

# NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM TÍNH THẨM NƯỚC PHÙ HỢP CHO BÊ TÔNG CÓ ĐỘ BỀN CAO

Nguyễn Thị Thu Hương<sup>1</sup>

**Tóm tắt:** Để đánh giá độ bền cho bê tông các kết cấu làm việc hay có tiếp xúc với môi trường nước, một trong các chỉ tiêu quan trọng phải được xem xét là tính thấm nước của bê tông. Hiện các tiêu chuẩn đang được sử dụng để xác định chỉ tiêu này đều có hạn chế về độ chính xác đối với bê tông có độ bền lâu dài, là loại có độ đặc chắc cao và tính thấm nước ít. Bài báo đề cập đến các phương pháp xác định chỉ tiêu tính thấm nước của bê tông, qua đó phân tích so sánh và đề xuất phương pháp tối ưu nhất đối với loại bê tông có độ bền cao ứng dụng cho các kết cấu đê và công trình bảo vệ bờ biển.

**Từ khóa:** Bê tông; độ bền; tính thấm nước; đê và công trình bảo vệ bờ biển.

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép làm việc hay tiếp xúc với môi trường nước nói chung và bê tông dùng trong môi trường biển nói riêng thường rất kém bền so với bê tông làm việc trên khô do sự xâm nhập của nước cùng các thành phần gây hại khác vào trong kết cấu bê tông gây ra sự suy giảm cường độ nhanh chóng. Vì bê tông là loại vật liệu rỗng nên sự di chuyển của dòng chất lỏng hay hơi ẩm có thể xuất hiện thông qua dòng chảy, qua sự khuếch tán hay qua sự hấp thụ. Để đánh giá được đầy đủ cả ba chế độ xâm nhập này, chỉ tiêu tính thấm nước của bê tông được xem là hữu hiệu nhất. Tuy nhiên theo những tiêu chuẩn đang được sử dụng phổ biến hiện nay thì việc xác định các chỉ tiêu đánh giá tính thấm nước khi áp dụng cho loại bê tông có độ đặc chắc cao, tính thấm nước ít là rất khó khăn và độ chính xác không cao. Bài báo sẽ đề cập đến các phương pháp xác định chỉ tiêu tính thấm nước của bê tông, qua đó phân tích so sánh và đề xuất phương pháp phù hợp nhất đối với loại bê tông có độ bền cao dùng cho các kết cấu đê và công trình bảo vệ bờ biển.

## II. CÁC PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM TÍNH THẨM NƯỚC CỦA BÊ TÔNG

Theo các tiêu chuẩn hiện nay, việc xác định tính thấm nước của bê tông được thực hiện theo một trong các nguyên tắc chung sau đây:

- Xác định mức chống thấm hay độ chống thấm (Water Permeability Grade)
- Xác định hệ số thấm theo phương pháp duy trì dòng thấm ổn định (Constant Flow Method)
- Xác định tính thấm nước theo phương pháp đo độ thấm xuyên sâu (Penetration Method)

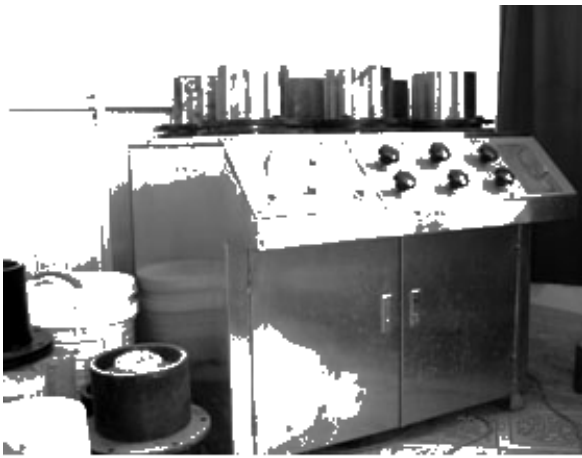
Những nội dung chính được đề cập trong các tiêu chuẩn xác định tính thấm nước của bê tông được tóm tắt như sau:

### 1. Xác định mức chống thấm hay độ chống thấm (Water Permeability Grade)

Hiện nay tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 3116-1993 và tiêu chuẩn Nga (Liên Xô cũ) ГООТ 12730.5-84 hướng dẫn cách xác định độ chống thấm với các lưu ý như sau:

- Chuẩn bị mẫu thử gồm 6 viên hình trụ đường kính bằng chiều cao và bằng 15cm.
- Tiến hành bơm nước tạo áp lực tăng dần từng cấp, mỗi cấp  $2daN/cm^2$  (2at). Thời gian giữ mẫu ở một cấp áp lực là 16 giờ.
- Tăng áp tới khi thấy trên mặt viên mẫu có xuất hiện nước xuyên qua, khóa van ngừng thử viên mẫu bị nước xuyên qua. Tiếp tục thử các viên còn lại và ngừng thử toàn bộ khi 4 trong 6 viên đã bị nước thấm qua.

<sup>1</sup> Bộ môn Vật liệu Xây dựng - Trường Đại học Thủy lợi.



Hình 1- Máy thí nghiệm xác định hệ số thấm với 6 khoang chứa mẫu

## 2. Xác định hệ số thấm theo phương pháp duy trì dòng thấm ổn định (Constant Flow Method)

Xác định hệ số thấm theo phương pháp duy trì dòng thấm ổn định được đề cập trong ba tiêu chuẩn: Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 8219-2009; Mỹ CRD-C48-92; Trung Quốc SL48-94. Một số ý chính được đề cập trong các tiêu chuẩn này như sau:

- Chuẩn bị một tổ mẫu  $\geq 3$  viên.

### ➤ Theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 8219-2009

- Bơm nước cho mẫu chịu áp lực nước ban đầu là  $1daN/cm^2$  (1at) trong 1 giờ. Sau đó cứ sau mỗi giờ tăng thêm 1 áp lực như vậy cho đến khi xuất hiện nước thấm qua mẫu. Từ lúc đó không tăng thêm áp lực nữa mà chỉ xác định lượng nước thấm và hệ số thấm ở áp lực đã đạt được.

- Hệ số thấm nước của từng mẫu bê tông  $k_t$  được xác định theo nguyên tắc của định luật Darcy bằng công thức:

$$k_t = \eta \cdot \frac{Q \cdot \delta}{S \cdot \tau \cdot \Delta P}$$

Trong đó: Q- Lượng nước thấm qua,  $cm^3$ ;  
 $\delta$ - Chiều dày của mẫu, cm;  
 $\eta$ - Hệ số xét đến độ nhớt của nước ở nhiệt độ khác nhau (không thứ nguyên);  
 S- Diện tích bề mặt mẫu thử chịu thấm,  $cm^2$ ;  
 $\tau$ - Thời gian thí nghiệm thấm, giây;

$\Delta P = P_1 - P_2$  là hiệu số áp lực nước ở chỗ vào  $P_1$  và ở chỗ ra  $P_2$  của mẫu, biểu thị bằng cm cột nước. Trị số  $P_1$  được lấy bằng áp suất dư ở thiết bị, trị số  $P_2$  được coi bằng 0 khi nước chảy ra một cách tự do khỏi mặt mẫu.

### ➤ Theo tiêu chuẩn Mỹ CRD-C48-92

- Bơm nước tạo áp trên bề mặt mẫu ở mức 13,8 at cho đến khi thấm ổn định, thông thường là từ 14 đến 20 ngày.

- Đo lưu lượng nước thấm trung bình qua mẫu của 5 ngày thí nghiệm cuối cùng khi dòng thấm đã đạt đến trạng thái ổn định.

- Tính hệ số thấm theo định luật Darcy, công thức cụ thể như sau:

$$K = \frac{M}{A \left( \frac{h}{L} \right)}$$

Trong đó: K- Hệ số thấm, cm/s;

M- Lưu lượng thấm,  $cm^3/s$ ;

A- Tiết diện mẫu thử;  $cm^2$ ;

H- Chiều cao cột nước tác dụng, cm;

L- Chiều cao mẫu thử, cm.

### ➤ Theo tiêu chuẩn Trung Quốc SL 48-94

- Bơm nước tạo áp trên bề mặt mẫu ở mức 30 at cho đến khi thấm ổn định.

- Đo lưu lượng nước thấm qua mẫu khi đã đạt trạng thái ổn định.

- Tính hệ số thấm tuân theo định luật Darcy giống như phương pháp của Mỹ.

## 3. Xác định tính thấm nước theo phương pháp đo độ thấm xuyên sâu (Penetration Method)

Phương pháp thí nghiệm này được đề cập trong tiêu chuẩn của Châu Âu EN 12390-8:2000. Các nội dung chính được đề cập trong tiêu chuẩn như sau:

- Chuẩn bị một tổ mẫu  $\geq 3$  viên.

- Bơm nước và tăng áp tới giá trị  $(5 \pm 0.5)$  at trong vòng  $(72 \pm 2)$  giờ. Trong quá trình thí nghiệm, quan sát định kỳ bề mặt mẫu không chịu tác động của nước để xem có xuất hiện nước thấm xuyên qua không. Nếu quan sát thấy có nước thấm qua phải ghi lại để lưu ý khi xem xét tính chính xác của kết quả.

- Sau khi kết thúc thí nghiệm, tháo mẫu ra khỏi máy, lau sạch bề mặt mẫu tiếp xúc trực tiếp với nước, ép bừa đôi mẫu theo chiều vuông góc

với bề mặt chịu tác động của nước, đo độ thấm xuyên sâu của nước vào mẫu, chính xác đến mm. Độ thấm xuyên sâu đo được chính là kết quả để đánh giá tính thấm nước của bê tông.



Hình 2- Máy thí nghiệm xác định hệ số thấm với 4 khoang chứa mẫu của Matest

#### 4. So sánh, phân tích ưu nhược điểm của các phương pháp

- Phương pháp thí nghiệm thấm bằng chỉ tiêu mác chống thấm theo các tiêu chuẩn hiện hành đều đòi hỏi phải có máy thử 6 khoang và mỗi cấp áp lực đo là 2at. Điều này có một số hạn chế đó là:

- Hiện các máy thí nghiệm thấm của một số hãng nổi tiếng châu Âu thường chế tạo theo dạng 4 khoang, như vậy loại máy đó sẽ không áp dụng được theo những tiêu chuẩn này.

- Hơn nữa việc tăng mỗi cấp áp là 2at dẫn đến kết quả thử có thể sẽ không được chính xác đối với các mẫu bê tông có mức độ thấm chênh nhau không nhiều vì khi đó có thể kết quả đo được với giá trị mác chống thấm là như nhau, nhưng thực chất có sự chênh lệch mức độ thấm. Như vậy khi cần có sự đánh giá chính xác với các loại bê tông có tính thấm nước chênh nhau không nhiều thì chỉ tiêu mác chống thấm không đáp ứng được yêu cầu theo mong muốn.

- Nếu xác định được hệ số thấm thì đây sẽ là chỉ tiêu đánh giá chính xác tính thấm nước của bê tông, kể cả trong trường hợp những loại bê tông này có tính thấm nước gần như tương đương nhau vì hệ số thấm sẽ lượng hóa được

tính chất này một cách tường minh hơn. Tuy nhiên việc xác định hệ số thấm theo phương pháp duy trì dòng thấm ổn định như tiêu chuẩn của Mỹ CRD-C48-92, Trung Quốc SL48-94 và Việt Nam TCVN 8219-2009 hiện nay thực tế khi tiến hành mất rất nhiều thời gian và có thể dẫn đến sai số lớn đặc biệt với trường hợp bê tông có độ đặc chắc cao, mức độ thấm yếu. Lý do vì khi bê tông có độ đặc chắc cao, để thực hiện được việc cho nước thấm xuyên qua mẫu, sau đó đo được lượng nước chảy qua trong khoảng thời gian dài là rất khó khăn, nhiều trường hợp khi đã tăng tới áp lực tối đa của máy vẫn không có hiện tượng nước thấm qua, như vậy tức là sẽ không xác định được chỉ tiêu hệ số thấm. Hay khi trong trường hợp nước thấm qua được thì chỉ là những giọt nước nhỏ, khó có thể hứng lại thành một lượng tương đối dùng để tính toán trong công thức hệ số thấm, chưa kể khi duy trì thời gian dài thì không tránh khỏi nước thấm qua lại bị bay hơi mất một phần.

- Việc xác định tính thấm nước theo phương pháp đo độ thấm xuyên sâu vào mẫu sẽ giúp giải quyết những hạn chế của các phương pháp hiện hành và đặc biệt thích hợp cho các loại bê tông đặc chắc cao, mức độ thấm ít. Những ưu điểm của phương pháp này là:

- Có thể tiến hành trên các máy có 4 khoang vì sẽ tuân theo nguyên tắc tổ mẫu với số lượng mẫu tối thiểu là 3 và lấy kết quả tính toán trung bình.

- Thí nghiệm tiến hành trong khoảng thời gian ngắn là 3 ngày và đòi hỏi mức độ tăng áp không cao, như vậy nhiều loại máy có thể đáp ứng được.

- Dựa trên nguyên tắc chung của phương pháp là đo độ thấm xuyên sâu có thể điều chỉnh thời gian thí nghiệm và cấp áp lực được duy trì khi cần thiết với các mẫu có độ chống thấm cao, tính thấm nước ít để đảm bảo tính chính xác của thí nghiệm.

### III. ĐỀ XUẤT PHƯƠNG PHÁP PHÙ HỢP CHO BÊ TÔNG CÓ ĐỘ BỀN CAO SỬ DỤNG CHO CÁC KẾT CẤU ĐÊ VÀ CÔNG TRÌNH BẢO VỆ BỜ BIỂN

- Bê tông có độ bền cao sử dụng cho các kết

cầu đê và công trình bảo vệ bờ biển thường được thiết kế cấp phối và vật liệu sử dụng để đảm bảo độ đặc chắc cao và tính thấm nước ít. Chỉ tiêu tính thấm nước là tiêu chí quan trọng hàng đầu khi xem xét về chất lượng của loại bê tông này. Do đó việc xác định được chính xác hệ số thấm sẽ là cơ sở quan trọng để đánh giá chất lượng bê tông nói chung và tính bền của bê tông nói riêng. Dựa vào những phân tích về ưu nhược điểm của các phương pháp đánh giá tính thấm nước theo các tiêu chuẩn hiện hành cùng với đặc thù của loại vật liệu đang được xem xét, việc xác định hệ số thấm của bê tông có độ bền cao sử dụng cho các kết cấu đê và công trình bảo vệ bờ biển được đề xuất trên cơ sở kết hợp phương pháp theo tiêu chuẩn EN 12390-8:2000 cùng với việc áp dụng phương trình Valenta.

- Cách tiến hành cụ thể theo phương pháp đề xuất như sau:

- Chuẩn bị và tiến hành thí nghiệm giống như theo tiêu chuẩn EN 12390-8:2000, tuy nhiên xác định thêm khối lượng mẫu trước và sau khi cho nước tác dụng thấm xuyên qua mẫu.

- Hệ số thấm sau đó được xác định dựa theo phương trình Valenta như sau:

$$K_p = \frac{d^2 \cdot v}{2 \cdot h \cdot t}$$

Trong đó:  $K_p$ - Hệ số thấm, m/s;

d- Chiều sâu thấm xuyên của nước trong mẫu bê tông, m;

v- Độ rỗng của bê tông;

h- Áp lực tính theo cột nước tác dụng lên mẫu, m;

t- Thời gian mẫu chịu áp, giây.

- Giá trị độ rỗng v được tính theo công thức:

$$v = \frac{m}{A \cdot d \cdot \rho}$$

Trong đó: m- Khối lượng nước thấm xuyên vào mẫu khi tiến hành thí nghiệm (g).

Khối lượng được xác định bằng hiệu số khối lượng cân mẫu trước và sau khi thí nghiệm thấm.

A- Diện tích mặt cắt ngang của mẫu thí nghiệm,  $\text{cm}^2$ ;

$\rho$ - Khối lượng riêng của nước,  $1\text{g}/\text{cm}^3$ .

### **Nhận xét các ưu điểm của phương pháp đề xuất:**

- Tiêu chuẩn EN 12390-8:2000 mới chỉ dừng lại ở bước xác định độ thấm xuyên sâu của nước vào trong mẫu thí nghiệm và dùng kết quả đó như là cơ sở để so sánh mức độ thấm của các tổ mẫu khác nhau. Tuy nhiên, khi đánh giá tính thấm nước của bê tông, nhiều tiêu chuẩn yêu cầu kỹ thuật đề cập đến chỉ tiêu hệ số thấm thì kết quả thử từ tiêu chuẩn EN 12390-8:2000 chưa đáp ứng được.

- Việc cải biến, bổ sung thêm phần xác định khối lượng mẫu trước và sau khi làm thí nghiệm để từ đó có thể áp dụng định luật Valenta tính ra hệ số thấm giúp cho kết quả thí nghiệm có tính thuyết phục hơn.

- Thời gian thí nghiệm ngắn (3 ngày), cấp áp lực yêu cầu không quá cao (5 at) mà vẫn đánh giá chính xác được chỉ tiêu hệ số thấm là một ưu điểm đáng ghi nhận của phương pháp đề xuất.

- Phương pháp đề xuất chỉ yêu cầu tiến hành trên một tổ mẫu 3 viên nên có thể dùng các loại máy thí nghiệm 4 khoang hay 6 khoang đều làm được.

- Có thể điều chỉnh thời gian thí nghiệm và cấp áp lực được duy trì khi cần thiết với các mẫu có độ chống thấm cao, tính thấm nước ít để đảm bảo tính chính xác của thí nghiệm.

### **IV. ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP ĐỀ XUẤT THÍ NGHIỆM CHO BÊ TÔNG KẾT CẤU ĐÊ BIỂN NAM ĐỊNH**

#### **1. Vật liệu và cách tiến hành thí nghiệm**

##### **a) Vật liệu thí nghiệm**

- Xi măng: Sử dụng xi măng Pooclăng thường (PC) loại PC40 Bút Sơn.

- Tro bay: Dùng tro bay nhiệt điện Phả Lại.

- Muối silic: Sử dụng muối silic cung cấp của hãng Castech.

- Cốt liệu mịn: Dùng cát Sông Lô.

- Cốt liệu thô: Dùng đá Kien Khê.

- Phụ gia hóa dẻo: Sử dụng phụ gia siêu dẻo mã hiệu HWR100 của hãng Castech.

- Nước: Dùng nguồn nước sinh hoạt theo hệ thống cấp nước của Trường Đại học Thủy lợi.

### b) Cách tiến hành thí nghiệm

- Thí nghiệm với 7 cấp phối, với mỗi cấp phối sẽ tiến hành với 3 tổ mẫu để đo mức chống thấm theo tiêu chuẩn TCVN 3116-1993 và hệ số thấm theo phương pháp đề xuất ở hai trạng thái

là mẫu giữ ở độ ẩm cân bằng tự nhiên và mẫu được sấy đến 40°C để so sánh.

- Các tổ mẫu thí nghiệm đều được bảo dưỡng và tiến hành thí nghiệm sau 28 ngày tuổi.

### 2. Các cấp phối nghiên cứu

**Bảng 1- Bảng tổng hợp các cấp phối bê tông thí nghiệm**

TT	KH mẫu	CKD (kg)	X (kg)	TB (kg)	SL (kg)	C (kg)	Đ (kg)	N (kg)	SD (kg)
1	F <sub>0</sub> S <sub>0</sub> P <sub>0</sub>	329	329	0	0	703	1219	185	0
2	F <sub>0</sub> S <sub>0</sub> P <sub>0,4</sub>	329	329	0	0	703	1219	145	1,316
3	F <sub>30</sub> S <sub>0</sub> P <sub>0,4</sub>	374	262	112	0	641	1203	150	1,496
4	F <sub>25</sub> S <sub>5</sub> P <sub>0,4</sub>	388	272	97	19	629	1197	163	1,552
5	F <sub>20</sub> S <sub>10</sub> P <sub>0,4</sub>	361	253	72	36	647	1205	155	1,444
6	F <sub>15</sub> S <sub>15</sub> P <sub>0,4</sub>	388	272	58	58	626	1197	175	1,552
7	F <sub>0</sub> S <sub>15</sub> P <sub>0,4</sub>	329	280	0	49	681	1218	158	1,316

Trong đó:

**F**(Fly-Ash): Tro bay; **S**(Silica-Fume): Muội silic; **P**(Plastisizer): Phụ gia hóa dẻo giảm nước

**F<sub>30</sub>**: Tỷ lệ tro bay thay thế xi măng là 30%;

**S<sub>10</sub>**: Tỷ lệ muội silic thay thế xi măng là 10%

**P<sub>0,4</sub>**: Lượng dùng phụ gia hóa dẻo là 0,4% so với khối lượng chất kết dính

Các cấp phối thí nghiệm trên được tiến hành cho bê tông M30.

### 3. Các kết quả thí nghiệm tính thấm nước

Kết quả thí nghiệm xác định mức chống thấm theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 3116-1993 và xác định hệ số thấm theo phương pháp đề xuất được tóm tắt trong bảng sau:

**Bảng 2- Bảng tổng hợp các kết quả thí nghiệm thấm**

TT	KH mẫu	N/CKD	Mức chống thấm	K <sub>p</sub> (m/s) Sấy mẫu 40°C	K <sub>p</sub> (m/s) Mẫu có độ ẩm cân bằng
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	F <sub>0</sub> S <sub>0</sub> P <sub>0</sub>	0,56	6 at	5,94*10 <sup>-12</sup>	1,74*10 <sup>-13</sup>
2	F <sub>0</sub> S <sub>0</sub> P <sub>0,4</sub>	0,44	14 at	1,65*10 <sup>-12</sup>	0,80*10 <sup>-13</sup>
3	F <sub>30</sub> S <sub>0</sub> P <sub>0,4</sub>	0,40	Ko thấm ở 30at	1,58*10 <sup>-12</sup>	0,73*10 <sup>-13</sup>
4	F <sub>25</sub> S <sub>5</sub> P <sub>0,4</sub>	0,42	Ko thấm ở 30at	1,57*10 <sup>-12</sup>	0,73*10 <sup>-13</sup>
5	F <sub>20</sub> S <sub>10</sub> P <sub>0,4</sub>	0,43	Ko thấm ở 30at	1,42*10 <sup>-12</sup>	0,58*10 <sup>-13</sup>
6	F <sub>15</sub> S <sub>15</sub> P <sub>0,4</sub>	0,45	14 at	1,60*10 <sup>-12</sup>	0,75*10 <sup>-13</sup>
7	F <sub>0</sub> S <sub>15</sub> P <sub>0,4</sub>	0,48	18 at	1,98*10 <sup>-12</sup>	0,87*10 <sup>-13</sup>

### 4. Nhận xét kết quả

- Kết quả thí nghiệm xác định mức chống thấm cho thấy khi mẫu có pha phụ gia khoáng kết hợp với phụ gia giảm nước do lượng nước yêu cầu nhỏ đồng nghĩa với độ đặc chắc được

cải thiện nên với một số cấp phối không xác định được giá trị này. Cụ thể có những cấp phối mặc dù đã tăng áp tới cấp áp lực tối đa 30at nhưng nước vẫn không thấm qua mẫu nên không đo được mức chống thấm (tổ mẫu 3, 4, 5).

- Áp dụng phương pháp đề xuất có thể đo được hệ số thấm với giá trị khác nhau giữa các cấp phối nên có cơ sở để so sánh, đánh giá xem cấp phối nào là tốt hơn về khả năng chống thấm.

- Kết quả hệ số thấm xác định được với các tổ mẫu có và không có phụ gia phù hợp với qui luật theo lý thuyết về sự thay đổi chỉ tiêu này với tỷ lệ N/CKD và kích thước các hạt của vật liệu thành phần thay đổi.

#### V. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

- Các phương pháp thí nghiệm tính thấm nước của bê tông theo những tiêu chuẩn hiện hành được dùng phổ biến hiện nay có hạn chế về thiết bị thí nghiệm và tính chính xác đặc biệt với những loại bê tông có độ đặc chắc cao, tính thấm nước ít.

- Xác định tính thấm nước theo phương pháp đề xuất dựa trên nguyên tắc đo độ thấm xuyên sâu kết hợp với đo khối lượng thay đổi

trước và sau khi thí nghiệm, sau đó áp dụng công thức theo định luật Valenta có thể đo được hệ số thấm với độ chính xác cao.

- Phương pháp đề xuất có thể áp dụng được với các loại máy thí nghiệm thấm mà lại không mất nhiều thời gian như những phương pháp truyền thống khác.

- Áp dụng phương pháp đề xuất với loại bê tông có độ bền cao dùng cho kết cấu đê biển Nam Định cho thấy kết quả từ phương pháp này phù hợp với lý thuyết thấm và gần với những kết quả đã được tổng kết từ những nghiên cứu trước về giá trị của hệ số thấm.

- Phương pháp theo đề xuất có thể xem xét áp dụng để xác định tính thấm nước cho các loại bê tông ít thấm như bê tông cường độ cao, bê tông tính năng cao hay các loại bê tông làm việc trong môi trường nước đặc biệt là môi trường biển.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. TCVN 8219-2009 – Hỗn hợp bê tông thủy công và bê tông thủy công – Phương pháp thử.
- [2]. TCVN 3116-1993 - Bê tông nặng- Phương pháp xác định độ chống thấm nước
- [3]. SL 48-94 – Qui trình thí nghiệm bê tông đầm lặn – Tài liệu dịch của Trung Quốc
- [4]. CRD-C 48-92 – Standard Test Method for Water Permeability of Concrete
- [5]. EN 12390-2000 – Testing hardened concrete
- [6]. GOCT 12730.5-84 - Tiêu chuẩn thí nghiệm thấm bê tông của Nga
- [7]. X. Liu and M.-H. Zhang (2010), *Permeability of high-performance concrete incorporating presoaked lightweight aggregates for internal curing*. Magazine of Concrete Research, 2010, 62, No. 2, February, 79–89.

#### Abstract

#### RESEARCH TO PROPOSE SUITABLE METHOD FOR DETERMINING THE WATER PERMEABILITY OF HIGH DURABLE CONCRETE

*In order to evaluate the durability of concrete used for hydraulic structures, one of the most important properties need to be considered is water permeability of concrete. Various existing standards used for this property seems to be not suitable for the type of concrete with expected low permeability. This paper presents different methods to determine the water permeability of concrete, thence discusses and proposes the most suitable method for high durable concrete applied for sea dike and coastal protection works.*

**Key words:** Concrete; durability; water permeability; sea dike and coastal protection works

---

*BBT nhận bài:* 25/11/2014

*Phản biện xong:* 14/01/2015