

NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH NHANH CƯỜNG ĐỘ BÊ TÔNG BẰNG THIẾT BỊ ĐO KHÔNG PHÁ HOẠI

Th.s - Nguyễn Quang Phú - Bộ môn Vật liệu Xây dựng - ĐHTL

Th.s - Đỗ Việt Thắng - T T Kết cấu CT - Viện Khoa học Thủy lợi

Tóm tắt:

Kiểm tra chất lượng bê tông trong quá trình thi công bê tông và đánh giá nghiệm thu trước khi đưa vào sử dụng khai thác là một trong những khâu quan trọng đảm bảo chất lượng của công trình. Vì thế phương pháp kiểm tra cần phản ánh ngày càng sát với chất lượng thực của bê tông công trình. Do vậy việc quản lý kiểm tra chất lượng bê tông là một công việc hết sức quan trọng, nó không những góp phần đảm bảo nâng cao tuổi thọ của công trình mà còn thúc đẩy cho việc thi công công trình đúng tiến độ, đáp ứng các tiêu chí về kỹ thuật và kinh tế.

Thực tế có 2 phương pháp cơ bản xác định cường độ bê tông (phương pháp phá hoại và phương pháp không phá hoại). Tuy nhiên phương pháp phá hoại rất phức tạp trong quá trình lấy mẫu và làm ảnh hưởng đến kết cấu công trình; còn phương pháp không phá hoại mới chỉ sử dụng phương pháp kết hợp giữa xung siêu âm và súng bật nảy, vì thế kết quả có độ chính xác chưa cao và đôi khi làm chậm tiến độ thi công bê tông.

Từ những vấn đề nêu trên, bài báo đưa ra những nghiên cứu bước đầu về phương pháp xác định nhanh cường độ bê tông bằng các thiết bị không phá hoại

I- MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU :

+ Trên cơ sở khoa học tìm ra các quan hệ độc lập giữa cường độ chịu nén của bê tông với vận tốc xung siêu âm $R_b = f(v)$; giữa cường độ chịu nén của bê tông với giá trị vạch súng bật nảy $R_b = f(n)$ để xác định nhanh cường độ chịu nén cho các mác bê tông M150, M200 và M300 bằng thiết bị đo không phá hoại theo lý thuyết phương pháp bình phương nhỏ nhất từ các số liệu đo được của các công trình thực tế và số liệu thí nghiệm trong phòng.

+ Xử lý số liệu thực tế đo được trên các công trình và số liệu thí nghiệm bằng phần mềm MATLAB 7.0.

II- XÁC ĐỊNH QUAN HỆ $R = f(n)$, $R = f(v)$ VÀ CÔNG THỨC THỰC NGHIỆM:

2.1. CƠ SỞ LÝ THUYẾT CỦA PHƯƠNG PHÁP BÌNH PHƯƠNG NHỎ NHẤT :

2.1.1. Sự xấp xỉ trung bình bình phương :

Vấn đề tìm giá trị của hàm số cho bằng bảng tại một giá trị của đối số không có trong bảng đã được giải quyết bằng đa thức nội suy, cụ thể thay hàm $f(x)$ bởi đa thức nội suy $P(x)$. Một cách tổng quát là có thể thay thế hàm $f(x)$ bởi hàm $g(x)$ khác, sao cho $g(x)$ dễ tính hơn. Cách thay thế $f(x)$ bởi $g(x)$ được coi là xấp xỉ hàm $f(x)$. Nhưng với cách xấp xỉ đó rõ ràng không phù hợp, hay nói khác đi là chưa thật tốt đối với các hàm số $f(x)$ là những hàm tuần hoàn. Trong trường hợp này người ta thường xấp xỉ hàm tuần hoàn $f(x)$ bởi đa thức lượng giác. Hơn nữa, khi xây dựng đa thức nội suy $P(x)$, đã đòi hỏi $y_i = f(x_i) = P(x_i)$ tại các mốc nội suy x_i . Điều này cũng khó thực hiện bởi vì trong thực tế các giá trị y_i chỉ tính được gần đúng mà thôi. Khi đó người ta thường xây dựng hàm số xấp xỉ theo nguyên tắc sau. Chọn $P(x)$ thuộc một lớp hàm nào đó sao cho đơn giản hơn $f(x)$, có nghĩa là $P(x)$ sẽ phụ thuộc vào một số tham số theo một cách nào đó. Chẳng hạn chọn $P(x)$ thuộc lớp các đa thức bậc 3, thì $P(x)$ có dạng :

$$P(x) = a + b \times x + c \times x^2 + d \times x^3$$

Rõ ràng P phụ thuộc vào 4 tham số a, b, c, d một cách tuyến tính. Sau đó ta xác định các tham số của P(x) sao cho sai số trung bình bình phương :

$$\Delta = \sqrt{\frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n [f(x_i) - P(x_i)]^2}$$

là nhỏ nhất (ở đây $x_i, i=1, \dots, n$ là những điểm tại đó ta đã biết $f(x_i)$, dù chỉ là gần đúng). Phương pháp xấp xỉ hàm như vậy gọi là phương pháp bình phương nhỏ nhất.

2.1.2. Lựa chọn công thức thực nghiệm :

Giả sử có hai đại lượng x và y có quan hệ hàm số với nhau, hãy tìm quan hệ hàm số đó. Muốn vậy, ta làm một loạt thí nghiệm; sau khi quan sát, đo đạc, tính toán ta thu được bảng kết quả sau :

| | | | | | |
|---|----------------|----------------|----------------|-------|----------------|
| X | X ₀ | X ₁ | X ₂ | | X _n |
| Y | Y ₀ | Y ₁ | Y ₂ | | Y _n |

Từ đó hãy tìm hệ thức của hàm số $y = f(x)$ cụ thể. Cách tìm như vậy gọi là lập công thức thực nghiệm. Nói chung không có hy vọng tìm ra hàm $f(x)$ đúng hoàn toàn, nên chỉ có thể tìm được hàm xấp xỉ với hàm số $f(x)$ mà thôi. Ngay việc tìm hàm xấp xỉ này cũng không phải là đơn giản, nên người ta thường giả thiết rằng dạng hàm xấp xỉ này là đã biết, chẳng hạn là một trong các dạng sau :

- | | |
|---|--|
| 1. $y = a + b \times x$ | 4. $y = a + b \times \cos x + c \times \sin x$ |
| 2. $y = a + b \times x + c \times x^2$ | 5. $y = a \times e^{b \cdot x}$ |
| 3. $y = a + b \times x + c \times x^2 + d \times x^3$ | 6. $y = a \times x^b$ |

rồi tìm ra các tham số a, b, c, d. Các tham số đó sẽ được xác định bằng phương pháp bình phương nhỏ nhất.

Muốn làm cho sai số trung bình bình phương Δ nhỏ nhất thì chỉ cần làm cho đại lượng S nhỏ nhất là đủ.

$$S = \sum_{i=1}^n [f(x_i) - P(x_i)]^2 \tag{2-1}$$

2.2.XÁC ĐỊNH HÀM SỐ CỦA QUAN HỆ R = f(n) VÀ R = f(v) :

2.2.1.Xác định phương trình quan hệ R = f(n) :

Nếu khoảng dao động cường độ bê tông $X_{i\max} - X_{i\min} \leq 200 \text{ daN/cm}^2$, phương trình quan hệ $R = f(n)$ có dạng tuyến tính :

$$R = a_0 + a_1 \times n \tag{2-2}$$

Nếu khoảng dao động cường độ $X_{i\max} - X_{i\min} > 200 \text{ daN/cm}^2$, phương trình quan hệ $R = f(n)$ có dạng hàm mũ :

$$R = b_0 \times e^{b_1 \cdot n} \tag{2-3}$$

Các hệ số a_0, a_1, b_0, b_1 xác định theo công thức :

$$a_0 = \bar{R} - a_1 \times \bar{n} \tag{2-4}$$

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^N (n_i - \bar{n}) \times (R_i - \bar{R})}{\sum_{i=1}^N (n_i - \bar{n})^2} \tag{2-5}$$

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^N (n_i - \bar{n}) \times (\ln R_i - \ln \bar{R})}{\sum_{i=1}^N (n_i - \bar{n})^2}$$

$$(2-6) \quad b_o = e^{\ln \bar{R} - b_1 \cdot \bar{n}} \quad (2-7)$$

Giá trị cường độ trung bình của bê tông \bar{R} và giá trị bật nảy trung bình \bar{n} để xác định các hệ số trên lấy theo công thức :

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^N R_i}{N} \quad (2-8)$$

$$\bar{n} = \frac{\sum_{i=1}^N n_i}{N} \quad (2-9)$$

$$\ln \bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^N \ln R_i}{N} \quad (2-10)$$

Trong đó :

R_i, n_i - Các giá trị tương ứng với cường độ bê tông và giá trị bật nảy của mẫu thứ i .

N - Số mẫu được sử dụng để xây dựng biểu đồ.

* *Đánh giá sai số của quan hệ $R \sim n$:*

+ Sai số của quan hệ $R \sim n$ được đánh giá bằng đại lượng độ lệch bình phương trung bình S_T , theo công thức :

$$S_T = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (R_{ni} - R_{sti})^2}{N-1}} \quad (2-11)$$

trong đó :

R_{ni} và R_{sti} - cường độ trung bình của bê tông trong tổ mẫu thứ i , được xác định trên máy nén và bằng súng thử.

N - số tổ mẫu được thử để xây dựng biểu đồ quan hệ $R \sim n$.

+ Quan hệ $R \sim n$ phải có hệ số hiệu dụng F không nhỏ hơn 2 và độ lệch bình phương trung bình S_T không vượt quá 12% cường độ trung bình \bar{Rn} của tất cả các mẫu được thử trên máy nén khi xây dựng biểu đồ quan hệ.

Giá trị \bar{Rn} và F được tính theo công thức :

$$\bar{Rn} = \frac{\sum_{i=1}^N R_{ni}}{N} \quad (2-12)$$

$$F = \frac{S_o^2}{S_T^2} \quad (2-13)$$

$$S_o^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (R_{ni} - \bar{Rn})^2}{N-1} \quad (2-$$

14)

trong đó : S_o - độ lệch bình phương trung bình của cường độ bê tông khi nén N mẫu thử.

Nếu $F < 2$ hoặc $\frac{S_T}{\bar{Rn}} > 12\%$ thì không được phép đánh giá cường độ và độ đồng nhất của

bê tông theo đường chuẩn này.

+ Biểu đồ quan hệ $R \sim n$ được xây dựng sau khi đã xử lý loại bỏ các số liệu dị thường của R và n.

2.2.2. Xác định phương trình quan hệ $R = f(v)$:

+ Khi $R_{mi}^{\max} - R_{mi}^{\min} \leq 2 \times \bar{R}_m \times (60 - \bar{R}_m) / 100$ thì dùng phương trình tuyến tính :

$$R = a_o + a_1 \times V \quad (2-15)$$

+ Trường hợp còn lại thì dùng phương trình dạng phi tuyến (hàm số mũ) :

$$R = b_o \times e^{b_1 \cdot V} \quad (2-16)$$

Trong đó :

v - vận tốc xung siêu âm trong mẫu.

R - cường độ bê tông xác định theo phương trình.

\bar{R}_m - cường độ nén trung bình của tất cả các tổ mẫu.

R_{mi}^{\max} ; R_{mi}^{\min} - cường độ nén lớn nhất và nhỏ nhất của các tổ mẫu.

Các hệ số a_o , a_1 , b_o , b_1 , được tính như sau :

$$a_o = \bar{R}_m \times a_1 \times \bar{V} \quad (2-17)$$

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{R}_m - R_{mi}) \times (\bar{V} - V_i)}{\sum_{i=1}^n (\bar{V} - V_i)^2} \quad (2-18)$$

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{V} - V_i) \times (\ln \bar{R}_m - \ln R_{mi})}{\sum_{i=1}^n (\bar{V} - V_i)^2} \quad (2-19)$$

$$b_o = e^{\bar{\ln R}_m - b_1 \cdot \bar{V}} \quad (2-20)$$

Trong đó :

$$\bar{R}_m = \frac{\sum_{i=1}^n R_{mi}}{n} \quad (2-21)$$

$$\bar{V} = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n} \quad (2-22)$$

$$\ln R_m = \frac{\sum_{i=1}^n \ln R_{mi}}{n} \quad (2-23)$$

Trong đó :

R_{mi} và V_i - Cường độ và vận tốc xung siêu âm của tổ mẫu thứ i .

n - Số tổ mẫu thí nghiệm để xây dựng đường chuẩn .

*Hiệu chỉnh đường chuẩn được thực hiện bằng cách loại bỏ tổ mẫu không thoả mãn điều kiện.

$$\frac{|R_i - R_{mi}|}{S} \leq 2 \quad (2-24)$$

Với S - độ lệch bình phương trung bình, xác định theo công thức :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_{mi} - R_i)^2}{n-2}} \quad (2-25)$$

Trong đó :

R_i - cường độ của tổ mẫu thứ i xác định theo đường chuẩn đã xây dựng.

$$R_i = \begin{cases} a_0 + a_1 \times V_i & \text{đối với phương trình (2-15)} \\ b_0 \cdot e^{b_1 \cdot V_i} & \text{(2-16)} \end{cases}$$

*Sai số của cường độ bê tông được xác định bằng đường chuẩn vừa xây dựng được tính theo công thức:

$$S_C = \sqrt{S^2 + q^2 \times S_K^2} \quad (2-26)$$

Trong đó :

S_K - độ lệch bình phương trung bình của hệ số chuyển đổi K từ vận tốc xung theo phương pháp bề mặt sang vận tốc xung theo phương pháp xuyên âm. Nếu không có hệ số chuyển đổi thì $S_K = 0$ còn :

$$q = \begin{cases} R_m - a_0 & \text{khi dùng phương trình (2-15)} \\ R_m \cdot \ln \frac{R_m}{b_0} & \text{(2-16)} \end{cases}$$

Nếu $\frac{S_C}{R_m} \times 100\% > 12\%$ thì không được phép dùng đường chuẩn.

III- XÁC ĐỊNH QUAN HỆ $R = f(n)$, $R = f(V)$ BẰNG THỰC NGHIỆM VÀ ÁP DỤNG TÍNH TOÁN VỚI CÔNG TRÌNH THỰC TẾ:

3.1. CƠ SỞ THUẬT TOÁN CỦA MATLAB CHO BÀI TOÁN TÌM ĐƯỜNG CONG PHÙ HỢP NHẤT :

Thuật toán của phần mềm MATLAB cho bài toán tìm đường cong phù hợp nhất là phương pháp bình phương sai phân nhỏ nhất. Khái niệm bình phương sai phân nhỏ nhất (least squares, LQ) bao gồm nhiều phương pháp tìm tối ưu khác nhau nhưng đều có chung một mục tiêu : Tìm tối thiểu của tổng các giá trị sai số bình phương. Vì LQ rất hay được sử dụng để tìm đa thức xấp xỉ (tìm đường cong xấp xỉ), trong phần mềm MATLAB ta gặp khái niệm curve fitting nhằm vào ứng dụng này.

Phương pháp LQ tuyến tính không kèm theo điều kiện phụ có thể được sử dụng để giải một hệ phương trình tuyến tính thừa (số phương trình lớn hơn số ẩn). Hệ phương trình :

$$C * x = d \quad (3-1)$$

hay :

$$C * x - d = 0 \quad (3-2)$$

với :

$$C \in R^{n \times m} \quad (3-3)$$

$$d \in R^{n \times 1} \quad (3-4)$$

là một hệ thừa khi $n > m$ và vì vậy không có nghiệm. Vì (3-1) không có nghiệm chính xác nên ta có thể coi (3-1) là vấn đề tìm tối ưu, với bài toán tìm tối thiểu được diễn đạt bởi :

$$\min \|C * x - d\|_2^2 \quad (3-5)$$

trong (3-5), $\| \cdot \|_2^2$ là chuẩn toàn phương Euclid của vector.

Nếu ta thay $F(x) = C.x - d$ vào và tính chuẩn Euclid, ta thu được :

$$\min \sum_{i=1}^n F_i(x)^2 \quad (3-6)$$

$F_i(x)$ là sai lệch giữa thành phần thứ i của (3-1) với nghiệm chính xác. Ta sẽ phải tìm vector x , sao cho tổng bình phương sai phân (3-6) là nhỏ nhất.

3.2. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM ĐO SIÊU ÂM - BẮN SÚNG - ÉP MẪU BÊ TÔNG:

3.2.1. Chuẩn bị mẫu thí nghiệm:

Một số thành phần đặc trưng của bê tông tiêu chuẩn được quy định như sau :

- + Chất kết dính : xi măng Poocăng PC30.
- + Cốt liệu lớn : đá dăm với $D_{\max} = 40\text{mm}$.
- + Cốt liệu nhỏ : cát vàng có M_{dl} từ 2,0 ~ 3,0.

Cốt liệu đạt chất lượng tốt. Cát, đá đạt về thành phần cấp phối hạt tiêu chuẩn.

Sau khi đúc các tổ mẫu (mỗi tổ 3 mẫu) tiêu chuẩn kích thước (150x150x150)mm, bảo dưỡng các tổ mẫu trong điều kiện môi trường tiêu chuẩn sau 28 ngày tuổi thì thí nghiệm kiểm tra cường độ.

3.2.2. Kết quả thí nghiệm:

Bảng 3-1 : Kết quả thí nghiệm của bê tông M150

| Tổ | Thời gian truyền (μs) | Trị số bật nảy (vạch) | Lực ép (tấn) | Cường độ (daN/cm^2) | Vận tốc truyền (m/s) |
|----|---------------------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1 | 38.4 | 21 | 34.7 | 154 | 3910 |
| 2 | 39.0 | 20 | 33.5 | 149 | 3850 |
| 3 | 38.2 | 24 | 35.6 | 158 | 3930 |
| 4 | 38.1 | 23 | 36.0 | 160 | 3940 |
| 5 | 36.9 | 25 | 39.4 | 175 | 4065 |
| 6 | 36.7 | 24 | 40.5 | 180 | 4085 |
| 7 | 38.1 | 20 | 35.8 | 159 | 3935 |
| 8 | 36.7 | 25 | 40.3 | 179 | 4085 |
| 9 | 37.2 | 24 | 38.0 | 169 | 4034 |
| 10 | 36.5 | 25 | 41.6 | 185 | 4110 |

| | | | | | |
|----|------|----|------|-----|------|
| 11 | 38.4 | 23 | 34.7 | 154 | 3910 |
| 12 | 38.3 | 22 | 35.1 | 156 | 3920 |
| 13 | 39.0 | 24 | 33.3 | 148 | 3845 |
| 14 | 38.2 | 21 | 35.3 | 157 | 3925 |
| 15 | 36.5 | 24 | 41.9 | 186 | 4115 |
| 16 | 37.3 | 24 | 37.6 | 167 | 4025 |
| 17 | 36.5 | 26 | 41.9 | 186 | 4115 |
| 18 | 38.2 | 22 | 35.6 | 158 | 3930 |
| 19 | 39.0 | 24 | 33.3 | 148 | 3845 |
| 20 | 36.9 | 25 | 39.4 | 175 | 4065 |
| 21 | 37.3 | 23 | 37.6 | 167 | 4025 |
| 22 | 37.2 | 24 | 37.8 | 168 | 4030 |
| 23 | 36.9 | 26 | 39.4 | 175 | 4065 |
| 24 | 37.2 | 24 | 37.8 | 168 | 4030 |
| 25 | 36.5 | 27 | 41.6 | 185 | 4110 |
| 26 | 36.6 | 22 | 41.0 | 182 | 4095 |
| 27 | 38.2 | 19 | 35.3 | 157 | 3925 |
| 28 | 37.2 | 21 | 37.8 | 168 | 4030 |
| 29 | 39.2 | 19 | 32.6 | 145 | 3830 |
| 30 | 38.2 | 19 | 35.3 | 157 | 3925 |
| 31 | 38.4 | 21 | 34.4 | 153 | 3905 |
| 32 | 37.5 | 22 | 36.7 | 163 | 4005 |
| 33 | 38.4 | 20 | 34.7 | 154 | 3910 |
| 34 | 36.3 | 26 | 42.1 | 187 | 4130 |
| 35 | 36.6 | 25 | 41.0 | 182 | 4095 |
| 36 | 38.2 | 19 | 35.3 | 157 | 3925 |
| 37 | 39.0 | 19 | 33.3 | 148 | 3845 |
| 38 | 38.3 | 21 | 35.1 | 156 | 3920 |
| 39 | 36.9 | 24 | 39.4 | 175 | 4065 |
| 40 | 39.0 | 20 | 33.3 | 148 | 3845 |
| 41 | 38.2 | 21 | 35.3 | 157 | 3925 |
| 42 | 37.3 | 23 | 37.6 | 167 | 4025 |
| 43 | 38.2 | 20 | 35.6 | 158 | 3930 |
| 44 | 39.0 | 18 | 33.5 | 149 | 3850 |
| 45 | 36.9 | 24 | 39.6 | 176 | 4070 |

Bảng 3-2 : Kết quả thí nghiệm của bê tông M200

| Tổ | Thời gian truyền (μs) | Trị số bật nảy (vạch) | Lực ép (tấn) | Cường độ (daN/cm^2) | Vận tốc truyền (m/s) |
|----|---------------------------------|--------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------------------|
| 1 | 36.9 | 23 | 45.5 | 202 | 2060 |
| 2 | 37.0 | 24 | 45.0 | 200 | 4050 |
| 3 | 37.8 | 24 | 41.6 | 185 | 3970 |
| 4 | 36.7 | 26 | 46.6 | 207 | 4090 |
| 5 | 36.9 | 24 | 45.7 | 203 | 4060 |
| 6 | 37.2 | 25 | 43.2 | 192 | 4030 |
| 7 | 36.9 | 28 | 45.7 | 203 | 4070 |
| 8 | 36.4 | 25 | 47.0 | 209 | 4120 |
| 9 | 36.9 | 25 | 45.2 | 201 | 4060 |
| 10 | 36.8 | 24 | 45.9 | 204 | 4080 |
| 11 | 36.1 | 25 | 47.9 | 213 | 4160 |
| 12 | 36.9 | 28 | 45.2 | 201 | 4060 |
| 13 | 37.1 | 24 | 44.1 | 196 | 4040 |
| 14 | 36.5 | 27 | 46.8 | 208 | 4110 |
| 15 | 36.2 | 24 | 47.5 | 211 | 4140 |
| 16 | 37.2 | 28 | 43.4 | 193 | 4030 |
| 17 | 37.9 | 24 | 41.0 | 182 | 3960 |
| 18 | 35.6 | 28 | 52.2 | 232 | 4210 |
| 19 | 36.1 | 25 | 47.9 | 213 | 4160 |
| 20 | 36.9 | 26 | 45.7 | 203 | 4070 |
| 21 | 36.0 | 25 | 50.0 | 222 | 4170 |

| | | | | | |
|----|------|----|------|-----|------|
| 22 | 37.3 | 26 | 43.0 | 191 | 4020 |
| 23 | 36.8 | 28 | 46.4 | 206 | 4080 |
| 24 | 36.4 | 27 | 47.3 | 210 | 4120 |
| 25 | 37.0 | 26 | 43.9 | 195 | 4050 |
| 26 | 37.0 | 24 | 43.7 | 194 | 4050 |
| 27 | 35.9 | 27 | 50.2 | 223 | 4180 |
| 28 | 37.1 | 26 | 43.4 | 193 | 4040 |
| 29 | 37.0 | 25 | 45.2 | 201 | 4050 |
| 30 | 35.2 | 29 | 54.7 | 243 | 4260 |
| 31 | 36.2 | 29 | 49.1 | 218 | 4140 |
| 32 | 37.4 | 24 | 42.8 | 190 | 4010 |
| 33 | 37.8 | 23 | 41.2 | 183 | 3970 |
| 34 | 36.1 | 26 | 47.7 | 212 | 4150 |
| 35 | 36.9 | 27 | 44.1 | 196 | 4060 |
| 36 | 36.5 | 25 | 48.6 | 216 | 4110 |
| 37 | 36.9 | 24 | 45.0 | 200 | 4070 |
| 38 | 37.0 | 22 | 43.7 | 194 | 4050 |
| 39 | 35.4 | 28 | 53.6 | 238 | 4240 |
| 40 | 36.9 | 23 | 44.1 | 196 | 4070 |
| 41 | 36.1 | 28 | 47.9 | 213 | 4150 |
| 42 | 36.8 | 24 | 45.5 | 202 | 4080 |
| 43 | 37.1 | 23 | 43.4 | 193 | 4040 |
| 44 | 36.1 | 27 | 49.7 | 221 | 4160 |
| 45 | 37.4 | 23 | 43.0 | 191 | 4010 |

Bảng 3-3 : Kết quả thí nghiệm của bê tông M300

| Tổ | Thời gian truyền (μ s) | Trị số bật nảy (vạch) | Lực ép (tấn) | Cường độ (daN/cm ²) | Vận tốc truyền (m/s) |
|----|--------------------------------|--------------------------|-----------------|------------------------------------|-------------------------|
| 1 | 35.7 | 31 | 66.8 | 297 | 4200 |
| 2 | 35.9 | 29 | 64.4 | 286 | 4180 |
| 3 | 35.2 | 31 | 70.9 | 315 | 4260 |
| 4 | 35.4 | 29 | 69.5 | 309 | 4240 |
| 5 | 35.1 | 33 | 71.3 | 317 | 4270 |
| 6 | 35.5 | 29 | 69.1 | 307 | 4230 |
| 7 | 35.1 | 33 | 71.6 | 318 | 4270 |
| 8 | 35.2 | 31 | 70.2 | 312 | 4260 |
| 9 | 35.4 | 34 | 70.0 | 311 | 4240 |
| 10 | 35.5 | 33 | 70.4 | 313 | 4230 |
| 11 | 35.6 | 29 | 65.5 | 291 | 4210 |
| 12 | 35.5 | 33 | 67.1 | 298 | 4220 |
| 13 | 35.5 | 34 | 68.4 | 304 | 4230 |
| 14 | 35.5 | 28 | 68.9 | 306 | 4220 |
| 15 | 36.1 | 30 | 64.4 | 286 | 4160 |
| 16 | 35.0 | 35 | 72.2 | 321 | 4290 |
| 17 | 35.5 | 31 | 68.0 | 302 | 4220 |
| 18 | 35.9 | 30 | 65.0 | 289 | 4180 |
| 19 | 35.5 | 32 | 68.2 | 303 | 4220 |
| 20 | 35.5 | 31 | 67.1 | 298 | 4220 |
| 21 | 36.0 | 29 | 65.0 | 289 | 4170 |
| 22 | 35.4 | 31 | 68.4 | 304 | 4240 |
| 23 | 35.1 | 31 | 71.3 | 317 | 4270 |
| 24 | 35.6 | 30 | 66.6 | 296 | 4210 |
| 25 | 35.3 | 33 | 68.4 | 304 | 4250 |
| 26 | 35.2 | 32 | 69.5 | 309 | 4260 |
| 27 | 35.1 | 33 | 70.0 | 311 | 4270 |
| 28 | 35.4 | 32 | 68.9 | 306 | 4240 |
| 29 | 35.0 | 33 | 70.4 | 313 | 4280 |
| 30 | 35.3 | 34 | 69.1 | 307 | 4250 |
| 31 | 35.5 | 30 | 67.1 | 298 | 4230 |
| 32 | 35.7 | 30 | 66.2 | 294 | 4200 |

| | | | | | |
|----|------|----|------|-----|------|
| 33 | 35.4 | 33 | 70.2 | 312 | 4240 |
| 34 | 35.5 | 29 | 67.3 | 299 | 4220 |
| 35 | 35.2 | 34 | 70.7 | 314 | 4260 |
| 36 | 35.1 | 33 | 70.9 | 315 | 4270 |
| 37 | 35.3 | 33 | 69.3 | 308 | 4250 |
| 38 | 35.9 | 31 | 66.6 | 296 | 4180 |
| 39 | 35.2 | 33 | 70.0 | 311 | 4260 |
| 40 | 35.0 | 34 | 71.1 | 316 | 4280 |
| 41 | 35.0 | 33 | 71.3 | 317 | 4290 |
| 42 | 35.6 | 31 | 67.3 | 299 | 4210 |
| 43 | 36.1 | 30 | 65.9 | 293 | 4160 |
| 44 | 35.6 | 32 | 67.7 | 301 | 4210 |
| 45 | 35.9 | 29 | 65.9 | 293 | 4180 |

3.3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU :

Bảng 3-4 : Tổng hợp kết quả nghiên cứu

| Loại BT | Phương trình quan hệ | Độ lệch bình phương trung bình | Hệ số hiệu dụng | Tỷ số S/Rtb |
|---------|-----------------------|--------------------------------|-----------------|-----------------|
| M150 | $R=3.8403xn + 76.653$ | $S_{T2}=7.398\% < 12\%$ | $F<2$ | |
| | $R=0.1342xV - 369.78$ | | | $1.27\% < 12\%$ |
| M200 | $R=4.2801xn + 95.422$ | $S_{T1}=11\% < 12\%$ | $F<2$ | |
| | $R=0.1925xV - 593.08$ | | | $1.504\% < 12$ |
| M300 | $R=3.3868xn + 197.65$ | $S_{T1}=7\% < 12\%$ | $F<2$ | |
| | $R=0.2485xV - 746.87$ | | | $1.108\% < 12$ |

3.4.ÁP DỤNG KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU ĐỂ XÁC ĐỊNH NHANH CƯỜNG ĐỘ BÊ TÔNG CHO MỘT SỐ CÔNG TRÌNH THỰC TẾ:

Trên cơ sở các tài liệu báo cáo kết quả kiểm tra chất lượng bê tông của Trung tâm nghiên cứu Vật liệu - Kết cấu thuộc Viện Khoa học Thủy lợi đã thực hiện tại các công trình trên phạm vi toàn quốc và trong khoảng thời gian từ năm 1992 đến nay. Bước đầu, chỉ xem xét đến cường độ bê tông trung bình và các trị số bật nảy trung bình, vận tốc đo siêu âm trung bình của toàn bộ công trình và so sánh với các phương trình quan hệ đã tìm ra để xem xét độ chính xác của công thức thực nghiệm.

Bảng 3-5 : Bảng thống kê kết quả tính toán cường độ bê tông cho một số công trình thực tế

| TT | Tên công trình | Thực tế công trình | | | Theo công thức thực nghiệm | | Sai số | |
|----|--|------------------------------------|--------------------|-------------------|--|--|---------------|---------------|
| | | R_{tb} (daN/cm ²) | n_{tb} (vạch) | V_{tb} (m/s) | R_{tt} theo n_{tb} (daN/cm ²) | R_{tt} theo V_{tb} (daN/cm ²) | theo n_{tt} | theo V_{tt} |
| 1 | Tu bổ đề điều thường xuyên thành phố Hà Nội năm 2004 | 203.5 | 24 | 4110 | 198.14 | 198.10 | 2.63% | 2.65% |
| 2 | Hệ thống cọc xử lý móng công trình Cống Lân II – Tiền Hải – Thái Bình. | 315.3 | 33 | 4250 | 309.41 | 309.26 | 1.87% | 1.91% |

| | | | | | | | | |
|----|---|--------|----|------|--------|--------|-------|-------|
| 3 | Cống tiêu Ngô Khổng– Hiệp Hoà Bắc Giang. | 208.5 | 26 | 4150 | 206.7 | 205.8 | 0.86% | 1.29% |
| 4 | Trạm bơm Tiêu Bối Khê thuộc hệ thống tiêu úng Vân Đình - Hà Tây. | 200.4 | 24 | 4110 | 198.14 | 198.10 | 1.13% | 1.15% |
| 5 | Trạm bơm Lạc Tràng – Duy Tiên – Tỉnh Hà Nam | 206.0 | 25 | 4150 | 202.42 | 205.80 | 1.73% | 0.10% |
| 6 | Trạm bơm Xuân Thành– Thọ Xuân – Thanh Hoá. | 201.1 | 24 | 4110 | 198.14 | 198.10 | 1.47% | 1.49% |
| 7 | Công trình Thủy lợi Kim Liên Nam Đàn Nghệ An. | 205.42 | 25 | 4130 | 202.42 | 201.95 | 1.46% | 1.69% |
| 8 | Cửa âu thuyền của công trình thủy lợi Mỹ Trung – Quảng Bình. | 200.25 | 24 | 4110 | 198.14 | 198.10 | 1.05% | 1.07% |
| 9 | Cống lấy nước dưới đập thuộc công trình thủy lợi Đồng Nghệ Quảng Nam Đà Nẵng. | 207.42 | 25 | 4140 | 202.42 | 203.87 | 2.41% | 1.71% |
| 10 | Cống đập Chủ Chí – Cà Mau. | 205.85 | 25 | 4130 | 202.42 | 201.95 | 1.69% | 1.89% |
| 11 | Đập tràn hồ Dầu Tiếng – Tây Ninh. | 292.08 | 28 | 4190 | 292.48 | 294.35 | 0.14% | 0.78% |

Qua tính toán kiểm tra, so sánh với số liệu thực tế các công trình, nhận thấy các giá trị cường độ tính theo công thức sai lệch rất ít, từ 0,14% ÷ 2.65%.

KẾT LUẬN:

Với số liệu thí nghiệm còn hạn chế, bước đầu xác định tính quy luật của các quan hệ giữa cường độ bê tông với giá trị súng bắn bật nảy (n) và vận tốc xung siêu âm (v) của các mác bê tông 150, 200 và 300.

Từ kết quả nghiên cứu trên cũng cho thấy : có thể xác định nhanh cường độ bê tông qua các số liệu đầu vào nhận được trực tiếp từ giá trị vạch bật nảy của súng bắn và giá trị vận tốc đo siêu âm của máy đo siêu âm. Từ đó giúp cho các chủ đầu tư, nhà thầu xây dựng, nhà thầu tư vấn giám sát có cơ sở để đánh giá chất lượng bê tông một cách đơn giản hơn.

Việc xác định các phương trình quan hệ trên mới chỉ là kết quả bước đầu, cần thí nghiệm đầy đủ với thiết bị chính xác hơn và áp dụng cho nhiều loại cấp phối bê tông, nhiều mác bê tông khác nhau để từ đó đưa ra các công thức thực nghiệm xác định cường độ bê tông phù hợp và hoàn chỉnh hơn trong điều kiện của nước ta.

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. Nguyễn Hữu Bảo - Phạm Phú Triêm : Toán bỏ túc và nâng cao - Bài giảng cho Cao học Thủy lợi - Hà nội 1999.

2. **Bộ Nông nghiệp & PTNT** : Tiêu chuẩn ngành từ 14 TCN 63 - 2002 đến 14 TCN 73 - 2002 - Bê tông thủy công và các vật liệu dùng cho bê tông thủy công, yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử - Hà nội 2002.
3. **Bộ Nông nghiệp & PTNT** : Tiêu chuẩn ngành từ 14 TCN 59 - 2002 - Công trình thủy lợi - Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Yêu cầu kỹ thuật thi công và nghiệm thu - Hà nội 2002.
4. **Bộ Xây dựng** : Tuyển tập tiêu chuẩn xây dựng của Việt Nam Tập VIII - Vật liệu xây dựng và sản phẩm cơ khí dân dụng - NXB Xây dựng - Hà nội 1997.
5. **Bộ Xây dựng** : Chỉ dẫn kỹ thuật chọn thành phần bê tông các loại - NXB Xây dựng - Hà nội 2000.
6. **Lê Thuận Đăng** : Hướng dẫn lấy mẫu và thử các tính chất cơ lý vật liệu xây dựng - NXB Giao thông vận tải - Hà nội 2001.
7. **Nguyễn Hoàng Hải - Nguyễn Việt Anh** : Lập trình MATLAB và ứng dụng - NXB Khoa học và kỹ thuật - Hà nội 2004.
8. **Phòng Kết cấu công trình** - Viện Khoa học Thủy lợi : Báo cáo kết quả kiểm tra chất lượng bê tông của một số công trình thực tế.
9. **Nguyễn Phùng Quang** : MATLAB & SIMULINK dành cho kỹ sư điều khiển tự động - NXB Khoa học & kỹ thuật - Hà nội 2004.
10. **Trần Mạnh Tuấn** : Lập công thức thực nghiệm với một số dạng hàm xấp xỉ đơn giản trên máy vi tính - Nội san Khoa học - Đại học Thủy lợi - Hà nội 1992.
11. **Trần Mạnh Tuấn - Phạm Thanh Lan** : Kết quả bước đầu xác định các tham số trong công thức thực nghiệm tính cường độ bê tông có phụ gia CH - T2 - Nội san Khoa học - Đại học Thủy lợi - Hà nội 1992.
12. **BS 1881 PART 203 : 1986** : British standard testing concrete recommendations for measurement of velocity of Ultrasonic pulses in concret. (Xác định vận tốc xung siêu âm để đánh giá chất lượng bê tông).

NON-DESTRUCTIVE TESTING FOR DETERMINATION OF COMPRESSIVE STRENGTH

Abstract:

Testing the concrete quality during construction process and acceptable assessment before putting them into operation is one of important phases in order to ensure the quality of works. Thus testing method have to achieve result close to the real quality of works. For that reason, management and checking the quality of concrete is a very important job, not only to improve life span of the works, but also to enhance construction speed and to meet the technical and economic demands.

In reality, there are two methods to demermince the concrete strength (Destructive testing and Non- destructive testing). However, destructive testing is very complicated during making sample and may have effect to structures; while non- destructive testing by using combination of ultrasonic equipment and hammer gun for determination of compressive strength, so the result has not high fidelity and sometimes delay the rate of progress of execute the works.

From that issues, this paper puts forward the preliminary research on the measures to carry out the fast concrete testing with equipments non- destructive