

# Nghiên cứu thiết kế cấp phối bê tông tự lèn mác 60MPA

An investigation designing for self compacting concrete grade 60MPA

> **NGUYỄN TIẾN DŨNG**

Khoa Xây dựng Cầu đường, Trường Đại học Bách khoa –  
Đại học Đà Nẵng  
Email: ntdung@dut.udn.vn

## TÓM TẮT

Sự phát triển của các công trình xây dựng (cầu đường, thủy lợi – thủy điện, dân dụng – công nghiệp,...) đòi hỏi các yêu cầu ngày càng cao về chất lượng của hỗn hợp bê tông và bê tông để phù hợp với các đặc thù của công trình. Một trong những giải pháp để nâng cao chất lượng của bê tông là sử dụng bê tông tự lèn vào các công trình, không cần sử dụng các loại thiết bị máy móc để rung đầm và lèn chặt hỗn hợp bê tông, với tính chất tự chảy xòe, bê tông tự lèn sẽ lấp đầy các kết cấu phức tạp. Đề tài nghiên cứu thiết kế cấp phối bê tông tự lèn với đầy đủ các tính chất cơ lý: độ chảy xòe, độ chảy qua các dụng cụ chữ U, V, L, cường độ, độ co ngót.

Từ khóa: bê tông tự lèn, co ngót, độ chảy xòe.

## ABSTRACT

The development of the construction works (bridges, roads, irrigation - hydropower, civil - industrial, ...) require higher and higher requirements on the quality of concrete mix and concrete to match the characteristics of the building. One solution to improve the quality of the concrete is self-compacting concrete used in buildings without the use of mechanical equipment for compaction and vibration compacted concrete mix, with nature itself spread flow, self compacting concrete will fill the complex structure. The research design for self-compacting concrete with adequate mechanical properties: flow spread, flow through the instrument of U, V, L, strength, shrinkage.

Keywords: self-compacting concrete, Shrinkage, flow slump.

## 1. Đặt vấn đề

Trên thế giới hiện nay, kỹ thuật và công nghệ thi công lĩnh vực xây dựng đã phát triển một cách vượt bậc. Điển hình là các công trình cầu với nhịp rất lớn, các tòa nhà cao chọc trời với vẻ kiến trúc lộng lẫy mà vẫn đảm bảo các yêu cầu khắt khe về kết cấu chịu lực. Một trong những giải pháp quyết định đến chất lượng các công trình đó là việc ứng dụng công nghệ bê tông tự lèn (SCC) vào việc thi công các công trình. Có thể kể đến các công trình như cầu Akagashi, cầu Ritto... Hỗn hợp bê tông tự lèn có khả năng chảy rất cao, tự đầm lèn bằng trọng lượng bản thân, không cần ngoại lực tác động, có khả năng xuyên qua các không gian hẹp, không bị phân tầng. Sử dụng SCC có nhiều ưu điểm hơn so với bê tông truyền thống: thi công dễ dàng, rút ngắn được thời gian thi công đến 20-25%, giảm chi phí nhân công, thiết bị đầm lèn, đảm bảo chất lượng bê tông, chất lượng kết cấu, giảm chi phí hoàn thiện bề mặt bê tông. Ở nước ta, việc ứng dụng công nghệ bê tông tự lèn vào các công trình xây dựng chưa phổ biến lắm, có thể kể đến như tòa nhà Trung Hòa do công ty VINACONEX thi công, đập xà lan di động ở đồng bằng sông Cửu Long. Trong các trường hợp trên việc sử dụng SCC tỏ ra có hiệu quả kinh tế và kỹ thuật cao. Điều đó cho thấy cho thấy SCC dần được chấp nhận ở Việt Nam nói chung và ở khu vực Miền Trung núi riêng thông qua việc sử dụng SCC trong một số kết cấu giới hạn như kết cấu thành mỏng, các vị trí dày đặc cốt thép như đầu dầm, đầu cột, đầu tháp cầu dây văng... Tuy nhiên, SCC cũng khá mới mẻ đối với các nhà thiết kế, thi công cũng như các cơ quan quản lý ngành. Một trong những nguyên nhân dẫn đến việc SCC chưa được áp dụng phổ biến là điều kiện cấp phối nghiêm ngặt, đặc biệt trong điều kiện địa phương chưa có những nghiên cứu đầy đủ và cụ thể. Một nguyên nhân khác là do hệ thống tiêu chuẩn, quy chuẩn thiết kế, thi công cho việc áp dụng vật liệu này chưa đầy đủ, rõ ràng. Cũng như chưa có nhiều nghiên cứu, ứng dụng sử dụng vật liệu sẵn có tại địa phương để chế tạo SCC, mặc dù đây là loại vật liệu có nhiều tính năng tốt mà bê tông truyền thống không có được. Nhằm được yêu cầu đó đề tài tác giả nghiên cứu cấp phối của bê tông tự lèn và thí nghiệm các tính chất của hỗn hợp bê tông tự lèn đạt được các mục tiêu đề ra.

## 2. Mục đích nghiên cứu

Mục tiêu chính của bài nghiên cứu này là nghiên cứu thiết kế cấp phối bê tông tự lèn M60 MPa với đầy đủ các tính chất đáp ứng mọi yêu cầu khắt khe nhất mà vẫn đạt được cường độ thiết kế, tính ổn định cao theo yêu cầu đề ra.

## 3. Kết quả nghiên cứu và khảo sát

### 3.1 Lựa chọn, thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý của vật liệu

#### 3.1.1. Lựa chọn vật liệu

Trong phạm vi nghiên cứu của đề tài này chúng tôi đề xuất sử dụng vật liệu như sau:

Cát: Sử dụng cát Cầu Đỏ đây là loại cát vàng được khai thác tại

khu vực lân cận Cầu Đỏ, Cẩm Lệ, Đà Nẵng. Đá dăm: Sử dụng đá Phước Tường do công ty Cổ phần bê tông Hòa Cẩm - Intimex cung cấp thí nghiệm và thiết kế thành phần cấp phối bê tông. Xi măng: Để đáp ứng bê tông tự lèn mác cao nên sử dụng Xi măng PC50 nhưng hiện nay loại này trên thị trường chưa phổ biến, do đó để xuất xi măng PC40 Kim Đình. Phụ gia: Thiết kế cấp phối SCC khác bê tông thường ở tỷ lệ cốt liệu mịn cao hơn, cốt liệu lớn nhỏ hơn. Để tài nghiên cứu sử dụng tro bay và bột đá vôi cỡ hạt < 0,15 để làm tăng tính dẻo và tính lưu dẻo mà không cần phải tăng xi măng. Phụ gia điều chỉnh cấp phối: Để tăng  $R_{bt}$ , cần phải giảm  $\frac{N}{X}$ . Để tài nghiên cứu sử dụng phụ gia tăng dẻo thể hệ 3 (có thể giảm 30-45% N).

### 3.1.2. Thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý của cốt liệu thô

**Bảng 1.** Kết quả thí nghiệm thành phần hạt của đá 10×15

Kích thước sàng (mm)	Kl mẫu trên sàng(g)	Lượng sót riêng biệt(%)	Lượng sót tích lũy(%)
19	0	0	0
12,5	0	0	0
10	4528	90,56	90,56
<10	453	9,06	99,62

**Bảng 2.** Kết quả thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý của đá 10×15

Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả
Khối lượng riêng	g/cm <sup>3</sup>	2,68
Khối lượng thể tích xốp	g/cm <sup>3</sup>	1,358
Hàm lượng bụi bùn sét	%	0,12
Độ nén đập xi lanh	%	7,43

### 3.1.3. Thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý của cốt liệu mịn

**Bảng 3.** Kết quả thí nghiệm thành phần hạt

Kích thước sàng (mm)	Kl mẫu trên sàng (g)	Lượng sót riêng biệt (%)	Lượng sót tích lũy (%)
5	0	0	0
2,5	128	6,4	6,4
1,25	195	9,75	16,15
0,63	619	30,95	47,1
0,315	856,5	42,825	89,925
0,14	153	7,65	97,575
<0,14	44,5	2,225	99,8

**Bảng 4.** Kết quả các chỉ tiêu cơ lý của cát

Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả
Khối lượng riêng	g/cm <sup>3</sup>	2,67
Khối lượng thể tích xốp	g/cm <sup>3</sup>	1,433
Hàm lượng bụi bùn sét	%	0,9

## 3.2. Thiết kế thành phần cấp phối bê tông tự lèn mác 60MPa

### 3.2.1. Thành phần cấp phối bê tông tự lèn

Tiến hành thiết kế thành phần bê tông tự lèn theo tiêu chuẩn ACI (Viện Bê Tông Hoa Kỳ).

**Bảng 5.** Tính chất của hỗn hợp bê tông tự lèn thí nghiệm

Cường độ bê tông yêu cầu	Độ xòe (mm)	T <sub>500</sub> (s)	Chữ U (s)	Chữ L (s)	Chữ V (s)
60 MPa	700-800	2-5	2-10	5-12	2-12

**Bảng 6.** Thành phần cấp phối bê tông tự lèn chưa điều chỉnh

Vật Liệu	Xi măng	Đá		Cát	Bột tro bay	Bột đá vôi	Phụ gia siêu dẻo	Nước
		10×15	mi					
Khối lượng (kg)	450	268	625	824	45	71	1÷1,2%	180

Sau khi thiết kế, trộn thử rồi điều chỉnh thành phần sao cho hỗn hợp bê tông đạt yêu cầu để ra.

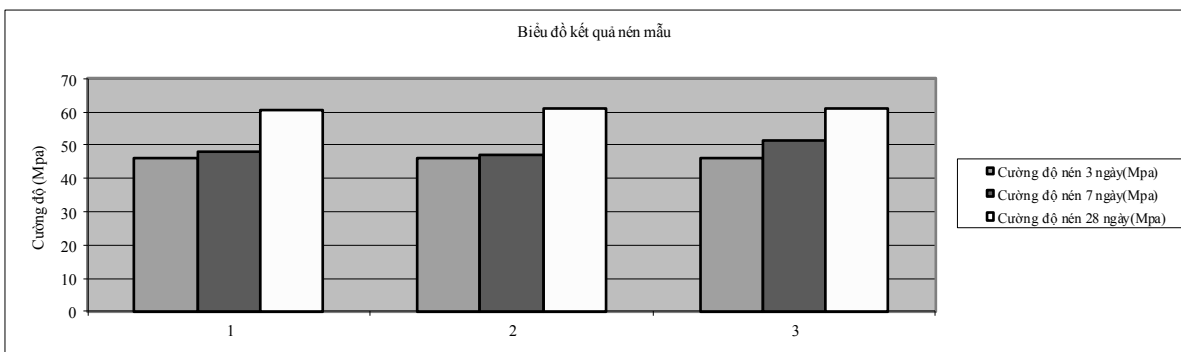
**Bảng 7.** Thành phần cấp phối bê tông tự lèn đã điều chỉnh

Vật Liệu	Xi măng	Đá		Cát	Bột tro bay	Bột đá vôi	Phụ gia siêu dẻo	Nước
		10×15	Mi					
Khối lượng (kg)	450	268	625	824	75	150	1÷1,2%	180

### 3.2.2. Kết quả thí nghiệm trên mẫu

Sau khi điều chỉnh thành phần cấp phối, tiến hành đúc mẫu kiểm chứng cường độ. Kết quả cho thấy cường độ của 3 mẫu cấp phối đều đạt yêu cầu. Kết quả thể hiện ở biểu đồ sau:

Mẫu	Kích thước mẫu(cm)	Cường độ nén 3 ngày(Mpa)	Cường độ nén 7 ngày(Mpa)	Cường độ nén 28 ngày(Mpa)	Cường độ nén TB 28 ngày(Mpa)
1	15×15×15	46,1	48,3	60,7	61
2	15×15×15	46	47,1	61	
3	15×15×15	46,2	51,3	61,3	



**Hình 1.** Biểu đồ cường độ nén của SCC mẫu 1,2,3

3.2.3. Cải thiện cấp phối với các mục đích khác nhau

Bê tông tự lèn trong nhiều trường hợp đòi hỏi nhiều tính chất khác nhau như về cường độ, tính công tác hay yêu cầu về vật liệu sẵn có tại địa phương. Nhằm mục đích phần nào đó giải quyết vấn đề trên tác giả xin đưa ra một số giải pháp như sau

a. Mục đích cải thiện cường độ

Tiến hành đúc cấp phối, khống chế tính chất hỗn hợp bê tông như ban đầu (độ chảy xòe 78-80cm) ta được cấp phối như sau. Sau đó ta tiến hành nén mẫu 7 ngày và so sánh với cấp phối ban đầu.

**Bảng 8.** Thành phần cấp phối bê tông tự lèn

Vật Liệu	Xi măng	Đá		Cát	Bột tro bay	Bột đá vôi	Phụ gia siêu dẻo	Nước
		10×15	Mi					
Khối lượng (kg)	470	268	625	824	68,3	136,67	1÷1,2%	200

**Bảng 9.** Bảng kết quả nén mẫu

Mẫu	Kích thước mẫu(cm)	Cường độ nén 7 ngày(Mpa)	Cường độ nén 28 ngày(Mpa)	Cường độ nén TB 28 ngày(Mpa)
1	15×15×15	51,6	62,7	63,467
2	15×15×15	49,5	63,7	
3	15×15×15	50,6	64	

Dựa vào biểu đồ ta có thể thấy rằng cấp phối I đã đạt được mục tiêu đề ra.

b. Thay đổi cấp phối nhằm thỏa mãn yêu cầu vật liệu

Tiến hành đúc các mẫu thử cấp phối thay toàn bộ bột đá vôi bằng tro bay, hoặc toàn bộ tro bay thành bột đá vôi. Vẫn khống

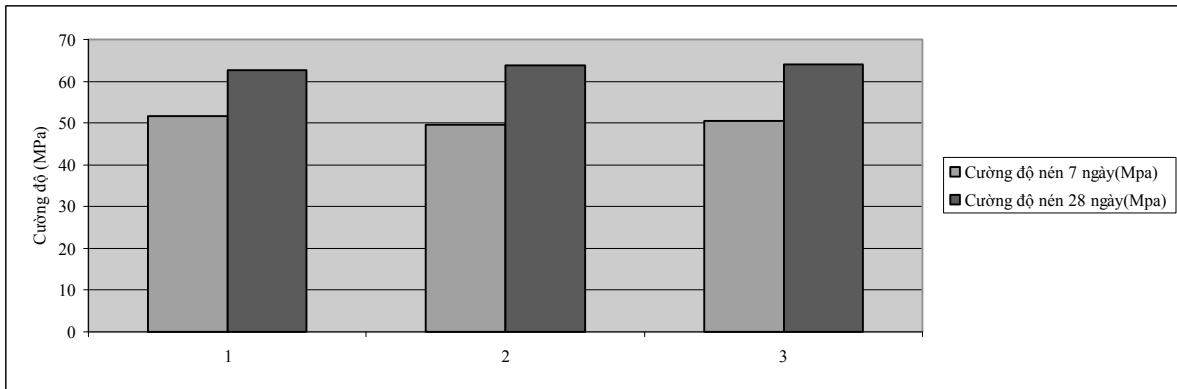
chế tính chất hỗn hợp bê tông (độ chảy xòe 78-80cm) như ban đầu, ta tiến hành nén mẫu thử ở 28 ngày đem so sánh với cấp phối ban đầu.

**Bảng 10.** Thành phần cấp phối bê tông tự lèn

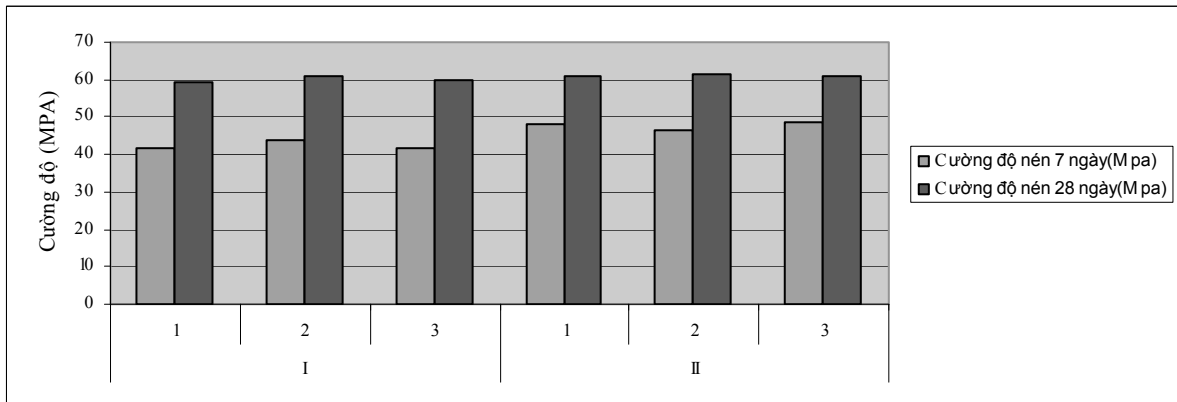
Vật Liệu	Xi măng	Đá		Cát	Bột tro bay	Bột đá vôi	Phụ gia siêu dẻo	Nước	
		10×15	Mi						
Khối lượng (kg)	CP I	450	268	625	824	0	225	1÷1,2%	190
	CP II	450	268	625	824	225	0	1÷1,2%	220

**Bảng 11.** Bảng kết quả nén mẫu

Cấp phối	Mẫu	Kích thước mẫu(cm)	Cường độ nén 7 ngày(Mpa)	Cường độ nén 28 ngày(Mpa)	Cường độ nén TB 28 ngày(Mpa)
I	1	15×15×15	41,7	59,2	60,1
	2	15×15×15	43,7	60,8	
	3	15×15×15	41,6	60,3	
II	1	15×15×15	47,9	61,3	61,1
	2	15×15×15	46,3	61,2	
	3	15×15×15	48,5	60,8	



**Hình 2.** Biểu đồ cường độ nén của cấp phối SCC I



**Hình 3.** Biểu đồ cường độ nén của cấp phối SCC I, II

Các cấp phối đã đạt cường độ theo yêu cầu mà vẫn đáp ứng được các yêu cầu vật liệu tính chất để ra.

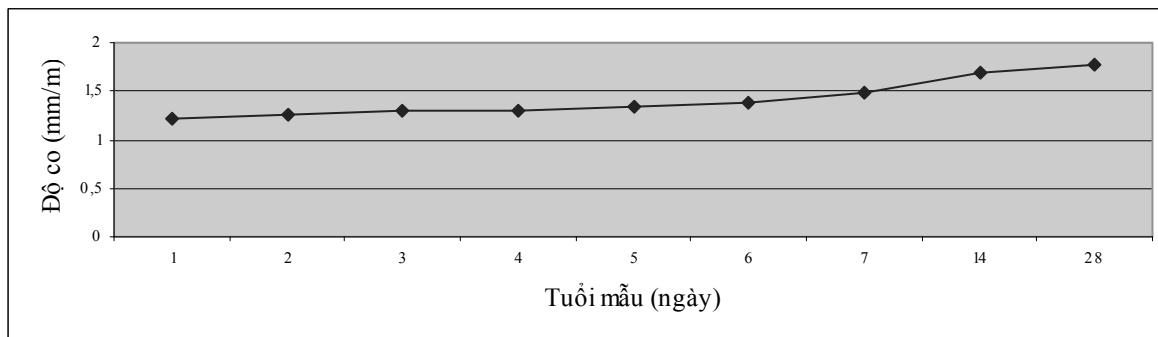
### 3.3. Nghiên cứu tính co ngót của hỗn hợp bê tông tự lèn

Bê tông tự lèn ngoài những ưu điểm vượt trội về tính công tác thì nhược điểm của nó là sự co ngót lớn, điều này làm cho bê tông

tự lèn chưa được ứng dụng trong sản xuất các loại cấu kiện đặc biệt là cấu kiện dự ứng lực. Sau khi thiết kế thành công cấp phối bê tông tự lèn chúng em tiến hành đúc mẫu kiểm tra tính co ngót của bê tông theo tiêu chuẩn TCVN 3117:1993.

**Bảng 12.** Kết quả đo co của bê tông tự lèn

Tuổi mẫu	Mẫu I	Mẫu II	Mẫu III	Độ co của bê tông (mm/m) $\epsilon_t = \frac{\Delta l_t}{l}$
	$\Delta l_t$ : Chênh lệch chiều dài giữa các chốt đo (mm)			
1	0,576	0,355	0,165	1,217
2	0,578	0,358	0,196	1,257
3	0,58	0,381	0,204	1,294
4	0,586	0,382	0,209	1,307
5	0,596	0,389	0,221	1,34
6	0,613	0,40	0,232	1,383
7	0,613	0,401	0,33	1,493
14	0,645	0,432	0,45	1,696
28	0,650	0,44	0,5	1,767



**Hình 4.** Biểu đồ độ co của bê tông tự lèn theo tuổi mẫu

Độ co bê tông tự lèn ở tuổi 28 ngày nằm trong phạm vi cho phép của bê tông thường (1- 3 mm/m)

## 4. Kết luận và kiến nghị

### 4.1. Kết luận

Thiết kế thành công cấp phối bê tông tự lèn M60 đảm bảo yêu cầu kỹ thuật hỗn hợp bê tông . ( độ xòe 78-80 cm, thời gian chảy qua khuôn U, V, L đạt, độ co ngót so với bê tông thường đạt).

### 4.2. Kiến nghị

Tiếp tục nghiên cứu từ biến của SCC.

Bê tông cường độ rất cao dùng cho công trình đặc biệt > 60Mpa.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ Xây Dựng (2000). Chỉ dẫn kỹ thuật thiết kế thành phần bê tông các loại. NXB Xây Dựng, Hà Nội.
- [2] PGS.TS Phạm Duy Hữu (2005). Công nghệ bê tông và bê tông đặc biệt. NXB Xây Dựng.
- [3] ACI 211.4R-93 (reapproved 1998). Guide for Selecting Proportions for High-Strength Concrete with Portland Cement and Fly Ash.