

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 9490 : 2012

ASTM C900 - 06

Xuất bản lần 1

BÊ TÔNG – XÁC ĐỊNH CƯỜNG ĐỘ KÉO NHỎ

Standard Test Method for Pullout Strength of Hardened Concrete

HÀ NỘI - 2012

Mục lục

	Trang
Lời nói đầu	4
1 Phạm vi áp dụng	5
2 Tài liệu viện dẫn.	5
3 Tóm tắt phương pháp thử	6
4 Ý nghĩa và sử dụng	6
5 Thiết bị, dụng cụ	7
6 Lấy mẫu.....	10
7 Cách tiến hành.....	11
8 Tính kết quả.....	13
9 Báo cáo thử nghiệm.....	13
10 Độ chụm và độ chệch....	14
Phụ lục A Hiệu chuẩn hệ thống thủy lực gia tải kéo.....	15
Phụ lục B.....	17
B1 Tính ứng suất.....	17
B2 Ví dụ minh họa quá trình hiệu chuẩn.....	18
Tài liệu tham khảo.....	21

Lời nói đầu

TCVN 9490:2012 được xây dựng trên cơ sở hoàn toàn tương đương với ASTM C900 - 06 *Standard test method for pullout strength of hardened concrete* với sự cho phép của ASTM quốc tế, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. Tiêu chuẩn ASTM C900 - 06 thuộc bản quyền của ASTM quốc tế.

TCVN 9490:2012 do Hội công nghiệp bê tông Việt Nam biên soạn, Bộ Xây dựng đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bê tông - Phương pháp xác định cường độ kéo nhỏ

Standard test method for pullout strength of hardened concrete

1 Phạm vi áp dụng

1.1 Tiêu chuẩn này quy định phương pháp xác định cường độ kéo nhỏ của bê tông bằng cách đo lực cần thiết để kéo nhỏ chi tiết chèn ra khỏi mẫu thử bê tông hoặc kết cấu bê tông. Việc chèn thanh kim loại có thể thực hiện khi đổ hỗn hợp bê tông hoặc khi bê tông đã đóng rắn. Phương pháp thử nghiệm này không cung cấp quy tắc thống kê để ước tính các đặc trưng cường độ khác.

1.2 Trong tiêu chuẩn này sử dụng các đơn vị thuộc hệ SI.

1.3 Các đoạn văn chú thích của tiêu chuẩn này, chỉ cung cấp tài liệu giải thích. Những đoạn văn đó (trừ các bảng biểu và hình vẽ) không được coi là yêu cầu của tiêu chuẩn này.

1.4 Tiêu chuẩn này không đề cập đến tất cả các vấn đề liên quan đến an toàn khi sử dụng. Người sử dụng tiêu chuẩn này có trách nhiệm thiết lập các nguyên tắc về an toàn và bảo vệ sức khỏe cũng như khả năng áp dụng phù hợp với các giới hạn quy định trước khi đưa vào sử dụng.

(CẢNH BÁO - Hỗn hợp vữa xi măng mới trộn gây ngứa da và có thể gây bỏng hóa chất cho da và mô khi tiếp xúc lâu dài)¹.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau đây là rất cần thiết khi áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các bản sửa đổi, bổ sung (nếu có).

ASTM C670, *Practice for preparing precision and bias statements for test methods for construction materials* (Hướng dẫn thực hành công bố độ chụm và độ chệch đối với các phương pháp thử vật liệu xây dựng).

ASTM E4, *Practice for force verification of testing machines* (Hướng dẫn thực hành kiểm tra lực của thiết bị thử nghiệm).

ASTM E74, *Practice of calibration of force-measuring instruments for verifying the force indication of testing machines* (Hướng dẫn thực hành hiệu chuẩn dụng cụ đo lực để kiểm tra hiển thị lực của thiết bị thử nghiệm).

¹ Cảnh báo an toàn xem trong: "Section Safety Precautions, Manual of Aggregate and Concrete Testing, Annual Book of ASTM Standards, Vol. 04.02

3 Tóm tắt phương pháp thử

3.1 Chi tiết chèn được đặt vào trước khi đổ hỗn hợp bê tông hoặc chèn vào khi bê tông đã đóng rắn. Để xác định cường độ tại hiện trường, dùng giắc kéo để kéo chi tiết chèn với phản lực tạo bởi vòng kê. Cường độ kéo nhỏ được xác định thông qua lực lớn nhất để kéo chi tiết chèn ra khỏi bê tông. Để kiểm tra cường độ đã đạt mức quy định, kéo chi tiết chèn tới giá trị lực quy định.

4 Ý nghĩa và sử dụng

4.1 Đối với một bê tông nhất định và một thiết bị thử nghiệm nhất định, cường độ kéo nhỏ có thể liên quan đến kết quả thử cường độ nén. Mỗi quan hệ về cường độ như vậy phụ thuộc vào cấu hình của chi tiết chèn, kích thước vòng kê, độ sâu của chi tiết chèn và mức độ phát triển cường độ bê tông. Trước khi sử dụng tiêu chuẩn này, các mối quan hệ phải được thiết lập cho mỗi hệ thống và mỗi kết hợp mới của vật liệu bê tông. Mỗi quan hệ như vậy có xu hướng ít biến đổi khi cả mẫu thử kéo nhỏ và các mẫu thử nén có kích thước tương tự nhau, được làm chặt đến mật độ tương tự nhau, và bảo dưỡng trong điều kiện tương tự nhau.

CHÚ THÍCH 1: Báo cáo (1-17) được công bố bởi các nhà nghiên cứu khác nhau trình bày kinh nghiệm của họ trong việc sử dụng thiết bị kiểm tra kéo nhỏ. Tham khảo ACI 228.1R (14) để được hướng dẫn về việc thành lập mối quan hệ cường độ và diễn giải kết quả thử nghiệm. Phụ lục này cung cấp phương tiện để so sánh cường độ kéo nhỏ thu được bằng cách sử dụng các cấu hình khác nhau.

4.2 Thí nghiệm kéo nhỏ được áp dụng để xác định cường độ hiện trường của bê tông đã đạt đến mức quy định hay chưa để có thể:

- (1) tiến hành kéo cáp (đối với bê tông dự ứng lực kéo căng sau);
- (2) tháo ván khuôn và cột chống; hoặc
- (3) kết thúc bảo dưỡng.

Ngoài ra, thí nghiệm kéo nhỏ chi tiết chèn sau có thể được sử dụng để đánh giá cường độ bê tông trên kết cấu công trình.

4.3 Khi lập kế hoạch và phân tích kết quả thí nghiệm cần chú ý tới hiện tượng cường độ bê tông ở bên trên mỗi lượt đổ thường có xu hướng thấp hơn ở bên dưới. Cường độ kéo nhỏ biểu thị cường độ của bê tông trong khu vực hình nón cụt được giới hạn bởi đầu chèn và vòng kê. Như các hệ thí nghiệm bề mặt điển hình, cường độ kéo nhỏ bê tông cho biết chất lượng vùng bề mặt của kết cấu và có thể hữu ích trong việc đánh giá lớp bê tông bảo vệ cốt thép.

4.4 Đối với chi tiết chèn trước, cần xác định vị trí của chúng trong kết cấu trước khi đổ bê tông. Đối với chi tiết chèn sau khi bê tông đã đóng rắn, có thể chèn ở bất kỳ vị trí nào tùy theo mong muốn miễn là đáp ứng yêu cầu nêu trong 6.1.

4.5 Không áp dụng phương pháp thử này cho các thí nghiệm chèn sau khác, nếu khi thí nghiệm đến phá hủy, cơ chế phá hủy không giống và dạng phá hủy không phải là hình nón cụt như trong thí nghiệm chèn trước được mô tả trong tiêu chuẩn này (16).

5 Thiết bị, dụng cụ

5.1 Hệ thống thiết bị cho phương pháp này đòi hỏi phải có ba yếu tố cơ bản sau: dụng cụ để chèn chi tiết chèn, hệ thống gia tải và hệ thống đo tải trọng (Chú thích 2). Để chèn chi tiết sau khi bê tông đã đóng rắn cần có thêm máy khoan lõi, đĩa mài để làm phẳng bề mặt, máy phay để cắt rãnh và dụng cụ mở rộng để mở rộng lỗ chèn.

CHÚ THÍCH 2: Sử dụng một giác kéo thủy lực hướng tâm có đồng hồ đo áp lực đã hiệu chuẩn theo Phụ lục A và vòng kê đã được lắp đặt một cách an toàn.

5.1.1 Chi tiết chèn trước được làm bằng kim loại không phản ứng với xi măng. Bộ chèn bao gồm một đầu hình trụ và một trục cố định chiều sâu. Trục này được gắn vào vị trí trung tâm (xem Hình 1). Đầu trục được tạo ren để có thể di chuyển và thay thế bằng trục khỏe hơn để kéo, hoặc nó là một phần của chi tiết chèn, có chức năng như trục kéo. Thành phần kim loại của chi tiết chèn trước và phần đính kèm phải giống nhau và có khả năng chống ăn mòn điện hóa trong môi trường xi măng. Chi tiết chèn sau phải được thiết kế sao cho chúng thích hợp với các lỗ khoan và có thể kéo dài để phù hợp với các rãnh đã được cắt đến độ sâu định trước (xem Hình 2).

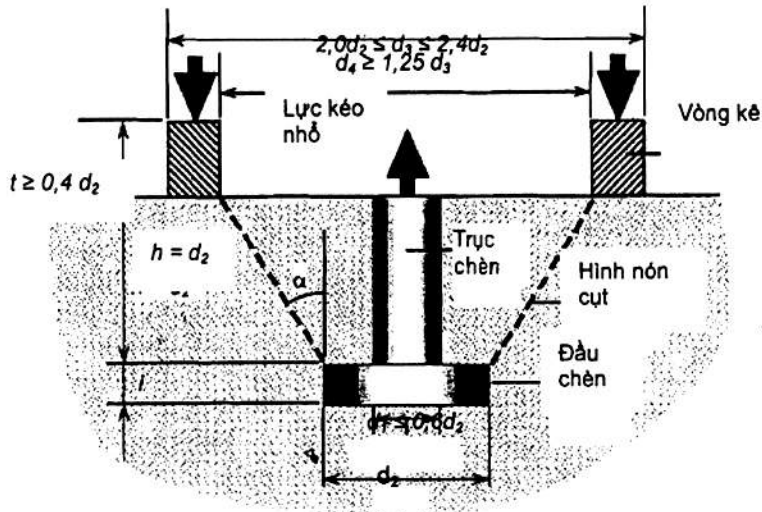
CHÚ THÍCH 3: Hệ thống chèn sau sử dụng một vòng kiểu xoắn ruột gà phù hợp với lỗ khoan và kéo vào rãnh.

5.1.2 Hệ thống gia tải bao gồm một vòng kê được đặt trên bề mặt bê tông (xem Hình 1 và Hình 2) và thiết bị gia tải có dụng cụ đo tải trọng để dàng gắn vào trục kéo.

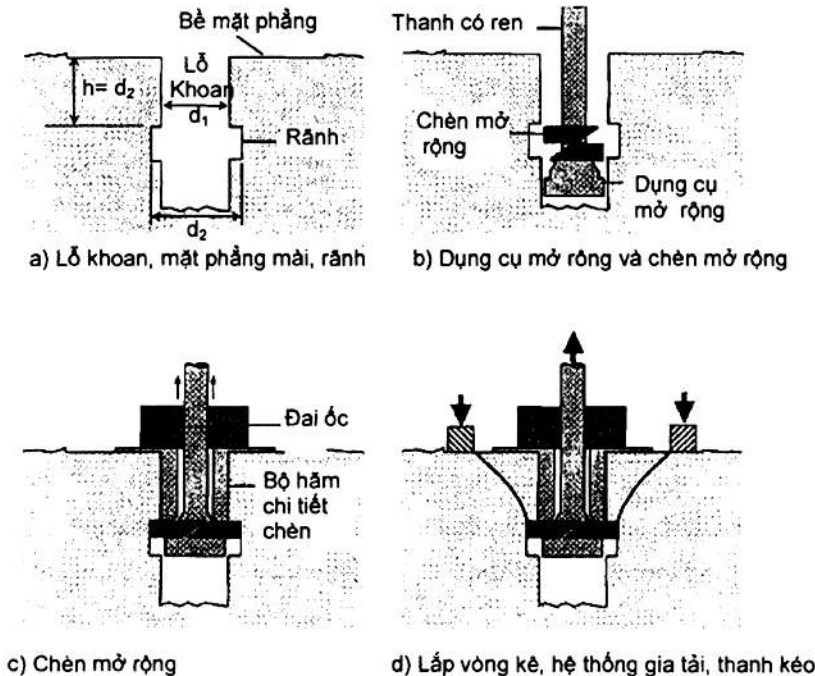
5.1.3 Thiết bị thử gồm bộ hướng tâm để đảm bảo rằng vòng kê luôn nằm ở tâm bộ chèn và tải trọng được cấp dọc theo trục kéo, vuông góc với vòng kê và phân bố đồng đều trên toàn bộ bề mặt.

5.2 Kích thước thiết bị được xác định như sau (xem Hình 1)

5.2.1 Đường kính đầu chèn (d_2) là cơ sở để xác định cấu hình thí nghiệm. Chiều dày của các đầu chèn và cường độ xoắn của kim loại phải đủ để ngăn chặn hiện tượng xoắn của chi tiết chèn trong quá trình thí nghiệm. Mặt bên của đầu chèn phải phẳng nhẵn (Chú thích 5). Đường kính đầu chèn lớn hơn hoặc bằng 2/3 kích thước danh nghĩa của hạt cốt liệu lớn nhất.



Hình 1 - Sơ đồ mặt cắt ngang thí nghiệm kéo nhỏ chèn trước



Hình 2 - Sơ đồ quy trình thử nghiệm kéo nhỏ chèn sau

CHÚ THÍCH 4: Đường kính chi tiết chèn điển hình là 25 mm và 30 mm, cũng có thể được sử dụng loại đường kính lớn hơn. Các thí nghiệm đã chỉ ra rằng khi kích thước danh nghĩa lớn nhất của hạt cốt liệu gấp 1,5 lần đường kính đầu chèn thì không có ảnh hưởng đáng kể đến mối quan hệ với cường độ. Kích cỡ hạt cốt liệu lớn hơn có thể dẫn đến làm tăng phân tán các kết quả thí nghiệm vì các hạt lớn có thể làm cản trở khi rút côn hình nón cụt.

CHÚ THÍCH 5: Chi tiết chèn trước có thể được phủ một lớp ngăn cách để giảm thiểu liên kết với bê tông, và chúng có thể được vuốt thon về một phía để giảm thiểu ma sát trong quá trình thí nghiệm. Nếu các trục chèn đã được tháo bỏ trước khi thực hiện thí nghiệm, đầu chèn nên được sử dụng các biện pháp, chẳng hạn như khía chữ V, để ngăn chặn hiện tượng quay trong bê tông. Để phòng ngừa chuyển động quay của đầu chèn, tất cả các phần cứng có ren cần được kiểm tra trước khi chèn, để đảm bảo rằng nó quay tự do và có thể dễ dàng tháo bỏ. Một đoạn khóa ren được đề nghị sử dụng để ngăn chặn sự nới lỏng của đầu chèn ra khỏi trục trong khi chèn và trong quá trình rung của bê tông xung quanh.

5.2.2 Đối với chèn trước, chiều dài của trục chèn kéo phải như thế nào đó để khoảng cách từ đầu chèn đến bề mặt bê tông (h) bằng đường kính của đầu chèn (d_2). Đường kính của trục chèn ở đầu (d_1) không được vượt quá $0,60 d_2$.

5.2.3 Đối với chi tiết chèn sau, các rãnh để tiếp nhận chi tiết chèn sẽ được cắt sao cho khoảng cách giữa bề mặt chịu lực của rãnh và bề mặt bê tông bằng với đường kính đầu chèn sau khi đã mở rộng (d_2). Sự khác biệt giữa các đường kính của các rãnh cắt dưới (d_2) và lỗ khoan (d_1) phải đủ để ngăn chặn sự hư hỏng cục bộ và đảm bảo bê tông hình nón cụt được tách ra trong khi thí nghiệm (xem Chú thích 6). Các chi tiết chèn sẽ phải chịu tải đồng đều trên toàn bộ diện tích chịu tải của rãnh.

CHÚ THÍCH 6: Đường kính lỗ 18 mm và đường kính rãnh 25 mm đã được sử dụng thành công.

5.2.4 Vòng kê có đường kính trong (d_3) bằng $(2,0 + 2,4)$ lần đường kính đầu chèn (d_2), và có đường kính ngoài (d_4) ít nhất bằng 1,25 lần đường kính trong. Chiều dày của vòng (t) ít nhất bằng 0,4 lần đường kính đầu chèn kéo.

5.2.5 Sai lệch kích thước của chi tiết chèn, vòng kê và chiều sâu chèn là $\pm 2 \%$ trong một hệ thống nhất định.

CHÚ THÍCH 7: Giới hạn đối với kích thước và cấu hình chèn thí nghiệm kéo và thiết bị có thể khuyến cáo sử dụng hệ thống khác.

5.2.6 Thiết bị gia tải phải có đủ khả năng gia tải với tốc độ quy định ở 7.4 và có tải trọng vượt quá tải trọng lớn nhất dự kiến.

CHÚ THÍCH 8: Bơm thủy lực cấp tải liên tục cho kết quả thí nghiệm đồng đều hơn so với máy bơm cấp tải không liên tục.

5.2.7 Thiết bị đo lực kéo có khoảng chia độ không quá 5% giá trị lực trong phạm vi dự định sử dụng.

5.2.8 Đồng hồ đo có giá trị lớn nhất vượt giá trị tải trọng lớn nhất trong quá trình thí nghiệm.

5.2.9 Thiết bị kéo phải được hiệu chuẩn theo quy định của Phụ lục A ít nhất mỗi năm một lần và sau tất cả các lần sửa chữa (nếu có). Hiệu chuẩn thiết bị kéo bằng cách sử dụng máy thử theo quy định trong ASTM E4 hoặc bộ chất tải theo quy định trong ASTM E74. Lực kéo đo được dựa trên mối quan hệ hiệu chuẩn phải trong vòng $\pm 2\%$ lực được đo bằng các máy thử hoặc bộ thử tải.

6 Lấy mẫu

6.1 Các vị trí thí nghiệm phải tách ra để có khoảng cách rõ ràng giữa các chi tiết chèn ít nhất bằng bảy lần đường kính đầu chèn kéo. Khoảng cách giữa chi tiết chèn và các cạnh của bê tông phải bằng ít nhất 3,5 lần đường kính đầu chèn. Chi tiết chèn sẽ được đặt như thế nào đó để cốt thép ở bên ngoài bề mặt hình nón nhiều hơn một đường kính cốt thép, hoặc kích thước hạt cốt liệu lớn nhất, chọn thông số lớn hơn.

CHÚ THÍCH 9: Nên sử dụng máy dò cốt thép để tránh cốt thép khi lập kế hoạch xác định các vị trí thí nghiệm khi chèn sau. Thực hiện theo hướng dẫn sử dụng của nhà sản xuất đối với việc vận hành thiết bị đó.

6.2 Khi kết quả thí nghiệm kéo được sử dụng để đánh giá cường độ hiện trường nhằm mục đích cho phép bắt đầu các hoạt động xây dựng quan trọng, chẳng hạn như tháo ván khuôn hoặc tiến hành kéo thép trong bê tông dự ứng lực kéo căng sau, ít nhất phải thí nghiệm kéo riêng lẻ năm lần như sau:

6.2.1 Cứ mỗi 115 m³, đối với đổ bê tông, hoặc một phần tương ứng, hoặc

6.2.2 Cứ mỗi 470 m², đối với các tấm hoặc các bức tường, hoặc một phần tương ứng bằng diện tích bề mặt của một mặt.

CHÚ THÍCH 10: Nhiều hơn số lượng tối thiểu chi tiết chèn cần được cung cấp trong trường hợp kết quả thí nghiệm không hợp lệ hoặc thí nghiệm bắt đầu trước khi cường độ bê tông đã phát triển đầy đủ.

6.2.3 Chi tiết chèn được bố trí tại các khu vực quan trọng của kết cấu tùy theo điều kiện vận hành và yêu cầu chịu lực của kết cấu.

6.3 Khi thí nghiệm kéo nhỏ được sử dụng cho các mục đích khác, số lượng các thí nghiệm được xác định theo quy định riêng.

7 Cách tiến hành

7.1 Chèn trước

7.1.1 Lắp chèn kéo có thể sử dụng bu lông hoặc bằng các phương pháp được chấp nhận khác, miễn là bảo đảm chèn vững chắc, đúng vị trí của nó trước khi đổ bê tông. Tất cả sẽ được chèn nhúng vào cùng một chiều sâu, Trục của mỗi chi tiết chèn phải vuông góc với bề mặt bê tông sẽ được hình thành.

7.1.2 Ngoài ra, theo quy định của phép thử, các chi tiết chèn được cho vào bề mặt bê tông nằm ngang. Các chi tiết chèn sẽ được nhúng vào bê tông tươi đảm bảo độ sâu đồng nhất và trục của nó phải vuông góc với bề mặt phẳng của bê tông. Việc lắp đặt chi tiết chèn phải được thực hiện hoặc giám sát bởi nhân viên đã được các nhà sản xuất hoặc đại diện của nhà sản xuất đào tạo.

CHÚ THÍCH 11: Kinh nghiệm cho thấy rằng lực kéo có giá trị thấp hơn và thay đổi nhiều hơn khi chèn các chi tiết chèn bằng tay so với khi các chi tiết chèn được đặt trước trong ván khuôn.

7.1.3 Khi đo cường độ kéo nhỏ của bê tông, phải tháo bỏ tất cả bộ phận được sử dụng cho việc đảm bảo định vị chi tiết chèn. Trước khi lắp đặt hệ thống cấp tải, phải loại bỏ tất cả các mảnh vỡ hoặc những bất thường của bề mặt để đảm bảo bề mặt phẳng vuông góc với trục của chi tiết chèn.

7.2 Chèn sau

7.2.1 Bề mặt thử được lựa chọn phải phẳng và thích hợp cho việc khoan lỗ và cắt rãnh. Khoan một lỗ vuông góc với bề mặt để cung cấp một điểm tham khảo cho các hoạt động tiếp theo và để thích ứng với việc chèn mở rộng và các bộ phận phối hợp liên quan. Không được phép sử dụng khoan va đập.

7.2.2 Sử dụng một đĩa mài để tạo phẳng cho bề mặt (nếu cần thiết), các công cụ khác hỗ trợ cho quá trình chuẩn bị thí nghiệm và để vòng kẻ được đồng tâm trong quá trình thí nghiệm. Bề mặt phải vuông góc với trục của lỗ khoan.

7.2.3 Sử dụng công cụ phay để cắt rãnh có đường kính và ở độ sâu thích hợp trong các lỗ khoan. Các rãnh đồng tâm với các lỗ khoan.

CHÚ THÍCH 12: Để kiểm soát tính chính xác của các hoạt động này, nên được sử dụng một hệ thống hỗ trợ để giữ thiết bị ở vị trí thích hợp trong các bước tiếp sau.

7.2.4 Nếu sử dụng nước để làm mát, phải loại bỏ nước tự do tại lỗ khoan khi đã hoàn thành việc khoan và cắt rãnh. Cần phải bảo vệ không để nước xâm nhập vào các lỗ khoan cho đến khi hoàn thành thí nghiệm.

CHÚ THÍCH 13: Nước thấm vào mẫu thử có thể ảnh hưởng đến việc đo cường độ kéo nhỏ, vì vậy, nước phải được loại bỏ ra khỏi lỗ khoan ngay sau khi hoàn thành việc khoan, mài, và cắt. Nếu thí nghiệm không được hoàn thành ngay sau khi chuẩn bị lỗ, không được phép để nước vào lỗ trước khi hoàn tất các thí nghiệm.

7.2.5 Dùng dụng cụ mở rộng để định vị vòng chèn sau vào rãnh và mở rộng vòng chèn sau tới kích thước thích hợp.

7.3 Vòng kê

Vòng kê được đặt quanh trục chèn kéo, nối trục kéo với thiết bị thủy lực và xiết cho thiết bị thủy lực tỳ khít vào bề mặt đỡ. Cần đảm bảo vòng kê được đặt trùng tâm với chi tiết chèn và nằm bằng phẳng trên bề mặt bê tông.

7.4 Tốc độ gia tải phải đồng đều sao cho mức tăng ứng suất trên bề mặt đạt mức (70 ± 30) kPa/s (Chú thích 14). Nếu chèn để thử nghiệm đến vỡ của bê tông, tải được cấp đồng đều theo tốc độ quy định cho đến khi xảy ra vỡ bê tông. Ghi số đọc tối đa đến chính xác đến gần một nửa vạch chia của đồng hồ đo. Nếu chèn để thử nghiệm chỉ với một tải trọng quy định để kiểm tra xem mức tối thiểu của cường độ hiện trường đã đạt chưa, tải được cấp đồng đều theo tốc độ quy định cho đến khi đạt mức yêu cầu thì dừng. Duy trì tải quy định đó ít nhất 10 s.

CHÚ THÍCH 14: Tốc độ gia tải được quy định trong điều khoản của tốc độ ứng suất danh nghĩa để phù hợp với kích cỡ khác nhau của hệ thống thử kéo. Xem Phụ lục B đối với công thức liên quan với tốc độ ứng suất danh nghĩa bình thường và tải trọng kéo. Đối với một hệ thống thí nghiệm kéo, trong đó $d_2 = 25$ mm và $d_3 = 55$ mm, tốc độ ứng suất quy định tương ứng với tốc độ cấp tải khoảng $(0,5 \pm 0,2)$ kN/s. Nếu hệ thống này được sử dụng, những dao động của thời gian để hoàn thành một thí nghiệm tải kéo khác nhau theo ước đoán sẽ như trong Bảng 1.

Bảng 1 – Ước đoán thời gian hoàn thành thử nghiệm kéo phụ thuộc vào tải trọng kéo

Tải trọng kéo, kN	Thời gian tối thiểu, s	Thời gian tối đa, s
10	14	33
20	29	67
30	43	100
40	57	133
50	71	167
60	86	200
70	100	233
80	114	267
90	129	300
100	143	333

7.4.1 Không thử đối với bê tông đông lạnh.

7.5 Các tình huống từ chối

Một kết quả thử nào đó có thể bị từ chối nếu gặp một hoặc một số điều kiện sau:

7.5.1 Đầu lớn của hình nón cụt không phải là một vòng tròn hoàn chỉnh có đường kính như đường kính trong của vòng kê;

7.5.2 Khoảng cách từ bề mặt đến đầu chèn (h trong Hình 1 hoặc Hình 2) không bằng đường kính của chi tiết chèn;

7.5.3 Đường kính của các rãnh trong thí nghiệm chèn sau không bằng giá trị thiết kế;

7.5.4 Đường kính chèn mở rộng trong thí nghiệm chèn sau không bằng giá trị thiết kế; hoặc

7.5.5 Nhìn thấy thanh gia cố trong khu vực hư hỏng sau khi lấy hình nón ra.

8 Tính kết quả

8.1 Chuyển đổi số đọc thành lực kéo trên cơ sở dữ liệu hiệu chuẩn.

8.2 Tính giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của lực kéo đại diện cho các thí nghiệm của việc đổ bê tông đã thực hiện.

9 Báo cáo thử nghiệm

9.1 Báo cáo gồm các thông tin sau:

9.1.1 Kích thước của chi tiết chèn và vòng kê (sơ đồ hoặc kích thước cụ thể);

9.1.2 Đánh dấu vị trí thử trên bê tông;

9.1.3 Ngày và thời gian thí nghiệm kéo;

9.1.4 Đối với các thí nghiệm kéo đến phá hủy, cần báo cáo tải trọng kéo lớn nhất của các thí nghiệm kéo riêng lẻ, độ lệch trung bình và độ lệch chuẩn, kN.

Đối với các thí nghiệm chỉ kéo đến tải trọng quy định, cần báo cáo các tải trọng kéo áp dụng trong mỗi lần thử, kN;

9.1.5 Mô tả các bất thường trên bề mặt không tương ứng với vòng hoạt động tại vị trí thí nghiệm;

9.1.6 Những bất thường trong mẫu thử bị vỡ và trong chu trình gia tải;

9.1.7 Phương pháp bảo dưỡng bê tông được sử dụng và độ ẩm của bê tông trong quá trình thí nghiệm;

9.1.8 Các thông tin khác trong công việc có thể có ảnh hưởng đến cường độ kéo nhỏ.

10 Độ chụm và độ chệch

10.1 Độ chụm của các thử nghiệm đơn

Dựa trên các dữ liệu được tóm lược trong ACI 228.1R đối với thử nghiệm kéo chèn trước với mức chôn sâu khoảng 25 mm, hệ số sai lệch trung bình của thí nghiệm được thực hiện trên bê tông có kích thước hạt cốt liệu lớn nhất 19 mm của một người làm, sử dụng cùng một thiết bị thử nghiệm là 8% . Do đó, phạm vi các kết quả thử riêng lẻ, thể hiện bằng % trung bình, không được vượt quá các giá trị ghi trong Bảng 2.

Bảng 2 – Phạm vi chấp nhận kết quả thử nghiệm

Số mẫu thử	Phạm vi chấp nhận (% trung bình)
5	31
7	34
10	36

Giá trị thay đổi trong thí nghiệm kéo chèn sau giống nhau về hình học như đối với thử chèn trước cũng tương tự.

CHÚ THÍCH 15: Nếu các kết quả thí nghiệm vượt quá phạm vi chấp nhận, cần thực hiện nghiên cứu thêm. Những kết quả thí nghiệm bất thường do quy trình không đúng hoặc sự cố thiết bị. Người sử dụng cần nghiên cứu nguyên nhân tiềm năng bên ngoài và loại bỏ những kết quả thử có thể nằm ngoài phạm vi xác định. Nếu không có nguyên nhân rõ ràng, các giá trị vượt trội đó có thể là sự khác biệt thực sự trong cường độ bê tông tại các vị trí thí nghiệm. Những khác biệt này có thể do sự thay đổi tỷ lệ hỗn hợp, mức độ đầm chặt, hoặc điều kiện bảo dưỡng.

10.2 Các dữ liệu về độ chụm của nhiều người thực hiện chưa có.

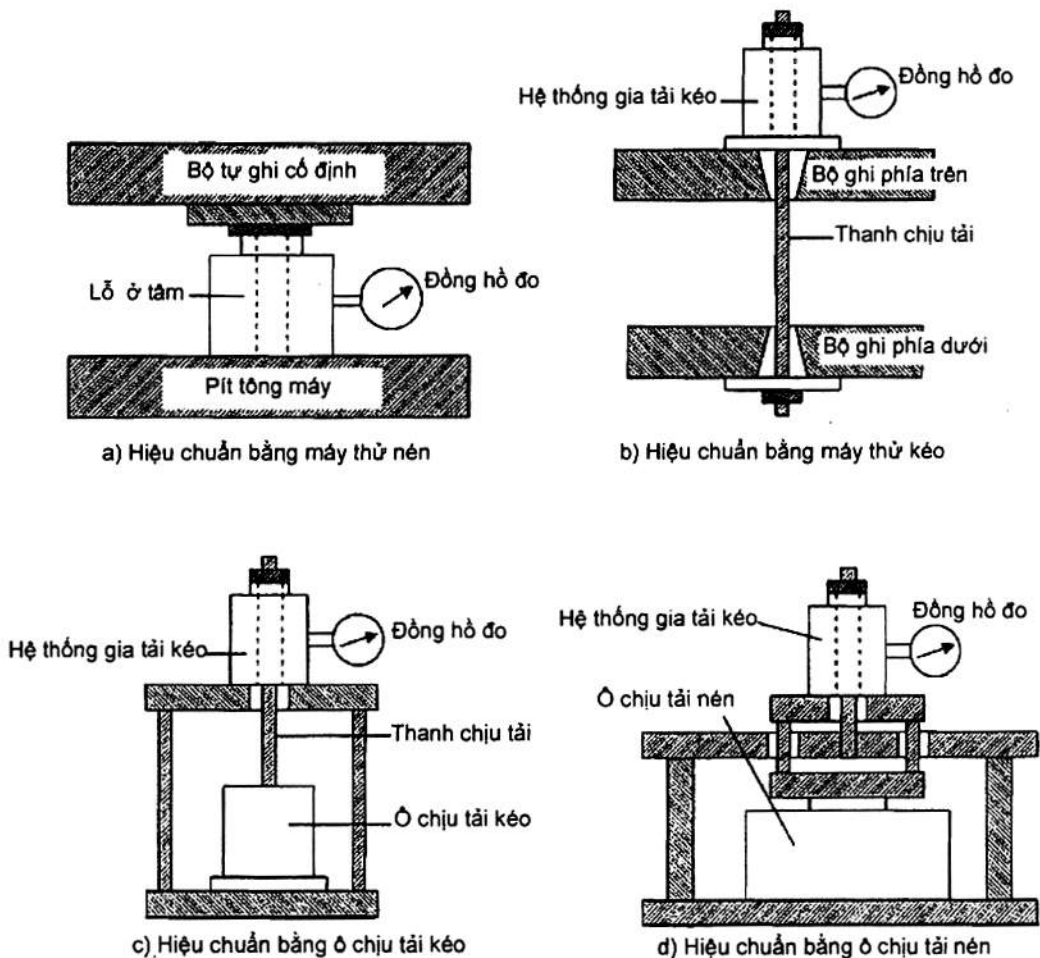
10.3 Độ chệch của phương pháp này chưa được đánh giá nhiều vì phương pháp thử kéo nhỏ chỉ được thực hiện theo các điều khoản của phương pháp thử này.

Phụ lục A

(quy định)

Hiệu chuẩn hệ thống thủy lực gia tải kéo

A.1 Mục tiêu của quy trình hiệu chuẩn là thiết lập mối quan hệ giữa số đọc của hệ thống đo lực kéo và lực kéo dọc trục được sử dụng để kéo chi tiết chèn. Mối quan hệ này được thiết lập bằng cách sử dụng các phương pháp tiên tiến như được chỉ ra trong Hình A.1. Nói chung, hiệu chuẩn được thực hiện bằng cách so sánh số đọc của hệ thống cấp tải kéo với lực được đo bằng một máy thử nghiệm đã được xác minh theo quy định của ASTM E4 hoặc đo với ô thử tải loại A đã được hiệu chuẩn theo quy định trong ASTM E74. Khoảng thời gian giữa các lần xác minh bằng máy thử hoặc hiệu chuẩn ô thử tải được quy định trong ASTM E4 hoặc ASTM E74.



Hình A.1 - Sơ đồ các phương pháp chấp nhận để hiệu chuẩn hệ thống đo tải kéo

A.2 Vị trí của hệ thống cấp tải kéo trên thiết bị đo lực. Căn tất cả các thành phần để các lực kéo đồng tâm với hệ thống cấp tải và hệ thống đo lực. Sử dụng ghế hình cầu hoặc phương tiện tương tự khác để giảm thiểu tác động uốn trong hệ thống gia tải.

CHÚ THÍCH A.1: Khi máy thử nén được sử dụng để đo lực, các khối chịu tải cần được bảo vệ để tránh bị hư hại. Nên sử dụng tấm thép cán nguội dày ít nhất là 13 mm.

A.3 Sử dụng hệ thống cấp tải kéo, áp dụng tăng tải trọng trên phạm vi hoạt động, ghi lại số đọc và lực tương ứng được đo bằng các máy kiểm tra hoặc ô thử tải. Hãy đọc tại khoảng 10 cấp tải phân bố trong phạm vi hoạt động của hệ thống kéo tải.

CHÚ THÍCH A.2: Các giá trị thấp của lực cần tránh trong quá trình hiệu chuẩn bởi vì những ảnh hưởng của ma sát có thể dẫn đến những sai sót đáng kể. Các nhà sản xuất cần cung cấp phạm vi hoạt động của hệ thống gia tải khi kéo.

A.4 Sử dụng các số đọc thu được trong quá trình hiệu chuẩn để tính toán phương trình hồi quy thích hợp bằng cách sử dụng phương pháp đường cong diện tích nhỏ nhất.

CHÚ THÍCH A.3: Phụ lục B2 cung cấp ví dụ để minh họa cho sự phát triển phương trình hiệu chuẩn. Các thông tin bổ sung được cung cấp trong ASTM E74.

A.5 Sự khác biệt giữa lực tính theo phương trình hồi quy và lực đo bằng máy thử hoặc ô thử tải không được lớn hơn $\pm 2\%$ lực đo trong phạm vi hoạt động. Nếu độ sai lệch này không được đáp ứng, hệ thống tải kéo đó không được sử dụng cho đến khi yêu cầu này được thỏa mãn.

Phụ lục B

(tham khảo)

B1 Tính ứng suất

B1.1 khi tính toán ứng suất mong muốn, tính ứng suất danh nghĩa bình thường trên bề mặt nứt hình nón bằng cách chia lực kéo cho diện tích hình nón cụt và nhân với sin của góc nửa đỉnh (xem Hình 1). Sử dụng các phương trình sau:

$$f_n = \frac{P}{A} \times \sin \alpha \quad (\text{B1.1})$$

$$\sin \alpha = \frac{d_3 - d_2}{2S} \quad (\text{B1.2})$$

$$A = \pi S \times \frac{d_3 + d_2}{2} \quad (\text{B1.3})$$

$$S = \sqrt{h^2 + \left(\frac{d_3 - d_2}{2}\right)^2} \quad (\text{B1.4})$$

trong đó:

f_n : ứng suất danh nghĩa tiêu chuẩn, MPa;

P: Lực kéo, N;

α : góc đỉnh hình nón cụt, hoặc $\tan^{-1} (d_3 - d_2)/2h$;

A: diện tích bề mặt nứt, mm²;

d_2 : đường kính của đầu chèn kéo, mm;

d_3 : đường kính trong của vòng kê hoặc đường kính lớn của hình nón cụt, mm;

h: chiều cao của hình nón cụt, từ đầu chèn đến bề mặt lớn, mm;

S: chiều dài nghiêng của hình nón cụt, mm.

B1.2 Tính kết quả

Tính toán trên cho giá trị trung bình của ứng suất bình thường trên bề mặt nứt vỡ giả định như trong Hình 1. Bởi vì trạng thái ứng suất trên hình nón cụt không đồng đều, nên ứng suất bình thường được tính là giá trị ảo. Các giá trị ứng suất bình thường tính được rất hữu ích khi so sánh cường độ kéo thu được với các thí nghiệm hình học khác nhau nằm trong giới hạn của phương pháp thử.

B2 Ví dụ minh họa quá trình hiệu chuẩn

B2.1 Phụ lục này cung cấp ví dụ để minh họa cho sự phát triển các phương trình hiệu chuẩn để chuyển đổi số đọc trên hệ thống cấp tải sang lực tác động lên chi tiết chèn. Bảng B2.1 cho thấy dữ liệu thu được bằng cách sử dụng quy trình trong phụ lục. Cột đầu tiên là số đọc và cột thứ hai chỉ lực đo được.

B2.2 Hình B2.1 là đồ thị thể hiện các dữ liệu trong bảng B2.1 có đường thẳng phù hợp nhất với dữ liệu. Đường thẳng phù hợp sử dụng chương trình máy tính thông dụng để vẽ đồ thị và phân tích thống kê. Phương trình của đường thẳng được thể hiện trong bảng kết quả trên đồ thị và là như sau:

$$P \text{ (kN)} = -0,55 + 1,089 G \text{ (kN)} \quad (\text{B2.1})$$

trong đó:

P: lực kéo ước tính, kN;

G: lực kéo được chỉ ra trên đồng hồ đo của hệ thống gia tải kéo, kN.

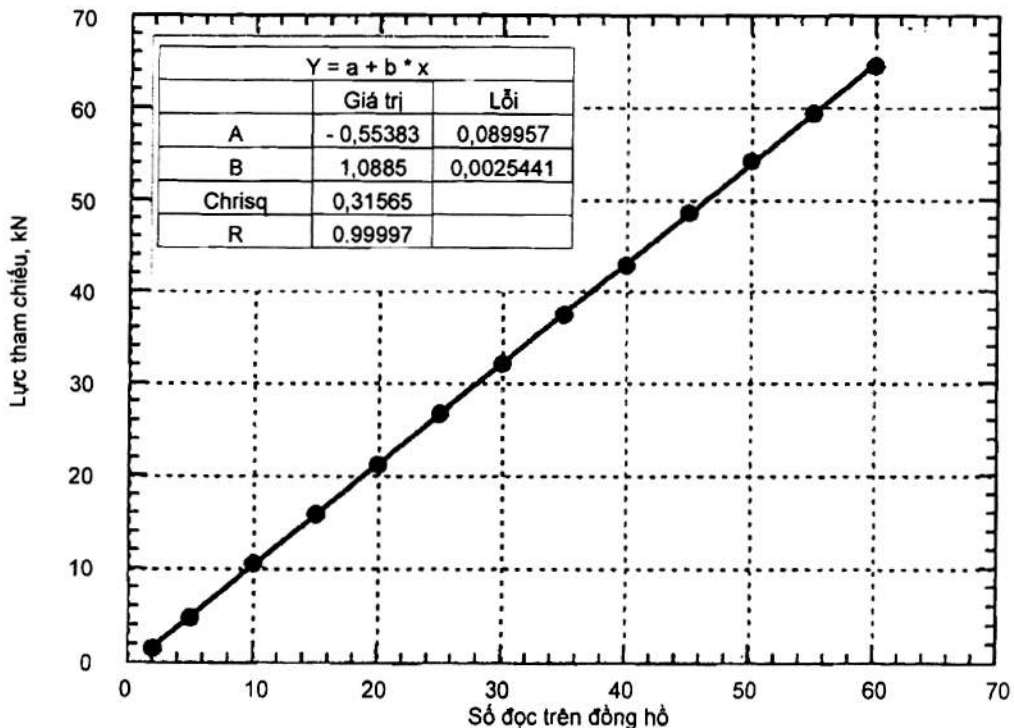
Bảng B2.1 – Ví dụ về số liệu hiệu chuẩn và số dư hồi quy

Số đọc, kN	Lực đo được, kN	Số dư, kN
2,0	1,6	0,03
5,0	4,8	0,09
10,0	10,5	- 0,16
15,0	15,8	- 0,02
20,0	21,2	0,03
25,0	26,7	- 0,03
30,0	32,0	0,12
35,0	37,4	0,16
40,0	42,8	0,21
45,0	48,6	- 0,14
50,0	54,2	- 0,30
55,0	59,4	- 0,06
60,0	64,5	0,29

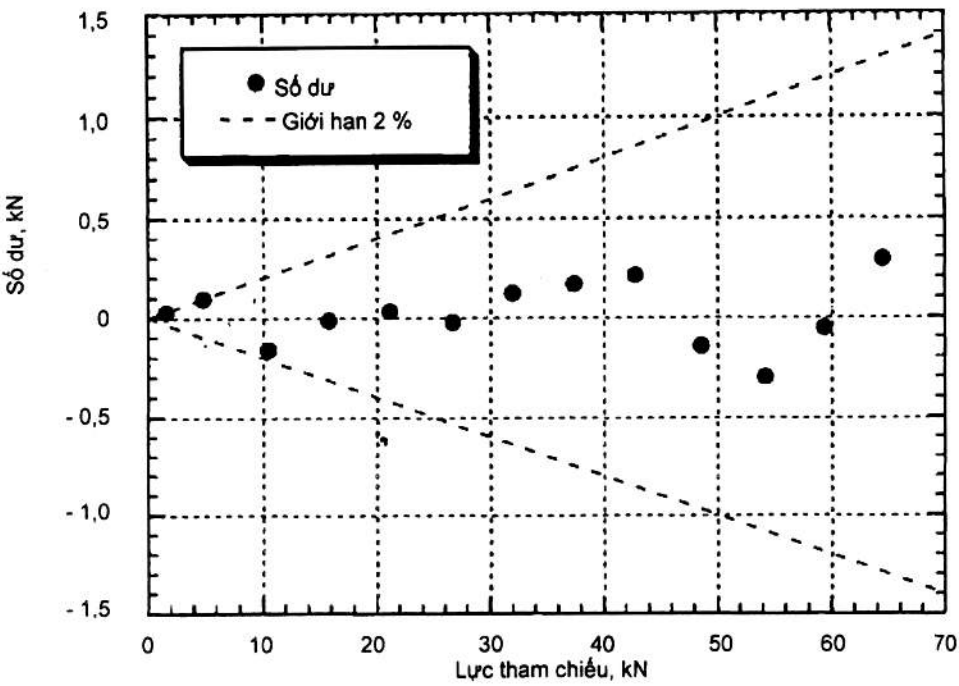
Cột "lỗi" trong Bảng ở trong Hình B2.1 là độ lệch chuẩn của phần bị chặn ước tính và độ dốc. Các giá trị thấp của độ lệch chuẩn liên quan với độ dốc và phần bị chặn cho thấy phần bị chặn không phải là số không và có độ dốc không bằng 1,00.

B2.3 Hình B2.2 là đồ thị của các số dư của đường phù hợp tốt nhất như là hàm của lực đo. Các số dư được hiển thị trong cột thứ ba của Bảng B2.1, và chúng là những khác biệt giữa lực ước tính dựa trên phương trình phù hợp tốt nhất và lực đo (Cột 2 trong Bảng B2.1). Trong Hình B2.2 cũng thể hiện giới hạn $\pm 2\%$ theo quy định trong 5.2.9. Từ đó có thể thấy rằng, ngoại trừ ba điểm đầu tiên, các số dư là tốt trong dung sai cho phép. Như vậy, mối quan hệ hiệu chỉnh cho thiết bị này đáp ứng các yêu cầu của 5.2.9, cấp lực kéo lớn hơn khoảng 10 kN.

B2.4 Hình B2.2 cho thấy rằng các số không phân bố ngẫu nhiên nhưng xuất hiện để có sự thay đổi định kỳ theo mức của lực. Điều này cho thấy rằng phương trình hiệu chỉnh thực không phải là một đường thẳng. Tuy nhiên, bởi vì các số dư cũng dưới mức $\pm 2\%$, điều đó có nghĩa là không cần thiết phải cố gắng để phương trình phù hợp với mức cao hơn (đa thức), và đường thẳng là đủ. Các thảo luận bổ sung về phương trình phù hợp cao hơn được cung cấp trong ASTM E 74.



Hình B2.1 - Đồ thị dữ liệu hiệu chuẩn từ bảng B2.1 và đường thẳng phù hợp nhất



Hình B2.2 - Số dư của phương trình phù hợp tốt nhất - Phương trình phù hợp như là hàm số của lực đo.

Tài liệu tham khảo

- (1) Richards, O., "Pullout Strength of Concrete," *Reproducibility and Accuracy of Mechanical Tests*, ASTM STP 626, ASTM 1977, pp. 32–40.
- (2) Kiekegaard-Hansen, P., *Lok-Strength*, Særtryk af Nordisk Betong 3:1975.
- (3) Malhotra, V. M. and Carrette, G., "Comparison of Pullout Strength of Concrete with Compressive Strength of Cylinders and Cores, Pulse Velocity and Rebound Number," *Journal, American Concrete Institute*, Vol. 77, No. 3, May–June 1980, pp. 161–170.
- (4) Bickley, J. A., "The Variability of Pullout Tests and In-Place Concrete Strength," *Concrete International*, American Concrete Institute, Vol 4, No. 4, April 1982, pp. 44–51.
- (5) Dilly, R. L. and Ledbetter, W. B., "Concrete Strength Based on Maturity and Pullout," *ASCE Journal of Structural Engineering*, American Society of Civil Engineers, Vol. 110, No. 2, Feb. 1984, pp. 354–369.
- (6) Stone, W. C. and Giza, B. J., "The Effect of Geometry and Aggregate on the Reliability of the Pullout Test," *Concrete International*, American Concrete Institute, Vol 7, No. 2, Feb. 1985, pp. 27–36.
- (7) Hindo, K. R. and Bergstrom, W. R., "Statistical Evaluation of the In-Place Compressive Strength of Concrete," *Concrete International*, American Concrete Institute Vol. 7, No. 2, Feb. 1985, pp. 44–48.
- (8) Yener, M. and Chen, W. F., "On In-Place Strength of Concrete and Pullout Tests," *Cement, Concrete, and Aggregates*, CCAGDP, Vol. 6, No. 2, Winter 1984, pp. 90–99.
- (9) Bickley, J. A., "The Evaluation and Acceptance of Concrete Quality by In-Place Testing," *In Situ/Nondestructive Testing of Concrete*, American Concrete Institute, 1984, pp. 95–109.
- (10) Carrette, G. G. and Malhotra, V. M., "In Situ Tests: Variability and Strength Prediction of Concrete at Early Ages," *In-Situ/Nondestructive Testing of Concrete*, American Concrete Institute, 1984, pp. 111–141.
- (11) Khoo, L. M., "Pullout Technique—An Additional Tool for In-Situ Concrete Strength Determination," *In-Situ/Nondestructive Testing of Concrete*, American Concrete Institute, 1984, pp. 143–159.
- (12) Vogt, W. L., Beizai, V. and Dilly, R. L., "In-Situ Strength of Conc. with Inserts Embedded by Finger Placing," *In-Situ/Nondestructive Testing of Concrete*, American Concrete Institute, 1984, pp. 161–175.
- (13) Parsons, T. J. and Naik, T. R., "Early Age Concrete Strength Determination Pullout Testing and Maturity," *In Situ/Nondestructive Testing of Concrete*, American Concrete Institute, 1984, pp. 177–199.
- (14) ACI 228.1R-03, "In-Place Methods to Estimate Concrete Strength," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, www.concrete.org, 44 p.
- (15) Petersen, C.G., "LOK-TEST and CAPO-TEST Pullout Testing, Twenty Years Experience," *Proceedings of Conference on Nondestructive Testing in Civil Engineering*, J.H. Bungey, Ed., British Institute of Nondestructive Testing, U.K., Liverpool, 8–11 April 1997, pp. 77–96.
- (16) Carino, N.J., "Pullout Test," Chapter 3 in *Handbook on Nondestructive Testing of Concrete*, 2nd

Edition, V.M. Malhotra and N.J. Carino, Eds., CRC Press, Boca Raton, FL, and ASTM International, West Conshohocken, PA, www.astm.org, 2004.

(17) Soutsos, M.N., Bungey, J.H., and Long, A.E., "Pullout Test Correlations and In-Place Strength Assessment-The European Concrete Frame Building Project," *ACI Materials Journal*, Vol. 12, No. 6, Nov-Dec 2005, pp 422-428.

Strength Prediction of Concrete at Early Ages," *In Situ/Nondestructive Testing of Concrete*, American Concrete Institute, 1984, pp. 111–141.
