

# Những tiến bộ kỹ thuật về bê tông

Lê Thành Trinh

Trong hai thế kỷ vừa qua, các ngành kỹ thuật đã có những tiến bộ vượt bậc: về phương tiện vận chuyển, từ xe ngựa ta đã tiến tới máy bay phản lực siêu thanh, về ngành điện, từ các bóng đèn Edison ta đã có các máy tính điện tử đa năng hiện nay. Một trong những lý do chính của các tiến bộ này là các khoa học gia đã tìm ra được những loại vật liệu mới và rẻ tiền để có thể thực hiện được việc sản xuất ô ạt những thành quả của những phát minh mới của họ.

Những tiến bộ trong việc phát minh những vật liệu xây dựng cho ngành công chánh thật là nghèo nàn. Những vật liệu chính dùng trong ngành công chánh cho đến nay vẫn chỉ là đất, đá, gỗ và thép. Cho tới nay chưa có vật liệu mới nào thay thế hoàn toàn được chúng trong việc xây dựng. Mặc dầu các khoa học gia đã phát minh được một số vật liệu tổng hợp có những đặc tính cơ học cao hơn các vật liệu đang có, nhưng vì giá sản xuất còn cao quá, nên chỉ được dùng để chế tạo những đồ dùng nhỏ, chứ chưa được đem xử dụng đại trà cho ngành xây dựng.

Tuy nhiên, nói là “chúng ta không có vật liệu xây dựng mới” không có nghĩa là ngành công chánh không có những tiến bộ ngoạn mục trong lãnh vực vật liệu: các khoa học gia và kỹ thuật gia công chánh đã thành công trong việc cải tiến những vật liệu hiện có để chúng đạt được những đặc tính cao hơn các đặc tính cũ rất nhiều.

Ba loại vật liệu xây dựng chính hiện nay là: *đất móng*, *bê tông* và *thép*. Trong khuôn khổ của bài viết này, tôi chỉ trình bày về *bê tông*. Nếu có dịp, tôi sẽ viết tiếp về các tiến bộ mới trong việc cải tiến *đất móng* và *thép*.

Trước khi đi vào chi tiết, tôi xin nói qua về các đơn vị được dùng để ấn định sức chịu nén của bê tông. Ta đặt một lực nén  $F$  vào một mẫu bê tông có tiết diện  $A$  rồi tăng dần lực này lên cho đến lúc mẫu này bắt đầu bị nứt. Tỷ số  $F/A$

được gọi là *sức chịu nén tối đa của bê tông* (ultimate compressive strength) và được chỉ định bằng  $f'c$  (  $f$  prime sub  $c$  ).

Những loại đơn vị sau đây được dùng để chỉ sức chịu nén tối đa này:

1) Ở Việt Nam trước đây, lực  $F$  là *kilôgram-lực*, tiết diện  $A$  là  $cm^2$ , và  $f'c$  là  $kg/cm^2$ . Đơn vị này do Pháp đặt ra và nó rất quen thuộc với các AH đồng lứa tuổi với tôi.

2) Hầu hết các quốc gia trên thế giới hiện nay dùng hệ thống đo lường *SI* (*Système International*), còn được gọi là hệ thống mét, trong đó lực  $F$  được tính bằng  $N$  (viết tắt tên ông *Newton*) và tiết diện  $A$  bằng  $m^2$ . Đơn vị  $f'c = F/A$  được gọi là  $Pa$  (viết tắt tên ông *Pascal*). Vì đơn vị  $Pa$  quá nhỏ nên người ta thường dùng một bội số của  $Pa$  là  $MPa$  (một triệu  $Pa$ ). Ở hệ thống *SI* này, các đơn vị lớn bằng 10, 100, 1000 .. lần các đơn vị nhỏ, sự chuyển đổi đơn vị rất đơn giản, nên việc tính toán rất dễ dàng.

3) Hiện nay chỉ còn hai quốc gia lạc hậu như là Mỹ và Miền Điện chưa dùng hệ thống *SI*, mà vẫn còn bám lấy hệ thống *foot*, *pound* của người Anh, mặc dù nước Anh đã chuyển qua *SI* từ lâu. Theo hệ thống này thì lực  $F$  được tính bằng *pound* hay *Kip* (*kilopound = 1000 pounds*) còn tiết diện  $A$  thì được tính bằng  $in^2$  (*square inch*). Như vậy  $f'c = F/A$  sẽ là *psi* (*pound per square inch*) hay là *Ksi* (*Kip per square inch*). Tính toán theo hệ thống này rất rắc rối vì sự chuyển đổi đơn vị không theo hệ thập phân. Chẳng hạn đo chiều dài thì 1 yard = 3 ft, 1 ft = 12 inches. Ví dụ ta thực hiện một khối bê tông hình hộp có các cạnh là 7ft-3in, 3ft-4in và 5ft-7in, và ta muốn biết nó nặng bao nhiêu và giá bao nhiêu, biết rằng bê tông nặng 150 pounds/cubic ft và giá là \$325.00/cubic yard.

Ta không thể tính thể tích của khối bê tông bằng cách nhân 3 cạnh cho nhau theo các chiều dài kể trên, nhưng phải đổi các số này ra dạng thập phân, thì mới tính toán được.

7ft-3in = 7.25 ft, 3ft-4in = 3.33ft và 5ft-7in = 5.58ft. Thể tích của khối bê tông là  $V = 7.25 \times 3.33 \times 5.58 = 134.715$  cubic ft và trọng lượng của nó là  $= 150 \times 134.715 = 20,207$  pounds. Để tính giá của khối bê tông, người Mỹ không trả theo cubic foot mà lại trả theo cubic yard. Vì 1 yard = 3ft nên 1 cubic yard =  $3 \times 3 \times 3 = 27$  cubic feet. Thể tích khối bê tông tính theo cubic yard là  $134.715 / 27 = 4.99$  cubic yards và giá của khối bê tông là  $4.99 \times 325.00 = \$1621.75$ .

Vì các rắc rối này nên các khoa học gia Mỹ đã có nhận xét là sở dĩ, về lý thuyết, Mỹ thường thua kém nhiều nước khác vì họ đã không chịu từ bỏ hệ thống *foot, pound*. Để sửa chữa nhược điểm này, các ngành khoa học Mỹ đã áp dụng hệ thống *SI* trong lý thuyết, và các sách giáo khoa đã đặt nặng việc xử dụng hệ thống *SI*. Tuy nhiên về mặt ứng dụng thì hệ thống *SI* còn bị cản trở rất nhiều vì sự chống đối mạnh mẽ của các nhà tài phiệt. Nếu thay đổi hệ thống đo lường thì họ phải thay đổi các phương tiện sản xuất. Vì vậy họ chỉ áp dụng hệ thống *SI* cho những sản phẩm họ có thể xuất cảng được, còn đối với các vật liệu không xuất cảng được vì giá thành quá cao, như xi măng và thép chẳng hạn, thì họ vẫn dùng hệ thống đo lường cũ.

Để các AH chưa quen với các hệ thống *SI* và *Foot, pound* có một ý niệm về sự tương quan giữa ba hệ này, xin ghi thêm là:

$$1 \text{ Ksi} = 6.9 \text{ MPa} = 70 \text{ kg/cm}^2.$$

### BÊTÔNG

Ông cha chúng ta ở Việt nam trước đây chưa có bê tông nên không có một danh từ thuần Việt để chỉ loại vật liệu này. Vì vậy các vị chuyên gia công chánh tiền bối của chúng ta đã phiên âm danh từ *beton* của Pháp thành tên Việt *bê tông*. Tên Mỹ của bê tông là *concrete*.

Sau khi ra trường vào cuối năm 1956 và đi làm việc tại một sở công trường, tôi đã học

được công thức pha trộn bê tông rất đơn giản sau đây:

*Muốn được 1 m3 bê tông để làm nhà thì cần trộn 800 lít sạn, 400 lít cát và 6 bao xi măng (mỗi bao 50 kg). Nếu làm cầu thì dùng 8 bao xi măng. Số lượng nước thì tùy các ông thợ trộn bê tông: vừa trộn vừa từ từ thêm nước vào cho tới khi các ông thấy bê tông có đủ độ nhão là được.*

Theo công thức này, với 8 bao xi măng, thì bê tông tương đương với loại bê tông 3000 psi của Mỹ hiện nay ( 3000 psi = 210 kg/cm<sup>2</sup>) Khi tính toán công trình thì chúng tôi chỉ cho bê tông chịu một sức nén tối đa là 30% của  $f'c$ , tức là  $0.30 \times 3000 = 900 \text{ psi} = 63 \text{ kg/cm}^2$ . Vì hệ số an toàn  $1.00 / 0.30 = 3.3$  rất cao nên dù công tác pha trộn và đổ bê tông có nhiều thiếu sót, hoặc nếu mỗi m<sup>3</sup> bê tông có bị lấy mất đi một bao xi măng đi nữa, thì vẫn không có hậu quả tai hại.

Bê tông là một hỗn hợp gồm sạn, cát và một chất dính gọi là xi măng. Khi gặp nước thì xi măng trở thành một chất keo gắn chặt các hạt sạn cát với nhau thành một khối đá nhân tạo. Ưu điểm của bê tông là sau khi trộn các thành phần kể trên với nước, bê tông còn ở thể nhão và được đổ vào khuôn để có thể có bất cứ hình dạng nào trước khi đông cứng.

Bê tông là một vật liệu khá nặng, với tỷ trọng 2.50 và trọng lượng là 150 pounds/ft<sup>3</sup> (2500 kg/m<sup>3</sup>). Sức nặng này đã hạn chế chiều cao các cao ốc cũng như chiều dài các đà cầu nên các kỹ thuật gia đã tìm cách làm nhẹ bê tông bằng cách thay thế các loại sạn đá thiên nhiên bằng những loại sạn nhân tạo, xốp và nhẹ. Tuy nhiên, sức chịu nén của bê tông nhẹ lại kém bê tông thường rất nhiều. Vì vậy các công cuộc nghiên cứu đã tập trung vào việc nâng cao sức chịu nén của bê tông và cho tới nay, nhiều kết quả rất khả quan đã được thành tựu.

Các nhà khoa học và kỹ thuật gia về bê tông đã nhận thấy là sức chịu nén của bê tông phụ thuộc vào các yếu tố sau đây:

- 1) Phẩm chất của các vật liệu.
- 2) Những lỗ hổng trong khối bê tông.
- 3) Số lượng nước để trộn bê tông.

4) Phương pháp trộn, đổ bê tông vào khuôn và ủ bê tông sau khi đổ.

### **1) Phẩm chất của các vật liệu.**

Việc sản xuất xi măng hiện nay đã đạt được phẩm chất rất cao nên cứ chọn hãng xi măng có tiếng mà mua là yên tâm.

Sạn và cát thì phải đạt được độ cứng cần thiết nên phải được Phòng Thí nghiệm Vật liệu xác nghiệm trước khi dùng. Bề mặt của cát sạn phải sạch và nhám để tăng độ dính với xi măng. Về hai mặt này thì phẩm chất của sạn và cát từ đá xay tốt hơn sạn cát thiên nhiên rất nhiều. Sạn sông thì bề mặt trơn và độ cứng không đều trong khi sạn do đá xay có góc cạnh và độ cứng thuần nhất. Cát và bụi đá từ đá xay cũng nên được dùng thay vì các vật liệu có sẵn ở thiên nhiên.

### **2) Những lỗ hổng trong khối bê tông.**

Ai cũng biết rằng vật liệu càng chắc, vì không có những lỗ hổng bên trong, thì sức chịu nén càng cao. Trong khối bê tông, giữa các hạt sạn là những lỗ hổng khá lớn. Các hạt cát lớn sẽ chui vào các lỗ hổng này. Giữa các hạt cát lớn là những lỗ hổng nhỏ và những hạt cát mịn sẽ chui vào các lỗ hổng nhỏ này. Giữa các hạt cát mịn vẫn có những lỗ hổng bé li ti và những lỗ này chỉ có thể được bịt kín bằng những bụi đá.

Với lý luận như trên thì thành phần sạn cát phải gồm đủ cỡ, từ sạn lớn cho đến bụi đá, để có thể bịt kín được gần hết các lỗ hổng trong khối bê tông. Phòng Thí nghiệm Vật liệu sẽ phân tích các mẫu sạn cát để ấn định tỷ lệ bách phân của mỗi cỡ hạt, để chung qui hỗn hợp chỉ có phần rỗng tối thiểu.

### **3) Số lượng nước để trộn bê tông.**

Khi nước gặp xi măng thì một số lượng nước sẽ có phản ứng hoá học để biến xi măng trở lại thành đá. Số lượng nước này là số lượng nước hoá học, bắt buộc phải có đủ để hoàn thành phản ứng hoá học. Tuy nhiên số lượng nước hoá học này tương đối ít, và nếu chỉ dùng đúng số lượng này thì bê tông sẽ rất khô, khó trộn và đổ vào khuôn. Để cho bê tông có độ nhão cần thiết thích hợp cho việc trộn và đổ khuôn, số nước được dùng thường cao hơn số lượng nước hoá học. Sau khi phản ứng hoá

học hoàn tất, sẽ còn một số lượng nước dư nằm trong khối bê tông. Sau một thời gian, số nước này sẽ thoát ra ngoài, để lại những lỗ hổng làm yếu bê tông.

Để vượt qua cản trở này, các khoa học gia đã phát minh ra những chất phụ gia có tính cách làm trơn mà không có hại. Khi trộn bê tông với số lượng nước hoá học vừa đủ, sẽ thêm vào một ít chất phụ gia làm trơn, và bê tông sẽ có độ nhão thích hợp như đã được trộn với nhiều nước.

### **4) Trộn, đổ khuôn và ủ bê tông.**

Muốn đạt được kết quả cao thì việc trộn, chuyên chở, đổ khuôn và ủ bê tông phải được thực hiện theo những qui tắc rất chính xác. Bê tông phải được trộn thật đều. Khi chuyên chở và đổ khuôn, phải tránh cho bê tông khỏi phân tầng, nghĩa là hiện tượng các hạt lớn chìm xuống, các hạt nhỏ nổi lên (segregation). Phải dùng những máy rung thích hợp để đầm, nhưng cũng không được đầm quá mức để tránh hiện tượng phân tầng.

Một điểm chót rất quan trọng thường hay bị thiếu sót là việc ủ bê tông sau khi đổ khuôn. Cần giữ cho số lượng nước hoá học khỏi bị mất đi trong khi phản ứng hoá học chưa hoàn tất. Để có kết quả này, có thể dùng những loại hoá chất tạo ra một màng mỏng không thấm nước trên mặt bê tông, nhưng cách hay nhất là ủ bê tông bằng hơi nước nóng. Các bộ phận vừa đúc xong được bao phủ bằng vải dày không thấm nước và hơi nước ở nhiệt độ 80 độ C được bơm vào bên trong và giữ trong một thời gian thích hợp.

### **Phản kết.**

Với những cải tiến về phẩm chất vật liệu và phương pháp thực hiện, ngành bê tông đã đạt được những loại bê tông có sức chịu nén cao tới 7000 psi (490 kg/cm<sup>2</sup>) và sắp đạt được mức 10,000 psi (700 kg/cm<sup>2</sup>). Sở Đồ án Cầu của bang Louisiana đã hoàn thành cây cầu bê tông tiền áp Clarinton với loại bê tông 7000 psi. Cầu đã được mở cho lưu thông.

Dù ngành công chánh chưa phát minh ra được loại vật liệu để thay thế bê tông, nhưng đã tạo được những loại bê tông có sức chịu nén gấp 2, 3 lần bê tông trước đây. Đây là những tiến bộ kỹ thuật thật là ngoạn mục. 