

XÁC ĐỊNH HỆ SỐ THÂM NHẬP CACBONAT HÓA VÀ DỰ ĐOÁN TUỔI THỌ CỦA MẶT ĐƯỜNG BÊ TÔNG XI MĂNG DO CACBONAT HÓA
THE IDENTIFYING CARBONATION PENETRATION COEFFICIENT AND PREDICTING THE LIFE OF CEMENT CONCRETE PAVEMENT

ThS. Nguyễn Tấn Khoa

Trường Đại học Đông Á

ThS. Hồ Văn Quân

Trường Cao đẳng GTVT 2

TÓM TẮT

Bài báo giới thiệu về kết quả nghiên cứu xác định hệ số thâm nhập cacbonat hóa của mặt đường bê tông xi măng khu vực Quảng Nam - Đà Nẵng và dự báo về thời gian cacbonat hóa của bê tông. Kết quả hệ số xâm nhập cacbonat hóa $K_c = 6,972 \text{ mm}/(\text{năm})^{0.418}$ và thời gian bắt đầu ăn mòn cốt thép do cacbonat hóa dự đoán là 65,32 năm khai thác với chiều dày lớp bê tông bảo vệ $h_{bv} = 50 \text{ mm}$.

Từ khóa: hệ số thâm nhập cacbonat hóa, mặt đường, bê tông xi măng...

ABSTRACT

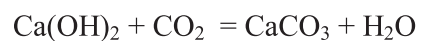
This article presents the research results of identify carbonation penetration coefficient of cement concrete road surface Quang Nam - Da Nang area and predicts about the time of concrete carbonation. The research results identify penetration coefficient carbonation $K_c = 6,972 \text{ mm}/(\text{year})^{0.418}$ and starting time of corrosion reinforcement due to carbonation is predicted that the exploiting time will last 65,32 years with the thickness of concrete cover $h_{bv} = 50 \text{ mm}$.

Key words: carbonation penetration coefficient, pavement, cement concrete...

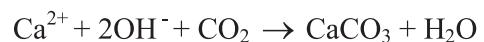
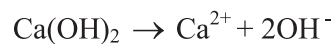
1. Đặt vấn đề

Cacbonat hóa là quá trình mà carbon dioxide (CO_2) trong không khí xung quanh thâm nhập vào bê tông và phản ứng với các hydroxit như để tạo thành cacbonat (CaCO_3). Cacbonat làm giảm độ kiềm (độ pH) của bê tông làm giảm sức kháng và giảm khả năng bảo vệ thép khỏi bị ăn mòn. Vì vậy, cacbonat hóa của bê tông đóng một vai trò quan trọng về tuổi thọ của kết cấu mặt đường bê tông.

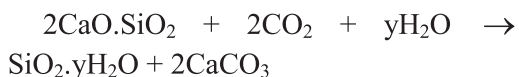
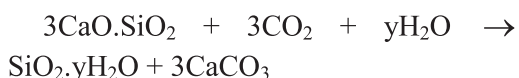
Quá trình cacbonat hóa của bê tông được tóm tắt như sau:



Các bước của phản ứng đầu tiên là sự hòa tan canxi hydroxit bởi phản ứng với carbon dioxide hoà tan:



Các phản ứng phụ liên quan đến thành phần không thủy hóa và canxi hydrat silicat có thể xảy ra, theo đó CaO trong hợp chất này kết hợp với carbon dioxide để tạo thành canxi cacbonat và silica hydrate:



Hệ số xâm nhập cacbonat hóa phụ thuộc vào chất lượng bê tông, thời gian và điều kiện tiếp xúc. Nghiên cứu về cacbonat hóa của mặt đường bê tông được tiến hành theo trình tự sau: đo chiều sâu cacbonat hóa theo thời gian để xác định hệ số thâm nhập cacbonat hóa phục vụ cho các bài toán thiết kế theo độ bền [1].

2. Khảo sát và xác định chiều sâu cacbonat hóa mặt đường bê tông xi măng

Tiến hành khảo sát các công trình mặt đường bê tông (từ đường giao thông nông thôn đến đường liên huyện, đường tỉnh và quốc lộ) khu vực tỉnh Quảng Nam và Đà Nẵng bằng cách khoan lấy các mẫu bê tông (2 mẫu/công trình) và xác định chiều sâu cacbonat hóa. Trình tự tiến hành như sau:

- Khoan lấy mẫu.
- Dùng bàn chải sắt cọ chà sạch bề mặt của lỗ khoan và cả bề mặt mẫu để loại bỏ bụi bẩn bám ở thành lỗ khoan và mẫu.
- Chờ cho bề mặt lỗ khoan và mẫu khô ráo và tiến hành phun dung dịch phenolphthalein 1%.
- Sau khi phun dung dịch thì các khu vực bị cacbonat (độ PH < 9) hóa sẽ không đổi màu, còn các khu vực chưa bị cacbonat hóa thì chuyển sang màu tím máu.
- Chờ khoảng 20 phút để các vùng đổi màu ổn định và tiến hành đo chiều sâu bị

cacbonat hóa. Đo 5 điểm đại diện trên bề mặt mẫu (hoặc hố khoan) và tính giá trị trung bình.

- Kết quả đo chiều sâu cacbonat hóa là giá trị trung bình của 2 mẫu [2].

Sau đây là một số hình ảnh thí nghiệm:



Hình 1. Khoan mẫu bê tông



Hình 2. Cọ chà thành lỗ khoan và bề mặt mẫu



Hình 2. Sau khi phun dung dịch phenolphthalein



Hình 3. Đo chiều sâu cacbonat hóa

Kết quả thí nghiệm tổng hợp như bảng 1.

3. Xác định hệ số thâm nhập cacbonat hóa của mặt đường bê tông xi măng

Độ thâm nhập cacbonat xem như tuân theo quy luật căn bậc hai của thời gian dựa trên định luật khuếch tán của Fick được Bakker [3], Kropp [4] mô tả như sau:

$$x = K_c \sqrt{t} \quad (1)$$

Trong đó:

- x: chiều sâu thâm nhập cacbonat hóa(mm)

- K_c : Hệ số cacbonat hóa

- t: Thời gian tiếp xúc (năm)

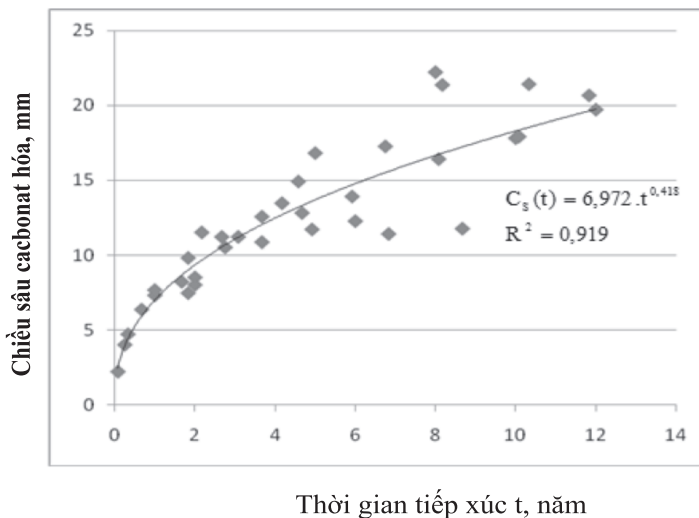
Từ công thức (2.1), ta thấy rằng hệ số khuếch tán cacbonat hóa K_c lấy như một hằng số. Tuy nhiên Kropp [4] thấy rằng hệ số K_c không những phụ thuộc vào thời gian, chiều sâu mà còn thay đổi mạnh mẽ với lượng ẩm trong lỗ rỗng bê tông, vì vậy theo quan điểm lý thuyết áp dụng định luật khuếch tán của Fick có một số hạn chế.

Kropp [4] và Hilsdorf [5] thấy rằng, tốc độ cacbonat hóa của các kết cấu bê tông tiếp xúc với môi trường bên ngoài có xu hướng chậm hơn tốc độ của công thức (1) và đề xuất công thức thay thế như sau:

$$x = K_c \cdot t^n \quad (2)$$

Hilsdorf [5] thấy rằng hệ số n nhỏ hơn 0,5 và nằm trong khoảng $0,20 < n < 0,50$

Dùng phương pháp phân tích hồi quy theo phương trình (2), ta xác định được hệ số K_c , số mũ n và đồ thị như Hình 4 .



◆ Thực nghiệm
— Đường cong hồi quy

Hình 4. Đường cong thể hiện chiều sâu cacbonat hóa theo thời gian của các kết cấu mặt đường bê tông khu vực Quảng Nam - Đà Nẵng

Bảng 1. Kết quả thí nghiệm đo chiều sâu cacbonat hóa và hệ số các bê nát hóa

TT	Cấp bê tông thiết kế (Mpa)	Chiều sâu cacbonat hóa h, mm			Thời gian t (năm)	Hệ số các bê nát hóa K_{ci}
		Mẫu 1	Mẫu 2	Trung bình		
1	30	14.25	13.55	13.90	5.92	5.71
2	30	15.70	14.10	14.90	4.58	6.96
3	30	11.20	13.90	12.55	3.67	6.55
4	30	11.30	11.70	11.50	2.17	7.81
5	30	18.40	16.10	17.25	6.75	6.64
6	30	22.20	19.10	20.65	11.83	6.00
7	30	15.60	17.20	16.40	8.08	5.77
8	30	7.20	9.20	8.20	1.67	6.35
9	25	12.40	10.40	11.40	6.83	4.36
10	30	18.00	15.60	16.80	5.00	7.51
11	25	23.20	19.60	21.40	10.33	6.66
12	25	10.20	10.80	10.50	2.75	6.33
13	30	10.20	12.20	11.20	3.08	6.38
14	30	20.30	22.40	21.35	8.17	7.47
15	25	2.60	1.80	2.20	0.08	7.78
16	30	13.80	11.80	12.80	4.67	5.92
17	25	3.40	4.60	4.00	0.25	8.00
18	30	12.30	14.60	13.45	4.17	6.59
19	30	17.20	18.40	17.80	10.00	5.63
20	25	9.20	7.80	8.50	2.00	6.01
21	25	10.50	9.10	9.80	1.83	7.24
22	35	20.40	19.00	19.70	12.00	5.69
23	30	10.80	12.60	11.70	4.92	5.27
24	25	7.00	7.60	7.30	1.00	7.30
25	30	6.60	8.30	7.45	1.83	5.51
26	25	6.50	8.80	7.65	1.00	7.65
27	25	10.30	12.10	11.20	2.67	6.85
28	30	11.60	10.10	10.85	3.67	5.66
29	30	13.00	11.50	12.25	6.00	5.00
30	25	23.00	21.40	22.20	8.00	7.85
31	30	17.20	18.60	17.90	10.08	5.64
32	25	7.00	5.70	6.35	0.67	7.76
33	30	12.60	10.90	11.75	8.67	3.99
34	25	4.40	5.00	4.70	0.33	8.18

$$x = 6,972.t^{0,418} \quad (3)$$

Như vậy kết quả công thức (3) phù hợp với nghiên cứu của Hilsdorf [5].

4. Đánh giá chất lượng và dự đoán tuổi thọ của mặt đường bê tông thông qua hệ số cacbonat hóa K_c

4.1. Đánh giá chất lượng bê tông mặt đường

Theo GS.TS. Phạm Duy Hữu[6] thì chất lượng của bê tông có thể được đánh giá thông qua hệ số K_c :

- Nếu $K_c < 3 \text{ mm}/(\text{năm})^{0,418}$ chất lượng bê tông được coi là tốt

- Nếu $K_c > 6 \text{ mm}/(\text{năm})^{0,418}$ chất lượng bê tông được coi là kém.

Ta thấy $K_c = 6,972 \text{ mm}/(\text{năm})^{0,418}$ nên các loại bê tông mặt đường khu vực Quảng Nam - Đà Nẵng được coi là chất lượng thấp.

4.2. Dự đoán thời gian bắt đầu ăn mòn của công trình mặt đường

Trong trường hợp mặt đường bê tông cốt thép, có thể dự đoán thời gian bắt đầu ăn mòn cốt thép (thời gian mà cacbonat hóa đạt đến mặt ngoài của cốt thép) của các công trình mặt đường bằng cách sử dụng công thức (3), lúc này xem x là chiều dày thiết kế của lớp bê tông bảo vệ $x = h_{bv}$, t là thời bắt đầu ăn mòn $t = t_{bd}$.

Giả sử dung sai lớp bê tông bảo vệ $\Delta h = 10 \text{ mm}$, lúc này ta có thể viết lại công thức (3) như sau:

$$(h_{bv} - 10) = 6,972 t^{0,418} \quad (4)$$

Từ (4) suy ra thời gian bắt đầu ăn mòn:

$$t_{bd} = \frac{(h_{bv} - 10)^{2,392}}{6,972^{2,392}} \text{ (năm)} \quad (5)$$

Khi lớp vỏ bê tông bảo vệ lần lượt là 30, 35, 40, 45, 50, 55 và 60 mm thì thời gian bắt đầu ăn mòn cốt thép được dự đoán như bảng.

Từ công thức (5) ta cũng lập được biểu đồ thể hiện quan hệ giữa chiều dày lớp vỏ bê tông bảo vệ và thời gian bắt đầu ăn mòn cốt thép do cacbonat hóa như hình 5.

5. Kết luận

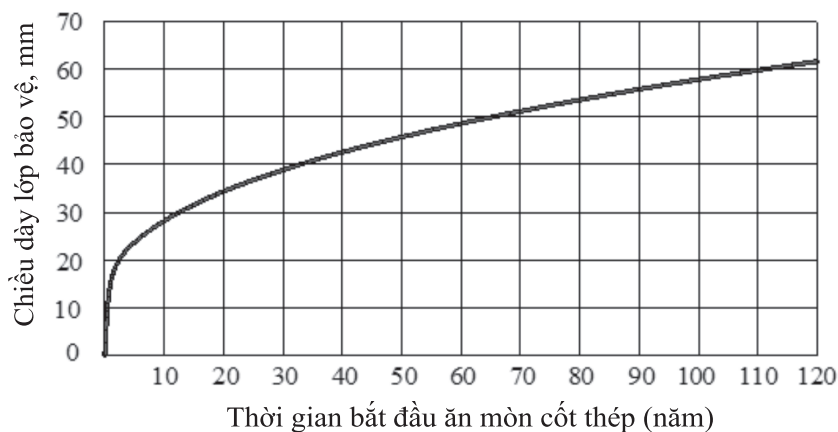
- Hệ số xâm nhập cacbonat hóa của mặt đường bê tông xi măng khu vực Quảng Nam - Đà Nẵng là $K_c = 6,972 \text{ mm}/(\text{năm})^{0,418}$.

- Thời gian bắt đầu ăn mòn cốt thép do cacbonat hóa của các mặt đường bê tông dự đoán là 37,46; 65,22 và 86,59 năm với chiều dày lớp vỏ bê tông bảo vệ lần lượt là $h_{bv} = 45; 50$ và 55 mm .

- Mặt đường bê tông khu vực Quảng Nam - Đà Nẵng có chất lượng thấp, cần phải nâng cao chất lượng bê tông làm mặt đường.

Bảng 2. Thời gian bắt đầu ăn mòn cốt thép trong mặt đường bê tông xi măng tương ứng với chiều dày lớp vỏ bê tông bảo vệ

h_{bv} (mm)	30	35	40	45	50	55	60
t_{bd} (năm)	12,44	21,22	32,82	47,44	65,32	86,59	111,41



Hình 5. Đồ thị thể hiện quan hệ giữa chiều dày lớp bê tông bảo vệ và thời gian bắt đầu ăn mòn cốt thép do cacbonat hóa của mặt đường khu vực Quảng Nam-Đà Nẵng

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Mark G. Richardson (2002): *Fundamentals of durable reinforced concrete*. Spon Press 2002.
- [2] British Standar (2011) *Testing hardened concrete, Part XX: Determination of the potential carbonation resistance of concrete: Accelerated carbonation method*. BS 1881.
- [3] Bakker. R. "Initiation period. in: Schiessl. P. (ed). "Corrosion os Steel in Concrete" (RILEM Report. Chapman and Hall. 1998) 22-55.
- [4] Kropp. J., 'Relations between transport characteristics and durability'. in: Kropp. J., Hilsdorf, H. (eds). 'Performance Criteria for Concrete Durability' (RILEM Report 12. E&FN Spon. 1995) 97-137.
- [5] Hilsdorf, H. K., 'Concrete'. in : Eibl, J. (ed). 'Concrete Structures Euro-Design Handbook 1994/96' (Ernst & Sohn, 1994) 1-103.
- [6] GS.TS.Phạm Duy Hữu: *Vật liệu xây dựng mới* - NXB.GTVT 2011.