

KỸ THUẬT BÊ TÔNG RỖNG DÙNG XÂY DỰNG LỀ ĐƯỜNG VÀ CÔNG TRÌNH CÔNG CỘNG

POROUS CONCRETE TECHNOLOGY FOR ROADSIDE AND PUBLIC CONSTRUCTION

Nguyễn Văn Chánh, Nguyễn Hoàng Duy, Hoàng Phạm Nam Huân

Khoa Kỹ Thuật Xây dựng, Trường Đại Học Bách Khoa, Tp Hồ Chí Minh, Việt Nam

BẢN TÓM TẮT

Bê tông rỗng được dùng làm vật liệu lát đường, sân bãi, các công trình công cộng, nhưng có khả năng cho nước thấm qua và bổ sung vào nguồn nước ngầm, ngoài ra còn ngăn cản tiếng ồn do các phương tiện giao thông, ngăn cản hiện tượng tích nhiệt trong đô thị và đặc biệt là tạo được hiệu ứng đô thị xanh. Bên cạnh đó tác động bảo vệ môi trường của bê tông rỗng theo một cách định tính tốt hơn so với bê tông thông thường. Bởi vì lớp bề mặt bằng bê tông rỗng cho phép không khí, nước và nhiệt có thể trao đổi một cách thuận tiện trong môi trường, nước có thể xâm nhập vào đất được lưu trữ, xử lý và chảy đi.

ABSTRACT

Porous concrete is used for pavements materials, it can potentially infiltrate stormwater at the source, allow the oils from cars and trucks to biodegrade safely, improve driving safety, reduce traffic noise, reduce urban temperatures, and make the "urban forest" thrive. The environmental effects of porous concrete are qualitatively different from those of nonporous paving materials. Porous pavements cause air, water, and heat to enter different parts of the environment, where they undergo different processes of storage, treatment, and flow.

1. GIỚI THIỆU

Trong vài năm gần đây thì vấn đề bảo vệ nguồn nước đã thu hút được nhiều sự quan tâm để tìm kiếm một loại vật liệu đáp ứng được quá trình đô thị hóa đồng thời có thể khắc phục được những tác động xấu đến tự nhiên. Theo các nghiên cứu và đã áp dụng tại Nhật Bản và các nước Châu Âu, bê tông rỗng cốt liệu đá (BTR) là loại vật liệu thân thiện với môi trường đáp ứng được yêu cầu nêu trên, được dùng làm đường giao thông, bãi đỗ xe, sân bãi, công trình đô thị công cộng, taluy, mái dốc, bờ kè....

Bê tông rỗng là loại bê tông có cấu trúc lỗ rỗng hở liên tục, có độ rỗng (15-35%) . thành phần tương tự như bê tông thông thường, tuy nhiên đã được dùng có cùng cỡ hạt và chứa rất ít hoặc không dùng đến cát, những hạt đá có cùng kích thước được bào phủ và dính kết với nhau tại các vị trí tiếp xúc bằng

lượng hồ xi măng đó là nguyên lý để tạo nên lỗ rỗng hở bên trong cấu trúc bê tông. Ngoài ra thì những lỗ rỗng hở này cho phép hơi lạnh từ đất bên dưới làm mát bề mặt của bê tông rỗng.



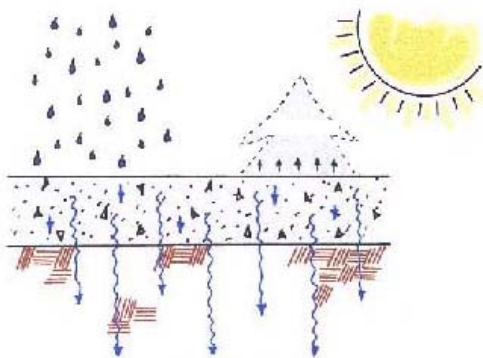
Hình 1: Nước thoát qua các lỗ rỗng

Bởi vì bê tông rỗng cho phép nước mưa thấm vào lớp đất bên dưới nên:

- Cây cỏ được cung cấp nước tự nhiên, giảm chi phí tốn kém cho hệ thống tưới nước.
- Nguồn nước ngầm được bảo vệ.
- Hiện tượng nước chảy tràn được ngăn cản và chất lượng nước được cải thiện.

Mặc dù đây là bê tông có cấu trúc rỗng, nhưng vẫn đạt được cường độ và độ bền cần thiết. Hiện nay việc dùng các loại phụ gia cho phép giảm lượng nước nhào trộn để cải thiện cường độ và độ bền, mặc dù vậy thì việc thi công tốt vẫn rất cần thiết để đảm bảo mối liên kết giữa các hạt cốt liệu với nhau trong khi vẫn đảm bảo độ rỗng cần thiết.

Cùng với sự phát triển của các đô thị lớn, những thành phố, đã tác động sâu sắc tới hệ thống dòng chảy tự nhiên và nguồn nước tại chỗ. Quá trình đô thị hóa làm thay đổi không chỉ đơn thuần về điều kiện vật lý mà cả điều kiện hóa học và sinh vật học của nguồn nước. Do lớp bao phủ bề mặt tại các khu đô thị như: đường xá, sân bãi, công viên, nhà cửa... được làm từ vật liệu không thấm đã làm chậm quá trình bốc hơi nước vào không khí để ngưng tụ thành mưa tức là ngăn cản vòng tuần hoàn nước tự nhiên và điều này là khởi đầu cho sự thay đổi về thời tiết. Đồng thời những lớp đất bên dưới bị làm chắc hơn, làm cho nước thay vì dễ dàng thấm vào đất và bổ sung vào nguồn nước tự nhiên thì lại chảy tràn trên bề mặt gây ra hiện tượng ngập úng, lầy lội tại các vùng đô thị.....



Hình 2: Không khí, nước và nhiệt trao đổi thuận tiện trong môi trường

Một biện pháp đơn giản để tránh hiện tượng này đó là ngưng việc sử dụng các loại bê tông thông thường để làm lớp vật liệu bao phủ bề mặt ngăn cản nước thấm vào lớp đất bên

dưới, thay vào đó bằng bê tông rỗng, một loại vật liệu phục vụ cho sự phát triển bền vững góp phần vào việc xử lý, thu hồi và bảo vệ nguồn nước tại chỗ...



Bãi đỗ xe



Lề đi bộ

Hình 3: Vài hình ảnh ứng dụng bê tông rỗng

2. NGUYÊN VẬT LIỆU

Cốt liệu đá (Đ): Sử dụng một loại cỡ hạt, kích thước có thể lên đến 25 mm. Khi kích thước đá càng lớn thì bề mặt bê tông rỗng càng gồ ghề, ngược lại đá có kích thước nhỏ sẽ cho bề mặt bê tông mịn hơn. Điều này cho thấy rằng các công trình như là lề bộ hành nên dùng đá có kích thước nhỏ sẽ làm tăng nét thẩm mỹ của công trình.



Hình 4 : Cốt liệu cùng cỡ hạt

Xi măng (X): Tương tự như bê tông thường, bê tông rỗng sử dụng các loại xi măng portland thông thường.

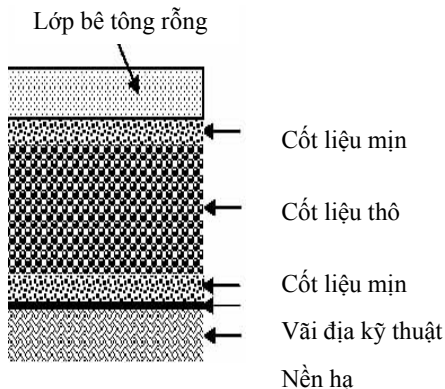
Nước (N): Tỷ lệ N/X được xác định là từ 0.25 đến 0.45. Không giống với bê tông thường, lượng xi măng trong bê tông rỗng thấp hơn so với lượng lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu. Khi mà cường độ của vữa xi măng tăng thì sẽ dẫn đến sự gia tăng cường độ tổng thể của bê tông rỗng. Do đó cần kiểm soát lượng nước một cách chặt chẽ. Dùng đúng lượng nước sẽ làm cho hỗn hợp bê tông có được các đặc tính mong muốn, không xuất hiện hiện tượng vữa chảy tràn xuống đáy lớp đáy lấp kín các lỗ rỗng làm mất khả năng thoát nước của bê tông rỗng.

Phụ gia: Do bê tông rỗng có thời gian đóng rắn nhanh, nên sử dụng các loại phụ gia kéo dài thời gian đóng rắn và tăng độ ổn định của quá trình hydrat hóa đá xi măng. Ngoài ra để tăng cường độ của bê tông rỗng có thể sử dụng các phụ gia vô cơ hoạt tính hay các hợp chất polyme.

3. TIÊU CHUẨN THIẾT KẾ

Bê tông rỗng tại các vị trí khác nhau yêu cầu đặc tính kỹ thuật khác nhau nên không thể có một cái quy chuẩn nào có thể đáp ứng tất cả đòi hỏi đó. Tuy nhiên có hướng dẫn chung về các bước thiết kế bê tông rỗng cho các công trình công cộng của hiệp hội xi măng (PCA), hoặc của viện nghiên cứu bê tông làm đường (ICPI).

-Vị trí ứng dụng được bê tông rỗng
Độ dốc của nền đường không lớn hơn 5%
Không sử dụng tại các vị trí đất có tiềm năng bị ô nhiễm cao.



Hình 5: Kỹ thuật nền đường dùng bê tông rỗng

-Nền hạ

Độ thấm nước của lớp đất bên dưới phải được thí nghiệm và nằm trong phạm vi cho phép. Mức nước ngầm phải sâu hơn nền tối thiểu là 1m và lớp đá bên dưới thì phải cách nền ít nhất là 0.6m.

Lớp nền đường chỉ được xử lý bằng cốt liệu.

Lớp đất nền không được đầm chặt.

-Vải địa kỹ thuật

Lớp đất bên dưới khi dùng cho đường ô tô thì phải gia cố lớp vải địa kỹ thuật ở bên dưới và cả khu vực bên cạnh.

-Lớp cốt liệu

Độ rỗng của lớp cốt liệu sử dụng khoảng 40%. Cỡ hạt nằm trong phạm vi cho phép đáp ứng theo tiêu chuẩn AASHTO.

Cường độ và độ bền đáp ứng được quy phạm.

Chiều dày lớp đá khoảng từ 30 đến 90 cm.

-Lớp mặt đường

Độ rỗng khoảng 20%-25%.

Cho phép nước thoát qua với tốc độ 0,5m/giờ.

Chiều dày lớp bề mặt khoảng 15cm.

Thi công với thiết bị đầm rung và con lăn thép hình ống.

Sau khi thi công phải được phủ kín bề mặt và dưỡng hộ ít nhất trong 7 ngày.

4. THI CÔNG

- Chuẩn bị nền đường và ván khuôn

Cốt liệu đá lót nền đường cùng cỡ hạt từ từ 10 đến 19 mm phù hợp với tiêu chuẩn của AASHTO



Hình 6: Chuẩn bị nền đường

Nền đường được đầm chặt tới dung trọng nhỏ nhất của 92% của dung trọng khô lớn nhất theo tiêu chuẩn ASTM D 1557 hay AASHTO T 180. Nếu nền đường được yêu cầu đắp cao lên đến cao độ thiết kế thì chiều dày tối đa để tiến hành đầm chặt mỗi lớp là 20cm

Độ ẩm của nền đường : nền đường được điều chỉnh đạt được độ ẩm tối ưu và dao động trong khoảng cho phép là 3% dựa vào kết quả thí nghiệm đầm chặt theo ASTM D 1557 hay AASHTO T 180

Ván khuôn : làm bằng gỗ hay thép (kim loại) và có chiều sâu phù hợp với lớp bê tông rỗng phủ bề mặt. Ván khuôn phải có đủ sức chịu tải và độ ổn định cần thiết để thi công đầm rung mà không bị biến dạng hay bị phá vỡ dưới năng lượng đầm rung đó

- Nhào trộn bê tông rỗng

Đối với việc nhào trộn tại chỗ thì cối trộn không được cho nước vào trước khi nhào trộn khô các thành phần vật liệu. Trong khi nạp vật liệu vào thì cối quay với 3/4 tốc độ nhào trộn để nguyên liệu có thể rơi vào cối trộn mà được nhào trộn đồng đều. Đối với 1 mẻ trộn thì lượng xi măng là yếu tố quyết định. Tốc độ nhào trộn được giữ cố định và thời gian nhào trộn không được quá 5 phút hay không được quá 70 vòng bao gồm cả quá trình nạp vật liệu. Việc nhào trộn quá mức dẫn đến hỗn hợp bê tông khô và làm cho xi măng bị vón cục trong thùng trộn

- Thi công

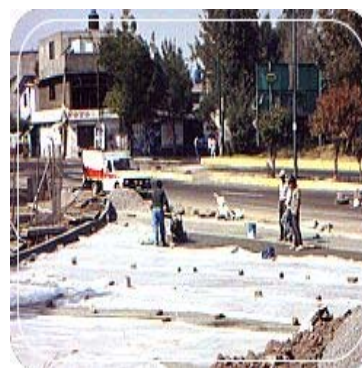
Cần cung cấp các thiết bị cần thiết như: thiết bị láng mặt, tạo hình sau khi bê tông được đầm rung với 1 lực thẳng đứng $0,3 - 0,35 \text{ kG/cm}^2$. Yêu cầu về độ lệch của lớp bê tông rỗng bao phủ theo mặt cắt ngang không vượt quá 1 cm trong 3m. Thường hạn chế chiều rộng tối đa để thi công là 4,5m. Lớp bê tông rỗng sẽ được bao phủ bằng một lớp vải nylon ngay sau khi thi công. Trước khi bao phủ dưỡng hộ thì có thể phun hơi nước vào lớp bên trên khi mà điều kiện thời tiết khắc nghiệt (nhiệt độ cao, lưu lượng gió nhiều, độ ẩm thấp)



Hình 7: Thi công đầm rung

-Dưỡng hộ

Lớp nhựa này phải bảo phủ toàn bộ kể cả phía bên cạnh để bảo vệ sự mất nước do gió hay là ảnh hưởng của luồng giao thông bên cạnh. Lớp bê tông rỗng được bảo vệ không cho tiếp xúc với mưa sau khi thi công tối thiểu là 24 giờ. Không được cho xe có tải trọng lớn lưu thông trong vòng 10 ngày sau khi thi công.



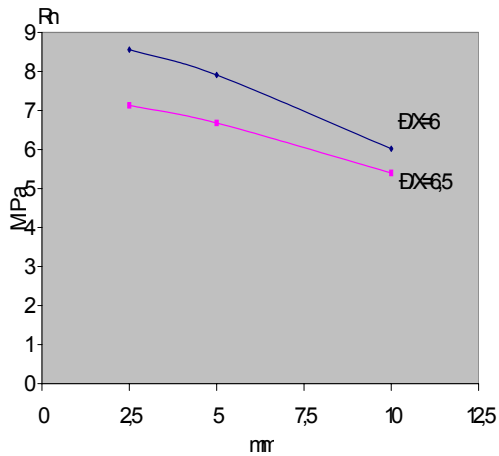
Hình 8: Dưỡng hộ tự nhiên

Cứ mỗi 7,5 m sẽ có 1 khe ngắt , chiều sâu của khe ngắt này khoảng 3/4 chiều dày của lớp bê tông bảo phủ. Khe ngắt này có thể được thi công khi bê tông còn ở trạng thái dẻo tức là vào khoảng thời gian mà bê tông bắt đầu kết khối hay tiến hành cắt sau khi bê tông đã đủ độ cứng để ngăn cản hiện tượng rơi rã hay không kiểm soát được vết nứt (thường tiến hành sau khi dưỡng hộ).

5. TÍNH CHẤT KỸ THUẬT

Lỗ rỗng hờ bên trong cấu trúc bê tông rỗng, được tạo thành dựa trên sự sắp xếp các hạt cốt liệu cùng kích thước, liên kết với nhau tại các điểm tiếp xúc bằng hàm lượng hồ xi măng hợp lý. Do đó kích thước hạt và hàm lượng hồ xi măng là yếu tố chính quyết định tính chất của bê tông rỗng. Kết quả thí nghiệm bên dưới dựa trên việc khảo sát các kích thước hạt sau : hạt 10mm (sốt trên sàng 10 lọt qua sàng 12.5); hạt 5mm (sốt trên sàng 5 lọt qua sàng 10); hạt 2.5mm (sốt trên sàng 2.5 lọt qua sàng 5). Với tỉ lệ $N/X=0.38$

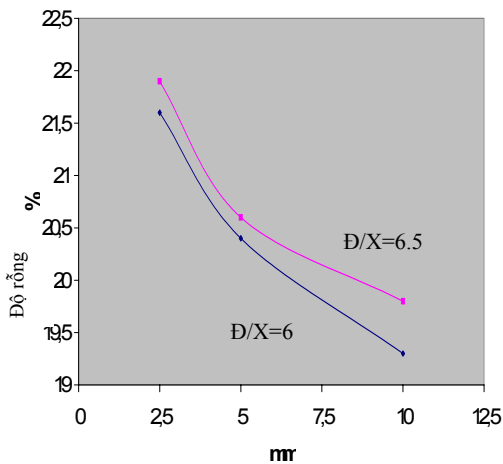
5.1. Kích thước hạt- cường độ chịu nén



Đồ thị 1: Mối quan hệ giữa cường độ và cỡ hạt

Với tỉ lệ Đ/X không đổi, khi dùng cốt liệu đá có kích thước hạt lớn thì sẽ làm giảm cường độ chịu nén của bê tông. Tuy nhiên có thể làm tăng cường độ chịu nén bê tông bằng cách giảm tỉ lệ Đ/X, tức là tăng lượng hồ xi măng trong bê tông để tăng khả năng liên kết tại các mối nối giữa các hạt cốt liệu.

5.2. Kích thước hạt - Độ rỗng

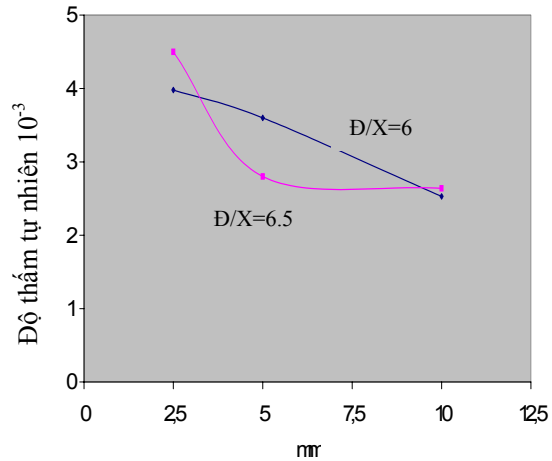


Đồ thị 2: Mối quan hệ giữa kích thước hạt và độ rỗng

Với kích thước hạt 2.5mm cho độ rỗng lớn nhất (21.9%) và độ rỗng nhỏ nhất (19.8%) đối với hạt 10mm khi tỉ lệ thành phần không đổi. Như vậy độ rỗng của bê tông rỗng tăng khi sử dụng cốt liệu đá có kích thước hạt nhỏ. Trong

một m³ bê tông thì khi hàm lượng hồ xi măng được tăng lên, thì một cách tự nhiên, không gian rỗng bên trong bị hồ xi măng chiếm chỗ đồng thời làm giảm độ rỗng bên trong cấu trúc bê tông.

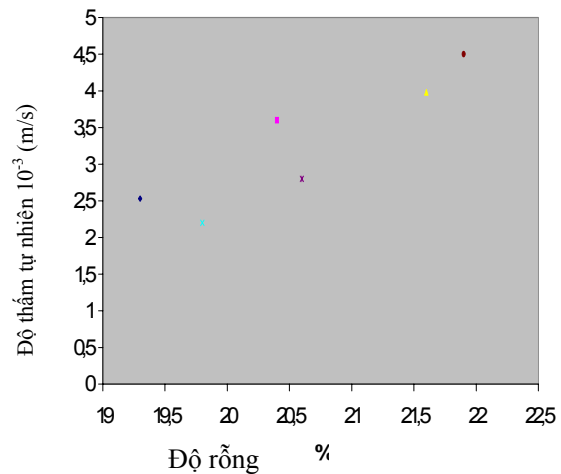
5.3. Kích thước hạt - Độ thấm



Đồ thị 3: Mối quan hệ giữa kích thước hạt và độ thấm

Khi kích thước hạt càng tăng hay hàm lượng vữa càng tăng thì độ thấm của bê tông rỗng có xu hướng giảm, tuy nhiên không rõ ràng theo một quy luật vì độ thấm còn phụ thuộc vào sự phân bố và tính chất của lỗ rỗng bên trong.

5.4. Độ rỗng - Độ thấm



Đồ thị 4: Mối quan hệ giữa độ rỗng và độ thấm

Độ rỗng càng tăng thì độ thấm của bê tông rỗng càng tăng, tuy nhiên không tìm được một quy luật thể hiện mối liên hệ này rõ ràng giữa 2 thông số độ rỗng và độ thấm của bê tông rỗng. Bởi vì độ thấm của bê tông còn chịu ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố khác như : tính liên tục, tính quanh co, sự phân bố của lỗ rỗng, bề mặt của lỗ rỗng.....

6. KẾT LUẬN

- Bê tông rỗng thoát nước tốt mà vẫn đáp ứng được các yêu cầu về cường độ nên có thể ứng dụng bê tông rỗng vào các công trình đô thị công cộng như lễ bộ hành, công viên, bãi đỗ xe, taluy, mái dốc ven sông.
- Khi dùng các hạt cốt liệu đá có kích thước càng nhỏ làm tăng cường độ chịu nén, đồng thời làm tăng độ rỗng trong cấu trúc bê tông và từ đó làm tăng khả năng thoát nước của bê tông rỗng.
- Tuy nhiên khả năng thoát nước của bê tông rỗng không chỉ đơn thuần phụ thuộc vào độ rỗng mà nó còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác như tính liên tục, tính quanh co, bề mặt của các lỗ rỗng.
- Bê tông rỗng là loại vật liệu mới phục vụ cho quá trình đô thị hóa nhưng đồng thời cũng là loại vật liệu thân thiện với môi trường sống. Vì vậy sẽ sớm hoàn thiện và nhanh chóng đưa bê tông rỗng áp dụng vào thực tiễn góp phần xây dựng và phát triển một đô thị bền vững.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. TS.Nguyễn Văn Chánh, “Nghiên Cứu Công Nghệ Sản Xuất Bê Tông Nhẹ Sử Dụng Trong Các Công Trình Xây Dựng”.
2. TS. Nguyễn Văn Chánh , Nguyễn Tấn Hoài “Nghiên Cứu Thực Nghiệm Chế Tạo Bê Tông Rỗng” Luận văn tốt nghiệp kỹ sư - 2004
3. Nguyễn Tấn Quý, Nguyễn Thiện Ruê, “Giáo Trình Công Nghệ Bê Tông Xi Măng”, nhà xuất bản giáo dục-2000.

4. De Lima, O.A.L., and Sri Niwas., “Estimation of hydraulic parameters of shaly sandstone aquifers from geoelectrical measurements”, Journal of Hydrology, Vol. 235, 2000, pp.12-26.

5. Glover, P.W.J., Hole, M.J., and Pous, J., “A modified Archie’s law for two conducting phases”, Earth and Planetary Science Letters, Vol. 180, 2000, pp.369-383.

6. Onstenk, E., Aguado, A., Eickschen, E., and Josa A., “Laboratory study of porous concrete for its use as top layer of concrete pavements”, Proceedings of the Fifth International Conference on Concrete Pavement and Rehabilitation, Purdue University, Indiana, 1993, Vol.2, pp. 125-139.

7. Yang, J., and Jiang, G., “Experimental study on properties of pervious concrete pavement materials”, Cement and Concrete Research, Vol. 33, 2003, pp. 381-386.