

PGS. TS. NGUYỄN VIỆT TRUNG (*Chủ biên*)
TS. NGUYỄN NGỌC LONG
KS. NGUYỄN ĐỨC THỊ THU ĐỊNH

PHỤ GIA VÀ HOÁ CHẤT DÙNG CHO BÊTÔNG

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2004

LỜI NÓI ĐẦU

Cuốn sách **“Phụ gia và hoá chất dùng cho bê tông”** được viết để phục vụ các kỹ sư xây dựng và sinh viên các ngành xây dựng dân dụng, công nghiệp, xây dựng công trình giao thông. Nội dung sách giới thiệu một số kiến thức cơ bản về các loại phụ gia dùng để cải thiện các tính chất của bê tông và vữa xây dựng. Một số loại hoá chất thường dùng trong công nghiệp xây dựng cũng được trình bày.

Sách gồm 12 chương, mỗi chương nói về một loại phụ gia, các phụ lục được dành để tóm tắt về các loại phụ gia đang được cung cấp trên thị trường Việt Nam hiện nay (2003).

Phân công biên soạn như sau: PGS. TS. Nguyễn Việt Trung viết các chương 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12 và là chủ biên, TS. Nguyễn Ngọc Long biên soạn chương 7 và các Phụ lục, KS. Nguyễn Đức Thị Thu Định biên soạn chương 1.

Sách được biên soạn lần đầu, chắc chắn không tránh khỏi thiếu sót. Tác giả mong nhận được sự góp ý và phê bình của bạn đọc cho nội dung cuốn sách để lần xuất bản sau được hoàn chỉnh hơn.

Tác giả

Chương 1

KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI CÁC PHỤ GIA

1.1. KHÁI NIỆM VỀ CÁC CHẤT PHỤ GIA CHO BÊTÔNG VÀ VỮA

Phụ gia bê tông được định nghĩa là một loại vật liệu, được sử dụng như một nguyên liệu của bê tông mà ngoài xi măng, nước và cốt liệu ra nó còn được cho vào mẻ trộn hỗn hợp bê tông ngay trước khi trộn hoặc trong suốt quá trình trộn.

Ngày nay, bê tông được sử dụng với nhiều mục đích khác nhau ở các điều kiện khác nhau, tuy nhiên trong nhiều tình huống thực tế các loại bê tông thông thường lại không đáp ứng được đầy đủ các yêu cầu đặc biệt về công nghệ hay về chất lượng và độ bền. Trong những trường hợp này phụ gia được sử dụng nhằm mục đích thay đổi các đặc trưng của bê tông để cải tạo tính năng của bê tông khi chưa hoá cứng và khi đã hoá cứng dưới các điều kiện thực tế đã đặt ra.

Cho mãi đến năm 1930, chất độn và phụ gia mới bắt đầu được sử dụng nhưng vẫn không được coi là một phần quan trọng trong công nghệ bê tông. Từ đó đến nay phụ gia được sử dụng ngày càng nhiều. Mặc dù vậy, việc sử dụng phụ gia và chất độn đã từng bị một số kỹ sư công nghệ bê tông phản đối và xem thường. Ngày càng có rất nhiều người có quan điểm trái ngược, họ đánh giá cao và khuyến khích việc sử dụng phụ gia vì chúng tạo ra nhiều đặc tính mong muốn cho bê tông và mang lại hiệu quả kinh tế trong lĩnh vực xây dựng bê tông. Tuy nhiên, cần nhớ rằng phụ gia không phải là thứ thay thế được cho các phương pháp thi công bê tông thông thường.

Trong mỗi hoàn cảnh cụ thể, cũng hơi khó dự đoán thật chính xác tác động và kết quả khác nhau của việc sử dụng phụ gia bởi vì thường xuyên có sự thay đổi của mác xi măng, cấp phối của cốt liệu, thành phần trộn và hàm lượng xi măng của hỗn hợp trộn; những yếu tố đó làm thay đổi các đặc tính của bê tông. Trong một số trường hợp, các phụ gia ảnh hưởng đồng thời đến một vài đặc tính của bê tông, đôi khi chúng còn có ảnh hưởng tiêu cực đến các đặc tính mong muốn. Vì thế khi sử dụng phải cẩn thận trong việc lựa chọn các loại phụ gia và dự đoán được tác động của nó lên bê tông. Điều này có thể dựa trên kiến thức, kinh nghiệm và đặc biệt là dựa trên các thí nghiệm trong điều kiện cụ thể tại công trường.

1.2. CÁC ĐẶC TÍNH VÀ NHU CẦU, PHẠM VI SỬ DỤNG PHỤ GIA

Cần phân biệt phụ gia (tiếng Anh là admixture) bê tông và phụ gia xi măng. Các phụ gia xi măng được cho thêm vào nguyên liệu chế tạo xi măng từ trong nhà máy xi măng. Các phụ gia bê tông và vữa được cho thêm vào hỗn hợp trong lúc đang chế tạo bê tông và vữa để cải

thiện một số tính chất nào đó cần thiết. Liều lượng phụ gia được chọn tùy từng trường hợp cụ thể nhưng chỉ vào khoảng 0,3 - 1,5% so với trọng lượng xi măng. Ngoài ra còn có các chất độn (tiếng Anh là additive) dưới dạng bột được thêm vào bê tông với liều lượng khá nhiều (5% - 10 % so với trọng lượng xi măng). Như vậy khi thiết kế cấp phối có thể không xét đến thể tích của phụ gia nhưng phải xét đến thể tích của chất độn.

Các phụ gia làm thay đổi các tính chất của bê tông và vừa sao cho phù hợp với các yêu cầu về tiết kiệm xi măng, về tính dễ thi công và đem lại hiệu quả cao về kỹ thuật - kinh tế. Nhìn chung những lợi ích mà phụ gia đem lại cho bê tông có thể liệt kê như sau:

Cải thiện tính dễ thi công của hỗn hợp bê tông vừa trộn:

- + Tăng độ linh động, tăng độ sụt, kéo dài thời gian duy trì độ sụt mà không cần tăng lượng nước trộn, hoặc giảm lượng nước trộn.
- + Làm chậm lại hoặc tăng nhanh quá trình ninh kết ban đầu.
- + Làm giảm hoặc tránh sự tiết nước và sự phân tầng hỗn hợp bê tông.
- + Làm bê tông không bị co ngót hoặc nở thể tích chút ít (ví dụ 0,4%).
- + Tạo khả năng chuyên chở hỗn hợp bê tông tươi đi xa, trong điều kiện thời tiết nóng (hoặc lạnh) đáp ứng yêu cầu cung cấp bê tông tươi từ các trạm trộn ở xa đến vị trí công trường.
- + Tạo khả năng bơm bê tông lên cao để thi công nhà cao tầng hoặc bơm xa để thi công cầu, hầm hoặc công trình thủy lợi v.v...

Cải thiện các tính chất của bê tông sau khi hoá cứng:

- + Tăng cường độ sớm trong thời gian đầu để sớm tháo dỡ ván khuôn, sớm tạo dự ứng lực, v.v. nhằm tăng nhanh tiến độ thi công, tăng quay vòng ván khuôn.
- + Tăng cường độ chịu nén, chịu kéo.
- + Tăng độ chống thấm.
- + Làm chậm quá trình tỏa nhiệt hoặc giảm nhiệt lượng tỏa ra khi bê tông đang hoá rắn để tránh các vết nứt do co ngót - nhiệt, đặc biệt là đối với các công trình khối lớn như đập nước, mố trụ cầu, v.v...
- + Hạn chế sự nở thể tích do các phản ứng của các chất kiềm với các thành phần khoáng của cốt liệu.
- + Loại phụ gia đem lại tính không co ngót cho vữa và bê tông.
- + Loại phụ gia ức chế, ngăn chặn sự ăn mòn cốt thép trong bê tông.
- + Tạo sự dính bám chặt giữa phần bê tông cũ và phần bê tông hay vữa mới.
- + Tăng khả năng chịu va đập và chịu mài mòn của bê tông, (ví dụ, nhờ đó giảm lượng bụi phát sinh do vận chuyển, đi lại trên sàn bê tông).
- + Tạo màu sắc cho bê tông theo dự kiến.

+ Tăng độ dính kết của bê tông với cốt thép.

Tuy nhiên, ứng với mỗi trường hợp sử dụng phụ gia đều phải xem xét kỹ lưỡng và tính toán, thí nghiệm chu đáo để đảm bảo đạt hiệu quả tốt.

1.3. PHÂN LOẠI PHỤ GIA

Có nhiều cách phân loại khác nhau đối với các phụ gia tùy theo những căn cứ khác nhau như: phân loại phụ gia theo cơ chế phản ứng hoá học và phân loại theo mục đích sử dụng. Tuy nhiên đối với thị trường công nghiệp xây dựng ở Việt Nam cũng như ở nước ngoài, người ta thường dùng các cách phân loại đã được các Tiêu chuẩn quốc gia hay quốc tế chấp nhận, thường là dựa vào mục đích sử dụng phụ gia. Trước đây ở Việt Nam chủ yếu dựa vào cách phân loại theo các nhà khoa học Nga (Liên Xô cũ). Vài năm gần đây các Tiêu chuẩn của Mỹ (như ACI, ASTM, AASHTO), Tiêu chuẩn Anh (BS), Tiêu chuẩn của Úc (AS), Tiêu chuẩn Nhật Bản (JAS) bắt đầu được áp dụng, đặc biệt là trong các dự án có vốn nước ngoài. Vì vậy đã có sự thay đổi trong cách phân loại.

1.3.1. Phân loại phụ gia theo cơ chế phản ứng hoá học

Tác giả người Nga, V.B.Ratinốp phân chia các phụ gia thành 4 loại, trong mỗi loại chia thành các nhóm phụ gia có đặc tính gần giống nhau.

Loại 1: Các chất điện phân

Các chất này khi được trộn với nước và xi măng sẽ làm thay đổi độ hòa tan của các khoáng chất trong xi măng như C_3S và C_2S trong nước (phụ thuộc vào các chất điện phân mạnh hay yếu). Các phụ gia này làm tăng tốc độ thủy hoá và đóng rắn của xi măng. Các chất điện phân được chia làm 2 nhóm:

1- Nhóm chất không chứa các ion cùng tên với các ion của chất kết dính.

Khi trộn các phụ gia Nhóm 1 với các chất kết dính đơn khoáng hay đa khoáng sẽ làm tăng tốc độ hoà tan của các khoáng khiến cho quá trình thủy hoá và hoá rắn phát triển nhanh hơn. Nhóm này gồm các phụ gia tăng nhanh hoá rắn và đạt cường độ sớm cho bê tông.

2- Nhóm chất có chứa các ion cùng tên với các ion của chất kết dính.

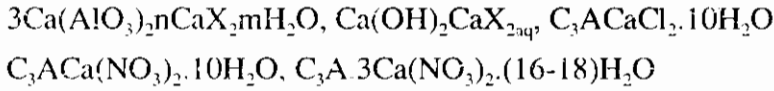
Nhóm các chất giảm độ hoà tan của chất kết dính trong nước, làm chậm tốc độ ninh kết và rắn chắc của chất kết dính.

Loại 2: Các phụ gia tham gia phản ứng với các thành phần hoá học của chất kết dính

Các phụ gia có tham gia phản ứng với các thành phần của chất kết dính, hoặc các sản phẩm thủy hoá của chúng tạo thành các hợp chất khó tan hoặc ít phân tán. Các phụ gia này được chia làm hai nhóm:

1. *Nhóm 1:* Các phụ gia tham gia phản ứng với các thành phần của chất kết dính trong các phản ứng kết hợp, như kết hợp với các khoáng C_3A , C_4AF của clinker xi măng, cũng như

kết hợp với các sản phẩm thủy hoá của xi măng như Ca(OH)_2 tạo thành các chất khó tan trong nước như:



2. *Nhóm 2:* Các phụ gia là những chất tham gia phản ứng với các chất kết dính trong các phản ứng trao đổi:

Các loại muối kim loại kiềm mạnh hoặc yếu (NaCl , KCl , NaNO_2 , KNO_3 , CH_3COONa , NaNO_3 ,...) tham gia phản ứng với các pha của đá xi măng với sự có mặt của Ca(OH)_2 tạo thành các hợp chất muối khó tan trong nước, hoặc tổ hợp phân tử như $\text{C}_3\text{A} \cdot \text{CaCl}_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}_3(\text{AlO}_3)_2 \cdot \text{Ca(OH)}_2 \cdot 13\text{H}_2\text{O}$.

Các hợp chất khó tan này sẽ phát triển cường độ hoặc chèn vào các lỗ rỗng trong cấu trúc bê tông làm tăng cường độ, khả năng chống thấm và độ bền vững lâu dài cho bê tông.

Loại 3: Các phụ gia tạo mầm kết tinh

Các phụ gia tạo mầm kết tinh thúc đẩy quá trình kết tinh của các sản phẩm thủy hoá của chất kết dính, thúc đẩy nhanh quá trình đông rắn của bê tông.

Loại 4: Các chất phụ gia hoạt tính bề mặt.

Các chất này được sử dụng làm phụ gia cho bê tông muộn hơn các chất điện phân, song chúng nhanh chóng được sử dụng rộng rãi làm phụ gia cho bê tông trên phạm vi toàn thế giới. Các phụ gia hoạt tính bề mặt được chia làm 2 nhóm sau:

1. *Nhóm 1: Các chất ưa nước (hấp thụ nước):* Phân tử của các chất trong nhóm này chứa một số đáng kể các nhóm chức năng có độ phân cực khác nhau, các nhóm này hướng về phía các pha rắn và hấp thụ lên bề mặt của chúng tạo thành lớp màng mỏng trơn nhẵn làm tăng độ dẻo của hỗn hợp, giảm độ phân tán của vữa, giảm lượng nước trộn bê tông và vữa, làm chậm tốc độ rắn chắc. Điển hình là loại lignosunphatcanxi. Ví dụ các phụ gia CCB và CDB của Nga đã từng được áp dụng ở Việt Nam tại công trường cầu Thăng Long nhiều năm trước đây.

2. Nhóm 2: Các phụ gia kỵ nước:

Do cấu trúc phân tử không đối xứng mạnh, nên phần kỵ nước của phân tử bám chặt lên bề mặt của pha rắn có trong hỗn hợp. Các phụ gia này có thể tạo ra các bọt khí trong bê tông, làm tăng độ chống thấm, chống băng giá, do đó tăng được độ bền vững lâu dài cho bê tông. Các phụ gia này có thể trộn với clinke khi nghiền, làm tăng thời hạn bảo quản xi măng, tăng độ dẻo trong hỗn hợp bê tông. Tiêu biểu trong nhóm này có phụ gia GHF - Nga.

Những năm gần đây trong lĩnh vực xây dựng, có xu thế phối hợp hai hay nhiều loại phụ gia với nhau một cách phổ biến tạo thành các loại phụ gia mới đa chức năng (một tính năng trội và một số tính năng khác kèm theo). Hệ thống kết hợp các phụ gia này có nhiều tính năng ưu việt hơn so với các phụ gia một thành phần như đã nêu trên:

- Hoạt động đa chức năng, cùng một lúc ảnh hưởng tới nhiều tính chất của bê tông.
- Có thể có hiệu quả mạnh hơn đối với một đặc tính của bê tông mà phụ gia một thành phần đã đạt tới mức tối đa, không thể cao hơn nữa.
- Có thể thu hẹp hoặc loại bỏ được những hạn chế mà việc sử dụng một thành phần có thể gây ra cho hỗn hợp bê tông.

Ví dụ, người ta có thể dùng phụ gia đa chức năng gồm các chất điện phân cộng với chất hoạt tính bề mặt. Nếu dùng chất hoạt tính bề mặt (với tỷ lệ vài phần nghìn của lượng ximăng) sẽ làm tăng độ dẻo cho hỗn hợp bê tông, nhưng lại làm chậm tốc độ thủy hoá và rắn chắc của ximăng, ảnh hưởng tới năng suất của các nhà máy bê tông. Cho thêm các chất điện phân sẽ khắc phục được những hạn chế trên. Đồng thời các chất hoạt tính bề mặt lại khắc phục được những hạn chế mà chất điện phân có thể gây ra đối với hỗn hợp bê tông...

Các phụ gia đa chức năng có thể tạo ra theo những phương thức kết hợp sau:

A - Hỗn hợp các phụ gia loại 1 (theo phân loại của Patinóp).

- Hỗn hợp các phụ gia loại 2.
- Hỗn hợp các phụ gia loại 3.
- Hỗn hợp các phụ gia loại 4.

B - Hỗn hợp các phụ gia loại 1 và 2, cũng như loại 1 hoặc loại 2 với loại 3.

Các chất điện phân kết hợp với các phụ gia tạo ra các tâm kết tinh có sẵn.

Hỗn hợp các phụ gia loại 1 hoặc loại 2 và loại 4.

Các chất điện phân kết hợp với các chất hoạt tính bề mặt.

1.3.2. Phân loại phụ gia theo Tiêu chuẩn Pháp (NF. P18-103)

Tiêu chuẩn Pháp (NF. P18-103), năm 1989, phân ra các loại phụ gia như sau:

1. Phụ gia làm tăng ninh kết không có clo.
2. Phụ gia làm tăng nhanh đóng rắn cho bê tông không có clo.
3. Phụ gia siêu dẻo.
4. Phụ gia giảm bớt hấp thụ mao quản - tăng chống thấm nước.
5. Phụ gia làm dẻo.
6. Phụ gia làm giảm lượng nước trộn bê tông - tăng dẻo.
7. Phụ gia làm tăng ninh kết.
8. Phụ gia sinh bọt khí (phụ gia tạo bọt khí lớn).
9. Phụ gia dùng cho bê tông và vữa phụt.
10. Phụ gia sinh hơi (gaz) được khu trú.
11. Phụ gia sinh bọt lẫn khí (phụ gia tạo bọt khí nhỏ).

12. Phụ gia tạo màu.

13. Phụ gia làm tăng nhanh bám dính cho bê tông hoặc vữa phun.

Một số tác giả người Nga phân ra 3 nhóm lớn các loại phụ gia khoáng (loại có hoạt tính, loại có độn bổ sung, loại có để bền kiềm, bền axit, bền lửa); các loại để sinh khí, tạo bọt; các loại phụ gia hoá học. Các loại phụ gia hoá học lại được chia nhỏ và phân làm 9 nhóm:

1. Phụ gia tăng hoạt tính bề mặt.
2. Phụ gia tăng nhanh ninh kết và đóng rắn.
3. Phụ gia làm chậm ninh kết và đóng rắn.
4. Phụ gia làm tăng tính chống thấm nước.
5. Phụ gia làm tăng tính chống băng giá.
6. Phụ gia tăng tính ổn định trong các môi trường xâm thực.
7. Phụ gia hạn chế ăn mòn kim loại.
8. Phụ gia chống bức xạ.
9. Phụ gia chống nấm khuẩn.

1.3.3. Phân loại phụ gia theo Tiêu chuẩn Mỹ (ASTM)

Trong bộ Tiêu chuẩn Mỹ (ASTM) có các đề mục C.494 - 86 quy định về các phụ gia hoá học, đề mục C.618 - 89a quy định về các phụ gia khoáng, đề mục C.869 - 80 quy định về các phụ gia tạo bọt.

Các phụ gia hoá học được phân loại thành các nhóm sau đây:

- Loại A: phụ gia giảm nước.
- Loại B: phụ gia chậm ninh kết.
- Loại C: phụ gia nhanh ninh kết.
- Loại D: phụ gia giảm nước và chậm ninh kết.
- Loại E: phụ gia giảm nước và nhanh ninh kết.
- Loại F: phụ gia giảm nước và nhanh ninh kết cao cấp (siêu dẻo).
- Loại G: phụ gia giảm nước và chậm ninh kết cao cấp (siêu dẻo).

Các nhà sản xuất thường có xu hướng đưa ra thị trường những sản phẩm phụ gia có các đặc tính kết hợp nên có thể một phụ gia được phân loại vào 2 - 3 nhóm đồng thời.

1.3.4. Phân loại phụ gia theo Tiêu chuẩn Mỹ ACI (Viện bê tông Mỹ)

Tiểu ban 212 thuộc Viện bê tông Mỹ đã sắp xếp phụ gia theo 14 loại như sau:

1. Phụ gia tăng nhanh hoá rắn.