

# XÁC ĐỊNH CƯỜNG ĐỘ BÊ TÔNG CỌC KHOAN NHỒI THÔNG QUA VẬN TỐC TRUYỀN XUNG SIÊU ÂM

LÊ TÂN

Khoa Kỹ thuật xây dựng, Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh

Tác giả liên hệ: letan@iuh.edu.vn

DOIs: <https://www.doi.org/10.46242/jstiuh.v72i6.5013>

**Tóm tắt.** Tầm quan trọng và những đóng góp thiết thực của cọc khoan nhồi trong lĩnh vực xây dựng là vô cùng to lớn và đậm nét. Hầu hết nhà cao tầng trên lãnh thổ Việt Nam đều được xây dựng vững chắc trên hệ móng chịu lực là cọc khoan nhồi, đáp ứng yêu cầu cao về kết cấu chịu lực cũng như công nghệ thi công bê tông ngày càng tiên tiến hiện đại. Hiện nay, chất lượng cọc khoan nhồi được kiểm soát dựa trên tiêu chuẩn TCVN 9396:2012 [2]. Tuy nhiên tiêu chuẩn này còn nhiều bất cập, gây khó khăn không nhỏ trong việc kiểm tra, nghiệm thu cọc khoan nhồi sau khi thi công. Bài báo đã đưa ra giải pháp thiết thực nhằm tháo gỡ vướng mắc mà tiêu chuẩn đang gặp phải, đó là: thông qua vận tốc truyền xung siêu âm để xác định cường độ bê tông của cọc khoan nhồi. Đây chính là hạn chế trong tiêu chuẩn TCVN 9396:2012 [2] đang áp dụng hiện nay.

**Từ khóa.** Cọc khoan nhồi, vận tốc xung siêu âm.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong lĩnh vực xây dựng dân dụng và công trình giao thông (nhà cao tầng và công trình cầu) khi tính toán với hệ móng cọc có đường kính lớn thì biện pháp sử dụng cọc khoan nhồi luôn là ưu tiên hàng đầu. Hiện nay, việc thi công cọc khoan nhồi đã trở nên thông dụng và phổ biến. Rất nhiều nhà thầu xây lắp đã hoàn toàn làm chủ công nghệ thi công cọc khoan nhồi góp phần đem lại nhiều đột phá về giải pháp trong hoạt động xây dựng.

Với tốc độ phát triển hiện nay, nhiều tòa cao ốc, trung tâm thương mại, các khu đô thị, hệ thống cầu hiện đại, sẽ tiếp tục được mọc lên từ nông thôn đến thành thị trên khắp đất nước chúng ta. Chi phí thi công cọc khoan nhồi thường có giá trị không hề nhỏ trong tổng giá thành công trình. Vì vậy, việc kiểm soát chất lượng cọc khoan nhồi luôn là nhiệm vụ then chốt và được quan tâm hàng đầu. Hiện tại, Bộ Khoa học và Công nghệ đã ban hành tiêu chuẩn “Xác định tính đồng nhất của bê tông cọc khoan nhồi bằng phương pháp xung siêu âm - TCVN 9396:2012”. Tuy nhiên, việc áp dụng vẫn gặp nhiều khó khăn vướng mắc rất cần được tháo gỡ kịp thời. Cụ thể, cường độ bê tông cọc khoan nhồi sau khi thi công chưa thể xác định bằng phương pháp không phá hủy (còn phương pháp phá hủy thì rất tốn kém và phức tạp). Vì vậy, tác giả đã tiến hành nghiên cứu giải pháp “Xác định cường độ bê tông cọc khoan nhồi thông qua vận tốc truyền xung siêu âm” để tháo gỡ nút thắt đặt ra từ thực tiễn, góp phần quan trọng trong kiểm soát chất lượng thi công cọc khoan nhồi.

## 2. TỔNG QUAN

Hiện nay, đang áp dụng tiêu chuẩn TCVN 9396:2012 trong công tác nghiệm thu cọc khoan nhồi. Nội dung cơ bản của phương pháp như sau [2]: dùng phương pháp xung siêu âm để kiểm tra sự đồng nhất và khuyết tật của bê tông sau khi thi công.

### 2.1. Các bước thực hiện

#### 2.1.1. Thu thập thông tin liên quan đến cọc

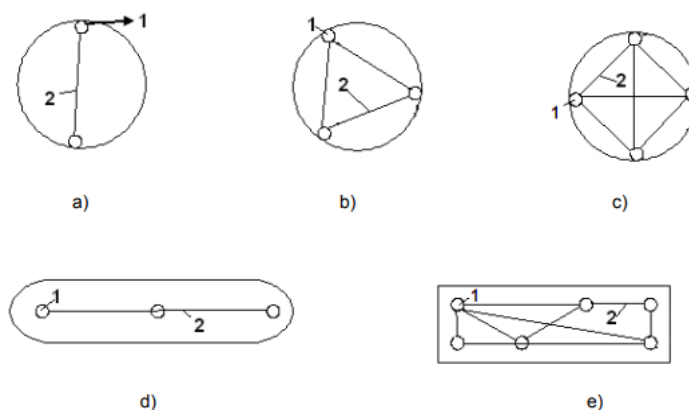
Vị trí cọc cần kiểm tra;

Cao trình của đáy cọc và đỉnh cọc;

Tiết diện ngang của cọc;

Thời gian bắt đầu đổ bê tông tạo cọc;

Qui định về cách bố trí và số lượng ống cần kiểm tra được đặt trong một cọc khoan nhồi (xem hình 1).



Hình 1: Cách bố trí và số lượng ống đo siêu âm

*Trong đó:*

1: ống dùng để siêu âm cọc

2: mặt cắt cân siêu âm giữa hai ống

Hình a: khi đường kính cọc  $\Phi \leq 600\text{mm}$

Hình b: khi đường kính cọc  $600\text{mm} \leq \Phi \leq 1000\text{mm}$

Hình c: khi đường kính cọc  $\Phi \geq 1000\text{mm}$

Hình d: áp dụng cho trường hợp tường trong đất

Hình e: áp dụng cho trường hợp cọc ba rết

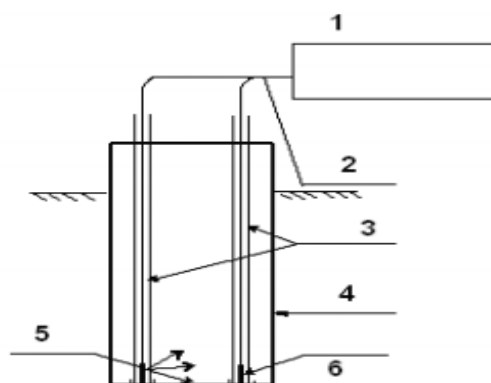
### 2.1.2. Cách tiến hành

**Bước 1.** Ống đo được cắt hở ra theo qui định

**Bước 2.** Kiểm tra toàn bộ thiết bị, nguồn điện và tiến hành khởi động máy siêu âm.

**Bước 3.** Bắt đầu thả đầu thu và đầu phát vào trong ống đo (với lưu ý: phải điều chỉnh sao cho đầu thu và đầu phát ở cùng một cao trình khi thí nghiệm), hiệu chỉnh để đảm bảo biên độ của tín hiệu xung là lớn nhất và khoảng thời gian truyền xung là nhỏ nhất).

**Bước 4.** Công tác thí nghiệm phải được tiến hành tỉ mỉ và thận trọng (xem hình 2). Cán bộ kỹ thuật cần thao tác thật nhịp nhàng và thuần thục khi kéo các đầu đo từ đáy tiến dần lên đỉnh cọc với tốc độ hợp lý trên suốt chiều dài thân cọc. Số liệu thu được từ quá trình thực nghiệm bao gồm: khoảng thời gian truyền xung từ đầu thu đến đầu phát, tần số và biên độ xung tại các vị trí thí nghiệm, chiều sâu thân cọc thực tế tại các mặt cắt thí nghiệm.



Hình 2. Hệ thống vận hành kỹ thuật siêu âm truyền qua ống

*Ghi chú:*

1. Thiết bị siêu âm cọc

2. Dây cáp truyền tín hiệu

3. Ống để đo siêu âm

- 4. Cấu kiện kiểm tra
- 5. Đầu phát sóng siêu âm
- 6. Đầu thu sóng siêu âm

2.1.3. *Tính toán kết quả*

Dựa vào số liệu thu được trong suốt quá trình thực nghiệm, tốc độ truyền xung trong bê tông cọc khoan nhồi ở các cao trình cụ thể được xác định như sau:

$$V = \frac{l}{t} \text{ (m/s)}$$

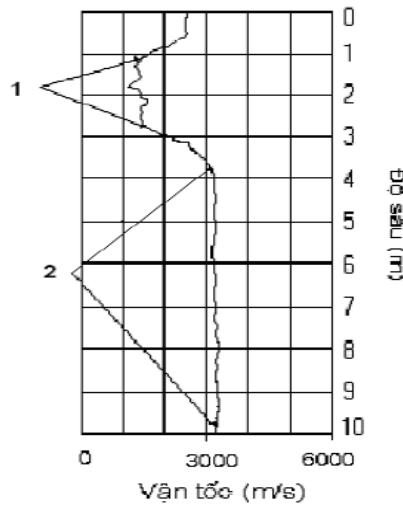
Với:

V: tốc độ truyền xung (m/s)

l: khoảng cách giữa đầu thu và đầu phát (m)

t: thời gian truyền xung giữa đầu thu và đầu phát (s)

Từ kết quả đo thực tế, xây dựng nên biểu đồ vận tốc truyền xung theo chiều sâu thân cọc (hình 3)



Hình 3. Biểu đồ vận tốc truyền xung siêu âm

Chú thích:

- 1. Vùng bê tông than cọc có khuyết tật
  - 2. Vùng bê tông thân cọc đồng nhất, vận tốc truyền xung ổn định đồng đều
- Thực chất, phương pháp truyền xung siêu âm chủ yếu dùng để kiểm tra sự đồng nhất và khuyết tật (có thể có hoặc không) của cọc khoan nhồi sau khi thi công. Như vậy, thông số cần thiết và quan trọng nhất là cường độ bê tông thì lại chưa thể xác định được.

**2.2. Xây dựng mối quan hệ giữa vận tốc truyền xung siêu âm và cường độ chịu nén của bê tông (tính cho một cọc).**

2.2.1. *Kiểm tra tính đồng nhất của bê tông bằng phương pháp siêu âm truyền qua lỗ: trình tự các bước thực hiện theo đúng TCVN 9396:2012 [2].*

2.2.2. *Tổ chức lấy mẫu bê tông và bảo dưỡng mẫu thử thực hiện theo đúng (TCVN 3105:1993 [3].*

Đối với cọc khoan nhồi cần lưu ý: bê tông trước khi đổ phải tiến hành lấy mẫu ngay. Mỗi cọc cần lấy như sau [1]:

- Đầu cọc: 01 tổ mẫu (tối thiểu 03 viên)
- Thân cọc: 01 tổ mẫu (tối thiểu 03 viên)
- Mũi cọc: 01 tổ mẫu (tối thiểu 03 viên)

Mẫu bê tông sau khi được lấy vào khuôn đúc phải được bảo dưỡng và lưu giữ bài bản, tuân thủ chặt chẽ các qui định trong tiêu chuẩn [3].

2.2.3. *Tiến hành siêu âm và nén phá hoại trên các mẫu thử [5], [3].*

Sau thời gian bảo dưỡng theo qui định, tiến hành siêu âm và nén phá hoại từng viên mẫu, xác định được vận tốc truyền xung và cường độ chịu nén của mẫu thử.

Vận tốc truyền xung siêu âm được xác định theo công thức: [2]

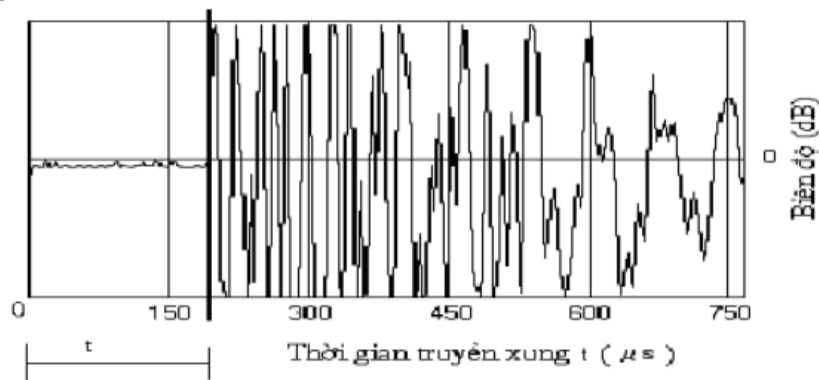
$$V = \frac{l}{t} \text{ (m/s)}$$

Trong đó:

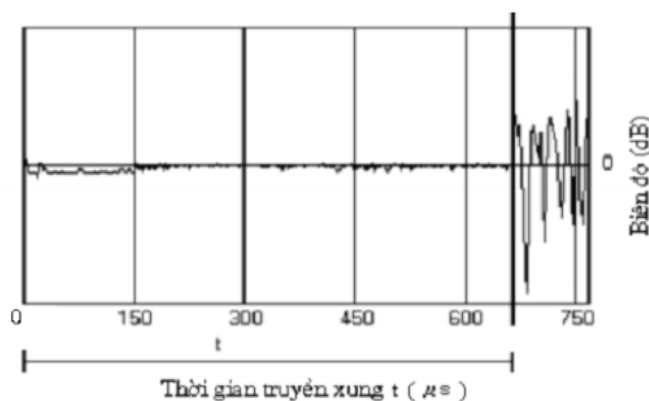
l: khoảng cách giữa đầu thu và đầu phát (m)

t: thời gian truyền xung giữa hai đầu đo (s)

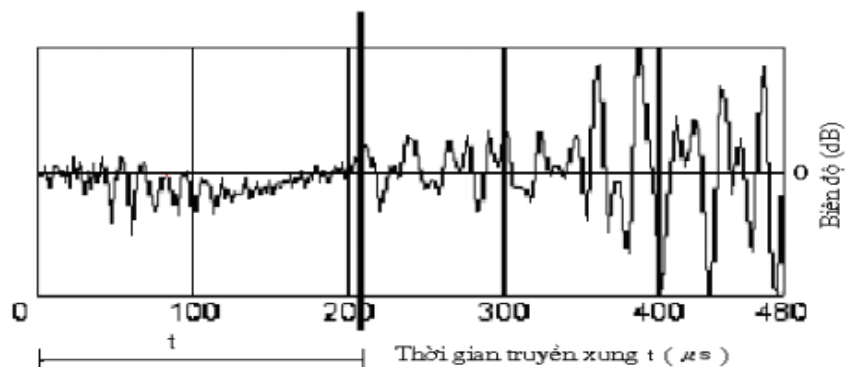
Những hình ảnh đặc trưng khi sử dụng phương pháp xung siêu âm trong công tác thí nghiệm cọc khoan nhồi tại hiện trường.



Hình 4. Biểu đồ xung siêu âm truyền qua vùng không có khuyết tật



Hình 5. Biểu đồ xung siêu âm truyền qua vùng có khuyết tật



Hình 6. Biểu đồ xung siêu âm bị ảnh hưởng do nhiễu

## XÁC ĐỊNH CƯỜNG ĐỘ BÊ TÔNG CỌC KHOAN NHỒI ....

Cường độ chịu nén của bê tông mẫu thử được tính như sau [5]:

$$R = \frac{P}{F} \text{ (MPa)}$$

Với:

P: lực nén phá hủy mẫu (N)

F: tiết diện của mẫu thử (mm<sup>2</sup>)

### 2.2.4. Tổng hợp số liệu, báo cáo kết quả

Dựa vào kết quả xác định tính đồng nhất của bê tông thân cọc thực tế đã xác định ở mục 2.2.1 với kết quả siêu âm và cường độ chịu nén của bê tông trên mẫu thử ở mục 2.2.3. Từ đó, xây dựng được mối quan hệ giữa vận tốc truyền xung siêu âm và cường độ chịu nén của bê tông trên suốt chiều dài thân cọc khoan nhồi.

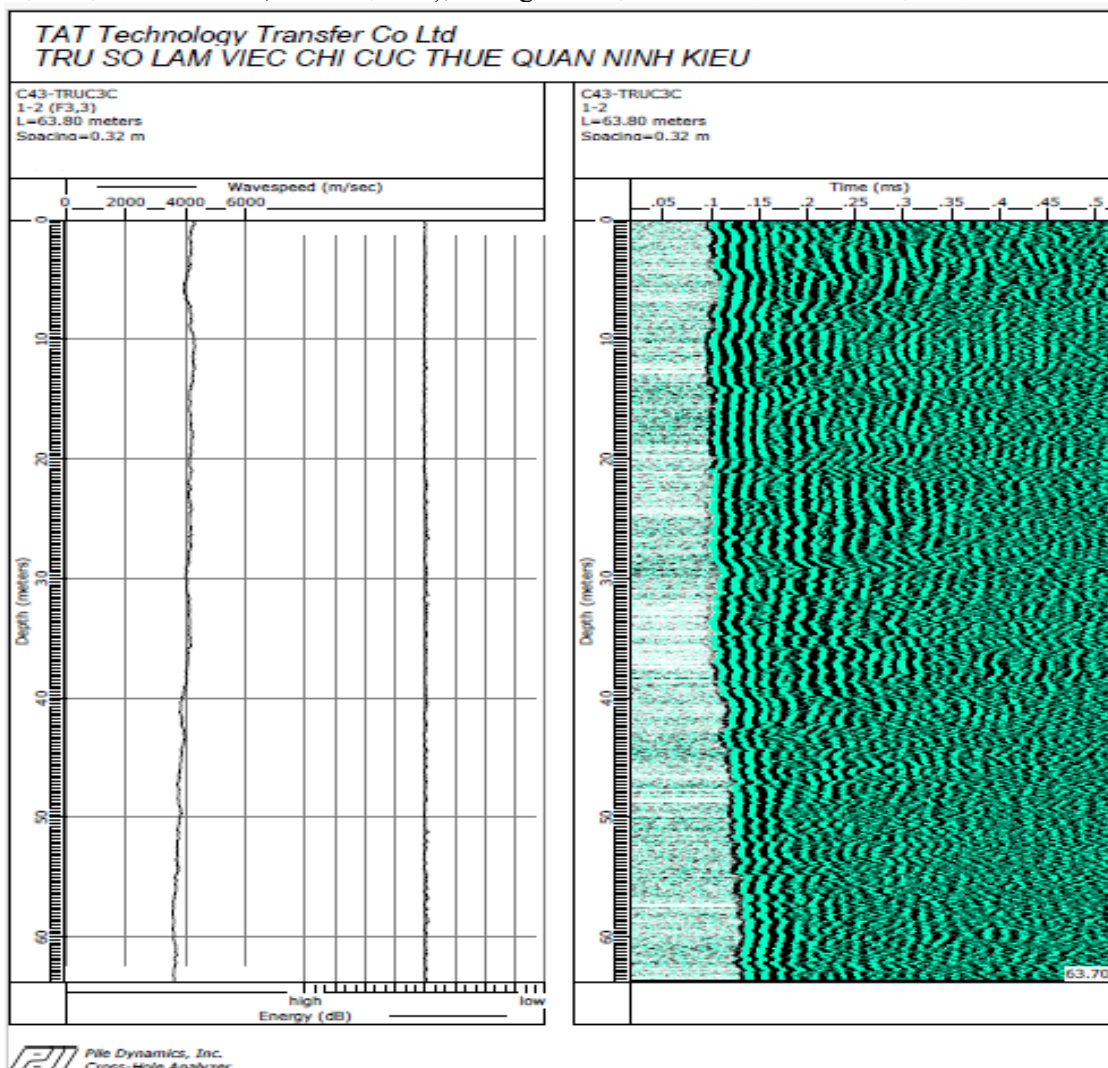
## 3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

Tác giả sử dụng số liệu kiểm định cọc khoan nhồi thực tế tại công trình ở thành phố Cần Thơ, do tác giả phối hợp với các kỹ sư của Trung tâm Tư vấn Kiểm định Địa chất Nền móng Công trình cùng thực hiện, làm dữ liệu đầu vào cho việc nghiên cứu tính toán.

### 3.1. Kết quả siêu âm cọc khoan nhồi tại hiện trường

Công trình: Trụ sở làm việc Chi cục thuế quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ

Hạng mục: Cọc khoan nhồi (C43 – trục 3C), đường kính cọc 1000mm, chiều sâu cọc 63,8m



Hình 7. Biểu đồ siêu âm cọc theo chiều sâu

Từ số liệu thực tế, xác định được kết quả như sau [6]

- Phần đầu cọc: vận tốc truyền xung đạt:  $V_{TB} = 4100\text{m/s}$  (vùng bê tông đồng nhất, không có khuyết tật)
- Phần thân cọc: vận tốc truyền xung đạt:  $V_{TB} = 4000\text{m/s}$  (vùng bê tông đồng nhất, không có khuyết tật)
- Phần mũi cọc: vận tốc truyền xung đạt:  $V_{TB} = 3870\text{m/s}$  (vùng bê tông đồng nhất, không có khuyết tật)

### 3.2. Kết quả siêu âm và cường độ chịu nén của bê tông trên mẫu thử

Số lượng mẫu bê tông sau khi được đúc và bảo dưỡng theo qui định [3], bắt đầu tiến hành siêu âm và nén mẫu tương ứng với phần đầu cọc, thân cọc và mũi cọc. Kết quả cụ thể được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2. Vận tốc truyền xung và cường độ của bê tông trên mẫu thử

Cấu kiện	Vận tốc truyền xung siêu âm (m/s)	Cường độ chịu nén R (MPa)	Độ ẩm mẫu thử (%)	Nhiệt độ khi nén mẫu (°C)	Tuổi bê tông (ngày)
Đầu cọc	4000÷4100	32,6	0,71	29	28
Thân cọc	3900÷4050	34,8	0,64	29	28
Mũi cọc	3800÷3900	31,5	0,76	29	28

### 3.3. Báo cáo kết quả kiểm tra chất lượng cọc khoan nhồi

Kết hợp số liệu kiểm tra thực tế cọc tại hiện trường với số liệu thu được trên mẫu thử tại phòng thí nghiệm, cho phép tác giả nhận xét như sau:

Phần đầu cọc: bê tông đồng nhất, không có khuyết tật, có cường độ chịu nén là 32.6 MPa.

Phần thân cọc: bê tông đồng nhất, không có khuyết tật, có cường độ chịu nén là 34.8 MPa.

Phần mũi cọc: bê tông đồng nhất, không có khuyết tật, có cường độ chịu nén là 31.5 MPa.

Kết luận: cọc khoan nhồi kiểm tra tại công trình có chất lượng bê tông đồng nhất, không có khuyết tật và đạt mức  $\geq 30$  MPa sau 28 ngày tuổi.

## 4. KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ

Giải pháp thông qua vận tốc truyền xung siêu âm để xác định cường độ chịu nén cọc khoan nhồi là hoàn toàn khả thi. Có thể sử dụng kết quả nghiên cứu để tham khảo trong công tác kiểm soát chất lượng thi công cọc khoan nhồi.

Để giúp công tác kiểm tra, đánh giá chất lượng cọc khoan nhồi đảm bảo độ tin cậy, tác giả nhận thấy cần phải lưu ý các điểm sau:

- Công tác thí nghiệm cọc nên được giao cho đơn vị Tư vấn kiểm định có chuyên môn sâu, uy tín và kinh nghiệm trong lĩnh vực thí nghiệm.
- Trong tương lai, để có số liệu sát thực hơn cần tiến hành khoan lõi bê tông theo suốt chiều dài thân cọc. Sau đó, so sánh tương quan giữa kết quả vận tốc truyền xung siêu âm đối với mẫu khoan và đối với mẫu đúc.

Do công tác thí nghiệm cọc tại hiện trường có những hạn chế nhất định về điều kiện và thời gian tham gia, tác giả giới hạn phạm vi nghiên cứu ở một công trình cụ thể, chưa thể triển khai ở nhiều công trình với nhiều loại cọc khác nhau. Vì vậy, bên cạnh kết quả đạt được đề tài chắc chắn còn nhiều hạn chế.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] TCVN 9395:2012 - Cọc khoan nhồi – Thi công và nghiệm thu, Bộ Khoa học và Công nghệ, 2012.
- [2] TCVN 9396:2012 - Cọc khoan nhồi – Xác định tính đồng nhất của bê tông – Phương pháp xung siêu âm, Bộ Khoa học và Công nghệ, 2012.
- [3] TCVN 9335:2012 – Bê tông nặng – Phương pháp không phá hoại sử dụng máy đo siêu âm và súng bật nảy để xác định cường độ nén, Bộ Xây dựng, 2012.
- [4] TCVN 3105:2022 - Hỗn hợp bê tông nặng và bê tông nặng – Lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử, Bộ Xây dựng, 2022.
- [5] TCVN 3118:2022 - Bê tông nặng – Phương pháp xác định cường độ nén, Bộ Xây dựng, 2022.
- [6] ASTM – Quy trình D6760:2002.

**DETERMINE THE INTENSITY OF BORED CONCRETE THROUGH ULTRA SOUND PULSE TRANSMISSION SPEED**

LE TAN

*Faculty of Civil Engineering, Industrial University of Ho Chi Minh City*

*Corresponding author: letan@iuh.edu.vn*

**Abstract.** The importance and practical contributions of bored piles in the field of construction are extremely large and bold. Most of the high - rise buildings on the territory of Vietnam are firmly built on the bearing foundation system as bored piles, meeting high requirements on bearing structure as well as increasingly advanced concrete construction technology. Nowadays, the quality of bored piles is controlled based on TCVN9396: 2012 [2]. However, this standard still has many shortcomings, causing significant difficulties in checking and accepting bored piles after construction. The research has provided practical solutions to remove obstacles that the standards are facing, namely: through ultrasonic transmission speed to determine the concrete intensity of bored piles. This is the limitation in the standard TCVN 9396: 2012 [2] is currently applying.

**Keywords.** Bored piles, ultrasonic pulse transmission speed

*Ngày nhận bài: 27/3/2024*

*Ngày chấp nhận đăng: 19/7/2024*