

## Chương 6

# CÁC PHỤ GIA KHOÁNG CHO BÊTÔNG

### 6.1. KHÁI NIỆM VỀ CÁC PHỤ GIA KHOÁNG

Phụ gia khoáng là các vật liệu vô cơ có nguồn gốc tự nhiên hoặc nhân tạo, có chứa  $\text{SiO}_2$  hoặc  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ở dạng hoạt tính. Bản thân các vật liệu này không có hoặc có rất ít tính kết dính, nhưng khi được nghiền mịn và ở điều kiện ẩm sẽ tác dụng hoá học với vôi và có tính chất kết dính. Khi thủy hoá sẽ tạo thành silicat canxi ngậm nước.

Các phụ gia khoáng thường gặp là tro núi lửa (puzolan), đá bột opal, diatomit, sét nung, tro bay, xỉ lò cao, muối silic. Ba chất cuối là các khoáng nhân tạo, dùng phổ biến để làm phụ gia khoáng cho bê tông hiện nay.

Việc sử dụng vật liệu puzolan có từ khi xuất hiện kỹ thuật xây dựng bằng bê tông. Từ xưa người ta đã nhận ra rằng: các loại vật liệu puzolan phù hợp được sử dụng với hàm lượng hợp lý sẽ thay đổi các đặc trưng nhất định của vữa, bê tông tươi hay đã hoá cứng. Người Hy Lạp và người La Mã cổ đại đã sử dụng các loại vật liệu silic được nghiền mịn và khi trộn với vôi sống sẽ cho một loại vật liệu giống như xi măng, nó được sử dụng trong xây dựng cầu vòm, cầu máng dẫn nước vào thành phố.

Loại vật liệu này được cố kết từ tro núi lửa được tìm thấy ở Puzzoli (Italia) gần Vesuvius. Vì vậy nó được gán cho cái tên là puzzuolana, đó là một thuật ngữ chung để chỉ tất cả các vật liệu tương tự có nguồn gốc núi lửa được tìm thấy ở các mỏ khác ở Italia, Pháp và Tây Ban Nha. Sau đó từ puzzuolan được sử dụng trên toàn châu Âu để gán cho bất kỳ loại vật liệu nào mà nguồn gốc của nó và các đặc trưng tương tự như vật liệu có nguồn gốc núi lửa. Những mẫu bê tông được tạo ra từ vôi và tro núi lửa ở Mount Vesuvius được sử dụng trong xây dựng cầu tàu Caligula vào thời Julius Ceasar gần hai nghìn năm trước đây và hiện nay vẫn tồn tại trong điều kiện khá tốt. Một số các kết cấu cổ xưa còn tồn tại đến ngày nay là một bằng chứng về tính ưu việt của xi măng puzolan hơn hẳn so với vôi. Nó cũng chứng tỏ người Hy Lạp và La Mã đã tạo ra một sự tiến bộ thực sự trong sự phát triển của vật liệu xi măng.

Sau giai đoạn phát triển của xi măng tự nhiên trong suốt những năm cuối của thế kỷ 18, vào đầu thế kỷ 19 khi xi măng poóclăng xuất hiện thì thói quen sử dụng vật liệu puzolan bị suy giảm. Gần đây puzolan lại được sử dụng một cách rộng rãi ở nhiều nước như là một nguyên liệu trong bê tông xi măng poóclăng, đặc biệt là cho các kết cấu công trình biển và kết cấu thủy công.

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Những loại puzolan tốt nhất với tỷ lệ tối ưu khi trộn với xi măng poóc-lăng sẽ cải thiện rất nhiều các phẩm chất của bê tông như:

- Hạ thấp lượng nhiệt toả ra trong quá trình hydrát hoá và giảm co ngót do nhiệt.
- Tăng độ kín nước.
- Giảm phản ứng hoá học của cốt liệu kiềm.
- Tăng độ bền sunphát với nước biển.
- Cải thiện được tính giãn nở.
- Giảm nguy cơ bị hoà tan và bị khử.
- Tăng tính dễ thi công.
- Giảm được giá thành.

Ngoài những ưu điểm trên, trái với sự ngộ nhận của nhiều người, thực ra những puzolan tốt sẽ không làm tăng lượng nước yêu cầu và độ co ngót khi khô một cách quá đáng.

Vật liệu puzolan là vật liệu silic hay vật liệu silic kết hợp với vật liệu chứa nhôm mà bản thân trong chúng có rất ít hoặc không có đặc tính xi măng. Khi được nghiền mịn và có mặt hơi ẩm thì chúng sẽ phản ứng hoá học với  $\text{Ca(OH)}_2$  (canxi hydroxit) được giải phóng ra trong quá trình hydrát hoá ở nhiệt độ thường để tạo ra hợp chất có các đặc tính như xi măng.

Qua quá trình hydrát hoá canxi silicat ( $\text{C}_3\text{S}$ ) và đicanxi silicat ( $\text{C}_2\text{S}$ ) thì canxi hydroxit ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) được tạo thành như là một sản phẩm của quá trình hydrát hoá. Loại hợp chất này không có đặc tính dính kết, tan trong nước và có thể bị rửa trôi bởi sự thấm lọc nước. Các hợp chất silic hay nhôm tồn tại dưới dạng hạt rời mịn sẽ phản ứng với  $\text{Ca(OH)}_2$  để tạo thành chất kết dính xi măng ổn định cao có hỗn hợp gồm các thành phần như nước, canxi, silic.

Nói chung, silic vô định hình phản ứng nhanh hơn dạng silicat tinh thể. Người ta đã chỉ ra rằng  $\text{Ca(OH)}_2$  mặt khác là một vật liệu hoà tan trong nước được chuyển thành vật liệu xi măng không tan trong nước bằng cách sử dụng vật liệu puzolan.

Các loại vật liệu puzolan được chia làm 2 nhóm: puzolan tự nhiên và puzolan nhân tạo.

\* Puzolan tự nhiên:

- Đất sét và đá phiến.
- Đá phiến opan.
- Đất diatomit.
- Tro núi lửa và đá bọt núi lửa.

\* Puzolan nhân tạo:

- Tro bay
- Xi lò cao.
- Muối silic.

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Cần lưu ý rằng đất sét và đá phiến đòi hỏi phải nung nóng ở nhiệt độ trong phạm vi  $425^{\circ}\text{C} \div 1100^{\circ}\text{C}$  để biến chúng thành puzolan hoạt động. Hiếm khi đất sét và đá phiến không được nung mà lại có những phản ứng như puzolan. Tro núi lửa và đá bọt núi lửa nói chung ở trạng thái tự nhiên cũng thể hiện được các đặc tính như puzolan. Hầu hết các vật liệu puzolan thiên nhiên cần phải nghiền nhỏ đến độ mịn cao để làm cho chúng phù hợp khi sử dụng với bê tông, ngoại trừ đá bọt núi lửa thường xuyên tồn tại ở dạng rời rạc mịn.

Theo Tiêu chuẩn Mỹ (ASTM C - 618) có các loại phụ gia khoáng như sau:

- Loại N - Puzolan tự nhiên hoặc nung, như diatomit, opal, sét, tro núi lửa và đá bọt.
- Loại F - Tro bay thu được do đốt than antraxit hoặc than bitum.
- Loại C - Tro bay thu được do đốt than nâu, hàm lượng CaO trong tro trên 10%.

Xét về thành phần hoá học, có thể tham khảo Tiêu chuẩn Ấn Độ 1344 - 1968, trong đó yêu cầu rằng puzolan phải tuân thủ các yêu cầu về hoá học sau đây:

**Bảng 6.1**

Chất thành phần	Hàm lượng
Oxit silíc + oxit nhôm + oxit sắt ( $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ )	Không dưới 70%
Oxit silíc ( $\text{SiO}_2$ )	Không dưới 40%
Oxit canxi (CaO)	Không lớn hơn 10%
Oxit magiê (MgO)	Không lớn hơn 3%
Sunfuaric anhydrit ( $\text{SO}_3$ )	Không lớn hơn 3%
Sô đa và oxit kali ( $\text{Na}_2\text{O}; \text{K}_2\text{O}$ )	Không lớn hơn 3%
Kiểm tan trong nước	Không lớn hơn 0,1%
Độ mất mát nhiệt	Không lớn hơn 5%

Các yêu cầu về vật lý bao gồm: tỷ diện tích bề mặt không nhỏ hơn:  $3200 \text{ cm}^2/\text{g}$ , cường độ chịu nén trung bình theo thí nghiệm ít nhất ba mẫu hình lập phương không được nhỏ 80% cường độ của mẫu hình lập phương tương đương đúc từ vữa ximăng không phụ gia ở độ tuổi 28 ngày. Hơn nữa cường độ của mẫu lập phương phải bằng cường độ của mẫu vữa ximăng nguyên chất hình lập phương ở độ tuổi 90 ngày.

### 6.2. PHỤ GIA KHOÁNG THIÊN NHIÊN (LOẠI N) Ở NƯỚC TA

Các mỏ puzolan tự nhiên là sản phẩm phong hoá của các tàn tích núi lửa. Trên đất nước ta, một số puzolan có hoạt tính hút vôi ở nhiệt độ thường như đá Mu Rùa (Hà Tiên), bazan Phú Quý (Nghệ An). Một số khác phải xử lý nhiệt trước khi dùng, chẳng hạn như puzolan Sơn Tây (Hà Tây), Pháp Cỏ (Hải Phòng)...

### 6.3. PHỤ GIA KHOÁNG TỬ PHỤ PHẨM CÔNG NGHIỆP

#### 6.3.1. Tro bay

Tro bay hay tro nhiên liệu cháy được nghiền là một puzolan nhân tạo lấy từ chất lắng đọng trong quá trình cháy của than nghiền. Nó được thu lượm bằng máy tách cơ khí hay máy tách tĩnh điện từ ống khói của nhà máy nhiệt điện mà sử dụng than nghiền được làm nhiên liệu. Là một vật liệu rất mịn bao gồm chủ yếu là hạt thủy tinh nhỏ hình cầu. Loại vật liệu này đã một thời bị coi là rác thải rất khó xử lý và phân huỷ, nhưng bây giờ lại trở thành một vật liệu có giá trị cao khi được sử dụng kết hợp với bê tông như là một phụ gia. Các đặc trưng và thành phần của nó biến đổi rất rộng không chỉ giữa hai nhà máy mà còn biến đổi từ giờ này sang giờ khác trong cùng một nhà máy.

Tro bay thu lượm được từ máy tách khí xoáy, có kích thước hạt tương đối lớn. Trong khi đó tro bay thu được từ tấm hút tĩnh điện thì khá mịn và có tỷ diện tích bề mặt rất lớn từ:  $3000 \div 5000 \text{ cm}^2/\text{g}$ . Vì vậy nó thường mịn hơn xi măng. Thành phần chính thường là: oxít silic ( $\text{SiO}_2$ ); oxít nhôm ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), oxít cacbon; oxít canxi ( $\text{CaO}$ ); oxít magiê ( $\text{MgO}$ ); oxít lưu huỳnh. Các đặc trưng quan trọng nhất trong việc sản xuất bê tông là hàm lượng cacbon thấp, hàm lượng oxít silic cao và oxít silic phải ở dạng hạt mịn rời rạc. Tiêu chuẩn ACI đưa ra nhiều chỉ dẫn khác nhau về tro bay.

Tro bay được coi là puzolan nhân tạo phổ biến nhất. Các hạt tro bay có dạng hình cầu và kích thước tương đương hạt xi măng. Phần lớn  $\text{SiO}_2$  ở dạng vô định hình, vì thế có khả năng tác dụng hoá học mạnh với xi măng. Nói chung, kích thước hạt tro bay thay đổi từ  $1\mu\text{m}$  đến  $10\mu\text{m}$ . Tính chất của tro bay tùy thuộc kích cỡ hạt, thành phần hoá lý và đặc tính bề mặt hạt.

Tro bay loại F thường chứa dưới 5%  $\text{CaO}$ , trong khi loại C chứa từ 15 - 35%. Tro bay loại F chứa hàm lượng cao các ôxyt canxi và nhôm. Các khoáng kết tinh của tro bay loại C vẫn có hoạt tính, trong khi đó các khoáng kết tinh của tro loại F là chất trơ. Hai loại tro bay này còn khác nhau về hàm lượng than chưa cháy. Hiếm khi tro bay loại F không chứa than chưa cháy, mà thường còn từ 2 - 10% (theo lượng mất khi nung).

#### 6.3.2. Xi lò cao

Bằng cách làm nguội nhanh xỉ lò cao luyện thép người ta thu được xỉ hoạt hoá. Khi nghiền mịn với tỷ diện tích  $4000 - 6000\text{g}/\text{cm}^2$  (theo Blaine), xỉ lò cao có tính tự kết dính và hút vôi. Đây là sản phẩm phi kim loại, có thành phần tùy theo thành phần của quặng, đá gầy chảy và tạp chất trong than cốc được cho vào lò cao. Để có tính chất thủy hoá tốt nhất thì xỉ lỏng phải được làm nguội nhanh khi lấy ra khỏi lò cao. Nhờ đó sẽ giảm tối thiểu sự kết tinh và chuyển xỉ lỏng thành dạng hạt (lọt được qua sàng số  $\text{N}^{\circ}_4$ ), bao gồm chủ yếu là vật liệu không kết tinh (silicat, aluminat canxi và các chất kiềm khác). Còn loại xỉ được làm nguội chậm thì sẽ gồm chủ yếu là chất kết tinh cho nên không có tính chất kết dính cao.

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Xỉ lò cao được phân thành các cấp 80; 100; 120 dựa trên chỉ số độ hoạt tính của xỉ, cách tính như sau:

$SAI = \text{chỉ số độ hoạt tính của xỉ, tính bằng \%} = (SP/P \times 100\%)$ .

SP = cường độ nén trung bình của mẫu vữa xỉ - xi măng, đơn vị đo là psi.

P = cường độ nén trung bình của mẫu vữa xi măng, đơn vị đo là psi.

Trong Tiêu chuẩn ASTM C989 đã phân loại như sau:

**Bảng 6.2**

Tuổi và cấp của xỉ lò cao	Chỉ số độ hoạt tính của xỉ lò cao, %	
	Trị số trung bình của 5 mẫu liên tiếp cuối cùng	Trị số của một mẫu cá biệt nào đó
<b>Chỉ số 7 ngày</b>		
- cấp 80		
- cấp 100	75	70
- cấp 120	95	90
<b>Chỉ số 28 ngày</b>		
- cấp 80	75	70
- cấp 100	95	90
- cấp 120	115	110

Các yếu tố quyết định tính chất dính kết của xỉ là:

- Thành phần hoá học của xỉ.
- Nồng độ kiềm của hệ thống phản ứng.
- Hàm lượng chất thuỷ tinh của xỉ.
- Độ mịn của xỉ và xi măng poóc-lăng.
- Nhiệt độ trong pha đầu của quá trình thuỷ hoá.

Xỉ hoạt hoá có cấu tạo vô định hình là chính (trên 90%). Thành phần hoá học và cấu tạo pha của xỉ lò cao rất giống tro bay loại C. Sự khác biệt chính giữa hai loại này là hình dạng và bề mặt của các hạt. Nhờ bề mặt trơn, nhẵn, tro bay đưa vào bê tông sẽ có độ sụt cao hơn so với xỉ.

### 6.3.3. Muối silic

Muối silic (tiếng Anh là silicafum) là phụ phẩm của công nghiệp sản xuất silicon. Nó chứa  $SiO_2$  chủ yếu ở dạng vô định hình. Kích thước hạt trung bình của muối silic khoảng  $0,1\mu m$ , tức là nhỏ hơn của tro bay khoảng 100 lần. Khi giữ nguyên tỷ lệ N/X, cho thêm 2 - 5% muối silic sẽ tăng độ dẻo của bê tông, giảm tách nước và phân tầng. Khi lượng phụ gia trên 8% bê tông trở nên khô, khó trộn, thường phải dùng phối hợp với phụ gia siêu dẻo.

### 6.3.4. Tro trấu

Từ một tấn thóc có thể thu được 160kg trấu. Khi đốt trấu sẽ thu được 20% tro. Tro này chứa 80 - 95%  $\text{SiO}_2$  vô định hình, 1 - 2%  $\text{K}_2\text{O}$ , phần còn lại là than chưa cháy hết. Tỷ diện của tro có thể đạt 50000 - 60000m<sup>2</sup>/kg.

Kết quả nghiên cứu hỗn hợp xi măng - tro, thí nghiệm theo Tiêu chuẩn ASTM C - 109, trình bày ở bảng 6.3.

**Bảng 6.3: Cường độ nén của vữa xi măng - tro trấu**

Tỉ lệ tro so với xi măng	Cường độ nén, MPa, ở tuổi			
	3 ngày	7 ngày	28 ngày	90 ngày
70 : 30	31,9	45,5	58,7	63,9
50 : 50	26,1	39	57,6	60,7
30 : 70	24	35,4	42,7	50,1
0 : 100	22,4	32,5	42,4	47,7

Theo bảng 6.1, mẫu chứa 70% tro đạt cường độ cao nhất. Điều này cho thấy phản ứng giữa  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  với oxyt silic của tro trấu là mạnh mẽ hơn so với oxyt silic của puzolan. Độ co ngót của mẫu xi măng - tro tương đương mẫu đối chứng không có tro.

Vữa và bê tông có tro trấu rất bền trong điều kiện môi trường axit. Nguyên nhân chính là do oxyt silic tác dụng triệt để với  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  trong bê tông, khi đó trên mẫu không tro có lượng  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  chiếm tới 20 - 25% khối lượng xi măng thủy hoá.

Dùng bê tông khối lớn có tro trấu có thể giảm nhiệt thủy hoá của bê tông 21°C so với bê tông đối chứng.

### 6.3.5. Phụ gia khoáng hoạt tính meta caolan

Viện vật liệu xây dựng đã chế tạo được phụ gia meta caolan (ký hiệu mekalit) có chất lượng phù hợp tiêu chuẩn ASTM C 618.19 và đã đăng ký chất lượng hàng hoá. Nó có thể thay thế 10% lượng xi măng mà không làm giảm cường độ bê tông. Khi dùng kết hợp với phụ gia siêu dẻo có thể chế tạo được bê tông mác 500, đạt cường độ cao sớm.

## 6.4. TÍNH CHẤT CỦA BÊ TÔNG CÓ PHỤ GIA KHOÁNG

### 6.4.1. Độ sụt

Trừ một số phụ gia có dạng hạt tròn, nhẵn (tro bay, muối silic) có khả năng cải thiện tính dẻo của bê tông khi dùng với hàm lượng thấp, nói chung độ sụt bê tông giảm khi giữ nguyên cấp phối bê tông và cho thêm phụ gia khoáng. Lượng nước trộn cần tăng lên 5% đến 15% để giữ nguyên độ sụt ban đầu, tùy loại phụ gia khoáng và liều lượng dùng.

### 6.4.2. Cường độ

Cường độ bê tông là một đặc trưng quan trọng nhất được coi là nhân tố đáng giá so với các loại puzolan có các nguồn gốc khác nhau. Những thí nghiệm được tiến hành ở các phòng thí nghiệm nghiên cứu khác nhau về các loại vật liệu puzolan khác nhau đã cho thấy tốc độ phát triển cường độ và cường độ tới hạn khác nhau tùy theo loại puzolan. Nói chung người ta phát hiện ra rằng việc thay thế xi măng bằng puzolan thì kèm theo sự giảm cường độ giai đoạn đầu và cường độ tới hạn bằng hoặc nhỏ hơn một chút so với bê tông xi măng puzolan nguyên chất (không có puzolan).

Xi măng poóc-lăng puzolan phát triển ổn định cường độ chịu kéo cao hơn xi măng poóc-lăng không chứa puzolan.

Puzolan góp phần vào sự phát triển cường độ chịu nén không cùng mức độ như là đối với cường độ chịu kéo. Các tác động của puzolan không thấy rõ ở tuổi 7 ngày dưỡng hộ nhưng nó lại thể hiện rõ ở tuổi 28 ngày và điều này càng rõ ràng hơn khi bê tông ở 90 ngày tuổi. Ở độ tuổi này, việc cho thêm puzolan vào sẽ góp phần rất nhiều vào phát triển cường độ như là để thay thế xi măng. Khi được sử dụng với khối lượng ít hơn, puzolan thậm chí còn hiệu quả hơn xi măng poóc-lăng nhưng nếu tỷ lệ pha trộn vượt quá 20% thì hiệu quả của nó lại bị giảm.

Nói chung, cường độ bê tông có phụ gia khoáng tăng chậm trong thời kỳ đầu, nhưng sau 3 tháng có thể đuổi kịp cường độ bê tông đối chứng.

Song song với quá trình thủy hoá của xi măng là quá trình silicat hoá, tức là quá trình  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  trong đá xi măng tương tác hoá học với oxit silic vô định hình của phụ gia khoáng tạo thành silicat canxi thủy hoá gốc thấp. Chính phản ứng này góp phần làm tăng độ bền bê tông ở tuổi muộn.

Muội silic và tro trấu tăng độ bền bê tông ở tất cả các tuổi so với đối chứng.

### 6.4.3. Co ngót và từ biến

Bê tông dùng tro bay hoặc muội silic, tro trấu thường có độ co ngót thấp hơn so với bê tông thường đối chứng. Trong khi đó co ngót của bê tông có phụ gia puzolan tự nhiên xấp xỉ hoặc cao hơn.

Nói chung, vữa trong bê tông chứa puzolan để thay thế xi măng trương nở nhiều hơn một chút khi chịu điều kiện khí hậu ẩm ướt liên tục và bị co ngót khá lớn hơn trong điều kiện khô liên tục so với vữa và bê tông xi măng poóc-lăng tương đương không chứa puzolan.

Có rất nhiều điểm khác nhau giữa các puzolan khác nhau khi xem xét về mức độ thay đổi thể tích lâu dài theo thời gian. Với một số loại tro bay có chứa hàm lượng cacbon thấp, khi chúng thay thế xi măng với hàm lượng bình thường thì độ co ngót khi khô của bê tông có thể nhiều hơn một chút so với bê tông xi măng poóc-lăng tương đương không chứa tro bay. Các loại puzolan có hàm lượng opal cao sẽ gây ra sự co ngót khi khô lâu dài nhiều hơn xi măng

pooclăng là 50% khi chúng thay thế 20% lượng xi măng. Vữa và bê tông chứa puzolan có tỷ lệ thủy tinh núi lửa cao như đá bột núi lửa thì độ co ngót trung gian giữa giá trị của bê tông xi măng pooclăng và bê tông xi măng pooclăng chứa puzolan có hàm lượng khoáng opal cao.

#### 6.4.4. Tuổi thọ

Bê tông có phụ gia khoáng nghiền mịn nói chung có độ đặc chắc cao hơn, hệ số thấm (tính bằng cm/s) giảm từ 7 đến 10 lần so với bê tông đối chứng. Vì thế bê tông có phụ gia bền vững hơn trong môi trường xâm thực hoà tan, xâm thực sunphát. Theo một số nghiên cứu thì khi cho 40 - 45% tro bay thay thế xi măng pooclăng thường có thể tương đương với dùng xi măng bền sun phát. Khi hàm lượng than chưa cháy trong tro bay dưới 3% thì độ dẫn điện của bê tông không thay đổi, do đó không ảnh hưởng đến ăn mòn cốt thép.

Các hợp chất silicat canxi thủy hoá gốc thấp do các puzolan tự nhiên kết hợp với  $Ca(OH)_2$  là loại kém bền vững trong môi trường khô ẩm luân phiên. Vì thế phụ gia khoáng loại này không nên dùng với tỉ lệ lớn ở những bộ phận có mực nước thay đổi.

#### 6.4.5. Độ chống thấm

Có lẽ một trong những đặc trưng quan trọng nhất của puzolan là khi nó được sử dụng thay thế cho xi măng thì có khả năng làm giảm tính thấm của bê tông (nghĩa là tăng độ chống thấm). Thực tế này dường như được cả thế giới chấp thuận. Các puzolan có đặc điểm opal có hiệu quả hơn trong việc giảm tính thấm của bê tông ở giai đoạn đầu hơn là các loại puzolan thủy tinh như đá bột núi lửa và tro bay.

Nếu bê tông càng nghèo thì ảnh hưởng của puzolan đến việc giảm tính thấm lại càng có lợi. Ví dụ, khi sử dụng loại đá phiến opal được nung có hoạt tính cao thay thế 25% lượng xi măng thì hệ số thấm ở tuổi 28 ngày cho bê tông có trọng lượng  $213 \text{ kg/m}^3$  chỉ khoảng 0,5 và đối với bê tông có trọng lượng riêng  $160 \text{ kg/m}^3$  là 0,25 lần của hệ số thấm của bê tông xi măng pooclăng không chứa puzolan.

Theo tính toán, ở 28 ngày tuổi, bê tông có chứa tro bay có hệ số thấm lớn gấp 3 lần so với bê tông thường nhưng sau 6 tháng hệ số thấm lại nhỏ hơn 1/4 hệ số thấm của bê tông thường.

Một số thí nghiệm quan trọng được tiến hành để nghiên cứu ảnh hưởng của việc cho thêm puzolan có tỉ lệ thay đổi khác nhau lên tốc độ thấm của bê tông. Kết quả cho trong bảng 6.4.

**Bảng 6.4: Ảnh hưởng của việc cho puzolan có tỷ lệ thay đổi khác nhau lên tốc độ thấm của vữa có tỷ lệ 1: 5 và 1: 6 và bê tông có tỷ lệ 1: 9**

STT	Loại hỗn hợp	Độ thấm cc/h	Độ thấm cm/năm
1	Vữa 1:6 với cát cấp phối không có puzolan	71,6	33
2	Vữa 1:6 với cát cấp phối lượng puzolan surkhi thay thế xi măng	56,9	26

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

STT	Loại hỗn hợp	Độ thấm cc/h	Độ thấm cm/năm
3	Vữa 1:6 với cát hạt lớn lượng đá phiến 20% thay thế xi măng	170,3	75
4	Vữa 1:6 vớt cát hạt lớn không có puzolan	200,1	93
5	Vữa 1:5 cát hạt lớn, không có puzolan	124,1	61
6	Vữa 1:5 cát hạt lớn lượng đất sét 20% thay thế xi măng	56	26
7	Bê tông xi măng 1:9 không có puzolan (áp lực tiêu chuẩn: 7kg/cm <sup>2</sup> )	0,140	0,00477
8	Bê tông xi măng 1:9 với lượng đất sét 20% thay thế xi măng (áp lực tiêu chuẩn là 7kg/cm <sup>2</sup> )	0,12	0,0041

### 6.4.6. Nhiệt toả ra trong quá trình hydrat hoá

Lượng nhiệt toả ra của bê tông xi măng poóclăng kết hợp với bất kỳ loại puzolan nào đều lớn hơn so với bê tông xi măng poóclăng tương đương. Sự phát sinh nhiệt lượng và kết quả sự tăng nhiệt độ do sự kết hợp giữa puzolan và xi măng poóclăng thường thì gần giống như bê tông toả nhiệt thấp. Đây là một đặc điểm quan trọng và mong muốn trong kết cấu bê tông khối. Vì thế mà một số loại vật liệu puzolan luôn luôn được sử dụng trong xây dựng các đập đa năng đã được xây dựng gần đây ở nhiều nước. Hơn thế nữa, phụ gia puzolan được sử dụng trong kết cấu khối bê tông để đạt được tính kinh tế.

### 6.4.7. Phản ứng của cốt liệu kiềm

Nhiều thí nghiệm đã chứng minh là: rất nhiều loại puzolan có hiệu quả trong việc giảm sự trương nở quá nhiều của bê tông do hiện tượng phản ứng của cốt liệu kiềm.

Cơ chế mà puzolan làm giảm ảnh hưởng do sự phản ứng cốt liệu kiềm thì chưa được hiểu một cách rõ ràng. Vì thế đây là mối quan tâm để kiểm tra giả thuyết về cơ chế phản ứng của chúng. Có ít nhất hai phương án giải thích là: thế nào mà phản ứng puzolan lại ngăn cản được sự trương nở. Chúng được dựa trên giả thiết là sự trương nở và hình thức vết nứt gây ra do áp lực thẩm thấu của keo (gel), kiềm - silicat. Nó được giải thích như sau:

Khi puzolan có chứa SiO<sub>2</sub> có hoạt tính cao thì keo kiềm - silicat bị gây xáo trộn trong toàn bộ bê tông và kết quả sẽ không có cơ hội cho việc hình thành hàng loạt keo (gel) đủ để gây ra áp lực thẩm thấu cục bộ để phá hoại bê tông.

Cũng có khả năng trong puzolan có chứa một hàm lượng lớn oxit silic (SiO<sub>2</sub>) có hoạt tính cao và có thể tạo ra kiềm - silicat (alkali - silicat) hay kiềm - vôi silicat (alkali - line silicat) có tỷ lệ kiềm/oxit silic thấp mà chỉ có thể tan một chút. Những sản phẩm như vậy tạo ra một áp lực thẩm thấu thấp, do áp lực thẩm thấu có liên quan chặt chẽ với nồng độ dung môi. Theo quan sát chỉ khi cốt liệu có chứa oxit silic theo tỷ lệ % đặc biệt và kích thước đặc biệt thì sự phản ứng cốt liệu kiềm mới xảy ra. Rất có thể là việc sử dụng các loại

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

vật liệu puzolan làm mất cân bằng điều kiện tối ưu mà nó rất thích hợp cho phản ứng của cốt liệu kiềm và vì thế nó giảm được phản ứng cốt liệu kiềm.

### 6.4.8. Độ bền chống ăn mòn sunphát của bê tông

Những thí nghiệm được tiến hành bởi các nhóm nghiên cứu khác nhau đã cho thấy độ bền sunphát của bê tông xi măng poóc-lăng thường được tăng lên rất nhiều nếu một loại vật liệu puzolan nào đó được sử dụng thay thế xi măng. Diatomit được nghiền mịn và puzolan có chứa hàm lượng opal cao là loại vật liệu hiệu quả nhất để ngăn chặn sự phá hoại của bê tông do tác dụng sunphát. Lý do rõ ràng là việc cho thêm vật liệu puzolan vào sẽ chuyển canxi hydroxit ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) được sinh ra trong quá trình hydrat hoá thành hợp chất kết dính không tan. Sự cải thiện tính thấm của bê tông cũng là một nhân tố quan trọng để nâng cao độ bền sunphát của bê tông.

### 6.4.9. Các ảnh hưởng khác

Những ưu điểm khác được tạo ra bằng cách sử dụng một số loại vật liệu puzolan bao gồm:

- a) Tăng tính dễ thi công.
- b) Giảm nguy cơ bị hoà tan.
- c) Giảm khuynh hướng rỉ nước và phân tầng trong bê tông.
- d) Giảm giá thành.

Thực tế đã chứng minh rằng, việc cho thêm một số vật liệu puzolan sẽ làm tăng tính dễ thi công mà không cần phải tăng tỷ lệ N/X. Tính dễ thi công sẽ được nâng cao hơn trong trường hợp sử dụng diatomit nghiền mịn và tro bay. Vì bề mặt của chúng rất nhẵn và các hạt này sẽ đóng vai trò như là những gối cầu cho các hạt cốt liệu lớn trượt lên nhau.

Trong quá trình hydrat hoá, canxi hydroxit ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) được giải phóng. Hợp chất này chẳng những góp phần vào cường độ của bê tông mà bị tan trong nước nên nó có thể bị cuốn trôi khỏi bê tông bởi tác dụng khử. Oxit silic ( $\text{SiO}_2$ ) trong vật liệu puzolan nếu có mặt của hơi ẩm sẽ phản ứng hoá học với  $\text{Ca(OH)}_2$  để tạo thành hợp chất dính kết mà độ hoà tan rất thấp, do vậy làm giảm nguy cơ bê tông bị hoà tan và rửa trôi.

Hiện tượng rỉ nước hay đọng nước là không mong muốn vì nó làm cho bê tông rỗng và kém hơn các tiêu chuẩn đề ra. Hiện tượng rỉ nước ở bê tông nghèo càng rõ ràng hơn ở bê tông giàu xi măng. Sử dụng vật liệu puzolan cho thấy rất hiệu quả trong việc giảm hiện tượng rỉ nước. Davis và Klein đã phát hiện ra rằng: sự rỉ nước được giảm đi từ 35% - 3% khi sử dụng 11% diatomit trong bê tông nghèo.

Vật liệu bê tông thường phân tầng trong quá trình vận chuyển, đổ và đầm nén. Khuynh hướng này phát triển hơn nếu bê tông là quá ướt. Hiện tượng phân tầng có thể được giảm đi nhiều bằng cách cho thêm một hàm lượng diatomit vừa phải thay thế xi măng.

### 6.5. PHẠM VI SỬ DỤNG

Puzolan tự nhiên, tro bay, xỉ nhiệt điện thường được dùng nhiều trong bê tông khối lớn, để thay thế một phần xi măng và giảm tỏa nhiệt. Muội silic, tro trấu là những thành phần thiết yếu trong các loại vữa sửa chữa, bê tông cường độ cao, bê tông chất lượng cao (high performance concrete), bê tông chịu xâm thực sunphát.

## Chương 7

# PHỤ GIA SIÊU HOÁ ĐÈO CHO BÊTÔNG

### 7.1. CÁC LOẠI CHẤT SIÊU HOÁ ĐÈO

Các phụ gia siêu hoá dẻo có khả năng làm giảm hàm lượng nước cần dùng trong hỗn hợp bê tông đến 25 - 30% mà vẫn giữ nguyên độ sụt cần thiết thuận tiện cho thi công. Nhờ đó cường độ bê tông có thể tăng lên tương ứng, dễ dàng tạo ra bê tông mác cao như 400 - 500 kg/cm<sup>2</sup> (sử dụng phổ biến cho các kết cấu cầu BTCT dự ứng lực ở Việt Nam hiện nay). Trong trường hợp cần vận chuyển hỗn hợp bê tông đi xa, trong thời tiết nhiệt độ cao, có thể dùng các phụ gia siêu dẻo làm chậm ninh kết để làm tăng độ sụt lên rất nhiều, thậm chí đến 22 - 26 cm tại trạm trộn, để khi chở đến công trường xa khoảng 15 - 20km trong mùa hè mà độ sụt giảm xuống còn 10 - 12 cm, vẫn thuận tiện cho đổ bê tông.

Phụ gia siêu dẻo cũng có thể dùng để kết hợp đạt cả 2 mục tiêu: vừa tăng ở mức độ hợp lý về độ sụt, vừa giảm ở mức độ hợp lý về lượng nước trộn. Hàm lượng trộn khoảng 0,7 - 1,3% so với trọng lượng xi măng. Trị số cụ thể sẽ được chọn qua thí nghiệm thực tế. Khi dùng để tăng độ sụt, có thể hỗn hợp sẽ mất thêm độ sụt trong vòng 30 - 60 phút sau khi trộn. Do có hiện tượng này nên nhiều nhà thầu cho phụ gia siêu dẻo vào hỗn hợp bê tông đã trộn xong tại công trường hoặc nếu dùng xe trộn thì sẽ cho phụ gia siêu dẻo vào thùng trộn trên xe lúc đi đến gần sát công trường.

Qua thực tế sử dụng các phụ gia siêu dẻo ở Việt Nam có thể nhận thấy là với mỗi loại xi măng cụ thể thì tác dụng của mỗi loại phụ gia siêu dẻo cũng khác nhau. Thị trường xi măng của nước ta rất đa dạng, với nhiều loại xi măng được sản xuất theo các công nghệ khác nhau được nhập từ nhiều nước khác nhau hoặc tự trong nước sản xuất. Ví dụ: Hoàng Thạch, Bim Sơn, Bút Sơn, Nghi Sơn, Sao Mai... hoặc là những loại xi măng sản xuất ở các địa phương theo công nghệ lò đứng lạc hậu nhập từ Trung Quốc. Do đó thí nghiệm luôn là vấn đề quan trọng nhất trước khi quyết định áp dụng một loại phụ gia siêu dẻo cho một loại xi măng tương ứng nào đó. Việc thay đổi nguồn cung cấp xi măng và nguồn cung cấp phụ gia trong quá trình thực hiện một dự án sẽ có nhiều rủi ro cần xem xét.

Một vài loại chất siêu dẻo khác nhau đang được dùng rộng rãi trên thị trường quốc tế và nước ta, dựa trên các tính chất hoá học khác nhau, mặc dù chúng đều có các chức năng tương tự đối với bê tông lỏng và bê tông đã hoá cứng. Đó là các chất với các thành phần hữu cơ với trọng lượng phân tử cao, một vài thành phần được tổng hợp nhân tạo và một vài thành phần khác bắt nguồn từ các sản phẩm thiên nhiên.

Có thể nhận dạng một số các loại chất siêu dẻo sau:

# Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

## **A. Sunphonat melamin - formaldehyd condensat**

Chúng là các polyme đặc biệt với giá trị của n (số kết tụ) thường ở khoảng 50 - 60, và trọng lượng phân tử khoảng 20000. Các kết tụ này thường sử dụng dưới dạng muối natri rất dễ hoà tan trong nước do chủ yếu có nhóm sunphonat trong chuỗi nhánh (ví dụ phụ gia sikament 520).

## **B. Sunphonat naphthalene - formaldehyde kết tụ**

Đây là các polyme tương tự như các loại trước nhưng độ đậm đặc ít hơn. Ở đây muối natri cũng được sử dụng, quá trình hoà tan duy nhất chỉ do nhóm sunphonat. Giá trị n trong trường hợp này thường trong khoảng từ 5 - 10, với trọng lượng phân tử tới 2000 (ví dụ phụ gia sikament 163 EX, sikament NN).

## **C. Modified lignosunphonat**

Lignosunphonat bột lấy từ bột gỗ, được sử dụng phổ biến như chất hoá dẻo. Để tăng hiệu quả tác dụng của chúng có thể tinh chế hoặc thay đổi tính chất (ví dụ phụ gia sikament R4).

Quá trình liên quan đến sự loại bỏ đường và các tạp chất không mong muốn khác, sự lựa chọn các đoạn trọng lượng phân tử cao hơn và được tùy ý lựa chọn giữa sunphonat hay một phần polyme. Muối kim loại canxi và kali được sử dụng trong phụ gia, để có được khả năng giảm nước cao hơn.

Các đơn vị lặp lại cơ bản các phân tử lignosunphonat có khung (cốt) phenyl - propan phức tạp hơn. Các nhóm phụ rất đa dạng và có thể có cả phenolic, caboxylic và methoxy kết hợp với sunphonat. Trong dung dịch, lõi phân tử dưới dạng hình cầu với các nhóm được ion hoá tại gần bề mặt.

## **D. Các hoá chất hay hỗn hợp mà chúng có yêu cầu làm việc như là chất siêu dẻo**

Ví dụ như hỗn hợp axit amin, polyxacarit và các polyme hydroxylat trọng lượng phân tử cao cùng các đồng polyme.

Trong những năm gần đây sự phân biệt giữa các loại này trở nên không rõ ràng và người ta đã đưa ra hai loại vật liệu nhãn hiệu B và C để tạo ra chất siêu dẻo có giá thành rẻ hơn nhưng hiệu quả hơn.

Đối với loại chất "siêu dẻo làm chậm" cũng mới được chấp nhận sử dụng ở những công trình mà yêu cầu kéo dài thời gian khả năng làm việc lâu hơn.

## 7.2. KIỂU HOẠT ĐỘNG

Tính cơ học mà chất siêu dẻo tạo ra có ảnh hưởng tương tự như các chất hoá dẻo bình thường. Sự khác nhau chủ yếu là chất siêu dẻo gồm các phân tử rất lớn (kích thước keo) khi hoà tan trong nước để các ion mang điện cực âm rất cao (anion). Mặc dù ta không biết hình

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

dạng của các anion (trừ trường hợp của lignosunphonat) song chúng ta có thể được miêu tả với nhóm sunphonat có xu hướng tách ra khỏi nước. Các anion này bám vào bề mặt của các hạt xi măng với liều lượng phụ gia vừa, chúng bị hấp thụ với số lượng vừa đủ để tạo tác dụng hoàn chỉnh xung quanh chúng.

Sự tổng hợp của lực đẩy tĩnh điện và kích thước ion lớn (mà nó chia ra thành hình cầu) gây ra sự phân tán rất nhanh của các hạt xi măng riêng rẽ. Như vậy, nước ở trong các khối kết tụ ban đầu được giải thoát làm cho các hồ xi măng linh động hơn và như vậy làm tăng khả năng làm việc của bê tông.

Các chất siêu dẻo không tạo ra sự giảm đáng kể ứng suất bề mặt của nước, do vậy ít có xu hướng thái quá cuốn khí ngay cả khi với liều lượng cao. Sự hấp thụ các anion trên bề mặt các hạt xi măng cũng kém bền hơn trong trường hợp dùng chất làm chậm (ví dụ muối axit hydroxycacboxylic) và quá trình diễn ra phản ứng thủy hoá không bị cản trở với mức độ liều lượng bình thường. Do vậy, đối với chất siêu dẻo thông thường sẽ không có sự làm chậm đáng kể tới quá trình ninh kết và đông cứng.

### 7.3. ẢNH HƯỞNG TỚI BÊ TÔNG TƯƠI (HỖN HỢP CHƯA HOÁ CỨNG)

Các đặc tính của bê tông tươi có dùng chất siêu dẻo bị ảnh hưởng bởi cả chất siêu dẻo và khả năng làm việc ban đầu của hỗn hợp. Do vậy, để thuận tiện cho việc so sánh các đặc tính của hỗn hợp thí nghiệm với hỗn hợp được dẻo hoá giảm nước để có khả năng làm việc hợp lý thì với hỗn hợp đó nhưng thành phần nước không đổi sẽ tạo ra khả năng làm việc cao hơn cho bê tông.

#### 7.3.1. Thiết kế hỗn hợp bê tông với chất siêu dẻo

Sử dụng chất giảm nước ở mức độ cao tạo ra bê tông cường độ cao, thiết kế hỗn hợp thông thường theo các nguyên tắc có thể sử dụng. Trong cách sử dụng này tác dụng chất giảm nước sẽ không rõ rệt nếu như hỗn hợp quá dính và đặc biệt với chất siêu dẻo loại C, vì nó có thể cho thêm tới 1,5% khí mà chỉ có thể giảm một vài lượng cát.

Cần lưu ý rằng việc giảm nước nhiều làm cho khả năng làm việc có thể mất nhanh hơn đối với hỗn hợp bê tông thông thường có khả năng làm việc ban đầu tương tự.

Khi sử dụng phụ gia để tạo ra bê tông cần thiết phải xét đến những yêu cầu như là ảnh hưởng tới tính dính của hỗn hợp có thể rất lớn, đặc biệt ở mức độ cao nhất của các mức độ dưới đây có thể đạt được. Hỗn hợp có tính dính ở độ sụt 100mm, khi được dẻo hoá có thể có sự phân tầng rất lớn của các cốt liệu thô, sự mất nước và sự phân tầng còn xảy ra trong quá trình đổ tại công trường. Những điều không mong muốn này có thể tránh được bằng việc lựa chọn cẩn thận loại chất siêu dẻo, sử dụng phương pháp thiết kế hỗn hợp hình dạng và cấp phối cốt liệu.

Chất siêu dẻo loại C, do xu hướng làm tăng chút ít sự cuốn khí, có thể tăng tính dính của hỗn hợp. Chất siêu dẻo loại B nói chung có ít tác dụng khí hơn, trong khi loại A thường làm

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

giảm khí cuốn tự nhiên, vì vậy làm giảm một chút tính dính. Khi lựa chọn các chất siêu dẻo phải luôn lưu ý đến các yếu tố này, nếu thay đổi thiết kế hỗn hợp hay thành phần thì chúng không thể cho hỗn hợp có tính dính tốt.

Với bê tông lỏng thì người ta vẫn thích hỗn hợp có tính dính cao và nếu thiết kế hỗn hợp bơm để có độ sụt 75mm, thì sẽ tạo ra bê tông lỏng khí được dẻo hoá. Sự lựa chọn thiết kế hỗn hợp thông thường sử dụng thành phần cát tăng lên 5%. Việc sử dụng dụng cụ đo lỗ rỗng rất có tác dụng trong việc xác định thành phần cát tối ưu để có được lượng lỗ rỗng nhỏ nhất. Không một phương pháp nào có thể đảm bảo được bê tông lỏng nếu như hỗn hợp tổng có độ mịn và đường tiệm cận thấp, chi tiết được nói dưới đây.

- Kích thước cốt liệu là 20mm hay nhỏ hơn, tất cả các cốt liệu mịn khoảng 450kg/m<sup>3</sup> (ximăng với cát qua lỗ sàng 300).

- Đối với thành phần ximăng 270kg/m<sup>3</sup> hay lớn hơn, cần sử dụng thêm 24 - 35% cát 0 - 1,18mm (phần trăm của toàn bộ cốt liệu).

- Nếu thành phần ximăng nhỏ hơn 270kg/m<sup>3</sup>, thì phần trăm cát vượt qua sàng 1,18mm phải tăng lên khoảng 35%. Việc đạt được thành phần cát tối ưu có thể dẫn đến sự phân tầng hay sự mất nước.

- Ở những nơi mà cát sạch nhưng thiếu thành phần hạt mịn, một phần được thay thế bằng vật liệu như là puzolan hay cát xây phù hợp để cải thiện đặc tính chảy của bê tông.

Chất siêu dẻo có thể thêm trực tiếp vào xe trộn ở công trường hay thêm vào bằng một phụ gia phân tán ở nhà máy. Sự lựa chọn này tùy thuộc một phần vào loại chất siêu dẻo được sử dụng bởi vì để giữ được khả năng làm việc có thể dẫn tới giảm tuổi thọ, đặc biệt đối với chất siêu dẻo loại A. Trong quá trình vận chuyển rất khó để có thể tránh được sự tràn hỗn hợp ra ngoài, điều này không thể bỏ qua được.

### 7.3.2. Phương pháp đo các thông số đối với bê tông lỏng

Các phương pháp truyền thống để đo thông số độ sụt và độ đầm nén thường là không phù hợp cho việc đo khả năng làm việc của bê tông lỏng. Độ sụt thường vượt quá 200mm tới mức không thể đưa ra được mối quan hệ có ý nghĩa với khả năng làm việc mà ta thấy được. Thông số đầm nén thường vượt quá 0,98 và phổ biến là đạt tới giá trị tới hạn 1,00, điều đó có nghĩa là nó đưa ra mối quan hệ rất không chính xác và độ nhạy kém.

Dòng chảy bê tông có thể đo đạc dựa trên bảng dòng chảy tiêu chuẩn (chi tiết xem quy trình Anh BS 1881 - Phần 105) và được đánh giá là phương pháp phù hợp nhất để đánh giá khả năng làm việc của bê tông lỏng. Bê tông được xem như là dòng chảy khi đường kính trải rộng, được đo trên bảng dòng chảy, lớn hơn 510mm. Tại giá trị lớn hơn 620mm, bê tông có sử dụng chất siêu dẻo loại A và B có thể có xu hướng mất nước và phân tầng, nhưng nếu ta cẩn thận với việc thiết kế hỗn hợp và sử dụng chất siêu dẻo loại C thì có thể thoả mãn được ngay cả với dòng chảy vượt quá 650mm, do tính dính được nâng cao.

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Liều lượng yêu cầu để đưa ra mức độ đặc biệt của dòng chảy là tùy thuộc vào loại chất siêu dẻo, việc thiết kế hỗn hợp bê tông và thành phần của nó. Không nên cho rằng chất siêu dẻo thoả mãn hỗn bê tông lỏng này sẽ thoả mãn với một hỗn hợp thiết kế sử dụng cát và các cốt liệu khác.

### 7.3.4. Sự duy trì khả năng làm việc cao

Đối với một tình huống áp dụng nào đó đã chọn trước, thời gian mong muốn đối với chất siêu dẻo để duy trì độ chảy của hỗn hợp bê tông sẽ tùy thuộc một vài yếu tố. Các yếu tố này bao gồm nhiệt độ bên ngoài, khoảng thời gian giữa thời điểm cho chất siêu dẻo vào và thời điểm đổ bê tông, và thời gian đổ bê tông.

Nói chung các loại chất siêu dẻo khác nhau đều duy trì khả năng làm việc của chúng đối với đặc tính chu kỳ, sự thay đổi hơn nữa bởi các nhà sản xuất phụ gia có thể được lựa chọn trong tình huống này. Thời kỳ duy trì khả năng làm việc có ảnh hưởng rất lớn bởi khả năng làm việc ban đầu.

### 7.3.5. Cuốn khí và thời gian ninh kết của bê tông khả năng làm việc cao

Ở mức độ làm việc cao, sự ổn định của khí cuốn là thấp và việc sử dụng chất siêu hóa dẻo thường tạo ra sự giảm tới 0,6% lượng khí cuốn tự nhiên. Chất siêu hóa dẻo loại A tạo ra xu hướng lớn nhất đối với sự cuốn khí và giảm điển hình là 0,3 - 0,5%. Loại C có ảnh hưởng ít nhất và thậm chí có thể có sự cuốn khí chút ít, kết quả thường là từ - 0,1% tới + 0,2% so với lượng bình thường. Loại B nằm giữa hai loại này.

Kết quả ảnh hưởng của sự không cuốn khí hay cuốn khí này tới tính dính của bê tông có khả năng làm việc cao đã được xem xét trước kia. Cuốn khí của bê tông với khả năng làm việc cao khi sử dụng phụ gia cuốn khí thông thường rất khó khăn và khí trở nên rất không ổn định. Kết quả tốt nhất đạt được khi tác nhân cuốn khí thêm vào sau 2 - 5 phút sau khi cho chất siêu dẻo vào. Các loại chất siêu dẻo này kéo dài thời gian khả năng làm việc cao, và cuối cùng nó cho thời gian ninh kết dài. Khi lựa chọn các chất siêu dẻo cho các mục đích sử dụng đặc biệt phải luôn luôn ghi nhớ các điều này, đặc biệt với nhiệt độ bên ngoài rất thấp hoặc rất cao.

### 7.3.6. Cuốn khí và thời gian ninh kết của hỗn hợp giảm nước

Trong hỗn hợp giảm nước, sự giảm khí cuốn đối với hỗn hợp kiểm tra là không bình thường nhưng thỉnh thoảng điều này vẫn xảy ra đối với chất siêu hóa dẻo loại A mà điển hình là ảnh hưởng tới sự cuốn khí từ - 0,2% tới + 0,2%. Loại B điển hình là từ 0,0 tới + 0,5% trong khi đó loại C điển hình là từ + 0,5% tới 1,5%.

## 7.4. ẢNH HƯỞNG TỚI BÊ TÔNG ĐÃ HOÁ CỨNG

Đặc tính của bê tông siêu dẻo là có cường độ và khả năng làm việc cao, thay đổi tùy thuộc vào việc thiết kế hỗn hợp và đặc biệt vào tỷ lệ N/X. Chất siêu dẻo loại C có thể làm

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

cho cường độ giảm đôi chút. Khi nước được giảm tối đa thì mục tiêu chính là (và có thể thay đổi từ 20 - 35%) đạt được cường độ nén cuối cùng và cường độ nén ban đầu sớm rất cao.

**Bảng 7.1: Sự mất mát khả năng làm việc và thời gian hoá rắn ban đầu  
diễn hình đối với ba loại chất siêu dẻo**

Chất siêu dẻo	Dòng chảy, độ sụt, khả năng làm việc ban đầu	Khả năng làm việc, độ sụt sau 2 giờ	Thời gian hoá rắn ban đầu 0,5N/mm <sup>2</sup>	
			Mẫu được lấy ngay sau khi trộn	Mẫu lấy sau 2 giờ
Mẫu kiểm tra	Độ sụt 75mm	Độ sụt 15mm	3h10'	
Loại siêu dẻo A	Dòng chảy 600mm	Độ sụt 45mm	0h 25'	1h
Loại siêu dẻo B	Dòng chảy 550mm	Độ sụt 95mm	0h55'	1h30'
Loại siêu dẻo C	Dòng chảy 570mm	Độ sụt 110mm	1h30'	2h05'

*Lưu ý: Sự kéo dài của thời gian hoá rắn ban đầu khi mẫu thí nghiệm được chuyển đi 2 giờ sau khi trộn thay thế cho việc mẫu lấy ngay sau khi trộn.*

Tuy nhiên, vấn đề về sự làm việc của bê tông trong một thời gian dài được đặt ra. Đặc biệt đối với độ bền, từ biến và co ngót. Để trả lời vấn đề này một cách chính xác, có thể nói rằng tất cả các dữ liệu đã biết cho thấy các chất siêu dẻo không có các tác động phụ tới các đặc tính kỹ thuật của bê tông.

Các thí nghiệm được thực hiện hơn 1 năm với bê tông lỏng (cả có cuốn khí và không cuốn khí) và bê tông giảm nước chỉ ra rằng: so với bê tông kiểm tra (bê tông chuẩn) với tỷ lệ N/X, cường độ, co ngót khô, sự trương nở, môđun đàn hồi và độ bền sunfát không có ảnh hưởng đáng kể bởi sự có mặt của chất siêu dẻo loại B.

Một dữ liệu khác cũng xác nhận rằng không có sự giảm cường độ sau 11 năm đối với bê tông siêu dẻo có sử dụng chất siêu dẻo loại B.

Độ bền chống băng giá cũng không kém hơn đối với bê tông thông thường. Trong trường hợp bê tông cuốn khí, kích thước bọt lớn hơn và thông số khoảng cách giữa các lỗ khí có thể do được bằng một vài thí nghiệm, và sự nghi ngờ đã được đặt ra có liên quan tới độ bền chống băng giá của bê tông siêu dẻo của loại này. Tuy nhiên, không có sự tương quan về thông số khoảng cách giữa các lỗ rỗng và yếu tố độ bền đối với bê tông và các thông số khác chỉ ra khả năng chống được băng giá. Thật là thông minh khi trong thực tế duy trì thành phần khí của bê tông bằng sự tăng thêm liều lượng khí cuốn, đặc biệt đối với bê tông lỏng.

**Bảng 7.2: Cường độ nén của bê tông giảm nước có sử dụng chất siêu dẻo loại B**

Thành phần xi măng (kg/m <sup>3</sup> )	334	355	378	404	434	471	512
Tỷ lệ N/X	0,55	0,50	0,45	0,4	0,35	0,3	0,25
Lượng phụ gia (% trọng lượng xi măng)	0,0	0,7	1,0	1,4	1,8	2,2	2,95
Độ sụt (mm)	93	96	94	97	96	106	108
Thành phần khí (% khối lượng)	1,2	1,2	1,4	1,5	1,5	1,5	0,8

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Cường độ nén (N/mm <sup>2</sup> ) tại:							
1 ngày	11,4	12,9	17,6	19,7	29,6	41,5	47,2
3 ngày	21,1	31,0	36,9	45,6	61,6	74,0	82,6
7 ngày	32,3	42,8	51,0	59,0	75,1	85,3	93,8
28 ngày	41,6	52,7	58,6	70,0	85,6	96,6	110,8
365 ngày	49,6	60,8	72,8	85,8	100,2	112,8	120,6

\* Phụ gia sử dụng dung dịch đậm đặc loại B 42%.

Các đặc tính khác của bê tông liên quan đến độ bền lâu là tính thấm và sự bảo vệ cốt thép khỏi bị ăn mòn. Hơn nữa, tất cả các dữ liệu đều chỉ ra rằng việc sử dụng chất siêu dẻo không gây ra một ảnh hưởng có hại nào. Trong trường hợp bê tông giảm nước thì lại có tác dụng có lợi tới tính thấm và sự giảm mức độ cacbon hoá. Là các clorit tự do, chất siêu dẻo không ăn mòn hoá học và điều này đã được xác nhận bởi các thí nghiệm ở Nhật Bản. Xem bảng 7.3.

**Bảng 7.3: Sự gỉ cốt thép hàn trong 5 năm ở cọc bê tông dự ứng lực**

Phụ gia	Liều lượng (% trọng lượng xi măng)	Sự ăn mòn vỏ bọc
Không	-	0,25
Loại B (dung dịch 42%)	0,6	ăn mòn một chút
Chất hoá dẻo canxi lignosunphonat	0,25	0,1
Canxi clorua	0,05	0,3
	0,5	0,6
	1,0	11,7
	2,0	19,6

### 7.5. ĐẶC ĐIỂM CỤ THỂ CỦA MỘT SỐ LOẠI CHẤT SIÊU HOÁ DÈO

Với một vài loại chất siêu dẻo, tùy theo mỗi chất các đặc tính của chúng đối với bê tông, người sử dụng sẽ phải lựa chọn loại nào cho phù hợp nhất với mục đích sử dụng của mình. Phần này có mục đích đưa ra hướng dẫn trong lĩnh vực này, bởi trước tiên là việc làm nổi bật các đặc tính của chất siêu dẻo và sau đó là một vài ví dụ mẫu liên quan tới việc sử dụng.

#### 7.5.1. Chất siêu dẻo loại A

Loại phụ gia làm giảm tác dụng kéo dài khả năng làm việc hoặc làm mất tác dụng này và do vậy nó thích hợp ở nhiệt độ thấp hoặc khi có yêu cầu cường độ sớm cao (ví dụ khi đúc các dầm BTCT dự ứng lực mà muốn cường độ bê tông 3 ngày tuổi đạt 70 - 80% của mức thiết kế (tức là  $R_3 = 0,7 - 0,8R_{28}$ ) hoặc khi cần tạo ra hỗn hợp bê tông dùng cho bản sàn để sau đó sẽ dùng máy xoa (helicopter) đánh bóng và làm cứng bề mặt sàn. Điển hình trên thị trường Việt Nam là phụ gia siêu dẻo tăng nhanh ninh kết, đạt cường độ cao sớm Sikament NN.

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Sự mát mát khả năng làm việc của loại này nhanh hơn nhiều so với các loại khác trong khi nó có các ưu điểm đối với bản sàn ở nhiệt độ thấp, có thể cho thời gian đổ bê tông rất ngắn ở nhiệt độ thường. Khả năng làm việc của hỗn hợp chảy có thể chỉ có độ sụt 70mm sau 15 phút ở 40°C. Vì vậy người ta thường cho chúng trực tiếp vào xe trộn ở tại vị trí công trường và sau đó đổ ngay bê tông càng sớm càng tốt. Nếu khả năng làm việc bị mất trước khi đổ, thì ta có thể tiếp tục cho thêm một lượng phụ gia này vào để giữ khả năng làm việc mà không có sự mất mát lớn về đặc tính vật lý trong bê tông hóa cứng. Việc này không cho phép đối với các loại chất siêu dẻo khác.

Do chất siêu dẻo loại A có xu hướng làm giảm sự cuốn khí trong hỗn hợp mà hỗn hợp này bị phù nước và phân tầng, do vậy thành phần cát sẽ cao hơn mức thông thường. Với khả năng làm việc rất cao, hỗn hợp có thể vẫn bị phân tầng và việc vận chuyển và rung đầm nên giữ ở mức thấp nhất.

Trong bê tông giảm nước, loại phụ gia này sẽ chỉ ra sự mát mát khả năng làm việc rất nhanh và thời gian ninh kết sẽ nhanh hơn khả năng làm việc của hỗn hợp kiểm tra khoảng 30 - 40 phút. Cường độ sau 24 giờ có thể vượt quá 150% cường độ của hỗn hợp kiểm tra.

Chất siêu dẻo loại A rất phù hợp cho việc sử dụng:

- Đổ bê tông ở nhiệt độ thấp.
- Đổ bê tông sàn nơi kết thúc làm việc của bề mặt bằng máy móc.
- Khi mà yêu cầu cường độ cao sớm (trong ngành xây dựng cầu BTCT dự ứng lực ở Việt Nam đang dùng rất phổ cập).

Với một bản sàn 8500m<sup>2</sup> được đổ ở trong nhà máy trong 11 giờ có sử dụng bê tông lỏng siêu dẻo loại A. Nhiệt độ bên ngoài từ 2 - 5°C nhưng thiết bị dùng để hoàn thiện bề mặt bản sàn có thể bắt đầu làm việc trên sàn trong 5 giờ đổ. Việc sử dụng chất siêu dẻo đã tiết kiệm thời gian, nhân công và chi phí để thuê mặt bằng.

### 7.5.2. Chất siêu dẻo loại B

Chất siêu dẻo loại này cho mức độ làm chậm ninh kết và sự cuốn khí lớn hơn loại A, nhưng nó cũng cho thời gian duy trì khả năng làm việc lâu hơn. Điều này cho phép ta có thể trộn trước khi vận chuyển tới công trường.

Việc tăng mức độ cuốn khí ảnh hưởng rất ít tới tính dính của hỗn hợp bê tông có thành phần cát lớn như vậy sẽ đưa đến hỗn hợp có khả năng làm việc cao chống lại sự phân tầng và mất nước.

Với nhiệt độ bên ngoài từ mức bình thường tới cao thì việc duy trì khả năng làm việc cao trong một thời gian dài là một điều rất quan trọng. Cùng với việc làm kéo dài khả năng làm việc khoảng 20 tới 40 phút đối với bê tông giảm nước cường độ cao, loại chất siêu dẻo này có hiệu quả đối với bê tông đổ sẵn ở nhiệt độ bên ngoài giữa 15°C và 40°C, cũng như trong nhà máy khi mà sử dụng chu kỳ nhiệt.

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Chất siêu dẻo loại B sử dụng phù hợp cho:

- Bê tông đổ sẵn ở nhiệt độ thường và cao.
- Bản sàn ở nhiệt độ thường hay cao.

Đổ khối bê tông với lượng cốt thép nhiều mà không cần thay đổi khả năng làm việc của bê tông và chế độ đầm nén.

**Ví dụ điển hình về việc sử dụng chất siêu dẻo loại B:** Một khu sân kho đổ sẵn sử dụng phụ gia siêu dẻo loại B để giảm nước với 340kg ximăng/m<sup>3</sup>, bê tông hỗn hợp cho cường độ nén 31N/mm<sup>2</sup> sau 3 ngày bảo dưỡng ở nhiệt độ bên ngoài. Một sân khác sử dụng hỗn hợp thành phần ximăng 400kg/m<sup>3</sup>, cho cường độ nén 23N/mm<sup>2</sup> sau 5 giờ sử dụng chu kỳ nhiệt để bảo dưỡng với nhiệt độ lớn nhất 70°C trong 30 phút. Cường độ này có thể đạt được bởi việc sử dụng chất siêu dẻo giảm nước và cho phép nhà máy đổ được 3 bộ phận từ mỗi một mẻ đổ trong 24 giờ.

Ví dụ điển hình trên thị trường Việt Nam là phụ gia siêu dẻo làm chậm ninh kết, giảm nước nhiều, đạt cường độ cao: sikament R4

### 7.5.3. Chất siêu dẻo loại C

Loại chất siêu dẻo này duy trì khả năng làm việc rất tốt và do vậy tác dụng của nó rất có ích khi nhiệt độ bên ngoài cao và khi khoảng cách vận chuyển dài và quá trình đổ bị trì hoãn nhiều. Mặt khác cũng do tác dụng làm chậm ninh kết mà cường độ sau 24 giờ của hỗn hợp bê tông nói chung rất thấp.

Chất siêu dẻo loại C cũng làm tăng khí cuốn trong hỗn hợp lên từ 1 tới 2%. Điều này dẫn đến làm tăng thành phần cát của hỗn hợp, tăng khả năng làm việc, giảm sự mất nước và phân tầng. Đặc điểm này làm cho loại phụ gia này đặc biệt phù hợp khi mà chất siêu dẻo được sử dụng với cốt liệu có đường cấp phối xấu hay khi mà chất siêu dẻo được trộn vào bê tông trước khi vận chuyển ra công trường.

Khi chất siêu dẻo loại C được sử dụng để tạo ra hỗn hợp giảm nước, hỗn hợp có thể có tính dính quá lớn và chống lại tác dụng giảm nước của phụ gia. Tình huống này có thể giảm thành phần cát xuống từ 3 - 5%.

Chất siêu dẻo loại C phù hợp cho việc sử dụng:

- Bê tông ở nhiệt độ bên ngoài cao.
- Bê tông được trộn phụ gia ở nhà máy sản xuất bê tông và được vận chuyển tới công trình với khoảng cách xa.
- Khi mà cần duy trì khả năng làm việc và tự đầm nén đối với những cấu kiện bê tông có cốt thép dày đặc.
- Hỗn hợp có khả năng làm việc cao khi mà cốt liệu không hợp lý dẫn đến mất nước và phân tầng.

## *Ví dụ sử dụng phụ gia siêu hoá dẻo loại C:*

Để đổ bê tông các nền móng có cốt thép dày đặc là rất khó khăn, phụ gia được cho thêm vào để tạo ra bê tông lỏng tại máy trộn rồi được vận chuyển tới công trình và tiến hành đổ bê tông. Bê tông có khả năng làm việc cao, có thể chảy xung quanh móng với độ rung nhỏ nhất và không cần dùng đến bơm bê tông trong những công trường mà mặt bằng hạn chế.

## **7.5.4. Chất siêu dẻo đặc biệt dành cho bê tông tự đầm**

### *7.5.4.1. Yêu cầu từ thực tiễn*

Các dự án cầu có nhịp đặc biệt lớn thuộc hệ kết cấu dây xiên - dầm cứng BTCT và cầu dây xiên - dầm cứng thép dũa và đang được tiến hành ngày một nhiều ở nước ta (cầu Mỹ Thuận, cầu Kiên, cầu Bình, cầu Bãi Cháy, cầu Cần Thơ, cầu Rạch Miễu, v.v... Một trong những vấn đề kỹ thuật cần quan tâm giải quyết là công nghệ thi công bê tông chất lượng cao đặc biệt cho một số bộ phận kết cấu có đặc điểm chịu lực phức tạp, chịu ứng suất cục bộ lớn như phần đỉnh cột tháp cầu, nơi có rất nhiều dây treo xiên tụ vào, hoặc các vị trí trên dầm cứng bê tông cốt thép, nơi có liên kết neo với các dây treo xiên. Tại những vị trí này yêu cầu bê tông có cường độ chịu nén cũng như chịu kéo đều cao. Mặt khác, ở đó có rất nhiều cốt thép thường, hoặc cả cốt thép dự ứng lực bố trí sát nhau khiến cho việc đổ bê tông gặp khó khăn. Tại cao độ đỉnh cột tháp thường là xấp xỉ cao 200m hoặc hơn nữa, sàn công tác chật hẹp, việc bơm bê tông lên cao và đầm bê tông đều có những yêu cầu đặc biệt khó khăn.

Một trong những giải pháp có thể áp dụng tốt trong các điều kiện nói trên là sử dụng bê tông tự đầm. Loại bê tông này đảm bảo chất lượng cao về mọi mặt và có thể tự chảy lỏng loang đến mọi nơi trong ván khuôn cho dù cốt thép đặt dày đặc mà không cần đầm rung. Như vậy có thể bơm bê tông lên cao và đổ ngay vào ván khuôn mà không cần đầm nữa.

### *7.5.4.2. Giới thiệu chung về bê tông tự đầm (self-compacting concrete)*

Bê tông tự đầm (BTTĐ) đang ngày càng được sự quan tâm rộng rãi của các kỹ sư kể từ khi được áp dụng lần đầu tiên tại Nhật Bản vào những năm cuối thập kỷ 80. Khả năng chảy lỏng tuyệt vời kết hợp với đặc tính chống phân tầng đã khiến cho loại bê tông này có thể được đổ mà không cần đầm. Những tính chất đặc biệt khác như cường độ cao về chịu kéo và chịu nén, độ chống thấm cao, tuổi thọ cao, v.v... càng khiến cho lĩnh vực áp dụng loại bê tông tự đầm ngày càng mở rộng. Trở ngại duy nhất là giá thành còn cao, vì vậy chúng ta không thể sử dụng một cách đại trà mà chỉ áp dụng BTTĐ ở những bộ phận kết cấu đặc biệt, trong những dự án đặc biệt. Nguyên nhân chính đã đem lại những tính năng quý báu cho bê tông tự đầm là do áp dụng thế hệ phụ gia hoá học mới, gốc polyme như polycacboxylat cùng với công nghệ thiết kế cấp phối mới, chế tạo cấp phối và kiểm tra chặt chẽ ở hiện trường.

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

### 7.5.4.3. Các ưu điểm của phụ gia siêu dẻo cực mạnh SikaViscocrete

Phụ gia SikaViscocrete là một loại phụ gia thế hệ thứ 4 có gốc polyme. Nó làm cho bê tông tươi cũng như bê tông đã hoá cứng có nhiều ưu điểm hơn hẳn so với khi áp dụng các loại phụ gia siêu dẻo thông dụng hiện nay.

- Đối với bê tông tươi:

- + Có tính linh động tuyệt vời.
- + Có độ chảy lỏng như ý muốn của kỹ sư xây dựng.
- + Hỗn hợp rất đồng nhất và ổn định.
- + Bề mặt hỗn hợp rất mịn.

- Đối với bê tông khi đã hoá cứng:

- + Mật độ bê tông rất cao vì lượng nước được giảm đến mức tối thiểu.
- + Có cường độ rất cao vì các lỗ rỗng là tối thiểu.
- + Có độ chống thấm rất cao.
- + Có tuổi thọ cao vì tính chống thấm cao.
- + Mức độ co ngót rất ít vì hàm lượng nước ít.
- + Giảm thiểu nguy cơ bị cacbonat hoá vì độ xốp của bê tông rất nhỏ.

Loại bê tông tự đầm có phụ gia Viscocrete sẽ có độ dính bám rất cao, độ chảy cao mà không bị phân tầng. Nhờ các tính chất này mà chúng ta có thể đổ bê tông mà không cần đầm rung nữa.

Về độ chảy lỏng thì bê tông tự đầm có cấp phối được thiết kế đặc biệt nên rất mịn và chảy lỏng tối đa. Nếu thiết kế cấp phối hoàn hảo thì độ dốc của bề mặt khối bê tông đổ ra trên mặt phẳng có thể chỉ là 3%.

### 7.5.4.4. Chỉ dẫn chung về thiết kế cấp phối cho bê tông tự đầm có dùng phụ gia siêu dẻo cực mạnh SikaViscocrete

#### 7.5.4.4.1. Cốt liệu thô

Cỡ hạt cốt liệu thô lớn nhất nên lấy trong khoảng 12 - 20mm, nhưng các kích cỡ khác cũng có thể được áp dụng. Hàm lượng cốt liệu điển hình nên lấy như sau:

- BT tự đầm loại 0 - 4mm thì cốt liệu thô chiếm 50%.
- BT tự đầm loại 4 - 8mm thì cốt liệu thô chiếm 15%.
- BT tự đầm loại 8 - 16mm thì cốt liệu thô chiếm 35%.

#### 7.5.4.4.2. Thành phần hạt mịn: cỡ hạt mịn không lớn quá 0,125mm

Hàm lượng hạt mịn cần thiết của hỗn hợp phụ thuộc chủ yếu vào kích cỡ cốt liệu thô lớn nhất, nhưng cũng phụ thuộc vào ứng dụng cụ thể của bê tông. Nói chung hàm lượng hạt mịn

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

cao hơn nhiều so với trong bê tông thông thường. Hàm lượng hạt mịn ở đây bao gồm cả cát, xi măng, và các chất độn khác như muối silic (silicafum).

Hàm lượng hạt mịn điển hình nên lấy như sau:

- Bê tông tự đầm loại 0 - 4mm thì hàm lượng hạt mịn  $\geq 650 \text{ kg/m}^3$ .
- Bê tông tự đầm loại 4 - 8mm thì hàm lượng hạt mịn  $\geq 550 \text{ kg/m}^3$ .
- Bê tông tự đầm loại 8 - 16mm thì hàm lượng hạt mịn  $\geq 500 \text{ kg/m}^3$ .
- Bê tông tự đầm loại 16 - 32mm thì hàm lượng hạt mịn  $\geq 475 \text{ kg/m}^3$ .

### 7.5.4.4.3. Chất kết dính (xi măng)

Hàm lượng xi măng được xác định tùy theo các tính chất yêu cầu của bê tông tự đầm trong mỗi dự án cụ thể và tùy thuộc vào hàm lượng hạt mịn cũng như kích cỡ lớn nhất của cốt liệu thô. Hàm lượng xi măng điển hình nên lấy như sau:

- Bê tông tự đầm loại 0 - 4mm thì hàm lượng xi măng 500 - 650  $\text{kg/m}^3$ .
- Bê tông tự đầm loại 4 - 8mm thì hàm lượng xi măng 450 - 500  $\text{kg/m}^3$ .
- Bê tông tự đầm loại 8 - 16mm thì hàm lượng xi măng 400 - 450  $\text{kg/m}^3$ .
- Bê tông tự đầm loại 16 - 32 mm thì hàm lượng xi măng 375 - 425  $\text{kg/m}^3$ .

### 7.5.4.4.4. Hàm lượng nước

Hàm lượng nước trong bê tông tự đầm ảnh hưởng rất lớn đến các đặc trưng chất lượng của bê tông khi đã hoá cứng như: cường độ cuối cùng, độ xốp rỗng v.v.. Nói chung, lượng nước trong loại bê tông có chất lượng thấp và chất lượng dưới trung bình là vào khoảng 200lít/ $\text{m}^3$  bê tông, còn trong loại bê tông có chất lượng trung bình là vào khoảng 180 - 200lít/ $\text{m}^3$  bê tông. Bê tông chất lượng cao phải có lượng nước ít hơn 180 lít/ $\text{m}^3$  bê tông. Trong các dự án cầu đúc hẫng ở nước ta hiện nay, lượng nước khoảng 165 - 170 lít/ $\text{m}^3$  bê tông.

### 7.5.4.4.5. Hàm lượng chất phụ gia

Phụ gia SikaViscocrete được dùng riêng cho bê tông tự đầm.

### 7.5.4.4.6. Thí nghiệm kiểm tra độ chảy-sụt khi dùng côn thử độ sụt thông thường

Chúng ta có thể dùng ngay loại côn thử độ sụt thông thường cho bê tông nhưng đặt lộn ngược để cho đỉnh có lỗ nhỏ hơn quay xuống dưới còn để côn quay lên trên. Đổ đầy hỗn hợp bê tông tự đầm vào miệng lỗ to mà không đầm rung, đặt sao cho bề mặt khay thép thật nằm ngang và côn được đổ đầy hỗn hợp bê tông.

Tiếp theo, từ từ nhấc côn lên khỏi bề mặt khay thép. Bê tông sẽ chảy lỏng loang ra thành hình tròn trên bề mặt khay thép.

Đo thời gian cho đến khi đường kính vết loang tròn của hỗn hợp bê tông đạt đến 50cm. (thường là phải đạt sau 3 - 6 giây). Sau đó chờ một lúc và đo đường kính lớn nhất của vết loang tròn (thường đạt khoảng 65 - 75cm).

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Kiểm tra bằng mắt thường về độ đồng nhất và độ phân tách của mẫu, đặc biệt là ở các mép xung quanh.

### 7.5.4.4.7. Thí nghiệm kiểm tra độ chảy-sụt bằng hộp thử hình chữ L

Đổ đầy hỗn hợp bê tông tự đầm vào miệng lỗ mà không đầm rung. Kiểm tra về sự phân tách trên bề mặt.

Nhấc tấm chắn cửa dưới hộp thật nhanh cho bê tông chảy trào ra nhánh nằm ngang của hộp thử hình chữ L.

Kiểm tra độ chảy của hỗn hợp. Đo thời gian cho đến khi bê tông tràn ra theo chiều dài được 40cm. Tiếp tục đo thời gian đến khi hỗn hợp bê tông chảy đến hết chiều dài nhánh nằm ngang hộp chữ L. Đo độ chênh lệch chiều cao của bê tông sau khi ngừng không tự chảy nữa.

Hiện nay có 2 loại hộp thử hình chữ L theo phương pháp nói trên.

- Nếu thử theo hộp kiểu châu Âu thì cần phải đạt  $T_{40cm} = 3 - 6$  giây  
và  $H_{x\text{ cm}} / H_{0\text{ cm}} > 0,80$
- Nếu thử theo hộp kiểu Nhật Bản thì cần phải đạt  $T_{40cm} = 3 - 6$  giây  
và  $T_{83\text{ cm}} \geq 45$  giây

### 7.5.4.5. Một số ví dụ áp dụng bê tông tự đầm có dùng phụ gia siêu dẻo cực mạnh *ViscoCrete*

#### 7.5.4.5.1. Ví dụ 1

Yêu cầu bê tông tự đầm có cường độ 40MPa.

Đặc điểm cấp phối đã áp dụng:

- Cỡ hạt thô 0 - 32 mm.
- Ximăng 350 kg/m<sup>3</sup> loại I và 75kg tro bay.
- Phụ gia 1,2% Viscocrete - 2.
- Tỷ lệ  $N/(X + \text{tro bay}) = 0,4$ .
- Tỷ trọng 2445 kg/m<sup>3</sup>.
- Lượng cuốn khí 0,5%.
- Độ chảy sụt SF50cm = 4 sec và SFmax = 69cm.
- cường độ bê tông 7 ngày tuổi = 45,9MPa.

#### 7.5.4.5.2. Ví dụ 2

Yêu cầu bê tông tự đầm có cường độ 40MPa.

Đặc điểm cấp phối đã áp dụng:

- Cỡ hạt thô 0 - 16 mm.

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

- Ximăng 425 kg/m<sup>3</sup> loại I và 75 kg tro bay.
- Phụ gia 1,4% Viscocrete - 3010 và 0,1% Sika AER-15.
- Tỷ lệ N/X = 0,42.
- Tỷ trọng 2360 kg/m<sup>3</sup>.
- Lượng cuốn khí 4,6%.
- Độ chảy sụt SFmax = 64cm.
- Cường độ bê tông 7 ngày tuổi = 40,1MPa.

### 7.5.4.5.3. Ví dụ 3

Yêu cầu bê tông tự đầm có cường độ 35MPa

Đặc điểm cấp phối đã áp dụng:

- Cỡ hạt thô 6/10 mm 820kg.
- Cát 0/3,15 mm 805kg.
- Ximăng 290 kg/m<sup>3</sup> loại I.
- Vi sợi 150kg.
- Phụ gia 0,9% Viscocrete - 3010 và 0,4% Viscocrete - 2100.
- Tỷ lệ N/X = 0,45.
- Tỷ lệ đá/cát = 1,02.
- Nước 198 lít.
- Tỷ trọng 2295 kg/m<sup>3</sup>.
- Lượng cuốn khí 0,8%.
- Độ chảy sụt SFmax = 75cm.
- Cường độ bê tông 7 ngày tuổi = 38 MPa.

### 7.5.4.5.4. Ví dụ 4

Yêu cầu bê tông tự đầm có cường độ 35 MPa.

Đặc điểm cấp phối đã áp dụng:

- Ximăng Nghi Sơn PCB 440.
- Phụ gia Viscocrete - 5 và Sikament 1200 NT.

Bảng sau đây ghi rõ các tham số thí nghiệm của 3 nhóm thí nghiệm điển hình.

#### Thành phần cấp phối

Số TT	Tỷ lệ N/X	Cấp phối trong điều kiện khô (kg/m <sup>3</sup> )					
		Ximăng	Silicafum PP1	Cát	Đá	Nước	Phụ gia (ml)
1	0,38	450	20	966	791	171	6300

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Số TT	Tỷ lệ N/X	Cấp phối trong điều kiện khô (kg/m <sup>3</sup> )					
		Ximăng	Silicafum PPI	Cát	Đá	Nước	Phụ gia (ml)
						184	(1200 NT)
2	0.40	450	20	944	773	179 189	8100 (Viscorete - 5)
3	0,38	460	20	946	774	174 182	8280 (Viscorete - 5)

### Kết quả thí nghiệm độ chảy lỏng

S T T	Cấp phối trong điều kiện thực tế (kg/m <sup>3</sup> )						Thí nghiệm chảy trên bàn (đường kính vết loang, mm)				Hàm lượng cuốn khí %
	Ximăng	Silicafum PPI	Cát	Đá	Nước	Phụ gia (ml)	sau 0'	sau 15'	sau 30'	sau 60'	
1	450	20	966	791	177 189	6300	65	62	60		6
2	450	20	944	773	185 195	8100	65		64		4,5
3	460	20	946	774	180 187	8280	66		63		2,0

### Kết quả thí nghiệm cường độ nén

Số TT	Cường độ chịu nén của mẫu thử khối vuông (MPa)			Ghi chú
	1 ngày	7 ngày	28 ngày	
1	6,4	27,8	36,1	
2	4,5	40,7	59,0	
3	1,2	42,4	57,2	

#### 7.5.4.6. Kết luận

Bê tông tự đầm là một công nghệ còn rất mới, không những đối với nước ta mà cả đối với nhiều nước khác, nhưng triển vọng áp dụng loại bê tông này cho những bộ phận kết cấu đặc biệt rất đáng quan tâm, với các vị trí khó đổ bê tông do cốt thép dày đặc, nơi yêu cầu thi công trên cao mà sàn công tác chật hẹp, chiều cao bơm bê tông lớn đến xấp xỉ gần hai trăm mét như các cột tháp cầu dây xiên và cầu dây văng, nơi có tình trạng chịu lực phức tạp, ứng suất cục bộ lớn như các ụ neo trên dầm cứng v.v.. đòi hỏi loại bê tông chất lượng cao về nhiều mặt chứ không phải chỉ riêng về mặt cường độ cao. Căn cứ các kết quả thí nghiệm ban đầu đã nêu ra ở trên, có thể nhận thấy việc chế tạo bê tông tự đầm đảm bảo chất lượng cao theo các tiêu chuẩn quốc tế với các vật liệu ximăng, cát, đá trong nước và phụ gia SikaViscocrete là hoàn toàn khả thi.

## 7.6. CÁC TIÊU CHUẨN DÀNH CHO CHẤT SIÊU HOÁ ĐÈO

Tiêu chuẩn Anh 5075: Phần 3 được phát hành năm 1985 đã đưa ra tính năng và các yêu cầu đồng bộ cho các chất siêu dẻo. Đặc điểm làm việc dựa trên cường độ nén và độ chảy của bê tông siêu dẻo ở thành phần nước tương ứng với hỗn hợp kiểm tra có độ sụt ban đầu  $75 \pm 10\text{mm}$ . Tiêu chuẩn này cũng đưa ra các giới hạn tối đa và tối thiểu về thời gian mà khả năng làm việc có thể hạ thấp xuống bằng khả năng làm việc ban đầu của hỗn hợp kiểm tra. Hơn nữa yêu cầu của tiêu chuẩn mà hỗn hợp được giảm nước để cho khả năng làm việc tương đương với hỗn hợp kiểm tra. Sau đó so sánh giữa cường độ nén và thời gian ninh kết của hỗn hợp kiểm tra và hỗn hợp thí nghiệm. Tiêu chuẩn cũng bao gồm các loại chất siêu dẻo làm chậm và chất siêu dẻo thông thường và các tính năng làm việc được đưa ra trong bảng 7.4.

**Bảng 7.4: Đề cương khái quát của BS 5075 - Phần 3: Các yêu cầu thực hiện thí nghiệm**

Đặc tính	Phương pháp thí nghiệm	Chất siêu dẻo	Chất siêu dẻo làm chậm
Dòng chảy	Bảng dòng chảy ở BS 1881 phần 105	510 - 620mm	510 - 620mm
Sự mất mát khả năng làm việc, độ sụt trở lại độ sụt của hỗn hợp kiểm tra ban đầu	Độ sụt theo BS 1881: Phần 102	ở 45 phút: không nhỏ hơn hỗn hợp kiểm tra ban đầu. Ở 4 giờ không lớn hơn hỗn hợp kiểm tra	Ở 4 giờ không nhỏ hơn hỗn hợp kiểm tra ban đầu
% Cường độ nén đối với hỗn hợp kiểm tra	BS 1881: phần 116		
7 ngày		không nhỏ hơn 90%	không nhỏ hơn 90%
ở 28 ngày		không nhỏ hơn 90%	không nhỏ hơn 90%
Liên hệ độ sụt với hỗn hợp kiểm tra	BS 1881: Phần 102	không lớn hơn 15mm	không lớn hơn 15mm
Liên hệ thời gian đông cứng với hỗn hợp kiểm tra			
Đối với $0,5\text{N/mm}^2$	BS 4551	trong 1 giờ	1 - 4 giờ
Đối với $3,5\text{N/mm}^2$	phương pháp thí nghiệm 5075	trong 1 giờ	
% Cường độ nén đối với hỗn hợp kiểm tra			
1 ngày	BS 1881: Phần 116	không nhỏ hơn 140%	
7 ngày		không nhỏ hơn 125%	không nhỏ hơn 125%
28 ngày		không nhỏ hơn 115%	không nhỏ hơn 115%

# Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

## Các chú ý của Tiêu chuẩn Anh BS-5075:

1. Tất cả các thí nghiệm được so sánh với hỗn hợp kiểm tra có độ sụt danh định là 75mm.
2. Thành phần khí của hỗn hợp kiểm tra nhỏ hơn 2% và hỗn hợp thí nghiệm có chứa chất siêu dẻo nhỏ hơn 3%.
3. Hỗn hợp thí nghiệm A có chứa chất siêu dẻo và có cùng lượng nước như hỗn hợp kiểm tra và cho bê tông lỏng có khả năng làm việc cao.
4. Hỗn hợp kiểm tra có chất siêu dẻo và có thành phần nước giảm để cho khả năng làm việc cân bằng với hỗn hợp kiểm tra.

Tiêu chuẩn Mỹ ASTM C494 đã mở rộng bao trùm cả các chất siêu dẻo vào năm 1980 và xem như có 2 loại: Loại F thông thường và loại G làm chậm. Chúng còn được gọi là chất giảm nước mức độ cao và chỉ thí nghiệm theo kiểu này, mặc dù mức độ thí nghiệm là rộng hơn và cường độ nén tới 12 tháng cũng như là cường độ uốn, co ngót và độ bền dưới điều kiện chu kỳ đóng băng và tan băng. Yêu cầu thực hiện chủ yếu được đưa ra trong bảng 7.5.

**Bảng 7.5: Bản đề cương khái quát của ASTM C 494 các yêu cầu thực hiện thí nghiệm đối với chất siêu dẻo**

Đặc tính	Phương pháp thí nghiệm ASTM	Chất giảm nước cao loại F	Chất giảm nước và làm chậm cao loại G
Mối liên hệ về thời gian ninh kết với hỗn hợp kiểm tra			
Ban đầu 3,5N/mm <sup>2</sup>	C340	1 giờ trước tới 1h30 sau	1 tới 3 h 30 sau
Cuối cùng 27,5N/mm <sup>2</sup>		1h trước tới 1h30 sau	không lớn hơn 3h30
Cường độ nén của hỗn hợp kiểm tra			
1 ngày	C39	140	125
3 ngày		125	125
7 ngày		115	115
28 ngày		110	110
6 tháng		100	100
1 năm		100	100
% cường độ uốn của hỗn hợp kiểm tra			
3 ngày	C78	110	110
7 ngày		100	100
28 ngày		100	100
% độ co ngót so với hỗn hợp kiểm tra	C157	135%	135%
Yếu tố độ bền tan /đóng băng	C666	80%	80%

# Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

## **Các chú ý của Tiêu chuẩn Mỹ ASTM C494:**

1. Tất cả các thí nghiệm so sánh với hỗn hợp kiểm tra có độ sụt danh định 75mm
2. Thành phần khí của hỗn hợp kiểm tra và hỗn hợp thí nghiệm nhỏ hơn 3% và hỗn hợp kiểm tra cho thêm một lượng khí  $\pm 0,5\%$  của thành phần hỗn hợp thí nghiệm sử dụng dung dịch nhựa tiêu chuẩn.
3. Hỗn hợp có chất siêu dẻo chỉ được thí nghiệm trong dạng giảm nước và cho ít nhất giảm 12% lượng nước với khả năng làm việc tương ứng.

Về các phụ gia siêu dẻo trên thị trường Việt Nam, có thể tham khảo bảng tóm tắt trong chương 1. Năm 1983 Viện Vật liệu xây dựng đã chế tạo phụ gia siêu dẻo SD-83 bằng cách sunpho hoá naphtalen, sau đó thực hiện phản ứng đa tụ với foócmalin tạo ra hợp chất polyme naphtalen sunphonat foocmandehyt, có các tính năng của phụ gia siêu hoá dẻo.

## 7.7. KẾT LUẬN

Trong Chương này đã giới thiệu khả năng rộng lớn của việc thay đổi đặc tính của bê tông mà nó được xét đến bằng sự phát triển của chất siêu hoá dẻo. Trong đó chỉ ra một vài vấn đề có thể được áp dụng một cách hợp lý theo đúng yêu cầu cụ thể trong từng trường hợp riêng của người sử dụng. Nếu dùng nhầm sẽ có thể mang hiệu quả kém hoặc hậu quả xấu. Một vài kinh nghiệm khi sử dụng ở nước ta:

- Đối với cọc khoan nhồi có mác bê tông thiết kế cọc là 30MPa, nên dùng phụ gia siêu dẻo, kéo dài ninh kết, giảm nước nhiều như sikament R4 với độ sụt có thể đạt được tại lúc rót bê tông vào cọc là 14 - 16cm, còn độ sụt tại trạm trộn được chọn tùy theo khoảng cách vận chuyển hỗn hợp bê tông và nhiệt độ không khí, ví dụ có thể chọn đến 22cm.

- Đối với dầm cầu BTCT dự ứng lực nhịp giản đơn chế sẵn lắp ghép có mác bê tông 40 - 45 MPa nên dùng phụ gia siêu dẻo tăng nhanh ninh kết, giảm nước nhiều, đạt cường độ sớm Sikament 163 EX (cho vùng khí hậu nóng như ở miền Nam) hoặc Sikament NN (cho vùng khí hậu mùa đông lạnh như ở miền Bắc). Khi đó có thể đạt cường độ tuổi 3 ngay bằng 80% mác thiết kế và có thể tạo dự ứng lực nén vào bê tông. Như vậy sẽ giải phóng sớm mặt bằng để sản xuất cấu kiện tiếp theo. Các dầm Super-T có mác bê tông 50 Mpa nên sử dụng phụ gia siêu dẻo Sikament-520 cho chất lượng cao hơn.

- Đối với công nghệ đúc hẫng cầu dầm liên tục BTCT dự ứng lực thì đốt dầm đầu tiên trên trụ là đốt K0 được thi công trong khoảng 1 tháng, lại có thể tích lớn (có thể đến hơn 100m<sup>3</sup> bê tông (toả nhiệt lớn khi đúc) cho nên dùng loại phụ gia siêu dẻo, giảm nước nhiều, chậm ninh kết là hợp lý nhất (ví dụ sikament R4). Nhưng các đốt dầm tiếp theo được đúc hẫng với tiến độ 5 - 7 ngày xong 1 đốt dầm thì phải dùng phụ gia siêu dẻo, giảm nước nhiều, tăng cường độ cao sớm (ví dụ Sikament NN) để sau 3 ngày đổ bê tông có thể kéo căng cáp dự ứng lực được ngay.

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

- Đối với sàn và tầng hầm bê tông cần có độ chống thấm cao cũng nên dùng phụ gia siêu dẻo, kéo dài ninh kết, giảm nước nhiều như Sikament R4 bởi vì vừa có thể tạo ra bê tông có độ sụt lúc rót bê tông vào ván khuôn là > 10cm, lại vừa tạo độ bền chống thấm đến cấp B7.

Chỉ có vấn đề chi phí của phụ gia, và như hầu hết các chất siêu dẻo là hoá chất tổng hợp hay sản phẩm tự nhiên tinh chế cao, chúng có thể đắt khoảng gấp đôi so với khi dùng phụ gia hoá dẻo thường (gốc lignosunphonat) cho  $1\text{m}^3$  bê tông. Tuy nhiên, với kế hoạch đúng đắn thì các chi phí thêm này có thể được bù đắp đối với việc sử dụng liên quan đến bê tông lỏng hay bê tông đúc sẵn cường độ sớm cao.

Tương lai của việc sử dụng chất phụ gia siêu dẻo là rất lớn, và chúng ngày càng được tiêu chuẩn hoá, quy trình hoá ở rất nhiều quốc gia trên thế giới. Chúng là thành phần không thể thiếu được trong bê tông đặc biệt có chứa silicafum và bê tông đổ dưới nước.

## Chương 8

# PHỤ GIA TĂNG TỐC

### 8.1. KHÁI NIỆM VỀ CÁC PHỤ GIA TĂNG TỐC

Phụ gia tăng tốc được cho vào bê tông để tăng tốc độ phát triển cường độ sớm trong bê tông nhằm:

- + Cho phép tháo dỡ ván khuôn sớm.
- + Giảm được thời gian bảo dưỡng theo yêu cầu.
- + Rút ngắn thời gian mà kết cấu có thể được đưa vào khai thác.
- + Bù một phần cho tác dụng làm chậm của nhiệt độ thấp trong quá trình đổ bê tông trong thời tiết lạnh.
- + Sửa chữa công trình khẩn cấp.

Các chất tăng tốc cho xi măng có thể phân ra làm 2 loại khác biệt là:

- Chất tăng tốc ninh kết, làm tăng nhanh quá trình đông cứng.
- Chất tăng cường độ, nó giúp cho sự tăng cường độ sớm của xi măng.

Không sử dụng cả 2 loại phụ gia cùng một lúc cho hai mục đích vì nó có thể ảnh hưởng ngược lại. Phụ gia tăng cường độ có thể làm chậm thời gian đông cứng. Nhiệt độ cũng là một yếu tố rất quan trọng và các chất tăng tốc có tác dụng ở 20°C nhưng lại có thể có ít tác dụng ở 5°C. Ngược lại cũng đúng, chỉ có một vài loại chất tăng tốc có hiệu quả ở nhiệt độ thấp.

Không nên nhầm lẫn các chất tăng tốc với phụ gia chống băng giá. Chất này được thêm vào để làm thấp hơn điểm đóng băng của nước và chúng thường dưới dạng cồn hay muối vô cơ với liều lượng rất cao (15% trọng lượng xi măng), ví dụ như canxi clorua và potassium cacbonat. Tại thời điểm ban đầu khi mà nước vẫn ở trạng thái tự do, sự đóng băng sẽ sinh ra ở trong vùng rất lạnh trong bê tông dẫn đến sự giảm cường độ đáng kể. Cần phải biết rằng bê tông cần đạt cường độ nén khoảng 5 - 14 N/mm<sup>2</sup> để chống lại được sự giá lạnh như vậy. Tuỳ thuộc vào nhiệt độ bên ngoài ban đầu, cường độ này có thể rất khó đạt được thậm chí với chất tăng cường độ nếu nhiệt độ tụt xuống dưới độ đóng băng trong vài giờ khi đổ bê tông. Chất tăng tốc truyền thống được sử dụng để tạo ra cường độ sớm cao trong các cấu kiện bê tông đúc sẵn, tuy nhiên ngày nay người ta dùng các phụ gia siêu hóa dẻo để thay thế chúng. Ngay cả khi ở dưới nhiệt độ thấp ta cũng có thể đạt được sự giảm nước đáng kể khi sử dụng phụ gia siêu hoá dẻo nhưng chúng vẫn không đủ để cho bê tông có cường độ sớm theo yêu cầu và việc sử dụng phụ gia tăng tốc lúc này lại là cần thiết.

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Chất tăng tốc ngày nay chủ yếu được sử dụng cho việc thi công bê tông vào mùa đông ở công trường, trong các công việc sửa chữa mà bê tông cần phải sử dụng ngay hay ở những công trình biển. Tác dụng tăng nhanh thời gian ninh kết thường quan trọng hơn là cường độ bởi vì kết cấu cần phải chống đỡ tác động của sóng biển trong một thời gian ngắn sau khi đổ.

Chương này sẽ xem xét phụ gia tăng tốc dưới 3 dạng chủ yếu sau:

1. Có chứa clo.
2. Không chứa clo.
3. Chất tăng tốc ninh kết rất nhanh cho bê tông phun và bê tông tiêm.

Hơn nữa có rất nhiều loại chất tăng tốc ninh kết nhanh được bán như phụ gia chống thấm và phụ gia trát ướt. Các phụ gia này được sử dụng cho các bộ phận dưới nước như là sửa chữa tạm thời để ngăn dòng chảy trước khi dùng bê tông hay vữa trát thông thường và chúng ta có thể loại bỏ trước khi chúng ninh kết. Mặc dù các phụ gia này có xu hướng bán như là 1 loại riêng rẽ nhưng chúng chắc chắn có các thành phần tương tự như là các chất tăng tốc trong 3 nhóm khác.

### 8.2. CHẤT TĂNG TỐC GỐC CL

Canxi clorua đã được sử dụng như một chất tăng tốc cho bê tông từ những năm 1885 và ngày nay nó vẫn được sử dụng ở một số nơi. Cả thời gian ninh kết và cường độ sớm đều được tăng lên trong khi cường độ sau đó vẫn tương tự như hỗn hợp kiểm tra.

Mặc dù với tính hiệu quả của nó, canxi clorua ngày nay đã bị cấm sử dụng vì nó làm tăng sự ăn mòn bất kỳ cấu kiện thép nào được đặt vào trong bê tông. Điều này được khẳng định chính thức vào năm 1977 khi mà nhiều nước đã cấm sử dụng clo trong các cấu kiện bê tông có chứa cốt thép. Trước khi sửa đổi canxi clorua đã bị cấm sử dụng cho các kết cấu bê tông dự ứng lực hay kéo sau, nhưng chỉ hạn chế ở mức độ 1,5% canxi clorua với ximăng theo trọng lượng cho các kết cấu bê tông, các kết cấu bê tông cốt thép dự ứng lực. Đối với các ứng dụng này, thành phần ion clo hạn chế ở mức tối đa là 2% trọng lượng phụ gia hay tương đương với 0,03% trọng lượng ximăng, hay bất cứ các giá trị nào thấp hơn. Trong thực tế hầu hết các nhà sản xuất phụ gia giữ thành phần ion clo thấp hơn 0,1% và chúng được đưa vào trong quy trình Anh BS 5057 - phần 1 - 1982.

Sự hạn chế clo không áp dụng cho bê tông không cấu trúc, không cốt thép và  $\text{CaCl}_2$  vẫn được sử dụng rộng rãi như là chất tăng tốc trong các trường hợp này. Mặc dù vậy,  $\text{CaCl}_2$  là chất tăng tốc được sử dụng rộng rãi nhất và chi phí thấp nhất so với các muối clo khác được sử dụng, bao gồm nhôm clorua ( $\text{AlCl}_3$ ), natri clorua ( $\text{NaCl}$ ) và sắt 3 clorua ( $\text{FeCl}_3$ ).

Tuy nhiên, canxi clorua nói chung làm tăng sự thay đổi thể tích của bê tông, tăng sự phản ứng cốt liệu kiềm và giảm độ bền sunphát của bê tông.

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Canxi clorua có thể được cho vào bê tông dưới dạng khô hoặc là dưới dạng hoà tan, trong đó canxi clorua dưới dạng hoà tan được ưa dùng hơn. Canxi clorua phải được cho vào nước chứ không phải cho nước vào canxi clorua vì rằng: một lớp màng bao có thể hình thành và như vậy thì canxi clorua rất khó tan.

Nói chung ở Việt Nam không cho phép dùng phụ gia có ion clo.

### 8.2.1. Cơ chế hoạt động

Việc cho thêm canxi clorua vào xi măng poóc lăng ảnh hưởng tới mức độ thuỷ hoá ở giai đoạn ban đầu. Khi đo mức độ hoá rắn khi cho 2% canxi clorua, sự thuỷ hoá diễn ra sau 30 phút so với 180 phút đối với hỗn hợp kiểm tra. Sự tăng tốc độ hoá rắn có thể so sánh với mức độ mất mát canxi không chứa clo trong dung dịch mà nó được đo bằng giá trị phân tích thể tích giảm đi với dung dịch nitrat bạc.

Trong 6 giờ đầu tiên, khi mức độ tăng tốc thuỷ hoá đã rõ ràng, thì không có sự giảm đáng kể mức độ không chứa clo trong hồ xi măng, mặc dù nó giảm rất nhiều ở các giai đoạn sau.

Khi đo mức độ thuỷ hoá của các thành phần chủ yếu trong xi măng - silicat tricanxi  $C_3A$  chỉ ra rằng có sự tăng tốc rất lớn ở giai đoạn đầu tiên do sự có mặt của canxi clorua. Hơn nữa, nếu mức độ thuỷ hoá đánh giá bằng lượng nhiệt thoát ra đo bằng máy vi nhiệt thì sự tăng tốc tỷ lệ với lượng canxi clorua.

Thông số này chỉ ra rằng tác động tăng tốc của canxi clo có thể xúc tác tới cơ chế của sự thuỷ hoá silicat tricanxi và ở giai đoạn sau đó tác động với một trong các thành phần khác của xi măng.

Canxi clo phản ứng rất nhanh với hồ aluminat tricanxi nguyên chất để tạo thành nhôm clorua nhưng trong xi măng poóc lăng phản ứng này bị hạn chế do sự có mặt của thạch cao. Số lượng nhỏ nhôm clorua -  $C_3A.CaCl_2.10H_2O$  được tạo thành ngay lập tức nhưng phản ứng nổi bật hơn là nhôm với thạch cao tạo thành etringit -  $C_3A.CaSO_4.32H_2O$ . Chỉ khi tất cả thạch cao đã phản ứng thì lúc đó clo lại tiếp tục phản ứng và mức độ không chứa clo giảm. Bởi vì mức độ phản ứng clo - nhôm ban đầu chậm nên ion clo được tự do sẽ ảnh hưởng tới phản ứng silicat. Cơ chế mà phản ứng silicat được tăng tốc vẫn chưa rõ ràng, hơn nữa còn có sự lẫn lộn do việc mô tả chưa có tính thuyết phục là bản thân silicat thuỷ hoá trong xi măng poóc lăng như thế nào. Một trong những cơ chế đó là ion clo trở thành hợp chất tạm thời trong gel (CHS) thuỷ hoá silicat canxi ban đầu, do tính linh động và độ tích điện của ion clo cao, gel đầu tiên sẽ mở rộng hơn và cấu trúc xốp hơn. Điều này cho phép sự chuyển đổi lớn hơn của nước qua gel với nước sạch đi qua hạt xi măng và dung dịch silicat, cơ chế này sẽ được nói rõ hơn trong phần cơ chế hoạt động dưới đây.

### 8.2.2. Tính năng

Canxi clorua thường được cung cấp bởi các công ty sản xuất phụ gia dưới dạng dung dịch 30 - 35% canxi clorua, tương đương với khoảng gần 20% ion clo. Liều lượng của dung

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

dịch này thường từ 1,5 - 3% trọng lượng xi măng có khi tới 6% được sử dụng cho một vài ứng dụng khi có yêu cầu ninh kết rất nhanh.

Canxi clorua cũng dùng ở dưới dạng bột chất rắn và được bảo quản trong các thùng đóng kín, có thể xem như có 75% canxi clorua. Ở dạng này nó sẽ quá ẩm ướt và hấp thụ nước rất nhanh nếu không đóng kín.

Phản ứng hoá dẻo của phụ gia clorua cơ bản rất thấp, tương ứng với sự giảm nước ở khả năng làm việc tương đương 5% hay nhỏ hơn.

Vì vậy, nói chung đối với phụ gia clo cơ bản được trộn với chất hoá dẻo truyền thống như lignosunfonat hay hydroxy cacboxylic axit để đạt được sự giảm nước từ 10 - 12%.

### 8.2.2.1. Thời gian ninh kết

Thời gian ninh kết đó là một từ tự đặt ra thông thường được xác định dưới dạng độ bền xuyên của kim xuyên tiêu chuẩn vào trong vữa đặc. Các phương pháp này được xác định bởi BS4551 - 1980 và ASTM C403 - 80, BS 5075 tiếp theo xác định rõ hơn nữa thời gian ninh kết và hoá rắn ban đầu như sau:

Giới hạn	BS 5075	ASTM C403
Ban đầu	0,5N/mm <sup>2</sup>	3,5N/mm <sup>2</sup>
Cuối cùng	3,5N/mm <sup>2</sup>	27,6N/mm <sup>2</sup>

Cần lưu ý rằng cả thời gian ninh kết ban đầu và ninh kết cuối cùng đều giảm.

CaCl<sub>2</sub> được sử dụng với bất kỳ hàm lượng bình thường nào cũng đều làm giảm thời gian ninh kết của xi măng. Một số thí nghiệm trước đây đã cho thấy: lượng CaCl<sub>2</sub> nhỏ hơn 1% làm chậm quá trình ninh kết của xi măng poóc-lăng. Nhưng những thí nghiệm sau này cho thấy: một lượng nhỏ muối CaCl<sub>2</sub> không làm chậm quá trình ninh kết. CaCl<sub>2</sub> với hàm lượng: 0,1%, 0,3%, 0,5% và 1% sẽ làm giảm thời gian ninh kết đi, theo thứ tự là: 25, 15, 45, và 85 phút. Nếu cho vào 3% CaCl<sub>2</sub> sẽ giảm thời gian ninh kết từ 10h xuống đến 1h ở nhiệt độ 3°C và từ 3,5h xuống đến 45 phút ở nhiệt độ 20°C.

### 8.2.2.2. Cường độ nén

Lý do chính để sử dụng canxi clorua trong bê tông là tạo ra cường độ sớm. Tính hiệu quả của canxi clorua trong việc phát triển cường độ sớm phụ thuộc vào rất nhiều các nhân tố như: lượng canxi clorua, loại và mức xi măng, độ giàu của hỗn hợp trộn, nhiệt độ của bê tông và điều kiện dưỡng hộ.

Một số nhà nghiên cứu đã tiến hành một loạt các thí nghiệm để nghiên cứu tác dụng kết hợp của chất cuốn khí và canxi clorua lên cường độ chịu nén cho tới 2 năm. Một số mẫu hình trụ kích thước 15 × 30 cm được đúc và được bảo dưỡng ở 21°C và một số mẫu khác được bảo dưỡng ở 4,5°C trong vòng 31 ngày và sau đó được dưỡng hộ ở 21°C. Tất cả các mẫu này đều

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

được dưỡng hộ ẩm liên tục. Canxi clorua làm tăng cường độ bê tông ở mọi tuổi nhưng lại có một ngoại lệ: mẫu đúc ở 21°C có cường độ ban đầu lớn hơn nhưng sau 6 tháng thì nhỏ hơn so với mẫu đúc ở nhiệt độ 4,5°C. Kết quả cho thấy, ở nhiệt độ 21°C thì 3% CaCl<sub>2</sub> tạo ra cường độ cao nhất trong một ngày nhưng cường độ lại thấp nhất sau 28 ngày. Cũng nhận xét rõ thêm là CaCl<sub>2</sub> có thể được sử dụng một cách an toàn ở nhiệt độ thấp hơn là ở nhiệt độ cao. Nhiệt độ của khối bê tông được đổ và dưỡng hộ là một nhân tố quan trọng trong việc khống chế tốc độ phát triển cường độ. Do sự ảnh hưởng của CaCl<sub>2</sub> trong việc tăng tốc độ hydrat hoá của xi măng nên nó bù lại sự chậm phát triển cường độ trong điều kiện trời lạnh.

Bê tông có canxi clorua ở tuổi ban đầu có cường độ nén cao hơn hỗn hợp tương ứng không có phụ gia.

Hiệu quả của rất nhiều chất tăng tốc là nhiệt độ tự do và kết quả của nhiều nghiên cứu chỉ ra rằng ở nhiệt độ thấp hơn, thì hiệu quả tính bằng phần trăm sẽ lớn hơn là canxi clorua khi sử dụng như một chất tăng tốc cường độ.

Phụ gia dựa trên canxi clorua, đặc biệt khi kết hợp với chất giảm nước, rất có hiệu quả trong việc tăng tốc và tăng cường độ của các hệ thống xi măng trộn khi mà xi măng poóc-lăng một phần được thay thế bằng tro bột chất đốt (PFA) hay xỉ lò cao cấp phối hạt (BFS).

### 8.2.2.3. Các đặc tính khác

Tác dụng của việc cho thêm 2% CaCl<sub>2</sub> vào bê tông ở nhiệt độ khác nhau lên tổng lượng nhiệt toả ra của quá trình hydrat hoá lớn hơn lượng nhiệt toả ra của bê tông thông thường được đúc ở cùng một nhiệt độ. Nhiệt toả ra của quá trình hydrat của hỗn hợp bê tông trộn ở 4,5°C với 2% CaCl<sub>2</sub> thì lớn hơn một chút so với lượng nhiệt phát sinh của bê tông thường (không chứa CaCl<sub>2</sub>) ở 24°C và nó kéo dài đến tận 10h. Sự tăng nhiệt của quá trình hydrat hoá được tạo ra trong bê tông ở nhiệt độ thấp là rất có ích cho việc nâng cao tốc độ phát triển cường độ.

Do canxi clorua làm tăng sự thủy hoá sớm của xi măng, tính thấm so với bê tông thường, giảm đi. Khoảng sau 12 tháng mức độ thủy hoá của cả hai loại bê tông sẽ có mối liên hệ tương tự nhưng rõ ràng hỗn hợp có chứa clo có tính thấm lớn hơn là hỗn hợp kiểm tra. Nitrogen hấp thụ dễ thấm nước làm tăng kích thước lỗ và sự tham gia với hỗn hợp có clo, thông số chỉ trở nên quan trọng ở giai đoạn sau khi quá trình thủy hoá tổng cộng của xi măng lớn hơn 90%.

Một trong các nguyên nhân làm tăng tính thấm là độ bền chống sunphat của xi măng poóc-lăng thường thấp. Ảnh hưởng này đặc biệt rõ rệt khi hỗn hợp có thành phần xi măng thấp, nhưng ở thành phần xi măng lớn hơn 400kg/m<sup>3</sup> hay với xi măng bền sunfat thì hàm lượng C<sub>3</sub>A lại thấp.

Do quá trình thủy hoá diễn ra sớm, độ bền chống băng giá ban đầu được cải thiện, tương quan với hỗn hợp kiểm tra nhưng ở giai đoạn sau thì nó lại giảm và có thể nói rằng độ bền

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

chống băng giá thậm chí có thể kém hơn hỗn hợp kiểm tra với thời gian hơn 1 năm. Điều này tương ứng với quá trình làm tăng tính thấm.

Canxi clorua cũng làm tăng sự co ngót khô so với bê tông thường, và điều ngạc nhiên là trong thực tế sự mất mát độ ẩm thường giảm. Có nghĩa là ảnh hưởng này do có một vài sự khác nhau trong cấu trúc của các sản phẩm thủy hoá tạo ra dưới sự có mặt của clo. Co ngót của bê tông trong điều kiện khô cũng tăng lên.

### 8.2.3. Sự ăn mòn cốt thép

Bê tông thường có độ pH khoảng 13 và đủ bảo vệ cốt thép bên trong nó không bị ăn mòn. Khi độ pH bằng 10 hay lớn hơn, thép bị oxy hoá do sự biến dạng của các lớp oxit sắt không thấm nước ( $Fe_2O_3$ ) trên bề mặt. Nếu điều kiện nào đó làm độ pH thấp xuống, lớp oxy hoá có thể bị phá huỷ và sự ăn mòn cốt thép bắt đầu canxi clorua bị coi là một trong những nhân tố phá huỷ lớp oxit và biến đổi nó thành bột sắt clorua hay bởi sự biến dạng hoàn toàn của ion clo hấp thụ lên bề mặt cốt thép. Hơn nữa, canxi clorua làm tăng tính dẫn điện, tăng hiệu quả của sự ăn mòn.

### 8.2.4. Kết luận

Canxi clorua vẫn là chất tăng tốc xi măng có hiệu quả nhất ở tất cả các phương diện, tuy nhiên, việc sử dụng chúng ngày nay được quy định rất nghiêm ngặt do có các tác động không tốt trong sự ăn mòn cốt thép. Điều này dẫn đến hướng sử dụng các chất tăng tốc không chứa clorua sẽ được mô tả chi tiết ở phần sau.

## 8.3. CHẤT TĂNG TỐC KHÔNG CHỨA $Cl^-$

Ngay từ khi có sự nhận biết chính thức về vấn đề tăng ăn mòn với canxi clorua từ năm 1977, chất tăng tốc không chứa clo được sử dụng rộng rãi. Một số lượng lớn sản phẩm được đăng ký độc quyền, mà ngày nay được sử dụng rộng rãi, có thể sử dụng an toàn trong các ứng dụng khi mà clo không được chấp thuận nữa.

Nhìn chung, vật liệu chọn lựa này đắt và kém hiệu quả hơn, theo trọng lượng đối với trọng lượng cơ bản hơn là canxi clorua. Tuy nhiên, chúng lại có các ưu điểm đó là không gây ra ăn mòn hay tăng sự ăn mòn. Cần phải nhớ rằng 'không chứa ion clo' không đồng nghĩa là 'không ăn mòn' và tất cả các vật liệu cần phải được thí nghiệm để đảm bảo rằng vấn đề tương tự đối với thí nghiệm vừa tiến hành với clo là không xảy ra.

### 8.3.1. Loại hoá chất

Rất nhiều hoá chất đã được nói đến như là sự tăng tốc trong quá trình thủy hoá xi măng poóclăng. Các hoá chất này có thể chia ra thành 3 nhóm, tùy thuộc vào thành phần hoạt tính.

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

### *a/ Vật liệu có chứa anions hoạt tính*

Các chất trong loại này thường được sử dụng trong các công thức thương mại. Các vật liệu được sử dụng rộng rãi gồm có foócmat, nitrat, nitrit và thiocyanat. Rất nhiều các vật liệu khác cũng được xem như là chất tăng tốc có hiệu quả, như là thiosunphat, permaganat và chromat. Nói chung, muối canxi của vật liệu này có tác dụng nhất, nhưng trên phương diện xem như là dung dịch hoá chất có thể dẫn đến việc sử dụng muối khác như là natri.

Trong loại này bao gồm các vật liệu có chứa ion silic và aluminat. Tuy nhiên, hóa chất này tạo ra sự đông cứng rất nhanh, nên nó ít khi được sử dụng trong kết cấu bê tông thông thường. Vật liệu này được sử dụng trong một vài yêu cầu đặc biệt.

### *b/ Vật liệu có chứa cation hoạt tính*

Như đã nói ở trên, cation muối có thể có một vài tác động đến năng lượng của anion với muối canxi, nhìn chung là có hiệu quả hơn.

Theo báo cáo thì các cation có sự đóng góp chính tới ảnh hưởng của hoá chất đặc biệt. Các cation này thường là các ion hoá trị ba như là nhôm hay sắt (III)(II), mặc dù vật liệu dựa trên lithium, như là cacbonat hay oxalat, cũng được nói đến. Các ion hoá trị ba nói chung có vẻ kiểm soát kém hơn là hệ thống này dựa trên các anions, có khả năng đưa đến sự đông cứng sớm và nó ít khi được sử dụng trong các công thức thương mại.

### *c/ Hoá chất hữu cơ*

Vật liệu được sử dụng rộng rãi nhất và biết đến nhiều nhất là trithanolamin. Các vật liệu khác cũng được nói đến như là hydroxyquinolon và axetin, nhưng chúng ít khi được sử dụng. Trithanolamin thường chỉ được sử dụng như làm một phần nhỏ của công thức, cả đối với các chất tăng tốc khác và thường được coi là có tác dụng bù đắp sự làm chậm sinh ra bởi các thành phần khác, như lignosunfonat. Trithanolamin ít khi được sử dụng như là một thành phần riêng rẽ trong công thức bởi ảnh hưởng của nó rất nhạy cảm với liều lượng và tỷ lệ hoá chất của ximăng.

### **8.3.2. Kiểu hoạt động**

Việc xác định chính xác kiểu hoạt động của phụ gia tăng tốc là rất khó khăn, không phải do sự ít hiểu biết chính xác về quá trình xảy ra trong sự thủy hoá của ximăng. Hầu hết các lý thuyết về sự thủy hoá của ximăng liên quan đến các phản ứng ban đầu, và phương pháp hoà tan các ion  $Ca^{++}$  và  $OH^-$  trong dung dịch từ thành phần clinke ban đầu.

Làm ẩm vật liệu clinke dẫn tới sự không hoà tan ngay canxi hydroxit từ thành phần hoá học chủ yếu của ximăng poóc-lăng là tricanxi silicat. Sau đó bề mặt bị giảm lượng canxi và tăng lượng axit silic tương ứng. Sự không hoà tan của canxi hydroxit làm tăng rất nhanh độ pH của dung dịch lỏng. Do độ pH tăng tới 13, phản ứng hoá học xảy ra giữa canxi và các ion hydroxyt trong dung dịch và axit silic, tạo thành canxi silicat hydrat (CSH). Nó tạo thành dạng như là gel kết dính và cùng với các thành phần khác mà tinh thể từ dung dịch

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

như canxi hydroxyt và etrigit, có tác dụng ngăn sự tăng ngay lập tức trong phản ứng thủy hoá. Các sản phẩm này được xem như là thời kỳ không hoạt động tạm thời.

Chất tăng tốc thông thường được phân biệt từ vật liệu ninh kết sớm, chúng có ảnh hưởng tới các phản ứng với nhiều cách khác nhau, bởi việc tạo ra lớp keo ban đầu bên ngoài có tính thấm cao hơn trong sản phẩm thủy hoá và bởi sự thâm nhập vào trong các lớp keo đầy OH<sup>-</sup> ra để duy trì cân bằng hoá trị và như vậy làm tăng phản ứng.

Tác dụng của chất tăng tốc tới phản ứng thủy hoá có thể theo sự truyền nhiệt năng. Ở đây, vấn đề là tìm ra được một định nghĩa chính xác về tự tăng tốc. Có thể nhận thấy rằng không có một tuyên bố chắc chắn nào về việc vật liệu làm tăng tốc quá trình thủy hoá như thế nào. Cũng rất khó khăn trong việc xem xét mối liên hệ giữa các nghiên cứu thủy hoá với các thí nghiệm vật lý.

Trithanolamin có sự hoạt động rất đa dạng, do vậy ảnh hưởng của nó được xem xét kỹ hơn. Trithanolamin thường được sử dụng để chống lại sự làm chậm do một vài vật liệu khác. Tuy nhiên, bản thân trithanolamin có thể làm chậm đáng kể ở mức độ tương đối. Nói cách khác, với một vài loại xi măng, trithanolamin có thể cho tác dụng ninh kết sớm. Các tác dụng trái ngược này là do thực tế trithanolamine làm tăng sự thủy hoá tricanxi aluminat nhưng làm chậm sự thủy hoá tricanxi silicat. Trithanolamin được xem như là tăng sự tạo thành etrigit trong phản ứng giữa thạch cao và tricanxi aluminat dẫn tới sự thủy hoá của cấu trúc nhanh hơn và dẫn tới sự đông cứng nhanh hơn. Tính cơ học của hoạt động này có thể liên quan đến chelation của Al(OH)<sub>3</sub> phức hợp bởi triethanolamin trong dung dịch. Sự làm chậm của tricanxi silicat cũng là khả năng tạo ra một vài sự dính kết của bề mặt của hỗn hợp.

Nguyên nhân chính đối với sự phát triển của chất tăng tốc không chứa clo bị hạn chế là do tổng lượng ion clo cho phép trong bê tông có thép là rất hạn chế. Để bảo rằng chất tăng tốc không chứa clo không gây ăn mòn cốt thép, các thí nghiệm đã được thực hiện để xác định sự tác động của nó với thép đặt trong bê tông. Như đã nói ở trên, clo không phải là hoá chất duy nhất làm tăng sự ăn mòn cốt thép trong bê tông. Vật liệu như sunfit nitrat và sunfat được xem như là nguyên nhân làm tăng các vết nứt ăn mòn ứng suất vì vậy vật liệu này đã bị cấm sử dụng trong các bê tông có sử dụng các tạo thép dự ứng lực.

Đã có những khuyến cáo rằng canxi foócmat có thể gây ra sự tăng chút ít trong sự ăn mòn rõ trong bê tông thường, mặc dù không lớn như canxi clorua. Chưa có kết luận, không có chứng cứ, tính thực nghiệm, thực tế mà nó chỉ ra là phải có sự nghiêm ngặt trong việc sử dụng chất tăng tốc này. Không có một chứng cứ nào của bất kỳ sự ăn mòn rõ trong hệ thống khi mà foócmat được trộn vào với thiết bị chống ăn mòn như nitrit.

### 8.3.3. Thực hiện

Chất tăng tốc không chứa clorua đã được bán rộng rãi trên thị trường, thường được trộn bởi hai hay ba hoá chất đã nói ở trên. Hơn nữa, trong công thức cũng có thể có các thành phần hoá dẻo.

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Thật không may, khi có rất ít các số liệu về tác dụng của chất tăng tốc không chứa clo tới tính chất vật lý của bê tông, so với chất canxi clorua. Thông tin mà đã được công bố thường là do các nhà sản xuất phụ gia thực hiện dưới các điều kiện thí nghiệm đặc biệt của họ. Điều này có nghĩa là rất ít thông tin có tính so sánh. Kết quả đưa ra dưới đây đối với sản phẩm được sáng chế điển hình nhưng không được xem như có tính chất so sánh. Vật liệu với hoá chất cơ bản khác nhau có thể tạo ra sự thực hiện tối ưu đặt dưới điều kiện khác nhau.

### 8.3.4. Kết luận

Chất tăng tốc không chứa clorua nói chung kém hiệu quả và đắt hơn canxi clorua. Tuy nhiên, các thí nghiệm trong phòng thí nghiệm và ở ngoài công trường nhiều năm qua đã chỉ ra rằng chúng không đưa ra được cả việc tăng cường độ sớm và sự đông cứng, mà không có sự nguy hiểm về ăn mòn cốt thép khi có canxi clorua.

## Chương 9

# PHỤ GIA HOÁ ĐÈO CHO VỮA

### 9.1. CÁC YÊU CẦU VÀ ĐẶC TÍNH CỦA VỮA

Trong các khối gạch xây, đá xây, nề vv... vữa được xem như là lớp đệm để chịu tải trọng nén và là tác nhân liên kết tham gia vào sự dính kết giữa các thành phần. Các đặc điểm (tính chất) này tạo ra tính ổn định cho cấu trúc (kết cấu). Hơn nữa, vữa bao bọc bề mặt của tường chống lại sự tác động của gió và nước trong khí hậu ẩm ướt. Vữa cần phải chịu được sự chuyển vị trong tường như sự thay đổi kích thước do nhiệt độ, do sự trương nở của gạch sét hay sự co ngót của khối bê tông, gạch silicat canxi trong giai đoạn đầu của các vật liệu. Vữa dùng cho khối gạch xây, đá xây cần phải có cường độ không lớn quá, nhưng do yêu cầu trong các điều kiện xây dựng nó cần phải phát triển đủ cường độ một cách nhanh nhất.

### 9.2. VỮA VÔI LỎNG

Trước khi có xi măng poóc-lăng, vôi nước được dùng làm chất dính kết cho vữa; vôi nước có các đặc tính dính kết như xi măng khi trộn với nước và thu được các đặc tính vữa cần thiết do các lỗ rỗng giữa các phân tử cát sẽ được lấp đầy bởi các phân tử nhỏ hơn của chất kết dính vôi. Tỷ lệ cốt liệu/chất dính kết, hay tỷ lệ cát/vôi khoảng 3:1 trong vữa. Việc sử dụng vữa vôi nước vẫn còn chưa phổ biến.

### 9.3. VỮA TRÁT

Vữa cũng được sử dụng để trát lên các bề mặt thẳng đứng của tường để trang trí và tránh tác động của môi trường. Với yêu cầu cường độ vừa phải, không lớn quá, xi măng poóc-lăng được pha trộn vào để đạt được cường độ yêu cầu một cách nhanh chóng.

### 9.4. TÍNH CÔNG TÁC YÊU CẦU ĐỐI VỚI VỮA

Một yêu cầu quan trọng là sự dính kết lâu bền của vữa đối với gạch, tuy nhiên tính công tác của chúng cũng rất quan trọng. Một loại vữa xây tốt cần phải dễ dàng trộn và không bị phân tầng khi đợi sử dụng. Có thể san gạt được dễ dàng khi sử dụng bay, và duy trì đặc tính đó trong quá trình sử dụng. Nó sẽ mất nước trong các gạch rỗng nhưng với một tỷ lệ nhất định chứ không quá mức độ cho phép, nếu không sẽ gây khó khăn trong việc điều chỉnh định vị các viên gạch vào đúng vị trí của nó trong bức tường xây. Vữa phải đảm bảo độ dính kết tốt đối với gạch để khi ứng suất xuất hiện nó không bị bong ra, cho phép kết cấu chịu đựng được mưa gió. Đối với vữa trát cũng có các yêu cầu như vậy và cao hơn.