



SỰ SUY GIẢM ĐỘ SỤT CỦA HỖN HỢP BÊ TÔNG DƯỚI ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC YẾU TỐ KHÍ HẬU TRONG QUÁ TRÌNH LƯU GIỮ TRƯỚC KHI ĐỔ VÀO VÁN KHUÔN

Hồ Ngọc Khoa¹, Trần Hồng Hải¹

Tóm tắt: Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu bằng thực nghiệm để xác định mức độ và quy luật sự suy giảm độ sụt của vữa bê tông sau khi chế trộn trong quá trình lưu giữ trước khi đổ vào ván khuôn dưới ảnh hưởng của nhiệt độ ban đầu của vữa và các yếu tố khí hậu: nhiệt độ, độ ẩm môi trường. Kết quả nghiên cứu là cơ sở cho việc đề xuất các giải pháp trong biện pháp thi công nhằm đảm bảo độ sụt của vữa trước khi đổ vào ván khuôn, tăng hiệu quả thi công và chất lượng các kết cấu bê tông toàn khối.

Từ khóa: vữa bê tông; độ sụt; độ linh động; độ lưu động; suy giảm độ sụt; bê tông toàn khối.

Abstract: This paper presents the results of experimental research in order to determine the extent and law of mixed concrete slump during storage process, before pouring into formwork systems with the effects of initial temperature of the fluid as well as climatic factors including environmental temperature and humidity. These findings would be a basic for further studies which aim to find out effective construction methods for ensuring concrete slump before pouring and increasing the efficiency and quality of monolithic concrete structures.

Keywords: concrete; slump; flexibility; fluidity; slump decrease; monolithic concrete.

Nhận ngày 5/9/2013, chỉnh sửa ngày 25/9/2013, chấp nhận đăng 30/9/2013



1. Mở đầu

Trong những năm gần đây ở nước ta, khối lượng và tốc độ xây dựng các công trình công nghiệp và dân dụng ngày càng tăng. Trong đó, các công trình xây dựng bằng phương pháp đổ bê tông tại chỗ chiếm tỷ trọng lớn. Ngành sản xuất vữa bê tông xây dựng đang được quan tâm với những chính sách và định hướng phát triển lâu dài. Quyết định số 121/2008/QĐ-TTg ngày 29 tháng 8 năm 2008 của Thủ tướng chính phủ về việc phê duyệt quy hoạch tổng thể phát triển vật liệu xây dựng Việt Nam đến năm 2020 [1] nêu rõ định hướng và những ưu tiên cho phát triển sản xuất và ứng dụng công nghệ mới trong sản xuất bê tông thương phẩm, phát triển sản xuất các loại phụ gia cho bê tông để nâng cao các tính năng bê tông, cải thiện tính chất công nghệ vữa bê tông. Nhiều tỉnh, thành đã có những định hướng phát triển sản xuất bê tông (vữa thương phẩm và bê tông đúc sẵn) từ nay cho đến năm 2015, 2020, theo đó khối lượng kế hoạch của bê tông trộn sẵn vượt trội nhiều lần so với bê tông cấu kiện đúc sẵn: Thành phố Hà Nội khối lượng bê tông thương phẩm so với bê tông cấu kiện năm 2015 là 3.500.000/320.000 m³, năm 2020: 4.500.000/570.000 m³ [2]; TP Hồ Chí Minh khối lượng tương ứng là 1.040.000/200.000 m³ và 1.640.000/200.000 m³ [3].

Như chúng ta đã biết, một trong những yêu cầu quan trọng trong công nghệ thi công kết cấu toàn khối là phải đảm bảo tính thi công của vữa bê tông trước khi đổ vào ván khuôn, một trong các tiêu chí đánh giá tính thi công của vữa bê tông là độ sụt (độ lưu động, độ linh động) của vữa, ký hiệu là SN. Giải quyết vấn đề này không những giảm chi phí nhân công, chi phí máy cho việc đổ, đầm mà còn đảm bảo chất lượng bê tông. Các nghiên cứu đã cho thấy sự mất tính lưu động và phân tầng của hỗn hợp vữa bê tông trong quá trình vận chuyển làm giảm chất lượng bê tông, giảm độ đặc chắc, tăng độ rỗng, giảm cường độ bê tông [9,12,13]. Đảm bảo nhiệm vụ này càng khó khăn hơn khi thi công công tác bê tông trong điều kiện khí hậu nóng ẩm như ở nước ta.

¹ TS, Khoa Xây dựng Dân dụng & Công nghiệp. Trường Đại học Xây dựng. E-mail: hnkhoa@yahoo.com

Sự giảm độ sụt của vữa bê tông phụ thuộc vào yếu tố thi công và các thông số nhiệt độ, độ ẩm của môi trường. Trong đó sự ảnh hưởng của nhiệt độ ban đầu của vữa và các thông số khí hậu đến sự suy giảm độ sụt của vữa là rất rõ rệt. Xác định được quy luật và định lượng được sự suy giảm độ sụt của vữa bê tông trong thời gian lưu giữ và vận chuyển trong mối tương quan của các yếu tố nhiệt độ là cơ sở khoa học cho một giải pháp toàn diện để đảm bảo độ sụt yêu cầu của vữa bê tông, đảm bảo tính kinh tế, hiệu quả của công tác bê tông cũng như chất lượng của các kết cấu bê tông, thi công bằng phương pháp đổ tại chỗ (bê tông toàn khối) trong điều kiện Việt Nam hiện nay.



2. Các yếu tố ảnh hưởng đến tính công tác của hỗn hợp bê tông

2.1 Nhiệt độ ban đầu

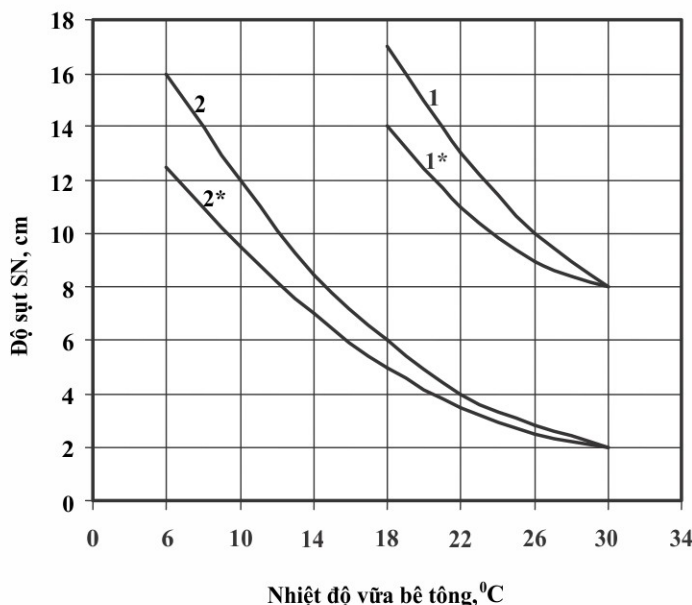
Vấn đề ảnh hưởng của yếu tố nhiệt độ (nhiệt độ vữa và nhiệt độ môi trường) đến độ sụt của vữa bê tông được nghiên cứu bởi nhiều nhà khoa học thuộc Liên Xô cũ [9,10,11,13,14] và một số tác giả trong nước [4,12,15]. Ở các mức độ khác nhau, kết quả nghiên cứu của các tác giả đều cho rằng, nhiệt độ cao và độ ẩm thấp của các vùng khí hậu nóng có tác động làm tăng tốc độ ninh kết của vữa bê tông, tăng cường độ bay hơi nước ra môi trường xung quanh, tăng quá trình dịch chuyển vật chất bên trong hỗn hợp, do đó làm gia tăng sự suy giảm độ sụt (độ lưu động) của vữa bê tông. Tổng quan một số nghiên cứu được tổng hợp và phân tích dưới đây là một trong những cơ sở khoa học cho việc nghiên cứu thực nghiệm của bài báo.

Nhiệt độ ban đầu của hỗn hợp vữa bê tông phụ thuộc vào nhiệt độ và khối lượng của các thành phần cấp phối: xi măng, cát, đá và đặc biệt là nhiệt độ của nước trộn. Nhiệt độ ban đầu của vữa bê tông có thể xác định theo công thức [4,17]:

$$T_{V.BT} = \frac{0,2(T_X X + T_C C + T_D D) + T_C N_C + T_D N_D + T_N N}{0,2(X + C + D) + N_C + N_D + N} \quad (1)$$

trong đó: 0,2 - tỷ lệ giữa nhiệt dung riêng cốt liệu khô và nước của hỗn hợp vữa bê tông; T_x, T_c, T_d, T_n - nhiệt độ tương ứng của xi măng, cát, đá, và nước trộn, °C; X, C, D, N - khối lượng tương ứng của xi măng, cát, đá, nước trong 1 m³ bê tông, kg; N_c, N_d - lượng nước ngậm trong cát, đá, kg.

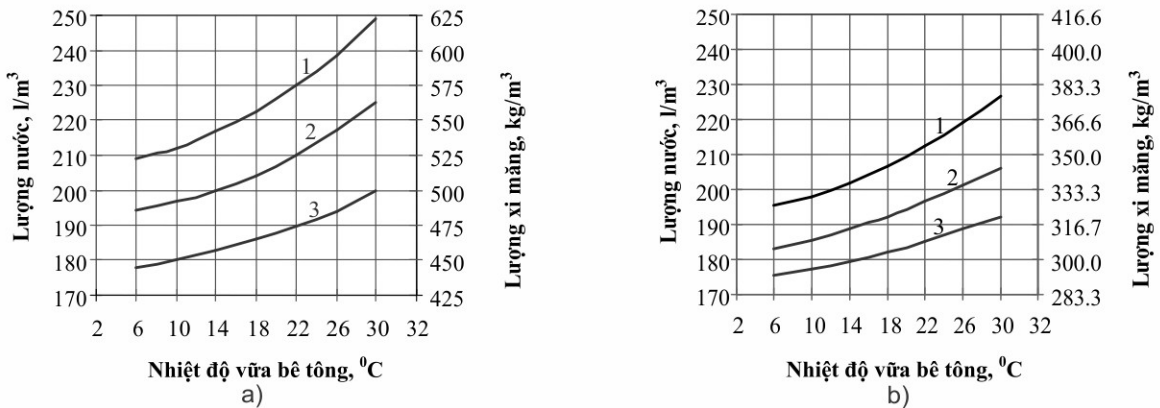
Nhiều nghiên cứu đã kết luận độ sụt và nhiệt độ ban đầu của hỗn hợp vữa bê tông có mối quan hệ tỷ lệ nghịch với nhau. Kết quả nghiên cứu trong [14,15] khẳng định rằng với cùng tỷ lệ N/X và lượng nước trộn, vữa bê tông với nhiệt độ thấp hơn sẽ có độ linh động cao hơn. Vữa bê tông với tỷ lệ N/X = 0,4 và 0,6 có độ sụt 8 cm với nhiệt độ ban đầu 30°C, khi giảm nhiệt độ của vữa xuống 18°C, độ sụt ban đầu tăng lên tương ứng là 17 và 14 cm. Tương tự như vậy, vữa bê tông có độ sụt là 2 cm với nhiệt độ ban đầu là 30°C, khi giảm nhiệt độ ban đầu của vữa xuống 18°C, độ sụt tăng lên tương ứng là 16 và 12 cm. Các nghiên cứu trên cũng cho thấy rằng, tỷ lệ N/X có ảnh hưởng lớn đến sự thay đổi độ sụt. Khi giảm tỷ lệ N/X, tốc độ giảm độ sụt tăng lên (hình 1).



Hình 1. Phụ thuộc giữa độ sụt ban đầu và nhiệt độ của hỗn hợp vữa bê tông 1 và 1* - N/X = 0,4 và 0,6; SN_(30°C) = 8cm; 2 và 2* - tương tự, SN_(30°C) = 2 cm

Các nghiên cứu tiếp theo trong [14, 15] cho phép xác lập sự phụ thuộc lượng nước trộn (và xi măng) vào nhiệt độ ban đầu của vữa bê tông với điều kiện tính thi công và cường độ thiết kế của vữa không thay đổi (hình 2). Phân tích đồ thị ở hình 2 cho thấy, lượng nước cần của vữa bê tông có sự phụ thuộc rõ rệt vào nhiệt độ của nó. Để đảm bảo độ sụt (tính thi công) và cường độ thiết kế của vữa bê tông, thì cùng với sự tăng nhiệt độ vữa, lượng nước trộn (và xi măng) cũng tăng theo gần như là tuyến tính. Khi nhiệt độ vữa bê tông với tỷ lệ $N/X = 0,6$ tăng lên 1°C thì lượng nước trộn cần thêm trong khoảng $0,7 \dots 1,3 \text{ l/m}^3$. Tương tự đối với vữa bê tông với tỷ lệ $N/X = 0,4$, khi nhiệt độ vữa tăng lên 1°C thì lượng nước trộn cần thêm trong khoảng $0,8 \dots 1,8 \text{ l/m}^3$.

Giải thích hiện tượng này là do phản ứng thủy hóa xi măng xảy ra sớm hơn với tốc độ nhanh hơn và sự gia tăng lượng nước tham gia vào các liên kết hóa học và vật lý. Nguyên nhân đầu tiên là tăng lượng nước tham gia vào các liên kết hóa học. Ví dụ, ở nhiệt độ 50°C sau 1 giờ, lượng nước này tăng lên 3 lần so với ở nhiệt độ bình thường $22 - 25^{\circ}\text{C}$. Sự gia tăng nhiệt độ cũng sẽ rút ngắn thời gian bắt đầu đông kết của hồ xi măng: ở nhiệt độ 15°C thời gian bắt đầu và kết thúc đông kết của hồ xi măng sau 3h và 6h10', nhưng ở nhiệt độ 30°C thời gian này giảm xuống còn 1h45' và 2h45'. Nguyên nhân thứ hai là sự gia tăng lượng nước liên kết vật lý được sự hỗ trợ của hiện tượng giảm độ nhớt của nước. Ở nhiệt độ 55°C (với nhiệt độ này, nhiệt độ của hỗn hợp vữa tăng lên 30°C) độ nhớt của nước giảm gần 2 lần so với độ nhớt của nước ở nhiệt độ bình thường $22 - 25^{\circ}\text{C}$. Sự giảm độ nhớt tạo điều kiện cho nước thẩm thấu vào những mao mạch và lỗ rỗng nhỏ của hỗn hợp, những nơi mà ở nhiệt độ bình thường nước không thâm nhập được. Do đó lượng nước tự do trong hỗn hợp sẽ giảm và sụt hỗn hợp vữa sẽ giảm.



Hình 2. Sự phụ thuộc lượng nước trộn và xi măng vào thay đổi nhiệt độ hỗn hợp vữa bê tông với độ sụt khác nhau: a) $N/X = 0,4$ và b) $N/X = 0,6$

1- $SN_{(30^{\circ}\text{C})} = 16 \text{ cm}$; 2- $SN_{(30^{\circ}\text{C})} = 8 \text{ cm}$; 3- $SN_{(30^{\circ}\text{C})} = 2 \text{ cm}$

Khi giảm tỷ lệ N/X , lượng hồ xi măng để đảm bảo độ sụt yêu cầu tăng lên và tốc độ giảm độ sụt tăng lên (hình 2). Đối với các thành phần cấp phối khác nhau (độ đặc, độ sệt của vữa), lượng nước cần để đảm bảo độ sụt yêu cầu khi nhiệt độ của vữa tăng cũng khác nhau. Khi vữa có độ sụt càng cao, nếu tăng nhiệt độ của vữa, để đảm bảo độ sụt ban đầu thì cần bổ sung lượng nước trộn và xi măng càng cao. Như vậy, tính chất sự phụ thuộc giữa lượng nước dùng và nhiệt độ vữa để có được một hỗn hợp vữa cùng độ sụt được quyết định bởi chất và số lượng hồ xi măng.

2.2 Các yếu tố khí hậu

Việt Nam nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới nóng ẩm với các đặc trưng cơ bản: giá trị trung bình của nhiệt độ và độ ẩm tương đối không khí trong năm cao, thời gian nắng, mưa theo chu kỳ và kéo dài. Về mùa hè ở miền Bắc và miền Trung, mùa mưa ở miền Nam xuất hiện nhiều chu kỳ nắng nóng kéo dài, bức xạ mặt trời đạt $500 \div 900 \text{ kcal/m}^2$ giờ, nhiệt độ không khí ngoài trời rất cao, ban ngày đạt $35 \div 50^{\circ}\text{C}$ kéo theo độ ẩm tương đối của không khí xuống thấp, ở mức $40 \div 65\%$, thời gian tác dụng kéo dài trong ngày. Về mùa đông ở miền Bắc và miền Trung thường xuất hiện các chu kỳ khô hanh với nhiệt độ không khí $15 \div 30^{\circ}\text{C}$ và độ ẩm tương đối thấp $40 \div 65\%$ cùng với gió mùa khô tạo hiện tượng mất hơi nước ra môi trường bên ngoài rất nhanh. Đặc biệt là sự biến thiên trong ngày của nhiệt độ và độ ẩm rất lớn: $\Delta T = 10 \div 15^{\circ}\text{C}$; $\Delta W = 45 \div 50\%$.

Những điều kiện thời tiết bất lợi nêu trên ảnh hưởng rất lớn đến công tác chế tạo, vận chuyển và lưu giữ hỗn hợp vữa bê tông: Nhiệt độ môi trường cao làm nhiệt độ của cốt liệu, xi măng và nước trộn cao, dẫn đến nhiệt độ vữa bê tông khi trộn sẽ cao. Khi đó, để đảm bảo độ sụt ban đầu, phải tính toán cấp phối với lượng nước trộn và xi măng nhiều hơn, hoặc phải tăng lượng phụ gia trên 1 m^3 bê tông, làm giá thành của vữa bê tông tăng lên.

Khi vận chuyển vữa trong môi trường khí hậu có nhiệt độ cao, độ sụt của vữa bị hao tổn nhanh, đặc biệt dưới trời nắng nóng. Vữa bê tông sẽ bị đun nóng, đặc biệt khi vận chuyển trên các phương tiện hở và cả khi vận chuyển trong các phương tiện kín như xe bồn, ống bơm bê tông. Khi nhiệt độ của vữa tăng cao, tốc độ đông kết của hồ xi măng gia tăng, cộng với việc bay hơi nước với tốc độ lớn hơn vào môi trường xung quanh, độ sụt suy giảm nhanh hơn, nguy cơ vữa bị phân tầng cao, do đó thời gian vận chuyển, lưu giữ vữa trước khi đổ vào ván khuôn bị rút ngắn. Vữa bê tông không đảm bảo chất lượng và suy giảm tính công tác sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả thi công và chất lượng kết cấu bê tông.



3. Nghiên cứu thực nghiệm xác định sự suy giảm độ sụt của vữa bê tông dưới ảnh hưởng của nhiệt độ ban đầu và các yếu tố khí hậu

3.1 Phương pháp và điều kiện thí nghiệm nghiên cứu sự suy giảm độ sụt của vữa bê tông

Các thí nghiệm xác định sự suy giảm độ sụt của vữa bê tông sau khi trộn được tiến hành tại thành phố Hà Nội và khu vực Đà Nẵng trong các điều kiện môi trường tự nhiên khác nhau. Thành phần cấp phối được thiết kế tại phòng thí nghiệm, độ sụt vữa bê tông được xác định theo TCVN 3106:1993 Hỗn hợp bê tông nặng - Phương pháp thử độ sụt [5]. Sau khi chuẩn bị thành phần cấp phối theo thiết kế, tiến hành trộn và đo độ sụt vữa bê tông. Sau đó, lưu giữ vữa bê tông trực tiếp ngoài môi trường trong điều kiện bay hơi tự nhiên, trên phương tiện xe rùa, điều kiện lưu giữ tương tự như trong quá trình vận chuyển vữa bằng thủ công. Sau 30 phút, tiến hành trộn lại hỗn hợp vữa bê tông và đo độ sụt. Làm tương tự sau 60 phút và 90 phút. Mỗi thí nghiệm tiến hành làm ba lần. Kết quả thí nghiệm được xác định là kết quả trung bình của ba lần đo.

Theo TCVN 4453:1995 Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép toàn khối - Tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu [7], thời gian vận chuyển cho phép vữa bê tông phụ thuộc vào nhiệt độ môi trường và được quy định ở bảng 1:

Bảng 1. Thời gian vận chuyển vữa bê tông theo TCVN 4453:1995

Nhiệt độ môi trường (0C)	Thời gian vận chuyển cho phép (phút)
> 30	30
20 ÷ 30	45
10 ÷ 20	60
5 ÷ 10	90

Căn cứ qui định trên, xét đến thời tiết khu vực thí nghiệm với nhiệt độ môi trường dao động từ 18°C ÷ 40°C, trong các thí nghiệm đã thực hiện, quá trình đo độ sụt vữa bê tông được quyết định ở thời điểm 30 phút, 60 phút và 90 phút sau khi trộn và lưu giữ.

3.2 Nghiên cứu ảnh hưởng của yếu tố nhiệt độ đến sự suy giảm độ sụt của vữa bê tông

Ngay sau khi nhào trộn, theo thời gian lưu giữ và vận chuyển, hỗn hợp vữa bê tông suy giảm độ lưu động. Sự chênh lệch các thông số nhiệt độ, độ ẩm so với điều kiện tiêu chuẩn, sự bay hơi nước của hỗn hợp vào môi trường xung quanh dẫn đến hàng loạt quá trình trao đổi chất (nước, hơi) trong lòng hỗn hợp và đẩy nhanh quá trình suy giảm độ sụt của vữa.

a) Nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ vữa bê tông đến sự suy giảm độ sụt của nó

Thí nghiệm được tiến hành trong điều kiện thời tiết tự nhiên tháng 11 ở Đà Nẵng với thời tiết khí hậu nóng ẩm, đặc trưng của mùa mưa, các thông số thời tiết trong thời gian thí nghiệm như sau: nhiệt độ môi trường $T = 25 \div 30^\circ\text{C}$; độ ẩm tương đối của môi trường $W = 70 \div 85\%$.

Thí nghiệm được tiến hành trên 3 mẻ vữa cấp phối hướng đến bê tông cấp độ bền B20, $N/X = 0,6$, độ sụt ban đầu 8 cm, nhiệt độ ban đầu của vữa $\approx 20^\circ\text{C}$, 28°C và 35°C . Nhiệt độ của cốt liệu đá, cát và xi măng trong khoảng $25 \div 26^\circ\text{C}$, nhiệt độ ban đầu của vữa được điều chỉnh theo nhiệt độ của nước trộn (bảng 2).

Bảng 2. Thành phần cấp phối vữa bê tông khác nhau về nhiệt độ ban đầu

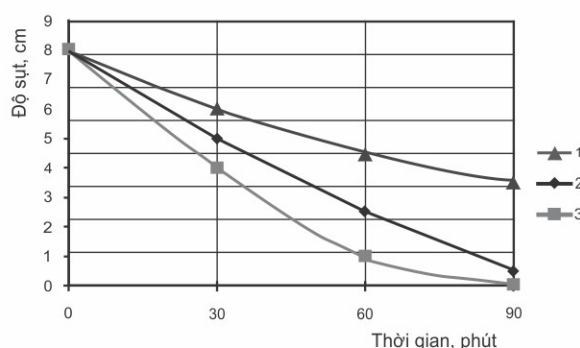
Cấp phối	$T_{\text{nước}}, ^\circ\text{C}$	Cát, kg	Đá, kg	XM, kg	N/X	$T_{\text{vữa}}, ^\circ\text{C}$	Độ sụt ($\approx$), cm
1	6 ÷ 7	835	1107	300	0,6	20°C	8
2	27 ÷ 28	825	1093	311	0,6	27°C	8
3	58 ÷ 59	817	1080	321	0,6	35°C	8

Kết quả thí nghiệm được thể hiện ở bảng 3 và hình 3 cho thấy, vữa bê tông với nhiệt độ ban đầu là 20°C có cường độ và giá trị suy giảm nhỏ nhất, ít hơn nhiều so với vữa bê tông có nhiệt độ ban đầu là 27°C và 35°C. Vữa có nhiệt độ ban đầu 20°C sau 30, 60, 90 phút lưu giữ độ sụt giảm 2 cm, 3,5 cm và 4,5 cm so với độ sụt ban đầu. Khi tăng nhiệt độ của vữa lên 27°C độ sụt suy giảm nhanh hơn đạt giá trị tương ứng là 3,5 và 7,5 cm, sau 90 phút độ sụt hầu như không còn. Còn đối với vữa có nhiệt độ ban đầu 35°C, giá trị suy giảm trong 30, 60 tăng gấp đôi (4 và 7 cm), như vậy chỉ sau 60 phút lưu giữ, độ lưu động của vữa đã sụt giảm hết.

Bảng 3. Sự suy giảm độ sụt vữa bê tông với nhiệt độ vữa ban đầu khác nhau

Thời gian đo	Độ sụt vữa, cm			Suy giảm so với ban đầu, cm		
	$T_v = 20^\circ\text{C}$	$T_v = 27^\circ\text{C}$	$T_v = 35^\circ\text{C}$	$T_v = 20^\circ\text{C}$	$T_v = 27^\circ\text{C}$	$T_v = 35^\circ\text{C}$
Sau khi trộn	8,0	8,0	8,0	-	-	-
Sau 30'	6,0	5,0	4,0	2,0	3,0	4,0
Sau 60'	4,5	3,0	1,0	3,5	5,0	7,0
Sau 90'	3,5	0,5	0,0	4,5	7,5	-

Như vậy, khi nhiệt độ vữa cao sẽ thúc đẩy quá trình ninh kết của xi măng bắt đầu sớm hơn và diễn ra với cường độ mạnh hơn, làm gia tăng lượng nước tham gia vào các liên kết lý - hóa, dẫn đến độ sụt của vữa suy giảm nhiều hơn. Ngoài ra, nhiệt độ vữa cao sẽ làm xuất hiện chênh lệch nhiệt độ giữa bề mặt bay hơi của hỗn hợp và môi trường và làm quá trình bay hơi nước của vữa bê tông diễn ra với cường độ lớn hơn, lượng nước tự do trong hỗn hợp giảm nhanh, dẫn đến giảm độ sụt của vữa.



Hình 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ vữa bê tông đến sự suy giảm độ sụt
1- vữa bê tông có nhiệt độ 20°C;
2- vữa bê tông có nhiệt độ 27°C;
3- vữa bê tông có nhiệt độ 35°C

b) Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố khí hậu đến sự suy giảm độ sụt của vữa bê tông

Thí nghiệm được tiến hành trong điều kiện thời tiết tự nhiên khác nhau ở Hà Nội và Đà Nẵng, đặc trưng cho các chu kỳ nắng nóng, nóng ẩm, khô hanh, và ẩm. Thông số thời tiết (nhiệt độ T và độ ẩm tương đối của môi trường W) khi tiến hành thí nghiệm như sau:

- Ẩm: $T = 20 \div 21^\circ\text{C}$, $W = 90 \div 95\%$;
- Khô hanh: $T = 20 \div 22^\circ\text{C}$, $W = 55 \div 65\%$;
- Nóng ẩm: $T = 25 \div 30^\circ\text{C}$, $W = 70 \div 85\%$;
- Nắng nóng: $T = 35 \div 40^\circ\text{C}$, $W = 45 \div 65\%$;

Thí nghiệm được tiến hành trên 2 mẻ vữa cấp phối hướng đến bê tông cùng cấp độ bền chịu nén B20, cùng tỷ lệ N/X = 0,6, độ sụt ban đầu trong khoảng 8 và 14 cm. Cốt liệu, xi măng và nước trộn bảo quản ở điều kiện trong kho kín với nhiệt độ $25 \div 27^\circ\text{C}$, do đó nhiệt độ ban đầu của vữa trong giới hạn $26 \div 28^\circ\text{C}$. Thành phần cấp phối của vữa bê tông thể hiện ở bảng 4. Kết quả thí nghiệm thể hiện ở bảng 5.

Bảng 4. Thành phần cấp phối vữa bê tông thí nghiệm ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường đến sự suy giảm độ sụt

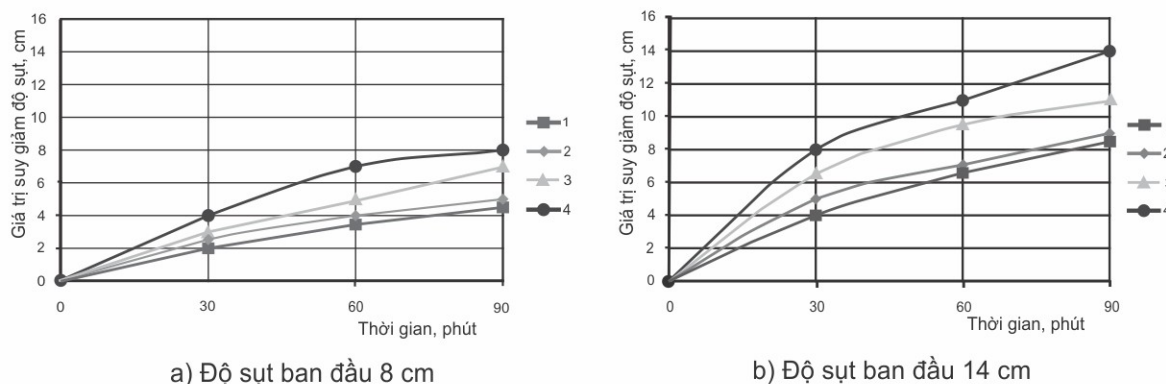
Cấp phối	Cát, kg	Đá, kg	XM, kg	N/X	Độ sụt, cm
1	825	1093	311	0,6	8
2	793	1051	340	0,6	14

Kết quả thí nghiệm cho thấy, nhiệt độ của môi trường ảnh hưởng rõ rệt đến cường độ suy giảm độ sụt của vữa bê tông. Hỗn hợp vữa với tỷ lệ N/X = 0,6 có độ sụt 14 cm, nhiệt độ vữa 27°C lưu giữ trong môi trường khí hậu ẩm với $T = 20 \pm 21^\circ\text{C}$, $W = 90 \pm 95\%$ sau 30, 60, 90 phút lưu giữ độ sụt giảm 4,0 cm; 6,5 cm và 8,5 cm so với độ sụt ban đầu. Khi lưu giữ trong môi trường có nhiệt độ cao hơn và độ ẩm thấp hơn (môi trường khí hậu nóng ẩm với $T = 25 \pm 30^\circ\text{C}$, $W = 70 \pm 85\%$) thì giá trị suy giảm độ sụt tăng lên tương ứng là 6,5; 9,5 và 11,0 cm. Đặc biệt khi lưu giữ trong môi trường khí hậu nắng nóng với $T = 35 \pm 40^\circ\text{C}$, $W = 45 \pm 65\%$ thì độ sụt suy giảm tăng mạnh, sau 60 phút suy giảm 11 cm và sau 90 phút hỗn hợp vữa không còn độ sụt (bảng 5, hình 4).

Bảng 5. Sự suy giảm độ sụt hỗn hợp vữa bê tông độ sụt ban đầu 8 và 14 cm, lưu giữ trong môi trường có nhiệt độ, độ ẩm khác nhau

Thời gian đo	Độ sụt vữa, cm				Suy giảm so với ban đầu, cm			
	T=20±21°C W=90±95%	T=20±22°C W=55±65%	T=25±30°C W=70±85%	T=35±40°C W=45±65%	T=20±21°C W=90±95%	T=20±22°C W=55±65%	T=25±30°C W=70±85%	T=35±40°C W=45±65%
Sau khi trộn	8,0	8,0	8,0	8,0	-	-	-	-
Sau 30'	6,0	5,5	5,0	4,0	2,0	2,5	3,0	4,0
Sau 60'	4,5	4,0	3,0	1,0	3,5	4,0	5,0	7,0
Sau 90'	3,5	3,0	0,5	0,0	4,5	5,0	7,5	8,0
Sau khi trộn	14,0	14,0	14,0	14,0	-	-	-	-
Sau 30'	10,0	9	7,5	6,0	4,0	5,0	6,5	8,0
Sau 60'	7,5	7,0	4,5	3,0	6,5	7,0	9,5	11,0
Sau 90'	5,5	5,0	3,0	0,0	8,5	9,0	11,0	-

Quy luật, tốc độ và giá trị suy giảm độ sụt của vữa bê tông có độ sụt ban đầu 8 cm trong các điều kiện khí hậu khác nhau không có sự khác biệt so với vữa bê tông có độ sụt 14 cm. Ghi nhận rằng với độ sụt ban đầu càng lớn thì tốc độ và giá trị suy giảm độ sụt càng lớn khi lưu giữ trong cùng một điều kiện khí hậu. Ví dụ, trong môi trường khí hậu nắng nóng, sau 30 phút lưu giữ, vữa bê tông có độ sụt ban đầu 8 cm giảm 4 cm độ sụt, trong khi đó vữa có độ sụt ban đầu 14 cm giảm 8 cm. Kết quả thí nghiệm cũng cho thấy độ ẩm tương đối của không khí có ảnh hưởng ít hơn đến sự suy giảm độ sụt của vữa bê tông so với nhiệt độ môi trường. Sự suy giảm độ sụt của vữa bê tông lưu giữ trong môi trường khí hậu khô hanh (có độ ẩm tương đối thấp hơn nhiều so với khí hậu ẩm) được ghi nhận lớn hơn so với môi trường khí hậu ẩm, tuy nhiên sự khác biệt không lớn (bảng 5, hình 4).



Hình 4. Giá trị sự suy giảm độ sụt vữa bê tông có độ sụt ban đầu 8 cm và 14 cm trong điều kiện thời tiết khác nhau.

1- $T = 20 \pm 21^\circ\text{C}$, $W = 90 \pm 95\%$; 2- $T = 20 \pm 22^\circ\text{C}$, $W = 55 \pm 65\%$;
3- $T = 25 \pm 30^\circ\text{C}$, $W = 70 \pm 85\%$; 4- $T = 35 \pm 40^\circ\text{C}$, $W = 45 \pm 65\%$;

Như vậy, cùng với nhiệt độ ban đầu của vữa bê tông, nhiệt độ môi trường lưu giữ và vận chuyển là yếu tố ảnh hưởng rõ rệt đến cường độ và giá trị suy giảm độ sụt của vữa. Nhiệt độ môi trường cao sẽ làm nhiệt độ của vữa bê tông tăng cao, rút ngắn thời gian bắt đầu ninh kết của xi măng và làm vữa bê tông mất nước nhanh hơn. Nhiệt độ càng cao, quá trình trên diễn ra sớm với tốc độ càng cao, do đó độ sụt vữa giảm càng nhanh.



4. Kết luận

Sau khi chế trộn, trong thời gian lưu giữ và vận chuyển, hỗn hợp vữa bê tông suy giảm độ sụt (độ lưu động ban đầu). Ảnh hưởng rất lớn mang tính quyết định đến tốc độ và giá trị suy giảm độ sụt là yếu tố nhiệt độ: nhiệt độ ban đầu của vữa và nhiệt độ môi trường thi công. Cường độ suy giảm độ sụt lớn hơn được ghi nhận ở 30 phút đầu lưu giữ vữa. Giá trị suy giảm cụ thể phụ thuộc vào nhiệt độ, độ ẩm không khí, thời gian lưu giữ, nhiệt độ và độ sụt ban đầu của vữa, có thể đạt tới 6,5 - 8 cm sau 30 phút. Vữa bê tông độ sụt 8 cm có thể suy giảm hết độ sụt, không còn tính thi công sau 90 phút lưu giữ trong môi trường khí hậu nóng ẩm và sau 60 phút trong môi trường khí hậu nắng nóng.

Cơ sở khoa học và kết quả thí nghiệm cho thấy, có 3 cơ chế cơ bản của các yếu tố khí hậu môi trường thi công ảnh hưởng đến sự suy giảm độ sụt vữa bê tông: nhiệt độ môi trường cao sẽ làm nhiệt độ của vữa cao; nhiệt độ môi trường cao sẽ làm tăng khả năng đun nóng hỗn hợp trong quá trình lưu giữ và vận chuyển, làm cho nhiệt độ của vữa tăng, dẫn đến quá trình ninh kết đến sớm hơn và xảy ra với tốc độ mạnh hơn; nhiệt độ môi trường cao, độ ẩm thấp sẽ thúc đẩy quá trình mất nước của hỗn hợp vữa, đặc biệt trong trường hợp lưu giữ và vận chuyển trên phương tiện có bề mặt hở.

Việc đảm bảo độ sụt và tính thi công của vữa bê tông trong công nghệ bê tông toàn khối là vô cùng quan trọng dưới góc độ hiệu quả và chất lượng kết cấu. Kết quả thí nghiệm là cơ sở khoa học cho các nghiên cứu mở rộng tiếp theo, để xác định cụ thể qui luật và giá trị suy giảm độ sụt vữa bê tông trong tổng hợp ảnh hưởng của các yếu tố, trong đó có các yếu tố công nghệ liên quan đến cấp phối, thời gian và điều kiện vận chuyển. Từ đó, có thể đề xuất các giải pháp về công nghệ chế trộn vữa và công tác bê tông nhằm đảm bảo độ sụt của vữa bê tông trước khi đổ vào ván khuôn, trong đó các giải pháp về giảm nhiệt độ ban đầu của vữa, sử dụng phụ gia hiệu quả và tổ chức thi công hợp lý mang tính khả thi cao.

Tài liệu tham khảo

1. Thủ tướng Chính phủ (2008), *Quyết định số 121/2008/QĐ-TTg ngày 29/8/2008 Phê duyệt quy hoạch tổng thể phát triển vật liệu xây dựng Việt Nam đến năm 2020*.
2. Ủy ban nhân dân TP Hà Nội (2011), *Quyết định số 4524/QĐ-UBND ngày 29/9/2011 Phê duyệt Quy hoạch phát triển vật liệu xây dựng thành phố Hà Nội đến năm 2020, định hướng đến năm 2030*.
3. Ủy ban nhân dân TP Hồ Chí Minh (2011), *Quyết định số 2491/QĐ-UBND ngày 21/5/2011 Phê duyệt Quy hoạch phát triển vật liệu xây dựng thành phố Hồ Chí Minh đến năm 2020*.
4. Nguyễn Tiến Đích (2000), *Công tác bê tông trong điều kiện nóng ẩm*, NXB Xây dựng, Hà Nội.
5. TCVN 3106:1993 *Hỗn hợp bê tông nặng - Phương pháp thử độ sụt*, NXB Xây dựng, Hà Nội.
6. TCVN 374:2006 *Hỗn hợp bê tông trộn sẵn - Các yêu cầu cơ bản đánh giá chất lượng và nghiệm thu*, NXB Xây dựng, Hà Nội.
7. TCVN 4453:1995 *Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép toàn khối, Tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu*, NXB Xây dựng, Hà Nội.
8. Hồ Ngọc Khoa (2010), *Lựa chọn phương pháp bảo dưỡng bê tông hiệu quả trong điều kiện khí hậu nóng ẩm*, Báo cáo đề tài nghiên cứu khoa học, Trường Đại học Xây dựng, Hà Nội.
9. Афанасьев А.А. (1991), *Бетонные работы*. Высшая школа, Москва.
10. Баженов Ю.М. (2003), *Технология бетона*. АСВ, 2003, Москва.
11. Барыкин П.И. (1988), "Обеспечение заданной подвижности бетонной смеси на напрягающем цементе в условиях сухой и жаркой погоде", Сб. науч. тр.: *Повышение качества и эффективности применения бетона и железобетонных изделий и конструкций*. НИИЖБ, Москва.
12. Копылов В.Д., Хо Нгок Кхоа (2006), "Влияние условий транспортирования на свойства бетонной смеси и бетона", Сб. докладов юбилейной научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава института строительства и архитектуры, МГСУ, Москва.
13. Осипов А.Д. (1971), "Обеспечение подвижности бетонной смеси в условиях жаркого сухого климата", *Бетон и железобетон*, № 8, Москва.
14. Миронов С.А., Малинский Е.Н. (1985), *Основы технологии бетона в условиях сухого климата*, Стройиздат, Москва.
15. Хо Нгок Кхоа (2007), "Технология устройства монолитных бетонных конструкций в переменных температурно-влажностных условиях (применительно к условиям Вьетнама)". *Дис. к.т.н.*, Москва.
16. ГОСТ 7473-94 (1996) *Смеси бетонные - технические условия*. Стройиздат, Москва.
17. Штоль Т.М., Евстратов Г.И (1984), *Строительство зданий и сооружений в условиях сухого жаркого климата*, Стройиздат, Москва.