

Chương 3

PHỤ GIA CUỐN KHÍ

3.1. KHÁI NIỆM

Chất cuốn khí là một loại phụ gia có tác dụng chính là cải thiện khả năng chống băng giá cho bê tông. Các tính chất này đã được biết đến rộng rãi và đã được chứng minh từ rất nhiều năm trước. Ở Việt Nam, chúng ta chỉ quan tâm đến tác dụng tăng độ linh động của vữa, và tăng độ chống thấm cho bê tông.

Một phụ gia cuốn khí được coi là một loại phụ gia có số lượng khí ổn định và kiểm soát được một cách hợp nhất trong hỗn hợp bê tông mà không có ảnh hưởng đáng kể tới sự đông cứng của bê tông. Ngoài ra còn có loại chất cuốn khí gần giống với chất phụ gia cuốn khí - giảm nước (hay làm dẻo). Một số loại khác có khả năng làm giảm nước của bê tông tới một mức độ mà sự mất mát cường độ điện thế sinh ra bởi các bọt khí có thể tránh được hoàn toàn.

Cần phân biệt rõ ràng sự khác nhau giữa các lỗ bọt khí ngẫu nhiên trong bê tông, có kích thước và khoảng cách bất kỳ, với các bọt cuốn khí nhân tạo có kích thước nhỏ hơn rất nhiều (đường kính từ 0,025 - 1mm) và nằm trong hồ xi măng.

Các lý do chủ yếu để sử dụng chất cuốn khí xuất phát từ các tác dụng của chúng liên quan đến:

1. Thời gian: Sản phẩm bê tông sử dụng chất cuốn khí sẽ có độ bền để chịu được quá trình đông băng, và tan băng trong những điều kiện khắc nghiệt. Độ bền này lớn hơn rất nhiều lần so với của loại bê tông thường.

2. Sự dính và ổn định của hỗn hợp: Các bong bóng nhỏ của cuốn khí hoạt động tương tự như là các phân tử cát tạo cho bê tông lực dính và do đó có xu hướng giảm nguy cơ tách nước. Chất cuốn khí, do vậy có tầm quan trọng được sử dụng trong:

a/ Quá trình cải thiện chất lượng bê tông được tạo ra với cát thô bằng cách cho thêm các cấp phối cát mịn.

b/ Cải thiện các sản phẩm đúc sẵn để có chất lượng cao hơn, nhẹ hơn, phù hợp với quá trình thi công cầu lắp.

c/ Làm giảm bớt các công tác phụ như cọ rửa bê tông ở công trường.

3.2. SƠ LƯỢC LỊCH SỬ CỦA CHẤT CUỐN KHÍ

Mặc dù từ thời La Mã cổ xưa đã đưa ra việc sử dụng các loại phụ gia bê tông như là Oxblood có ảnh hưởng như là chất cuốn khí, tuy nhiên việc sử dụng chất cuốn khí bắt

nguồn từ sự phát hiện tình cờ các tác dụng của chúng ở Mỹ vào năm 1930. Người ta phát hiện thấy rằng một vài đoạn mặt đường bê tông có khả năng chịu băng giá tốt hơn các đoạn đường khác đã được làm bằng xi măng bị nhiễm bẩn do dầu mỡ ở công trường. Sự cải thiện tính bền liên quan tới ảnh hưởng cuốn khí của dầu hoặc mỡ và các kinh nghiệm ban đầu này đã dẫn tới sự chấp nhận cuốn khí để tăng cường sức chống của mặt đường bê tông và cầu bê tông đối với hiện tượng đóng băng và tan băng giá trên các tuyến đường và đối với ảnh hưởng của các muối làm tan băng trên đường ở các nước xứ lạnh.

Với thời tiết nhiệt đới nóng ẩm ở Việt Nam, vấn đề lợi dụng cuốn khí như là phương pháp để bảo vệ bê tông khỏi bị tác động của băng giá sẽ không có ý nghĩa.

3.3. CÁC TÁC DỤNG CỦA CUỐN KHÍ

3.3.1. Tác dụng làm giảm sự tách nước và sự phân tầng của hỗn hợp bê tông

Bê tông đã bị phân lớp chắc chắn có khả năng chịu lực kém hơn nhất là đối với khí hậu khắc nghiệt, có khả năng bảo vệ các cốt thép tăng cường kém hơn các vật liệu được đầm nén tốt và độ đặc tốt. Hậu quả do sự tách nước của hỗn hợp bê tông rất có hại, làm giảm yếu mặt cắt ngang kết cấu, tăng tính thấm tại các bề mặt phía trong và trên đỉnh của bản, làm giảm khả năng dính ở phía dưới phần tử cốt liệu thô và các thanh cốt thép, nơi mà nước rỉ ra có thể trở thành rãnh nước.

Lợi ích chủ yếu của cuốn khí là làm giảm xu hướng tách nước trong bê tông, giảm phân tầng và khả năng bị vết nứt dẻo. Sự hợp nhất của một phụ gia cuốn khí đã được sử dụng để làm cho hồ xi măng trong bê tông có tính nhớt và tính dính cao hơn bê tông thường. Lý do chủ yếu là:

- 1- Bọt khí tiếp xúc với các phần tử xi măng và các liên kết của chúng.
- 2- Tăng sức hấp dẫn các phần tử bên trong sinh ra bởi sức hấp thụ của cuốn khí.
- 3- Các bọt khí hoạt động như là các thiết bị lọc rất nhỏ và làm tăng tổng diện tích của tất cả các thành phần liên quan đến tổng lượng nước.

Sự giảm tách nước và độ sụt có ảnh hưởng liên quan, đặc biệt là khả năng làm phao nâng các phần tử xi măng, lấp kín khoảng cách giữa chúng, do đó ngăn cản nước chảy xung quanh xi măng và các phần tử cốt liệu. Các bọt cuốn khí cung cấp cho bê tông với độ dính tăng thêm làm giảm xu hướng tách nước, phân tầng và tạo ra loại bê tông đồng nhất hơn. Vì vậy có khả năng chịu được các điều kiện thời tiết khí hậu khắc nghiệt.

3.3.2. Ảnh hưởng tới tính thấm

Có thể nói rằng bê tông cuốn khí xốp (rỗng) hơn bê tông thường nên tính thấm của nó sẽ lớn hơn. Điều này không quan trọng trong trường hợp mức độ cuốn khí được yêu cầu để đưa ra sự thỏa mãn đối với sự bảo vệ khỏi băng giá. Nguyên nhân là do:

- a/ Cuốn khí cải thiện khả năng làm việc và cho phép sử dụng tỷ lệ N/X thấp hơn, giảm lượng lỗ rỗng mao quản.

b/ Các bọt khí ngăn cản sự liên thông trong hệ thống cấu trúc mao quản. Chúng hoạt động như là ‘lỗ mờ không thấm’ và chỉ lấp đầy rất từ từ với nước dưới điều kiện thông thường. Vì vậy chúng không tham gia vào sự vận chuyển nước lỏng trong mao quản của bê tông.

3.3.3. Làm thay đổi đặc tính của hỗn hợp bê tông tươi

Phụ gia cuốn khí không chỉ có khả năng cải thiện độ bền của bê tông khô mà còn có khả năng thay đổi đặc tính để có lợi trong bê tông tươi.

3.3.4. Tăng tính dễ thi công

Sự có mặt của hàng triệu bọt khí rất nhỏ trong bê tông hợp nhất với phụ gia cuốn khí làm tăng khả năng làm việc. Các bọt khí làm việc như các quả bóng tí hon chịu nén, có thể chống đỡ sự dịch chuyển của các phần tử cốt liệu liên quan. Ví dụ thí nghiệm đã cho thấy đối với bê tông có 5% khí so với hỗn hợp không có cuốn khí tương tự thì độ sụt tăng lên vào khoảng giữa 20mm và 50mm.

Cuốn khí còn thay đổi đặc tính của hỗn hợp bê tông không xác định số lượng như là độ sệt, ‘tính dẻo’ hay ‘tính linh động’ để cải thiện hỗn hợp không cuốn khí với cùng khả năng làm việc trở nên dễ dàng đổ và đầm nén hơn.

3.3.5. Cải thiện sản phẩm bê tông được chế tạo với cấp phối có kích cỡ xấu

Cuốn khí làm việc như cấp phối mịn với ma sát bề mặt nhỏ làm cho bê tông làm việc như hỗn hợp nhiều cát. Với lý do này, một phụ gia cuốn khí có thể bổ sung các thành phần thiếu hụt do các phần tử mịn và do hình dạng xấu của cát và cấp phối thô. Trong xu hướng tìm các giải pháp sử dụng những vật liệu xấu, vật liệu cát biển, dùng chất cuốn khí để có thể cải thiện chất lượng bê tông.

Đối với bê tông bơm nói chung và hỗn hợp sạch đặc biệt, tính dẻo và tính dính thu được bởi cuốn khí là tốt nhất.

3.3.5. Các tác dụng khác

3.3.5.1. Ảnh hưởng đến cường độ

Sự có mặt của các lỗ rỗng khí cỡ thể làm giảm cường độ một cách tỷ lệ thuận với tổng lượng lỗ khí. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng, sự mất mát cường độ liên quan đến cuốn khí một phần được bù đắp bởi:

1. Sự giảm nước mà các lỗ rỗng cho ta là 8 - 12% tùy thuộc vào thành phần xi măng và tổng số lượng khí có trong đó.

2. Yêu cầu lượng nước thấp hơn, theo như 1, mà nó có thể đạt được nếu thành phần cát bị giảm để lợi dụng độ dính dư bọt khí. Cát có thể giảm tới 10% trọng lượng của nó.

Với hỗn hợp sạch hơn, sự giảm nước có thể đạt tới sự bù đắp cho việc mất mát cường độ do lỗ rỗng khí gây ra.

Khi mà sự tổng hợp chất giảm nước/chất cuốn khí được sử dụng để giảm nước, chúng thường đủ để đạt được sự tăng cường độ.

3.3.5.2. Tính lưu động

Sự có mặt của cuốn khí trong hỗn hợp tạo ra các bọt khí làm giảm độ đặc, tăng 3% tính lưu động điển hình đối với bê tông có 5% cuốn khí.

3.3.5.3. Co ngót

Các phụ gia cuốn khí không gây ra sự thay đổi lớn về mức độ co ngót khô của bê tông. Một số thí nghiệm khi sử dụng cho thấy, có thể gây ra tăng hoặc giảm nhỏ mức độ co ngót chút ít tùy thuộc vào các yếu tố như là loại chất cuốn khí và loại xi măng. Trong thực tế có thể coi chúng không gây ra bất kỳ sự thay đổi đáng kể nào tính chất co ngót của bê tông.

3.3.5.4. Từ biến

Nhiều nghiên cứu đã cho thấy từ biến của hỗn hợp bê tông không bị ảnh hưởng bởi sự có mặt của cuốn khí. Với thành phần cuốn khí lớn hơn 6% thì từ biến có thể tăng một chút.

3.4. TÍNH CHẤT HOÁ HỌC CỦA PHỤ GIA CUỐN KHÍ

Một số loại vật liệu sử dụng phổ biến nhất để làm phụ gia cuốn khí được liệt kê dưới đây:

3.4.1. Muối alkali của nhựa gỗ (natri abietat)

Loại này có thể vẫn còn được sử dụng rộng rãi. Ví dụ rõ nét nhất đó là nhựa Vinsol. Các loại nhựa này được lấy từ gỗ, trung hoà như là muối natri, hay các sản phẩm từ quá trình sản xuất dầu.

3.4.2 Ankyl aryl sunphat

Loại này cũng thường ở dạng muối natri của nó. Điển hình của nhóm này là natri dodecin benzen sunphat.

3.4.3 Ankyl sunphat

Bao gồm như là natri dodecin sunphat, natri cetyl sunphat và natri oley sunphat.

3.4.4. Các muối của axit béo lấy từ động vật và chất béo của rau và dầu

Kim loại alkali hay muối triethanolamin của axit béo như là oleic và caproic axit được sử dụng như là các chất cuốn khí cho bê tông. Nhóm này, chung với ankyl sunphat và thấy rõ từ nhựa gỗ tương hợp với lignosunphonat và các chất giảm nước hydroxycacboxylic axit và do vậy chúng có thể sử dụng để tạo ra các chất giảm nước/cuốn khí.

3.4.5. Các vật liệu cuốn khí khác

Các loại chất cuốn khí khác không sử dụng rộng rãi với thành phần gồm:

- Không ion surfactant như nonylphenol ethoxylat.

- Các phân tử bột khí cứng kín, đường kính từ 10 - 60 μ m, các bột khí có kích thước dạng vỏ bọc thêm tốt cho hỗn hợp bê tông.

- Các vật liệu đặc biệt rỗng (xốp) như là gạch bột.

3.5. CƠ CẤU CỦA SỰ TẠO THÀNH BỘT KHÍ

Nét đặc trưng chung của hoá chất cuốn khí đã được nói đến từ trước, ngoại trừ các vật liệu đặc biệt chúng đều là các chất bề mặt. Điều này có nghĩa là chức năng của chúng đặc trưng bởi sự tương tác bên trong bề mặt giữa khí, nước, xi măng và cốt liệu trong hỗn hợp bê tông. Cấu trúc cơ bản cuốn khí là phân tử chuỗi dài với đầu hydrophylic (ưa nước) và đuôi hydrohobic (không ưa nước). Điều này làm cho các phân tử trong dung dịch bị khuấy lên hướng về bề mặt bên trong của khí - nước với đầu cực hướng về phía trên các phân tử nước và với cơ quan đuôi không cực về phía khí. Điều này có tác dụng làm giảm ứng suất kéo bề mặt của nước và do vậy mà các bọt khí ổn định tới mức chúng tạo nên dung dịch bị khuấy lên. Có 2 lý do chính giải thích tại sao các bọt khí ổn định hơn trên dung dịch bề mặt:

1. Áp suất (P) trong bong bóng khí liên quan tới ứng suất bề mặt (T) và đường kính của nó (D), $P = 4T/D$. Vì lý do đó các bọt khí nhỏ hơn sẽ có áp suất trong nó và có xu hướng tổng hợp thành các bọt khí lớn hơn. Giảm áp suất bề mặt sẽ giảm các xu hướng này.

2. Do các bọt khí có các vỏ bọc là các phân tử cuốn khí ở đường chu vi nên lực đẩy tương hỗ giữa các bọt khí lại được tổng hợp lại lẫn nữa và làm phân tán tính đồng nhất của chúng. Trong bê tông có chất cuốn khí, các bọt khí ổn định ở phía trên nhưng hoạt động của chúng với xi măng và bề mặt cốt liệu hướng ngược lại với hướng tại bề mặt của bọt khí và tăng thêm tính ổn định của hệ thống lỗ rỗng khí.

3.6. SỬ DỤNG RIÊNG PHỤ GIA CUỐN KHÍ

3.6.1. Các yếu tố ảnh hưởng tới thành phần khí

Một số lượng các yếu tố trong công thức phụ gia ảnh hưởng tới thành phần khí có trong hỗn hợp bê tông. Các ảnh hưởng thay đổi rất nhiều trong thành phần hỗn hợp và đặc tính của nó được tổng hợp ở bảng 3.1.

Mặc dù số các yếu tố liên quan đưa ra nguồn vật liệu và thiết kế hỗn hợp hợp lý, rất nhiều các thông số có thể được xem như không thay đổi. Với sự chấp nhận được đưa ra bởi các quy trình hiện hành để đạt được độ bền tốt, sự kiểm tra thành phần khí trong các giới hạn đặc biệt ($\pm 1,1/2\%$) thường là vấn đề thử thách của các nhà máy mới sản xuất.

Bảng 3.1 đưa ra hướng dẫn phác hoạ nhưng ở đó còn có các yếu tố khác cũng có ảnh hưởng cuốn khí và tác dụng của nó cũng được xem như các tác dụng riêng rẽ chi tiết hơn.

Bảng 3.1: Các yếu tố ảnh hưởng đến thành phần khí

Sự tăng thành phần khí	Sự giảm thành phần khí	Ví dụ thay đổi	Ước lượng ảnh hưởng mục tiêu 5% thành phần khí
Nhiệt độ thấp hơn	Nhiệt độ cao hơn	10 - 20°C	Giảm 1 - 1,1/2%
Độ sụt cao hơn	Độ sụt thấp hơn	50 - 100mm	Tăng 1%
Thành phần hạt cát thô hơn	Thành phần hạt cát mịn hơn	BS882 Zone 3 tới 2	Tăng ít hơn 1%
Thành phần cát tăng	Thành phần cát giảm	35 - 45 %	Tăng 1-1,1/2%
Tỷ lệ cát vượt qua lỗ sàng 150 micron giảm	Tỷ lệ cát vượt qua lỗ sàng 150 micron tăng	-50kg/m ³	Giảm 1%
Sự giảm thành phần xi măng gồm cả sự điều chỉnh thành phần cát	Sự tăng thành phần xi măng gồm cả sự điều chỉnh thành phần cát	- 50%	Giảm 1%
-	Gồm có cả các chất không tinh khiết hữu cơ		Các ảnh hưởng tích cực và tiêu cực
-	Bao gồm cả PFA		Sự giảm đáng kể liên quan tới cacbon trong tro
-	Tăng độ cứng của nước	Tăng động cứng	Giảm
Sự tăng trong hỗn hợp	Sự giảm trong hỗn hợp	Hỗn hợp có hiệu quả tốt hơn	Tăng do sự phân tán của hỗn hợp
Dung sai cho phép tích cực	Dung sai cho phép tiêu cực	±5%	
-	Thời gian khuấy kéo dài	1 giờ 2 giờ	giảm 0 - 1% giảm 1%

Chú thích: Các giá trị trong bảng này chỉ là minh họa. Các ảnh hưởng không nhất thiết phải là như vậy bởi vì chúng không độc lập.

3.6.1.1. Thành phần xi măng

Thành phần cuốn khí giảm với sự tăng thành phần xi măng, đặc biệt với thành phần xi măng thấp. Trong thực tế điều này được bù đắp bởi nhiều mối liên hệ giữa lượng phụ gia với lượng xi măng trong hỗn hợp.

3.6.1.2. Xi măng mịn

Việc sử dụng xi măng với bề mặt đặc biệt cao hơn sinh ra sự giảm lượng cuốn khí. Thông thường sự thay đổi trong các hạt mịn của cùng loại xi măng không mong chờ sự thay đổi thành phần khí nhiều hơn 1/2%.

3.6.1.3. Alkali trong xi măng

Sự tăng tập trung của alkali trong xi măng nhìn chung làm tăng hiệu quả của các chất cuốn khí tới mức độ khoảng 1,5% (như Na₂O). Sự thay đổi quá mức với xi măng từ cùng một nguồn sẽ là không bình thường.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Tuy nhiên, liều lượng phụ gia thay đổi sẽ có ảnh hưởng trong khoảng lớn hơn 30% so với yêu cầu. Điều này là một thực tế tốt tạo điều kiện cho việc theo dõi (kiểm soát) mức độ alkali trong xi măng.

3.6.1.4. Mức độ tinh khiết của xi măng

Nếu như sự thay đổi lớn không thể giải thích được liều lượng phụ gia yêu cầu đối với thành phần khí thì việc kiểm tra mức độ tinh khiết của xi măng là cần thiết. Sự nhiễm bẩn ngẫu nhiên của xi măng bởi một số lượng nhỏ dầu ở giai đoạn nghiền tán có thể làm suy giảm hiệu quả của các chất cuốn khí.

3.6.1.5. Cốt liệu mịn

1/ Thành phần cát: Số lượng khí trong bê tông tăng nếu thành phần cát của hỗn hợp bê tông tăng, ngay cả khi có hay không có chất cuốn khí. Ví dụ nếu mức tăng điển hình của cát từ 35 tới 45% thì tổng lượng khí tăng khoảng 1,1 - 2%.

2/ Thành phần hạt cát: Các báo cáo đề cập tới ảnh hưởng của thành phần cốt liệu mịn tới thành phần khí có xu hướng đối lập nhau và do vậy phần nào kém tính thuyết phục. Tuy nhiên sự tăng đáng kể về số lượng các phần tử cát rất nhỏ sẽ làm giảm tổng lượng cuốn khí và có thể làm giảm kích thước của các bọt khí.

3.6.1.6. Nhiệt độ

Lượng cuốn khí thay đổi tỷ lệ nghịch với nhiệt độ do rất nhiều nguyên nhân, ví dụ các ảnh hưởng độ nhớt, hoạt động của xi măng v.v.. Nhiệt độ cao hơn sẽ gây ra sự giảm lượng cuốn khí trong bê tông đối với cùng lượng phụ gia.

3.6.2. Tính dễ thi công

Số lượng khí sinh ra bởi lượng cuốn khí càng tăng thì cũng tăng tính dễ thi công. Với bê tông có tính thi công kém, thì để đảm bảo đúng chất lượng mặt đường bê tông, lượng phụ gia tỷ lệ với hỗn hợp làm việc trung bình phải tăng lên tới 100% để đạt được thành phần khí như vậy. Liều lượng với độ sụt $\geq 200\text{mm}$ cũng cần phải tăng lên để đảm bảo thành phần khí ổn định trong quá trình trộn, vận chuyển, đầm nén.

3.6.3. Tro chất đốt - bột

Mức độ cacbon trong tro có thể gây ra tác động có hại tới hiệu quả của chất cuốn khí, lượng cacbon lớn hơn thì lượng phụ gia cần thiết cũng phải lớn hơn. Tro từ các nhà máy khác nhau với lượng cacbon như nhau không nhất thiết cần lượng phụ gia như nhau và không có cùng ảnh hưởng với các phụ gia khác nhau. Vì vậy, điều này rất có lợi để đảm bảo rằng có thể còn lâu các nguồn cung cấp tro mới được duy trì.

Đối với tro bột chất đốt từ các nguồn riêng lẻ với thành phần cacbon không đối hợp lý, liều lượng chất cuốn khí cần thiết để có thành phần khí mong muốn tỷ lệ trực tiếp với phần trăm của tro trong tổng số lượng xi măng.

3.6.4. Trộn hỗn hợp, vận chuyển, đổ và đầm nén

Nhiệm vụ của các chất cuốn khí là tạo ra các bọt khí nhỏ ổn định, thậm chí làm phân tán qua bê tông mà nó vẫn còn ở trong bê tông sau khi đông cứng.

Kiểu hoạt động của hỗn hợp và hiệu quả nói chung của máy trộn sẽ ảnh hưởng tới cả lượng cuốn khí và thời gian tạo ra lượng khí này. Thành phần khí sẽ tăng cùng với thời gian trộn tăng tới 2 phút trong các trạm trộn cố định và khoảng 15 phút trong hầu hết các trạm trộn di động, sau đó thành phần khí có thể vẫn gần như không đổi trong suốt thời gian trước khi có bất kỳ sự giảm nào xảy ra.

Không thể tránh khỏi có sự mất mát khí xảy ra trong khi vận chuyển, đổ và đầm nén, các bọt khí lớn hơn, ít nhất có hiệu quả có xu hướng bị đuổi đi đầu tiên.

Với bê tông có khả năng làm việc thấp điển hình thì sự mất mát lượng khí có thể là 1 - 2% nên phải dự phòng trước giữa máy trộn và giai đoạn đầm nén, sự mất mát có thể đạt tới 1% với bê tông có khả năng làm việc lớn hơn. Một lượng khí quá nhiều sẽ không bị mất với sự rung bình thường, một phần từ các lỗ rỗng tự nhiên rộng hơn mà chúng hầu hết bị xua đuổi đi. Nếu bị đầm rung mạnh và lâu thì một vài bọt cuốn khí lớn hơn có thể di chuyển về phía trên và lực đẩy giữa các bọt khí này có thể được khắc phục, làm cho chúng kết hợp lại. Tuy nhiên, cần phải nói rằng khoảng cách của các bọt cuốn khí nhỏ trong vữa tham gia rất ít ngay cả khi rung mạnh. Nếu hỗn hợp bê tông được thiết kế thích hợp được đầm nén như là rung chỉ đủ mạnh và thời gian để đạt được độ đầm nén hoàn toàn thì hiệu quả của sự mất mát tỷ lệ với khí nén sẽ không xảy ra.

3.7. SỬ DỤNG CHẤT CUỐN KHÍ CÙNG VỚI PHỤ GIA KHÁC

Các nhà cung cấp phụ gia khuyên rằng nên thí nghiệm cẩn thận nếu sử dụng đồng thời vài loại phụ gia trong hỗn hợp bê tông. Nên trộn trước phụ gia hơn là cho chúng vào riêng rẽ. Một vài phụ gia được tạo ra để cho thành phần khí nhỏ nhất và không thể sử dụng chúng để có thể đạt kết quả tốt như là các chất cuốn khí.

3.7.1 Sử dụng cùng với phụ gia hoá dẻo/giảm nước

Để tạo ra hỗn hợp có tính linh động cao, giảm lượng nước trong bê tông có tính dẻo cao, cần làm tăng sự ổn định của các bọt khí. Trong những năm gần đây nhu cầu về tăng tuổi thọ của bê tông cường độ cao chống băng giá đã dẫn tới sự phát triển các phụ gia cuốn khí dẻo tổng hợp. Sự giảm thêm tỷ lệ N/X đạt được có thể bù đắp hoàn toàn cho sự giảm cường độ do cuốn khí.

3.7.2. Sử dụng cùng với chất siêu dẻo

Việc sử dụng các chất cuốn khí với các chất siêu dẻo và tăng cường độ chống băng giá/tan băng của bê tông siêu dẻo cuốn khí và bê tông siêu dẻo là mối quan tâm rất lớn và là vấn đề tranh luận trong một thời gian. Một vài chất siêu dẻo có tính năng cuốn khí do đó có

thể giảm bớt lượng phụ gia cuốn khí. Một số chất siêu dẻo khác lại có tính năng làm giảm thành phần khí và vì vậy lại có yêu cầu tăng thêm lượng Phụ gia cuốn khí. Nói chung cần tuân theo các chỉ dẫn của nhà sản xuất.

3.8. THIẾT KẾ CẤP PHỐI CHO HỖN HỢP BÊTÔNG CUỐN KHÍ

Các thông số thiết kế hỗn hợp cần xét là:

- Cường độ của bê tông.
- Khả năng làm việc.
- Độ đặc.
- Thành phần cát.

3.8.1. Cường độ

Cường độ của bê tông bị giảm bởi phụ gia cuốn khí. Mức độ suy giảm là 5,5% với cường độ nén và 4% với cường độ kéo gián tiếp tương ứng với mỗi 1% lượng cuốn khí cho thêm vào. Do đó phải điều chỉnh lượng nước để đạt được cường độ mong muốn.

3.8.2. Tính dễ thi công

Do tính dễ thi công được cải thiện khi có sử dụng cuốn khí nên có thể giảm lượng nước yêu cầu tương ứng cho hỗn hợp. Với mục đích xác định thành phần nước của hỗn hợp thiết kế có hoặc không có cuốn khí, khả năng làm việc được chia ra 4 mức tương ứng là rất thấp - thấp - trung bình và cao. Khi đề cập đến hỗn hợp cuốn khí, lượng nước cần để tạo ra tính dễ thi công sẽ ít hơn so với trường hợp của bê tông tương ứng không có cuốn khí.

3.8.3. Độ đặc

Các bọt khí làm cho độ đặc của bê tông thấp hơn và vì vậy làm khối lượng tăng.

Độ đặc và thành phần cốt liệu của một hỗn hợp cuốn khí được điều chỉnh bởi sự giảm bớt (trừ bớt) khối lượng dự kiến cho một m³ của cùng một hỗn hợp không có lượng khí và của cốt liệu tương ứng với lượng cuốn khí yêu cầu. Trọng lượng của cốt liệu được trừ bớt đưa ra bởi công thức:

$$\text{Trọng lượng} = 10. a. D$$

Trong đó: a = Lượng cuốn khí yêu cầu (%);

D = Trọng lượng riêng của cốt liệu.

3.8.4. Thành phần cát

Bê tông cuốn khí dính hơn là bê tông không cuốn khí, bởi vì bản thân các bọt khí hoạt động như là các phần tử cốt liệu rất nhỏ. Điều này cho phép tỷ lệ cát sẽ giảm tới 5% tổng số cốt liệu (gần 20kg/m³ cho mỗi 1% lượng khí dư).

3.9. CÁC ỨNG DỤNG CỦA CÁC CHẤT CUỐN KHÍ

1. Chất cuốn khí làm cho kết cấu bê tông tăng độ bền chống tác động của băng giá và các tác động làm đóng băng muối. Vấn đề này không đáng quan tâm ở nước ta.

2. Chất cuốn khí hoạt động tương tự như khi tăng thêm các thành phần mịn cho bê tông nghèo để tạo ra độ dính cao hơn, hỗn hợp xúc biến tăng độ đầm nén và cải thiện bề mặt cuối cùng của bê tông.

3. Với mức độ cuốn khí thấp, chất cuốn khí hoạt động như là một chất trợ giúp bơm.

4. Chất cuốn khí làm cho dễ dàng cải thiện bề mặt và chống sụt ở cạnh không tựa.

5. Chất cuốn khí cải thiện cường độ và làm cho dễ dàng đổ các khối bê tông trước và giảm yêu cầu về các thiết bị thi công. Các hỗn hợp chất cuốn khí đặc biệt với các chất tăng tốc hoặc các chất giảm nước rất thông dụng đối với công nghiệp bê tông đúc sẵn.

3.10. SỰ CUNG CẤP CÁC CHẤT CUỐN KHÍ TRÊN THỊ TRƯỜNG

Cần phải nhấn mạnh rằng các thiết bị sử dụng cho việc cung cấp phụ gia và đặc biệt là các chất cuốn khí nhìn chung liều lượng là rất thấp, ví dụ 20ml/50kg ximăng. Thiết bị cung cấp nửa tự động thường được thiết kế liều lượng đo bằng điện tiếp xúc giữa phụ gia và mẫu đặt trước trong kính soi. Mức độ chảy phụ gia vào trong kính soi nên để ở mức thấp nhất để đảm bảo rằng không tạo ra tâng bọt và gây ra sự giải phóng nước làm giảm liều lượng.

3.11. CÁC THÍ NGHIỆM VỀ PHỤ GIA CUỐN KHÍ

3.11.1. Các tiêu chuẩn

Nhiều nước đã có các tiêu chuẩn cho phụ gia cuốn khí. Hầu hết thích hợp với Tiêu chuẩn Anh: BS 5075 (Phần 2 - 1982 - Phụ gia bê tông). Tiêu chuẩn cho phụ gia cuốn khí và tiêu chuẩn ASTM C260 - 7 Quy trình tiêu chuẩn cho phụ gia cuốn khí cho bê tông.

Trong Tiêu chuẩn BS 5075, Phần 2 bao gồm các yêu cầu thực hiện về:

- Sự lặp lại thành phần khí.
- Thời gian đông cứng.
- Độ đặc bão hoà.
- Cường độ nén.

Độ bền chống băng giá và sự tan băng cũng giống như là các yêu cầu bao trùm lên thành phần vật liệu khô, thành phần tro, độ đặc liên quan.

Tiêu chuẩn ASTM C260-77 đưa ra các thí nghiệm giống nhau về độ pH, trọng lượng riêng, thành phần khí trong vữa được tạo ra bởi các chất cuốn khí và các yêu cầu thực hiện của bê tông chế tạo với sự liên quan tới các thành phần phụ gia liên quan (mỡ vinsol trung

hoà). Các thí nghiệm thử nhất bao gồm độ thấm nước, thời gian đông cứng, cường độ nén, cường độ uốn, độ bền chống băng giá/tan băng và sự thay đổi chiều dài.

3.11.2. Các phương pháp thí nghiệm hỗn hợp bê tông tươi

3.11.2.1. Xác định thành phần khí

Có 3 phương pháp cơ bản thí nghiệm bê tông về lượng lỗ rỗng khí đó là:

- Phương pháp áp suất.
- Phương pháp thể tích.
- Phương pháp trọng lượng.

Phương pháp áp suất là phương pháp được sử dụng rộng rãi nhất và chính xác nhất, nhưng không phù hợp với bê tông được chế tạo bằng cốt liệu có trọng lượng nhẹ. Lượng khí trong cả 3 phương pháp cũng sẽ bao gồm mọi lỗ cuốn khí bị mất trong bê tông sau khi nó bị nén trong thiết bị.

a/Phương pháp áp suất: Các Tiêu chuẩn BS 1881 (phần 106-1983) và Tiêu chuẩn ASTM C231 - 82 đều mô tả hai thủ tục cho việc xác định thành phần khí bởi phương pháp áp suất dựa trên luật Boyle.

Phương pháp A thực hiện bởi lượng nước đưa vào tới trên độ cao xác định trước lượng bê tông trong thiết bị và đo tổng lượng nước rơi như là khí trong bê tông được nén khi áp suất làm việc của thiết bị được áp dụng. Sự giảm nước được điều chỉnh bằng phần trăm khí trong mẫu bê tông.

Phương pháp B dựa trên nguyên tắc lượng khí đã biết cân bằng, tại áp suất đặt trong thùng kín, với lượng khí chưa biết trong mẫu bê tông. Mật độ áp suất được chia độ để đọc phần trăm lượng khí và do đó việc đọc áp suất sinh ra chỉ thành phần khí trong bê tông. Cả hai phương pháp thành phần khối lượng khí chính xác tới 0,1% của lượng bê tông.

b/Phương pháp thể tích: Phương pháp thể tích được nói trong Tiêu chuẩn ASTM C173 - 78 bao gồm việc đo lượng nước rơi mà nó đổ trong thùng kín trên lượng bê tông đã biết, sau khi khuấy liên tiếp và lắng để di chuyển khí tới bê tông. Cỗ của thiết bị được chia độ để đọc mức độ lượng nước rơi như phần trăm lượng bê tông.

c/Phương pháp trọng lượng: Tiêu chuẩn ASTM C138-81 mô tả phương pháp trọng lượng để đo thành phần khí trong bê tông. Đo độ chặt đầm nén (W) của bê tông để so sánh với lý thuyết độ đặc khí tự do (T) tính toán từ trọng lượng và trọng lượng riêng của thành phần của hỗn hợp. Thành phần khí A, được biểu diễn bằng phần trăm của lượng bê tông:

$$A = \frac{T - W}{T} \times 100 (\%)$$

Phương pháp này sai số trọng lượng khí đạt tới 1% lượng bê tông.

3.11.2.2. Thí nghiệm về sự tách nước

Tiêu chuẩn ASTM 232071 mô tả phương pháp thí nghiệm đối với sự tách nước của bê tông liên quan tới sự thực hiện hỗn hợp khí cuốn. Nước tách được dẫn bởi ống trên bề mặt của lượng bê tông xác định và biểu thị khối lượng trên một đơn vị diện tích bề mặt hoặc phần trăm nước trong mẫu thí nghiệm. Hai phương pháp đã mô tả liên quan tới sự đầm nén bởi máy đầm.

3.11.2.3. Đặc tính của hệ thống lỗ khí

Nhìn chung không thể chấp nhận phương pháp thí nghiệm bê tông trong trạng thái tươi đối với bản chất của các lỗ khí. Trong hầu hết các trường hợp thí nghiệm bê tông về phương diện này gồm cả sự đo thành phần khí. Lượng khí chính xác hợp lý nhất thường được giả định bằng các kinh nghiệm đã có với phụ gia cuốn khí đặc biệt hoặc thực hiện các thí nghiệm như trong Tiêu chuẩn BS 5075: Phần 2, trong đó chỉ ra khoảng cách hợp lý của các bọt khí để đảm bảo có được độ bền tốt.

Thí nghiệm để đưa ra biện pháp đo đặc kích thước lỗ khí tham gia trong bê tông có mối liên quan tới sự mất mát khí do sự rung đã được đề xuất, ưu điểm chính của thí nghiệm là rất đơn giản, nhanh, kinh phí thấp, và thực hiện trên bê tông tươi. Phương pháp dựa trên thực tế là sự rung gây ra sự giảm đường kính lỗ trung bình và lượng khí mất mát sau một thời gian rung tùy thuộc vào đặc tính lỗ khí ban đầu.

3.12. PHÂN TÍCH LỢI ÍCH VỀ KINH TẾ CỦA CUỐN KHÍ

Các nhân tố liên quan đến sự thay đổi về chi phí vật liệu của bê tông nghèo đó là:

1. Sự mất mát cường độ do các lỗ rỗng thừa sẽ đòi hỏi lượng xi măng lớn hơn.
2. Sự giảm nước do các tác động của bọt khí (và sự phân tán các thành phần nếu xem như các chất phụ gia cuốn khí/giảm nước tổng hợp) bù đắp được từng phần hay toàn bộ sự mất mát về cường độ.
3. Tổng số lượng bê tông bao gồm cả lượng khí thêm vào tạo ra sự tăng khối lượng, và như vậy cho phép giảm thành phần cốt liệu.

Kết quả xem xét cho thấy thông thường các giá trị chỉ tăng trong giới hạn tổng chi phí vật liệu tương ứng với chất cuốn khí, với hai loại chức năng có trong khí có thể tạo ra cùng một giá bê tông cuốn khí với thành phần hỗn hợp tương ứng như là bê tông không cuốn khí. Điều này được chứng minh bởi sự giảm chi phí vật liệu đối với hỗn hợp cuốn khí điển hình trong bảng 3.2. Ngoài ra còn thêm một chi phí nhỏ trong việc chế tạo bê tông cuốn khí tăng lên lấy từ chi phí dự phòng mua thiết bị và yêu cầu cho việc thí nghiệm kiểm tra chất lượng thành phần khí. Giá các vật liệu so sánh với $1m^3$ bê tông không cuốn khí có khả năng làm việc và cường độ tương ứng (=100).

Lưu ý: Hỗn hợp được thiết kế với cùng cường độ và khả năng làm việc dựa trên các phương pháp chi tiết trong.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Sự giảm nước điển hình tạo ra bởi phụ gia cuốn khí, thông thường giả sử gần 10% và phụ gia cuốn khí/giảm nước đa chức năng là gần 15%.

Bảng 3.2: So sánh chi phí đối với hỗn hợp bê tông thường và bê tông có cuốn khí

Tỷ lệ N/X thành phần khí	Bê tông không cuốn khí		Bê tông có phụ gia cuốn khí		Bê tông có tổng hợp phụ gia cuốn khí và giảm nước	
	1%/0,60l		41/2%. 0,5l		41/2%. 0,5l	
	Tỷ lệ kg/m ³	Giá vật liệu	Tỷ lệ kg/m ³	Giá vật liệu	Tỷ lệ kg/m ³	Giá vật liệu
Ximăng	300	54,9	320	58,5	300	54,9
Cốt liệu	1895	45,1	1830	43,6	1865	44,4
Nước	180	-	160	-	155	-
Phụ gia	-	-	0,2	0,2	1,0	1,2
Tổng cộng	2375	100,0	2310	102,3	2320	100,5

Các kết quả về sự phân tích giá trên tạo áp lực thêm đối lập với các ưu điểm mà cuốn khí mang lại cho độ bền và độ dính của hỗn hợp. Chi phí tức thời xuất hiện liên quan tới sự phá hủy sớm, ví dụ chi phí nhỏ nhất thêm vào do khí hợp nhất trong bê tông ban đầu của bề mặt bản mặt đường.

3.13. CÁC XU HƯỚNG TRONG TƯƠNG LAI

Phụ gia cuốn khí đã được áp dụng rộng rãi trên nhiều nước. Lượng phụ gia cuốn khí sử dụng ở Anh tăng gần 3 lần trong vòng 5 năm. Xu hướng này được dự đoán là sẽ tiếp tục tăng với mức độ nhanh hơn. Các nhà thiết kế ngày nay không chỉ quan tâm đến cường độ vật liệu mà ngày càng quan tâm đến tuổi thọ công trình. Xu hướng làm tăng cường độ yêu cầu của hỗn hợp cho việc sử dụng kết cấu không có chất cuốn khí nhỏ nhất là 50N/mm². Tại cùng một thời điểm ứng suất cũng tăng bao gồm từ các đặc trưng chung tới cả khí trong bê tông, do đó chúng trở nên nhận biết được nhiều hơn, độ bền cao hơn của bê tông cuốn khí trong tình trạng bên ngoài.

Xu hướng tiêu chuẩn hoá lớn hơn và chất lượng nghiêm ngặt hơn đảm bảo cho sản phẩm bê tông sẽ không gặp vấn đề rắc rối dẫn tới sự ứng dụng rộng hơn của tiêu chuẩn về sức chống băng giá.

Do việc khai thác các nguồn cốt liệu phù hợp trở nên khó khăn hơn sẽ tạo ra khả năng sử dụng nhiều các vật liệu khai thác trên đất liền kém chất lượng hơn và các cốt liệu biển. Trong trường hợp tại những vị trí mà khó có thể tạo ra bê tông với đặc tính làm việc thích hợp từ các vật liệu này, thì cần phải xem xét, tìm kiếm càng nhiều các câu trả lời cho việc dùng các phụ gia cuốn khí.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Phần lớn các giá trị trong quy định phụ gia BS 5057 (Phần 2) sẽ cho biết sự tạo ra bê tông chống lại chu kỳ băng giá và tan băng trong phòng thí nghiệm và do vậy các đặc tính của bọt khí cần thiết cho độ bền trong kết cấu thực. Mặc dù các hỗn hợp đặc biệt sử dụng có thể chỉ ra thành phần khí chính xác trước khi nó được đổ, yêu cầu cần phải có các biện pháp để đảm bảo rằng kích thước lỗ khí và khoảng cách giữa chúng được sắp xếp theo đúng thứ tự để đưa ra độ bền chống băng giá thích ứng. Thí nghiệm trên bê tông đông cứng có chi phí cao và mất nhiều thời gian. Trong tương lai chắc chắn rằng sẽ tập trung nhiều hơn vào tất cả các phương diện thí nghiệm thành phần khí và sự phát triển các phương pháp để có thể tạo ra dạng bọt khí trong bê tông tươi.

4.8. ẢNH HƯỞNG CỦA SỰ THUYẾT HOÁ XIMĂNG TỚI NINH KẾT

Để hiểu rõ việc làm tăng tốc độ quá trình hoá cứng của bê tông diễn ra như thế nào cần nêu tóm tắt về các phản ứng thông dụng trong mỗi giai đoạn cụ thể của quá trình hydrat hoá của xi măng poóc-lăng.

Nguyên liệu cơ bản của xi măng poóc-lăng là đá vôi, đất sét được nghiền nhỏ mịn và trộn lẫn với nhau. Những loại này được trộn bằng máy, trộn ngay từ đất có chứa sét và đá vôi. Những loại đá vôi có chứa dung sét được đem nung tạo thành clinke trong các lò nung quay tới 1400°C. Xi măng poóc-lăng được hoàn thành sau khi nghiền nhỏ và thêm thạch cao vào trong đó.

Thành phần chính cấu tạo nên xi măng poóc-lăng là clinke, thể hiện trong bảng 4.3.

Bảng 4.3

$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	Tricanxi silicat	C_3S
$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	Dicanxi silicat	C_2S
$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	Tricanxi aluminat	C_3A
$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	Tetracanxi aluminat ferit	C_4AF
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Thạch cao	S

Tất cả những thành phần đều có một đặc trưng về hiệu ứng trong quá trình hydrat hoá của xi măng poóc-lăng, nhưng các chi tiết của quá trình hydrat hoá không được đầy đủ mà đã được quy định từ trước.

Theo quy luật tự nhiên, chất keo và phản ứng hydrat hoá hoàn toàn là rất phức tạp tricanxi aluminat (C_3A) được phản ứng hoàn toàn làm biến đổi clinke. Trong giai đoạn này chúng có vai trò tác dụng trực tiếp với nước, phản ứng lại với thạch cao tạo thành tricanxi sunphoaluminat (sản phẩm thu được như ở giai đoạn 1).

Ban đầu phản ứng giữa C_3A ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) - tricanxi aluminat với $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (canxi hydroxyt) và nước xảy ra song song nhau tạo thành tetracanxi aluminat hydroxyt [$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$].

Lúc đầu các phản ứng dừng lại sau một vài phút - được gọi là giai đoạn ngủ, giai đoạn này xảy ra trong quá trình hydrat hoá của xi măng và có thể kéo dài trong vài giờ đồng hồ. Quá trình này diễn ra đến khi bê tông bắt đầu đông cứng. Nhờ có giai đoạn ngủ này ta có thể điều chỉnh các điều kiện cụ thể cho phù hợp bằng cách làm nó chậm phát triển cường độ hoặc các chất ổn định (giai đoạn 2).

Sự khác nhau của clinke trong từng thời kỳ là khác nhau trong thời gian xảy ra các phản ứng hoá học và toả ra nhiệt.

Giai đoạn 3 là toàn bộ các tình hình hiện tại với sự kết thúc toàn bộ ở nhiệt độ cao nhất.

Phản ứng	Nhiệt của phản ứng	Tốc độ
$C_3S + H_2O$	120 cal/g	10 ngày
$C_2S + H_2O$	60 cal/g	100 ngày
$C_3A + S + H_2O$	325 cal/g	6 ngày
$C_3A + Ca(OH)_2 + H_2O$	200 cal/g	6 ngày
$C_4AF + Ca(OH)_2 + H_2O$	100 cal/g	50 ngày
Thời gian xảy ra phản là 80%		

Từ bảng trên có thể thấy ximăng với các thành phần khác nhau thì sẽ có ảnh hưởng khác nhau. Phản ứng với C_3A là nguyên nhân cho toàn bộ các tính chất, còn sự phát triển cường độ thì tùy thuộc vào canxi silicat C_3S và C_2S . Trong suốt quá trình hydrat hoá thì toàn bộ canxi silicat được hydrat hoá. Tuy nhiên các thành phần hoá học không là nhân tố duy nhất quyết định cho tốc độ phản ứng của ximăng. Một số yếu tố khác cũng ảnh hưởng tới tính chất bê tông như lượng nước trộn (tỉ lệ nước/ximăng) và nhiệt độ khi trộn.

Trong công nghệ phun khô thông thường cần phải trộn ximăng và cốt liệu trước cho vào trong máy phun. Nếu cốt liệu ướt thì ở giai đoạn này sự thủy hoá của ximăng sẽ bắt đầu xuất hiện. Trong công nghệ phun ướt, hỗn hợp bê tông có cả nước, được trộn trước khi chất tăng tốc được cho vào và bê tông được tiêm phun.

Do phản ứng giữa chất tăng tốc chất và ximăng, sự thủy hoá trước có thể có các ảnh hưởng rất lớn tới mức độ ninh kết và sự tăng cường độ.

4.9. CHẤT TĂNG TỐC VÀ SỰ BONG BẬT

4.9.1. Khái quát

Sự bong bật là vấn đề chủ yếu đối với bê tông phun và việc sử dụng chất tăng tốc không đúng hay vượt quá liều lượng đều không đem lại hiệu quả. Khi bê tông phun tiếp xúc với bề mặt khô thì chỉ có hồ ximăng mới có thể dính bám được. Do chiều dày của bê tông ướt tăng tạo thành dạng nền cho các lớp tiếp theo bám lên trên, nhờ đó các phần tử cốt liệu lớn hơn có thể dính bám vào lớp bê tông phun trước đó và sự bong bật giảm đi. Hai yếu tố có ảnh hưởng tới sự bong bật được nói đến nhiều là: tỷ lệ N/X và sự hình thành độ dày.

Nếu một chất tăng tốc được sử dụng để tạo sự ninh kết nhanh thì sẽ hình thành các lớp mặt có tính mềm kém cho các lớp tiếp theo và như vậy tính bong bật sẽ vẫn cao. Do vậy hỗn hợp nên được giữ ở độ ẩm tương ứng với mức có thể không đạt tới điểm sục và bề mặt tạo thành cho lớp tiếp theo không bị cứng cho đến khi lớp tiếp theo được phun tiếp lên. Lớp sau cùng nên có tính chất ninh kết rất nhanh để có thể đỡ trọng lượng của lớp áo, đặc biệt trong các đoạn có lớp phía trên dày thì có nguy cơ toàn bộ đoạn hỗn hợp ẩm đó sẽ bị rơi xuống dưới do trọng lượng của nó.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Nước hoà tan trong muối của những kim loại kiềm hoặc đất có môi trường kiềm, những kim loại có thể được dùng với tác dụng giống như các chất làm tăng tốc độ hoá cứng cho bê tông. Rõ ràng nhất là chất clo, silic, cacbonat và các aluminat.

Tác dụng của CaCl_2 dễ dàng nhận thấy nhất. Đầu tiên CaCl_2 phản ứng để tạo ra một bazơ clorua $3\text{CaO} \cdot \text{CaCl}_2 \cdot 15\text{H}_2\text{O}$ và sau đó tác dụng với C_3A tạo thành một chất có công thức $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaCl}_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Với một lượng nhỏ CaCl_2 phù hợp có thể có được một chất giống như chất làm tăng tốc độ hoá cứng cho bê tông. Với hàm lượng cao hơn một chút thì nó có thể là nguyên nhân làm tổn hại đến cường độ và một vài biến đổi trong độ bền sunphat. CaCl_2 là chất không thường xuyên được sử dụng giống như chất làm tăng tốc độ hoá cứng cho bê tông phun, bởi nó có nhiều nguy cơ làm cho sự ăn mòn tăng lên. Để ngăn chặn điều này ta sử dụng silicat kiềm, thường gặp dưới dạng như thủy tinh lỏng.

Silicat kiềm được cho vào nhiều nhất trong xi măng để tạo lên chất làm tăng tốc độ hoá cứng cho bê tông. Thế nhưng chỉ dùng trong khoảng 2 - 5% trọng lượng của xi măng. Sự hydrat hoá C_3S chất vô định hình SiO_2 (như thạch anh) đều không kết tinh để tạo thành chất làm tăng tốc độ hoá cứng cho bê tông một cách hiệu quả trên sự tạo thành C_3S .

Để tăng cường độ hơn nữa, các phản ứng về sau được làm theo khuôn mẫu trong một khoảng thời gian ngắn nhất. Chỉ trong trường hợp dùng dung dịch thủy tinh lỏng không được áp dụng đầy đủ, thì khối lượng của chất kiềm được đưa vào xi măng cùng với silic. Những chất kiềm là nguyên nhân gây ra sự giảm về cường độ, làm tăng sự co ngót và một số các yếu tố khác. Ở ngày tuổi 28 trị số cường độ chịu nén của bê tông phun là 450 kG/m^3 , được trình bày như trong bảng 4.5.

Bảng 4.5

Hàm lượng Na - SiO_2	Cường độ chịu nén	Hàm lượng Na - SiO_2	Cường độ chịu nén
0%	48,0 MPa	25%	12,2 MPa
5%	38,5 MPa	30%	8,4 MPa
10%	29,5 MPa	35%	5,1 MPa
15%	22,5 MPa	40%	3,75 MPa
20%	17,5 MPa	45%	2,6 MPa
		50%	2,2 MPa

Chất kiềm alumin hiện nay vẫn được sử dụng rộng rãi như là một chất duy nhất hoặc có trong hợp chất với các hydroxyt và cacbonat. Như đã nói ở trên, qua trình hydrat hoá xi măng được tạo thành bắt đầu từ phản ứng giữa C_3A và thạch cao. Bằng cách thêm alumin vào các phản ứng này, sau khi phản ứng kết thúc được vài phút, khi trong xi măng chưa có sự trộn lẫn ta có thể dùng thêm chất làm tăng tốc độ đông cứng bê tông một cách nhanh chóng. Trong môi trường như vậy phản ứng gây ra được tạo thành. Các phản ứng liên tiếp được diễn ra theo đúng định lượng. Các phản ứng đó liên tục xảy ra từ 1 - 5 phút và có sự liên quan đặc biệt của chất làm tăng tốc độ đông cứng của bê tông.

Tiêu chuẩn để đánh giá thạch cao là sự phân tích thực nghiệm và kết quả thu được qua quá trình hình thành chúng, liên quan đến môi trường tạo ra chúng. Kết quả cho hai mẫu thử về những chất làm tăng tốc độ hoá cứng cho bê tông được trình bày trong các ví dụ sau. Khi có 5% chất làm tăng tốc độ hoá cứng trong A được thêm vào xi măng với tỉ lệ bằng 0,35 thì tốc độ hóa cứng tăng 45 - 80 lần; sự phù hợp về tính toán đối với chất làm tăng tốc độ hoá cứng cho chất B kém hơn 260 - 360 và kết quả thu được trình bày như trong biểu đồ.

Hơn nữa, các kết luận được dựa trên sự kiểm tra tác động của các phản ứng trong xi măng với khối lượng các aluminat tăng thêm. Điều này cho thấy với một hàm lượng các aluminat cao không hẳn đã cho ta một tốc độ phản ứng nhanh hơn. Tùy thuộc vào lượng xi măng mà các tác dụng đó được tăng lên rất nhanh trong một khoảng thời gian tương đối ngắn với một liều lượng nhỏ. Muốn kết quả tăng hay giảm hơn nữa ta phải thí nghiệm nhiều lần. Các thí nghiệm được tiến hành theo các phương pháp khác nhau để xác định rõ liều lượng một cách tốt nhất trước khi sử dụng các chất làm tăng tốc độ hoá cứng cho bê tông. Với liều lượng của chất làm tăng tốc độ, các chất aluminat bị hạn chế có thể là nguyên nhân làm giảm bớt cường độ của bê tông.

Tất cả các chất phụ gia làm tăng tốc độ hoá cứng cho bê tông đã nói ở trên là do phản ứng của các chất có tính bazơ.

Một số công nhân đào hầm có dùng bê tông phun với các phụ gia có tính kiềm đã bị mù sau một số năm làm việc. Một số người khác cũng bị những bệnh nghề nghiệp khác. Do đó cần tạo ra những loại phụ gia mới không có chất kiềm trong đó. Đó là “các muối vô cơ trung tính” và “các chất hữu cơ trung tính làm tăng tốc độ phản ứng”.

Các muối vô cơ trung tính ngăn cản không cho các kim loại kiềm hoặc các muối clorua hoạt động và vì thế không kích thích lớp bề mặt bên ngoài hoặc làm tăng thêm sự ăn mòn.

Các chất làm tăng tốc độ hoá cứng cho bê tông, không chứa các kim loại kiềm giúp cho sự phát triển về cường độ của bê tông và sự co ngót không bị ảnh hưởng. Các phụ gia làm tăng tốc độ hoá cứng cho bê tông có thể là chất phù hợp tốt với tất cả hoặc một vài tính chất với các hợp chất của nhôm, các chất vô định hình. Với xi măng các hợp chất vô định hình của nhôm cùng với các dung dịch sunphat, nitrat, hoặc là hình dáng của loại đất kiềm cùng sự chuyển hoá của các kim loại, phụ gia làm tăng tốc độ hoá cứng cho bê tông có tác dụng trên xi măng một cách đáng kể.

Các chất hữu cơ trung tính làm tăng tốc độ hoá cứng cho bê tông được phân loại như các axyt hydroxy cacboxylic (H_2CO_3). Một nghiên cứu về xu thế tạo thành hydroxy cacboxylic trên các phụ gia làm tăng tốc độ hoá cứng cho bê tông một cách tổng thể đã thể hiện sự kìm hãm đó, nó cũng khó dẫn tới một phạm vi rộng lớn của các hợp chất trong nhiều lần tiến hành để tạo ra xi măng poóc-lăng.

Một vấn đề về hỗn hợp cho xi măng poóc-lăng và các hợp chất là nó gây ra nhiều sự cản trở cho nguyên vật liệu có một sự khác nhau riêng biệt về kết quả trong khoảng thời gian

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

hình thành với các thành phần khác nhau. Trong cái tổng thể thì thật không dễ dàng để ta có thể dự báo trước được với một sự khác nhau cụ thể của các phụ gia làm tăng tốc độ hoá cứng cho bê tông hoặc có sự hạn chế cho xi măng poóc-lăng.

Các vấn đề đó được biết đến rõ hơn như: các hợp chất của α - hydroxycacboxylic với sự lựa chọn kỹ lưỡng như môi trường kiềm hãm sự phát triển xi măng poóc-lăng và các chất phụ gia làm tăng nhanh tốc độ hoá cứng cho bê tông cũng có được các kết quả. Đó là một trong những phụ gia làm tăng tốc độ hoá cứng cho xi măng poóc-lăng để thích hợp về vật liệu khi sử dụng cho bê tông phun. Như đã đề cập ở trên, thời gian để kết thúc cũng phải mất ít nhất là 1 phút cho sự ứng dụng này (như thí nghiệm Proctor). Một vài phụ gia để tăng tốc độ hoá cứng cho bê tông α - hydroxycacboxylic này có thể làm giảm bớt số lần thí nghiệm để giảm thời gian ít nhất là 2 phút.

Sự hoạt động của các muối vô cơ trung tính cũng tương tự như của các alumin, bởi vì nó cũng làm tăng tốc độ mà ta thu được qua các tài liệu. Trong các hợp chất hữu cơ xuất hiện tại đó để làm vững chắc cho các cấu trúc của xi măng, thì sản phẩm của các phản ứng kết tinh này vẫn đang còn là vấn đề tranh cãi. Kết quả của sự ổn định nhanh là sự làm việc cùng với chất độn giữa các phần tử xi măng.

Trong số ít các phụ gia làm tăng tốc độ phản ứng kiềm, chúng được nung đặc biệt để cấu thành lên clinke. Nó gồm có phần lớn của canxi aluminat hoặc các canxi sunpho aluminat khan (CaSO_4 khan). Chúng được sử dụng chủ yếu trong các cách xử lý trong bê tông phun ướt. Sau các phản ứng, có sự chuẩn bị chu đáo các chất đó từ các thành phần trong xi măng và không có sự giảm bớt về mặt cường độ.

4.9.2. Chất tăng tốc cho bê tông phun không chứa kiềm

Trong hỗn hợp bê tông phun khô chỉ sử dụng phụ gia tăng tốc. Phụ gia giảm bụi cũng có sẵn nhưng sử dụng rất hạn chế. Chất tăng tốc có thể đưa dưới dạng bột vào bê tông phun trước hoặc khi bê tông xả vào máy phun hoặc dưới dạng lỏng phun cùng với nước tại vòi phun. Một ví dụ điển hình là chất sigunit 49 AF, loại đã dùng cho đường hầm Hải Vân.

Với hỗn hợp phun ướt, chất tăng tốc được đưa vào thường dưới dạng chất lỏng nhưng đôi khi dưới dạng bột, trộn ngay tại vòi phun. Các cách khác có thể làm cho hỗn hợp khó bơm hoặc tắc ở ống dẫn hoặc khi quá trình phun bị gián đoạn thì hỗn hợp phun ở ống cấp bị đông cứng nhanh và gây khó khăn cho việc tiếp tục tiến hành quá trình phun.

Với cả hai loại hỗn hợp, lượng phụ gia phụ thuộc vào lượng xi măng trong hỗn hợp. Hầu hết các loại phụ gia tăng tốc mang tính thương mại được sử dụng với tỷ lệ từ 1 - 8% (theo trọng lượng xi măng) phụ thuộc vào đặc điểm cấu tạo của chúng và mục đích sử dụng của bê tông phun. Điều quan trọng là phải đưa phụ gia vào đều khắp hỗn hợp để tránh tình trạng gây ra cứng tức thời ở vài vùng và chậm cứng ở các vùng khác, tránh vón cục ở hỗn hợp phun khô được làm ẩm. Với liều lượng cao hơn thường được sử dụng cho công tác phun trên trần nơi có hiện tượng nước ngấm và nơi yêu cầu đạt cường độ sớm là cần thiết để điều

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

khuyến các điều kiện về nền đá với khoảng thời gian ổn định ngắn. Thậm chí liều dùng cao hơn đôi khi được sử dụng để trợ giúp sự điều khiển ban đầu cho nền yếu hoặc nước ngầm nhưng cường độ cuối cùng của hỗn hợp bê tông sẽ bị giảm nhiều và lượng rơi bột lại cũng tăng khi tăng lượng phụ gia tăng tốc. Đưa silicafum vào hỗn hợp sẽ giảm lượng chất tăng tốc cần thiết để tạo ra những độ dày yêu cầu của bê tông phun trên mặt đứng và trên trần nhưng nó không gây ra cứng nhanh và đạt cường độ như các chất tăng tốc.

Clorit canxi là một loại phụ gia tăng tốc được sử dụng thường xuyên ở thời kỳ đầu của công nghệ bê tông phun. Tuy nhiên do nó mang tính ăn da và có thể gây ra các vấn đề gỉ cốt thép, cuối cùng làm cho cường độ của bê tông bị giảm, gây hại nghiêm trọng cho công nhân do tiếp xúc trực tiếp với sản phẩm nên sau đó rất ít được sử dụng. Thay vào đó, ngày nay hầu hết các chất tăng tốc là các hợp chất hữu cơ, không độc, ít ảnh hưởng tới cường độ cuối cùng của bê tông và sức khỏe của công nhân. Có các chất tăng tốc không chứa kiềm, ví dụ sika sigunit 49 AF, hiển nhiên không làm giảm cường độ cuối cùng của bê tông phun ngay cả khi dùng quá liều. Trên thực tế một số công trình nghiên cứu đưa ra giả thuyết là có thể làm tăng cường độ của bê tông khoảng 5%.

Như đã nói ở phần trên điều quan trọng là phải tiến hành thí nghiệm sự phù hợp của bất cứ loại chất tăng tốc nào với mỗi mẻ ximăng sử dụng và với các loại phụ gia dự kiến sử dụng. Những yếu tố khác có thể ảnh hưởng đáng kể tới đặc tính của chất tăng tốc bao gồm:

- Nhiệt độ và thành phần hoá học của nước dùng cho hỗn hợp.
- Nhiệt độ môi trường.
- Độ ẩm ban đầu của hỗn hợp phun khô.
- Sự phân bố phụ gia chưa đủ độ đồng đều trong hỗn hợp.
- Thành phần hoá của nước ngầm.
- Dầu lẩn trong khí nén cấp.

4.9.3. Phụ gia cho hỗn hợp phun ướt

Các loại phụ gia khác cho bê tông phun ướt trước hết là để tạo ra bê tông chặt, với hàm lượng nước thấp sẵn sàng cho công tác bơm từ máy bơm tới vòi phun. Thông thường những phụ gia này sẽ bao hàm tác nhân cuốn khí, các chất trợ bơm, và các hợp chất làm giảm nước chẳng hạn như các loại phụ gia hoá dẻo và siêu hoá dẻo. Những sản phẩm này thường đưa vào hỗn hợp bê tông tại các trạm trộn, nhưng đôi khi sẽ tốt hơn nếu đưa phụ gia siêu hoá dẻo vào bê tông sau khi nó đã được chở tới công trường. Bởi vì hầu hết các loại siêu hoá dẻo có thời gian hoạt tính hạn chế trong hỗn hợp bê tông nên đưa chúng vào ở phút cuối cùng là hợp lý.

Các tỷ lệ và quá trình sử dụng thực tế sẽ do nhà sản xuất đưa ra nhưng hầu hết các loại phụ gia siêu hoá dẻo đều cho phép thêm lần thứ hai nếu lượng phụ gia cho lần một hết thời gian hoạt động. Cần cẩn thận để không cho phụ gia siêu hoá dẻo quá liều vì điều đó có thể

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

gây ra sự phân tầng của hỗn hợp trong đó cốt liệu thô tách rời với cốt liệu nhỏ và nước được tách ra từ hỗn hợp. Trong những trường hợp như vậy hỗn hợp cần phải được loại bỏ.

Một vài công nghệ mới của phụ gia có thể giới thiệu là:

- Phụ gia Sikatard 902 tỷ lệ N/X thấp. Kéo dài ninh kết ngắn: < 2 giờ.
- Phụ gia Sikatard 908 tỷ lệ N/X thấp. Kéo dài ninh kết trung bình: < 8 giờ.
- Phụ gia Sikatard 908 tỷ lệ N/X thấp. Kéo dài ninh kết lâu: < 14 giờ.
- Phụ gia Sikatard 914. Kéo dài ninh kết < 3 ngày.

4.10. PHỤ GIA LÀM TĂNG TỐC ĐỘ HOÁ CỨNG CHO BÊTÔNG DẠNG BỘT VÀ DẠNG LÔNG

Phụ gia làm tăng tốc độ sẽ được phân bố đồng nhất trong khi trộn, ta có thể tiến hành từ từ với liều lượng ít một. Điều này rất khó đạt được trong suốt quá trình từ lúc đầu cho đến cuối, ngay cả khi có mặt phụ gia tăng tốc dưới dạng bột. Khi phụ gia tăng tốc độ hoá cứng được trộn lẫn trong xi măng từ trước, trộn với cát, thì thường ta hay dùng với cát có độ ẩm cao trước khi quá trình hydrat hoá với xi măng xảy ra nếu không nó dẫn bị kìm hãm và cho một kết quả xấu.

4.10.1. Các chất puzolan

Có hai loại puzolan thường dùng trong công nghệ phun bê tông là tro bay và silicafum (muội silic). Tro bay là chất phụ gia chung cho bê tông nhận được từ tro đất mịn khi đốt than. Đây là sản phẩm phụ của nhà máy nhiệt điện, ví dụ nhà máy nhiệt điện Phả Lại. Tro bay tăng tính bơm của bê tông, giảm nhiệt thủy hoá và giảm lượng dùng xi măng cần thiết để đạt được cường độ thiết kế. Nó cũng làm giảm tốc độ tăng cường độ của bê tông và vì thế ít được sử dụng cho bê tông phun, trừ khi áp dụng bê tông phun cho hỗn hợp ướt phía dưới.

Mặt khác, silicafum được ứng dụng rộng rãi như là chất phụ gia cho bê tông phun. Silicafum là oxyt silic vô định hình, thu được từ phế liệu công nghiệp tinh chế silicon kim loại, với cỡ hạt nhỏ hơn khối thuốc lá vài lần và nhỏ hơn hạt xi măng 100 lần. Trong quá trình thủy hoá xi măng lượng hydroxyt canxi, chất yếu nhất và dễ hoà tan trong nước nhất của xi măng bị giải phóng. Điều đó thể hiện bằng các vết loang (sự nở hoa), chất lắng màu phấn trắng thường thấy trên mặt của bê tông và bê tông phun. Tuy nhiên, khi có silicafum, SiO_2 cho phản ứng với hydroxyt canxi tạo ra chất cứng hydrat canxi silic, chất góp phần làm tăng cường độ và độ chặt của xi măng.

Khi thêm silicafum vào hỗn hợp bê tông sẽ làm tăng cường độ kết dính khoảng 6 lần, giảm độ thấm nước và giảm rơi vãi, tăng tỷ trọng và độ bền, tăng sức kháng lại xói mòn và tăng cường độ của hỗn hợp khoảng 50%. Nhưng quan trọng nhất cho quá trình phun là tăng tính dính của hỗn hợp phun do vậy có thể tăng độ dày của lớp phun cùng với việc có thể giảm liều lượng phụ gia tăng tốc, hoặc bỏ hẳn phụ gia tăng tốc.

Silicafum cho vào hỗn hợp phun với tỷ lệ điển hình là trong khoảng từ 5 tới 15% theo trọng lượng xi măng. Silicafum có dưới dạng bột hoặc hồ lỏng và mới đây cả dưới dạng chất keo mà có thể bảo quản như là chất lỏng. Dạng bột có hai loại: nén chặt và không nén chặt. Sản phẩm nén chặt là đã qua xử lý làm cho các hạt kết tụ lại với nhau để dễ bảo quản và vận chuyển, còn loại không nén chặt thì ở dạng tự nhiên nhưng kích thước hạt rất mịn do đó rất khó sử dụng. Silicafum dạng lỏng chỉ là hỗn hợp đơn giản của các hạt silicafum siêu nhỏ với nước. Vài loại hồ silicafum có chứa chất phụ gia để trộn vào hỗn hợp được chính xác. Dạng hồ lỏng dễ bảo quản và sử dụng nhất nhưng nó thường chỉ sử dụng cho hỗn hợp phun ướt mặc dầu có nhà sản xuất đã chế tạo thiết bị dùng để phun hồ silicafum vào hỗn hợp khô tại vòi phun.

Khi silicafum được đưa vào thị trường gây các mối lo ngại về các ảnh hưởng của nó tới sức khoẻ của công nhân khi tiếp xúc với sản phẩm vì silicafum về mặt hoá học giống như vật liệu gây ra bệnh nhiễm bụi silic. Thực tế vì silicafum không ở dạng tinh thể mà ở dạng vô định hình nên nó không gây ra bệnh nhiễm bụi silic và đã được chứng minh là không độc hơn các loại bụi không chứa silic.

4.10.2. Các phụ gia dạng lỏng

Tất cả các thí nghiệm đều mở ra nhiều hy vọng trong khi sử dụng phụ gia làm tăng tốc độ hoá cứng cho bê tông dưới dạng một chất lỏng vì chúng được phun vào dưới dạng các hạt bụi như khi phun nước bằng một vòi dài.

Các phản ứng của các chất phụ gia làm tăng tốc độ không xảy ra cho đến khi nó được tổng hợp lại. Sự phân bố đồng nhất sẽ có một liều lượng thấp hơn trong khi sử dụng và có thể làm giảm bớt cường độ bởi các chất khử. Các phụ gia tăng tốc dưới dạng là các chất lỏng có thể cho thêm vào khi sử dụng để điều chỉnh lưu lượng khi bơm. Áp lực trong thùng bơm được giảm bớt đi cho phù hợp bởi hàm lượng đó không thể điều chỉnh sự biến đổi hài hoà của các vật liệu trong bình bơm.

4.10.3. Các sự kết hợp

Trong sản xuất bê tông phun dạng khô, phụ gia làm tăng tốc độ hoá cứng thường xuyên được sử dụng trong hợp chất với một chất chống bụi trong hỗn hợp để có thể lựa chọn cho thêm vào dưới dạng bột lúc bắt đầu trộn hoặc ở dạng chất lỏng khi ta trộn cùng nước. Khi chế biến ướt được sử dụng, độ dẻo cũng không được tăng lên và tạo điều kiện thuận lợi hơn trong quá trình bơm và lúc ban đầu khi trộn. Phụ gia làm tăng tốc độ hoá cứng ở dạng chất lỏng này được cho thêm vào trong quá trình đông đặc từ phương pháp trộn bằng cách sử dụng vòi phun với các hợp chất không bụi nếu cần thiết.

4.11. PHƯƠNG PHÁP PHUN ƯỚT

Vữa và bê tông được trộn theo phương pháp trộn ướt sẽ có thể hạn chế cường độ về sau và nó có thể được giải quyết nhanh chóng bởi các thiết bị trộn bê tông ngay tại vị trí gần nơi

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

xây dựng, sau đó nó có thể được giữ nguyên vị trí trong hai ngày để tiếp tục làm cho nó cứng thêm, toàn bộ các lớp bên ngoài được rắn chắc nhanh ngay sau khi cho thêm phụ gia làm tăng tốc độ hoá cứng cho bê tông vào trong hỗn hợp bê tông.

Khuynh hướng khi xây dựng đường hầm thì bê tông phun được sử dụng rất nhiều theo phương pháp trộn ướt. Mục đích là có chất lượng cao cho sản phẩm cuối cùng, sao cho sự ảnh hưởng ngược lại là ít nhất và sự phát sinh ra bụi là chậm.

Trong khi kết thúc quá trình trộn ướt vữa và bê tông thì chỉ có một phương pháp duy nhất được sử dụng rộng rãi vì đó là phương pháp kinh tế nhất với quy mô rộng, phun áp lực với chất lượng cao cho bê tông và vữa xây dựng. Bê tông phun được trộn ướt hoặc vữa phun có thể được dùng ống nhựa mềm nhả để phun. Nó hoàn toàn không như trước đây và ta có thể bảo đảm tính ổn định của bê tông hoặc hồ vữa trong vài giờ đồng hồ, sau đó dùng một phụ gia tăng tốc độ hoá cứng làm tăng thêm độ vững chắc của vữa xây. Sự khô lại và rắn chắc nhanh mà không cần phải phun lại bê tông hoặc hạn chế vữa xây rơi xuống đất. Trong các loại đang được dùng hiện nay, khả năng bơm có một tính vững chắc với một tốc độ lớn nhất, bê tông hoặc vữa xây dựng đã được trộn ở địa điểm nơi gần nhất trước khi có dùng một hoá chất làm kim hãm, chất làm dẻo, chất siêu dẻo. Nếu không chuẩn bị trên các thùng trộn thì ta tiến hành trộn từng mẻ với một lượng nhỏ để bê tông luôn có độ dẻo nhất định.

Trong suốt sự gián đoạn, bê tông được tăng nhanh về độ cứng và tưới nước bằng vòi phun và máy phun được làm sạch sẽ hoàn toàn sau khi thôi làm việc trong một thời gian dài. Việc làm sạch cho một máy trộn ướt cũng khó khăn hơn so với máy trộn khô vì có một ống dẫn bất lợi hơn. Với một lượng nước rất lớn đủ để làm sạch một máy trộn trộn theo phương pháp trộn ướt, tất cả các bộ phận được rửa ở bên ngoài, nhưng ngược lại với phương pháp dùng máy trộn khô và tưới nước bằng vòi có thể chỉ cần phun nước với khí nén. Khi phương pháp trộn ướt đã được sử dụng trong quá khứ thì tất cả các sự thoả mãn của các xe chuyên dụng, có nhiều khi không cần thiết cho bê tông phun. Cùng với các công trình bên trong các thành phố, người ta làm việc suốt 24 giờ thì các thiết bị cho bê tông cũng phải được bảo đảm trong suốt 24 giờ trong quá trình hoạt động. Vấn đề này gây ra nhiều tranh cãi, phản nản về sự làm mất yên tĩnh ban đêm tại những nơi có giao thông tấp nập, ồn ào.

Phương pháp mới bây giờ thích hợp với mọi địa điểm về các điều kiện cần thiết là:

- Làm hạn chế, dùng các chất ổn định và chất làm mềm, hoặc chất siêu dẻo bằng cách có thể cho thêm vào trong thành phần của bê tông.
- Độ đặc của bê tông hoặc hồ vữa xây dựng không làm thay đổi cơ bản và nó vẫn có khả năng bơm được hết cỡ trong hai ngày.
- Với bê tông hoặc hồ vữa xây dựng có thể được bơm vào bất kỳ lúc nào với một tốc độ để có một đặc tính cần thiết.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

- Các máy móc không thể làm sạch nếu trong thời gian gián đoạn dài xảy ra.

- Bất chấp cả sự kìm hãm để không làm mất cường độ ban đầu hoặc cuối.

Trái ngược với lý thuyết và các kinh nghiệm trước đây, bê tông hoặc vữa hồ xây dựng chậm phát triển trong một thời gian dài để đến địa điểm xây dựng đã quy định và ta có thể làm cho nó tăng nhanh độ cứng trực tiếp lớp vỏ ngoài bằng cách dùng chất phụ gia làm tăng nhanh tốc độ phản ứng, mà vẫn không có sự khác biệt nào trong quá trình phát triển cường độ bê tông, vữa không bị làm chậm sự phát triển cường độ.

Sự kìm hãm sự phát triển cường độ bê tông và vữa hồ xây dựng có ảnh hưởng một cách sâu sắc và nó phụ thuộc vào chất lượng của các chất phụ gia đem lại cũng giống như các chất không làm kìm hãm sự phát triển cường độ bê tông và vữa hồ.

Ngoài ra từ các vấn đề về bảo vệ môi trường và về lợi ích kinh tế cho việc sử dụng các chất làm giảm cường độ của bê tông và hồ vữa, các ứng dụng mới về phương pháp trộn ướt đang được phát triển.

- Có rất nhiều ứng dụng trong quá trình xây dựng đường hầm.

- Ván khuôn lưu động và ván khuôn lắp ghép.

- Các hệ thống bảo vệ mái dốc đất đá trong công trình.

- Sửa chữa bê tông.

4.12. CÁC HIỆU ỨNG KHÁC

Bê tông phun không hoàn toàn áp dụng được mọi tiêu chuẩn về chất lượng như của bê tông thường. Nếu cho quá nhiều nước thì các kết quả của phụ gia cũng bị mất tác dụng và bê tông phun bị tách ra thành từng lớp từ lớp dưới.

Nếu lượng nước quá ít thì bê tông phun sẽ khô và nó sẽ bị tách riêng biệt khi được phun ra. Các phân tử thô sẽ bị rơi xuống mặt đất như là bị bong ra mà không có các chất gắn kết và nó sẽ phát sinh một lượng bụi đáng kể. Phần bê tông còn lại ở trên nền trông giống như bị rỗ tổ ong, các chất gắn kết có một cường độ thấp và dễ bị thấm nước.

4.13. MỘT SỐ VÍ DỤ VỀ CẤP PHỐI BÊ TÔNG PHUN

Sau đây giới thiệu 3 cấp phối được sử dụng cho 3 trường hợp điển hình là:

4.13.1 Ví dụ cấp phối cho bê tông phun trơn (không cốt thép)

- Ximăng poóclăng: 315 kg/m³

- Tro than: 115 kg/m³

- Silicafum 20 kg/m³

- Cốt liệu thô 10mm 450 kg/m³

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

- Đá mặt nhỏ	700 kg/m ³
- Cát sông	470 kg/m ³
- Nước	180 kg/m ³
- Sikatard 914	1,5% (theo trọng lượng).
- Sigunit L	16,8 kg/m ³
- Tỷ lệ Nước/Ximăng	0,40 (không kể nước trong phụ gia)
- Độ sụt	150 + 50mm

4.13.2. Ví dụ cấp phối cho bê tông phun có sợi thép vụn

- Ximăng poóclăng:	315 kg/m ³
- Tro than:	115 kg/m ³
- Silicafum:	30 kg/m ³
- Cốt liệu thô 10mm:	450 kg/m ³
- Đá mặt (0 - 6mm):	900 kg/m ³
- Cát sông:	670 kg/m ³
- Nước:	189 kg/m ³
- Sika tard 914:	1,5% (theo trọng lượng)
- Sigunit L:	21 kg/m ³
- Tỷ lệ Nước/Ximăng:	0,42 (không kể nước trong phụ gia)
- Độ sụt:	150 + 50mm

4.13.3. Ví dụ cấp phối cho hỗn hợp vữa phun

- Ximăng poóclăng:	360 kg/m ³
- Tro than:	105 kg/m ³
- Silicafum:	30 kg/m ³
- Cốt liệu thô 10mm:	450 kg/m ³
- Đá mặt (0 - 6mm):	900 kg/m ³
- Cát sông:	670 kg/m ³
- Nước:	195 kg/m ³
- Sikatard 914:	1,5 % (theo trọng lượng)
- Sigunit L:	15 kg/m ³
- Tỷ lệ Nước/Ximăng:	0,42 (không kể nước trong phụ gia)
- Độ sụt:	150 + 50mm

4.13.4. Ví dụ cấp phối cho hỗn hợp vữa phun ở Việt Nam

a) Công trình đường hầm đèo Hải Vân - Gói thầu phía Bắc

- Thầu chính: Hazama - Cienco 6
- Yêu cầu: 6MPa sau 8 giờ và 30MPa sau 28 ngày.
- Loại hỗn hợp: quá trình phun ướt.
- Ximăng PC 40: 450 - 470kg/m³
- N/X < 0,40
- Sikament 163 EX-HV 1,4% theo trọng lượng ximăng.
- Sigunit L 54 AF - 5% theo trọng lượng ximăng.

b) Công trình nâng cấp đường sắt qua đèo Hải Vân

- Thầu chính: Liên doanh VSL - Freyssinet.
- Yêu cầu: 5 MPa sau 10 giờ và 25 MPa sau 28 ngày.
- Loại hỗn hợp: phun khô. Khối lượng 1000 lít trong trạng thái khô bão hoà bề mặt.
- Ximăng PC 40: 250 - 280 kg.
- Sigunit L 54 AF - 4% theo trọng lượng ximăng.

4.14. KẾT LUẬN

Phụ gia tăng tốc độ hoá cứng cho bê tông phun đã được chứng minh bằng thành công trên thị trường. Nếu sử dụng các oxyt SiO₂ kiềm thì cần một lượng nhiều mà lại làm giảm bớt sự phát triển cường độ bê tông. Nếu dùng các phụ gia hoá học để làm tăng tốc độ hoá cứng cho bê tông cho thêm vào hỗn hợp đúng thời điểm thì sẽ thu được một hiệu quả lớn. Các phụ gia cho bê tông phun chỉ được sử dụng với hàm lượng phần trăm nhỏ. Tuy nhiên, chúng là thành phần rất cần thiết cho các hỗn hợp, như vậy đối với một số các áp dụng đặc biệt, đặc biệt trong công việc hầm mỏ và bảo vệ bờ dốc. Ví dụ ở công trình hầm Hải Vân, việc sử dụng các phụ gia này đã góp phần rất lớn vào thành công của dự án.

Chương 5

PHỤ GIA CHỐNG THẤM CHO BÊTÔNG

5.1. GIỚI THIỆU PHỤ GIA CHỐNG THẤM

Nhiều kỹ sư cho rằng phụ gia bê tông không cần thiết và chắc chắn không phải là nhân tố quan trọng để thiết kế một hỗn hợp bê tông đáng tin cậy. Một số người khác cho rằng việc cho thêm phụ gia sẽ khắc phục được các khiếm khuyết sinh ra trong quá trình chế tạo bê tông, do đó làm tăng cơ hội chế tạo bê tông theo đúng với tiêu chuẩn đã đặt ra. Các quan điểm này là đối lập nhau, song đã có một vài chứng minh cho điều này, đó là nhóm phụ gia chống thấm.

Trong thực tế, một trong những yêu cầu quan trọng nhất đối với bê tông là nó phải không thấm nước dưới 2 điều kiện: thứ nhất là khi chịu áp lực nước ở một phía; thứ hai là không hút nước bề mặt thông qua mao dẫn.

Nói chung, bê tông khi được thiết kế một cách cẩn thận, thi công một cách có hiệu quả với cốt liệu chắc thì sẽ không thấm nước. Tuy nhiên, vì các sai sót của cả quá trình từ thiết kế, đổ bê tông đến bảo dưỡng bê tông và rất nhiều các công tác ngoài công trường nên để lại rất nhiều hậu quả không mong muốn. Vì vậy nên sử dụng một số loại phụ gia đã được lựa chọn kỹ càng để làm giảm tính thấm của bê tông.

Cần lưu ý rằng việc sử dụng phụ gia trong bất kỳ trường hợp nào đều không được coi là một giải pháp để loại trừ những hậu quả xấu do việc dùng các vật liệu xấu, do công tác thiết kế thành phần bê tông kém chính xác hay do tay nghề kém. Trong bất kỳ trường hợp nào cũng không nên mong đợi phụ gia sẽ bù cho các vết nứt, các lỗ rỗng lớn gây ra hiện tượng thấm bê tông.

Phụ gia chống thấm có thể tạo ra dưới dạng bột, hồ hay dạng lỏng và có thể chứa vật liệu lấp kín lỗ rỗng hay vật liệu kỵ nước. Các loại vật liệu chính trong cấp hạng vật liệu lấp kín các lỗ rỗng là: silicat của soda, nhôm sunphat hay kẽm sunphat, nhôm clorua và kẽm clorua. Đây là những chất lấp kín lỗ rỗng rất linh hoạt về mặt hoá học. Hơn nữa, chúng cũng làm tăng tốc độ ninh kết của bê tông và vì vậy tạo cho bê tông tính chống thấm tốt hơn ngay ở giai đoạn đầu. Những vật liệu lấp kín không linh hoạt về mặt hoá học như đá phấn, v.v... thường được nghiền rất mịn. Tác dụng chính của chúng là cải thiện tính dễ thi công và giảm lượng nước khi tính dễ thi công đã định. Nó làm cho bê tông trở nên đặc và cơ bản là để chống thấm. Một số loại phụ gia chống thấm khác có thể chứa butyl stearat, tác dụng của nó như xà phòng nhưng lại không có tác dụng tạo bọt. Butyl stearat cao cấp hơn xà phòng và làm việc như là một vật liệu kỵ nước trong bê tông.

Các loại dầu khoáng không có chất béo hoặc là dầu thực vật cũng đã được chứng minh là rất có hiệu quả trong việc tạo ra bê tông chống thấm. Việc sử dụng dầu phụ phẩm, dầu áphalt cũng đã được thử nghiệm với hàm lượng 2,5%; 5%; 10% theo trọng lượng của xi măng. Kết quả là cường độ và tính dễ thi công của bê tông không bị ảnh hưởng một cách nghiêm trọng.

Việc sản xuất bê tông có độ thấm thấp hay cao phụ thuộc rất lớn vào việc đổ bê tông một cách đồng đều có thành công hay không. Một chất nào đó mà làm tăng tính dẻo của hỗn hợp đã cho mà không gây tác dụng có hại hoặc hạn chế được hiện tượng rỉ nước và vì thế giảm được số lỗ rỗng trong bê tông, thì cũng được coi như là phụ gia làm giảm tính thấm, các chất cuốn khí cũng được coi là thuộc loại này vì chúng làm tăng tính dễ thi công, tính dẻo của bê tông, góp phần làm giảm lượng nước và hiện tượng rỉ nước trong bê tông. Bê tông cuốn khí có độ hút nước và tính mao dẫn thấp hơn khi mà hàm lượng cuốn khí không vượt quá 6%.

5.2. YÊU CẦU ĐỐI VỚI VIỆC SỬ DỤNG PHỤ GIA CHỐNG THẤM

Với trình độ tay nghề tốt cùng với thiết kế hỗn hợp bê tông đúng đắn, chúng ta có thể chế tạo được bê tông với chất lượng tốt có tính thấm và độ rỗng (xốp) thấp (hệ số thấm nước điển hình $K_w = 10^{-8} - 10^{-10}$ m/sec). Nếu bê tông được bảo dưỡng, nó có thể được xem là chống được nước bởi vì sự hấp thụ hơi nước và nước qua bê tông là rất kém, do sự không liên tục của mao dẫn và các lỗ rỗng. Tuy nhiên, trong thực tế kết cấu bê tông thường bị nước thấm qua không những chỉ ở chỗ các mối nối và các vị trí không liên tục mà nước có thể thấm xuyên qua cả bản thân các khối bê tông.

Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng nước có thể xuyên qua bê tông bằng 2 con đường:

- Thứ nhất, khi mà áp suất thủy tĩnh trên 1 phía của khối bê tông, nước và các tác nhân đối kháng có thể đi qua bất kỳ đường nào mà nó liên quan tới hai bề mặt của bê tông.
- Thứ hai, nước có thể bị hấp thụ bởi hoạt động mao dẫn và đi qua bê tông tới bề mặt nơi mà nó bay hơi do khí tiếp xúc với bề mặt không bão hòa.

Sự hút mao dẫn sinh ra bởi bê tông khô hay khô một phần tiếp xúc với nước được cân bằng với cột nước thủy tĩnh một vài mét.

Các phụ gia có thể làm giảm tính thấm sẽ có hiệu quả trong tình huống đầu tiên. Tuy nhiên, các phụ gia với các đặc tính đuổi nước hay chống ẩm (hydrophobers) có thể làm giảm ảnh hưởng cơ học thứ cấp trong khi kém hiệu quả chống nước đi qua dưới cột nước thủy tĩnh chủ động.

Nhân tố chung cho phép nước đi qua hoặc nước bay hơi trong tất cả các cấu kiện bê tông là sự có mặt của các lỗ rỗng nối với nhau bên trong. Nếu không có các lỗ rỗng và sự nối liên thông của chúng thì sự chuyển động của nước và hơi không thể xảy ra. Sau đây xem xét sự biến đổi lỗ rỗng trong bê tông.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Các lỗ rỗng được chia ra làm 3 nhóm chính:

1. Các lỗ keo là rất nhỏ (khoảng 2mm) và không phụ thuộc vào tỷ lệ N/X.
2. Lỗ rỗng mao quản sinh ra từ sự có mặt của lượng nước dư và do vậy chúng phụ thuộc vào tỷ lệ N/X.
3. Các lỗ rỗng do cuốn khí phản ánh phương pháp trộn và lưu biến bê tông.

Loại 2 và 3 liên quan tới các vấn đề bê tông chống thấm.

Số lượng đường dẫn thấm và mao quản có thể giảm được là nhờ kiểm soát tỷ lệ N/X. Trong quá trình thủy hoá của xi măng, một vài đường mao quản gây ngăn cản quá trình bởi phản ứng sinh ra vật liệu mầm tinh thể và keo hydrat silicat (gel CSH). Các gel này có tính thấm thủy tinh rất nhỏ $K_w = 7.10^{-16}m/sec$ và nếu tỷ lệ N/X thấp đủ để lượng keo sinh ra ngăn cản hoàn toàn mao quản nối nhau trong hồ xi măng. Đối với bê tông xi măng poóc-lăng thông thường nếu như tỷ lệ N/X lớn hơn 0,7 lượng keo sẽ không đủ để ngăn cản mao quản do đó tạo ra sự dính kết.

5.3. ĐỊNH NGHĨA CHẤT CHỐNG THẤM

Chất chống thấm là một vật liệu (bột hay chất lỏng) mà khi trộn với bê tông tươi nó gây ra các hiện tượng sau:

- a/ Giảm tính thấm thủy tinh của khối bê tông bảo dưỡng.
- b/ Đẩy nước hay tính chất hydrophobic làm cho bê tông đông cứng.

Định nghĩa này không nói đến phụ gia tăng tốc như là canxi clorua vì các vật liệu như vậy chỉ biến đổi mức độ tại một vài tính thấm ban đầu đạt được và không quan tâm đến giá trị cuối cùng. Việc cho thêm phụ gia dẻo hay giảm nước cũng được xét đến bởi vì tổng lượng lỗ rỗng có thể giảm bởi việc sử dụng chúng và tác động của chúng về tính thấm đã được chứng minh. Một vài chất chống thấm đặc biệt thuộc nhóm này sẽ được đề cập rõ hơn ở phần dưới đây.

Chúng ta không xét đến loại xi măng chống thấm bởi vì nó được chế tạo bằng cách trộn lẫn các hoá chất chống thấm, như là metal stearat, dầu không saponifiable và xử lý thạch cao với bột xi măng khô. Qua cách định nghĩa các vật liệu thì chúng không phải là phụ gia. Đồng thời cũng không xét bất kỳ chất xử lý bề mặt cách nước hay chống thấm vì các vật liệu này được áp dụng sau khi bê tông đã đông cứng.

5.4. PHÂN LOẠI PHỤ GIA CHỐNG THẤM

Có thể phân loại phụ gia chống thấm thành 3 nhóm chính:

- Chất giảm thấm.
- Chất đẩy nước hay chất hydrophober.
- Các hoá chất chống thấm khác.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Các bộ phận của mỗi nhóm này có thể hoạt động hay không hoạt động. Đối với nhóm hoạt động khi phụ gia tiếp xúc ximăng ướn sự phản ứng hóa chất xuất hiện tạo ra sản phẩm mới với đặc tính chống thấm.

Về hình thức, có thể phân loại các chất chống thấm dạng bột, dạng lỏng hay dạng sệt. Chúng có thể được cho thêm vào nước hay hỗn hợp bê tông các vật liệu như đã nói ở trên mà cần được để riêng để trộn trước với ximăng khô.

Nhóm phụ gia thứ nhất là vật liệu giảm tính rỗng xốp của vật liệu cho vào lỗ khoan. Điều này không giống như nhóm vật liệu thứ hai. Mỗi nhóm được đề cập đến như sau:

5.4.1. Chất giảm thấm

Chúng ta có thể phân loại nhóm vật liệu này theo tính năng giảm tính thấm thủy lực của bê tông, cụ thể là:

- a/ Vật liệu đặc biệt mịn.
- b/ Phụ gia cuốn khí và tăng tính dễ thi công.
- c/ Chất tăng tốc.

5.4.1.1. Vật liệu đặc biệt mịn

Cát mịn, bột trắng, bentonit, đất diatomit, đá vôi, xỉ và đá bọt, colloidal silicat (gồm cả muối silicat) và fluorosilicat là các vật liệu thuộc nhóm này. Các vật liệu mịn có một vài độ hoạt động puzolanic, chúng làm đặc vữa ximăng bởi sự thay thế các tinh thể thô hydroxyt canxi với sản phẩm silicat canxi hydrat như gel mịn hơn.

Vật liệu đặc biệt mịn có ích lợi thực tế nếu như hỗn hợp bê tông ít ximăng hay thiếu thành phần mịn. Tuy nhiên, trong hỗn hợp nhiều ximăng ảnh hưởng có thể ngược lại bởi việc cho thêm các thành phần mịn có thể làm tăng lượng nước dẫn tới giảm độ đặc và cường độ bê tông thấp hơn.

5.4.1.2. Phụ gia cuốn khí và tăng tính dễ thi công

Loại phụ gia này tương ứng với các tác nhân giúp tăng khả năng làm việc hay chất tăng dẻo làm giảm lỗ khí cuốn và lượng nước yêu cầu giảm bù đắp lại sự phù nước. Muối axit lignosunphonic thường được sử dụng kết hợp với chất thấm khoáng đặc biệt.

Lignosunphonat hấp thụ vào C_3A (tricanxi aluminat) tạo ra sự thủy hoá sớm, có khả năng phân tán các phân tử ximăng tốt hơn. Tại cùng một thời điểm, ứng suất kéo bề mặt của thời kỳ ngậm nước giảm, giúp tăng khả năng hoạt động và giữ ẩm tốt hơn. Sự tổng hợp lignosunphonat có thể làm tăng hệ thống lỗ rỗng mịn gây ra sự hấp thụ mao quản cao, làm tăng độ bền đối với dòng nước và tính thấm.

Chất phụ gia siêu dẻo có gốc loại sunphonat melamin - formandehyt và naphtalen - formandehyt sẽ cho sự phân tán lớn hơn và khả năng làm giảm nước lớn hơn loại phụ gia

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

hoá dẻo thường (gốc lignosunphat). Chúng được sử dụng với liều lượng lớn hơn, giá thành cũng cao hơn nhưng hiệu quả rất cao. Trong các thí nghiệm ở Việt Nam với bê tông có dùng phụ gia siêu dẻo như sikament R4, sikament NN, độ chống thấm của bê tông dễ dàng đạt đến cấp B7 hay B8.

Tác nhân cuốn khí hoạt động tương tự như lignosunphonat bởi sự cải thiện khả năng làm việc đối với hỗn hợp và như vậy cho phép dùng ít nước. Cấu trúc tổ ong khí cuốn không làm tăng lỗ khí liên thông mà nó còn làm tăng tính thấm.

Các vật liệu trong nhóm này thường được chung cất từ gỗ trung hoà, xà phòng, sunphonat cacbohyđrat và anionic surfactant.

5.4.1.3. Chất tăng tốc

Chức năng của chất tăng tốc như là chất giảm thấm là rất đáng nghi ngờ. Ví dụ việc sử dụng canxi clorit có thể cải thiện tính xốp và tính thấm sớm hình thành một cách đơn giản do quá trình hoạt động thuỷ hoá toàn bộ của pha C₃A và C₃S nhưng tính thấm cuối cùng không thay đổi.

5.4.2. Chất đẩy nước hay hydrophobers

Các vật liệu trong nhóm này làm giảm sự hút nước của bê tông khô thường xảy ra do hoạt động mao dẫn và do áp suất bên ngoài của nước. Sự thay đổi độ ẩm của loại này có thể gây ra sự đổi màu và sự ẩm ướt không mong muốn.

Về nguyên tắc có thể nói rằng toàn bộ loại vật liệu này có đặc tính đẩy nước trên bề mặt bê tông như là lớp phủ mặt và trong một vài trường hợp ngăn cản lỗ rỗng. Bản chất cơ học cụ thể là rất khó hiểu nhưng chú ý rằng hoạt động đẩy nước là liên quan tới hiện tượng tĩnh điện tạo ra những bức tường mao dẫn.

Các vật liệu trong nhóm này bao gồm:

a/ Xà phòng.

b/ Butyl stearat.

c/ Sản phẩm petroleum lựa chọn và dầu tự nhiên.

5.4.2.1. Xà phòng

Thường là muối metal và mới đây đưa ra thêm muối sunphonium của axit béo, ví dụ canxi, natri hay amonium stearat hay oleat cũng như là sự phân tán axit stearic. Xà phòng 'hoà tan' qua phản ứng với ion canxi trong pha ngậm nước của bê tông và tách ra như muối canxi không hoà tan. Sự tham gia của lớp bọc hydrophobic tới bề mặt mao quản không ngăn cản được sự hình thành một số lỗ rỗng trong bê tông tươi. Hệ thống lỗ rỗng phát triển trong giai đoạn thuỷ hoá sau (lớn hơn 24 giờ) không bị ảnh hưởng bởi các chất này, do vậy tính thấm bão hoà không giảm.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Rất nhiều các vật liệu cuốn khí này, do đặc tính của nó và liều lượng vượt quá 0,2% ximăng có thể gây ra giảm cường độ bê tông ở mức độ nhất định. Mặt khác khả năng làm việc có thể được cải thiện do việc sử dụng xà phòng, nó có thể bù đắp được sự tạo thành lỗ rỗng lớn và khe nứt.

Liều lượng tối ưu sẽ được xét đến khi thiết kế hỗn hợp, phụ gia được lựa chọn và yêu cầu đặc tính cuối cùng.

5.4.2.2. *Butyl stearat*

Hoạt động hydrophobic của butyl stearat tương tự như hoạt động của xà phòng, kết quả tổng hợp cuối cùng trong sự đẩy nước là canxi stearat.

Tuy nhiên, butyl stearat thủy phân rất chậm trong pha kiềm của bê tông và tạo ra canxi stearat rất chậm. Do vậy rất ít lượng khí được cuốn và sự giảm cường độ là không đáng kể. Điều này cho phép sử dụng chất phụ gia nhiều hơn, để có sự cải thiện chống thấm, ẩm không thay đổi. Hoạt động chậm của butyl stearat cũng cho phép sự tham gia của phụ gia tốt hơn qua keo ximăng.

Butyl stearat thường được cho thêm như một nhũ tương với liều lượng 1% thể tích đối với ximăng.

5.4.2.3. *Các sản phẩm dầu*

Dầu khoáng, sáp, hắc ín cũng như là dầu tự nhiên, dầu linseed, rapeseed và dầu thực vật cũng nằm trong nhóm này. Trong trường hợp nhũ tương hắc ín phân tán bị phá vỡ bởi sự khô của bê tông, sinh ra hydrophober và một vài lỗ bị tắc. Một số chất tổng hợp khác nhìn chung được xem như là hydrophober 'bên trong' hoạt động chủ yếu theo phương pháp vật lý, không có phản ứng rõ ràng với thành phần ximăng.

Một mức độ giảm cường độ có thể xảy ra do khí cuốn, đặc biệt nếu tác nhân nhũ hoá được sử dụng để phân tán hydrocacbon. Một vài nhũ tương sáp có thể cải thiện tính chống thấm ẩm của bê tông được bảo dưỡng hơi nước bằng nấu chảy ở công trường và như vậy nó làm tắc lỗ rỗng.

5.4.3. *Các hoá chất chống thấm khác*

Các sản phẩm trong nhóm này được xem như có chức năng chống thấm, nhưng về mặt hóa học là rất khó hiểu và đặc biệt có thể gây nghi ngờ.

Ví dụ về các vật liệu như là dầu jelly, naphtalen, sáp, một vài xenlulo và nhựa than đá hòa tan, và cuối cùng là bột natri silicat và aluminium.

Silicon được sử dụng rộng rãi trong việc xử lý bề mặt bê tông nhưng không được dùng nhiều như chất chống thấm. Do silicon rẻ hơn nên nó có xu hướng gây ra sự quá chậm khi sử dụng đủ lượng để tác động đến tính chất của bê tông đông cứng.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Methyl siliconat và polyhyrosiloxanes được đánh giá cho việc cải thiện tính chống băng giá của bê tông nhưng không làm giảm tính thấm.

5.5. SỰ LỰA CHỌN VÀ CÁC ỨNG DỤNG

Với số lượng lớn có thể áp dụng với rất nhiều loại khác nhau, nói chung phụ gia chống thấm cần được lựa chọn cẩn thận để đáp ứng đúng các yêu cầu của khách hàng.

Chất giảm thấm rất được ưa chuộng đối với kết cấu nằm trong nước, và việc lựa chọn giữa các vật liệu đặc biệt mịn và phụ gia cuốn khí, giảm nước có ảnh hưởng lớn bởi tính tiện ích, giá thành, và các yêu cầu khác như cường độ. Mặt khác, độ bền của các kết cấu đúc sẵn và các tấm panel có thể có lợi hơn khi dùng phụ gia đuổi nước. Tương tự, các nền bê tông trong đất sâu nhưng cao trên mực nước ngầm sẽ được bảo vệ có hiệu quả hơn từ sự thấm xuyên hơi nước theo kiểu hydrophobic. Các chất chống thấm tổng hợp mà kết hợp được chức năng giảm tính thấm bão hòa và chức năng chống ẩm có thể đem lại thành công rất lớn, nhưng giá thành của nó lại là vấn đề chính cần phải quan tâm xem xét.

Về các chi phí liên quan, phụ gia cuốn khí và giảm nước là rẻ nhất và chúng được sử dụng với liều lượng thấp nhất (khoảng 0,04 - 0,25% của trọng lượng xi măng). Loại sản phẩm được sử dụng thường là chất lỏng, dễ dàng phân tán trong máy trộn.

Chất chống thấm hydrophober và chất chống thấm đa chức năng thường đắt hơn và phải sử dụng với liều lượng nhiều hơn (thường 0,5 - 1,5% trọng lượng xi măng). Chi phí sử dụng có thể gấp 4 - 6 lần chi phí của loại phụ gia cuốn khí, giảm nước. Chúng có thể tác dụng mạnh hơn hay có độ nhót lớn vì vậy để sử dụng đúng ở công trường là rất khó.

Chất giảm thấm dạng hạt mịn ngày nay được sử dụng ít hơn là chất chống thấm lỏng. Chúng được sử dụng với liều lượng cao (5 - 20% trọng lượng xi măng) và khi là đặc tính thủy lực hay pozolanic thì chúng có thể được xem như vật liệu thay thế xi măng.

5.7. CÁC XU HƯỚNG TRONG TƯƠNG LAI

Những phụ gia chống thấm, hơn bất kỳ một loại phụ gia nào, chúng đã được các Nhà sản xuất nghiên cứu phát triển dưới hình thức "thêm bớt và thử nghiệm" mà kết quả là dẫn đến rất nhiều sản phẩm mới. Một trong số chúng đã được chấp nhận. Đường như những sản phẩm mới đó sẽ phát triển một cách tự nhiên không phải là do kết quả nghiên cứu khoa học mà thuần túy là do các nhà sản xuất mở rộng và cập nhật các sản phẩm hiện hành của họ. Vì thế chúng ta phải xem xét các thành phần polime mới để xem liệu chúng có năng lực chống thấm hay không.

Các loại nhựa melamin - formaldehyd mới có thể có các đặc trưng tăng dẻo một cách đáng kể mà chỉ cần có nó thôi cũng làm tăng chất lượng chống thấm và thêm vào đó nó còn tăng cường tác dụng hydrophobic khi được sử dụng kết hợp với các chất chống thấm như silic và bột kim loại, Tuy nhiên những vật liệu này khá đắt.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Do các chất chống ẩm thường chỉ tác dụng ở phần bề mặt nên hiệu quả phân bố nó trong toàn bộ khối bê tông là rất nhỏ. Những vật liệu hiện đại, đắt tiền mà rất có hiệu quả cũng có thể được áp dụng chỉ ở trên bề mặt vì thế sẽ làm cho toàn bộ quá trình xử lý kém tính kinh tế đi rất nhiều. Sử dụng một phụ gia chống thấm có hiệu quả là một trong những yêu cầu quan trọng nhất để sản xuất và xây lắp thành công các loại kết cấu nhà cửa lắp ghép khi mà các cấu kiện được lắp ghép có rất nhiều mối nối và lại mỏng hơn rất nhiều so với các loại kết cấu đúc liền khối tại chỗ thông thường. Vì vậy, cần dùng một loại phụ gia chống thấm hiệu quả để tạo tính chống thấm tốt. Đối với các công trình cầu đường, thủy lợi bề mặt thường xuyên tiếp xúc với nước và khí quyển thì lại càng cần các phụ gia chống thấm tốt.

Chương 4

PHỤ GIA CHO BÊTÔNG PHUN

4.1. KHÁI NIỆM VỀ CHẤT TĂNG TỐC CHO BÊTÔNG PHUN

Bê tông phun ngày càng được sử dụng rộng rãi trên khắp thế giới và cả ở Việt Nam. Người ta thấy rằng với một vài ứng dụng cần sự ninh kết rất nhanh hay cần có cường độ sớm cao thì chất tăng tốc là cần thiết. Lĩnh vực áp dụng bao gồm:

a/ Tạo sự ổn định nhanh của vữa vữa sau khi trát nhằm đảm bảo an toàn trong khi vữa chưa được lắp các thiết bị chống đỡ.

b/ Cho phép dùng bê tông phun thi công trên các bề mặt kết cấu ở phía trên cao, đặc biệt trong các công trình mỏ.

c/ Cho phép tránh hiện tượng lớp bê tông phun bị lở ra do nước thấm từ bề mặt ngoài sát vách địa tầng. Đặc biệt là làm ổn định khối đất đá trong thi công mỏ, hầm và các công trình cần có sự ổn định kết cấu khác.

d/ Để ổn định và sửa chữa công trình ở các vùng có sóng khi mà tác động của sóng có thể gây ra sự trôi bê tông.

4.1.1. Sơ lược về công nghệ bê tông phun

4.1.1.1. Các loại bê tông phun

Có 2 loại bê tông phun chính: là hỗn hợp bê tông khô và hỗn hợp bê tông ướt. Đối với hỗn hợp bê tông phun khô, các thành phần được trộn khô với nhau và với lượng nước cần thiết được đưa vào ở vòi phun. Hỗn hợp bê tông phun ướt rất giống với hỗn hợp bê tông có tính năng bơm cao, các thành phần kể cả nước trong đó được trộn với nhau sau đó được bơm tới vòi phun, nơi khí nén được phun với vận tốc thích hợp.

So với phun bê tông khô thì phương pháp phun ướt có lượng bê tông rơi vãi ít hơn, ít bụi hơn, và sản lượng cao hơn. Phun ướt cũng sử dụng các biện pháp đo lường vật liệu chung trong công nghệ bê tông cùng với các tiêu chuẩn về kiểm tra chất lượng và thí nghiệm được sử dụng rộng rãi và hiểu rõ. Nhiều nghiên cứu cho thấy chất lượng bê tông phun ướt khi cốt liệu được xếp đặt trước không được nhạy cảm với người cầm vòi phun bởi người đó không điều khiển được tỷ lệ nước/ximăng. Mặt khác, người phun không kiểm soát được vận tốc và góc đập của dòng bê tông phun, những điều ảnh hưởng trực tiếp tới mức độ lèn chặt và có thể điều chỉnh lượng phụ gia tăng tốc sử dụng. Do vậy, kỹ năng của người điều khiển vòi phun cho tới nay vẫn là yếu tố quyết định chất lượng cho hỗn hợp bê tông phun ướt.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Tùy theo loại xi măng sử dụng mà sản lượng phun bê tông ướt có thể đạt tới 25m³/h cho một trạm trộn. Sản lượng đạt được cao hơn khi sử dụng vòi phun cơ giới với bộ điều khiển từ xa có khả năng điều khiển các vòi phun lớn và nặng hơn so với việc giữ vòi bằng tay. Công suất tối đa của máy phun bê tông khô vào khoảng 12 m³/h cho một trạm trộn.

Mặc dù công nghệ phun ướt với các đặc tính trội hẳn song vẫn tồn tại những tình huống sử dụng công nghệ phun khô lại thích hợp hơn. Khi sử dụng công nghệ phun khô có thể dừng quá trình phun theo trình tự công việc. Nếu dừng trong quá trình phun ướt vài phút thì cần thiết phải thau rửa và sau đó bắt đầu hệ thống cấp bê tông lại. Ngoài ra còn cần thêm chi phí cho việc cung cấp máy dự phòng và có thể phải dự kiến về chi phí và cách thức tiêu hủy sản phẩm bê tông phun ướt nếu thời gian dừng quá lâu. Một lợi thế nữa của quá trình phun khô so với phun ướt là nó có thể đặt vòi phun ở khoảng cách tới 500m từ vị trí đặt máy phun (đặc biệt có thể tới 1000m) trong khi khoảng cách đó ở hệ thống phun ướt thường giới hạn chỉ ở 300m. Lợi thế này được sử dụng hữu hiệu khi cần phun bê tông cho các hầm nhỏ mà không thể đưa máy trộn vào trong hầm được.

Do người điều khiển vòi phun trực tiếp điều chỉnh lượng nước và với một vài loại máy cho phép điều chỉnh cả lượng phụ gia tăng tốc cho hỗn hợp, phương pháp phun hỗn hợp bê tông khô rất thích hợp sử dụng trong điều kiện nền thay đổi, đặc biệt khi có liên quan với nước.

Một lợi ích nữa là hỗn hợp bê tông phun khô thích nghi hơn với sự thay đổi của thành phần hoá học của xi măng do người điều khiển có thể điều chỉnh lượng phụ gia tăng tốc dựa trên hiệu suất của bê tông phun khi phun lên bề mặt nền đá. Điều đó cũng có nghĩa là người thợ phun khô có trách nhiệm cao hơn với chất lượng sản phẩm và các phương pháp kiểm tra chất lượng bê tông thông thường như: kiểm tra độ sụt và đúc mẫu không thích hợp cho công nghệ phun bê tông khô.

Có rất nhiều phương pháp cung cấp hỗn hợp bê tông phun khô. Khi công trường tương đối gần trạm trộn bê tông thì giải pháp hợp lý nhất là cấp bê tông từ trạm trộn sử dụng cốt liệu ẩm của trạm. Độ ẩm lý tưởng của hỗn hợp khô như vậy sẽ là 6%. Đôi khi cần thêm một ít nước để nâng độ ẩm cao hơn mức trên. Giải pháp chung khi công trường ở xa trạm trộn là sử dụng vật liệu đã được sấy khô (độ ẩm bằng 0) đóng vào bao bằng chất liệu cách ẩm. Các bao vật liệu như thế có thời hạn bảo quản vài tháng và có thể được chở tới công trường và sử dụng theo yêu cầu. Hỗn hợp khô khi sử dụng cần được làm ẩm trước tới 6% độ ẩm trước khi phun. Tùy theo kích thước và loại thiết bị bố trí của công trường mà các bao có kích thước từ 25kg tới 2300kg (1m³). Tại nhiều nơi trên thế giới việc vận chuyển hỗn hợp bê tông **phun khô** đóng gói sẵn từ các trạm trộn có khả năng cung cấp vật liệu khô thích hợp xa tới hơn 1000 km vẫn có lợi về kinh tế. Sự xuất hiện gần đây của các loại phụ gia điều khiển quá trình thủy hoá xi măng có thể làm tăng tính kinh tế khi sử dụng vật liệu ẩm lấy từ các trạm trộn chỉ xa công trường vài giờ chuyên chở.

Sự chọn lựa loại bê tông phun nào còn dựa trên khối lượng bê tông phun yêu cầu, khoảng cách mà vật liệu cần bơm xa và tính kinh tế của việc cung cấp và chuyên chở các loại vật

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

liệu với chất lượng thích hợp. Thông thường, khối lượng bê tông phun lớn được thực hiện bằng phương pháp phun ướt bởi phương pháp này có khả năng thi công với tốc độ cao hơn, ít rơi vãi hoặc hao hụt hơn, lại có các biện pháp kiểm tra chất lượng một cách hệ thống hơn và ít bụi hơn. Phương pháp phun khô được sử dụng ở các công trường nhỏ có khối lượng bê tông yêu cầu ít hơn với tiến độ khó dự đoán trước và/hoặc khoảng cách từ nơi đặt máy tới vị trí phun bê tông xa.

Tại một số công trường cả hai phương pháp phun khô và ướt đều được sử dụng. Nhà thầu có thể chọn thiết bị phun bê tông ướt công suất lớn cho phần bê tông phun chính và thiết bị phun khô nhỏ hơn cho các phần phụ và làm thiết bị dự phòng. Mặt khác nhà thầu có thể chọn sử dụng thiết bị phun bê tông khô (vài loại có thể chuyển đổi thành phun ướt). Nhà thầu có thể dùng 2 máy đặt song song, cạnh nhau để tăng công suất gấp đôi. Thao tác của nhà thầu trong hầm bị cản trở bởi vấn đề nhiều bụi, song vấn đề này sẽ giảm mạnh khi có sự lắp đặt thông thoáng thích hợp.

Trong công nghệ phun ướt, bê tông hay vữa được trộn trước (có cả nước) được bơm qua ống tới đầu phun rồi được phun mạnh ra nhờ áp suất khí nén lớn. Chất tăng tốc dạng lỏng có thể cho vào ở đầu phun cùng với khí nén. Trong công nghệ phun khô, hỗn hợp xi măng khô và cốt liệu khô được đưa qua ống với áp suất khí cao và nước được cho vào từ một ống phun nhỏ ở đầu phun. Trường hợp này chất tăng tốc dạng lỏng có thể được cho thêm vào ở dạng lỏng cùng liều lượng với nước hay nếu dùng chất tăng tốc dạng bột thì có thể trộn cùng với xi măng khô và cốt liệu.

Yêu cầu chính đối với chất tăng tốc ninh kết dạng này là thời gian ninh kết ban đầu ít hơn 3 phút và thời gian ninh kết cuối cùng ít hơn 12 phút. Cường độ nén của bê tông phun không phải luôn là mối quan tâm chính mà chỉ là yêu cầu thứ yếu.

Trong xây dựng đường hầm thì kỹ thuật về bê tông phải được xem xét chặt chẽ, đặc biệt là sự đông kết nhanh, cường độ ban đầu của bê tông phun, khả năng chống đỡ ban đầu trong hầm, cường độ cuối cùng của lớp phủ tạm thời bên ngoài (phương pháp đào hầm mới ở Austrian - NATM) và việc kết thúc quá trình đổ bê tông.

Để đảm bảo cho bê tông phun có chất lượng cao, đòi hỏi phải chọn được một tỉ lệ thích hợp, chính xác các chất phụ gia và các thành phần hỗn hợp khác. Ngoài ra còn phải chú ý đến quá trình bảo dưỡng chúng.

Ví dụ một thiết kế cấp phối điển hình như sau:

- Xi măng poóc-lăng: 420 kg/m³
- Cát sông: 700 kg/m³
- Đá mặt: 500 kg/m³
- Cốt liệu thô < 10 mm: 450 kg/m³
- Nước: 189 lít.

4.1.1.2. Thiết kế cấp phối bê tông phun

Thiết kế cấp phối là quá trình tạo ra giả thiết của một phương thức mà trong đó các thành phần khác nhau của vật liệu phun và quá trình áp dụng sẽ tác động với nhau để tạo nên sản phẩm cuối cùng, sau đó kiểm tra giả thiết ấy bằng cách sử dụng các cấp phối thí nghiệm. Quá trình này thường kéo dài theo suốt công trình và thường cho sản phẩm tốt và ổn định hơn so với những giai đoạn đầu. Bởi thế, điều quan trọng là tiến hành theo dõi cẩn thận các đặc tính của các cấp phối thí nghiệm sử dụng cho công việc khác nhau để đạt được thành phần hỗn hợp và chất lượng tốt hơn một cách nhanh nhất và sớm đưa chúng vào sử dụng.

Cấp phối cần phải được thiết kế khác nhau cho hỗn hợp khô và hỗn hợp ướt. Trong hỗn hợp khô cho phép tăng phần rơi (bật lại), bao gồm chủ yếu là phần thô hơn (cốt liệu thô) của hỗn hợp. Do hỗn hợp bị thổi qua hệ thống thay vì bơm, cũng như hỗn hợp ướt, nên việc tăng sức kháng bơm gây ra bởi sự tăng hàm lượng cốt liệu thô không phải là vấn đề. Vì vậy trong hỗn hợp phun khô thì hàm lượng hạt thô cao hơn thiết kế nhưng một số cốt liệu thô sẽ bị mất trong quá trình phun (thành phần hỗn hợp như nhau cho cả phun khô và phun ướt). Không cần thiết phải thêm phụ gia cuốn khí vào hỗn hợp bê tông phun khô. Rõ ràng là hỗn hợp bê tông phun khô đã cuốn đủ lượng không khí trong quá trình áp dụng nên không yêu cầu đưa thêm không khí vào bằng chất hoá học.

Đối với hỗn hợp ướt, quy trình thiết kế tương tự như cấp phối bê tông bơm. Mục đích là tạo ra các hỗn hợp với tỷ lệ nước/ximăng thấp mà tính lỏng đủ chảy qua ống dẫn vật liệu, sau đó khi bị cuốn thổi nên bề mặt thì gắn vào kết cấu, nhanh chóng đạt cường độ tại đó và có mọi tính chất về độ bền của bê tông chất lượng cao ở tại chỗ. Yêu cầu đòi hỏi trong thiết kế cấp phối bê tông phun ướt cao hơn so với bê tông thông thường.

Ví dụ về cấp phối hỗn hợp bê tông phun khô: (Thiết kế cho 1m³ bê tông)

- Cốt liệu (thành phần hạt No. 2): 1670 kg
- Ximăng: 350 - 400 kg
- Silicafum: 50 kg
- Sợi thép (nếu yêu cầu): 40 - 60 kg

Ví dụ về cấp phối hỗn hợp bê tông phun ướt: (Thiết kế 1m³ bê tông)

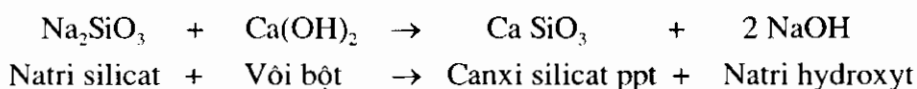
- Cốt liệu (thành phần hạt No. 2): 1600 kg
- Ximăng: 420 kg
- Silicafum: 40 kg
- Phụ gia siêu hoá dẻo: 5 - 10 kg
- Nước (khoảng): 210 kg
- Sợi thép (nếu yêu cầu): 40 - 60 kg

4.2. CÁC HOÁ CHẤT CƠ BẢN

Tác nhân hoạt động chính của hầu hết chất tăng tốc cho bê tông phun là ankali metal silicat, aluminat, hydroxyt, sunfat hoặc clorua, mặc dù có một vài hoá chất hữu cơ bao gồm các amines và thành phần hydroxylated chọn lựa, cũng được sử dụng. Trong một vài trường hợp chúng được sử dụng một mình nhưng nói chung thường được sử dụng kết hợp hai hay nhiều thành phần trên với các chất khác, và thành phần thứ cấp.

Chúng ta chưa hiểu hết được một cách đầy đủ về cách thức mà các hoá chất này phản ứng với xi măng để tăng quá trình ninh kết. Rõ ràng rằng có sự phản ứng khác nhau nếu xi măng được làm ẩm trước, cho phép sự thủy hoá bắt đầu trước khi cho chất tăng tốc vào, hơn là khi chất tăng tốc được cho vào cùng với hay trước khi cho nước vào. Phản ứng cũng có thể bị ảnh hưởng bởi các thành phần hoá chất trong xi măng; chẳng hạn, tăng tốc xi măng bền sunfat sẽ khó khăn hơn so với xi măng poóclăng thông thường. Điều này nhấn mạnh rằng, phản ứng, ít nhất có một phần liên quan đến các pha tricanxi aluminat.

Trong trường hợp chất tăng tốc chủ yếu dựa trên silicat hay aluminat, phản ứng chủ yếu cần phải có kết tủa keo canxi silicat hay:



Chất keo silicat hay aluminat có hai ảnh hưởng. Thứ nhất, nó sinh ra một lượng rất lớn vật liệu mịn ở trong các lỗ khí giữa các hạt xi măng, giúp cho việc lấp và nối liền các lỗ khí. Sự thủy hoá xi măng rất sớm sẽ liên kết các vật liệu này tạo ra sự ninh kết ban đầu sớm. Thứ hai, các phân tử dính kết tạo thành số lượng lớn các vị trí hoạt động phụ thêm cho xi măng thủy hoá.

Hơn nữa, sự tạo thành canxi silicat hay aluminat thải ra ankali metal hydroxyt mà chúng là cơ bản hơn canxi hydroxyt. Các chất này trợ giúp cho việc không hoà tan silicat xi măng tạo ra các phản ứng của các pha tricanxi silicat nhanh hơn và do vậy làm cho cường độ sớm cao hơn. Bởi xi măng bền sunfat làm giảm tính hiệu quả của chất tăng tốc này khi mà sự thủy hoá trước của xi măng xảy ra, nên tính cơ học của nó càng được chứng minh thêm.

Dựa vào bản thân chúng, sự thủy hoá của tricanxi aluminat tạo thành rất nhiều loại tinh thể auminat hydrat không ổn định động nhiệt đối với hydrat lập phương C_3AH_6 . Trong xi măng thương phẩm sự thủy hoá của tricanxi aluminat có thể gây ra sự ninh kết sớm, mặc dù có sự chuyển hoá rất nhanh của dạng mạng tinh thể liên kết bên trong giữa các hạt xi măng. Sự đông cứng sớm này tránh được bằng cách cho thêm trước thạch cao vào xi măng, chúng kết hợp với tricanxi aluminat trong sự thủy hoá và tạo ra etringit không hoà tan.

Aluminat hoà tan khi sử dụng trong bê tông phun thì tốt hơn với xi măng poóclăng. Điều này sinh ra do dung dịch aluminat tổng hợp với thạch cao chống lại sự hình thành etringit xung quanh hạt xi măng. Như vậy cho phép tricanxi aluminat ninh kết sớm như đã nói ở trên, tạo sự mong muốn đóng rắn sớm trong rất nhiều ứng dụng bê tông phun.

4.3. CÁC THÔNG SỐ HOẠT ĐỘNG

Do yêu cầu đối với loại chất tăng tốc này là tạo sự ninh kết ban đầu rất nhanh, nên việc thí nghiệm là rất khó khăn và tốt nhất là thí nghiệm ở công trường.

Hiệp hội bê tông nước Anh đã đưa ra tiêu chuẩn cho bê tông phun dựa trên thời gian ninh kết thí nghiệm sử dụng hồ ximăng/phụ gia và sử dụng thiết bị xác định vica phù hợp với Tiêu chuẩn BS 4550 (Phần 3 - mục 3.6.1978). Cường độ nén xác định bởi việc lấy mẫu thử bê tông đường kính 100mm ở công trường.

Phụ gia nói chung được áp dụng cho thêm vào hỗn hợp để tăng tốc độ ninh kết của ximăng, thời gian và cường độ đông cứng trừ khi có các yêu cầu khác trong hợp đồng như:

- | | |
|--|------------------------|
| a/ Sự ninh kết ban đầu của hồ ximăng/phụ gia | 3 phút. |
| Sự ninh kết cuối cùng của hồ ximăng/phụ gia | 12 phút. |
| b/ Cường độ bê tông sau 8 giờ | 4 N/mm ² . |
| Cường độ bê tông sau 24 giờ | 10 N/mm ² . |

Thí nghiệm vica BS 4550 không đưa ra các số liệu đáng tin cậy về sự đông cứng của hỗn hợp và ngày nay thường sử dụng độ bền chống xuyên theo phương pháp được nói đến trong các Tiêu chuẩn BS 4551 - 1980 hay ASTM C403 - 1980. Phương pháp thí nghiệm phù hợp được áp dụng như sau:

1/ 2 kg cát khô và ximăng tỷ lệ 3:1, hỗn hợp được trộn 5lít trong thùng trộn và trộn trong vòng 1 phút.

2/ Chất tăng tốc bột cho vào hỗn hợp và trộn khô hơn 1 phút.

Chất tăng tốc lỏng hoà tan vào hỗn hợp nước (tỷ lệ N/X = 0,45 là thoả mãn).

3/ Đối với các xe trộn, cho tất cả nước vào thật nhanh và tiếp tục trộn 20 giây từ khi bắt đầu cho nước vào.

4/ Ngừng trộn và vận chuyển vừa tới thiết bị thí nghiệm xuyên trong 20 giây.

5/ Lập tức làm các thí nghiệm xuyên đầu tiên. Thực hiện thí nghiệm thứ hai sau 30giây và cứ sau 30 giây lặp lại thí nghiệm một lần. Thời gian dựa vào thời điểm bắt đầu cho nước vào.

Yêu cầu đồng hồ đo xuyên được quy định trong BS 4551 - 1980, trừ khi yêu cầu đường kính có thể giảm 3mm cho phép mức độ độ bền xuyên cao hơn. Số đọc là kg sau đó được chia cho 0,7 để có giá trị tính theo đơn vị N/mm². Cát nên được sàng qua lỗ sàng 2,36mm để giảm các cản trở giữa các phần tử cát lớn và yêu cầu đường kính nhỏ trong quá trình xuyên.

Phương pháp trên cũng có thể sử dụng để tạo ra khối vữa 70,7mm theo Tiêu chuẩn Anh BS 4551 - 1980. Khối vữa cũng được trộn trong 20 giây và nếu yêu cầu hai khối vữa thì sử dụng hai máy.

Trừ khi có các yêu cầu khác liên quan, các kết quả được đưa ra trong phần này cũng đạt được bởi phương pháp tương tự hay các phương pháp trình bày trên.

4.4. ẢNH HƯỞNG CỦA LIỀU LƯỢNG TỐI ĐỘ BỀN CHỐNG XUYỀN

Chất tăng tốc aluminat ở cả hai dạng bột và lỏng được dùng với liều lượng khoảng giữa 2 và 5%; tuy nhiên có trường hợp cá biệt tới 7%. Đối với liều lượng cao hơn, mức độ đông cứng rất nhanh vượt quá nhanh giá trị ninh kết cuối cùng theo Tiêu chuẩn ASTM là 27,5N/mm². Silicat thông thường chỉ được sử dụng dưới dạng chất lỏng và liều lượng rất cao nếu cần tăng tốc độ đông cứng.

Các chất hữu cơ có thể cho độ bền chống xuyên rất nhanh và chúng thường sử dụng với liều lượng khoảng 1/2 liều lượng chất tăng tốc vô cơ. Hơn nữa, chúng có ưu điểm là ít alkalin và do vậy sử dụng an toàn hơn. Song giá cũng rất đắt nên ít được sử dụng trong công nghiệp hiện nay.

Khi mức độ tăng của độ bền xuyên chậm lại, nó sẽ không tăng lên nữa trong khoảng thời gian mà hỗn hợp kiểm tra không có chất tăng tốc bắt đầu đông cứng.

Mức độ ninh kết của bê tông trong vài giây đầu có thể cũng rất bất lợi. Không một chất tăng tốc nào trong các chất này cho sự ninh kết ngay lập tức. Nếu bê tông ninh kết trước khi nó tiếp xúc với bề mặt nền thì các lớp tiếp theo không có sự liên kết, và hiện tượng bong bật sẽ xảy ra nghiêm trọng. Do vậy chất tăng tốc nên có đặc tính làm giảm một chút hiện tượng này và chống lại sự bong bật. Sự đông cứng nhanh tạo sự rắn chắc ngay và chống được hiện tượng bong (phù) bê tông ra của loại phụ gia này.

4.5. ẢNH HƯỞNG CỦA TỶ LỆ N/X TỚI ĐỘ BỀN XUYỀN

Tỷ lệ N/X của bê tông phun đặc biệt trong quá trình khô, có thể rất thấp khoảng 0,35. Mặc dù các phương pháp thí nghiệm trong phòng thí nghiệm đã được nói đến chi tiết trong phần này với yêu cầu một hỗn hợp có khả năng làm việc cao, với tỷ lệ N/X thường thí nghiệm cao hơn, nhưng các kết quả thí nghiệm này cũng phải được so sánh với kết quả thí nghiệm ở ngoài công trường. Ảnh hưởng này được chứng minh bằng việc thí nghiệm đối với một số loại hỗn hợp, với các tỷ lệ N/X khác nhau.

4.6. ẢNH HƯỞNG CỦA LOẠI XIMĂNG TỚI ĐỘ BỀN XUYỀN

Người ta đã tiến hành thí nghiệm với liều lượng chất tăng tốc được sử dụng trong hỗn hợp xi măng là 2 - 5% theo trọng lượng. Với liều lượng cao hơn, sự khác nhau là rất ít nhưng với liều lượng ít hơn thì sự khác nhau có thể quan sát thấy trong thành phần xi măng các ảnh hưởng rõ rệt. Thành phần của 5 loại xi măng này được nêu ở bảng 4.1.

Ngày nay đã chứng minh được rằng yếu tố nào trong xi măng tạo ra sự khác nhau này trong mức độ phản ứng. Rõ ràng rằng với mức độ thấp hơn của tricanxi aluminat C₃A thì xuất hiện xu hướng làm chậm sự ninh kết.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Bảng 4.1: Thành phần xi măng sử dụng trong thí nghiệm

Xi măng	C ₃ S	C ₃ A	Thành phần hạt mịn (m ³ /kg)	
UK OPC, No1	58%	8%	350	0%
UK OPC, No2	56%	8%	330	0%
UK SRC	64%	1%	410	0%
Châu âu PA 350, No1	53%	4%	-	14%
Châu âu PA350, No2		2%	-	18%

4.7. SỰ TĂNG CƯỜNG ĐỘ NÉN CỦA BÊTÔNG PHUN

Bảng 4.2 cho thấy sự tăng cường độ nén của 4 loại xi măng với chất tăng tốc dạng bột ở 2 mức độ khác nhau.

Các số liệu thí nghiệm cho bê tông ở các tuổi: 8 giờ; 24 giờ; 7 ngày; 28 ngày. Các kết quả thí nghiệm trong 1 năm chỉ ra rằng hỗn hợp có chất tăng tốc vẫn duy trì được cường độ so với hỗn hợp đối chứng. Các kết quả này là điển hình cho tất cả các chất tăng tốc bê tông phun trừ khi có một vài vật liệu hữu cơ mà từ 7 ngày trở đi thì cường độ đạt được tương tự như cường độ của hỗn hợp đối chứng.

Bảng 4.2: Ảnh hưởng tới sự phát triển cường độ của chất tăng tốc bê tông phun ở 2 mức độ liều lượng khác nhau

Xi măng	Liều lượng % chất tăng tốc bột	Cường độ nén N/mm ²			
		8h	1 ngày	7 ngày	28 ngày
UK	0	1,2	11,4	32,0	45,4
OPC	2	1,4	13,5	32,6	36,0
No1	5	2,3	12,9	32,6	34,6
UK	0	0,0	6,0	31,0	40,8
OPC	2	0,8	7,7	25,3	33,8
No2	5	1,2	10,1	24,2	30,4
Châu âu	0	0,0	3,0	13,2	23,6
PA 350	2	0,7	6,6	16,2	22,6
No1	5	1,6	5,4	13,2	17,0
Châu âu	0	0,0	1,4	16,6	21,2
PA 350	2	0,0	3,3	18,0	20,2
No2	5	0,6	2,8	10,8	17,0