



VẬT LIỆU XÂY DỰNG & CÁC PHƯƠNG PHÁP ỨNG DỤNG TRONG THIẾT KẾ, XÂY DỰNG KIẾN TRÚC

CONSTRUCTION MATERIALS AND APPLICATION METHODS
IN ARCHITECTURAL DESIGN AND CONSTRUCTION

Ths. KTS. Lê Đức Lộc*

Tóm tắt: Hiện nay, người ta sử dụng xi măng, bê tông là những vật liệu xây dựng phổ biến, được sử dụng rộng rãi trong các công trình xây dựng. Tuy nhiên, bê tông và xi măng lại có sự khác nhau về thành phần, trạng thái và ứng dụng. Đây là các loại vật liệu giúp phần nâng cao chất lượng xây dựng các công trình kiến trúc hiện đại. Chúng ta sẽ cùng nghiên cứu về một số loại vật liệu xi măng, bê tông & các phương pháp thí nghiệm đảm bảo chất lượng xây dựng.

Từ khoá: Xi măng, đầm nén, ván khuôn, khối cát, bê tông cốt sợi.

Abstract: Currently, cement and concrete, popular BUILDING materials, are widely used in construction projects. However, concrete and cement are different in composition, state and application. These are materials that help improve the quality of construction of modern architectural works. Together, we will research some types of cement and concrete materials and testing methods to ensure construction quality.

Key words: Cement, compaction, formwork, sand block, fiber reinforced concrete.

Nhận bài ngày 01/02/2024, chỉnh sửa ngày 5/3/2024, chấp nhận đăng ngày 15/4/2024.

1. Xi măng

Xi măng Pooc lăng đông cứng nhanh hơn và phát triển cường độ cao hơn đáng kể so với vôi thủy lực. Các thành phần được trộn đều một cách rõ ràng và tỷ lệ được kiểm soát, trước khi được nghiền thành một loại bột rất mịn.

Xi măng Pooc lăng thông thường là loại xi măng ít tốn kém nhất và cho đến nay là loại xi măng được sử dụng rộng rãi nhất. Nó phù hợp cho tất cả các mục đích thông thường.



Xi măng được sử dụng tạo hình mặt đứng Kiến trúc

*Bộ môn Quy hoạch Đô thị - Khoa Quy hoạch Đô thị và Nông thôn - Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội

Email: locktsp@gmail.com

Xi măng Pooc lăng đông cứng nhanh được nghiền mịn hơn, giúp tăng tốc phản ứng hóa học với nước và phát triển cường độ nhanh hơn. Xi măng Pooc lăng nhiệt độ thấp, phát triển cường độ rất chậm. Nó được sử dụng trong công trình bê tông rất dày, nơi nhiệt sinh ra bởi các phản ứng hóa học trong xi măng Pooc lăng thông thường sẽ quá cao và dẫn đến nứt nghiêm trọng.

** Hóa học xi măng*

Các thành phần chính của xi măng Pooc lăng tiêu chuẩn là:

- Vôi (canxi oxit: 66%) ở dạng đá vôi;
- Silica (silic dioxide: 22%), một thành phần có trong hầu hết thạch anh, tạo thành các hạt đất sét;
- Oxit nhôm (4%), được tìm thấy với số lượng lớn trong nhiều loại đất sét. Tỷ lệ oxit nhôm trong đất sét có thể được điều chỉnh bằng cách bổ sung bauxite, chủ yếu là oxit nhôm tan trong nước;
- Oxit sắt (3%), có trong quặng sắt và đất sét;
- Magie oxit (2%);
- Lưu huỳnh dioxit (2%);
- Các thành phần khác (1%).

Quá trình sản xuất nhằm mục đích tạo ra một vật liệu có hàm lượng tricanxi silicat cao, thường 55–62% số tinh thể trong clinker. Tinh thể khác được hình thành là: khoảng 15% dicanxi silicat (*thành phần tương tự như chất kết dính thủy lực trong thủy lực vôi*), 8–10% tricanxi aluminat và 9% tetracanxi aluminat ferit. Vì xi măng thiêu kết trong quá trình đốt nên điều quan trọng là không để canxi oxit (vôi sống) tồn tại trong thành phẩm.

Vôi sống sẽ vẫn còn bám trong clinker, ngay cả sau khi nghiền rất mịn và sẽ không có sẵn để tạo bột cho đến khi quá trình đông cứng của xi măng tiến triển khá xa. Khi các hạt vôi sống cuối cùng bị bong ra, chúng nở ra và phá vỡ cấu trúc đã được phát triển. Do đó, tỷ lệ đá vôi trong hỗn hợp ban đầu không được vượt quá 0,1%. Khi xi măng được trộn với nước, nó sẽ bắt đầu các phản ứng hóa học rất quan trọng để làm cứng. Điều quan trọng nhất trong số này là sự hình thành tricanxi disilicate hydrat, “keo khoáng”, từ canxi oxit và sil.

2. Pozzolana

Pozzolana là một vật liệu silic, ở dạng mịn, có thể phản ứng với vôi khi có hơi ẩm ở nhiệt độ và áp suất bình thường để tạo thành các hợp chất có đặc tính kết dính. Thật không may, đặc tính kết dính của hỗn hợp pozzolana rất khác nhau và không thể đoán trước được.

Nhiều loại vật liệu, cả tự nhiên và nhân tạo, có thể chứa pozzolanic. Silica chiếm hơn một nửa trọng lượng của pozzolana. Tro núi lửa là loại pozzolana đầu tiên mà người La Mã sử dụng để làm bê tông cho nhiều tòa nhà lớn bền vững.

Trầm tích tro núi lửa có thể được tìm thấy ở bất cứ nơi nào có núi lửa đang hoạt động hoặc đang hoạt động gần đây. Các nguồn pozzolana tự nhiên khác là đá hoặc đất, trong đó thành phần silic có chứa khoáng chất opal và các loại đất đá ong thường được tìm thấy ở châu Phi. Pozzolana nhân tạo bao gồm tro bay từ đốt than trong nhà máy nhiệt điện, đất sét nung và đá phiến sét, xỉ lò cao hình thành trong quy trình sản xuất sắt, tro trấu và tro từ các chất thải nông nghiệp khác.



Pozzolana trong kiến trúc La Mã



Bê tông trong thiết kế sáng tạo kiến trúc hiện đại

Nhu cầu năng lượng để sản xuất xi măng Portland rất cao. Để so sánh, vôi và vôi thủy lực có thể được sản xuất với nhu cầu năng lượng ít hơn một nửa và pozzolana tự nhiên có thể được sử dụng trực tiếp mà không cần xử lý. Pozzolana nhân tạo cần sưởi ấm một chút, nhưng chưa bằng một nửa so với nhu cầu sản xuất vôi.

Pozzolana và vôi có thể được sản xuất với công nghệ ít phức tạp hơn nhiều so với xi măng Portland. Điều này có nghĩa là pozzolana có thể được sản xuất với chi phí tương đối thấp và cần ít ngoại hối hơn nhiều so với xi măng. Tuy nhiên, cần gấp 2-3 lần thể tích pozzolana để tạo ra bê tông có cùng cường độ như xi măng Portland, và điều này làm tăng thêm chi phí vận chuyển và xử lý.

Công dụng chính của pozzolana là làm vữa vôi-pozzolana, làm xi măng pozzolanic hỗn hợp và làm phụ gia trong bê tông. Việc thay thế tới 30% xi măng portland bằng pozzolana sẽ tạo ra cường độ bằng 65–95% cường độ của bê tông xi măng portland sau 28 ngày. Về danh nghĩa, cường độ cải thiện theo độ tuổi vì pozzolana phản ứng chậm hơn xi măng và sau 1 năm sẽ đạt được cường độ tương tự.

3. Bê tông

Bê tông là loại vật liệu xây dựng được làm bằng cách trộn xi măng dán (xi măng portland và nước) với cốt liệu (cát và đá). Xi măng là “chất keo” kết dính các hạt trong tổng hợp lại với nhau. Sức mạnh của hồ xi măng phụ thuộc vào tỷ lệ tương đối nước và xi măng, với hỗn hợp sệt loãng hơn yếu hơn. Ngoài ra, tỷ lệ tương đối của xi măng dán và tổng hợp ảnh hưởng đến cường độ, với tỷ lệ cao hơn tỷ lệ dán làm cho bê tông mạnh hơn.

Bê tông cứng lại thông qua phản ứng hóa học giữa nước và xi măng mà không cần đến không khí. Khi quá trình đông kết

ban đầu đã diễn ra, bê tông sẽ xử lý tốt dưới nước. Sức mạnh tăng dần tùy theo về tốc độ của phản ứng hóa học. Phụ gia đôi khi được thêm vào hỗn hợp bê tông để đạt được một số tính chất nhất định. Cốt thép được sử dụng để tăng thêm sức mạnh, đặc biệt đối với ứng suất kéo.

Bê tông thường được trộn tại công trường và đổ vào ván khuôn có hình dạng mong muốn, theo vị trí mà đơn vị sẽ chiếm giữ trong quá trình hoàn thành kết cấu. Các đơn vị cũng có thể được đúc sẵn, tại địa điểm xây dựng hoặc tại một nhà máy.

Bảng 1. Sự phát triển cường độ điển hình của bê tông
(1 xi măng/6 cốt liệu, tính theo khối lượng, tỷ lệ nước/xi măng là 0,6)

Age at test	Average crushing strength	
	Ordinary Portland cement	
	Storage in air 18 °C RH 65% (N/mm ²)	Storage in water (N/mm ²)
1 day	5.5	-
3 days	15.0	15.2
7 days	22.0	22.7
28 days	31.0	34.5

Trong một số tài liệu, loại bê tông yêu cầu là được xác định bởi tỷ lệ xi măng, cát và đá (được gọi là hỗn hợp danh nghĩa), chứ không phải là nén sức mạnh. Do đó một số hỗn hợp danh nghĩa phổ biến có được đưa vào Bảng 1. Tuy nhiên, lưu ý rằng Lượng nước thêm vào hỗn hợp như vậy sẽ có tác dụng lớn ảnh hưởng đến cường độ nén của vật liệu được bảo dưỡng bê tông.

4. Thành phần

4.1. Xi măng

Xi măng Portland thông thường được sử dụng chủ yếu cho các kết cấu xây dựng trang trại. Xi măng phải được bảo quản ở nơi khô ráo, tránh ẩm ướt từ mặt đất và thời gian bảo quản không quá một hoặc hai tháng. Nếu bị vón cục thì chất lượng sẽ giảm, mặc dù vẫn có thể sử dụng được nếu có thể dùng ngón tay bóp nát chúng ra.

4.2. Tổng hợp

Cốt liệu hoặc đá dầm là sỏi hoặc đá dầm. Cốt liệu lọt qua sàng 5mm được gọi là cốt liệu mịn hoặc cát và những thứ được giữ lại được gọi là cốt liệu thô hoặc đá. Cốt liệu phải cứng, sạch và không có muối và tạp chất thực vật. Quá nhiều bùn và chất hữu cơ làm cho cốt liệu không phù hợp để làm bê tông.

Để kiểm tra phễu sa, cho cát dày 80mm vào chai trong suốt cao 200mm. Thêm nước lên tới độ cao 160mm. Lắc mạnh chai và để cho chất bên trong lắng xuống cho đến ngày hôm sau. Nếu lớp bùn lắng đọng trên cát nhỏ hơn 6mm thì có thể sử dụng cát mà không cần xử lý thêm. Nếu hàm lượng bùn cao hơn thì phải rửa sạch cát.

Để kiểm tra chất hữu cơ, cho cát dày 80mm vào chai trong suốt cao 200mm. Thêm dung dịch natri hydroxit 3% lên đến 120mm.

Việc phân loại cốt liệu để cập đến việc chia tỷ lệ các kích cỡ khác nhau của vật liệu cốt liệu và ảnh hưởng lớn đến chất lượng, tính thấm và khả năng làm việc của bê tông.

Bảng 2. Sự phát triển cường độ điển hình của bê tông

Cấp	Trên danh nghĩa	Sử dụng hỗn hợp
C7 C10	1:3:8 1:4:6 1:3:6 1:4:5 1:3:5	Móng dài; đào rãnh lắp móng; căn cứ stanchion; không gia cố nền móng; bê tông ngoài công trường và các rãnh buộc dưới tấm; sàn nhà với rất đèn giao thông; bê tông khối, v.v.
C15 C20	1:3:5 1:3:4 1:2:4 1:3:3	Tường móng; tường tầng hầm; kết cấu bê tông; bức tường; gia cố thâm nhà; sàn cho sữa và thịt bò gia súc, lợn và gia cầm; sàn bằng hạt và các cửa hàng khoai tây, kho chứa củ khô, và cửa hàng máy móc; bể tự hoại và bể chứa nước; tấm cho sàn trang trại phân bón; đường, đường lái xe, trải nhựa và đi dạo; cầu thang
C25 C30 C35	1:2:4 1:2:3 1:1:5:3 1:1:2	Tất cả bê tông trong các tiệm vắt sữa, nhà máy sản xuất sữa, silo ủ chua, thức ăn và nước uống máng; sàn bị mài mòn nghiêm trọng và điều kiện thời tiết, hoặc axit yếu và dung dịch kiềm; đường và lát đường thường xuyên được sử dụng bởi máy móc hạng nặng và xe tải; những cây cầu nhỏ; giữ lại tường và đập; sàn treo, dầm và lanh tô; sàn được sử dụng bởi vật nặng, thiết bị có bánh xe nhỏ, chẳng hạn như xe nâng; hàng rào và đúc sẵn thành phần bê tông.
C40 C50 C60		Bê tông bị phơi nhiễm rất nghiêm trọng; các yếu tố kết cấu đúc sẵn; bê tông dự ứng lực.

Độ ẩm trong cát rất quan trọng vì tỷ lệ trộn cát thường để cập đến số kg cát khô và lượng nước tối đa bao gồm độ ẩm trong cốt liệu. Độ ẩm được xác định bằng cách lấy mẫu đại diện 1kg.

Mật độ là trọng lượng trên thể tích của khối rắn, không bao gồm các lỗ rỗng và được xác định bằng cách cho 1kg cốt liệu khô vào 1 lít nước. Mật độ là trọng lượng của cốt liệu khô (1kg) chia cho thể tích nước bị đẩy ra khỏi vị trí. Giá trị thông thường của mật độ cốt liệu (cát và đá) là 2.600–2.700 kg/m³ và đối với xi măng là 3.100kg/m³.

Kích thước và kết cấu của cốt liệu ảnh hưởng đến bê tông. Các hạt cốt liệu thô lớn hơn không nên vượt quá 1/4 độ dày tối thiểu của cấu kiện bê tông đang được đúc. Trong bê tông cốt thép, cốt liệu thô phải có khả năng đi qua giữa thanh cốt thép, 20mm thường được coi là kích thước tối đa.

Mật độ khối là trọng lượng trên một thể tích của cốt liệu, bao gồm cả các lỗ rỗng và được xác định bằng cách cân 1 lít cốt liệu. Giá trị thông thường của cốt liệu thô là 1.500–1.650 kg/m³.

4.3. Nước

Nước phải không có tạp chất như chất rắn lơ lửng, chất hữu cơ và muối. Yêu cầu này thường được đáp ứng bằng cách sử dụng nước phù hợp để uống. Nước biển có thể được sử dụng nếu không có nước ngọt, nhưng không dùng được cho bê tông cốt thép vì cường độ của bê tông sẽ giảm tới 15%.

5. Trộn

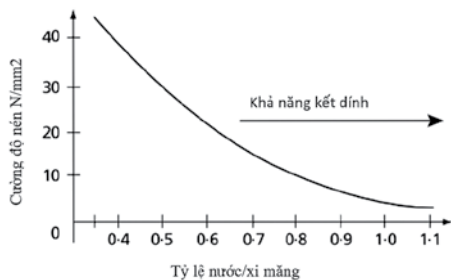
Tỷ lệ nước-xi măng là biểu thức cho tỷ lệ tương đối của nước, bao gồm độ ẩm trong cốt liệu ẩm và xi măng trong hồ xi măng.

Bê tông mạnh nhất thu được với tỷ lệ nước-xi măng thấp nhất, mang lại hỗn hợp khả thi và có thể được nén kỹ lưỡng. Lưu ý rằng cứ 1 phần trăm nước vượt quá mức cần thiết sẽ làm giảm độ bền tới 5 phần trăm. Tuy nhiên, tỷ lệ nước-xi măng không được thấp hơn 0,4:1 vì đây là tỷ lệ tối thiểu cần thiết để hydrat hóa xi măng.

Tỷ lệ cốt liệu-xi măng sẽ ảnh hưởng đến giá bê tông vì lượng xi măng sử dụng trên một mét khối sẽ thay đổi. Không thể đưa ra mối quan hệ cụ thể giữa tỷ lệ nước-xi măng, tỷ lệ cốt liệu-xi măng và tính công tác, vì nó bị ảnh hưởng bởi cấp phối, hình dạng và kết cấu của cốt liệu.

Khả năng làm việc mô tả sự dễ dàng mà hỗn hợp bê tông có thể được đầm chặt. Khả năng làm việc có thể tăng lên bằng cách thêm nước vào một tỷ lệ pha trộn nhất định kể từ khi điều này sẽ làm tăng tỷ lệ nước-xi măng và do đó giảm sức mạnh.

Việc đo theo mẻ được thực hiện theo trọng lượng hoặc theo thể tích. Việc chia theo khối lượng chính xác hơn nhưng chỉ được sử dụng ở các công trường xây dựng lớn, trang trại. Phân lô chính xác là quan trọng hơn đối với các loại bê tông cao hơn.



Hình 4. Quan hệ giữa cường độ chịu nén

Việc tính toán khối lượng nguyên liệu được thực hiện từ số mét khối bê tông cần thiết. Tổng khối lượng thành phần sẽ lớn hơn khối lượng bê tông, vì cát sẽ lấp đầy khoảng trống giữa cốt liệu thô. Âm lượng vật liệu thông thường sẽ lớn hơn 30–50 phần trăm hơn trong hỗn hợp bê tông – 5 phần trăm đến 10 phần trăm được cho phép đối với chất thải và sự đổ tràn. Thêm xi măng không tăng âm lượng rõ rệt.

Trộn cơ học là cách trộn bê tông tốt nhất. Máy trộn mẻ có trống nghiêng để sử dụng tại các công trường xây dựng có sẵn trong các kích cỡ 85–400 lít. Nguồn cho trống vòng quay được cung cấp bởi động cơ xăng hoặc động cơ điện động cơ, trong khi trống được nghiêng bằng tay. Trống hình quả lê có các lưới bên trong để trộn hiệu quả.

Bảng 3. Yêu cầu về nước trộn ⁽¹⁾ đối với bê tông đặc độ đặc khác nhau và kích thước tối đa của cốt liệu

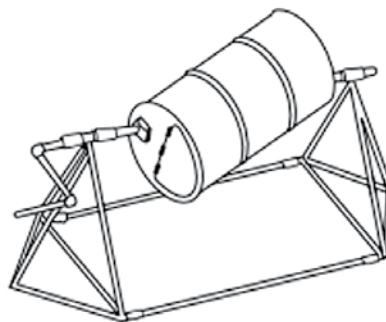
Kích thước tối đa của tổng hợp ⁽²⁾	Nhu cầu nước (lít/m³) cho bê tông		
	1/2–1/3 Cao khả năng làm việc	1/3–1/6 Trung bình khả năng làm việc	1/6–1/2 Nhựa Tính nhất quán
10 mm	245	230	210
14 mm	230	215	200
20 mm	215	200	185
25 mm	200	190	175
40 mm	185	175	160

(1) Bao gồm độ ẩm trong cốt liệu. Lượng nước trộn là mức tối đa để sử dụng với cốt liệu có cấp phối hợp lý, có hình dạng tốt, góc cạnh, thô.

(2) Về độ sụt xem Bảng 3.



Hình 5. Máy trộn hàng loạt



Hình 6. Máy trộn bê tông tự chế

Một máy trộn bê tông cầm tay đơn giản có thể được sản xuất từ thùng dầu rỗng đặt trong khung của ống mạ kẽm. Hình 6. thể hiện một tay quay, nhưng ổ đĩa có thể được chuyển đổi dễ dàng thành năng lượng máy.

Trộn tay thường được sử dụng cho các công việc nhỏ. Việc trộn phải được thực hiện trên nền kín hoặc sàn bê tông gần nơi đổ bê tông được đặt và không bao giờ ở trên mặt đất trống vì nguy hiểm của ô nhiễm trái đất.

Tất cả các dụng cụ và bề mặt phải được làm sạch bằng nước khi có sự gián đoạn trong quá trình trộn và tại thời điểm cuối ngày.

Kiểm tra sụt giảm: Thử nghiệm độ sụt cho thấy dấu hiệu gần đúng của khả năng làm việc của hỗn hợp bê tông ướt. Điền vào hình nón xô định hình bằng hỗn hợp bê tông ướt và nhỏ gọn nó một cách triệt để. Lật ngược thùng trên nền tảng trộn. Nhấc xô lên, đặt nó cạnh đồng bê tông và đo độ sụt, như thể hiện trong Hình 7.



Hình 7. Kiểm tra độ sụt bê tông

6. Đặt và đầm nén

Bê tông nên được đổ với độ trễ tối thiểu sau khi trộn xong và chắc chắn là trong vòng 30 phút. Cần đặc biệt cẩn thận khi vận chuyển hỗn hợp ướt, vì sự rung động của xe cút kít đang di chuyển có thể khiến hỗn hợp bị phân tầng. Hỗn hợp không được phép chảy, cũng không được thả rơi vào vị trí từ độ cao hơn 1 mét. Bê tông phải được đổ bằng xẻng thành từng lớp không sâu hơn 15 cm và được đầm chặt trước khi đổ lớp tiếp theo.

Việc đầm nén thủ công thường được sử dụng để xây dựng các công trình trang trại. Nó có thể được sử dụng cho các hỗn hợp có độ linh hoạt cao và trung bình cũng như cho các hỗn hợp nhựa. Hỗn hợp ướt dùng cho tường được đầm chặt bằng cách đóng cọc bằng ván, thanh hoặc miếng thanh gia cố. Gõ vào ván khuôn cũng có ích. Các hỗn hợp ít khả thi hơn, chẳng hạn như các hỗn hợp dùng cho sàn và lát đường, tốt nhất nên được đầm chặt bằng máy đầm.

Bảng 4. Độ sụt bê tông cho các mục đích sử dụng khác nhau

Tính nhất quán	Sụt giảm	Sử dụng	Phương pháp nén
Khả năng làm việc cao	1/2–1/3	Công trình có lối đi hẹp và/hoặc phức tạp hình dạng. Bê tông cốt thép dày đặc.	Thủ công
Khả năng làm việc trung bình	1/3–1/6	Mọi nhu cầu sử dụng bình thường. Bê tông không cốt thép và bê tông cốt thép thông thường.	Thủ công
Nhựa	1/6–1/12	Các kết cấu mở với cốt thép khá hở, được gia công thủ công nhiều để đầm nén, chẳng hạn như sàn và lát nền. Bê tông khối.	Bằng tay hoặc cơ khí

Tính nhất quán	Sụt giảm	Sử dụng	Phương pháp nén
Cứng	0–1/2	Các kết cấu hở không được gia cố hoặc được gia cố thưa thớt, chẳng hạn như sàn và mặt đường, bị rung cơ học. Nhà máy chế tạo sẵn các sản phẩm bê tông. Khối bê tông.	Cơ khí
Ấm ướt	0	Nhà máy sản xuất hàng hóa bê tông tiến chế	Cơ học hoặc áp suất

(Còn tiếp kỳ sau)

Tài liệu tham khảo:

1. Lindley, J.A. & Whitaker, J.H. 1996. *Agricultural buildings and structures*. Revised edition. American Society of Agricultural Engineers (ASAE).

2. Lippsmeier, G. 1969. *Tropenbau – building in the Tropics*. Munich, Callwey Verlag.

3. Lundborg, N. 1976. *To choose timber for building*. ar-es-Salaam, National Housing and Building Research Unit.

4. Lunt, M.G. 1980. *Stabilized soil blocks for building*. Overseas Building Notes No. 184. Watford, Building Research Establishment, Overseas Division.

5. McKay, W.B. 1975. *Carpentry*. London, Longman Group Ltd.

6. National Academy of Science. 1973. *Ferro-cement: applications in developing countries*. Washington, D.C.

7. National Vocational Training Institute, Accra. *Rural building: 1. Reference book, 2. Basic knowledge, 3. Construction. 4. Drawing book*. Maastricht, Stichting Kongregatie F.I.C.

8. Palmeira, E.M., Tatsuoka, F., Bathurst, R.J., Stevenson, P.E. & Zornberg, J.G. 2008. *Advances in Geosynthetic Materials and Applications for Soil Reinforcement and Environmental Protection Works*. Electronic Journal of Geotechnical Engineering, Vol. 13, Special Issue State of the Art in Geotechnical Engineering, December, pp. 1–38.

