. Los núcleos con superficies de aplastamiento que están fuera de nivel también generarán menores resistencias a la rotura debido a la carga puntual.

Se recomienda que los núcleos tengan un diámetro mínimo de 76 mm (3 pulg.) Recuerde, las brocas de núcleo se miden por la dimensión exterior de la broca, así que reste



Fig. 2: Muestra que no ha sido cortada a 90 grados en una máquina de rotura



Fig. 3: Tipo de rotura que indica una carga puntual como resultado de un núcleo que no ha sido cortado a 90 grados

determine the core size. A 3 in. core requires a 3-1/4 in. (83 mm) bit. On some jobsites, panels are shot to a depth of 6 in. (152 mm). Using a 3 x 6 in. sample, we have a length-to-diameter ratio of 2:1. In that case, the break strength is directly recorded. In many cases, panels are shot to a depth of less than 6 in., resulting in a different length-to-diameter ratio. When this happens, a correction factor, located in ASTM C1604/C1604M, Section 8.8.1, must be used. For example, a core is 3 x 3.75 in. (75 x 95 mm), giving a length-to-diameter ratio of 1.25. The correction factor is 0.93. So, if a core of that size has a break at 10,000 psi (69 MPa), we apply the 0.93 correction factor and the actual recorded break is 9300 psi (64 MPa).

TESTING LAB

Finally, do not assume your testing lab is performing all tests correctly. Many testing labs are unfamiliar with shotcrete, and therefore unfamiliar with some of the subtle differences between obtaining and testing shotcrete cores versus concrete cylinders. It is a good practice to visit the lab you intend to use before testing begins. Review ASTM C1604/C1604M and ASTM C1140/C1140M. If they are storing the panels at the lab, review their curing procedures.

Make sure the testing lab understands not to take cores from the edges of the panels, and make sure if a strength correction factor is used, it is the correct one. If they are performing the core extraction, review the equipment needs and coring procedures. Verify the core ends are truly perpendicular to the axis before testing.

CONCLUSIONS

Testing errors can cause a lot of avoidable grief, anger, and frustration for everyone. So, in the event of a low compressive strength break, review the panel production, protection, and curing procedures as well as the testing methods to identify any possible errors before moving on to blame either material or workmanship issues. Always take adequate time, thought, and care to get accurate panel test results. This is often how your work is graded on the project and is often tied to getting paid. The small investment in time and effort to make panel production and testing truly representative of your quality shotcrete work will make your projects more productive, higher quality, and ultimately more profitable in the future.



Dennis Bittner is the National Sales Manager-Infrastructure for The QUIKRETE Companies. He has been involved in both wet- and dry-mix process projects in multiple arenas of shotcrete construction, with an emphasis on bridge and tunnel projects for state departments of transportation and the rail industry. In addition to being an

ASA member, Bittner served on the ASA Board of Directors. He can be reached at dbittner@quikrete.com.

1/4 pulg. (6 mm) para determinar el tamaño del núcleo. Un núcleo de 3 pulg requiere una broca de 83 mm (3-1/4 pulg.). En algunas obras, los paneles se colocan a una profundidad de 6 pulg. (152 mm). Usando una muestra de 3 x 6 pulgadas, tenemos una relación longitud-diámetro de 2:1. En ese caso, la resistencia a la rotura se registra directamente. En muchos casos, los paneles se colocan a una profundidad inferior a 6 pulg., lo que resulta en una relación de longitud a diámetro diferente. Cuando esto sucede, se debe usar un factor de corrección, ubicado en ASTM C1604/C1604M Sección 8.8.1. Por ejemplo, un núcleo es de 3 x 3.75 in. (75 x 95 mm), lo que da una relación longitud/diámetro de 1.25. El factor de corrección es 0.93. Por lo tanto, si un núcleo de ese tamaño tiene una ruptura a 10.000 psi (69 MPa), aplicamos el factor de corrección de 0.93 y la ruptura real registrada es de 9300 psi (64 MPa).

LABORATORIO DE PRUEBAS

Finalmente, no asuma que su laboratorio de pruebas está realizando todas las pruebas correctamente. Muchos laboratorios de pruebas no están familiarizados con el concreto lanzado y, por lo tanto, no están familiarizados con algunas de las sutiles diferencias entre la obtención y el ensayo de núcleos de concreto lanzado frente a cilindros de concreto. Es una buena práctica visitar el laboratorio que desea utilizar antes de comenzar las pruebas. Revise ASTM C1604/C1604M y ASTM C1140/C1140M. Si están almacenando los paneles en el laboratorio, revise sus procedimientos de curado.

Asegúrese de que el laboratorio de pruebas comprenda que no debe tomar núcleos de los bordes de los paneles, y asegúrese de que, si se utiliza un factor de corrección de la resistencia, sea el correcto. Si están realizando la extracción del núcleo, revise las necesidades del equipo y los procedimientos de extracción. Verifique que los extremos del núcleo sean verdaderamente perpendiculares al eje antes de realizar la prueba.

CONCLUSIONES

Los errores en las pruebas pueden causar mucho dolor, enojo y frustración evitables para todos. Por lo tanto, en caso de una rotura de baja resistencia a la compresión, revise la producción del panel, la protección y los procedimientos de curado, así como los métodos de prueba para identificar cualquier posible error antes de pasar a culpar a los problemas de material o mano de obra. Siempre tómese el tiempo adecuado, piense y tenga cuidado para obtener resultados precisos de las pruebas de panel. Esta es a menudo la forma en que su trabajo se califica en el proyecto y a menudo está ligado a la obtención de un pago. La pequeña inversión en tiempo y esfuerzo para hacer que la producción de paneles y las pruebas sean verdaderamente representativas de su trabajo de calidad con concreto lanzado harán que sus proyectos sean más productivos, de mayor calidad y, en última instancia, más rentables en el futuro.



Dennis Bittner es el Gerente Nacional de Ventas de Infraestructura para las Empresas QUIKRETE. Ha estado involucrado en proyectos de procesos de mezcla en húmedo y en seco en múltiples campos de la construcción de concreto lanzado, con énfasis en proyectos de puentes y túneles para los departamentos estatales de transporte y la industria ferroviaria. Además de ser miembro de la ASA, Bittner forma parte de la Junta Directiva de la ASA. Puede ser contactado en dbittner@quikrete.com.