

## **CÔNG NGHỆ BÊ TÔNG ĐẦM LẤN**

### **1. Khái niệm**

Công nghệ bê tông đầm lăn (BTĐL) là loại công nghệ sử dụng bê tông không có độ sụt, được làm chặt bằng thiết bị rung lên từ mặt ngoài (lu rung). công nghệ này thích hợp sử dụng cho các công trình bê tông khối lớn, không cốt thép và hình dáng không phức tạp như lõi đập, mặt đường. Việc sử dụng hỗn hợp bê tông khô hơn (không có độ sụt) và đầm lèn bê tông bằng lu rung giúp cho thi công nhanh hơn, rẻ hơn so với dùng công nghệ thi công bê tông truyền thống.

Công nghệ BTĐL nếu áp dụng cho xây dựng mặt đường so với công nghệ thi công thông thường có các ưu điểm sau:

- Lượng dùng xi măng thấp, có thể sử dụng một số phế thải hoặc sản phẩm phụ của các ngành công nghiệp khác giúp hạ giá thành vật liệu;
- Đạt cường độ cao ở thời gian đầu, sớm cho phép lưu thông đường;
- Phương pháp thi công không phức tạp, tương tự như thi công bê tông asphalt;
- Tốc độ thi công nhanh giúp rút ngắn thời gian thi công và giảm tổng chi phí.

### **2. Vật liệu chế tạo BTĐL**

#### **2.1. Xi măng**

Đối với BTĐL dùng cho đập khối lớn nên sử dụng xi măng có nhiệt thủy hoá thấp hơn so với nhiệt thủy hoá của xi măng poc lăng thường (TCVN 2682 -1992) như các loại poóc lăng - pu giơ lan (TCVN 4033-95) và xi măng hỗn hợp xỉ lò cao (TCVN 6260 -1999) hay xi măng ít toả nhiệt (TCVN 6069-95).

Đối với BTĐL cho mặt đường có thể dùng các loại xi măng thông thường như các dạng xi măng dùng cho kết cấu thông thường khác.

#### **2.2. Cốt liệu**

Đối với BTĐL cho đập, có thể sử dụng cốt liệu có Dmax tới 75mm hoặc cao hơn. Tuy nhiên việc lựa chọn Dmax cần cân nhắc kỹ về kinh tế và kỹ thuật. Việc sử dụng cốt liệu có Dmax lớn 100mm-150mm tuy có giảm giá thành vật liệu chế tạo bê tông nhưng lại đẩy cao chi phí trộn và vận chuyển hỗn hợp bê tông.

Đối với BTĐL cho mặt đường, chỉ nên sử dụng cốt liệu có Dmax 20mm.

#### **2.3. Phụ gia khoáng**

Phụ gia khoáng (PGK) pu-giơ-lan là vật liệu silicat hoặc alumo-silicat mà bản thân nó có ít hoặc không có khả năng đông rắn nhưng với sự có mặt của nước hoặc độ ẩm nó có thể phản ứng với can-xi hydro-xit để có thể đông rắn. Pu-giơ-lan cho BTĐL cần phù hợp tiêu chuẩn ASTM C618-97 hoặc 14 TCN 105-97, TCVN 3735-82.

#### **2.4. Phụ gia hoá học**

Các công trình BTĐL thường sử dụng các loại phụ gia: Phụ gia dẻo hoá-giảm nước, giảm nước và kéo dài thời gian đông kết và một số loại phụ gia cuốn khí. Trên thực tế, việc sử dụng phụ gia dẻo hoá và dẻo hoá chậm đông kết làm tăng tính dễ thi công lu lèn và kéo dài thời gian thi công làm cho khả năng bám dính và độ chống thấm vùng tiếp giáp giữa các lớp bê tông được tăng cường.

Việc lựa chọn loại và tỷ lệ dùng phụ gia hoá học thường căn cứ vào kết quả thí nghiệm với các vật liệu XM, PGK, cốt liệu cụ thể.

### **3. Thiết kế thành phần bê tông đầm lăn**

#### **3.1. Quan điểm địa kỹ thuật**

Quan điểm ĐKT coi hỗn hợp BTĐL là hỗn hợp đất được gia cố xi măng, thành phần được lựa chọn dựa trên quan hệ độ ẩm và khối lượng thể tích. Đối với mỗi loại cốt liệu và hàm lượng chất kết dính,

mục đích thiết kế là xác định độ ẩm tối ưu để hỗn hợp có độ đặc chắc cao nhất bằng thí nghiệm lèn tương xứng với lèn thực thể tại hiện trường. Với phương pháp thiết kế dựa trên quan điểm này, các lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu nói chung không được lấp đầy bởi hồ XM sau khi lèn.

Có hai phương pháp thiết kế TPBT theo quan điểm ĐKT là phương pháp *BTĐL nghèo* và *phương pháp đơn giản hoá đất*.

### 3.2. Quan điểm bê tông

Với quan điểm bê tông, thành phần BTĐL được lựa chọn dựa trên quan hệ giữa cường độ nén và một số tính chất khác với tỷ lệ N/CKD được Abrams thiết lập vào năm 1918. Quan điểm bê tông được dựa trên khái niệm lượng hồ xi măng vừa đủ để lấp đầy khoảng trống giữa các hạt cốt liệu để hỗn hợp bê tông có thể được lèn chặt tốt hơn, độ rỗng giữa các hạt nhỏ hơn.

*Các phương pháp thiết kế thành phần BTĐL theo quan điểm bê tông*

- + Phương pháp dư hồ (Cục Khai hoang Mỹ);
- + Phương pháp thiết kế BTĐL theo USACE ;
- + Phương pháp CRD Nhật Bản ;
- + Phương pháp thiết kế BTĐL theo Viện Bê tông Mỹ ACI 207.5R ;
- + Phương pháp RCCD Trung Quốc.

## 4. Các phương pháp thí nghiệm BTĐL

### 4.1. Phương pháp đo độ cứng hỗn hợp BTĐL

Hiện nay để thí nghiệm xác định tính công tác (độ cứng) của hỗn hợp BTĐL, Anh, Mỹ, Nhật và Trung Quốc đều dùng máy rung VeBe cải tiến (ở Nhật máy rung này còn được gọi là đầm VC). Vì tiêu chuẩn thử độ cứng cho BTĐL không giống nhau giữa các quốc gia nên ở mỗi công trình, mỗi nước các thông số của đầm VeBe cũng khác nhau (Bảng 1).

**Bảng 1 Thông số đầm VeBe cải tiến với thùng tiêu chuẩn**

| Nơi sử dụng   | Thông số máy rung lèn<br>VeBe cải tiến |                            |                         | Tải trọng<br>ép mặt, kg | Kích thước<br>thùng,<br>mm |
|---------------|--|----------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|
|               | Tần số<br>rung,<br>Hz                  | Gia tốc<br>biểu kiến,<br>g | Biên độ dao<br>động, mm |                         |                            |
| ASTM C - 1170 | 60±1,67                                | 5                          | 0,4-0,75                | 22,7± 0,5               | Φ240x200                   |
| ACI 211.3-75  | 50                                     | 5                          | 0.5                     | 22,7± 0,5               | Φ240x200                   |
| CIRIA – Anh   | 50                                     | 5                          | 0.5                     | 12,5± 0,1               | Φ240x200                   |
| Nhật          | 50-60                                  | 5                          | 0.5                     | 20 ± 0,1                | Φ240x200                   |
| USACE         | 60±1,67                                | 5                          | 0,4 -0,75               | 12,5± 0,1               | Φ240x200                   |

### 4.2. Phương pháp đúc mẫu xác định cường độ chịu nén, chịu kéo khi uốn BTĐL

Có hai nguyên lý đúc mẫu xác định cường độ nén và uốn mẫu

- Đúc mẫu bằng bàn rung và chất tải lên mặt mẫu, CRD C-160, ASTM C 1176, SL-48-94
- Đúc mẫu bằng búa rung mặt ASTM C 1435, hoặc đầm rung mặt RCD

**Bảng 2 Các thông số cơ bản của thiết bị đúc mẫu BTĐL  
theo các phương pháp thí nghiệm khác nhau**

| Phương pháp                | Kiểu     | Kích thước mẫu, mm | Tần số, Hz | Tải trọng lên, kg | Số lớp (Trụ/Dầm) | Thời gian rung, s |
|----------------------------|----------|--------------------|------------|-------------------|------------------|-------------------|
| ASTM C1176-92<br>CRD C-160 | Bàn rung | D150xH300          | 60         | 9,1± 0,25         | 3/ -             | VC                |
| ASTM C1435-99              | Rung mặt | D150xH300          | 50         | 10 ± 0,20         | 3/ -             | VC                |
| RCD Japaness               | Rung mặt | D150xH300          | 50         | 7,0 ± 0,10        | 3/2              | 80                |
| SL 49-94 (TQ)              | Bàn rung | 150x150x150        | 50         | 11                | 2                | 2VC               |

*Ghi chú: VC là thời gian hồ XM xuất hiện trên mặt mẫu và bằng giá trị độ cứng của HHBT tính bằng giây(s)*

#### **4.3. Phương pháp xác định hệ số thấm BTĐL**

Khả năng chống thấm của BTĐL được đánh giá bằng hệ số thấm K hoặc k. Hệ số thấm của BTĐL có thể xác định bằng các phương pháp quy định trong CRD C-48-92, CRD-C 163-92 (Hiệp hội kỹ sư Quân sự Mỹ)

### **5. Công nghệ thi công bê tông đầm lăn**

#### **5.1. Thiết bị thi công**

Thiết bị thi công bê tông đầm lăn không phức tạp, các thiết bị chính để thi công bê tông theo công nghệ này hiện đều có ở Việt Nam. Thiết bị thi công BTĐL nói chung cũng giống nhau khi thi công BTĐL cho đập, đường và các dạng công trình bê tông khối lớn không cốt thép khác. Tuy nhiên ở mỗi loại hình công nghệ đó đòi hỏi thêm những thiết bị thi công đặc chủng riêng.

Các thiết bị cần thiết cho thi công đập bằng công nghệ BTĐL gồm: Máy trộn cưỡng bức có khả năng trộn hỗn hợp bê tông khô sử dụng cốt liệu có đường kính lớn; băng tải hoặc các thiết bị tương đương để vận chuyển bê tông; xe tải tự đổ; máy san ủi; máy lu rung; máy nhồi tẩm tạo khe co. Hệ thống phun nước cao áp làm sạch bề mặt bê tông mạch ngừng, Hệ thống phun nước bảo dưỡng.

Thiết bị cho thi công đường, sân bãi: Máy trộn cưỡng bức; xe tải tự đổ; máy rải (asphalt); xe lu rung; xe lu lốp; máy cắt bê tông;

Có thể thấy rằng các thiết bị chính cho thi công bê tông bằng công nghệ BTĐL đã có sẵn ở Việt Nam hoặc đều có thể chế tạo tại Việt Nam. Nếu phổ biến công nghệ BTĐL ở Việt Nam thì có thể tận dụng được các thiết bị có sẵn ở trong nước, không cần tốn thêm nhiều chi phí đầu tư mua thiết bị thi công mới.



**Hệ thống băng tải có  
máy đổ chạy bằng xích tự hành**



**Hệ thống băng tải có  
ống xả di chuyển hai bên**



**Rải hỗn hợp bê tông đầm lăn bằng máy rải**



**Lu lèn bê tông đầm lăn bằng lu rung**

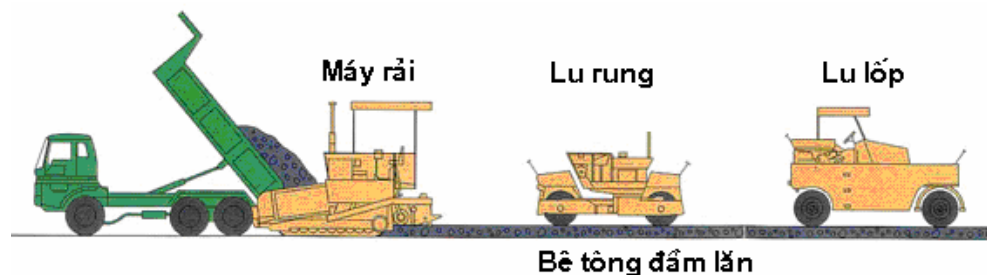
### **Công nghệ thi công BTĐL cho đập**

Công nghệ và tổ chức thi công BTĐL khác với bê tông khối lớn thông thường là được tiến hành cùng lúc trên một diện rộng.

Sau khi ngăn dòng và thi công xong phần nền móng đập thì tiến hành thi công lớp thềm chống xói bằng bê tông chịu lực. Bê tông tường thượng lưu được đổ bằng bê tông thường theo công nghệ cốp pha trượt (hoặc leo) có đặt các băng cách nước vào khe co dãn (thông thường 15 m/khe). Tường hạ lưu có thể là bê tông đổ tại chỗ giống như tường thượng lưu, cũng có thể được lắp ráp bằng các tấm hoặc khối bê tông đúc sẵn. Các lớp kết cấu tường này đóng vai trò cốp pha cho các lớp bê tông đầm lăn phía trong. Hỗn hợp bê tông sau khi được trộn từ các trạm trộn được vận chuyển đến nơi đổ bằng các phương tiện như xe chạy trên ray, băng tải, xe ô-tô tự đổ chuyên dụng. Hỗn hợp BTĐL được san gạt bằng xe ủi. Sau đó chúng được đầm lèn bằng lu rung (7-12 tấn). Chiều dày từng lớp đổ được quyết định bởi năng lực đổ, năng lực đầm của các thiết bị. Thông thường mỗi lớp bê tông được san dày khoảng 30-40cm. Để tăng tốc độ di chuyển, tại một số công trình, các máy ủi san bê tông được cầu tháp cầu chuyển đến các vị trí cần thiết (tránh làm hỏng bề mặt bê tông đã đầm). Thời gian từ khi bê tông bắt đầu được trộn cho tới khi đầm lèn xong không vượt quá thời gian bắt đầu đông rắn của bê tông.

### **Công nghệ thi công BTĐL cho đường:**

Hỗn hợp BTĐL sau khi được trộn đạt được tính công tác cần thiết với độ cứng thử trên thiết bị Vebe cải tiến từ 20-50s được chuyển đến hiện trường bằng xe tự đổ. Sau đó HHTB được rải bằng máy rải với chiều rộng và chiều dày theo thiết kế. Sau khi rải, thay vì được đầm chặt bằng thiết bị đầm dùi như bê tông thường, BTĐL được làm chặt từ mặt ngoài bằng xe lu với tải trọng lèn và thời gian lèn thích hợp. Sau khi kết thúc quá trình làm chặt, bề mặt bê tông được hoàn thiện lại bằng xe lu lóp. Sau 1 ngày tiến hành cắt khe co theo thiết kế để chống nứt cho bê tông.



**Sơ đồ thi công mặt đường bằng công nghệ BTĐL**

## **6. Hiệu quả áp dụng bê tông đầm lăn làm đập và mặt đường ở Việt Nam**

Về kinh tế, hiệu quả lớn nhất mà công nghệ thi công bê tông đầm lăn đem lại là rút ngắn thời gian thi công, sớm đưa công trình vào khai thác sử dụng, ngoài ra đối với xây dựng công trình thủy lợi và thủy điện, công nghệ này cho phép giảm giá thành vật liệu đáng kể tức giảm tổng vốn đầu tư.

Về kỹ thuật, khi áp dụng công nghệ BTĐL cho xây dựng các công trình khối lớn cho phép giảm nhiệt thủy hoá nhờ giảm được lượng dùng xi măng vì vậy giảm được nguy cơ nứt khối do ứng suất nhiệt. Đối với xây dựng mặt đường, sân bãi, việc sử dụng BTĐL có thể rút ngắn thời gian đưa công trình vào sử dụng nhanh gấp hai lần so với bê tông thường.

Về môi trường, nhờ việc giảm lượng dùng xi măng trong BTĐL và có thể thay thế một phần xi măng bằng phụ gia khoáng giúp giảm mức tiêu hao năng lượng, giảm ô nhiễm môi trường do ngành công nghiệp sản xuất xi măng gây nên. Hơn nữa việc có thể tận dụng phế thải tro than, cho phép giải quyết xử lý phế thải công nghiệp đang gây ô nhiễm môi trường.