

# NGHIÊN CỨU MỘT SỐ CẤP PHỐI VÀ CÁC TÍNH CHẤT CHỦ YẾU CỦA BÊ TÔNG TỰ LÈN DÙNG CÁT NGHIÊN

**TS. Vũ Quốc Vương**

*Bộ môn Vật liệu xây dựng-Trường ĐH Thủy lợi.*

**Tóm tắt:** Tính lưu động, chống phân tầng và tách lớp là yêu cầu của bê tông tự lèn vì nó không những có tính lưu động cao mà còn có tính dính kết tốt. Việc dùng cát nghiền thay thế cát tự nhiên cho bê tông nói chung và bê tông tự lèn nói riêng là cần thiết vì cát tự nhiên ngày càng cạn kiệt. Bài báo này trình bày các nội dung sau: Phương pháp thí nghiệm và nguyên liệu chế tạo bê tông tự lèn; thiết kế và chế phẩm của bê tông tự lèn dùng cát nghiền. Kết quả nghiên cứu, thiết kế được ba cấp phối bê tông tự lèn dùng cát nghiền với mác M400, M500 và M600 đảm bảo cường độ và tính công tác.

**Từ khóa:** Bê tông tự lèn; cát nghiền; cát tự nhiên.

## 1. GIỚI THIỆU

Bê tông tự lèn (Self-Compacting concrete-SCC) là loại bê tông mà hỗn hợp mới trộn xong của nó (hỗn hợp bê tông tươi) có khả năng tự điền đầy các khuôn đổ hoặc cốt pha kể cả những kết cấu dày đặc cốt thép mà vẫn đảm bảo tính đồng nhất bằng chính trọng lượng bản thân và độ chảy xoe, không cần bất kỳ một tác động cơ học nào từ bên ngoài<sup>[1]</sup>. Do SCC không cần đầm mà có thể tự lèn tạo hình, khiến cho kỹ thuật thi công bê tông truyền thống có bước nhảy vọt về chất, không chỉ thích hợp với yêu cầu ngày càng phức tạp, quy mô ngày càng lớn của công trình bê tông hiện đại, mà còn cung cấp bảo đảm kỹ thuật cho thiết kế kết cấu bê tông. Xét về nguyên liệu, do sử dụng phụ gia tính năng cao và phụ gia khoáng vật lượng trộn lớn, khiến cho việc sản xuất bê tông với tỷ lệ tỷ lệ N/CKD và lượng dùng xi măng thấp trở thành hiện thực, từ đó nâng cao tính năng cơ học và tính bền của bê tông sau khi khô cứng; Xét về thi công, ứng dụng của SCC không chỉ có thể hóa giải nguy cơ ngày càng thiếu hụt đội ngũ công nhân lành nghề, đồng thời cũng chấm dứt tiếng ồn do đầm, giảm bớt cường độ làm việc của công nhân, tránh được hiểm họa thi công do đầm không kỹ mang đến, giải quyết được vấn đề tiến độ thi công, bảo đảm chất lượng công trình, nâng cao trình độ quản lý thi công hiện đại hóa và văn minh. Do vậy, ứng dụng của SCC có lợi ích xã hội và lợi ích kinh tế rộng rãi, nó có thể

phát huy tác dụng trong một số trường hợp đặc biệt và công trình đặc biệt mà bê tông phổ thông không thể thay thế được như sau<sup>[2]</sup>:

(1) Thi công bê tông trong điều kiện mật độ cốt thép dày đặc: giao diện đan xen phức tạp, khó sử dụng máy đầm, chất lượng thi công khó bảo đảm.

(2) Gia cố và sửa chữa kết cấu: bê tông do vách mỏng hình thể phức tạp, đồng thời có cốt thép, khi thi công khó có thể sử dụng máy đầm mà dễ xuất hiện, hiện tượng rỗ bề mặt.

(3) Bê tông cốt thép: bất kể sử dụng phương pháp bơm lên đỉnh hay là phương pháp trộn dải, thi việc trộn đảo bê tông đều rất khó khăn, khó có thể bảo đảm chất lượng, bê tông không trộn đảo tự đầm tính năng cao có thể giải quyết trường hợp này một cách có hiệu quả.

(4) Bê tông dưới nước và có thể tích rỗng: rất dễ xảy ra hiện tượng trộn hờ và trộn quá, dẫn đến sự cố về chất lượng.

(5) Thi công công trình bê tông ở khu dân cư đông đúc, có thể giảm bớt ô nhiễm và tiếng ồn, nâng cao tiến độ thi công.

Cát nghiền trở thành một loại cát dùng trong xây dựng hiện đại, đã được chính thức đưa vào tiêu chuẩn Nhà nước. Nguồn cát tự nhiên là có hữu hạn, mang tính khu vực, khai thác số lượng lớn trong thời gian dài sẽ phá hoại môi trường sinh thái. Do vậy, bất luận là nhu cầu của phát triển thị trường hay là nhu cầu của bảo vệ môi trường, đều cần phải tính toán đến việc sử dụng nguồn cát nghiền. Từ những năm 60 thế kỷ 20,

trong quá trình xây dựng của một số công trình tại Trung Quốc đã bắt đầu tiến hành nghiên cứu sử dụng cát nghiền<sup>[3]</sup>, song đa số đơn vị xây dựng vẫn còn xa lạ đối với cát nghiền, đặc biệt là cát nghiền trong quá trình sản xuất sẽ không tránh khỏi sản xuất quá nhiều bột đá, điều này có sự khác biệt rõ ràng với cát tự nhiên. Lượng bột đá vôi này không có lợi cho bê tông thường nhưng nó lại có lợi cho bê tông tự lèn vì nó có thể nâng cao tính năng lực học của bê tông, cải thiện tính công tác của bê tông. Việc chế tạo bê tông tự lèn dùng cát nghiền chưa được nghiên cứu, nên việc nghiên cứu tính chất và chế phẩm của bê tông tự lèn dùng cát nghiền là điều cần thiết, mang lại lợi ích xã hội và lợi ích kinh tế cao.

Dưới đây trình bày một số kết quả nghiên cứu SCC được thực hiện tại Trung Quốc.

## 2. PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM THÀNH PHẦN VÀ ĐẶC TÍNH CÔNG TÁC CỦA BÊ TÔNG TỰ LÈN

Tính lưu động, chống phân tầng và tách lớp là yêu cầu của bê tông tự lèn vì nó không những có tính lưu động cao mà còn có tính dính kết tốt<sup>[2]</sup>. Vì tính công tác của bê tông tự lèn đồng thời yêu cầu thỏa mãn ba tính chất: tính lưu động, tính chống phân tầng và tính tự điền đầy, nên thể tích chất kết dính phải đảm bảo đủ để bao bọc xung quang tất cả các hạt cát và đá. Đó đó lượng chất kết dính

dùng cho SCC nhiều hơn bê tông thường.

### 2.1. Phương pháp xác định độ lưu động (độ chảy xoè) của SCC bằng rút côn

- Phương pháp rút côn (Slump Flow Test) để thí nghiệm xác định độ lưu động (độ chảy xoè) của hỗn hợp SCC như sau:

+ Đặt ngược côn thử độ sụt bê tông truyền thống tại trung tâm tấm thép phẳng có kích thước 1000 x 1000 mm (bề mặt tấm thép và côn đã được lau sạch bằng giẻ ẩm). Đổ hỗn hợp bê tông tự lèn vào đáy côn chờ cho hỗn hợp tự san bằng mặt của côn. Nhẹ nhàng kéo côn lên từ từ theo phương thẳng đứng sao cho hỗn hợp bê tông chảy đều không bị đứt đoạn xuống tấm thép.

+ Xác định thời gian từ lúc bắt đầu rút côn đến khi đường kính của hỗn hợp SCC trên tấm thép đạt được 500 mm.

+ Đo đường kính max của hỗn hợp SCC.

+ Kiểm tra xem hỗn hợp SCC có sự phân tầng tách nước hay không, nhất là tại chỗ rìa mép hỗn hợp.

- Đánh giá độ lưu động của hỗn hợp SCC.

Hỗn hợp SCC đạt yêu cầu khi: Đường kính Max của hỗn hợp SCC nằm trong khoảng 600 đến 800 mm, thời gian đạt được đường kính  $D = 500\text{mm}$  sau 3 đến 6 giây kể từ lúc bắt đầu rút côn; độ đồng nhất của hỗn hợp tốt không phân tầng, tách nước tại mép rìa ngoài của hỗn hợp.



Hình 1. Thí nghiệm xác định độ chảy xoè của hỗn hợp SCC



Hình 2. Thí nghiệm xác định khả năng tự lèn của hỗn hợp SCC

### 2.2. Phương pháp xác định khả năng tự lèn của hỗn hợp SCC bằng khuôn hình U

- Phương pháp này sử dụng khuôn hình chữ U (U - Channel box) dựa trên thiết kế của người

Nhật. Khuôn gồm 2 hộp chữ nhật nối vào nhau thành hình U, được phân cách bởi cửa chắn có thể rút ra được để cho hỗn hợp SCC chảy từ hộp này sang hộp kia qua cửa có các thanh cốt thép đặt ngay trước cửa, có hai loại kết cấu thanh cốt thép chuẩn: loại một gồm 5 thanh cốt thép  $\phi 10$  khoảng cách các thanh là 35cm, loại hai gồm 3 thanh cốt thép  $\phi 13$  khoảng cách các thanh là 35cm.

Quá trình thí nghiệm được tiến hành như sau:

- + Trộn hỗn hợp SCC với khối lượng khoảng chừng 20 lít.
  - + Lấy giẻ ẩm lau sạch mặt bên trong của khuôn hộp hình U.
  - + Đặt khuôn thử (U - Channel box) trên nền phẳng.
  - + Kiểm tra để đảm bảo cửa chắn dễ dàng mở
  - + Đổ đầy hỗn hợp SCC vào một bên hộp của khuôn, để khoảng 1 phút cho hỗn hợp tự dàn phẳng.
  - + Nhấc cửa chắn để hỗn hợp SCC chảy tự do qua khe các thanh cốt thép (có nhiều loại cốt thép kích thước các thanh theo yêu cầu thiết kế của hỗn hợp SCC) vào phần khuôn hộp bên cạnh.
  - + Khi hỗn hợp bê tông ngừng chảy, đo chiều cao của hỗn hợp bê tông chảy sang.
  - Đánh giá khả năng tự lèn của hỗn hợp SCC.
- Hỗn hợp SCC đạt yêu cầu về khả năng tự lèn khi: Chiều cao điền đầy lớn hơn 320mm.

### 3. NGUYÊN LIỆU CHẾ TẠO BÊ TÔNG TỰ LÈN

#### 3.1. Xi măng

Trong nghiên cứu này, dùng xi măng Portland P.II52.5, có cường độ nén  $R_7 = 49,7\text{MPa}$  và  $R_{28} = 60,1\text{MPa}$ .

#### 3.2. Bột đá vôi

Bột đá vôi có trọng lượng riêng  $27200/\text{m}^3$ , độ ẩm 0,25%.

#### 3.3. Cốt liệu nhỏ

Cốt liệu nhỏ là cát nghiền, có mô đun độ lớn  $M_{dl} = 2,58$ .

#### 3.4. Cốt liệu lớn

Cốt liệu lớn là đá dăm  $D_{\max} = 20\text{mm}$  khai thác tại mỏ Huyện Vũ, đá  $5 \times 10 \text{ mm}$  và  $10 \times 20\text{mm}$  với tỷ lệ 4:6.

#### 3.5. Phụ gia siêu dẻo

Sử dụng phụ gia siêu dẻo và phụ gia bọt khí do công ty trách nhiệm hữu hạn vật liệu mới Bote-Giang Tô-Trung Quốc sản xuất.

### 4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN.

Dựa vào quy trình kỹ thuật ứng dụng bê tông tự lèn của Trung Quốc CECS203: 2006 tiến hành thiết kế cấp phối SCC<sup>[5]</sup>. Trong quá trình thí nghiệm, tổng hàm lượng bột (gồm xi măng Portland phụ gia khoáng và bột đá vôi) thay đổi trong phạm vi  $513 \div 660 \text{ kg/m}^3$ . Tỷ lệ N/CKD thay đổi trong phạm vi  $0,25 \div 0,35$ .

#### 4.1. Thành phần cấp phối.

Thành phần cấp phối bê tông tự lèn được nêu trong bảng 1.

**Bảng 1. Thành phần cấp phối bê tông tự lèn  $\text{kg/m}^3$**

Vật liệu	N/CKD	Bột đá(%)	Thành phần cấp phối ( $\text{kg/m}^3$ )					
			Xi măng	Tro bay	Nước	Cát	Đá	Phụ gia siêu dẻo
CP1	0,35	18	221	292	180	632	930	7,18
CP2	0,30	12	270	243	154	711	930	7,57
CP3	0,25	12	375	138	128	799	935	9,23

#### 4.2. Tính công tác và cường độ.

Tính công tác và cường độ của SCC được nêu trong bảng 2

**Bảng 2. Tính công tác và cường độ của SCC**

Mẫu	Độ chảy xòe (mm)	Chiều cao chảy qua khuôn hình U (mm)	Cường độ nén (KG/cm <sup>2</sup> )	
			R7	R28
CP1	660	300	36,34	47,52
CP2	730	330	60,55	68,36
CP3	705	310	59,68	75,84

Nhìn vào bảng 2 có thể thấy ba cấp phối đều đảm bảo tính công tác về độ chảy xòe và chiều cao chảy qua khuôn hình U. Cường độ nén ở ngày tuổi 28 của CP1 đạt được mức 400, CP2 đạt mức 500 và của CP3 đạt mức 600. Cường độ nén của SCC tăng khi hàm lượng xi măng tăng, điều này đúng với quy luật của bê tông phổ thông.

**4.3. Ảnh hưởng của bột đá đến cường độ nén và tính co ngót của SCC.**

Trong phạm vi nghiên cứu tác giả chọn tỷ lệ phần trăm bột đá pha trộn là 0%, 12%, 18% và 24%, sau đó làm thí nghiệm kiểm tra tính công tác, cường độ nén và tính co ngót của SCC. Qua kết quả thí nghiệm phân tích đánh giá ảnh

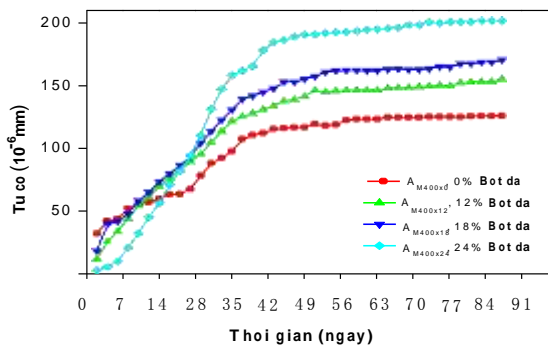
hưởng của bột đá đến cường độ nén và tính co ngót của SCC. Kết quả thí nghiệm ảnh hưởng của bột đá vôi đến cường độ nén và tính công tác của SCC được nêu trong bảng 3.

Nhìn vào kết quả bảng 3 có thể thấy tỷ lệ bột đá pha trộn 18% cho tính công tác và cường độ nén của SCC tốt nhất. Tỷ lệ bột đá pha trộn 12% cường độ nén ở ngày tuổi 28 tăng 7%, tỷ lệ bột đá pha trộn 18% cường độ nén ở ngày tuổi 28 tăng 14% nhưng tỷ lệ bột đá pha trộn tăng lên 24% cường độ nén ở ngày tuổi 28 lại chỉ tăng 4%, điều này chứng tỏ nếu tỷ lệ bột đá tăng quá giới hạn thì cường độ của SCC sẽ giảm điều này đúng với quy luật của bê tông phổ thông..

**Bảng 3. Kết quả thí nghiệm cường độ nén và tính công tác của SCC**

Mẫu	Mác	Bột đá (%)	Tính công tác (mm)		Cường độ nén (KG/cm <sup>2</sup> )	
			Độ chảy xòe	Chiều cao chảy qua khuôn hình U	R7	R28
A <sub>M400x0</sub>	M400	0	560	270	352,8	455,4
A <sub>M400x12</sub>		12	575	290	363,6	488,6
A <sub>M400x18</sub>		18	620	320	378,5	517,6
A <sub>M400x24</sub>		24	605	300	363,4	475,2

Kết quả thí nghiệm ảnh hưởng của bột đá vôi đến tính co ngót của SCC được nêu trong hình 3.



**Hình 3 Ảnh hưởng của bột đá đến co ngót của SCC**

Nhìn vào hình 3 có thể thấy kết quả tự co của bê tông ứng với tỷ lệ bột đá pha trộn. Với thời gian từ 0 đến 14 ngày tuổi bê tông có tỷ lệ bột đá pha trộn 24% cho kết quả tự co nhỏ nhất sau đến bê tông có tỷ lệ bột đá pha trộn 12% và bê tông có tỷ lệ bột đá pha trộn 18% có độ tự co gần với bê tông không trộn bột đá. Sau 28 ngày tuổi tự co của bê tông không pha bột đá giảm xuống nhỏ nhất, tự co của bê tông trộn 24% bột đá tăng lên lớn nhất, sau đến bê tông trộn 18% bột đá và cuối cùng là bê tông trộn 12% bột đá,

điều này chứng tỏ từ biến của bột đá dư trong bê tông xuất hiện, tuy nhiên với tỷ lệ bột đá pha trộn là 18% độ tự co vẫn đảm bảo phạm vi cho phép.

### **5. KẾT LUẬN**

- Giới thiệu phương pháp thí nghiệm tính công tác của bê tông tự lèn. Thiết kế được ba cấp phối bê tông tự lèn dùng hoàn toàn cát

ngghiên thay cát tự nhiên với mác thiết kế là 400, 500 và 600.

- Xét ảnh hưởng của bột đá đến tính công tác và cường độ của SCC tìm ra được tỷ lệ bột đá pha trộn tối nhất là 18%.

- Xét ảnh hưởng của bột đá đến tính co ngót của SCC.

### **Tài liệu tham khảo**

[1] Hoàng Phó Uyên. Nghiên cứu ứng dụng công nghệ bê tông tự đầm vào công trình Thủy lợi, 2008.

[2] 傅沛兴, 贺奎. 自密实混凝土的配合比设计. 建筑技术, 2007, 38(1), 49÷52.

[3] 徐健, 蔡基伟, 王稷良, 周明凯. 人工砂与人工砂混凝土的研究现状. 外国建材科技, 2004, 25(3): 20÷24.

[4] Okamura H, Ozawa K. Mix design self-compacting concrete. Concrete Library of JSCE, 1995, 25, 107÷120.

[5] CECS 203:2006 Technical specifications for self compacting concrete application, Beijing, 2006, 69pages.

### **Abstract**

### **RESEARCH ON SOME GRANDES AND ESSENTIAL PROPERTIES OF SELF-COMPACTING CONCRETE WITH ARTIFICIAL SAND**

*Flow ability, passing ability and anti-segregating are required by the Self-Compacting concrete (SCC) because it has not only high flow ability but also good consistency. Substituting artificial sand for natural sand in concrete and self-compacting concrete is very necessary as natural sand become fewer every passing day. This paper presents the following items: Method of tests and raw materials for making self compacting concrete; mix design and performance of self compacting concrete with artificial sand. Results of research are three grades of self-compacting concrete with artificial sand aggregates designed and experimented strength from M400, M500 and M600.*

**Key words:** *Self-compacting concrete; artificial sand; natural sand.*