

NGHIÊN CỨU CHỐNG ĂN MÒN CỐT THÉP TRONG BÊ TÔNG TRÊN MÔ HÌNH MÔ PHỎNG ĐIỀU KIỆN THỦY TRIỀU VEN BIỂN

Phan Thị Anh Đào, Nguyễn Thanh Lộc

Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 28 tháng 08 năm 2009, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 11 tháng 12 năm 2010)

TÓM TẮT: Nghiên cứu chống ăn mòn cốt thép trong bê tông tại vùng nước biển lên xuống được tiến hành trong phòng thí nghiệm với mô hình sử dụng dung dịch NaCl 10% và 20%. Chúng tôi đã áp dụng các phương pháp bảo vệ kim loại khác nhau bao gồm xử lý môi trường bê tông, và xử lý cốt thép như quét epoxy, bảo vệ điện hóa. Phương pháp đánh giá ăn mòn bao gồm: phương pháp thử kéo (TCVN 1824-1993) [6] và phương pháp điện trở phân cực (ASTM G59-97 (2003)) [7]. Kết quả thu được từ thực nghiệm nhằm tìm ra giải pháp chống ăn mòn hiệu quả cho các cấu kiện bê tông tại vùng nước thủy triều lên xuống.

Từ khóa: chống ăn mòn cốt thép, bảo vệ điện hóa, phương pháp thử kéo, phương pháp điện trở phân cực.

1. MỞ ĐẦU

Tình trạng ăn mòn thép trong kết cấu bê tông ở vùng biển Việt Nam đang ở mức báo động, đặc biệt là kết cấu nằm ở vùng nước lên xuống do chịu ảnh hưởng xâm thực mạnh nhất (bởi đây là vùng giao nhau của các chu kỳ khô và chu kỳ ướt). Tại các vùng ven biển, yếu tố tác động mạnh tới ăn mòn là sự xâm thực của ion clorua. Do vậy, nghiên cứu chống ăn mòn cốt thép và tìm ra giải pháp chống ăn mòn cho cấu kiện bê tông cốt thép tại vùng này rất quan trọng và cần thiết. Chúng tôi tiến hành nghiên cứu trong phòng thí nghiệm bằng cách thiết lập mô hình nước lên xuống và tiến hành bảo vệ cốt thép trong bê tông theo các phương pháp

khác nhau nhằm tìm ra giải pháp chống ăn mòn hiệu quả.

2. THỰC NGHIỆM

2.1 Vật liệu thử nghiệm

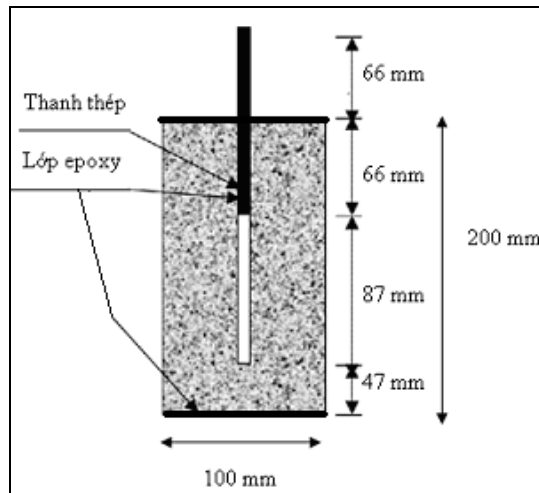
Vật liệu thử nghiệm bao gồm:

- Xi măng Holcim PCB 40, thép Vina Kyoei đường kính 10 mm (D10, mác SD295A)

- Chất ức chế 1 là $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (chiếm 3,85% khối lượng xi măng) [3]; chất ức chế 2 là NaNO_2 (chiếm 1% khối lượng xi măng) [1].

- Các vật liệu khác như: đá, cát, phụ gia, tro bay, epoxy epikote theo yêu cầu của [5].

2.2 Mẫu



Hình 1. Kích thước mẫu bê tông chứa thép thường

Các mẫu bê tông hình trụ có kích thước 100 mm x 200 mm, 1 thanh thép nằm chính giữa. Hình 1 cho thấy vị trí, kích thước và chiều dài lớp phủ epoxy của thanh thép thường [4]

40 mẫu bê tông được chế tạo và ký hiệu theo thành phần và phương pháp bảo vệ như trong bảng 1:

Bảng 1. Ký hiệu, thành phần và phương pháp bảo vệ ăn mòn của các mẫu bê tông

Ký hiệu	Thành phần	Ký hiệu	Thành phần
TT	Mẫu đối chứng BT thường + thép thường	LT	Mẫu đối chứng BT tự lèn + thép thường
TE	Mẫu bảo vệ BT thường + thép phủ epoxy	LE	Mẫu bảo vệ BT tự lèn + thép phủ epoxy epoxy
TTU1	Mẫu bảo vệ BT thường + thép thường + chất ức chế 1	LTU1	Mẫu bảo vệ BT tự lèn + thép thường + chất ức chế 1
TTU2	Mẫu bảo vệ BT thường + thép thường + chất ức chế 2	LTU2	Mẫu bảo vệ BT tự lèn + thép thường + chất ức chế 2
TTC	Mẫu bảo vệ catốt BT thường + Thép thường	LTC	Mẫu bảo vệ catốt BT tự lèn + Thép thường
TTA	Mẫu bảo vệ anot BT thường + thép thường	LTA	Mẫu bảo vệ anot BT tự lèn + thép thường
TEU1	Mẫu bảo vệ BT thường + thép phủ epoxy + chất ức chế 1	LEU1	Mẫu bảo vệ BT tự lèn + thép phủ epoxy + chất ức chế 1

TEU2	Mẫu bảo vệ BT thường + thép phủ epoxy + chất ức chế 2	LEU2	Mẫu bảo vệ BT tự lên + thép phủ epoxy + chất ức chế 2
TEC	Mẫu bảo vệ catốt BT thường + Thép phủ epoxy	LEC	Mẫu bảo vệ catốt BT tự lên + Thép phủ epoxy
TEA	Mẫu bảo vệ anot BT thường + thép phủ epoxy	LEA	Mẫu bảo vệ anot BT tự lên + thép phủ epoxy

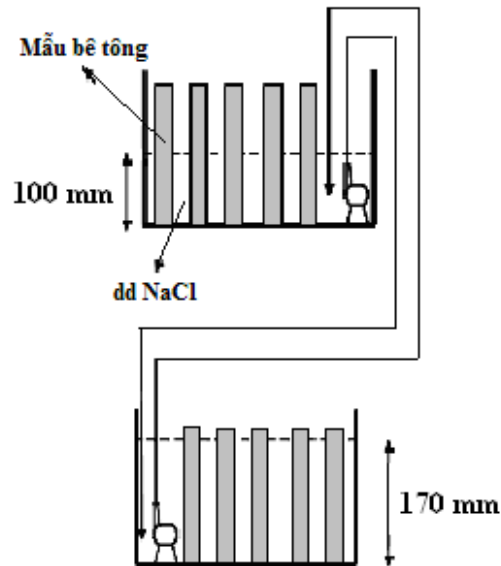
Mỗi loại được chế tạo thành hai mẫu và được sử dụng cho hai môi trường nghiên cứu là NaCl 10% và NaCl 20%.

2.3 Tiêu chuẩn bảo vệ

- Điện thế bảo vệ tối thiểu sử dụng cho phương pháp bảo vệ catốt bằng dòng ngoài là - 800 mV so với điện cực calomen [2].

- Bảo vệ catốt bằng anot hy sinh Mg

2.4 Mô hình và chế độ thử nghiệm



Hình 2. Mô hình thí nghiệm mô tả ảnh hưởng của nước triều lên xuống

Hệ thống mẫu được duy trì trong mô hình nghiên cứu với thời gian là 3 tháng, bao gồm các chu kỳ khô và chu kỳ ướt. Khi hệ thống ở chu kỳ ướt: mức nước muối cao 170 mm, duy

trì trong 2h còn trong chu kỳ khô mức nước cao 100 mm, duy trì trong 2h. Sự điều khiển mức nước được thực hiện nhờ bơm thông qua chương trình điều khiển trên máy tính.

2.5 Phương pháp đánh giá ăn mòn

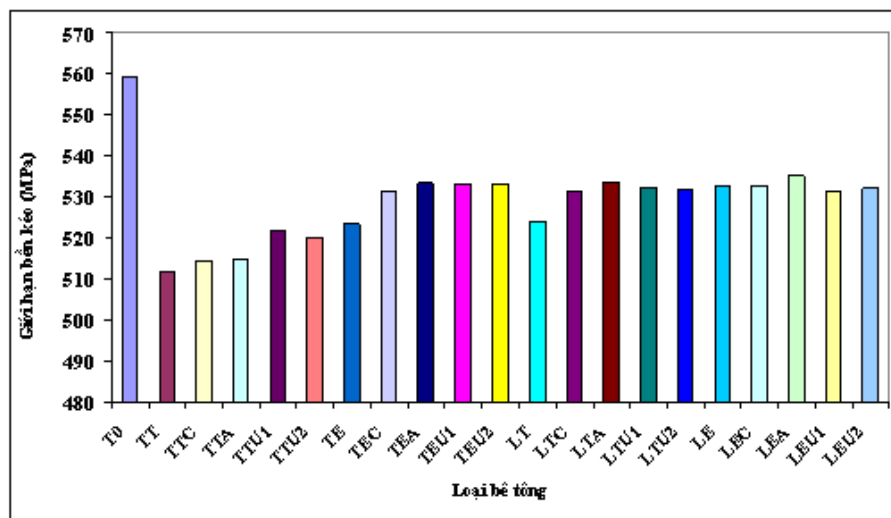
Các mẫu sau khi ngâm trong mô hình nghiên cứu được xác định tốc độ ăn mòn theo phương pháp điện trở phân cực (ASTM G59-97 (2003)) sau đó, tiến hành phá vỡ mẫu bê tông, lấy thanh thép để đo các thông số kỹ thuật của thép theo TCVN 1824- 1993.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

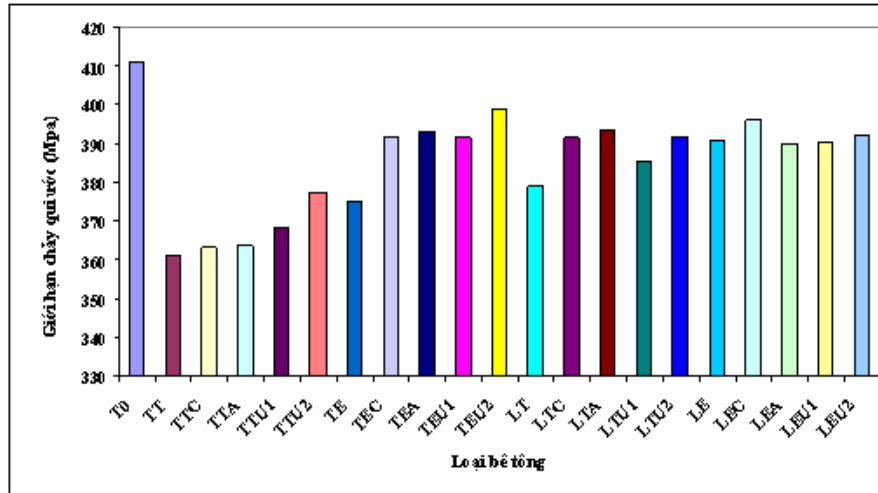
Bảng 2. Thông số kỹ thuật của thép (Giới hạn bền kéo σ_b , MPa; Giới hạn chảy qui ước $\sigma_{0.2}$, MPa; Độ giãn dài tương đối δ , %) sau 3 tháng ngâm trong môi trường ăn mòn NaCl 20% (T_0 là mẫu ban đầu)

TÊN MẪU	σ_b	$\sigma_{0.2}$	δ
T_0	559,00	411,00	28,10
TT	511,49	361,07	22,00
TTC	514,41	363,15	23,50
TTA	514,75	363,48	27,00
TTU1	521,77	368,50	25,00
TTU2	520,19	377,18	23,50
TE	523,40	374,87	23,00
TEC	531,46	391,38	24,00
TEA	533,35	393,11	25,00
TEU1	533,15	391,45	24,00
TEU2	533,20	398,61	23,50

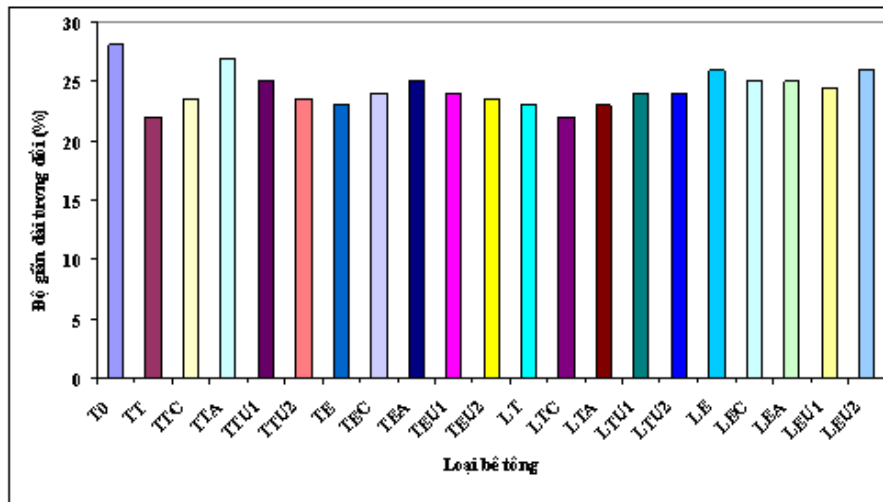
TÊN MẪU	σ_b	$\sigma_{0.2}$	δ
LT	524,06	378,90	23,00
LTC	531,51	391,44	22,00
LTA	533,67	393,33	23,00
LTU1	532,40	385,22	24,00
LTU2	531,91	391,65	24,00
LE	532,68	391,08	26,00
LEC	532,65	395,92	25,00
LEA	535,32	390,06	25,00
LEU1	531,49	390,29	24,50
LEU2	532,23	392,23	26,00



Hình 3. So sánh giới hạn bền kéo của thép (MPa) sau 3 tháng trong NaCl 20%



Hình 4. So sánh giới hạn chảy quy ước của thép $\sigma_{0,2}$ (MPa) sau 3 tháng trong NaCl 20%



Hình 5. So sánh độ giãn dài tương đối của thép sau 3 tháng trong NaCl 20%

Bảng 3. Tốc độ ăn mòn của các mẫu bê tông

Ký hiệu	Tốc độ ăn mòn (mm/năm)		Ký hiệu	Tốc độ ăn mòn (mm/năm)	
	Môi trường NaCl 10%	Môi trường NaCl 20%		Môi trường NaCl 10%	Môi trường NaCl 20%
TT	0,419	0,565	LT	0,201	0,259
TTA	0,342	0,444	LTA	0,138	0,183
TTC	0,321	0,426	LTC	0,117	0,164
TTU1	0,379	0,487	LTU1	0,168	0,225

TTU2	0,345	0,460
TE	0,205	0,318
TEA	0,145	0,225
TEC	0,137	0,201
TEU1	0,185	0,261
TEU2	0,180	0,259

Số liệu đo đạc các thông số kỹ thuật của thép sau 3 tháng ngâm trong mô hình thử nghiệm với môi trường nước muối NaCl 20% (bảng 2, hình 3, 4, 5) cho thấy giới hạn bền kéo, độ giãn dài tương đối, giới hạn chảy qui ước của thép có xu hướng giảm so với ban đầu. Đặc biệt là các mẫu bê tông được chế tạo từ bê tông thường và thép thường (TT, TTA, TTC, TTU1, TTU2) và hai mẫu bê tông LE, LT giảm nhiều hơn cả. Điều này cho thấy, các mẫu này bị ăn mòn nhiều hơn. Cốt thép bị ăn mòn càng nhiều thì tiết diện của chúng bị giảm càng mạnh. Do đó mà các thông số kỹ thuật của cốt thép đều có xu hướng giảm dần so với ban đầu.

Các kết quả đo tốc độ ăn mòn của cốt thép bằng phương pháp đo điện trở phân cực (ASTM G59) (bảng 3, hình 6, 7) cho thấy rõ nét hơn tình trạng ăn mòn của từng mẫu bê tông tại vùng nước lên xuống:

LTU2	0,145	0,205
LE	0,079	0,108
LEA	0,025	0,061
LEC	0,017	0,051
LEU1	0,051	0,072
LEU2	0,061	0,080

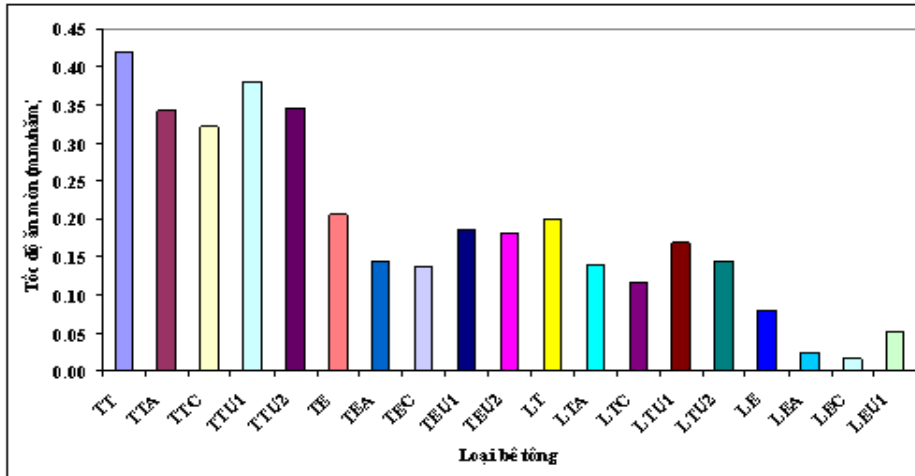
- Các mẫu bê tông thường và thép thường bị ăn mòn nhiều nhất.

- Hiệu quả bảo vệ của bê tông tự lèn cao hơn hiệu quả bảo vệ của lớp phủ epoxy. Tuy nhiên trên thực tế, dùng bê tông có mác lớn hoặc bê tông tự lèn thì tuổi thọ công trình sẽ lâu, nhưng chi phí ban đầu là quá lớn. Trong khi đó chi phí dùng để quét epoxy thì thấp hơn nhiều.

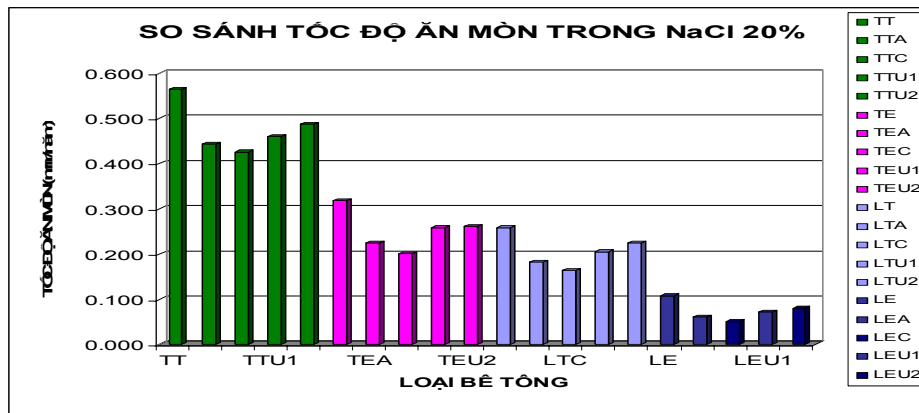
- Chất ức chế $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ có khả năng bảo vệ ăn mòn tốt hơn chất ức chế NaNO_2 .

- Phương pháp bảo vệ anot bằng dòng ngoài có hiệu quả bảo vệ cao hơn phương pháp bảo vệ catot bằng anot hy sinh.

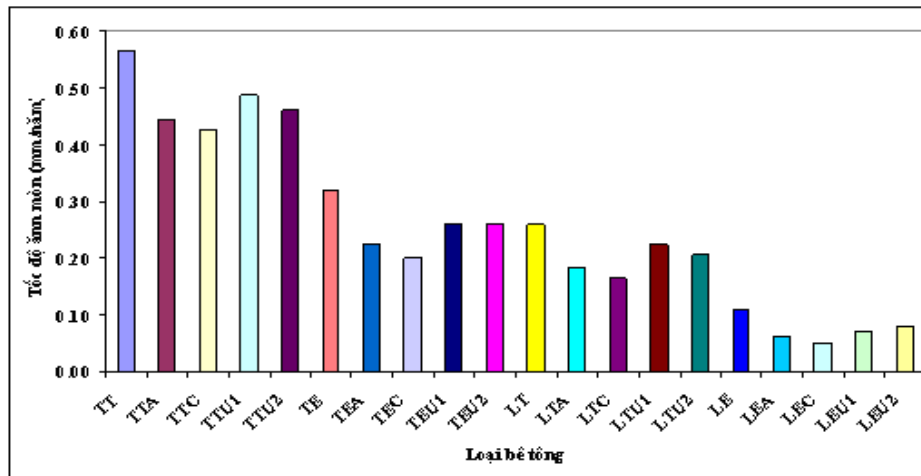
- Cốt thép khi ngâm trong môi trường nước muối NaCl 20% thì bị ăn mòn mạnh hơn cốt thép ngâm trong môi trường nước muối 10%.



Hình 6. So sánh độ giãn dài tương đối của thép sau 3 tháng trong NaCl 20%



Hình 7. Tốc độ ăn mòn cốt thép trong NaCl 10%



Hình 8. Tốc độ ăn mòn cốt thép trong NaCl 20%

4. KẾT LUẬN

Chúng tôi đề nghị giải pháp chống ăn mòn cho các cấu kiện bê tông tại vùng nước lên xuống như sau: Các mẫu bê tông cần được bảo vệ bằng cách kết hợp hai phương pháp, chẳng hạn kết hợp phương pháp quét epoxy lên thanh

thép và phương pháp bảo vệ catot hoặc sử dụng bê tông tự lên kết hợp quét epoxy hoặc bê tông tự lên kết hợp bảo vệ catot. Việc sử dụng chất ức chế cũng có hiệu quả tốt song đối với các công trình lâu năm thì sẽ không có tác dụng bảo vệ lâu dài.

ANTICORROSION OF STEEL IN CONCRETE BY MODELLING THE TIDAL ZONE CONDITIONS

Phan Thi Anh Dao, Nguyen Thanh Loc

University of Technology, VNU-HCM

ABSTRACT: The study of steel anticorrosion in concrete in tidal zone was performed in the laboratory with a model using sodium chloride solution with 10 % and 20% concentrations. We applied different metal protection methods including treatment of concrete environment, and treatment of rebars such as epoxy coating and electrochemical protection. Evaluation methods of the corrosion include stress test (TCVN 1824-1993) and polarization resistance measurement (ASTM G59-97 (2003)). The obtained results can be used to find the suitable solutions of corrosion protection for concrete in tidal zone.

Keywords: steel anticorrosion in concrete in tidal zone, treatment of concrete environment, treatment of rebars

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Việt Huệ, Nguyễn Ngọc Phong, *Nghiên cứu chất ức chế để bảo vệ cốt thép bê tông vùng biển*, Hội thảo môi trường nhiệt đới Việt Nam với vấn đề ăn mòn và bảo vệ kim loại lần thứ nhất, p. 171-179, (1997).
- [2]. Phan Lương Cầm, Hoàng Thị Bích Thủy, *Chống ăn mòn cho công trình thép và bê tông cốt thép bằng phương pháp bảo vệ catot*, Hội thảo môi trường nhiệt đới Việt Nam với vấn đề ăn mòn và bảo vệ kim loại lần thứ nhất, p. 7-17, (1997).
- [3]. James M.Gaidis, *Chemistry of corrosion inhibitors*, Cement & Concrete Composites 26, p.181-189, (2004).
- [4]. Mohamed Ismail, Masayasu Ohtsu, *Corrosion rate of ordinary and high-performance concrete subjected to chloride attack by AC impedance spectroscopy*, Construction and Building Materials 20, p. 458- 469, (2006).
- [5]. TCXDVN 327-2004, *Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Yêu cầu bảo vệ chống ăn mòn trong môi trường biển*.
- [6]. TCVN 1824 – 1993, *Dây kim loại. Phương pháp thử kéo*.
- [7]. ASTM G59 – 97, *Standard Test Method for Conducting Potentiodynamic Polarization Resistance Measurements*.