

IN-LB

Đơn vị Inch-Pound

SI

Hệ thống đơn vị quốc tế

Chọn tỷ lệ cho mật độ bình thường và Bê tông mật độ cao

Hướng dẫn

Báo cáo của Ủy ban ACI 211

N

N

tôi

N

bạn

0:::

Q_

—

bạn < (



Luôn thăng tiến



Chọn tỷ lệ cho bê tông mật độ bình thường và mật độ cao-Hướng dẫn

Bản quyền của Viện Bê tông Hoa Kỳ, Farmington Hills, MI. Tất cả các quyền được bảo lưu. Tài liệu này không được sao chép hoặc sao chép, toàn bộ hoặc một phần, trong bất kỳ phương tiện in ấn, cơ khí, điện tử, phim hoặc phương tiện lưu trữ và phân phối nào khác mà không có sự đồng ý bằng văn bản của ACI.

Các ủy ban kỹ thuật chịu trách nhiệm về các báo cáo và tiêu chuẩn của ủy ban ACI cố gắng tránh sự mơ hồ, thiếu sót và sai sót trong các tài liệu này. Bất chấp những nỗ lực này, người dùng tài liệu ACI đôi khi tìm thấy thông tin hoặc yêu cầu có thể có nhiều cách hiểu hoặc có thể không đầy đủ hoặc không chính xác. Người dùng có đề xuất cải thiện tài liệu ACI được yêu cầu liên hệ với ACI qua trang web errata tại <http://concret.org/Publications/DocumentErrata.aspx>. Việc sử dụng hợp lý tài liệu này bao gồm việc kiểm tra định kỳ các lỗi sai để có các bản sửa đổi cập nhật nhất.

Các tài liệu của ủy ban ACI dành cho các cá nhân có thẩm quyền sử dụng để đánh giá tầm quan trọng và hạn chế của nội dung cũng như các khuyến nghị của nó và những người sẽ chịu trách nhiệm về việc áp dụng tài liệu chứa trong đó. Các cá nhân sử dụng ấn phẩm này theo bất kỳ cách nào sẽ chịu mọi rủi ro và chấp nhận hoàn toàn trách nhiệm đối với việc áp dụng và sử dụng thông tin này.

Tất cả thông tin trong ấn phẩm này được cung cấp "nguyên trạng" mà không có bảo đảm dưới bất kỳ hình thức nào, rõ ràng hay ngụ ý, bao gồm nhưng không giới hạn ở, bảo đảm ngụ ý về khả năng bán được, tính phù hợp cho một mục đích cụ thể hoặc không vi phạm.

ACI và các thành viên của ACI từ chối trách nhiệm đối với các thiệt hại dưới bất kỳ hình thức nào, bao gồm mọi thiệt hại đặc biệt, gián tiếp, ngẫu nhiên hoặc do hậu quả, bao gồm nhưng không giới hạn ở việc mất doanh thu hoặc mất lợi nhuận, có thể phát sinh từ việc sử dụng ấn phẩm này.

Người sử dụng tài liệu này có trách nhiệm thiết lập các thực hành về sức khỏe và an toàn phù hợp với các trường hợp cụ thể liên quan đến việc sử dụng tài liệu này. ACI không đưa ra bất kỳ tuyên bố nào liên quan đến các vấn đề về sức khỏe và an toàn cũng như việc sử dụng tài liệu này. Người dùng phải xác định khả năng áp dụng của tất cả các giới hạn quy định trước khi áp dụng tài liệu và phải tuân thủ tất cả các luật và quy định hiện hành, bao gồm nhưng không giới hạn ở các tiêu chuẩn an toàn và sức khỏe của Cục Quản lý An toàn và Sức khỏe Nghề nghiệp Hoa Kỳ (OSHA).

Sự tham gia của các đại diện chính phủ trong công việc của Viện Bê tông Hoa Kỳ và trong việc phát triển các tiêu chuẩn của Viện không cấu thành sự chứng thực của chính phủ đối với ACI hoặc các tiêu chuẩn mà nó phát triển.

Thông tin đặt hàng: Các tài liệu của ACI có sẵn ở dạng in, bằng cách tải xuống, thông qua đăng ký điện tử hoặc in lại và có thể lấy được bằng cách liên hệ với ACI.

Hầu hết các tiêu chuẩn ACI và các báo cáo của ủy ban được tập hợp lại với nhau trong Bộ sưu tập các Quy tắc cụ thể, Thông số kỹ thuật và Thông lệ ACI được sửa đổi hàng năm.

American Concrete Institute
38800 Country Club Drive
Farmington Hills, MI 48331
Điện thoại:
+1.248.8481.3700

www.concret.org

Chọn tỷ lệ cho mật độ bình thường và Bê tông mật độ cao-Hướng dẫn

Báo cáo của Ủy ban ACI 211

Ezgi Wilson, Chủ tịch

Michael A. Whisonant, Thư ký

Kamran Amini
William L. Barringer
Katie J. Barto jay
Muhammed PA Basheer James C.
Blankenship Casimir J.
Bognacki Peter Bohme
Anthony J.
Candiloro Ramon L.
Carrasquillo Bryan R.
Castles Teck L.
Chua

John F. Cook
Kirk K. Deadrick
Bernard J. Eckholdt III
Joshua J. Edwards
Timothy S. Folks
David W. Fowler
Brett A. Harris
G. Terry Harris
TJ Harris
Lance S. Heiliger
Richard D. Hill

David L. Hollingsworth
TarifM. Jaber
Robert S. Jenkins
Joe Kelley
Gary F. Knight
Eric P. Koehler
Frank A. Kozeliski
Robert C. Lewis
Tyler Ley
John J. Luciano
Dannawan Ludirdja

Allyn C. Luke
Kevin A. MacDonald Ed
T. McGuire
Karthik H. Obla
H. Celik Ozyildirim
James S. Pierce
Steven A. Ragan
G. Michael Robinson
James M. Shilstone
Lawrence L. Sutter

Donald E. Dixon
Said Iravani
James N. Lingscheit

Tư vấn thành viên

Royce J. Rhoads
John P. Ries
Ava Shypula

Woodward L. Vogt

Hướng dẫn về tỷ lệ bê tông này cung cấp thông tin cơ bản về và quy trình lựa chọn và điều chỉnh tỷ lệ hỗn hợp bê tông. Tiêu chuẩn này áp dụng cho bê tông có tỷ trọng bình thường, cả có và không có phụ gia hóa học, vật liệu xi măng bổ sung hoặc cả hai. Quy trình sử dụng các tính toán dựa trên thể tích tuyệt đối chiếm bởi các thành phần hỗn hợp. Quy trình này bao gồm việc xem xét các yêu cầu về cấp phối cốt liệu, khả năng thi công, cường độ và độ bền. Các tính toán ví dụ được cung cấp, bao gồm các điều chỉnh dựa trên kết quả của lô thử nghiệm đầu tiên. Phụ lục bao gồm các thử nghiệm trong phòng thí nghiệm và tỷ lệ bê tông mật độ cao.

Từ khóa: khối lượng tuyệt đối; phụ gia; nội dung không khí; Độ bền; định lượng hỗn hợp; vật liệu xi măng bổ sung; trộn thử; tỷ lệ vật liệu xi măng nước (w/cm); khả thi; năng suất.

Các Báo cáo và Hướng dẫn của Ủy ban ACI nhằm mục đích hướng dẫn lập kế hoạch, thiết kế, thi công và kiểm tra xây dựng. Tài liệu này dành cho các cá nhân có thẩm quyền sử dụng để đánh giá tầm quan trọng và giới hạn của nội dung cũng như các khuyến nghị của nó và những người sẽ chịu trách nhiệm về việc áp dụng tài liệu trong đó. Viện Bê tông Hoa Kỳ từ chối bất kỳ và tất cả trách nhiệm đối với các nguyên tắc đã nêu. Viện sẽ không chịu trách nhiệm cho bất kỳ tổn thất hoặc thiệt hại nào phát sinh từ đó.

Tham chiếu đến tài liệu này sẽ không được thực hiện trong hợp đồng các tài liệu. Nếu các mục được tìm thấy trong tài liệu này được Kiến trúc sư/Kỹ sư mong muốn trở thành một phần của tài liệu hợp đồng, chúng sẽ được trình bày lại bằng ngôn ngữ bắt buộc để Kiến trúc sư/Kỹ sư đưa vào.

NỘI DUNG

CHƯƠNG 1-GIỚI THIỆU VÀ PHẠM VI, tr. 2
1.1-Bối cảnh lịch sử, tr. 2
1.2-Lời giới thiệu, tr. 2
1.3-Phạm vi, tr. 3

CHƯƠNG 2-KÝ HIỆU VÀ ĐỊNH NGHĨA, tr. 3
2.1-Kí hiệu, tr. 3
2.2-Định nghĩa, tr. 4

CHƯƠNG 3- TÍNH CHẤT BÊ TÔNG, tr. 4
3.1-Tỷ lệ nước-Vật liệu xi măng (w/cm), tr. 4
3.2-Khả năng thi công, tr. 4
3.3-Tính nhất quán, tr. 4
3.4-Sức mạnh, tr. 4
3.5-Độ bền, tr. 5
3.6-Mật độ, tr. 5
3.7-Sinh nhiệt, tr. 5
3.8-Tính thấm, tr. 5

ACI PRC-2 1 1.1-22 thay thế ACI 211. 1-9 1 (89) và đã được thông qua và công bố vào tháng 7 năm 2022.

Bản quyền © 2022, Viện Bê tông Hoa Kỳ.

Tất cả các quyền được bảo lưu bao gồm quyền sao chép và sử dụng dưới bất kỳ hình thức nào hoặc bằng bất kỳ phương tiện nào, kể cả việc tạo bản sao bằng bất kỳ quy trình chụp ảnh nào, hoặc bằng thiết bị điện tử hoặc cơ khí, được in, viết hoặc nói, hoặc ghi âm để tái tạo âm thanh hoặc hình ảnh hoặc để sử dụng trong bất kỳ hệ thống hoặc thiết bị kiến thức hoặc truy xuất nào, trừ khi được chủ sở hữu bản quyền cho phép bằng văn bản.

2 LỰA CHỌN TỶ LỆ CHO SÁCH HƯỚNG DẪN BÊ TÔNG MẶT ĐỘ THƯỜNG VÀ MẶT ĐỘ CAO (ACI PRC-211.1-22)

3 .9-Co rút, tr. 5 3.
I 0-Mô đun đàn hồi, p. 5

CHƯƠNG 4-THÔNG TIN CƠ BẢN, tr. 6 4.1-Trộn thử nghiệm, tr. 6

4.2-Sụt dốc, tr. 6 4.3-
Uẩn, tr. 6 4.4-
Nước, tr. 7 4.5-Phụ gia
hóa học, tr. 7
4.6-Không khí, tr. 7 4.7-Tỷ lệ
nước-Vật liệu
xi măng (w/cm), tr. số 8

CHƯƠNG 5-QUI TRÌNH CHỌN TỶ LỆ, tr. 13

5. 1-Nền, tr. 14 5.2-Quy
trình tuyển chọn, tr. 14 5.3-
Ước lượng khối lượng lô, tr. 14

CHƯƠNG 6-TÁC DỤNG CỦA PHỤ GIA HÓA HỌC, tr. 17

6. 1-Nền, tr. 17 6.2-Phụ
gia cuốn khí, tr. 18 6.3-Phụ gia giảm
nước, tr. 18

CHƯƠNG 7-TÁC DỤNG CỦA VẬT LIỆU BỔ SUNG XI MĂNG, tr. 19 7.

1-Nền, tr. 19 7.2-Pozzolanic so với xi
măng, tr. 19 7.3-Các loại
vật liệu phụ gia xi măng, tr. 19 7.4-Thành
phần hỗn hợp có phụ gia xi măng, tr. 20 7.5-Các hệ thống
temary, tr. 21 7.6-Tác động của SCM đối với tính bền vững,
tr. 2 1

CHƯƠNG 8-THỬ MẠCH, tr. 21

CHƯƠNG 9-MẪU TÍNH TOÁN, p. 21 9. 1-Nền, tr. 21 9.2-Ví dụ

1: Định lượng hỗn hợp chỉ
sử dụng xi măng portland, tr. 22 9.3-Ví dụ 2: Tỷ lệ hỗn hợp
hỗn hợp nhị phân
chứa tro bay, p. 24 9.4-Ví dụ 3: Định lượng hỗn hợp bằng xi
măng

yếu tố hiệu quả tiou, p. 26

9.5-Ví dụ 4: Tỷ lệ hỗn hợp sử dụng thể tích dán mục tiêu, p.
27

CHƯƠNG 10-TÀI LIỆU THAM KHẢO, tr. 28

Tài liệu tác giả, tr. 29

PHỤ LỤC A-KIỂM TRA PHÒNG THÍ NGHIỆM, tr. 29 A. I-Cần

kiểm nghiệm trong phòng thí nghiệm, tr.
29 A.2-Sơ tuyển tư liệu, tr. 30 A.3-Tính
chất của vật liệu xi măng, tr. 30 A.4-Tính chất của
các uẩn, tr. 30 A.5-Loạt lô thử nghiệm,
tr. 31 A.6-Phương pháp thử, tr.
31

A. 7-Hỗn hợp cho công việc nhỏ, tr. 32

PHỤ LỤC B-TỶ LỆ HỖN HỢP BÊ TÔNG MẶT ĐỘ CAO, tr. 33

B.1-Đại cương, tr. 33
B.2-Lựa chọn tổng hợp, tr. 33 B.3-
Điều chỉnh trước khi sấy khô, tr. 33 B.4-Điều chỉnh
khí cuốn theo, tr. 33 B.5-Xử lý cốt liệu
mặt độ cao, tr. 33 B.6-Tổng hợp có sẵn, tr. 33

CHƯƠNG 1-GIỚI THIỆU VÀ PHẠM VI

1.1-Bối cảnh lịch sử Khả năng

điều chỉnh các đặc tính bê tông phù hợp với yêu cầu của dự
án phản ánh sự phát triển công nghệ đã diễn ra, phần lớn, kể
từ đầu những năm 1900. Việc sử dụng tỷ lệ nước-xi măng (w/c) -
một trong những thông số chính của tỷ lệ hỗn hợp - như một công
cụ để ước tính cường độ đã được công nhận vào khoảng năm 1918.
Vào đầu những năm 1940, những cải tiến về độ bền đã đạt được
khi sử dụng của cuốn theo không khí. Những phát triển quan
trọng này trong công nghệ bê tông được tăng cường bởi sự phát
triển của các phụ gia hóa học để đạt được các tính chất đặc
biệt, chống lại các khiếm khuyết có thể xảy ra và nâng cao hiệu
quả chi phí (ACI 212.3R). Phụ gia giảm nước đầu tiên được phát
triển vào những năm 1920 và được cấp bằng sáng chế ở Châu Âu
vào năm 1932, sau đó là ở Hoa Kỳ vào năm 1939. Dần dần, phụ
gia giảm nước được sử dụng rộng rãi vào những năm 1970 và đóng
một vai trò quan trọng trong việc cải thiện khả năng làm việc,
do đó điều chỉnh tỷ lệ hỗn hợp. Trong khoảng thời gian này,
người ta cũng phát hiện ra rằng một số đặc tính của bê tông có
thể được cải thiện khi bổ sung một số sản phẩm phụ công nghiệp,
hiện được gọi là vật liệu xi măng bổ sung (SCM).

Việc sử dụng các vật liệu này không chỉ cải thiện các đặc tính
khác nhau của bê tông mà còn đóng vai trò chính trong việc góp
phần đảm bảo tính bền vững của môi trường. Với việc thực hiện
những phát triển công nghệ này, trong thực tế hiện nay, hầu
hết bê tông được sản xuất thương mại đều chứa một số loại phụ
gia hóa học, SCM, hoặc cả hai, và sự có mặt của chúng cần được
xem xét khi cân đối hỗn hợp.

1.2-giới thiệu

Bê tông được cấu tạo chủ yếu từ cốt liệu, đất cát hoặc xi
măng hỗn hợp và nước, đồng thời có thể chứa SCM, phụ gia hóa
học hoặc cả hai. Nó sẽ chứa một lượng không khí bị cuốn theo và
cũng có thể chứa không khí bị cuốn theo có chủ ý được tạo ra
bằng cách sử dụng phụ gia hoặc xi măng cuốn theo không khí. Phụ
gia hóa học thường được sử dụng để tăng tốc hoặc làm chậm thời
gian ninh kết, cải thiện khả năng thi công hoặc giảm yêu cầu về
nước (ACI 2 12.3R). Việc sử dụng chúng có thể ảnh hưởng đến
cường độ và các tính chất bê tông khác. Tùy thuộc vào loại và
số lượng, một số SCM nhất định như tro bay (ACI 232.2R), puzolan
tự nhiên, xi măng xi (ACI 233R) và khói silic (ACI 234R) có thể
được sử dụng cùng với xi măng portland hoặc xi măng hỗn hợp.
Chúng được thêm vào để cung cấp các đặc tính cụ thể như độ bền
cao hơn, khả năng thấm giảm, khả năng chống lại sự xâm nhập
của các giải pháp tích cực,

CHỌN TỶ SUẤT CHO HƯỚNG DẪN BÊ TÔNG MẬT ĐỘ THƯỜNG VÀ MẬT ĐỘ CAO (ACI PRC-211.1-22) 3

tăng khả năng chống phản ứng tổng hợp kiềm và tấn công sunfat (ACI 225R và ACI 233R), giảm nhiệt hydrat hóa, giảm co ngót, cải thiện sự phát triển cường độ ở tuổi muộn và vì lý do kinh tế.

Việc lựa chọn tỷ lệ hỗn hợp liên quan đến sự cân bằng giữa tính kinh tế và các yêu cầu về độ bền, sức mạnh, khả năng thi công, mật độ và hình thức. Các đặc tính cần thiết được xác định bởi ứng dụng dự định của bê tông và bởi các điều kiện dự kiến sẽ gặp phải tại thời điểm đổ bê tông và sau đó. Những đặc điểm này nên được nêu chi tiết trong các đặc tả công việc. Một số đặc tính được điều chỉnh bởi mã xây dựng cụ thể. Một loạt các đặc điểm khác nhau, từ cường độ cao đến tự cố kết và lấp đầy dễ dàng, từ sàn cầu có độ thấm thấp đến bãi đậu xe bê tông thấm nước, và nhiều đặc điểm và ứng dụng khác đã được thực hiện nhờ sử dụng phụ gia và SCM.

Tỷ lệ bê tông tốt nhất dựa trên kinh nghiệm trước đó với các vật liệu sẽ được sử dụng cho các dự án tương tự. Thiếu điều đó, nhiều phương pháp đã được phát triển để cân đối hỗn hợp bê tông. Các phương pháp đã được phát triển từ tỷ lệ xi măng:cát:đá:nước tùy ý (nghĩa là 1 :2:3 :0,5), các phương pháp thực nghiệm như hệ số khả thi (Shilstone 1 990) và các phương pháp được phát triển từ các nguyên tắc đầu tiên như mô hình đóng gói (de Larrard và Sedran 2002) và phương pháp treo (ACI 2 11 .6T). Việc xem xét nền tảng và lý thuyết đằng sau những phương pháp này hoặc những phương pháp tương đối đơn giản của hướng dẫn này nằm ngoài phạm vi của cuộc thảo luận này. Các chương trình máy tính để thiết kế hỗn hợp bê tông kết hợp nhiều lý thuyết này đã có sẵn trên thị trường.

Thông thường, các tỷ lệ bê tông hiện có được cân đối lại để bao gồm các phụ gia hóa học, SCM hoặc một nguồn vật liệu khác. Hiệu suất của bê tông được cân đối lại một lần nữa phải được xác minh bằng các lô thử nghiệm trong phòng thí nghiệm hoặc hiện trường.

Các tỷ lệ được tính toán bằng bất kỳ phương pháp nào phải luôn được coi là tạm thời, có thể sửa đổi dựa trên kết quả lô thử nghiệm. Tùy thuộc vào hoàn cảnh, các lô thử nghiệm có thể được chuẩn bị trong phòng thí nghiệm. Với thành công trong phòng thí nghiệm, các thử nghiệm sẽ chuyển sang các lô thực địa có kích thước đầy đủ với các vật liệu, phương tiện và phương pháp dự kiến cho dự án. Quy trình này, khi khả thi, sẽ tránh được những sai lầm khi cho rằng dữ liệu từ các lô nhỏ được trộn lẫn trong môi trường phòng thí nghiệm sẽ dự đoán hiệu suất trong điều kiện thực địa. Khi sử dụng cốt liệu có kích thước tối đa lớn hơn 2 inch, các lô thử nghiệm trong phòng thí nghiệm phải được xác minh và điều chỉnh tại hiện trường bằng cách sử dụng các hỗn hợp có kích thước và loại sẽ được sử dụng trong quá trình thi công. Quy trình lô thử nghiệm được thảo luận trong Chương 8, với thông tin cơ bản bổ sung và chi tiết được cung cấp trong các phụ lục.

1.3-Phạm vi

Hướng dẫn này mô tả phương pháp lựa chọn tỷ lệ cho bê tông làm bằng xi măng thủy lực đáp ứng tiêu chuẩn ASTM C 150/C150M, C595/C595M hoặc C1157/C1 157M có hoặc không có vật liệu xi măng khác, phụ gia hóa học hoặc cả hai.

Bê tông này bao gồm cốt liệu mật độ bình thường, cốt liệu mật độ cao, hoặc cả hai (để phân biệt với vật liệu nhẹ

trọng lượng cốt liệu), với khả năng làm việc phù hợp với công trình xây dựng đổ tại chỗ thông thường (phân biệt với các hỗn hợp bê tông đặc biệt như bê tông thấm nước hoặc bê tông tự đông kết). Chia tỷ lệ với cốt liệu nhẹ và cốt liệu tái chế là những lựa chọn phổ biến khác; tuy nhiên, chúng nằm ngoài phạm vi của tài liệu này. Vui lòng tham khảo tiêu chuẩn ASTM C330/C330M và ACI 213R đối với công cốt liệu nhẹ và ACI 555R đối với cốt liệu tái chế.

Ngoài ra còn có một số ví dụ thiết kế áp dụng quy trình cho nhiều tình huống khác nhau. Để định tỷ lệ với đá vôi nghiền hoặc chất độn khoáng tổng hợp khác, hãy tham khảo ACI 211.7R.

Thông tin được cung cấp về các thuật ngữ và khái niệm được sử dụng trong quy trình cân đối có thể không quen thuộc với người dùng mới làm quen.

Quy trình này tạo ra một xấp xỉ đầu tiên cho các tỷ lệ của hỗn hợp bê tông. Dự định rằng các tỷ lệ này được kiểm tra bằng các lô thử nghiệm trong phòng thí nghiệm, hiện trường hoặc cả hai và được điều chỉnh khi cần thiết để tạo ra bê tông với tất cả các đặc tính mong muốn.

CHƯƠNG 2-KÝ HIỆU VÀ ĐỊNH NGHĨA

2.1-Ký hiệu

| | | |
|---------------------|---|---|
| %miền phi | = | phần trăm độ ẩm tự do trên cốt liệu, phần trăm phần |
| %SCM | = | trăm của vật liệu xi măng bổ sung so với tổng lượng xi măng tính theo trọng lượng, phần trăm phần |
| %tổng cộng | = | trăm của tổng độ ẩm bay hơi, phần trăm phần trăm độ hấp thụ độ |
| MỘT% | = | ẩm của cốt liệu, phần trăm phần trăm khối lượng bê tông bị chiếm |
| Không khí% | = | bởi không khí, phần trăm khối lượng xi măng, lb trọng |
| c | = | lượng xi măng, lb |
| cm | = | cường độ nén quy định, psi |
| 1c' | = | cường độ nén trung bình yêu cầu, psi |
| fc...' | = | phần trăm độ ẩm của một cửa cốt liệu, % phần |
| MC% | = | trăm độ ẩm tự do của cốt liệu, % trọng lượng ban đầu của |
| MC% _{free} | = | mẫu được kiểm tra độ ẩm, lb sấy khô trọng lượng của mẫu, lb trọng |
| m; | = | lượng khô bề mặt bão hòa của mẫu, lb trọng lượng nước tự do, lb thể |
| moo | = | tích bột nhão, năng suất tương đối |
| msso | = | ft3 , % trọng lượng nước, lb trọng lượng nước |
| mw;;-ee | = | đã điều chỉnh độ ẩm sẵn |
| PV | = | sàng cho mẻ, lb |
| R _r | = | tổng nước tự do, |
| W | = | lb trọng lượng cốt |
| Wbatched | = | liệu tính bằng trạng thái khô bề mặt bão hòa, năng |
| W _{free} | = | suất lb , % thể tích |
| W _{SSD} | = | mục tiêu thiết kế, ft3 |
| Y | = | |
| Y _d | = | |

4 LỰA CHỌN TỶ LỆ CHO BẢNG HƯỚNG DẪN BÊ TÔNG MẬT ĐỘ THƯỜNG VÀ MẬT ĐỘ CAO (ACI PRC-211.1-22)

2.2-Định nghĩa

Vui lòng tham khảo phiên bản mới nhất của Thuật ngữ bê tông ACI để biết danh sách đầy đủ các định nghĩa. Các định nghĩa được cung cấp ở đây bổ sung cho tài nguyên

đó. hiệu quả xi măng - cường độ thu được từ mỗi pound xi măng trong một thước khối. Với đơn vị psi/lb/yd³, nó được tính bằng cách chia cường độ cho trọng lượng xi măng cho một thước khối hỗn hợp bê tông. trọng lượng đơn vị

khô (dry-rodded unit) trọng lượng trên một đơn vị thể tích của cốt liệu sấy khô được đầm bằng cách đầm. Nó còn được gọi là "mật độ que khô." Trong hướng dẫn này, mật độ thanh khô được sử dụng làm thuật ngữ ưu tiên.

khả năng hoàn thiện - khả năng san phẳng, làm nhẵn, cố kết và xử lý bề mặt của bê tông mới hoặc bê tông mới đổ để tạo ra hình thức và bề mặt mong muốn.

khối lượng riêng-tỷ lệ trọng lượng của một thể tích vật liệu ở nhiệt độ xác định với trọng lượng của cùng một thể tích nước cất ở nhiệt độ xác định đó (tham khảo [ASTM C125](#) để biết chi tiết). Nó còn được gọi là "mật độ tương đối." Trong hướng dẫn này, trọng lượng riêng được sử dụng làm thuật ngữ ưu tiên. trọng lượng đơn vị-

trọng lượng trên một đơn vị thể tích của vật liệu. Nó còn được gọi là "mật độ." Trong hướng dẫn này, mật độ được sử dụng làm thuật ngữ ưu tiên.

trọng lượng-số lượng hoặc số lượng nặng. Nó còn được gọi là "khối lượng." Trong hướng dẫn này, trọng lượng được sử dụng làm thuật ngữ ưu tiên.

CHƯƠNG 3-CÁ TÍNH BÊ TÔNG

Việc lựa chọn tỷ lệ bê tông liên quan đến việc phù hợp với các yêu cầu của dự án với các vật liệu và phương pháp có sẵn. Trong chương này, một số thuộc tính thường gặp khi xác định, thiết kế và định tỷ lệ bê tông sẽ được thảo luận. Các đặc tính của bê tông mô tả cách thức hoạt động của bê tông trong khi được trộn, đổ, bảo dưỡng hoặc sử dụng.

Tỷ lệ bê tông thường xem xét khả năng làm việc, cường độ và độ bền cần thiết cho ứng dụng cụ thể. Các thuộc tính khác có thể cần được xem xét để đảm bảo đáp ứng mong đợi của các vật liệu được lắp đặt. Những đặc tính này bao gồm khả năng bơm, khả năng hoàn thiện, chảy máu, mật độ, sinh nhiệt và tính thấm. Đối với tấm bê tông, hàm lượng vữa và phụ gia được sử dụng có thể ảnh hưởng đáng kể đến việc hoàn thiện và đặc tính đông kết của vật liệu bê tông. Một dự án có thể đặt ra nhu cầu về một đặc tính cụ thể chẳng hạn như tăng cường độ nhanh, mô đun đàn hồi, lấp đầy không gian chật hẹp bằng thép, màu sắc và hoàn thiện kiến trúc. Đối với một số thuộc tính này, các mối quan hệ được thiết lập tốt đã được biết đến. Đối với những người khác, mối quan hệ giữa thuộc tính cụ thể và thiết kế hỗn hợp nói chung có thể được mô tả, với các chi tiết được thực hiện thông qua các đợt thử nghiệm.

3.1-Tỷ lệ nước-Vật liệu xi măng (w/cm)

Từ lâu, người ta đã biết ([Abrams 1918](#)) rằng đối với một tập hợp vật liệu và điều kiện nhất định, cường độ và độ bền của bê tông có liên quan trực tiếp đến w/cm. Đây là tỷ lệ giữa trọng lượng của nước, không bao gồm lượng nước được hấp thụ bởi cốt liệu, chia cho trọng lượng của vật liệu xi măng trong hỗn hợp, đã nêu

dưới dạng số thập phân. Chữ viết tắt của "cm" đại diện cho xi măng và vật liệu xi măng bổ sung (SCM) như tro bay, silica fume và xi măng xi, như được thảo luận thêm trong [Chương 7](#).

Sự khác biệt về cường độ ở một w/cm nhất định có thể là kết quả của những thay đổi về vị trí hoặc điều kiện bảo dưỡng; kích thước tối đa, cấp độ, kết cấu bề mặt, hình dạng hạt, cường độ và độ cứng của cốt liệu; sự khác biệt về loại hoặc nguồn xi măng; nội dung không khí; và việc sử dụng các phụ gia hóa học ảnh hưởng đến quá trình hydrat hóa xi măng hoặc bản thân chúng phát triển các đặc tính của xi măng. Vì hầu hết các yếu tố này đều có thể đo lường được nên chúng được tính đến trong các khuyến nghị về lượng nước. Các dự đoán chính xác về cường độ và việc đáp ứng các mục tiêu về cường độ phải dựa trên các đợt thử nghiệm hoặc kinh nghiệm với các vật liệu và yêu cầu của dự án.

3.2-Khả năng thi công

Tính công tác là đặc tính của bê tông mới trộn xác định mức độ dễ dàng mà bê tông có thể được trộn, đổ, cố kết và hoàn thiện ở điều kiện đồng nhất. Nó bị ảnh hưởng bởi lượng nước, cấp phối cốt liệu, hình dạng hạt và tỷ lệ cốt liệu, cũng như số lượng và chất lượng của xi măng và các vật liệu kết dính khác, phụ gia hóa học, lượng không khí cuốn theo và độ đặc của hỗn hợp.

3.3- Độ đặc Độ đặc là

mức độ mà bê tông tươi mới trộn chống lại biến dạng-tức là khả năng chảy của nó. Nó được đo bằng độ sụt ([ASTM C143/C143M](#)); độ sụt càng cao thì hỗn hợp càng linh động. Khả năng chảy này ảnh hưởng đến sự dễ dàng đổ bê tông.

Trong bê tông có tỷ lệ phù hợp, hàm lượng nước đơn vị cần thiết để tạo ra độ sụt nhất định sẽ phụ thuộc vào một số yếu tố. Yêu cầu về nước tăng lên khi cốt liệu trở nên góc cạnh hơn và kết cấu thô hơn (nhưng nhược điểm này có thể được bù đắp bằng những cải tiến trong các đặc tính khác như kết dính với hồ xi măng). Lượng nước trộn yêu cầu giảm khi kích thước tối đa của cốt liệu cấp phối tốt tăng lên hoặc mức độ cuốn theo không khí tăng lên. Yêu cầu về nước trộn thường được giảm bớt bằng các phụ gia giảm nước ([ACI 212.3R](#)). Đặc tính độ sụt được sử dụng để phát triển các loại bê tông đặc biệt như bê tông tự hợp nhất ([ACI 237R](#)) hoặc các ứng dụng khác cần kiểm soát chặt chẽ khả năng thi công ([ACI 238. I R](#)).

3.4-Cường độ

Thông thường, giá trị trung bình của hai trụ 6 x 12 inch hoặc ba trụ 4 x 8 inch được chế tạo, bảo dưỡng và thử nghiệm ở tuổi 28 ngày là giá trị được chấp nhận là cường độ chịu nén của bê tông ([ASTM C39/C39M](#)). Nó được sử dụng như một giá trị kiểm soát cho thiết kế kết cấu, tỷ lệ bê tông và đánh giá bê tông. Bê tông thường được chỉ định với cường độ nén từ 2500 psi đến lớn hơn 10.000 psi. Tính chất thay đổi của các thành phần, ảnh hưởng của vị trí đổ bê tông và môi trường bảo dưỡng đều ảnh hưởng đến cường độ bê tông.

Sức mạnh bị ảnh hưởng bởi sự thay đổi trong thành phần hỗn hợp,

quy trình sản xuất và điều kiện bảo dưỡng, và có thể dự kiến sẽ thay đổi một lượng cho phép xung quanh giá trị trung bình trung tâm (ACI 2.14R). Ví dụ, một số hỗn hợp lát đường cao tốc yêu cầu đạt cường độ mục tiêu trong 6 giờ, hoàn thành với hàm lượng xi măng cao và nhiều phụ gia. Trong bê tông khối lớn và cường độ cao (8000 psi), các hỗn hợp thường được cân đối để cung cấp cường độ thiết kế ở độ tuổi lớn hơn 28 ngày. Tuy nhiên, loại bê tông này có thể yêu cầu cường độ sớm tối thiểu, chẳng hạn như 3 ngày, để cung cấp đủ cường độ sớm cho các hoạt động như dỡ ván khuôn, neo ván khuôn hoặc tạo ứng suất trước. Việc lựa chọn cường độ hoặc w/cm có thể bị ảnh hưởng bởi các yêu cầu về cường độ hoặc độ bền ban đầu.

3.5-Độ bền Bê tông

dự kiến sẽ có tuổi thọ sử dụng lâu dài và do đó độ bền là một phần của thông số kỹ thuật cho kết cấu bê tông (ACI 301), và quy chuẩn xây dựng bê tông (ACI 318) (tham khảo ACI 201.2R để biết thêm chi tiết).

Mặc dù việc đáp ứng cường độ nén quy định là một đặc tính thiết yếu và quan trọng của bê tông, nhưng các cân nhắc về độ bền có thể yêu cầu w/cm thấp hơn, dẫn đến cường độ lớn hơn quy định. W/cm thấp sẽ kéo dài tuổi thọ của bê tông bằng cách giảm tính thấm. Khả năng chống lại thời tiết, đặc biệt là đóng băng và tan băng, và muối được sử dụng để loại bỏ băng được cải thiện đáng kể bằng cách kết hợp hệ thống không khí cuốn theo. Không khí cuốn theo được sử dụng trong bê tông bên ngoài, nơi xảy ra hiện tượng đóng băng (ACI 201.2R). Độ bền của bê tông tiếp xúc với nước biển hoặc đất chứa sunfat có thể được tăng cường bằng cách sử dụng xi măng chống sunfat, xi măng xi, khối silic hoặc các SCM khác. Ở một số khu vực, các công tổng hợp nên được kiểm tra khả năng phản ứng tổng hợp kiềm (AAR). Nếu AAR được phát hiện, nên thực hiện các bước giảm thiểu (tham khảo ACI 201.2R, ACI 221.1R, và ASTM C1778 để biết thêm thông tin về giảm thiểu AAR).

3.6-Mật độ Đồi

với một số ứng dụng nhất định, bê tông có thể cần thiết chủ yếu cho mật độ của nó. Bê tông có tỷ trọng thông thường là khoảng 140 đến 150 lb/ft³ (có hoặc không có sự cuốn theo không khí). Bê tông mật độ cao thường được sử dụng làm đối trọng trên cầu nâng, trọng lượng cho đường ống dẫn dầu chìm, tấm chắn bức xạ và cách âm. Một số ứng dụng của bê tông mật độ thấp là một số sàn cầu và sàn nâng cao. Bằng cách sử dụng cốt liệu đặc biệt, có thể thu được mật độ cao tới 350 lb/ft³ và thấp tới 50 lb/ft³.

3.7-Sinh nhiệt

Quá trình hydrat hóa xi măng tạo ra nhiệt (tham khảo ACI 207.1R và ACI 301 Phần 8.1.3 để biết thêm thông tin). Do đó, trong nhiều yếu tố kết cấu lớn, nơi đặt một khối lượng bê tông lớn, nên xem xét việc sinh nhiệt. Mỗi quan tâm chính trong việc định tỷ lệ bê tông khối, hoặc đối với bất kỳ cấu kiện bê tông nào có đủ kích thước và hình dạng, là sự tích tụ nhiệt quá mức và do đó là sự giãn nở thể tích. Có thể có chênh lệch nhiệt cao giữa lõi và bề mặt tương đối mát của cấu kiện bê tông. Các ứng suất gây ra bởi nhiệt

vi sai có thể dẫn đến các vết nứt không thể chấp nhận được. Cần xem xét các biện pháp kiểm soát nhiệt độ bao gồm chênh lệch nhiệt từ 35°F (19,4°C) trở xuống để giảm khả năng nứt do nhiệt như vậy. Các vị trí đặt bê tông, đặc biệt là khi kích thước mặt cắt ngang tối thiểu của cấu kiện bê tông đặc tiếp cận hoặc vượt quá 2 đến 3 ft, hoặc khi sử dụng w/cm thấp, có thể yêu cầu thực hiện các biện pháp để kiểm soát sự sinh nhiệt. Nhiệt độ bê tông có thể vượt quá 160°F (70°C) và nếu sự tăng nhiệt độ của bê tông không được giảm thiểu và nhiệt không bị tiêu tán ở mức hợp lý hoặc nếu bê tông phải chịu nhiệt độ khác nghiệt khác biệt (35°F [19,4°C] trở lên) hoặc chênh lệch nhiệt độ, có khả năng xảy ra nứt. Những vết nứt như vậy xảy ra trên bề mặt bê tông, điển hình đầu tiên là ở tâm của các bề mặt lớn đối với bê tông nơi lực cản chủ yếu là bên trong (tham khảo ACI 207.1R Phần 4.3.5).

Các biện pháp kiểm soát nhiệt độ có thể bao gồm nhiệt độ đổ ban đầu tương đối thấp, thay thế xi măng bằng SCM, giảm lượng vật liệu xi măng, sử dụng phụ gia hóa học hoặc tuần hoàn nước lạnh. Trong một số trường hợp, có thể yêu cầu cách nhiệt bề mặt bê tông để điều chỉnh cho các điều kiện và mức độ tiếp xúc bê tông khác nhau.

Cần nhấn mạnh rằng bê tông khối không nhất thiết phải là bê tông cốt liệu lớn và mối lo ngại về việc tạo ra một lượng nhiệt quá mức trong bê tông không chỉ giới hạn ở các kết cấu móng hoặc đập lớn.

3.8-Tính thấm Độ thấm

thấp là một yếu tố quan trọng để tạo ra bê tông bền bằng cách giảm thiểu sự xâm nhập của các hóa chất độc hại, điều này thường được thực hiện bằng cách bổ sung SCM hoặc sử dụng w/cm thấp. Phụ gia hóa học cũng có thể được sử dụng nếu yêu cầu độ thấm). Đây là mối quan tâm đặc biệt liên quan đến các cầu đường cao tốc cần ngăn chặn sự xâm nhập của clo của mà cuối cùng sẽ ăn mòn cốt thép. Ở đầu kia của thang đo thấm, bê tông thấm nước được sử dụng ở những khu vực mong muốn nước đi qua bê tông vì lý do thủy văn, môi trường hoặc tính bền vững. Điều này được quản lý bằng cách sử dụng ít hoặc không có tiền phạt với sự trợ giúp của các chất phụ gia hóa học.

Tham khảo ACI 522.1 để biết thêm thông tin về bê tông thấm nước.

3.9-Co ngót Giảm

co ngót là rất quan trọng đối với vết nứt bê tông mm1m2mg. Các phương pháp giảm co ngót bao gồm giảm hàm lượng hồ dán, sử dụng phụ gia giảm co ngót, sử dụng bê tông bù co ngót, bảo dưỡng đầy đủ và kiểm soát hàm lượng nước (tham khảo ACI 209R và ACI 224R để biết thêm thông tin). ACI 223R cung cấp thông tin về bê tông bù co ngót.

3.10-Mô đun đàn hồi Mô đun đàn

hồi đôi khi được quan tâm trong các ứng dụng có xét đến độ võng, chẳng hạn như cầu, sàn nhà và độ lún của các tòa nhà cao tầng.

6 LỰA CHỌN TỶ LỆ CHO BẢNG HƯỚNG DẪN BÊ TÔNG MẶT ĐỘ THƯỜNG VÀ MẶT ĐỘ CAO (ACI PRC-211.1-22)

CHƯƠNG 4-THÔNG TIN CƠ BẢN

4.1- Trộn thử Thử trộn

thử là một quá trình chứng minh rằng hỗn hợp bê tông với các đặc tính cần thiết có thể được sản xuất với một bộ vật liệu và công cụ nhất định bằng cách định tỷ lệ hỗn hợp. Những thiếu sót được xác định trong các lô thử nghiệm được giải quyết thông qua các sửa đổi thiết kế hỗn hợp để tiến gần hơn đến các đặc tính mong muốn. Quá trình tiếp tục cho đến khi tất cả các yêu cầu được thỏa mãn.

4.2- Độ sụt Độ

sụt là phép đo độ đặc của bê tông, vữa hoặc vữa mới trộn bằng với độ lún được đo chính xác đến 1/4 in. của mẫu ngay sau khi loại bỏ hình nón sụt (tham khảo thêm ASTM C143 / C143M thông tin). Lượng nước trên một đơn vị thể tích bê tông cần thiết để tạo ra độ sụt nhất định phụ thuộc vào kích thước danh nghĩa tối đa, hình dạng hạt và cấp phối của cốt liệu; nhiệt độ bê tông; lượng không khí bị cuốn theo; và sử dụng phụ gia hóa học. Độ sụt không bị ảnh hưởng nhiều bởi lượng xi măng hoặc vật liệu xi măng trong mức sử dụng bình thường. Tùy thuộc vào kết cấu và hình dạng cốt liệu, các yêu cầu về nước trộn có thể cao hơn hoặc thấp hơn một số giá trị trong bảng, nhưng chúng đủ chính xác cho ước tính ban đầu. Sự khác biệt về nhu cầu nước không nhất thiết được phản ánh trong cường độ vì các yếu tố bù đắp khác có thể liên quan. Cốt liệu thô tròn và góc cạnh, cả hai đều tốt và được phân loại tương tự và có chất lượng cao, có thể tạo ra bê tông có cường độ nén xấp xỉ như nhau đối với cùng một hệ số xi măng mặc dù có sự khác biệt về tỷ lệ nước-xi măng (w/c) hoặc w/cm, do các yêu cầu về nước trộn khác nhau. Hình dạng hạt không nhất thiết là một chỉ số cho thấy cốt liệu sẽ cao hơn hoặc thấp hơn về khả năng sản xuất cường độ của nó. Nên sử dụng các hỗn hợp có tính nhất quán cứng nhất có thể được đặt một cách hiệu quả.

Các giá trị độ sụt đối với bê tông chứa cốt liệu lớn hơn 1 - 12 inch dựa trên các thử nghiệm độ sụt được thực hiện sau khi loại bỏ các hạt lớn hơn 1 - 1/2 inch bằng cách sàng lọc ướt.

4.3-Uẫ

4.3.1 Cấp phối tốt-Cốt liệu cấp phối tốt có phân bố kích thước hạt tạo ra mật độ tối đa, nghĩa là không gian trống tối thiểu. Cốt liệu như vậy giảm thiểu lượng keo cần thiết để lấp đầy các khoảng trống của cốt liệu (tham khảo ACI 2 11 .6T để biết chi tiết về cấp phối tối ưu và mật độ đóng gói). Các kết hợp cốt liệu cho hướng dẫn này được giả định là được phân loại tốt và đáp ứng chất lượng ASTM C33/C33M hoặc các cốt liệu sẵn có trong khu vực được các cơ quan nhà nước địa phương chấp nhận.

4.3.2 Kích thước cốt liệu tối đa danh nghĩa -Được sử dụng để ước tính hàm lượng nước ban đầu, kích thước cốt liệu tối đa danh nghĩa là cần thiết cùng với độ sụt.

Điều này là do, nói chung, cốt liệu càng lớn thì càng cần ít nước để huy động nó. Kích thước cốt liệu tối đa danh nghĩa là lỗ sàng nhỏ nhất mà toàn bộ lượng cốt liệu được phép đi qua.

Kích thước tối đa danh nghĩa lớn của cổng tổng hợp được phân loại tốt có ít khoảng trống hơn kích thước nhỏ hơn. Do đó, bê tông với cốt liệu có kích thước lớn hơn cần ít vữa hơn trên một đơn vị thể tích bê tông. Nói chung, kích thước tối đa danh nghĩa của cốt liệu phải là kích thước lớn nhất có thể sử dụng được về mặt kinh tế và phù hợp với kích thước của kết cấu. Trong mọi trường hợp, kích thước tối đa danh nghĩa không được vượt quá 1/5 kích thước hẹp nhất giữa các mặt của biểu mẫu; 1/3 độ sâu của tấm; hoặc 3/4 khoảng cách thông thủy tối thiểu giữa các thanh cốt thép riêng lẻ, các bó thanh hoặc các tạo cấp dự ứng lực (tham khảo ACI 3 1 8 Mục 26.4.2. 1 (a)(5)).

Những hạn chế này đôi khi được miễn trừ nếu khả năng thi công và phương pháp cố kết sao cho bê tông có thể được đổ mà không bị rỗ tổ ong hoặc rỗng. Ở những khu vực có nhiều cốt thép, ống dẫn dự ứng lực hoặc ống luồn dây điện, bộ định lượng nên chọn kích thước cốt liệu tối đa danh nghĩa để bê tông có thể được đổ mà không bị phân tầng, túi hoặc lỗ rỗng quá mức. Khi mong muốn có bê tông cường độ cao, có thể thu được kết quả tốt nhất khi giảm kích thước cốt liệu tối đa danh nghĩa vì chúng tạo ra cường độ cao hơn ở một w/cm nhất định (ACI 363R; ACI 21 1 .4R).

4.3.3 Kích thước tổng hợp lớn - Nói chung, nên sử dụng kích thước cổng tổng hợp lớn nhất phù hợp với công việc cụ thể. Cần có một số cân nhắc đặc biệt khi sử dụng các kích thước lớn hơn này (trên 1 inch).

Ít vữa hơn trên một đơn vị thể tích bê tông đòi hỏi phải giảm tỷ lệ nước, xi măng và cát cho một hỗn hợp nhất định. Bởi vì có ít hồ dán hơn và độ sụt thường thấp hơn (1 đến 2 in.), liều lượng phụ gia có thể khác biệt đáng kể để thu được kết quả tương tự như hỗn hợp có cốt liệu nhỏ hơn. Các phụ gia tạo khí có thể yêu cầu liều lượng lớn hơn.

Không khí cuốn theo có thể được cân đối vào hỗn hợp để tăng khả năng làm việc. Khi sử dụng cốt liệu lớn với hệ số xi măng thấp, sự cuốn theo không khí không nhất thiết gây bất lợi cho cường độ. Trong hầu hết các trường hợp, yêu cầu về nước trộn được giảm đủ để cải thiện w/c và do đó bù đắp cho tác động làm giảm cường độ của sự cuốn theo không khí. Đối với bê tông có kích thước cốt liệu tối đa danh nghĩa lớn, nên xem xét hàm lượng không khí được khuyến nghị cho sự tiếp xúc cục bộ mặc dù có thể ít hoặc không tiếp xúc với độ ẩm hoặc đóng băng.

Đối với một số ứng dụng, có thể sử dụng các kích thước tổng hợp trên 6 inch. Tại Hoa Kỳ, các dự án sử dụng kích thước cốt liệu lớn thường được cân đối và đặt bằng cách sử dụng cốt liệu kích thước tối đa danh nghĩa 3 inch.

4.3.4 Khối lượng cốt liệu thô trên một đơn vị thể tích Khối lượng đá rời được đảm bảo theo tiêu chuẩn ASTM C29/C29M sẽ được đưa vào trong một đơn vị thể tích của hỗn hợp bê tông.

4.3.5 Mô đun độ mịn - Được sử dụng với kích thước cổng cấp liệu lớn nhất, mô đun độ mịn được sử dụng để ước tính khối lượng cốt liệu thô trên một đơn vị thể tích bê tông. Giá trị này là kết quả của phân tích sàng ASTM C 1 36/C 1 36M. Đó là hệ số thu được bằng cách cộng dần tổng tích lũy của tỷ lệ phần trăm giữ lại trên các sàng xác định, sau đó chia tổng đó cho 100. Các sàng, chia đôi kích thước lỗ mở, là 6 inch (150 mm), 3 inch (75 mm), 1 - 1/2 inch (37,5 mm),

LỰA CHỌN TỶ SUẤT CHO HƯỚNG DẪN BÊ TÔNG MẬT ĐỘ THƯỜNG VÀ MẬT ĐỘ CAO (ACI PRC-211.1-22) 7

3/4 inch (19 mm), 3/8 inch (9,5 mm), Số 4 (4,75 mm), Số 8 (2,36 mm), Số 16 (1,18 mm), Số 30 (600 mm), Số 50 (300 mm) và Số 100 (150 mm). Đó là ước tính về vị trí trong ngăn sàng nơi đặt hạt có kích thước trung bình. Nói cách khác, nó là phép đo kích thước hạt trung bình ảnh hưởng đến cách lấp đầy khoảng trống giữa các hạt cồng tổng hợp thô.

4.3.6 Tỷ trọng cán khô - Được sử dụng để xác định trọng lượng của cốt liệu thô sau khi đã tính toán thể tích lớn, đó là trọng lượng trên một đơn vị thể tích của cốt liệu sấy khô được đảm bảo cách cân như được định nghĩa trong ASTM C29/C29M.

4.3.7 Tỷ trọng tương đối khô bề mặt bão hòa (khối lượng riêng) - Dùng để xác định thể tích tuyệt đối của cốt liệu thô và dùng để xác định trọng lượng của cốt liệu mịn, nó là tỷ số giữa trọng lượng của một thể tích vật liệu (bao gồm cả trọng lượng của nước trong các khoảng trống, nhưng không bao gồm các khoảng trống giữa các hạt) ở một nhiệt độ xác định với trọng lượng của một thể tích tương đương nước cất ở một nhiệt độ xác định. Khối lượng riêng khô bề mặt bão hòa (SSD) được đo bằng cách sử dụng các quy trình của ASTM C127 và C128 đối với cốt liệu thô và mịn tương ứng.

4.4-Nước

Nước dùng trong bê tông mixmg phải phù hợp với tiêu chuẩn ASTM C1602/ C 1 602M. ASTM C 1 602/C1 602M cho phép sử dụng nước uống được mà không cần thử nghiệm và bao gồm các phương pháp đánh giá chất lượng nguồn nước không uống được có xem xét các tác động đến thời gian đông kết và cường độ. Tần suất kiểm tra được thiết lập để đảm bảo tiếp tục theo dõi chất lượng nước. Tiêu chuẩn bao gồm các giới hạn tùy chọn đối với clorua, sunfat, kiềm và chất rắn trong nước trộn có thể được viện dẫn khi thích hợp.

4.5-Phụ gia hóa học Phụ gia hóa học

được sử dụng để thay đổi tính chất của bê tông làm cho bê tông dễ thi công hơn, bền hơn hoặc kinh tế hơn; tăng hoặc giảm thời gian đặt; tăng tốc độ tăng sức mạnh; hoặc kiểm soát mức tăng nhiệt độ. Các phụ gia hóa học chỉ nên được sử dụng sau khi đã tiến hành đánh giá thích hợp để chỉ ra rằng các hiệu ứng mong muốn đã đạt được trong bê tông trong các điều kiện sử dụng dự kiến. Phụ gia giảm nước, phụ gia kiểm soát đông kết, hoặc cả hai, phù hợp với các yêu cầu của ASTM C494/C494M, khi được sử dụng đơn lẻ hoặc kết hợp với các phụ gia hóa học khác, sẽ làm giảm đáng kể lượng nước trên một đơn vị thể tích bê tông. Việc sử dụng một số phụ gia hóa học, thậm chí ở cùng độ sụt, sẽ cải thiện các tính chất như khả năng thi công, khả năng hoàn thiện, khả năng bơm, độ bền, độ bền nén và uốn. Khi chỉ được sử dụng để tăng độ sụt, phụ gia hóa học có thể không cải thiện bất kỳ tính chất nào khác của bê tông. ASTM C 1 602/ C 1 602M yêu cầu phụ gia lỏng, được sử dụng với số lượng làm tăng w/cm hơn 0,01, được tính là một phần của nước trộn.

4.6-Không khí

khí Cần phải biết thể tích của không khí vì nó được tính vào tổng thể tích của các thành phần đã biết khi áp dụng phương pháp thể tích tuyệt đối để xác định thể tích của cốt liệu mịn. Không khí trong bê tông xuất hiện ở hai dạng: bị cuốn theo và bị cuốn theo. Bong bóng khí bị cuốn vào thường lớn hơn bong bóng bị cuốn vào và có hình dạng và phân tán không đều. Bong bóng bị cuốn theo thường nhỏ hơn 0,1 mm và có hình tròn khi kiểm tra bằng kính hiển vi. Sự phân bố của các bong bóng được đo bằng hệ số khoảng cách cũng quan trọng như kích thước. Không khí cuốn theo được đưa vào bê tông để tăng cường khả năng chống đóng băng và tan băng của bê tông. Nó được sản xuất với việc bổ sung các phụ gia cuốn khí vào hỗn hợp bê tông.

4.6.1 Không khí lọt vào - Không khí lọt vào là khoảng trống không khí trong bê tông không được cố ý cuốn vào. Chúng lớn hơn, có hình dạng không đều, ít hữu ích hơn so với không khí bị cuốn vào và có kích thước 0,04 inch (1 mm) hoặc lớn hơn. Không khí bị cuốn vào được nhìn thấy ở các mặt của ván khuôn và trong bê tông bị vỡ dưới dạng các khoảng trống có thể nhìn thấy dưới các hạt cốt liệu.

Bảng 5.3.3 ước tính lượng không khí bị cuốn vào được mong đợi trong bê tông không có không khí trong bảng.

4.6.2 Không khí cuốn theo - Không khí cuốn theo có dạng các bọt khí cực nhỏ được kết hợp có chủ ý trong hồ xi măng trong quá trình trộn, thường bằng cách sử dụng chất hoạt động bề mặt. Các bọt khí thường có đường kính từ 0,0004 đến 0,04 inch (10 đến 1000 µm) và hình cầu hoặc gần như vậy. Cũng quan trọng như kích thước của bong bóng là sự phân tán của chúng trong hồ xi măng. Một số phụ gia giảm nước sẽ vô tình cuốn theo không khí.

Bảng 5.3.3 chỉ ra lượng khí cuốn theo ước tính dự kiến có trong bê tông không cuốn khí và chỉ ra hàm lượng khí trung bình khuyến nghị cho bê tông cuốn khí.

Nếu cần hoặc mong muốn có sự cuốn theo không khí, tổng hàm lượng không khí cần thiết sẽ được cung cấp cho từng kích thước cốt liệu, tùy thuộc vào mục đích của việc cuốn theo không khí và mức độ nghiêm trọng của việc tiếp xúc chắc chắn nếu cần có sự cuốn theo không khí để đảm bảo độ bền.

Việc sử dụng lượng không khí bình thường trong bê tông có cường độ xác định xấp xỉ 5000 psi có thể không thực hiện được vì mỗi phần trăm không khí được thêm vào sẽ làm giảm cường độ tối đa có thể đạt được với sự kết hợp các vật liệu nhất định. Trong những trường hợp này, cần đánh giá cẩn thận việc tiếp xúc với nước, muối làm tan băng và nhiệt độ đóng băng. Nếu một chi tiết không liên tục bị ướt và sẽ không tiếp xúc với muối khử băng, thì các giá trị hàm lượng không khí thấp hơn, chẳng hạn như các giá trị được đưa ra trong Bảng 5.3.3 đối với cấp độ tiếp xúc F 1, là thích hợp mặc dù bê tông tiếp xúc với điều kiện đóng băng và lạnh. nhiệt độ tan băng. Tuy nhiên, đối với điều kiện tiếp xúc trong đó bộ phận có thể bị bão hòa trước khi đóng băng, việc sử dụng lượng không khí không nên hy sinh cho sức mạnh. Trong một số ứng dụng nhất định, có thể thấy rằng hàm lượng không khí cuốn theo thấp hơn mức quy định, mặc dù việc sử dụng các mức phụ gia cuốn theo không khí thường đạt yêu cầu. Điều này thỉnh thoảng xảy ra - ví dụ, khi có hàm lượng xi măng rất cao. Trong những trường hợp như vậy, việc đạt được độ bền cần thiết có thể được chứng minh bằng các kết quả khảo sát của việc kiểm tra cấu trúc lỗ khí trong hỗn hợp bê tông đã đông cứng (Ley et al. 20 12).

8 LỰA CHỌN TỶ LỆ CHO SÁCH HƯỚNG DẪN BÊ TÔNG MẬT ĐỘ THƯỜNG VÀ MẬT ĐỘ CAO (ACI PRC-211.1-22)

Khi các mẻ thử nghiệm được sử dụng để thiết lập mối quan hệ về cường độ hoặc xác minh khả năng tạo ra cường độ của hỗn hợp, nên sử dụng sự kết hợp kém thuận lợi nhất giữa lượng nước và không khí trộn. Hàm lượng không khí phải ở mức tối đa cho phép hoặc có khả năng xảy ra, và bê tông phải được thiết kế theo độ sụt cho phép cao nhất. Điều này sẽ tránh phát triển một ước tính quá lạc quan về sức mạnh dựa trên giả định rằng các điều kiện trung bình, thay vì cực đoan, sẽ chiếm ưu thế trong lĩnh vực này. Nếu bê tông thu được tại hiện trường có độ sụt, hàm lượng không khí hoặc cả hai thấp hơn, tỷ lệ các thành phần nên được điều chỉnh để duy trì năng suất yêu cầu.

Để biết thêm thông tin về khuyến nghị hàm lượng không khí, hãy tham khảo ACI 208.1R, 301, và 302.1R.

4.6.3 Ảnh hưởng đến cường độ - Đối với bê tông thông thường, việc bổ sung thêm mỗi điểm phần trăm không khí sẽ làm giảm cường độ của bê tông khoảng 5% (Yurdakul et al. 2014).

4.7-Tỷ lệ nước-vật liệu xi măng (w/cm)

Tỷ lệ nước-vật liệu xi măng (w/cm) là thông số chính kiểm soát cường độ bê tông. Đối với một hỗn hợp vật liệu bê tông nhất định, một w/cm cụ thể sẽ tạo ra một cường độ duy nhất. Đối với cùng một hỗn hợp, để đạt được cường độ xác định cần một w/cm cụ thể.

Mặc dù nó chủ yếu là yếu tố quyết định cường độ bê tông, w/cm ảnh hưởng đến các tính chất quan trọng khác như mật độ, mô đun đàn hồi, độ bền, co ngót và nứt, và tính thấm. Để đạt được một trong những đặc tính này có thể yêu cầu aw/cm thấp hơn so với đặc tính có thể do cường độ quyết định.

Sau khi w/cm được chọn, nó được sử dụng để xác định trọng lượng của vật liệu xi măng nếu biết lượng nước hoặc ngược lại.

4.7.1 Lựa chọn w/cm-Việc lựa chọn w/cm được thực hiện dựa trên cường độ yêu cầu. Tuy nhiên, có một số khả năng và có thể chỉ ra nhiều hơn một w/cm và cần xem xét có trật tự. Đầu tiên, w/cm có thể được chỉ định trong các tài liệu hợp đồng. Tiếp theo, các điều kiện môi trường nên được kiểm tra. ACI 318 Chương 19 liệt kê một số loại phối trộn, với nhiều loại, mỗi loại yêu cầu một cường độ và w/cm cụ thể. W/cm thấp nhất cho bất kỳ

các trường hợp áp dụng, hoặc w/cm cần thiết để tạo ra cường độ cần thiết cần được xem xét. Cuối cùng, để tính đến sự thay đổi của bê tông, cường độ chịu nén trung bình cần thiết, J_c , sẽ quyết định một w/cm cụ thể. W/cm được chọn cho thiết kế sẽ là giá trị thấp nhất được chọn trong số các giá trị được yêu cầu theo thông số kỹ thuật, loại phối trộn hoặc cường độ nén trung bình được yêu cầu. Mối quan hệ giữa w/cm và cường độ có thể được đánh giá thông qua các đường cong w/cm biểu thị cường độ được tạo ra bởi một nhóm thành phần cụ thể khi w/cm thay đổi. Nếu không có phân tích như vậy, Bảng 5.3.4 có thể được sử dụng để ước tính w/cm. 4.7.2 w/cm được chỉ định bởi hợp đồng-khi aw/cm được chỉ

định bởi hợp đồng, nó phải được so sánh với những giá trị cần thiết cho độ bền và sức mạnh. Nếu một xem xét khác tạo ra w/cm thấp hơn, thông số kỹ thuật được coi là đã bị vượt quá.

4.7.3 w/cm cần thiết cho độ bền-w/cm yêu cầu và sức mạnh cho độ bền là phụ thuộc vào tiếp xúc.

ACI 318 Chương 19 yêu cầu xem xét khả năng tiếp xúc với bốn loại sau: tiếp xúc với sulfat (S), tiếp xúc với đóng băng và tan băng (F), tiếp xúc khi tiếp xúc với nước (W) và tiếp xúc với ăn mòn (C). ACI 308 I Chương 4 cũng áp dụng bốn loại phối trộn này được mô tả trong ACI 318 Chương 19.

Bảng 4.7.3a cho thấy các yêu cầu đối với Phối trộn sáng Cate gory S khi tiếp xúc với sulfat.

Bảng 4.7.3b cho thấy các yêu cầu đối với Phối trộn Cate gory F đối với phối trộn đóng băng và tan băng.

Bảng 4.7.3c trình bày các yêu cầu đối với Phối trộn Cate gory W khi tiếp xúc với nước.

Bảng 4.7.3d trình bày các yêu cầu đối với Exposure Cate gory C đối với các điều kiện yêu cầu bảo vệ chống ăn mòn cốt thép.

4.7.3.1 Phối trộn đóng băng và tan băng-Lớp phối trộn đóng băng và tan băng có bốn loại: F0, F1, F2 và F3. Danh mục F0 không tiếp xúc với các điều kiện đóng băng và tan băng, và Danh mục F1 đến F3 được tiếp xúc từ mức độ thấp hơn đến mức độ lớn hơn. Hàm lượng không khí để chống đóng băng và tan băng được quy định trong Bảng 4.7.3.1.

Bảng 4.7.3a-Yêu cầu đối với bê tông theo Loại phối trộn S khi tiếp xúc với sulfat (ACI 301-20 Bảng 4.2.2.G(b))

| Lớp tiếp xúc như vậy | Tối đa w/cm* | Tối thiểu f'c', psi ASTM C111 | Các loại vật liệu xi măng yêu cầu | | | phụ gia canxi clorua |
|----------------------|--------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|---|----------------------|
| | | | SO/CI | SOM ASTM C595/C595M | ASTM C1157/C1157M | |
| vậy | NA | 2500 | NA | NA | NA | Không giới hạn |
| SI | 0,50 | 4000 | III S | Các loại có ký hiệu (MS) | ----- | Không giới hạn |
| S2 | 0,45 | 4500 | Y S | Các loại có ký hiệu (HS) | HS | Không được phép |
| S3 | tùy chọn tối | 0,45 | 4500 | V plus puzolan hoặc xi măng I | Loại có ký hiệu (HS) HS plus puzolan hoặc plus puzolan hoặc xi măng xill xi măng xi | Không được phép |
| | Phương án | 0,40 | 5000 | Y S ^{II} | Các loại có ký hiệu (HS) | HS |

* Các giới hạn w/cm tối đa không áp dụng cho bê tông nhẹ. t Các kết

hợp thay thế của vật liệu xi măng liệt kê trong bảng này có thể chấp nhận được nếu được kiểm tra khả năng chống sunfat và đáp ứng các tiêu chí trong Bảng 4.2.2.6(b) I. 1 khi tiếp xúc với nước biển, các loại xi măng portland khác có hàm lượng tricalcium aluminat (C3A) lên đến 10% được chấp nhận nếu w/cm không vượt quá 0,40.

Kác loại xi măng hiện có khác, chẳng hạn như Loại III hoặc Loại I, có thể chấp nhận được ở Loại Tiếp xúc SI hoặc S2 nếu hàm lượng C3A tương ứng nhỏ hơn 8% hoặc 5%.

Lượng xi măng puzolan hoặc xi măng xi được sử dụng ít nhất phải bằng lượng được xác định bằng thử nghiệm hoặc hồ sơ dịch vụ để cải thiện khả năng chống sunfat khi được sử dụng trong bê tông có chứa xi măng Loại V. Ngoài ra, lượng nguồn puzolan hoặc xi cụ thể được sử dụng không được ít hơn lượng được thử nghiệm theo tiêu chuẩn ASTM C1012/C1012M và đáp ứng các yêu cầu của Bảng 4.2.2.6(b)I.

*Nếu xi măng Loại V được sử dụng làm vật liệu xi măng duy nhất, thì yêu cầu về khả năng chống sunfat tùy chọn về độ giãn nở tối đa 0,040% trong tiêu chuẩn ASTM C 150/CI 50M được áp dụng.

CHỌN TỶ SUẤT CHO HƯỚNG DẪN BÊ TÔNG MẶT ĐỘ THƯỜNG VÀ MẶT ĐỘ CAO (ACI PRC-211.1-22) 9

Bảng 4.7.3b-Yêu cầu đối với bê tông theo Loại phối
nhiệm F đối với phối nhiệm đồng bằng và tan bằng (ACI
301-20 Bảng 4.2.2.6(c))

| Độ phối sáng lớp học | Tối đa fc', psi | Tối thiểu w/cm | nội dung không khí | Thêm vào yêu cầu |
|----------------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------------|
| FO | NA | 2500 | NA | NA |
| F1 | 0,55 | 3500 | Bảng 4.2.2.6(c)1 | 4500 |
| F2 | 0,45 | Bảng 4.2.2.6(c)1 | | NA |
| F3 | 0,40 | 5000 | Bảng 4.2.2.6(c)1 | Bảng 4.2.1. tối (b) |
| F3 đồng bằng bê tông | 0,45 | 4500 | Bảng 4.2.2.6(c) I | Bảng 4.2. 1.1(b) |

* Giới hạn w/cm tối đa không áp dụng cho bê tông nhẹ.

Bảng 4.7.3c-Yêu cầu đối với Loại tiếp xúc W khi tiếp xúc với
nước (ACI 301-20 Bảng 4.2.2.6(d))

| Lớp tiếp xúc w/cm* | Tối đa fc', psi | Tối thiểu | Bổ sung Tối thiểu | yêu cầu |
|--------------------|--------------------|-----------|-------------------|------------|
| W0 | NA | 2500 | | Không có |
| W1 | NA | 2500 | | 4.2.2.6(a) |
| W2 | 0,50 | 4000 | | 4.2.2.6(a) |

*Giới hạn w/cm tối đa không áp dụng cho bê tông nhẹ.

Bảng 4.7.3d-Yêu cầu đối với Phối nhiệm Cate gory C đối
với các điều kiện yêu cầu bảo vệ chống ăn mòn cốt thép
(ACI 301-20 Bảng 4.2.2.6(e))

| Độ phối sáng lớp học | Tối đa fc', psi | Tối thiểu w/cm | Hàm lượng ion clorua (Cl-) hòa tan trong nước tối đa trong bê tông, % theo khối lượng vật liệu xi măng! |
|--------------------------|--------------------|----------------|--|
| Bê tông không dự ứng lực | | | |
| đồng | NA | 2500 | 1,00 |
| C1 | NA | 2500 | 0,30 |
| C2 | 0,40 | 5000 | 0,15 |
| bê tông dự ứng lực | | | |
| đồng | NA | 2500 | 0,06 |
| C1 | NA | 2500 | 0,06 |
| C2 | 0,40 | 5000 | 0,06 |

*Giới hạn w/cm tối đa không áp dụng cho bê tông nhẹ. Hàm lượng vật

liệu xi măng tối đa được sử dụng để xác định hàm lượng clorua không được vượt quá hai lần khối lượng xi măng portland.

Bảng 4.7.3.1-Tổng hàm lượng không khí đối với bê
tông tiếp xúc với chu kỳ đóng băng và tan băng
(ACI 301-20 Bảng 4.2.2.6(c)1)

| Kích thước tổng hợp Lớp danh nghĩa, tính bằng | Tổng hàm lượng không khí, % · t | |
|--|---------------------------------|-----------------|
| | Phối nhiệm tối đa F2 và F3 | Lớp tiếp xúc F1 |
| 3/8 | 7,5 | 6,0 |
| 1/2 | 7,0 | 5,5 |
| 3/4 | 6,0 | 5,0 |
| - | 6,0 | 4,5 |
| 1-112 | 5,5 | 4,5 |
| 2 | 5,0 | 4,0 |
| 3 | 4,5 | 3,5 |

Dung sai đối với hàm lượng không khí khi được giao phải là ± 1,5%.

cho j; ' bằng hoặc lớn hơn 5000 psi, có thể giảm hàm lượng không khí đi 1 điểm phần trăm.

Bảng 4.7.3.2-Giới hạn đối với vật liệu xi măng bổ sung
đối với bê tông được xếp vào Cấp phối nhiệm F3 (ACI 301-20
Bảng 4.2.1.1(b))

| Vật liệu xi măng bổ sung | % tối đa của tổng vật liệu xi măng theo khối lượng |
|---|--|
| Tro bay hoặc puzzolan tự nhiên phù hợp với ASTM C618 | 25 |
| Xi măng xi phù hợp tiêu chuẩn ASTM C989/ C989M | 50 |
| Khối silic phù hợp với tiêu chuẩn ASTM C1240 | 10 |
| Tổng lượng tro bay hoặc puzzolan tự nhiên, xi măng và khối silic | soát |
| Tổng số tro bay hoặc puzzolan tự nhiên và khối silic | 351 |

*Tổng vật liệu xi măng cứng bao gồm xi măng ASTM C 150/CI 50M, C595/C595M và CI 1 57/
CII 57M. Tỷ lệ phần trăm tối đa ở trên sẽ bao gồm:

(a) Tro bay hoặc puzzolan tự nhiên có trong xi măng hỗn hợp IP loại C595/C595M theo tiêu chuẩn ASTM
CI 1 57/CI 1 57M hoặc C595/C595M.

(b) Xi măng xi có trong xi măng hỗn hợp ASTM C 1 1 57/CII 57M hoặc C595/C595M Loại IS.

(c) Khối silic phù hợp với ASTM C1240 có trong xi măng hỗn hợp IP loại IP theo tiêu
chuẩn ASTM CI 1 57/CI 1 57M hoặc C595/C595M.

IFJy tro hoặc puzzolan tự nhiên và khối silic sẽ chiếm không quá 25% và 10%, tương ứng,
trong tổng khối lượng của vật liệu xi măng.

Bảng 4.7.3.3-Phạm vi nồng độ sunfat đối với mỗi lần
tiếp xúc với sunfat (ACI 201.2R-16 Bảng 6.1.4.1

| Phối nhiệm sunfat Sunfat lớp học | Sunfat hòa tan trong nước (S04) tính theo trọng lượng | Sunfat (S04) trong đất (% nước (ppm) 0 |
|-------------------------------------|--|---|
| Vây, Không đáng kể | 0,00 đến 0,10 | đến 1 50 |
| SI, Vừa phải! | 0,10 đến 0,20 | 1 50 đến 1 500 |
| S2, Nghiêm | 0,20 đến 2,00 | 1 500 đến 1 0,000 |
| trọng S3, Rất | trên 2,00 | trên 1 0,000 |

nghiêm trọng 'Khi sunfat có thể được bổ sung bằng nước chảy hoặc từ một nguồn bên
ngoài khác, sự hiện diện của 0 đến 1 50 ppm sunfat nên được coi là phối nhiệm vừa phải.

1JfBê tông sẽ tiếp xúc với sunfat, w/cm tối đa là 0,50 với Jc' tối thiểu là
4000 psi là cần thiết để tiếp xúc vừa phải. Đối với các phối nhiệm nghiêm trọng và
rất nghiêm trọng, cần có w/cm là 0,45 và cường độ tối thiểu là 4500 psi.

4.7.3.2 Khi SCM được sử dụng cho Lớp tiếp xúc F3, các giới hạn về
việc sử dụng chúng được liệt kê trong Bảng 4.7.3.2.

4.7.3.3 Phối nhiệm sunfat - Bảng 4.7.3 .3 liệt kê các phạm vi nồng
độ sunfat cho từng loại phối nhiệm sunfat. Tiếp xúc chắc chắn với
nước biển có thể được coi là tương đương với tiếp xúc với sunfat vừa
phải. Phạm vi nồng độ sunfat đối với các lớp tiếp xúc với sunfat
được nêu trong Bảng 4.7.3.3.

Khi dự kiến tiếp xúc với sunfat, hãy tham khảo ACI 20 1 .2R.

4. 7.3.4 Tính thấm - Ngoài ra còn có các loại Cấp độ thấm W0 và
WI cho các cấu trúc tiếp xúc thường xuyên với nước. Trong trường hợp
đầu tiên, tính thấm không được xem xét; trong trường hợp thứ hai, nó
là.

Trong Bảng 4.7.3c, bê tông tiếp xúc với nước mà khả năng thấm
không phải là vấn đề chỉ có yêu cầu là 2500 psi.

Bê tông tiếp xúc với nước ở những nơi có vấn đề về tính thấm, chẳng
hạn như bê tông được sử dụng trong bộ phận ngăn nước - tức là tường
của bể chứa nước - có thể có w/cm tối đa là 0,50 và cường độ nén tối
thiểu là 4000 psi.

4.7.3.5 Bảo vệ chống ăn mòn-Cuối cùng là lớp chống ăn mòn với các
loại từ C0 đến C2. Trong phân loại C0, cấu trúc khô hoặc được bảo
vệ khỏi độ ẩm. bên trong

10 LỰA CHỌN TỶ LỆ CHO BẢNG HƯỚNG DẪN BÊ TÔNG MẬT ĐỘ THƯỜNG VÀ MẬT ĐỘ CAO (ACI PRC-211.1-22)

Bảng 4.7.4.1-Cường độ nén trung bình yêu cầu f' nếu không có sẵn dữ liệu để thiết lập độ lệch chuẩn (ACI 301-20 Bảng 4.2.3.3(b))

| Cường độ chịu nén quy định f_c' , psi | Cường độ nén trung bình yêu cầu f_c' , psi $1c' + 1000 1c' +$ |
|--|--|
| Nhỏ hơn 3000 | $1200 1.1f_c'$ |
| 3000 đến 5000 | + 700 |
| Hơn 5000 | |

Bảng 4.7.4.3-k-hệ số tăng độ lệch chuẩn của mẫu đối với số lần kiểm tra độ bền được xem xét khi tính độ lệch chuẩn (ACI 301-20 Bảng 4.2.3.3(a)2)

| Tổng số bài kiểm tra được xem xét | hệ số k để tăng độ lệch chuẩn mẫu |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| 15 | 1.16 |
| 20 | 1.08 |
| 25 | 1.03 |
| 30 hoặc nhiều hơn | 1.00 |

Lưu ý: Có thể nội suy tuyến tính cho số lượng xét nghiệm trung gian.

Loại C 1, không có tiếp xúc với clorua bên ngoài, nhưng ở loại C2 có clorua bên ngoài. Trong các loại C0 và C1, yêu cầu duy nhất là cường độ nén tối thiểu 2500 psi. Trong loại C2, nơi tiếp xúc với clorua bên ngoài như muối khử băng, nước lợ, nước biển hoặc phun từ các nguồn này, cần có w/cm tối đa là 0,40 và cường độ nén tối thiểu là 5000 psi, như thể hiện trong Bảng 4.7.3d.

4.7.4 w/cm từ cường độ yêu cầu - Do khả năng thay đổi của bê tông, cường độ nén trung bình yêu cầu f_c' thường được yêu cầu. Cường độ nén trung bình yêu cầu phải vượt quá cường độ nén quy định f_c' với biên độ đủ để giữ số lượng kết quả thử nghiệm không tuân thủ dưới 1% (ACI 2.1.4R; ACI 301). Một số phương pháp được sử dụng để xác định độ bền trung bình cần thiết, tùy thuộc vào lượng dữ liệu kiểm tra độ bền có sẵn.

4.7.4.1 Khi không có dữ liệu-Khi không có dữ liệu để xác định độ lệch chuẩn, Bảng 4.7.4.1 có thể được sử dụng để xác định cường độ nén trung bình yêu cầu.

4.7.4.2 Độ lệch chuẩn được xác định từ 30 lần thử cường độ - Khi độ lệch chuẩn được xác định từ hơn 30 lần thử cường độ, nó được sử dụng mà không cần sửa đổi.

4.7.4.3 Độ lệch chuẩn được xác định từ ít hơn 30 phép thử độ bền - Khi s dựa trên 15 đến 29 phép thử, s của các kết quả thử nghiệm đó được nhân với hệ số điều chỉnh thích hợp thu được từ Bảng 4.7.4.3.

4.7.4.4 Cường độ trung bình yêu cầu khi độ lệch chuẩn được xác định - Với giá trị áp dụng của độ lệch chuẩn s, có thể sử dụng các phương trình trong Bảng 4.7.4.4 để tính f_c' .

4.7.4.5 w/cm

thông qua các đường cong tỷ lệ nước-xi măng-Một cách tốt để thiết kế hỗn hợp bê tông dựa trên kinh nghiệm với các vật liệu được sử dụng và kết quả đạt được trong quá khứ. Rất mong muốn có hoặc phát triển mối quan hệ giữa cường độ và w/cm đối với các vật liệu được

Bảng 4.7.4.4-Cường độ nén trung bình yêu cầu f' nếu có sẵn dữ liệu để thiết lập độ lệch chuẩn mẫu, psi (ACI 301-20 Bảng 4.2.3.3(a)1)

| f_c' , psi | f_c' , psi |
|----------------|--|
| | Sử dụng số lớn hơn |
| 5000 trở xuống | của: $f_c' = 1c' + I$ $.34ks, f_c' = 1c' + 2.33ks,$ |
| Hơn 5000 | $- 500 f_c' = 1c' + I$ $.34ks, Jc, ' = 0.90/ c' +$ |

2.33ks., Ghi chú: f_c' là cường độ nén trung bình yêu cầu; f_c' là cường độ bê tông quy định; k là hệ số từ Bảng 4.2.3.3(a)2; và s, là độ lệch chuẩn được tính theo 4.2.3.2.

đã sử dụng. Khi có mối quan hệ như vậy, có thể chọn w/cm cho cường độ nén trung bình cần thiết.

4.7.4.6 w/cm theo bảng - Các giá trị gần đúng và tương đối chắc chắn của w/cm đối với bê tông chứa xi măng portland có thể được lấy từ Bảng 5.3.4. Với các vật liệu điển hình, w/cm được lập bảng sẽ tạo ra cường độ 28 ngày gần với cường độ được chỉ ra, dựa trên các thử nghiệm mẫu được bảo dưỡng trong điều kiện phòng thí nghiệm tiêu chuẩn.

4.7.5 Xi măng Xi măng phải đáp ứng các yêu cầu của ASTM C150/C150M-AASHTO M 85, ASTM C595/ C595M-AASHTO M 240M/M 240 hoặc ASTM C1157/ C1157M. Trọng lượng riêng của xi măng thường được giả định là 3,15 đối với ASTM C150/C150M; tất cả những người khác có thể thấp hơn một chút.

4.7.6 Vật liệu xi măng bổ sung- Vật liệu xi măng tinh thể bổ sung (SCM) thường được sử dụng trong bê tông kết hợp với xi măng portland hoặc xi măng hỗn hợp để tiết kiệm, giảm nhiệt thủy hóa, cải thiện khả năng thi công và cải thiện cường độ hoặc độ bền trong môi trường sử dụng dự kiến. Những lợi ích này phụ thuộc vào số lượng và loại SCM được sử dụng như tro bay, puzolan tự nhiên (ASTM C618), xi măng xi (ASTM C989/ C989M) và khối silic (ASTM C1240).

Như được định nghĩa trong tiêu chuẩn ASTM C618, pozzolan là "các vật liệu silic hoặc silic và nhôm, bản thân chúng có ít hoặc không có giá trị kết dính, nhưng ở dạng được chia nhỏ và khi có hơi ẩm, sẽ phản ứng hóa học với canxi hydroxit ở nhiệt độ bình thường để tạo thành tạo thành các hợp chất có đặc tính kết dính."

Tro bay là "phần cặn mịn được tạo ra từ quá trình đốt cháy đất hoặc than bột..." Tro bay được sử dụng trong bê tông được phân thành hai loại: Loại F, có đặc tính puzolan và Loại C, ngoài có đặc tính pozzolanic, cũng có một số đặc tính kết dính trong đó vật liệu này có thể tự đông kết khi trộn với nước. Tro bay loại C có thể chứa lượng vôi (CaO) cao hơn 10%. Việc sử dụng tro bay trong bê tông được mô tả và thảo luận đầy đủ hơn trong ACI 232.2R.

Xi lò cao là sản phẩm phụ của quá trình sản xuất gang. Khi xi này nhanh chóng được làm nguội và nghiền, nó sẽ có các đặc tính kết dính tiềm ẩn. Sau khi xử lý, vật liệu này được gọi là xi măng xi, có các liên kết thích hợp thủy lực khác nhau và có thể được phân tách thành các loại được nêu trong tiêu chuẩn ASTM C989/C989M. Việc phân loại cấp độ đưa ra hướng dẫn về tiềm năng cường độ tương đối của vữa xi măng 50% xi đối với

vữa xi măng portland tham chiếu ở 7 và 28 ngày. Các mức xi măng xi là 80, 1 00 và 1 20 theo thứ tự tăng cường độ. Khi xi măng xi được sử dụng trong bê tông với xi măng pooc-lăng, mức độ và tốc độ phát triển cường độ sẽ phụ thuộc vào tính chất của xi măng xi, tính chất của xi măng pooc-lăng, cũng như lượng tương đối và tổng lượng của xi măng xi và xi măng pooc-lăng.

Khói silic, như được sử dụng trong bê tông, là sản phẩm phụ do quá trình khử thạch anh có độ tinh khiết cao bằng than và đăm gỗ trong lò hồ quang điện trong quá trình sản xuất kim loại silic hoặc hợp kim sắt silic (ASTM C1240). Khói silic, ngưng tụ từ khí thoát ra từ lò nung, có hàm lượng silic dioxit vô định hình rất cao và bao gồm các hạt hình cầu rất mịn. Các tên khác đã được sử dụng bao gồm bụi silic, khói silic ngưng tụ hoặc nén sẵn và microsilia; thích hợp nhất là silica fume.

Các phương pháp định tỷ lệ và đánh giá hỗn hợp bê tông có chứa các SCM này phải dựa trên các lô thử nghiệm sử dụng một loạt các tỷ lệ thành phần. Bằng cách đánh giá ảnh hưởng của chúng đối với cường độ, nhu cầu nước, thời gian ninh kết và các đặc tính quan trọng khác, lượng vật liệu xi măng tối ưu có thể được xác định. Trong trường hợp không có thông tin trước và vì lợi ích của việc chuẩn bị các tỷ lệ ước tính cho lô thử nghiệm đầu tiên hoặc một loạt các lô thử nghiệm theo tiêu chuẩn ASTM C 1 92/C 1 92M, các phạm vi điển hình sau đây được đưa ra dựa trên tỷ lệ phần trăm của các thành phần bằng tổng trọng lượng của SCM được sử dụng trong mẻ trộn bê tông kết cấu:

- Tro bay loại F-15 đến 25%
- Tro bay loại C-15 đến 35%
- Pozzolan tự nhiên-10 đến 20% Xi
- măng xi-25 đến 70% Silica
- fume-5 đến 10% Khi sử

dụng SCM, số lượng vật liệu được sử dụng cho mỗi yard khối bê tông có thể khác với hình khối trước đây. Thông thường, một số đặc tính cần thiết đặc biệt như cường độ rất cao, mô đun đàn hồi hoặc tự cố kết liên quan đến việc sử dụng các hỗn hợp bậc ba hoặc bậc bốn bằng cách sử dụng nhiều SCM.

Trong trường hợp yêu cầu cường độ ban đầu cao, tổng trọng lượng của SCM có thể lớn hơn mức cần thiết nếu xi măng cảng cạn là vật liệu kết dính duy nhất. Khi không yêu cầu cường độ ban đầu cao, tỷ lệ tro bay cao hơn thường được sử dụng.

Thông thường, người ta thấy rằng với việc sử dụng tro bay và xi măng xi, lượng nước trộn cần thiết để đạt được độ sụt mong muốn và khả năng công tác của bê tông có thể thấp hơn so với sử dụng hỗn hợp chỉ sử dụng xi măng portland.

Khi sử dụng silica fume, thường cần thêm nước trộn so với khi chỉ sử dụng xi măng portland. Khi tính toán lượng phụ gia hóa học cần phân phối cho một mẻ bê tông nhất định, liều lượng thường được áp dụng cho tổng lượng vật liệu xi măng. Trong những điều kiện này, mức giảm lượng nước trộn đối với phụ gia giảm nước thông thường (Loại A, D và E) phải ít nhất là 5% và đối với phụ gia giảm nước mức độ cao (HRWRA), ít nhất là 1 2 %. Khi xi măng xi được sử dụng trong

hỗn hợp bê tông có chứa một số HRWRA, liều lượng phụ gia có thể giảm khoảng 25% so với hỗn hợp chỉ chứa xi măng portland.

Do sự khác biệt về trọng lượng riêng của chúng, một trọng lượng nhất định của SCM sẽ không chiếm cùng một thể tích như một trọng lượng tương đương của xi măng portland. Trọng lượng riêng của xi măng hỗn hợp sẽ nhỏ hơn so với xi măng portland. Do đó, khi sử dụng xi măng hỗn hợp hoặc SCM, năng suất của hỗn hợp bê tông phải được điều chỉnh bằng cách sử dụng trọng lượng riêng thực tế của vật liệu được sử dụng.

Tro bay loại C, thường có hàm lượng carbon cực thấp, thường có ít hoặc không ảnh hưởng đến không khí bị cuốn theo hoặc tỷ lệ liều lượng phụ gia cuốn theo không khí. Nhiều loại tro bay loại F có thể yêu cầu liều lượng phụ gia cuốn khí cao hơn để thu được hàm lượng khí quy định; nếu hàm lượng carbon cao, tỷ lệ liều lượng có thể gấp nhiều lần so với bê tông không sử dụng tro bay. Liều lượng cần thiết cũng có thể khá thay đổi. Hàm lượng không khí cuốn theo của bê tông chứa tro bay hàm lượng carbon cao có thể khó thu được và bảo trì. Các vật liệu kết dính khác có thể được xử lý giống như xi măng trong việc xác định lượng phụ gia cuốn khí thích hợp trên một mét khối bê tông hoặc trên 100 lb vật liệu kết dính được sử dụng.

Bê tông chứa hỗn hợp xi măng được đề xuất, các vật liệu kết dính khác và phụ gia phải được thử nghiệm để xác định thời gian cần thiết để đông kết ở các nhiệt độ khác nhau. Việc sử dụng hầu hết các SCM thường làm chậm thời gian ninh kết của bê tông, và thời gian này có thể bị kéo dài do tỷ lệ các vật liệu này cao hơn trong hỗn hợp xi măng, thời tiết lạnh và sự có mặt của các phụ gia hóa học không được pha chế đặc biệt để tăng tốc.

Do những tác động bất lợi có thể xảy ra đối với thời gian hoàn thiện và do đó chi phí lao động, ở một số vùng khí hậu lạnh, tỷ lệ các vật liệu xi măng khác trong hỗn hợp có thể phải giảm xuống dưới mức tối ưu để xem xét cường độ. Một số tro bay loại C có thể ảnh hưởng đến thời gian đông kết trong khi một số vật liệu gốc xi măng khác có thể ít ảnh hưởng đến thời gian đông kết. Việc giảm hàm lượng xi măng sẽ làm giảm sinh nhiệt và thường kéo dài thời gian ninh kết.

Khi puzolan tự nhiên, tro bay, xi măng xi và khói silic được sử dụng trong bê tông, nên xem xét tỷ lệ nước-xi măng cộng với SCM hoặc w/cm thay cho tỷ lệ w/c truyền thống theo trọng lượng.

4.7.7 Phương pháp thể tích tuyệt đối - Trong quy trình này, trọng lượng của nước, không khí, vật liệu xi măng và cốt liệu thô được xác định thông qua đặc điểm kỹ thuật, kinh nghiệm hoặc biểu đồ. Khi đã biết các giá trị này, thể tích tuyệt đối của các vật liệu này được xác định bằng cách sử dụng các trọng lượng riêng thích hợp. Sau đó, những thể tích đó được tính tổng cùng với phần trăm thể tích của không khí. Tổng đó được trừ vào khối lượng đơn vị để xác định khối lượng yêu cầu của cốt liệu mịn. Thể tích của cốt liệu mịn sau đó được chuyển đổi thành trọng lượng tương đương của nó bằng cách sử dụng trọng lượng riêng và mối quan hệ trọng lượng-thể tích.

4.7.7.1 Thể tích đơn vị-Thể tích đơn vị cho quy trình này là 1 yd³. Tổng hoặc thể tích tuyệt đối của tất cả các thành phần hỗn hợp bê tông sẽ là thể tích đơn vị.

12 LỰA CHỌN TỶ LỆ CHO DẪN HƯỚNG BÊ TÔNG MẬT ĐỘ THƯỜNG VÀ MẬT ĐỘ CAO (ACI PRC-211.1-22)

4.7.7.2 Thể tích tuyệt đối - Trong trường hợp chất rắn, thể tích dịch chuyển của bản thân các hạt, bao gồm cả khoảng trống thấm và không thấm của chúng, nhưng không bao gồm khoảng trống giữa các hạt; trong trường hợp chất lỏng, thể tích của chúng.

Một quy trình chính xác hơn để tính toán lượng cốt liệu mịn cần thiết liên quan đến việc sử dụng thể tích tuyệt đối được trình bày trừ đi tổng thể tích tuyệt đối của các thành phần xác định từ thể tích đơn vị để xác định thể tích yêu cầu của cát từ đó xác định trọng lượng của cát. Thiết kế được kiểm tra bằng cách đo năng suất theo quy trình của ASTM C138/C 138M, cũng như kiểm tra các đặc tính cần thiết khác của hỗn hợp.

4.7.7.3 Mối quan hệ khối lượng riêng-trọng lượng-thể tích - Thể tích chiếm trong bê tông của bất kỳ thành phần nào bằng trọng lượng của nó chia cho khối lượng riêng của vật liệu đó.

Trọng lượng riêng là tỷ lệ giữa khối lượng riêng của một chất với khối lượng riêng của nước ở nhiệt độ và áp suất xác định. Mật độ là trọng lượng trên một đơn vị thể tích của một chất. Mối quan hệ trọng lượng-thể tích được xác định bởi trọng lượng riêng của một chất được sử dụng để xác định thể tích của một chất đã biết nếu biết trọng lượng và ngược lại. Mật độ của một chất sẽ là trọng lượng riêng nhân với mật độ của nước. Khi đã biết mật độ, trọng lượng của một thể tích nhất định của chất có thể được tìm thấy bằng cách chia thể tích cho mật độ. Nếu khối lượng được biết, trọng lượng được tìm thấy bằng cách nhân nó với mật độ.

4.7.7.4 Mật độ không khí lý thuyết - Tổng trọng lượng của các thành phần của hỗn hợp bê tông, chia cho tổng thể tích tuyệt đối, trừ đi thể tích không khí.

4.7.8 Điều chỉnh độ ẩm - Biết độ ẩm của các kho dự trữ cốt liệu có thể thay đổi, lượng nước rỗng cấp cho hỗn hợp thường phải được điều chỉnh để phù hợp với sự thay đổi đó. Điều chỉnh độ ẩm không phải là một phần của thiết kế. Chúng là những điều chỉnh về trọng lượng thiết kế của cốt liệu và nước cần thiết để đạt được thiết kế hỗn hợp bê tông liên quan đến nước. Trọng lượng của nước thiết kế nên được điều chỉnh để nước trên cốt liệu tự do thủy hóa xi măng. Nước tự do là tổng lượng nước trừ đi lượng nước hấp thụ. Khi cốt liệu ở dưới mức SSD, chúng sẽ hấp thụ nước nên cần thêm nước bổ sung vào nước trộn. Khi cốt liệu cao hơn SSD, có nước tự do trên cốt liệu nên nước sẽ bị trừ khỏi nước của mẻ trộn.

4.7.8.1 Sấy khô trong lò - Sấy khô trong lò là điều kiện ẩm đạt được khi cốt liệu được sấy khô đến khối lượng không đổi. Ở trạng thái này, cốt liệu không chứa độ ẩm nào cả. Nếu đã biết trọng lượng của SSD, thì có thể tìm được trọng lượng khô của lò sử dụng phương trình sau.

$$m_{OD} = \frac{m_{SSD}}{\left(1 + \frac{A\%}{100}\right)} \quad (4.7.8.1)$$

4.7.8.2 SSD bề mặt khô bão hòa là điều kiện độ ẩm đạt được sau khi cốt liệu bão hòa hoàn toàn được làm khô cho đến khi toàn bộ độ ẩm bề mặt bay hơi hết.

Khi đã biết trọng lượng khô của lò, trọng lượng SSD có thể được tìm thấy bằng cách sử dụng phương trình sau đây.

$$m_{SSD} = m_{OD} \left(\frac{100}{100 - A\%} \right) \quad (4.7.8.2)$$

4.7.8.3 Độ ẩm tổng - Độ ẩm là lượng ẩm có thể bốc hơi khỏi cốt liệu trong các điều kiện được kiểm soát và được tính toán từ tiêu chuẩn ASTM C566. Nó chứa cả độ ẩm được hấp thụ và độ ẩm bề mặt.

Tổng độ ẩm tính toán là

$$\%t\text{ổng} = \frac{m_i - m_{OD}}{m_{OD}} \times 100 \quad (4.7.8.3)$$

4.7.8.4 Độ hấp thụ-Được xác định thông qua các quy trình của ASTM C127 và C128, độ hấp thụ là độ ẩm khi cốt liệu được làm khô từ trạng thái SSD sang trạng thái sấy khô. Ở trạng thái SSD, cốt liệu đã hấp thụ càng nhiều nước càng tốt, nhưng không có độ ẩm trên bề mặt của các hạt.

$$A\% = \frac{m_{SSD} - m_{OD}}{m_{OD}} \times 100 \quad (4.7.8.4)$$

4.7.8.5 Nước tự do Nước tự do là tổng lượng nước trừ đi lượng nước được hấp thụ vào cốt liệu. Nước này nằm trên bề mặt của các hạt cốt liệu và có sẵn để thủy hóa xi măng.

$$\%free = \%total - A\% \quad (4.7.8.5)$$

4.7.8.6 Tính trọng lượng nước tự do khi đã biết trọng lượng khô của lò - Để tính lượng nước tự do, trọng lượng khô của cốt liệu được nhân với độ ẩm tự do để xác định trọng lượng nước cần thiết để điều chỉnh hàm lượng nước thiết kế.

$$mw_{free} = m_{OD} \times MC\%_{free} \quad (4.7.8.6)$$

4.7.8.7 Tính toán trọng lượng nước tự do khi biết trọng lượng SSD-Khi trọng lượng được tính theo trọng lượng SSD, nó được chuyển đổi thành trọng lượng sấy khô bằng cách chia cho

$$\left(1 + \frac{A\%}{100} \right)$$

$$m_{w \text{ trên phi}} = \frac{m_{SSD}}{\left(1 + \frac{A\%}{100} \right)} \times MC\%_{\text{trên phi}} \quad (4.7.8.7)$$

4.7.8.8 Phương pháp thông thường để tính toán trọng lượng nước tự do - Bởi vì các vé lô điển hình đưa ra trọng lượng của các thành phần bê tông theo thuật ngữ SSD, nên việc tính toán lượng nước tự do dựa trên các giá trị này sẽ thuận tiện mà không cần chuyển đổi sang trọng lượng khô của lò. Lượng nước tự do được tính bằng trọng lượng SSD nhân với độ ẩm.

$$m_{wfi-ee} = m_{SSD} \times MC\%_{fi-ee} \quad (4.7.8.8)$$

CHỌN TỶ SUẤT CHO HƯỚNG DẪN BÊ TÔNG MẬT ĐỘ THƯỜNG VÀ MẬT ĐỘ CAO (ACI PRC-211.1-22) 13

Phương pháp này tạo ra sự khác biệt không đáng kể so với phương pháp lý thuyết đối với cốt liệu cứng. Nó đánh giá quá cao lượng nước tự do vì nó hơi phóng đại trọng lượng khô của lò, dẫn đến kết quả là hỗn hợp có nhiều cốt liệu hơn và ít nước hơn một chút so với yêu cầu của thiết kế, thường nằm trong phạm vi dung sai cân nặng đối với nước theo tiêu chuẩn ASTM C94/C94M. Tuy nhiên, cần thận trọng khi sử dụng cốt liệu có khả năng hấp thụ cao ở độ ẩm cao, nơi có thể thay đổi w/c chính xác đến 0,01.

4.7.9 Năng suất bê

tông 4.7.9.1 Năng suất - Năng suất là khối lượng bê tông tươi trộn được sản xuất từ một lượng thành phần đã biết: tổng trọng lượng của các thành phần chia cho tỷ trọng của bê tông tươi trộn. Nó được tính toán dựa trên tàu quan hệ được đưa ra trong ASTM C138/C138M. Bê tông được sản xuất trên cơ sở thể tích, dưới dạng thước khối hoặc mét khối, nhưng nó được trộn theo khối lượng theo thiết kế hỗn hợp hoặc tỷ lệ hỗn hợp. Nếu tỷ lệ hỗn hợp không được trộn hoặc xác định đúng cách, các vật liệu kết hợp có thể tạo ra nhiều hơn hoặc ít hơn khối lượng bê tông mong muốn.

Nó là tổng trọng lượng của các thành phần được trộn theo mẻ chia cho tỷ trọng tươi, cũng được xác định theo tiêu chuẩn ASTM C 138/C138M. Kết quả là một khối lượng được so sánh với khối lượng mà các thành phần được cho là tạo ra. Năng suất mục tiêu là 1 yd³ hoặc 27 ft³ vật liệu bê tông trong hầu hết các trường hợp.

4.7.9.2 Năng suất tương đối - Năng suất tương đối (R_y) là tỷ số giữa thể tích bê tông thực tế thu được (Y) với thể tích như thiết kế (Y_d) cho mẻ trộn được tính như sau

$$R_y = Y/Y_d \quad (4.7.9.2)$$

Giá trị của R_y lớn hơn 1,00 cho biết lượng bê tông được sản xuất dư thừa trong khi giá trị nhỏ hơn 1,00 cho biết mẻ trộn thiếu khối lượng thiết kế.

Mặc dù quy trình trộn bê tông được thiết kế để tạo ra 1 yd³ (27 ft³), nhưng sự thay đổi về trọng lượng mẻ trộn, trọng lượng riêng của vật liệu, điều kiện độ ẩm cốt liệu và hàm lượng không khí sẽ dẫn đến sự dao động về thể tích mẻ trộn. Không có dung sai năng suất được công bố trong tài liệu của ASTM hoặc ACI, nhưng dung sai thực tế có thể được ước tính.

4.7.9.3 Dung sai của mẻ trộn - Tại hiện trường, dung sai của mẻ trộn ASTM C94/C94M cho phép khối lượng mẻ thay đổi $\pm 1\%$ đối với vật liệu xi măng và tối đa $\pm 2\%$ đối với cốt liệu khi được cân trong từng mẻ riêng lẻ. Dung sai không khí bị cuốn vào cho phép lên tới $\pm 1,5\%$ thể tích hỗn hợp. Nếu nhà sản xuất quyết định theo dõi dung sai tổng thể của năng suất của quy trình pha trộn, năng suất 1 hoặc 2% sẽ đưa ra các con số chi tiết trong Bảng 4.7.9.3.

Hàm lượng không khí bổ sung 1% trên lô đối với cốt liệu và hàm lượng không khí bổ sung 2% (vượt mục tiêu) có thể dẫn đến năng suất là 1,03 đối với một số hỗn hợp.

Miền là R_y nằm trong khoảng 0,98 đến 1,02, năng suất có thể nằm trong dung sai chấp nhận được; tuy nhiên, một nhà thầu có vị trí 1000 yd³ có thể phản đối việc phải mua thêm 20 yd³ cao hơn những gì anh ta dự đoán.

Bảng 4.7.9.3-Dung sai lô chung cho năng suất

| Dung sai lô tổng thể cho năng | | | | | |
|-------------------------------|-------|------|---------|------|------------------------|
| Mục tiêu | 1% | Ry | suất 2% | Ry | |
| 27 ft ³ | 27,27 | 1,01 | 27,54 | 1,02 | Năng suất vượt mức (+) |
| | 26,73 | 0,99 | 26,46 | 0,98 | Dưới năng suất (-) |

4.7.9.4 Lợi ích của hiệu suất kiểm chứng - Thông thường trong vật liệu bê tông trộn, khối lượng của vật liệu xi măng ổn định hơn so với khối lượng của cốt liệu do bù và điều chỉnh độ ẩm tự do trên cốt liệu. Ngoài ra, sự khác biệt về chi phí của xi măng so với cốt liệu tập trung vào dung sai chính xác của xi măng. Đối với một thiết kế hỗn hợp nhất định, hàm lượng xi măng tương đối cố định với độ chính xác của thang đo, từ mẻ này sang mẻ khác. Hệ số xi măng tương đối ổn định này có tác động sau đây đối với việc thay đổi năng suất mẻ do nhiều yếu tố gây ra.

Nếu mẻ trộn bê tông có năng suất thấp (tạo ra ít hơn khối lượng bê tông mong muốn), các điều kiện sau có thể xảy ra: (a) Vật liệu xi

măng thường được cân trên thang tỷ lệ riêng biệt và tương đối ổn định đối với thiết kế hỗn hợp trộn theo mẻ nhất định. Khi một lượng bê tông được trộn và phát hiện ở tình trạng kém năng suất, tỷ lệ xi măng trên một thể tích vật liệu lớn hơn so với thiết kế, do đó gây ra w/cm thấp hơn (giả sử hàm lượng nước ban đầu có độ sụt tương tự) và dẫn đến cường độ nén cao hơn, và bê tông trên mỗi thước khối đắt hơn. (b) Nếu kích thước mẻ trộn nhỏ hơn dự kiến, nhưng hàm lượng nước

không thay đổi, hỗn hợp bê tông có thể có độ sụt cao hơn mức chấp nhận được. (c) Nhà thầu sẽ nhận được ít bê tông hơn so với yêu cầu.

Nếu mẻ trộn bê tông vượt quá năng suất (tạo ra nhiều hơn khối lượng bê tông mong muốn), các điều kiện sau có thể xảy ra: (a) Như đã nêu

trước đây, cùng một lượng xi măng được trộn vào mẻ trộn và bê tông được cho là ở trong tình trạng vượt quá năng suất. Điều này đòi hỏi cùng một lượng xi măng để bao phủ một tỷ lệ cốt liệu lớn hơn và dẫn đến ít xi măng ròn trên mỗi yard, do đó cường độ thấp hơn.

(b) Lô lớn hơn sẽ cần nhiều nước hơn cho độ sụt nhất định, điều này sẽ dẫn đến w/cm cao hơn và cường độ thấp hơn dự kiến.

(c) Nếu hàm lượng nước không thay đổi, bê tông hỗn hợp có thể có độ sụt thấp hơn yêu cầu.

Năng suất tương đối của các lô thử nghiệm phải được báo cáo trong báo cáo tại hiện trường hoặc phòng thí nghiệm.

CHƯƠNG 5-CHỌN TỶ LỆ

THỦ TỤC

Quy trình lựa chọn tỷ lệ hỗn hợp đưa ra trong phần này được áp dụng cho bê tông có tỷ trọng bình thường và tỷ trọng cao. Các dữ liệu và quy trình cơ bản giống nhau cũng có thể được sử dụng để cân đối bê tông bằng cách sử dụng nhiều phân số kích thước công tổng hợp, nhiều loại vật liệu xi măng hoặc cả hai. Các tính toán mẫu cho các loại bê tông này được đưa ra trong các ví dụ của Chương 9.

14 LỰA CHỌN TỶ LỆ CHO SÁCH HƯỚNG DẪN BÊ TÔNG MẬT ĐỘ THƯỜNG VÀ MẬT ĐỘ CAO (ACI PRC-211.1-22)

5.1-Cơ sở Lựa chọn tỷ

lệ bê tông nên dựa trên dữ liệu thử nghiệm hoặc kinh nghiệm với các vật liệu được sử dụng. Trong trường hợp nền tảng như vậy bị hạn chế hoặc không có sẵn, các ước tính được đưa ra ở đây có thể được sử dụng. Mục đích là sản xuất một lô thử nghiệm, lô này sẽ được kiểm tra các đặc tính mới và cứng cần thiết và được sửa đổi khi cần thiết để tạo ra các đặc tính cần thiết. Thông tin sau đây đối với các vật liệu có sẵn là hữu ích: (a) Phân tích sàng các

cốt liệu mịn và thô (b) Mật độ của cốt liệu thô

(c) Khối lượng riêng khối lượng

lớn, mật độ ở điều kiện SSD, và

sự hấp thụ của cốt liệu

(d) Các yêu cầu về nước trộn của bê tông được phát triển từ kinh nghiệm với cốt liệu sẵn có (e) Mối quan

hệ giữa cường độ và tỷ lệ w/c hoặc w/cm đối với các hỗn hợp sẵn có của xi măng, các vật liệu kết dính khác nếu được xem xét và cốt liệu (f) Khối lượng riêng của xi

măng thủy lực và các vật liệu kết dính khác, nếu được sử dụng. Ước tính tương ứng từ

Bảng 5.3.3 và 5.3.4, có thể được sử dụng khi không có thông tin từ Bước (d) và (e).

5.2-Quy trình tuyển chọn

Quá trình lựa chọn bắt đầu bằng cách ước tính trọng lượng mê cần thiết cho bê tông. Việc ước tính bao gồm một chuỗi các bước hợp lý, đơn giản, trên thực tế, phù hợp với các đặc điểm của vật liệu sẵn có thành một hỗn hợp phù hợp cho công việc. Các thông số kỹ thuật của công việc có thể quy định một số hoặc tất cả những điều sau: (a) W/cm

tối đa (b) Hàm lượng

vật liệu xi măng tối thiểu (c) Hàm lượng không

khí (d) Độ sụt

(e) Kích

thước tối đa danh nghĩa của cốt liệu (f)

Cường độ (g)

Các yêu cầu khác liên quan đến cường độ trung bình cần thiết, phụ gia và các loại xi măng đặc biệt, vật liệu kết dính khác hoặc cốt liệu

5.3-Ước tính trọng lượng lô

Bất kể các đặc tính của bê tông được quy định bởi các thông số kỹ thuật hay do cá nhân lựa chọn tỷ lệ, việc ước tính trọng lượng mê trên mỗi mét khối bê tông có thể được thực hiện tốt nhất theo trình tự sau.

5.3.1 Bước I: Chọn độ sụt - Nếu không quy định độ sụt thì có thể chọn giá trị phù hợp với công trình trong Bảng 5.3.1. Các giá trị được cung cấp trong Bảng 5.3.1 áp dụng cho bê tông được sản xuất không có phụ gia giảm nước (WRA). Hầu hết bê tông kết cấu bao gồm WRA hoặc phụ gia giảm nước mức độ cao (tham khảo **Chương 6** để biết thêm thông tin). Độ sụt thể hiện trong Bảng 5.3.1 có thể tăng lên khi sử dụng phụ gia hóa học, miễn là bê tông được xử lý bằng phụ gia có cùng hoặc thấp hơn w/cm và không thể hiện khả năng phân tầng và chảy máu quá mức. Phạm vi độ sụt được hiển thị áp dụng khi rung động được sử dụng để an toàn

Bảng 5.3.1-Dải độ sụt điển hình của bê tông không phụ gia giảm nước dùng cho các loại công trình .

| | Các loại xây dựng |
|----------|---|
| tối đa 4 | Slipform |
| 2 đến 4 | bê tông khối |
| 2 đến 5 | Mặt đường và tấm, móng tròn, giếng chìm, tường kết cấu phụ, tường móng gia cố và móng |
| 3 đến 5 | Dầm, tường gia cố và cột xây dựng |

*Độ sụt có thể tăng lên khi sử dụng phụ gia giảm nước ở mức trung bình hoặc cao, với điều kiện là bê tông được xử lý bằng phụ gia có w/cm bằng hoặc thấp hơn và không có hiện tượng phân tầng hoặc chảy máu quá mức.

idate bê tông. Bảng này được cung cấp làm hướng dẫn về điểm bắt đầu cho các lô thử nghiệm và các giá trị độ sụt phải được điều chỉnh dựa trên các điều kiện khác nhau. Nó không nên được áp dụng như một đặc điểm kỹ thuật.

5.3.2 Bước 2: Lựa chọn kích thước tối đa danh nghĩa của cốt tổng hợp - Nói chung, kích thước tối đa danh nghĩa của cốt liệu phải là lớn nhất có sẵn về mặt kinh tế và phù hợp với kích thước của kết cấu. Kích thước tối đa danh nghĩa không được vượt quá 1/5 kích thước hẹp nhất giữa các mặt của biểu mẫu; 1/3 độ sâu của tấm; hoặc 3/4 khoảng cách thông thủy tối thiểu giữa các thanh cốt thép riêng lẻ, các bó thanh hoặc các sợi căng trước (**ACI 301 ; ACI 318**).

5.3.3 Bước 3: Ước tính lượng nước trộn lẫn và hàm lượng không khí Lượng nước trên mỗi yard khối bê tông cần thiết để tạo ra độ sụt nhất định phụ thuộc vào kích thước tối đa danh nghĩa, hình dạng hạt, kết cấu bề mặt và cấp phối của cốt liệu; nhiệt độ bê tông; nội dung không khí cuốn theo; và sử dụng phụ gia hóa học. Độ sụt không bị ảnh hưởng đáng kể bởi lượng vật liệu xi măng trong mức sử dụng bình thường. Ước tính ban đầu cho trọng lượng nước trộn có thể được lấy từ Bảng 5.3.3. Nó cung cấp trọng lượng nước trộn gần đúng trên mỗi mét khối bê tông được chế tạo với các kích thước cốt liệu tối đa danh nghĩa khác nhau, có và không có sự cuốn theo không khí. Các yêu cầu về không khí được hiển thị là các yêu cầu về độ bền của ACI 318 Chương 19.

5.3.3.1 Sau khi xác định gần đúng hàm lượng nước và không khí, điều chỉnh các giá trị cho các điều kiện áp dụng được cung cấp trong Bảng 5.3.3. 1. Ban đầu nên giữ khoảng 1 0% lượng nước này và sau đó thêm từ từ để đạt được độ sụt thích hợp cho lần thử đầu tiên.

Lượng nước có thể được tinh chế thêm tùy thuộc vào nhiều yếu tố như kết cấu và hình dạng cốt liệu, loại và liều lượng phụ gia, thay đổi nhiệt độ và các yếu tố khác như được liệt kê trong Bảng 5.3.3.1.

5.3.3.1.1 Phụ gia hóa học - Phụ gia hóa học được sử dụng để thay đổi các tính chất khác nhau của bê tông. Các phụ gia hóa học chỉ nên được sử dụng sau khi đã tiến hành đánh giá thích hợp để chỉ ra rằng các hiệu ứng mong muốn có thể đạt được trong loại bê tông cụ thể dưới các điều kiện sử dụng đã định. Nếu dùng các loại phụ gia này thì độ sụt có thể tăng lên, có thể điều chỉnh hàm lượng nước theo bảng 5.3.3. 1, hoặc kết hợp cả hai. **ASTM C94/C94M** và **ASTM C 1602/C 1602M** yêu cầu trọng lượng của nước

CHỌN TỶ SUẤT CHO HƯỚNG DẪN BÊ TÔNG MẬT ĐỘ THƯỜNG VÀ MẬT ĐỘ CAO (ACI PRC-211.1-22) 15

Bảng 5.3.3-Hàm lượng nước và không khí trộn gần đúng đối với các độ sụt khác nhau của bê tông không có phụ gia giảm nước và kích thước cốt liệu tối đa danh nghĩa

| Nước của bê tông đối với kích thước tối đa danh nghĩa của cốt liệu, lb/yd ³ Độ sụt, | | | | | | | | |
|--|---------------------------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|
| in. 3/8 | | 1/2 | 3/4 | 1 | 1-1/2 | 21 | 3 1 | |
| Bê tông không khí | | | | | | | | |
| tối đa 2 | 350 | 335 | 315 | 300 | 275 | 260 | 220 | |
| 3 đến 4 | 385 | 365 | 340 | 325 | 300 | 285 | 245 | |
| 5 đến 6 | 400 | 375 | 350 | 330 | 305 | 290 | 255 | |
| 6 đến 7 | 410 | 385 | 360 | 340 | 315 | 300 | 270 | |
| Hơn 71 | | | | | | | | |
| Hàm lượng khí cuốn theo gần đúng trong bê tông không cuốn theo khí, % | 3 | 2,5 | 2 | 1,5 | - | 0,5 | 0,3 | |
| Bê tông khí | | | | | | | | |
| 1 đến 2 | 305 | 295 | 280 | 270 | 250 | 240 | 205 | |
| 3 đến 4 | 340 | 325 | 305 | 295 | 275 | 265 | 225 | |
| 5 đến 6 | 355 | 335 | 315 | 300 | 280 | 270 | 240 | |
| 6 đến 7 | 365 | 345 | 325 | 310 | 290 | 280 | 260 | |
| Hơn 71 | | | | | | | | |
| Tổng lượng không khí cần thiết, % | | | | | | | | |
| ACI | Lớp tiếp xúc F1 | 6,0 | 5,5 | 5,0 | 4,5 | 4,5 | 4,0 | 3,5 |
| 318 | Các lớp tiếp xúc F2 và F3 | 7,5 | 7,0 | 6,0 | 6,0 | 5,5 | 5,0 | 4,5 |

* Độ sụt là số lượng tối đa đối với cốt liệu góc được phân loại trong giới hạn của thông số kỹ thuật được chấp nhận.

† Các giá trị độ sụt cung cấp dựa trên các thử nghiệm độ sụt được thực hiện sau khi loại bỏ các hạt lớn hơn 1-1/2 inch bằng cách sàng lọc ướt.

‡ Các giá trị sụt trên 7 inch thường thu được thông qua việc sử dụng các phụ gia giảm nước. Khi sử dụng phụ gia giảm nước, hãy làm theo khuyến nghị của nhà sản xuất.

Lưu ý: Những lượng nước trộn này được sử dụng để tính toán hàm lượng xi măng cho các lô thử nghiệm ở 68 đến 77°F.

Bảng 5.3.3.1-Điều chỉnh hàm lượng nước ước tính cho các điều kiện khác nhau (được điều chỉnh từ Sổ tay bê tông khai hoang của Cục, Ấn phẩm kỹ thuật về tài nguyên nước, Chương I, Phần 45)

| điều kiện đã thay đổi | điều chỉnh" |
|---|-------------------|
| | Hàm lượng nước, % |
| tổng hợp làm tròn | -8 |
| Mỗi lần tăng 1% hàm lượng không khí | -3 |
| Mỗi lần giảm 1% hàm lượng không khí | +3 |
| Phụ gia giảm nước (WRA) được sử dụng | -5 |
| Phụ gia giảm nước tầm cao (HRWRA) được sử dụng Mỗi | -12 |
| lần tăng độ sụt của I trong. | +3 |
| Mỗi lần sụt giảm của tối trong. | -3 |
| Mỗi lần tăng 0°F nhiệt độ bê tông Mỗi lần | +2 |
| nhiệt độ bê tông giảm 0°F Mỗi lần tăng 0% | -2 |
| hàm lượng tro bay khi thay thế xi măng, theo trọng lượng Mỗi lần | -3 |
| giảm 10% hàm lượng tro bay khi thay thế xi măng, theo trọng lượng | +3 |
| Mỗi lần 1 0 % tăng hàm lượng xi măng xi khi thay thế xi măng, theo trọng | -5 |
| lượng Mỗi I Giảm 0% hàm lượng xi măng xi khi thay thế xi măng, theo trọng | +5 |
| lượng Cát sản xuất được sử dụng | +5 |

* Những điều chỉnh này giả định rằng người dùng đang bắt đầu ở nhiệt độ phòng thí nghiệm tiêu chuẩn từ 68 đến 77°F với bê tông có độ sụt từ 3 đến 4 inch và chứa cốt liệu có hình dạng hợp lý được phân loại trong giới hạn của thông số kỹ thuật được chấp nhận và cát tự nhiên có mô đun độ mịn là 2,75. Ký hiệu "+" thể hiện lượng nước bổ sung trong khi ký hiệu "-" thể hiện lượng nước giảm đi.

trong các hỗn hợp lỏng được bao gồm như một phần của tổng lượng nước trộn khi nó gây ra sự thay đổi w/cm từ 0,01 trở lên.

5.3.3.1.2 Hàm lượng không khí-Phần của Bảng 5.3.3 đối với bê tông không chứa khí xấp xỉ hàm lượng không khí chứa trong các hỗn hợp dựa trên giá trị danh nghĩa

kích thước tối đa của tổng hợp. Ở phần dưới của bảng, tổng hàm lượng không khí cần thiết cho các loại F 1, F2 và F3 được chỉ định trong ACI 318 Chương 19 cũng được cung cấp. Các tính toán tỷ lệ ban đầu nên sử dụng hàm lượng không khí dưới dạng phần trăm của toàn bộ. Các khuyến nghị bổ sung về hàm lượng không khí và dung sai đối với việc kiểm soát hàm lượng không khí tại hiện trường được đưa ra trong ACI 318. ASTM C94/C94M cũng đưa ra các giới hạn về hàm lượng không khí. Các yêu cầu trong các tài liệu khác có thể không phải lúc nào cũng khớp chính xác; do đó, khi cân đối, nên cân nhắc lựa chọn hàm lượng không khí đáp ứng nhu cầu của công việc cũng như đáp ứng các thông số kỹ thuật hiện hành.

5.3.4 Bước 4: Lựa chọn w/cm - W/cm cần thiết không chỉ được xác định bởi các yêu cầu về độ bền mà còn bởi các yếu tố như độ bền. Bởi vì các loại cốt liệu và vật liệu kết dính khác nhau có thể tạo ra các cường độ khác nhau ở cùng một w/cm, nên mong muốn có hoặc phát triển mối quan hệ giữa cường độ và w/cm cho các vật liệu được sử dụng.

Trong trường hợp không có dữ liệu như vậy, các giá trị gần đúng và tương đối bảo toàn đối với bê tông chứa xi măng portland loại I có thể được lấy từ Bảng 5.3.4.

Mối quan hệ trong Bảng 5.3.4 giả định kích thước tổng hợp tối đa danh nghĩa là khoảng 3/4 đến 1 inch.

Đối với một nguồn cốt liệu nhất định, cường độ được tạo ra ở một w/cm nhất định sẽ tăng lên khi kích thước tối đa danh nghĩa của cốt liệu giảm xuống.

Với các vật liệu điển hình, w/cm trong bảng sẽ tạo ra cường độ gần với cường độ được hiển thị, dựa trên các thử nghiệm 28 ngày đối với các mẫu được bảo dưỡng trong điều kiện phòng thí nghiệm tiêu chuẩn. Các mã yêu cầu cường độ trung bình được chọn phải vượt quá cường độ được chỉ định với biên độ đủ để giữ số lượng thử nghiệm thấp trong các giới hạn cụ thể (ACI 214R; ACI 301; ACI 318).

16 LỰA CHỌN TỶ LỆ CHO BẢNG HƯỚNG DẪN BÊ TÔNG MẬT ĐỘ THƯỜNG VÀ MẬT ĐỘ CAO (ACI PRC-211.1-22)

Bảng 5.3.4-Mối quan hệ giữa w/cm và cường độ nén của bê tông w/cm, theo trọng lượng Cường độ nén Không cuốn khí ở 28

| | ngày, psi' 7000 | |
|------|-----------------|-------------------------|
| | bê tông | Bê tông cuốn khí <0,331 |
| | 0,34 | |
| 6000 | 0,41 | 0,33 |
| 5000 | 0,48 | 0,40 |
| 4000 | 0,57 | 0,48 |
| 3000 | 0,68 | 0,59 |
| 2000 | 0,82 | 0,74 |

* Các giá trị là cường độ trung bình ước tính đối với bê tông chứa không quá 2% không khí đối với bê tông không có không khí và 6% tổng hàm lượng không khí đối với bê tông có không khí. Đối với w/cm không đổi, cường độ của bê tông bị giảm khi hàm lượng không khí tăng lên. Các giá trị cường độ 28 ngày có thể bảo toàn và có thể thay đổi khi sử dụng các vật liệu xi măng khác nhau. Tốc độ phát triển sức mạnh 28 ngày cũng có thể thay đổi.

Cường độ nén dựa trên các xi lanh 6 x 12 inch hoặc 4 x 8 inch được bảo dưỡng ẩm theo tiêu chuẩn ASTM C31/C31M. Đây là những chai được bảo dưỡng ẩm ở 73,4 ± 3°F trước khi thử nghiệm.

Concrete với w/cm nhỏ hơn 0,33 có thể yêu cầu bổ sung phụ gia hóa học, vật liệu xi măng bổ sung và hàm lượng vật liệu xi măng cao hơn để đạt được cường độ nén 28 ngày là 7000 psi.

Đối với các loại phối trộn từ S1 đến S3, F1 đến F3, W2 và C2, w/cm nên được giữ ở mức thấp mặc dù các yêu cầu về cường độ có thể được đáp ứng với giá trị cao hơn.

Tham khảo Bảng 4.7.3a đến Bảng 4.7.3d để biết yêu cầu về chiều cao tối đa và cường độ tối thiểu. Bảng 4.7.3.1 cung cấp thêm hàm lượng không khí cần thiết cho các loại phối trộn từ F1 đến F3 dưới dạng hàm của kích thước cốt liệu tối đa danh nghĩa.

5.3.5 Bước 5: Tính toán hàm lượng vật liệu xi măng - Lượng vật liệu xi măng trên một đơn vị thể tích bê tông được xác định bằng các xác định trong Bước 3 và 4. Lượng vật liệu xi măng cần thiết bằng với hàm lượng nước trộn ước tính từ Bước 3 chia cho w/cm từ Bước 4. Tuy nhiên, nếu thông số kỹ thuật bao gồm giới hạn tối thiểu riêng biệt đối với vật liệu xi măng bên cạnh các yêu cầu về cường độ và độ bền, hỗn hợp nên dựa trên bất kỳ tiêu chí nào dẫn đến lớn hơn lượng vật liệu xi măng.

SCM hoặc phụ gia hóa học thường được sử dụng để tăng khả năng thi công, cường độ, độ bền, vẻ ngoài và các yếu tố quan trọng khác đối với tính năng của bê tông. Tham khảo ACI 234R, 232.2R, 233R và 212.3R để biết thêm thông tin chi tiết.

5.3.6 Bước 6: Ước tính hàm lượng cốt liệu thô Các cốt liệu về cơ bản có cùng kích thước và cấp phối lớn nhất danh nghĩa sẽ tạo ra bê tông có khả năng làm việc thỏa đáng khi một khối lượng cốt liệu thô cụ thể, trên cơ sở sấy khô bằng que, được sử dụng trên một đơn vị thể tích của bê tông.

Các giá trị thích hợp cho khối lượng tổng hợp này được đưa ra trong Bảng 5.3.6.

Khối lượng lớn của cốt liệu cần thiết cho một thước khối bê tông, tính bằng feet khối trên cơ sở sấy khô bằng que, bằng giá trị trong Bảng 5.3.6 nhân với 27. Thể tích này được quy đổi thành trọng lượng khô của cốt liệu thô bằng cách nhân khối lượng lớn với mật độ sấy khô của cốt liệu thô. Trọng lượng sấy khô sau đó được chuyển đổi

Bảng 5.3.6-Khối lượng rời cốt liệu thô trên một đơn vị thể tích bê tông

| Mô đun độ mịn khác nhau tính bằng 2,80 | Khối lượng cốt liệu thô được cán khô trong lò trên một đơn vị thể tích bê tông cho tối đa danh nghĩa của kích thước cốt liệu mịn, | | | |
|--|---|------|------|------|
| | 2,40 | 2,60 | 3,00 | |
| 3/8 | 0,50 | 0,48 | 0,46 | 0,44 |
| 1/2 | 0,59 | 0,57 | 0,55 | 0,53 |
| 3/4 | 0,66 | 0,64 | 0,62 | 0,60 |
| 1 | 0,71 | 0,69 | 0,67 | 0,65 |
| 1-1/2 | 0,75 | 0,73 | 0,71 | 0,69 |
| 2 | 0,78 | 0,76 | 0,74 | 0,72 |
| 3 | 0,82 | 0,80 | 0,78 | 0,76 |

* Hồ quang khối lượng dựa trên cốt liệu trong điều kiện sấy khô thành như mô tả trong ASTM C29/C29M. Các khối lượng này được lựa chọn từ các quan hệ thực nghiệm để tạo ra bê tông có mức độ làm việc phù hợp với kết cấu có cốt thép thông thường. Đối với bê tông kém khả thi hơn, chẳng hạn như cần thiết cho việc xây dựng mặt đường bê tông, chúng có thể được tăng lên khoảng 10%.

1Tham khảo tiêu chuẩn ASTM C 136/C 136M để tính mô đun độ mịn.

Bảng 5.3.8-Tóm tắt khối lượng thiết kế*

| | trọng lượng thiết kế |
|--------------------|----------------------|
| nước trộn | Bước 3 |
| vật liệu xi măng | Bước 5 |
| Cốt liệu thô (SSD) | Bước 6 |
| Tổng hợp tốt (SSD) | Bước 7 |
| Tổng khối lượng | - |

* Nếu sử dụng phụ gia hóa học, hãy ghi lại liều lượng phụ gia (oz/yd³). Ghi lại phần trăm hàm lượng không khí mục tiêu theo các giá trị được cung cấp trong Bảng 5.3.3 (Bước 3).

thành trọng lượng SSD tương đương bằng cách nhân với 1 cộng với độ hấp thụ (1 + A).

5.3.7 Bước 7: Ước tính hàm lượng cốt liệu mịn - Khi hoàn thành Bước 6, khối lượng của tất cả các thành phần của hỗn hợp bê tông đã được ước tính, ngoại trừ khối lượng cốt liệu mịn. Việc tính toán lượng cốt liệu mịn cần thiết liên quan đến việc sử dụng các thể tích bị thay thế bởi các thành phần. Trong bê tông, thể tích chiếm bởi bất kỳ thành phần nào bằng trọng lượng của nó chia cho mật độ của vật liệu đó (mật độ sau là tích của mật độ nước và trọng lượng riêng của vật liệu). Đối với tính toán này, tổng thể tích bị chiếm chỗ bởi các thành phần trộn đã biết là nước, không khí, vật liệu kết dính và công kết cấu thô (SSD) - được trừ đi từ thể tích đơn vị của bê tông 27 ft³

, để có được số feet khối fin

tổng hợp cần thiết. Để hoàn thành thiết kế, thể tích cát đó sau đó được chuyển đổi thành trọng lượng SSD dựa trên mật độ SSD của nó bằng cách nhân thể tích với trọng lượng riêng của cốt liệu nhân với mật độ của nước.

5.3.8 Bước 8: Tổng hợp trọng số thiết kế - Nhập các trọng số cấu thành thu được từ các bước trước vào Bảng 5.3.8.

5.3.9 Bước 9: Mê thử - Các mê thử của hỗn hợp bê tông đề xuất được thực hiện để xác nhận rằng sự kết hợp của các vật liệu sẽ tạo ra các đặc tính tươi và cứng cần thiết. Trọng lượng thiết kế của hỗn hợp trong Bảng 5.3.8 thường cần điều chỉnh để tính đến những thay đổi về độ ẩm cốt liệu trước khi trộn. Những điều chỉnh này là để phù hợp với những thay đổi trong điều kiện kho dự trữ và không phải là những điều chỉnh đối với thiết kế của hỗn hợp.

CHỌN TỶ SUẤT CHO HƯỚNG DẪN BÊ TÔNG MẬT ĐỘ THƯỜNG VÀ MẬT ĐỘ CAO (ACI PRC-211.1-22) 17

Bảng 5.3.9.1-Tóm tắt trọng lượng lô*

| | trọng lượng thiết kế | trọng lượng lô |
|--------------------|----------------------|----------------|
| Nước | Bước 3 | - |
| vật liệu xi măng | Bước 5 | - |
| Cốt liệu thô (SSD) | Bước 6 | - |
| Tổng hợp tốt (SSD) | Bước 7 | - |
| Tổng khối lượng | - | - |

* Nếu sử dụng phụ gia hóa học, hãy ghi lại liều lượng phụ gia (oz/yd³). Ghi lại phần trăm hàm lượng không khí mục tiêu theo các giá trị được cung cấp trong Bảng 5.3.3 (Bước 3).

5.3.9.1 Điều chỉnh độ ẩm-Thông thường, cốt liệu sẽ có độ ẩm cao hơn trạng thái SSD của chúng. Lượng cốt liệu cần được tăng lên từ trọng lượng thiết kế, được biểu thị bằng SSD, bằng lượng nước tự do trên công tổng hợp để lượng cốt liệu chính xác được sử dụng. Có thể xảy ra trường hợp cốt liệu quá khô nên cần phải giảm lượng cốt liệu cần cần, đồng thời bổ sung thêm nước để đưa vào SSD. Các hướng dẫn sau đây sẽ hoạt động cho cả hai trường hợp.

Để xác định trọng lượng của cốt liệu được trộn theo lô, hãy sử dụng công thức sau cho từng loại cốt liệu và sau đó nhập các giá trị này vào bản tóm tắt trọng lượng của lô (Bảng 5.3.9.1)

$$w = \text{theo đợt} \frac{(1 + MC\%)}{(1 + A\%)} \times w_{SSD} \quad (5.3.9.1)$$

Sự khác biệt giữa nước trộn và trọng lượng nước trộn từ tỷ lệ hỗn hợp là trọng lượng của nước tự do. Nó được trừ vào trọng lượng nước trộn cho trọng lượng nước được trộn. Nhập giá trị này vào Bảng 5.3.9.1. Nước được thêm vào hỗn hợp cộng với nước tự do phải bằng trọng lượng nước trộn. Tổng trọng lượng lô sau khi điều chỉnh độ ẩm phải phù hợp với tổng trọng lượng hỗn hợp.

Tổng lượng vật liệu sẽ cần thiết để tính năng suất. Quy trình này được minh họa trong các ví dụ của Chương 9.

5.3.10 Bước 10: Điều chỉnh lô sau thử nghiệm - Tỷ lệ hỗn hợp đã tính toán phải được kiểm tra về hiệu suất yêu cầu bằng các lô thử nghiệm được chuẩn bị và thử nghiệm theo tiêu chuẩn ASTM C192/C192M hoặc các lô thực địa có kích thước đầy đủ. Chỉ nên sử dụng lượng nước vừa đủ để tạo ra độ sụt cần thiết bất kể lượng nước được giả định khi chọn tỷ lệ thử nghiệm. Bê tông phải được kiểm tra về mật độ và năng suất (ASTM C138/C 138M) và hàm lượng không khí (ASTM C138/C138M; ASTM C173/C173M; ASTM C231 /C231M). Nó cũng cần được quan sát cẩn thận về khả năng thi công, khả năng chống phân tách và các đặc tính hoàn thiện. Các điều chỉnh thích hợp nên được thực hiện theo tỷ lệ cho các lô tiếp theo để khắc phục các thiếu sót theo các đề xuất sau đây.

5.3.10.1 Điều chỉnh I-Uớc tính lại lượng nước trộn cần thiết trên mỗi mét khối bê tông bằng cách nhân hàm lượng nước trộn thực của mẻ thử nghiệm nhân với 27 và chia sản phẩm cho sản lượng của mẻ thử tính bằng feet khối. Nếu độ sụt của lô thử nghiệm không chính xác, hãy tăng hoặc giảm lượng nước ước tính lại bằng cách

10 lb cho mỗi 1 inch yêu cầu tăng hoặc giảm độ sụt.

Trong trường hợp việc bổ sung nước là không mong muốn, việc sử dụng phụ gia giảm nước có thể được xem xét.

5.3.10.2 Điều chỉnh 2-Nếu không đạt được hàm lượng không khí mong muốn (đối với bê tông được tạo khí), ước tính lại liều lượng phụ gia cho hàm lượng không khí yêu cầu và giảm hoặc tăng hàm lượng nước trộn trong Mục 5.5.1 lên 5 lb cho mỗi 1% mà hàm lượng không khí sẽ tăng hoặc giảm so với hàm lượng của lô thử nghiệm trước đó.

5.3.10.3 Điều chỉnh 3-Nếu không đạt được cường độ mong muốn, có thể sử dụng các đường cong w/cm so với cường độ để điều chỉnh giá trị. Một ví dụ được trình bày trong Chương 9.

Hiệu quả xi măng đo được cũng có thể được sử dụng để điều chỉnh cường độ. Hiệu suất xi măng là cường độ thu được từ mỗi pound xi măng trong một mét khối. Với đơn vị psi/ lb/yd³, nó được tính bằng cách chia cường độ lô thử nghiệm cho trọng lượng xi măng cho một yard khối của lô thử nghiệm.

Chia sự khác biệt giữa cường độ dự định và cường độ đo được cho hiệu suất xi măng dẫn đến trọng lượng xi măng được thêm vào một thước khối, để tăng hoặc trừ đi để giảm cường độ. Để giữ cho w/cm không đổi, cần điều chỉnh nước. Sự thay đổi thể tích thực do những thay đổi này được bù đắp bằng cách điều chỉnh trọng lượng của cát để giữ cho sản lượng không đổi ở một thước khối. Một ví dụ được trình bày trong Chương 9.

5.3.10.4 Điều chỉnh sau-Tính khối lượng lô mới bắt đầu từ Bước 5 (Phần 5.3.5) và sửa đổi khối lượng cốt liệu thô từ Bảng 5.3.6, nếu cần, để đảm bảo tính công tác phù hợp.

CHƯƠNG 6-TÁC DỤNG CỦA HÓA CHẤT PHỤ GIA

6.1-Phụ gia hóa

học nên được định nghĩa là chất lỏng hoặc bột phân tán được sử dụng làm thành phần trong hỗn hợp xi măng để cải thiện tính kinh tế, tính chất hoặc cả hai ở trạng thái dẻo hoặc cứng.

Chương này sẽ cung cấp thông tin cơ bản cần thiết cho việc định lượng hỗn hợp bê tông có chứa phụ gia hóa học. Mặc dù phương pháp thiết kế được trình bày trong hướng dẫn này chỉ đề cập sơ qua về điều này, rất ít bê tông thương mại được sản xuất mà không có phụ gia hóa học.

Phụ gia hóa học được sử dụng để điều chỉnh các đặc tính của hỗn hợp bê tông nhằm đáp ứng các yêu cầu về tính năng cụ thể của một dự án nhất định như khả năng thi công, thời gian ninh kết, cường độ, độ co ngót, độ bền, độ thấm, độ nhớt, tính lưu biến, màu sắc và các đặc tính khác. Loại và liều lượng của phụ gia hóa học được lựa chọn dựa trên các yêu cầu về hiệu suất mong muốn. Vì phụ gia giảm nước (WRA) và phụ gia cuốn khí (AEAs) là một trong những loại phụ gia hóa học được sử dụng phổ biến nhất trong ngành bê tông, chương này sẽ nhấn mạnh tác động của hai loại phụ gia này đối với tỷ lệ hỗn hợp.

Tuy nhiên, các phụ gia khác với WRA và AEA chẳng hạn như chất làm chậm đông kết, chất tăng tốc và phụ gia giảm co ngót cũng được sử dụng để đáp ứng các mục tiêu hiệu suất khác nhau. Vì

18 LỰA CHỌN TỶ LỆ CHO BẢNG HƯỚNG DẪN BÊ TÔNG MẬT ĐỘ THƯỜNG VÀ MẬT ĐỘ CAO (ACI PRC-211.1-22)

biết thêm chi tiết về các loại phụ gia và việc sử dụng chúng trong bê tông, tham khảo ACI 212.3R.

6.2-Phụ gia cuốn khí

Phụ gia cuốn khí (AEAs) được sử dụng với mục đích cuốn hoàn toàn hệ thống bọt khí phân tán mịn chủ yếu để tăng khả năng chống lại sự hư hại do đóng băng và tan băng khi bê tông bên ngoài bão hòa nghiêm trọng tiếp xúc với các chu kỳ đóng băng và tan băng lặp đi lặp lại ở vùng khí hậu lạnh. Bê tông bị hư hại nghiêm trọng khi có đủ băng hình thành trong các mao dẫn vì băng tạo ra áp suất lớn hơn độ bền kéo của hồ xi măng, làm phá vỡ các thành mao dẫn. Việc bổ sung AEA giúp ổn định các bọt khí cực nhỏ (khí bị cuốn theo) trong quá trình trộn. Những bong bóng này cung cấp một bể chứa nước để di chuyển vào trong quá trình đóng băng, do đó làm giảm lực kéo được tạo ra trong hồ xi măng gây ra bởi sự giãn nở của nước đóng băng trong các khoảng trống mao dẫn nhỏ hơn. Khi quá trình tan băng diễn ra, nước bị đẩy trở lại các mao mạch bằng khí nén trong các khoảng trống, do đó giải phóng các khoảng trống để sử dụng lại trong chu kỳ đóng băng tiếp theo. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng bọt khí bị cuốn theo AEA khác với bọt khí bị cuốn theo trong bê tông. Các khoảng trống không khí bị mắc kẹt được tích hợp vào bê tông trong quá trình trộn.

Chúng chủ yếu có hình dạng không đều và thường có kích thước 0,04 inch (1 mm) hoặc lớn hơn. Các bọt khí bị cuốn vào được thêm vào bê tông một cách có chủ ý để ổn định các bọt khí cực nhỏ phân bố ngẫu nhiên thường có dạng hình cầu hoặc gần như vậy, có kích thước từ 0,0004 đến 0,04 inch (0,01 và 1 mm) đường kính. Do kích thước lớn, bọt khí bị mắc kẹt không cung cấp sự bảo vệ cần thiết chống lại các chu kỳ đóng băng và tan băng của bê tông bão hòa nghiêm trọng. Cần có khoảng trống do không khí cuốn vào để bảo vệ và có thể đạt được thông qua việc sử dụng AEA.

AEA cũng có thể được sử dụng để cải thiện khả năng làm việc vì các bọt khí bị cuốn vào có tác dụng bôi trơn hỗn hợp. Do kích thước và hình dạng của các khoảng trống không khí, bê tông cuốn theo không khí thường chứa ít nước hơn tới 1 0% so với bê tông không cuốn theo không khí có khả năng thi công tương đương. Việc giảm thể tích nước trộn cũng như thể tích không khí bị cuốn vào và cuốn theo phải được xem xét theo tỷ lệ. Ngoài ra, sự gia tăng hàm lượng không khí có thể làm giảm sức mạnh. Do đó, tỷ lệ hỗn hợp nên được thực hiện với việc xem xét tác động của hàm lượng không khí mục tiêu đối với cường độ (tham khảo [ACI 212.3R](#) để biết thêm thông tin).

Lượng AEA cần thiết để đạt được mức độ cuốn khí thích hợp trong bê tông có thể thay đổi và phụ thuộc vào nhiều đặc điểm thiết kế hỗn hợp. Trong số đó có các đặc điểm của cốt liệu, loại và tỷ lệ của phụ gia bê tông, loại và thời gian trộn, độ đặc, nhiệt độ, độ mịn và hóa học của xi măng, và việc sử dụng các vật liệu kết dính khác.

6.3-Phụ gia giảm nước

Phụ gia giảm nước (WRA) được sử dụng để giảm lượng nước cần thiết để đạt được và duy trì độ sụt mục tiêu của bê tông mới trộn. Việc giảm lượng nước trong

hỗn hợp cũng có thể có những lợi ích khác như giảm w/cm, do đó tăng cường độ. Giảm nước cũng có thể cải thiện độ bền, giảm khả năng co ngót và nứt và giảm tính thấm. Việc sử dụng WRA cho phép giảm hàm lượng xi măng khi cân đối hỗn hợp bê tông do giảm hàm lượng nước cho một w/cm nhất định. WRA cũng có thể được sử dụng để tăng độ sụt trong khi vẫn duy trì hàm lượng nước ban đầu của hỗn hợp.

WRA được nhóm thành ba loại chung dựa trên lượng nước giảm dự kiến, mặc dù không có phân loại tiêu chuẩn cho biết lượng nước giảm liên quan đến từng loại. WRA phạm vi bình thường giảm lượng nước tối thiểu là 5%.

Phụ gia giảm nước tầm trung (MRWRAs) giảm hàm lượng nước từ 5 đến 1 0%. Các phụ gia giảm nước ở mức độ cao (HRWRA) có thể đạt được mức giảm nước từ 12 đến 40% ([Kosmatka và Wilson 2016](#)).

Tuy nhiên, lượng nước giảm có thể thay đổi (cao hơn hoặc thấp hơn) so với lượng thông thường được liệt kê ở đây. Do đó, các giới hạn này chỉ nên đóng vai trò là điểm khởi đầu chung có thể hữu ích cho việc điều chỉnh lượng nước theo tỷ lệ hỗn hợp.

WRA thường được sử dụng để tạo ra độ sụt trong các phạm vi sau:

(a) WRA phạm vi thông thường: 0 đến

6 inch. (b) MRWRA: 2

đến 7 inch. (c) HRWRA: 5 đến 9 inch đối với bê tông thông

thường và độ sụt lên đến 30 inch đối với bê tông tự hợp nhất (SCC) WRA thường được xây dựng kết hợp với bộ làm chậm hoặc bộ tăng tốc. Chất làm chậm đông kết kéo dài thời gian bê tông vẫn dẻo (có thể thi công được), rất hữu ích khi thời tiết nóng hoặc thời gian vận chuyển kéo dài. Đặt máy gia tốc giảm thời gian cài đặt và tăng tốc độ tăng sức mạnh. Điều này có thể hữu ích trong thời tiết lạnh hoặc bất cứ lúc nào muốn giảm thời gian ninh kết hoặc tăng cường độ nhanh.

[ASTM C494/C494M](#) chỉ định các đặc tính cho bảy phụ gia giảm nước và kiểm soát đông kết như sau:

(1) Loại A-Giảm nước (2) Loại

B-Làm chậm (3) Loại C-

Tăng tốc (4) Loại D-Giảm

và làm chậm nước (5) Loại E-Tăng tốc và giảm

nước (6) Loại F -Giảm nước, tầm cao (7) Loại G-

Giảm nước, tầm cao và làm chậm ASTM C494/

C494M có một phân loại phụ gia bổ sung, Phụ gia hiệu

suất cụ thể loại S. Phụ gia loại S được thiết kế để ảnh

hưởng đến các đặc tính hiệu suất cụ thể của bê tông mà không ảnh hưởng đáng kể đến độ sụt, thời gian ninh kết hoặc độ tăng cường độ của bê tông.

Có nhiều trường hợp có nhiều hơn một hoặc hai loại phụ gia hóa học khác nhau được thêm vào bê tông. Khi dự đoán việc sử dụng nhiều phụ gia, đặc biệt là trong các ứng dụng khó khăn, nên tham khảo ý kiến của các nhà cung cấp phụ gia hóa học trong khi vẫn đang trong giai đoạn định lượng hỗn hợp bê tông. Ngoài ra, giai đoạn định lượng hỗn hợp nên bao gồm thảo luận về việc điều chỉnh lượng nước cần thiết để tính lượng nước trong phụ gia (đặc biệt nếu được thêm vào với tỷ lệ liều lượng cao) và mức giảm nước dự kiến của chúng. Khả năng tương thích của các phụ gia hóa học với từng loại

CHỌN TỶ SUẤT CHO HƯỚNG DẪN BÊ TÔNG MẬT ĐỘ THƯỜNG VÀ MẬT ĐỘ CAO (ACI PRC-211.1-22) 19

các vật liệu xi măng khác cũng như các tác động kết hợp của việc sử dụng nhiều phụ gia hóa học đối với tính năng của bê tông nên được đánh giá trong giai đoạn trộn thử nghiệm. Các đợt thử nghiệm quy mô đầy đủ và mô hình các yếu tố cấu trúc sẽ giúp xác định bất kỳ hành vi không mong muốn nào và cho phép điều chỉnh hỗn hợp.

CHƯƠNG 7-TÁC DỤNG BỔ SUNG
VẬT LIỆU XI MĂNG

7.1-Nền

Vật liệu xi măng bổ sung (SCM) được sử dụng để cải thiện hiệu suất và hiệu quả chi phí của hỗn hợp bê tông đồng thời góp phần vào tính bền vững. Nhiều trong số những vật liệu này là vật liệu tự nhiên trong khi những vật liệu khác là sản phẩm phụ công nghiệp, như trong Bảng 7. 1.

7.2-Pozzolanic so với xi măng

Tro bay, khối silic, xi măng xỉ, metakaolin và đất sét nung là một số SCM được sử dụng phổ biến nhất. Khi được trộn với xi măng portland, SCM đóng góp vào các đặc tính của bê tông thông qua hoạt động thủy lực, hoạt động pozzolanic hoặc cả hai (Kosmatka và Wilson 2016). Hoạt động thủy lực xảy ra khi các pha trong SCM phản ứng hóa học với nước, do đó hình thành các sản phẩm thủy hóa xi măng tương tự như các sản phẩm được hình thành thông qua quá trình thủy hóa xi măng đất cảng. Hoạt động pozzolanic xảy ra khi vật liệu silic hoặc aluminosilic trong SCM phản ứng với canxi hydroxit (portlandite), từ đó tạo thành canxi silicate hydrat (CSH). Hơn nữa, puzolan không có bất kỳ đặc tính kết dính nào khi được sử dụng một mình. Tuy nhiên, khi được sử dụng cùng với xi măng portland, chúng sẽ phản ứng với canxi hydroxit. Xem xét canxi hydroxit là chất dễ hòa tan nhất trong số các sản phẩm thủy hóa (và do đó là một liên kết yếu trong bê tông từ góc độ độ xốp và độ bền, trái ngược với CSH, góp phần tăng cường độ và tăng cường tính thấm của bê tông), hoạt tính puzolan rất được mong đợi. Bảng 7.2 thể hiện sự so sánh

Bảng 7.1-Các vật liệu xi măng bổ sung được phân loại là sản phẩm phụ so với sản phẩm tự nhiên Sản phẩm phụ Tro bay loại C Tro bay loại F Xi măng

| | |
|------------|-------------------|
| Khối silic | Sản phẩm tự nhiên |
| | Metakaolin |
| | đất sét nung |
| | đá phiến nung |
| | - |
| Tro trấu | - |

Bảng 7.2-Vật liệu xi măng bổ sung được phân loại là pozzolanic và xi măng

| Pozzolan | Pozzolan + Xi măng |
|----------------|--------------------|
| tro bay loại F | tro bay loại C |
| khối silic | xi măng xỉ |
| Metakaolin | - |
| đất sét nung | - |
| đá phiến nung | - |
| Tro trấu | - |

của các SCM thường được sử dụng dựa trên các đặc tính pozzolanic so với xi măng của chúng.

Tùy thuộc vào loại và số lượng SCM được sử dụng, chúng thường: (a)

Cải thiện tính công tác của bê tông và giảm xu hướng chảy máu và phân tách (b) Giảm kích

thước lỗ rỗng và độ xốp của cả nền xi măng và vùng chuyển tiếp bề mặt

(c) Tăng cường độ bền và tuổi thọ sử dụng về mặt giảm tính thấm, tăng khả năng chống lại sự tấn công của hóa chất, giảm co ngót và tăng khả năng chống nứt nhiệt và giãn nở cốt liệu kiểm (d) Tăng cường độ ban đầu hoặc cuối cùng

SCM được thêm vào bê tông theo tỷ lệ

phần trăm cơ sở trọng lượng như là một phần của toàn bộ hệ thống xi măng, trong đó chúng có thể được sử dụng để thay thế một phần xi măng thủy lực khi tổng hàm lượng vật liệu xi măng được tăng lên, giữ cố định hoặc giảm tùy thuộc vào hiệu suất của SCM, ở dạng thủy lực xi măng. Quyết định về việc bổ sung SCMs để thay thế hoặc bổ sung cho toàn bộ hệ thống xi măng cũng như việc lựa chọn tổng hàm lượng vật liệu xi măng nên được đưa ra dựa trên các yêu cầu về hiệu suất tổng thể.

7.3-Các loại vật liệu xi măng bổ sung Một bản tóm tắt

ngắn gọn về tác động của một số SCM được sử dụng phổ biến nhất đối với các đặc tính của bê tông, cùng với các điểm cân nhắc chính trong khi cân đối hỗn hợp có chứa SCM, được cung cấp dưới đây.

7.3.1 Tro bay Tro bay là sản phẩm phụ của quá trình đốt cháy than đá hoặc than bột. Tùy thuộc vào nguồn than, các đặc tính của tro bay có thể khác nhau, do đó ảnh hưởng của chúng đến hiệu suất bê tông cũng khác nhau. Có hai loại tro bay thường được sử dụng trong bê tông: tro bay loại C và loại F (ASTM C618 cũng công nhận puzolan tự nhiên loại N). Tro bay phải phù hợp với các yêu cầu của tiêu chuẩn ASTM C618.

Tro bay loại F thường chứa một lượng vôi thấp (thường dưới 1,8% CaO), trong khi tro bay loại C thường có hàm lượng vôi cao hơn (thường hơn 1,8% CaO). Tùy thuộc vào yêu cầu về hiệu suất, tro bay thường được sử dụng trong khoảng 15 đến 35% tổng hàm lượng vật liệu xi măng (ACI 232.2R). Tuy nhiên, số tiền cao hơn và thấp hơn giá trị điển hình được liệt kê đã được sử dụng thành công và có thể được chọn tùy thuộc vào yêu cầu của dự án.

Mặc dù tác động của tro bay đối với tính chất của bê tông phụ thuộc vào loại và lượng tro bay, nhưng những phát biểu sau đây có thể áp dụng cho hầu hết các hỗn hợp. Tro bay có xu hướng cải thiện khả năng làm việc do hình thái hình cầu của nó dẫn đến giảm ma sát giữa các hạt. Vì vậy, trong khi định lượng hỗn hợp có chứa tro bay, tùy thuộc vào lượng và loại tro bay đã chọn, có thể cần hàm lượng nước thấp hơn một chút (đến 1%) so với hỗn hợp bê tông thường chỉ chứa xi măng portland để đạt được cùng độ sụt. Do tính phản ứng puzolan chậm, tro bay có thể làm tăng thời gian ninh kết và giảm

20 LỰA CHỌN TỶ LỆ CHO SÁCH HƯỚNG DẪN BÊ TÔNG MẬT ĐỘ THƯỜNG VÀ MẬT ĐỘ CAO (ACI PRC-211.1-22)

hiệt hydrat hóa. Xem xét hiệu ứng làm chậm này, loại và lượng tro bay nên được lựa chọn cẩn thận cho các dự án cần thời gian ninh kết sớm hoặc tiếp xúc với điều kiện thời tiết lạnh.

Các hỗn hợp bao gồm tro bay, đặc biệt là khi được sử dụng cao hơn 20% tổng hàm lượng xi măng, có thể làm giảm co ngót, do đó làm giảm khả năng xảy ra các vết nứt liên quan đến co ngót. Tùy thuộc vào tính chất vật lý và hóa học của tro bay, nó cũng làm giảm tính thấm, tăng cường độ bền và có thể làm tăng cường độ cuối cùng của hỗn hợp. Tuy nhiên, ở độ tuổi sớm (đặc biệt là dưới 3 ngày), hỗn hợp với tro bay có thể cho thấy mức tăng cường độ thấp hơn so với hỗn hợp chỉ với xi măng portland. Để biết thêm thông tin về tro bay, tham khảo [ACI 232.2R](#) và [232.3R](#).

7.3.2 Xi măng xỉ - Xi măng xỉ là sản phẩm phụ của quá trình luyện gang trong lò cao. [ASTM C989/C989M](#) phân loại xi măng xỉ thành ba loại sau dựa trên mức độ phản ứng của nó: 1) Cấp 80; 2) Lớp 1 00; và 3) Lớp 1 20 .

Tùy thuộc vào yêu cầu về hiệu suất, xi măng xỉ thường được sử dụng để thay thế từ 20 đến 50% tổng hàm lượng vật liệu xi măng. Tuy nhiên, các lượng cao hơn và thấp hơn các giá trị điển hình được liệt kê đã được sử dụng thành công và có thể được lựa chọn tùy thuộc vào yêu cầu của dự án và trong một số ứng dụng, có thể sử dụng tới 80% xi măng xỉ ([ACI 233R](#)).

Tùy theo độ mịn và lượng sử dụng, xi măng xỉ có thể tăng hoặc giảm nhu cầu nước. Hỗn hợp chứa xi măng xỉ có thể yêu cầu hàm lượng nước thấp hơn một chút (đến 5%) so với hỗn hợp bê tông thường chỉ chứa xi măng portland để đạt được độ sụt tương tự. Xi măng xỉ thường làm giảm nhiệt độ thủy hóa; tuy nhiên, nó có tác động nhỏ đến thời gian đông kết tùy thuộc vào lượng và nhiệt độ môi trường xung quanh. Nó tăng cường độ bền và sức mạnh cuối cùng. Để biết thêm thông tin về xi măng xỉ, tham khảo [ACI 233R](#).

7.3.3 Silica fume-Silica fume là sản phẩm phụ của quá trình sản xuất silic nguyên tố hoặc hợp kim có chứa silic. Khí silic phải phù hợp với các yêu cầu của tiêu chuẩn [ASTM C1240](#). Tùy thuộc vào yêu cầu về hiệu suất, silica fume thường được sử dụng trong khoảng 5 đến 10% tổng hàm lượng vật liệu xi măng. Tuy nhiên, số tiền cao hơn và thấp hơn giá trị điển hình được liệt kê đã được sử dụng thành công và có thể được chọn tùy thuộc vào yêu cầu của dự án.

Khí silic có kích thước hạt rất mịn, trung bình nhỏ hơn 100 lần so với kích thước hạt của xi măng portland. Do các hạt của nó có diện tích bề mặt riêng cao, khí silic thường làm tăng nhu cầu nước và có thể làm tăng độ dính của hỗn hợp bê tông. Do đó, khi tất cả các điều kiện khác được giữ nguyên, khi định lượng hỗn hợp có chứa silica fume, việc sử dụng phụ gia giảm nước ở mức độ cao (HRWRA), tăng hàm lượng nước hoặc kết hợp cả hai sẽ cần thiết để phù hợp độ sụt của hỗn hợp chỉ chứa xi măng portland.

Không giống như hầu hết các loại SCM khác, khí silic không có tác dụng làm chậm thời gian ninh kết. Ngoài ra, nó được sử dụng để tăng cả sức mạnh ban đầu và sức mạnh cuối cùng do khả năng phản ứng pozzolanic rất cao của nó. Nó làm giảm đáng kể

tính thấm; do đó, nó thường được sử dụng trong các hỗn hợp mà việc tiếp xúc với các chất có hại như sự xâm nhập của clorua là một mối lo ngại. Thông tin thêm về khối silic có thể được tìm thấy trong [ACI 234R](#).

7.3.4 Metakaolin-Metakaolin là một loại pozzolan tự nhiên phù hợp với các yêu cầu của [ASTM C6 18](#) Loại N.

Metakaolin thường được sử dụng trong khoảng 5 đến 15% tổng hàm lượng vật liệu xi măng. Tuy nhiên, số tiền cao hơn và thấp hơn giá trị điển hình được liệt kê đã được sử dụng thành công và có thể được chọn tùy thuộc vào yêu cầu của dự án.

Metakaolin được sử dụng trong các ứng dụng yêu cầu cường độ cao và độ thấm thấu thấp. Để biết thêm thông tin về metakaolin và các loại pozzolan tự nhiên khác, hãy tham khảo [ACI 232.1 R](#).

7.4-Thành phần hỗn hợp có bổ sung vật liệu xi măng

Trong phương pháp thiết kế được đề xuất bởi hướng dẫn này, trừ khi sử dụng xi măng trộn sẵn, mỗi SCM được thêm vào được coi là một thành phần hỗn hợp bổ sung với trọng lượng riêng riêng của nó chiếm bất kỳ thể tích nào được quy định bởi số lượng được sử dụng (giống như xi măng) và được bao gồm trong các phép tính khối lượng. Pozzolans thường được tham chiếu theo phần trăm theo trọng lượng của tổng vật liệu xi măng, mặc dù một số địa điểm tham chiếu chúng theo phần trăm theo thể tích. Trong trường hợp không có tham chiếu cụ thể ngược lại, tham chiếu mặc định phải là phần trăm theo trọng lượng.

Khi cân đối hỗn hợp bê tông có chứa SCM, các yếu tố sau cần được xem xét trong khi xác định loại và lượng khai thác mong muốn: (a) Khả năng phản ứng pozzolanic của SCM và

ảnh hưởng của nó đối với cường độ bê tông ở cả tuổi sớm và tuổi muộn hơn

(b) Tác động đến thời gian ninh kết và làm chậm (c)

Ảnh hưởng đến nhu cầu nước cần thiết cho quá trình mong muốn khả năng làm việc và khả năng đặt

(d) Trọng lượng riêng của SCM và ảnh hưởng của nó đến khối lượng bê tông được sản xuất trong mẻ trộn (e) Ảnh

hưởng đến tỷ lệ liều lượng của phụ gia hóa học được sử dụng trong hỗn hợp

(f) Ảnh hưởng của SCM đối với nhiệt thủy hóa, tính thấm và độ co ngót (g) Lượng

SCM và xi măng cần thiết để đáp ứng yêu cầu các yêu cầu thực hiện

(h) Tác động đến tốc độ chảy máu và nhu cầu bảo dưỡng bổ sung Bảng

7.4

được cung cấp dưới dạng hướng dẫn về tỷ lệ hỗn hợp có chứa SCM.

Mối quan hệ được thiết lập trong bảng này đối với một loại SCM nhất định và tác động tương ứng của chúng đối với các đặc tính của bê tông chỉ được áp dụng khi tất cả các thông số khác được giữ không đổi (ví dụ: tổng hàm lượng vật liệu xi măng, w/cm và tỷ lệ liều lượng phụ gia hóa học). Cần lưu ý rằng có thể có những trường hợp mối quan hệ có thể nằm ngoài những mối quan hệ được hiển thị ở đây, tùy thuộc vào nguồn và số lượng SCM đã chọn.

Trong thân bảng là các mũi tên lên, xuống, sang ngang, lên xuống nghĩa là tăng số lượng của cấu tử thì số đo của thuộc tính

Bảng 7.4-Ảnh hưởng của các loại SCM đến tính chất của bê tông (Taylor et al. 2006)

| Tài sản | Tro bay loại F | Tro bay loại C | xi măng xi t 1 | khói silic | Metakaolin |
|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|------------|------------|
| khả thi | 1 | | | t | 1 |
| Nhiệt độ hydrat hóa | | | | <-> | 1 |
| Thời gian cài đặt | | | | . | <-> |
| nội dung không khí | | | | . | |
| sức mạnh sớm | | <-> | | | 1 |
| Sức mạnh lâu dài | | | | | |
| tính thấm | | iii 1 | i 1 1 i 1 | iii iii 1 | ii 1 |
| sự xâm nhập của clorua | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Phản ứng kiềm-silica | 1 | | 1 | 1 | 1 |
| kháng sulfat | iii | tán | iii | iii | iii |
| Khả năng chống đóng băng và tan | <-> | <-> | <-> | <-> | <-> |
| băng Co rút khi | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

khô Lưu ý: 1 Incrcasc; ! Giảm; ! Tăng hoặc giảm; ♦ Trung lập.

đi lên, đi xuống, giữ nguyên hoặc thay đổi có thể đi theo một trong hai cách tương ứng.

7.5-Hệ tam nguyên

Tùy thuộc vào loại và lượng SCM đã chọn, việc kết hợp quá nhiều một loại SCM (hỗn hợp nhị phân) có thể gây ra tác dụng phụ tiêu cực như kéo dài thời gian đông kết. Trong những trường hợp như vậy, một giải pháp khả thi là sử dụng hỗn hợp ba loại, là sự kết hợp của ba loại vật liệu xi măng được pha trộn để cân bằng các đặc tính tươi, độ bền và cường độ. Ví dụ, tùy thuộc vào lượng đã chọn, việc kết hợp các SCM như tro bay và khói silic có thể bù đắp các tác động bất lợi của tro bay đối với thời gian đông kết, trong khi tro bay có thể bù đắp nhu cầu nước tăng lên liên quan đến khói silic.

Tác động 7.6 của SCM đối với tính bền vững Sản

xuất xi măng thải ra khoảng 5% lượng carbon dioxide toàn cầu và tiêu thụ 5% mức tiêu thụ năng lượng toàn cầu (Hendriks et al. 2004). Do đó, việc thay thế xi măng bằng SCM cải thiện tính bền vững bằng cách sử dụng puzolan tự nhiên, tiêu thụ các sản phẩm phụ và giảm nhu cầu sản xuất clinker xi măng khi xem xét mối quan hệ trực tiếp giữa lượng clinker xi măng được sản xuất và lượng carbon dioxide được tạo ra. Ngoài ra, độ bền tăng lên đạt được với SCM giúp giảm nhu cầu sửa chữa và thay thế, dẫn đến tính bền vững cao hơn.

CHƯƠNG 8-THỬ GÓI

Khi các đặc tính cần thiết của bê tông đã được xác định, bước tiếp theo là xác định thành phần và tỷ lệ vật liệu hỗn hợp sẽ đạt được các đặc tính đó.

Những tỷ lệ đó có thể dựa trên kinh nghiệm trước đó hoặc có thể được phát triển bằng cách sử dụng một loạt các phương pháp thiết kế. Thiếu những thứ đó, phương pháp được đề xuất trong hướng dẫn này có thể được sử dụng để thiết lập tỷ lệ cho lô thử nghiệm đầu tiên. Khi các tỷ lệ đó đã được xác định, các lô thử nghiệm được tiến hành để chứng minh rằng các đặc tính cần thiết thực sự được tạo ra. Khái niệm này là nền tảng cho hướng dẫn này.

Bằng bất kỳ phương pháp nào mà tỷ lệ được thiết lập, lô thử nghiệm phải cho thấy rằng tất cả các đặc tính cần thiết đều nằm trong dung sai áp dụng cho thử nghiệm. Nếu không có gì được đưa ra trong đặc điểm kỹ thuật, thì ASTM C94/C94M đưa ra hướng dẫn về

dung sai độ sụt và hàm lượng không khí. Chỉ khi đó mới có thể nói rằng mục đích của hướng dẫn này đã được đáp ứng.

Thông thường, các thuộc tính cần thiết không đạt được trong lần thử đầu tiên. Khi điều này xảy ra, tỷ lệ hỗn hợp được điều chỉnh để di chuyển hiệu suất của hỗn hợp theo hướng mong muốn. Đôi khi, sự điều chỉnh đó có tác dụng cải thiện một đặc tính nhưng lại khiến một đặc tính khác trở nên thiếu hụt. Sau đó, một điều chỉnh khác được thực hiện, một đợt thử nghiệm khác được chạy, v.v. cho đến khi tất cả các yêu cầu được đáp ứng. Sau khi hỗn hợp tạo ra kết quả mong muốn trong phòng thí nghiệm, nên trộn hỗn hợp với số lượng ở mức sản xuất, sử dụng vật liệu, phương tiện và phương pháp sẽ được sử dụng cho dự án để đảm bảo hỗn hợp hoạt động theo cách tương tự khi tăng quy mô.

Việc trộn thử nghiệm được thực hiện theo quy trình của ASTM C192/C192M. Tiêu chuẩn này được sử dụng để định tỷ lệ hỗn hợp, đánh giá các hỗn hợp và vật liệu khác nhau, tương quan với các thử nghiệm không phá hủy và mục đích nghiên cứu.

Nó quy định các điều kiện tiêu chuẩn, thiết bị và quy trình cần thiết để kiểm tra các hỗn hợp được đề xuất về các đặc tính mới của chúng. Các thử nghiệm như ASTM C 1 064/C1 064M đối với nhiệt độ, ASTM C 143/C143M đối với độ sụt, ASTM C 1 38/C 1 38M đối với mật độ và năng suất, và ASTM C23 1 /C23 1M hoặc ASTM C 173/C1 73M đối với không khí nội dung được liệt kê trong số các thử tục.

Việc tuân thủ các quy trình bảo dưỡng thích hợp là rất quan trọng để tạo ra các kết quả có thể tái sản xuất và để so sánh với các kết quả thu được từ hiện trường. Để đảm bảo kết quả đáng tin cậy, các xét nghiệm phải được thực hiện bởi một người được chứng nhận phù hợp.

Phương pháp đường cong ba điểm có thể được sử dụng để khám phá mối quan hệ giữa w/cm và cường độ cho một họ các hỗn hợp có tính chất tương tự nhưng khác nhau về cường độ. Một đường cong như vậy có thể được sử dụng để thiết kế hỗn hợp trong phạm vi cường độ của đường cong, cũng như điều chỉnh cường độ của hỗn hợp nếu cần.

Sau khi kết quả của lô thử nghiệm đã được thu thập,

Bảng 8 có thể giúp hướng dẫn các điều chỉnh cần thiết.

CHƯƠNG 9-MẪU TÍNH TOÁN

9.1-Bối cảnh Bốn

vấn đề ví dụ sau đây sẽ được sử dụng để chứng minh quy trình chia tỷ lệ. Các điều kiện được liệt kê sau đây áp dụng cho tất cả các ví dụ.

22 LỰA CHỌN TỶ LỆ CHO BẢNG HƯỚNG DẪN BÊ TÔNG MẬT ĐỘ THƯỜNG VÀ MẬT ĐỘ CAO (ACI PRC-211.1-22)

Bảng 8-Ảnh hưởng của các thành phần bổ sung đến các đặc tính mới khác nhau (Kosmatka và Wilson 2016)

| Tài sản | Xi măng | w/cm | Nước | không khí | tro bay | xi măng xi | khối silic |
|---------------------------|---------|--------------|---------------|---------------|---------|------------|------------|
| Nhu cầu nước | | | không áp dụng | | | | |
| khả thi | | | | li | | l i | |
| nội dung không khí | | | | không áp dụng | | <- -> | |
| Chảy máu và phân tầng Khả | | | | | | | |
| năng hoàn | !!! !!! | | !!! !!! | li | lil l i | !!! | bị ốm |
| thiện Thời gian | !!! | | !!! | <- -> | !!! | !!! | <- -> |
| ninh kết Nhiệt độ | | !!!!!! !!! 1 | !!! | <- -> | !!! | <- -> | |
| thủy hóa | | !!! | | !!! | | | |
| Độ bền Tính | !!! | | | <- -> | | | !!! |
| thấm Nứt | !!! | ii | lii | !!! | ốm | !!! !!! | !!! |

Lưu ý: j Tăng; L Giảm; ! Tăng hoặc giảm; <- -> Trung lập.

(a) Xi măng portland loại I ASTM C 1 50/C1 50M sẽ được sử dụng. Trọng lượng riêng của nó được giả định là 3 . 1 5. (b) Cốt liệu thô và mịn trong từng trường hợp đáp ứng các yêu cầu của ASTM C33/C33M.

9.2-Ví dụ 1: Thành phần phối liệu chỉ sử dụng xi măng portland

Bê tông là cần thiết cho một phần của cấu trúc nằm dưới mặt đất ở vị trí không bị ảnh hưởng bởi thời tiết khắc nghiệt, ẩm ướt liên tục hoặc sự tấn công của sunfat. Đó là trong lớp F0. Cường độ 2500 psi sau 28 ngày được chỉ định. Cốt liệu thô tròn có sẵn tại địa phương với kích thước tối đa danh nghĩa là 1,5 inch là phù hợp. Cốt liệu thô này có trọng lượng riêng khô bề mặt bão hòa (SSD) là 2,68, độ hấp thụ (A%) là 0,5% và mật độ thanh khô là 100 lb/ft³. Cốt liệu mịn có mô đun độ mịn là 2,80, độ đặc hiệu của SSD trọng lực là 2,64 và độ hấp thụ (A%) là 0,7%. Số lượng thành phần hỗn hợp trên mỗi thước khối (yd³) bê tông được xác định như được nêu trong các bước sau.

9.2.1 Bước 1: Ước tính độ sụt - Trên cơ sở thông tin trong Bảng 5 . 3 .1 cũng như kinh nghiệm trước đây, độ sụt từ 3 đến 4 inch sẽ được nhắm mục tiêu cho phương pháp đổ đã chọn.

9.2.2 Bước 2: Chọn kích thước tối đa danh nghĩa của công tổng hợp-cốt liệu thô làm tròn có sẵn tại địa phương với kích thước tổng hợp tối đa danh nghĩa là 1,5 in. được sử dụng trong ứng dụng này.

9.2.3 Bước 3: Ước tính hàm lượng nước trộn - Vì : kết cấu thuộc loại tiếp xúc với Lớp F0 nên bê tông không cuốn khí sẽ được sử dụng. Từ phần trên cùng của Bảng 5.3.3, lượng nước trộn gần đúng cần thiết để tạo ra độ sụt từ 3 đến 4 inch trong bê tông không khí sử dụng 1,5 inch cốt liệu có kích thước tối đa danh nghĩa là 300 lb/yd³ và lượng không khí bị cuốn vào xấp xỉ 1 %.

9.2.4 Bước 4: Ước tính w/cm-Ứng dụng chỉ định cường độ nén trung bình trong 28 ngày (f'c) là 2500 psi. Để cân đối không có độ lệch chuẩn, cường độ vượt thiết kế đối với bê tông có cường độ quy định nhỏ hơn 3000 psi theo yêu cầu của Bảng 4.7.4. 1 là 1000psi. Do đó, cường độ nén trung bình cần thiết (f'c,') cho tỷ lệ hỗn hợp này trở thành 3500 psi. Bởi vì không có vấn đề về độ bền nào được chỉ ra, nên chỉ số mạnh cũng có thể quyết định w/cm. Dựa trên Bảng 5.3.4, w/cm ước tính để tạo ra cường độ 3500 psi trong bê tông không cuốn khí được nội suy là 0,62.

9.2.5 Bước 5: Tính hàm lượng xi măng-Từ thông tin được khai triển ở Bước 3 và 4, hàm lượng xi măng cần thiết được tính như sau: 300 lb/yd³ /0,62 = 484 lb/yd³ .

9.2.6 Bước 6: Tính hàm lượng cốt liệu thô - Khối lượng cốt liệu thô được ước tính từ Bảng 5.3.6.

Với cốt liệu mịn có mô đun độ mịn là 2,80 và kích thước tối đa danh nghĩa của cốt liệu thô là 1,5 inch, bảng chỉ ra rằng 0,71 ft³ cốt liệu thô, trên cơ sở đã được cân khô, là một ước tính tốt cho một foot khối của bê tông.

Bởi vì mật độ thanh khô của nó là 100 lb/ft³, mỗi foot khối lớn của cốt liệu thô sẽ nặng 0,71 ft³ x 100 lb/ ft³ = 71 lb. Vì một yard khối (27 ft³) được chia theo tỷ lệ, khối lượng sẽ được điều chỉnh như sau: 71 lb/ ft³ x 27 ft³ / yd³ = 1917 lb/yd³ . Độ hấp thụ (A%) sẽ được tính đến để chuyển đổi mật độ thanh khô thành trọng lượng SSD tương ứng, như thể hiện trong phần sau

$$1917 \text{ lb/yd}^3 \times (1 + 0,5\%) = 1927 \text{ lb/yd}^3$$

9.2.7 Bước 7: Tính toán hàm lượng cốt liệu mịn-Bê tông bao gồm nước, không khí, xi măng, cốt liệu thô và cốt liệu mịn. Đối với thước khối được cân đối, trọng lượng của tất cả những thứ này ngoại trừ cốt liệu mịn đã được xác định.

Bước đầu tiên cần thiết để xác định trọng lượng của cốt liệu mịn là tính toán thể tích tuyệt đối của từng thành phần hỗn hợp đã biết trước. Thể tích tuyệt đối được tính toán thông qua mối quan hệ trọng lượng-thể tích được xác định bởi trọng lượng riêng tương ứng của chúng (khối lượng riêng tương đối). Thể tích của cốt liệu mịn tìm kiếm được xác định bằng cách cộng tổng thể tích của tất cả các thành phần hỗn hợp khác trừ đi tổng thể tích của một thước khối. Trọng lượng của cốt liệu mịn sau đó được tính toán dựa trên mối quan hệ trọng lượng-thể tích của nó bằng cách sử dụng các tham số đã biết-cụ thể là thể tích và trọng lượng riêng của nó.

$$9.2.7.1 \text{ Tính toán thể tích tuyệt đối Thể tích nước} \\ = 300 \text{ lb}/62,4 \text{ lb}/\text{ft}^3 = 4,8 \text{ ft}^3 \text{ Khối lượng xi măng} = 484 \text{ lb}/$$

$$(3,15 \times 62,4 \text{ lb}/\text{ft}^3) = 2,46 \text{ ft}^3$$

$$\text{Thể tích cốt liệu thô} = 1927 \text{ lb}/(2,68 \times 62,4 \text{ lb}/\text{ft}^3) = 1,152 \text{ ft}^3 \text{ Thể tích } \\ \text{không khí} = 1$$

$$\% \times 27,00 \text{ ft}^3 = 0,27 \text{ ft}^3 \text{ Tổng thể tích trừ cốt liệu}$$

$$\text{mịn} = 19,06 \text{ ft}^3 \text{ Thể tích cốt liệu mịn} = 27,00 \text{ ft}^3 - 19,06 \text{ ft}^3 =$$

$$7,94 \text{ ft}^3 \text{ Tổng khối lượng của các thành phần} = 27,00 \text{ ft}^3 \text{ Trọng lượng SSD yêu} \\ \text{cầu của cốt liệu mịn} = 7,94 \text{ ft}^3 \times 2,64 \times 62,4 \text{ lb}/\text{ft}^3$$

$$3 = 1308 \text{ lb}$$

HƯỚNG DẪN CHỌN TỶ LỆ CHO BÊ TÔNG MẬT ĐỘ THƯỜNG VÀ MẬT ĐỘ CAO (ACI PRC-211.1-22) 23

Bảng 9.2.7.2-Trọng lượng thành phần lb/

| Thành phần hỗn hợp | yd ³ | lb/ft ³ |
|----------------------------|-----------------|--------------------|
| nước trộn | 300 | 11.11 |
| vật liệu xi măng | 484 | 1 7,93 |
| Cốt liệu thô (SSD) | 1927 | 71.37 |
| Tổng hợp tốt (SSD) | 1 308 | 48,44 |
| Tổng khối lượng | 4019 | 1 48,85 |
| Mật độ tươi ở 1% không khí | - | 148,9 |
| Mật độ không khí | - | 1 50,4 |

$$w/c_m = 300 \text{ lb}/484 \text{ lb} = 0,62$$

9.2.7.2 Đối với lô thử nghiệm đầu tiên trong phòng thí nghiệm, trọng lượng thành phần, cũng như khối lượng riêng dự kiến mới và khối lượng riêng không có không khí (cần thiết để tính toán năng suất và hàm lượng không khí theo tiêu chuẩn ASTM C138 / C138M), được tính như trong Bảng 9.2.7.2 trước khi điều chỉnh độ ẩm.

9.2.8 Bước 8: Điều chỉnh độ ẩm-Trọng lượng thành phần của hỗn hợp này đã được thiết lập. Tuy nhiên, có thể cần phải điều chỉnh độ ẩm tại thời điểm trộn để quản lý đúng lượng nước cần thiết để đạt được các yêu cầu về hiệu suất mục tiêu. Điều này thường là do sự hiện diện của nước trên bề mặt của cốt liệu có sẵn để hydrat hóa xi măng chứ không phải nước được hấp thụ bởi cốt liệu. Nước tự do là hiệu số giữa tổng lượng nước đã trừ đi lượng nước hấp thụ. Nếu độ ẩm cốt liệu cao hơn SSD, thì nên thực hiện điều chỉnh đối với trọng lượng cốt liệu với độ ẩm vượt quá SSD được trừ khỏi nước hỗn hợp. Điều này đảm bảo rằng tổng lượng nước trong mẻ trộn bằng với lượng yêu cầu như đã nêu trong Bảng 5.3.3. Những điều chỉnh này không rõ ràng trong giai đoạn định lượng hỗn hợp ban đầu và chỉ có thể được xác định sau khi hoàn thành lô thử nghiệm.

Đối với các vật liệu có sẵn, các thử nghiệm cho thấy tổng độ ẩm (MC%) là 2% đối với cốt liệu thô và 6% đối với cốt liệu mịn. Nhắc lại rằng độ hấp thụ của cốt liệu thô và mịn lần lượt là 0,5% và 0,7%, trọng lượng điều chỉnh độ ẩm trở thành

$$\text{Cốt liệu thô: } 1927 \times \frac{1 + 2\%}{1 + 0,5\%} = 1956 \text{ lb/yd}^3$$

$$\text{Cốt liệu mịn: } 1308 \times \frac{1+6\%}{1 + 0,7\%} = 1377 \text{ lb/yd}^3$$

Nước tự do do cốt liệu thô đóng góp là sự chênh lệch giữa trọng lượng cốt liệu đã điều chỉnh độ ẩm (được tính toán) và trọng lượng SSD từ Bước 6. Đối với cốt liệu thô, nước tự do được xác định là

$$1956 \text{ lb/yd}^3 - 1927 \text{ lb/yd}^3 = 29 \text{ lb/yd}^3$$

Đối với cốt liệu mịn, nước tự do là

$$1377 \text{ lb/yd}^3 - 1308 \text{ lb/yd}^3 = 69 \text{ lb/yd}^3$$

Tổng lượng nước tự do là tổng của hai lượng

$$29 \text{ lb/yd}^3 + 69 \text{ lb/yd}^3 = 98 \text{ lb/yd}^3$$

Bảng 9.2.8-Trọng lượng cấu thành lb/yd³

| Thành phần hỗn hợp | | lb/ft ³ |
|--------------------|-------|--------------------|
| nước trộn | 202 | 7,48 |
| vật liệu xi măng | 484 | 1 7,93 |
| Cốt liệu thô (SSD) | 1956 | 72,44 |
| Tổng hợp tốt (SSD) | 1 377 | 51,00 |
| Tổng khối lượng | 4019 | 148,85 |
| Mật độ tươi | - | 148,9 |
| Mật độ không khí | - | 1 50,4 |

Bảng 9.2.9-Trọng lượng thành phần

| Thành phần hỗn hợp | Nguyên lb/ft ³ | lb/ft ³ theo đợt |
|--------------------|---------------------------|-----------------------------|
| nước trộn | 7,48 | 8,50 |
| vật liệu xi măng | 1 7,93 | 1 7,93 |
| Cốt liệu thô (SSD) | 72,44 | 72,44 |
| Tổng hợp tốt (SSD) | 51,00 | 51,00 |
| Tổng khối lượng | 148,85 | 149,87 |
| Mật độ tươi | 148,9 | 147,5 |
| Mật độ không khí | 1 50,4 | - |

Vì vậy, lượng nước cần thiết cho quá trình trộn là

$$300 \text{ lb/yd}^3 - 98 \text{ lb/yd}^3 = 202 \text{ lb/yd}^3$$

Với cốt liệu được điều chỉnh theo điều kiện độ ẩm hiện tại của chúng tôi, trọng số thành phần được thể hiện trong Bảng 9.2.8.

Lưu ý rằng sau khi điều chỉnh độ ẩm, tổng trọng lượng của các thành phần trên thước khối (yd³) và trên foot khối (ft³) không thay đổi so với tỷ lệ ban đầu.

9.2.9 Bước 9: Lô sau thử nghiệm-Một lô thử nghiệm ban đầu 1 ft³ của hỗn hợp này đã được chuẩn bị. Mặc dù lượng nước cho lô thử nghiệm được cân đối là 7,48/ft³ lượng nước được thêm, số tiền vào để đạt được độ sụt 3 đến 4 inch mong muốn. Độ sụt dẫn đến độ sụt 2 inch. Do đó, phải tăng độ sụt để đạt được giá trị thiết kế là 3 đến 4 in., hàm lượng nước bổ sung là 1,02 lb/ft³ đã được thêm vào làm tăng tổng hàm lượng nước lên 8,50 lb/ft³. Các trọng số theo lô được thể hiện trong Bảng 9.2.9.

9.2.9.1 Mẻ thử nghiệm sản xuất bê tông có độ sụt 2 in. thấp hơn từ 3 đến 4 in. được chọn ở Bước 1. Ngay cả khi thêm nước 1,02 lb/ft³, độ sụt vẫn quá thấp; do đó, nước bổ sung là cần thiết. Nước trộn trong mẻ trộn không chỉ là 7,48 lb/ft³ đã được cân, mà còn bao gồm cả nước tự do trên các cốt liệu. Trọng lượng nước tự do được tìm thấy bằng cách đảo ngược các tính toán cho

xác định trọng lượng ẩm từ trọng số của tỷ lệ SSD. Đầu tiên, trọng lượng theo mẻ của tổng hợp được chia cho 1 + MC% để trở về điều kiện sấy khô, sau đó nhân với 1 + A% để đưa tổng hợp về trạng thái SSD. Trọng lượng SSD cho mượn tương đương thu được được trừ khỏi trọng lượng theo lô để xác định lượng nước tự do trên cốt liệu trong lô thử nghiệm.

cốt liệu thô

$$72,44 \text{ (ẩm)} \times \frac{1 + 0,5\%}{1 + 2\%} = 71,37 \text{ lb/ft}^3 \text{ (SSD)}$$

$$\text{Nước tự do} = 72,44 \text{ lb/ft}^3 - 71,37 \text{ lb/ft}^3 = 1,07 \text{ lb/ft}^3$$

24 LỰA CHỌN TỶ LỆ CHO SÁCH HƯỚNG DẪN BÊ TÔNG MẬT ĐỘ THƯỜNG VÀ MẬT ĐỘ CAO (ACI PRC-211.1-22)

Tổng cộng tiền phạt

$$5 \cdot 1,00 \text{ (âm)} \times \frac{1 + 0,7\%}{1 + 6\%} = 48,45 \text{ lb/ft}^3 \text{ (SSD)}$$

$$\text{Nước tự do} = 5 \cdot 1,00 \text{ lb/ft}^3 - 48,45 \text{ lb/ft}^3 = 2,55 \text{ lb/ft}^3$$

Vì vậy, nước trộn trong mẻ thử nghiệm là

$$8,50 \text{ lb/ft}^3 \text{ theo mẻ} + 1,07 \text{ lb/ft}^3 \text{ tự do trên cốt liệu thô} + 2,55 \text{ lb/ft}^3 \text{ tự do trên cốt liệu mịn} = 12,12 \text{ lb/ft}^3$$

Để sản xuất một mét khối bê tông có cùng độ sụt 2 inch như lô thử nghiệm sẽ sử dụng

$$12,12 \text{ lb/ft}^3 \times 27,00 \text{ ft}^3 = 327 \text{ lb/yd}^3 \text{ nước}$$

Để tăng độ sụt từ 2 inch đo được lên phạm vi 3 đến 4 inch đã chọn ở Bước 1, lượng nước có thể tăng thêm 15 lb cho 1,5 inch độ sụt bổ sung, mang theo hỗn hợp nước cho bước tiếp theo dùng thử đến 342 lb/yd³.

9.2.9.2 Mật độ được đo là 147,5 lb/ft³ và sản lượng là

$$147,5 \text{ lb/ft}^3 \times 27,00 \text{ ft}^3 / 148,9 \text{ lb/ft}^3 = 26,75 \text{ ft}^3$$

Biết mật độ không khí là 150,4 lb/ft³ hàm lượng không khí, trọng lượng khí được tính là

$$\text{Không khí} = \frac{(150,4 \text{ lb/ft}^3 - 147,5 \text{ lb/ft}^3)}{150,4 \text{ lb/ft}^3} \times 100 = 1,9\%$$

9.2.9.3 Với lượng nước trộn tăng lên, xi măng cần bổ sung để duy trì w/cm là 0,62. Hàm lượng xi măng cho phép thử tiếp theo trở thành

$$342 \text{ lb/yd}^3 / 0,62 = 552 \text{ lb/yd}^3$$

9.2.9.4 Khi khả năng thi công đạt yêu cầu, trọng lượng của cốt liệu thô sẽ giữ nguyên như tỷ lệ ban đầu.

9.2.9.5 Với những thay đổi này được thực hiện, Bước 6 được áp dụng lại để xác định lượng cốt liệu mịn cần thiết cho lô thử nghiệm tiếp theo. 3 Khối lượng

$$\text{xi măng} = \frac{342 \text{ lb}}{552 \text{ lb} / (3,15 \times 62,4 \text{ lb/ft}^3)} = 5,48 \text{ ft}^3$$

2,8 1 ft³ Khối lượng cốt liệu thô SSD = 1 927 lb / (2,68 x 62,4 lb/ft³) = 11,52 ft³ Thể tích không khí (sử dụng không khí đo được từ thử nghiệm) = 1,9% x

$$27,00 \text{ ft}^3 = 0,5 \cdot 1 \text{ ft}^3$$

Tổng khối lượng của các thành phần trừ cốt liệu mịn = 20,32 ft³ Khối lượng cốt

$$\text{liệu mịn SSD yêu cầu} = 27,00 \text{ ft}^3 - 20,32 \text{ ft}^3 = 6,68 \text{ ft}^3$$

$$\text{Trọng lượng yêu cầu của SSD mịn tổng hợp} = 6,68 \text{ ft}^3 \times 2,64 \times 62,4 \text{ lb/ft}^3 = 1100 \text{ lb}$$

9.2.9.6 Trước khi điều chỉnh độ ẩm của lô thử nghiệm, trọng lượng thành phần cho lô thử nghiệm tiếp theo trên mỗi yard khối và trên mỗi foot khối được xác định, như thể hiện trong Bảng 9.2.9.6.

Bảng 9.2.9.6-Trọng lượng thành phần lb/yd³

| Thành phần hỗn hợp | | lb/ft ³ |
|--------------------|-------|--------------------|
| nước trộn | 342 | 1 2,67 |
| vật liệu xi măng | 552 | 20,44 |
| Cốt liệu thô (SSD) | 1 927 | 71,37 |
| Tổng hợp tốt (SSD) | 1 100 | 40,74 |
| Tổng khối lượng | 3921 | 145,22 |
| Mật độ tươi | - | 145,2 |
| Mật độ không khí | - | 148,0 |

W/cm được duy trì ở mức 0,62 (342 lb/552 lb).

9.2.9.7 Kết quả của lô thử nghiệm tiếp theo sẽ được đánh giá về các đặc tính của nó và nếu lại thấy thiếu sót, các điều chỉnh tiếp theo đối với tỷ lệ sẽ được thực hiện cho đến khi đạt được các đặc tính mong muốn. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng việc điều chỉnh để sửa chữa một đặc tính có thể ảnh hưởng xấu đến một đặc tính khác. Quá trình tiếp tục cho đến khi đạt được tất cả các đặc tính cần thiết của hỗn hợp.

9.3-Ví dụ 2: Tỷ lệ hỗn hợp của hỗn hợp nhị phân có chứa tro bay Cần có một hỗn hợp bê

tông cho một số ao trong trang trại nuôi tôm hùm ở Bắc Maine. Các ao nuôi sẽ được vận hành sao cho chịu ảnh hưởng hoàn toàn của thủy triều chứ không chịu tác động trực tiếp của sóng biển. Về độ bền, ứng dụng này được phân loại là S1, F3 và W1. Để tăng độ bền, tro bay ở mức 20% trọng lượng khi thay thế xi măng được chỉ định.

Có sẵn cốt liệu thô làm tròn cục bộ với kích thước tối đa danh nghĩa là 1,5 inch với cấp độ thích hợp, trọng lượng riêng SSD là 2,66, mật độ thanh khô là 101 lb/ft³ và độ hấp thụ (A%) là 0,8%. Cát tự nhiên tại địa phương, có mô đun độ mịn là 2,80, trọng lượng riêng SSD là 2,65 và độ hấp thụ (A%) là 1,0% sẽ được sử dụng. Độ lệch chuẩn mẫu (Ss) là 300 psi đã được xác định từ các hỗn hợp tương tự.

9.3.1 Bước 1: Ước tính độ sụt - Chỉ định độ sụt từ 5 đến 6 inch.

9.3.2 Bước 2: Chọn kích thước tối đa danh nghĩa của cổng tổng hợp-Cốt liệu thô được làm tròn có sẵn tại địa phương với kích thước tổng hợp tối đa danh nghĩa là 1,5 in. được sử dụng trong ứng dụng này.

9.3.3 Bước 3: Ước tính hàm lượng nước-Phơi nhiễm nước mặn nghiêm trọng và đóng băng và tan băng đặt ứng dụng này vào Lớp tiếp xúc F3. Mức độ cuốn theo không khí của F3 được trình bày trong Bảng 5.3.3. Với kích thước cổng tổng hợp tối đa danh nghĩa là 1,5 in., cần có tổng hàm lượng không khí là 5,5%. Để cuốn theo 5,5% không khí, một tác nhân cuốn theo không khí (AEA) sẽ được sử dụng.

Đối với những cân nhắc về mức độ tiếp xúc này, cùng với độ sụt từ 5 đến 6 inch và kích thước tối đa danh nghĩa của cốt liệu là 1,5 inch, trọng lượng nước trộn xấp xỉ 280 lb được khuyến nghị cho bê tông không có phụ gia giảm nước (WRA) dựa vào Bảng 5.3.3. Tuy nhiên, WRA trong liều khuyến cáo của nhà sản xuất sẽ được sử dụng. Do đó, Bảng 5.3.3. 1 gợi ý lượng nước giảm 5% khi sử dụng WRA, giúp giảm 14 lb nước.

Việc sử dụng 20% tro bay thay thế cho phép giảm thêm 6% lượng nước, tương ứng với 17 lb dựa trên Bảng 5.3.3. 1.

HƯỚNG DẪN CHỌN TỶ LỆ CHO BÊ TÔNG MẬT ĐỘ THƯỜNG VÀ MẬT ĐỘ CAO (ACI PRC-211.1-22) 25

Ngoài ra, Bảng 5.3.3. tôi đề xuất giảm 8% lượng nước cho việc sử dụng cốt liệu tròn, mang lại thêm 22 lb.

Nước trộn ước tính sau đó trở thành

280 lb - 14 lb (do WRA) - 17 lb (do tro bay) - 22 lb (do cốt liệu tròn) = 227 lb

Lượng nước giảm này là ước tính và nên được đánh giá bằng thử nghiệm.

9.3.4 Bước 4: Ước tính w/cm-Việc lựa chọn w/cm cần xem xét cả yêu cầu về độ bền và cường độ. Dựa trên Bảng 4.7.3a đến Bảng 4.7.3d, phối trộn đóng băng và tan băng F3 chỉ cho phép w/cm tối đa là 0,40 và fc' tối thiểu là 5000 psi. Trong vùng giặt gần do thủy triều tiếp xúc với nước biển, SI chỉ cho phép w/cm tối đa là 0,50 và fc' tối thiểu là 4000 psi. Đối với độ kín nước, WI có fc' tối thiểu là 2500 psi. Dựa trên điều này, các yêu cầu F3 đối với phối trộn đóng băng và tan băng chỉ phối các cân nhắc về độ bền.

Cường độ cần tuân thủ các thông số kỹ thuật về cường độ nén trung bình yêu cầu (fc,'). Nhà cung cấp địa phương dự đoán fc' trong phạm vi 5000 psi. Đối với các hỗn hợp này, (các) độ lệch chuẩn mẫu là 300 psi đã được tính toán. Áp dụng công thức từ Bảng 4.7.4.4, cường độ trung bình yêu cầu sẽ càng lớn

$$fc,.' = fc' + 1.34s = 5000 \text{ psi} + (1,34 \times 300 \text{ psi}) = 5400 \text{ psi}$$

hoặc

$$fc,.' = fc' + 2,33 \text{ giây} - 500 = 5000 \text{ psi} + (2,33 \times 300 \text{ psi}) - 500 = 5200 \text{ psi}$$

Vì nó cao hơn, 5400 psi được chọn cho fc.1. Từ Bảng 5.3.4, nội suy giữa các giá trị 5000 và 6000 psi cho bê tông có khí, aw/cm là 0,37 được chọn. Vì 0,37 thấp hơn so với w/cm 0,40 cần thiết để chống đóng băng và tan băng, 0,37 là w/cm được chọn để cân đối.

9.3.5 Bước 5: Tính hàm lượng vật liệu xi măng Vì w/cm được chọn để cân đối là 0,37 nên hàm lượng vật liệu xi măng là hàm lượng nước chia cho 0,37. Trọng lượng nước trộn 227 lb được chia cho w/cm đã chọn là 0,37 để tính hàm lượng vật liệu xi măng, là 614 lb. Tro bay ở mức thay thế 20% sẽ tạo ra 1 23 lb trong khi lượng còn lại (49 1 lb) sẽ tạo thành xi măng portland. Tro bay cục bộ, với trọng lượng riêng là 2,40, sẽ có thể tích là 0,82 ft³ Thể tích xi măng sẽ là 2,50 ft³

. Khi sử dụng tro bay, Bảng 5.3.3.1 gợi ý lượng nước giảm 3% cho mỗi lần thay thế thêm 1% tro bay. Việc điều chỉnh nước này đã được tính đến trong Bước 3.

9.3.6 Bước 6: Tính toán hàm lượng cốt liệu thô-Dựa trên Bảng 5.3.6, khối lượng cốt liệu khô là 0,7 1 ft³ trên mỗi đơn vị thể tích được khuyến nghị cho kích thước tối đa danh nghĩa của cốt liệu là 1,5 inch và mô đun độ mịn là cát 2,80.

Xem xét mật độ que khô là 101 lb/ft³, thể tích que khô là 0,7 1 ft³ dẫn đến trọng lượng khô trong lò là

Bảng 9.3.7.2-Trọng lượng thành phần lb/

| Thành phần hỗn hợp | yd3 | lb/ft3 |
|------------------------------------|------|--------|
| nước trộn | 227 | 8,41 |
| Xi măng | 491 | 1 8.19 |
| Tro bay | 1 23 | 4,56 |
| Cốt liệu thô (SSD) | 1951 | 72.26 |
| Tổng hợp tốt (SSD) | 1124 | 41,63 |
| Tổng trọng | 3916 | 145.04 |
| Lượng Mật độ tươi ở 5,5% không khí | - | 145.0 |
| Mật độ không khí | - | 1 53,4 |

cốt liệu thô là 71,7 lb. Trọng lượng tương ứng trên mỗi yard được tính bằng cách nhân 71,7 lb x 27,00 ft³ để tạo ra trọng lượng cốt liệu thô sấy khô trong lò là 1 936 lb/yd³. Độ hấp thụ (A%) sẽ được tính đến chuyển đổi mật độ thành khô thành trọng lượng SSD tương ứng, như thể hiện trong hình dưới đây

$$1 936 \text{ lb/yd}^3 \times (1 + 0,8\%) = 1 951 \text{ lb/yd}^3$$

9.3.7 Bước 7: Tính toán hàm lượng cốt liệu mịn-Sử dụng thể tích tính toán của từng thành phần hỗn hợp, khối lượng của cốt liệu mịn được tính như trong 9.3.7. Tôi.

9.3.7.1 Tính toán thể tích tuyệt đối: Thể tích nước = 227 lb/62,4 lb/ft³ = 3,64 ft³ Thể tích xi măng = 49 1 lb/(3,15 x 62,4 lb/ft³) = 2,50 ft³ Khối lượng tro xi = 1 23 lb/(2,40 x 62,4 lb/ft³) = 0,82 ft³ Thể tích cốt liệu thô = 1 951 lb/(2,66 x 62,4 lb/ft³) = 11,75 ft³ Thể tích không khí = 5,5% x

27,00 ft³ = 1,49 ft³ Tổng thể tích của các thành

phần ngoại trừ cốt liệu mịn = 20,20 ft³ Khối lượng cốt liệu mịn yêu cầu =

27,00 ft³ - 20,20 ft³ = 6,80 ft³ Trọng lượng yêu cầu của cốt liệu mịn SSD =

$$6,80 \text{ ft}^3 \times 2,65 \times 62,4 \text{ lb/ft}^3 = 1 124 \text{ lb}$$

Thể tích không có không khí =

$$25,5 1 \text{ ft}^3 \text{ w/cm} = 227 \text{ lb}/(49 1 \text{ lb} + 123 \text{ lb})$$

= 0,37 9.3.7.2 Đối với lò thử nghiệm đầu tiên trong phòng thí nghiệm, khối lượng thành phần, cũng như mật độ tươi dự kiến và mật độ không khí (cần thiết để tính toán năng suất và hàm lượng không khí theo tiêu chuẩn ASTM C 138/C 138M), được tính như trong Bảng 9.3.7.2 trước khi điều chỉnh độ ẩm.

9.3.8 Bước 8: Điều chỉnh độ ẩm-Đối với các vật liệu có sẵn, các thử nghiệm cho thấy tổng độ ẩm (MC%) là 1% đối với cốt liệu thô và 3% đối với cốt liệu mịn.

Nhắc lại rằng độ hấp thụ của các công tổng hợp thô và mịn lần lượt là 0,8% và 1,0%, trọng lượng điều chỉnh độ ẩm trở thành

$$\text{Cốt liệu thô: } 1 951 \times 1 + 0,8\% \frac{1+1\%}{1+1.0\%} = 1 951 \text{ lb/yd}^3$$

$$\text{tôi} = 124 \text{ tổng hợp}^1 \times \frac{1 + 3\%}{1 + 1.0\%} = 1 46 \text{ lb/năm}^3$$

Nước tự do đóng góp bởi cốt liệu thô là sự khác biệt giữa trọng lượng cốt liệu đã điều chỉnh độ ẩm

26 LỰA CHỌN TỶ LỆ CHO SÁCH HƯỚNG DẪN BÊ TÔNG MẬT ĐỘ THƯỜNG VÀ MẬT ĐỘ CAO (ACI PRC-211.1-22)

Bảng 9.3.8-Trọng lượng thành phần lb/

| Thành phần hỗn hợp | yd3 | lb/ft3 |
|--------------------|------|--------|
| nước trộn | 201 | 7,44 |
| Xi măng | 49 1 | 18.19 |
| Tro bay | 123 | 4,56 |
| Cốt liệu thô (SSD) | 1955 | 72,41 |
| Tổng hợp tốt (SSD) | 1146 | 42,44 |
| Tổng khối lượng | 3916 | 145.04 |
| Mật độ tươi | - | - |
| Mật độ không khí | - | - |

(vừa tính toán) và trọng lượng SSD từ Bước 6. Đối với cốt liệu thô, nước tự do được xác định là

$$1 \text{ 955 lb/yd}^3 - 1 \text{ 951 lb/yd}^3 = 4 \text{ lb/yd}^3$$

và đối với cốt liệu mịn, nước tự do là

$$1 \text{ 146 lb/yd}^3 - 1 \text{ 124 lb/yd}^3 = 22 \text{ lb/yd}^3$$

Tổng lượng nước tự do là tổng của hai lượng

$$4 \text{ lb/yd}^3 + 22 \text{ lb/yd}^3 = 26 \text{ lb/yd}^3$$

Vì vậy, lượng nước cần thiết cho quá trình trộn là

$$22 \text{ 7 lb/yd}^3 - 26 \text{ lb/yd}^3 = 20 \text{ 1 lb/yd}^3$$

Với cốt liệu được điều chỉnh theo điều kiện độ ẩm hiện tại của chúng ta, trọng số thành phần được thể hiện trong Bảng 9.3.8.

Lưu ý rằng sau khi điều chỉnh độ ẩm, tổng trọng lượng của các thành phần trên thước khối (yd³) và trên foot khối (ft³) không thay đổi so với tỷ lệ ban đầu.

9.3.9 Bước 9: Lô sau thử nghiệm- Lô thử nghiệm cho kết quả như sau: Độ sụt được đo là 5,5

inch. Do đó, không cần điều chỉnh liều lượng WRA. Tuy nhiên, mật độ tươi được đo là 1 46,0 lb/ft³ và sản lượng là 146,0 lb/ft³ x 27,00 ft³ / 145,0 lb/ft³ = 27,19 ft³. Biết hàm lượng không khí trọng lượng

mật độ không khí là 1 53 ,4 lb/ft³, được tính như sau

$$\text{Không khí}\% = \frac{(1 \text{ 53} \cdot 4 - 146 \cdot 0) \cdot 1}{53 \cdot 4} \times 100 = 4,8\%$$

Hàm lượng không khí thấp hơn 0,7% so với hàm lượng không khí mục tiêu là 5,5% và hỗn hợp hơi vượt quá năng suất. Kết quả nói chung là tốt. Việc tăng nhẹ liều lượng AEA sẽ làm tăng nhẹ hàm lượng không khí trong phạm vi chấp nhận được và cũng làm tăng nhẹ độ sụt. Cân nhắc thực hiện lô thử nghiệm tiếp theo với diện tích vài thước trong một loại máy trộn (ví dụ: trộn trung tâm, trộn bằng xe tải) sẽ được sử dụng trong dự án.

9.4-Ví dụ 3: Định lượng hỗn hợp sử dụng hệ số hiệu suất xi măng Hệ số hiệu quả sử

dụng xi măng là cường độ nén đạt được chia cho lượng vật liệu xi măng sử dụng (psi/lb). Yếu tố này thường được sử dụng để so sánh hiệu suất của các hỗn hợp khác nhau. Một cách hợp lý để điều chỉnh

cường độ của hỗn hợp bê tông bằng cách sử dụng hệ số hiệu suất xi măng. Nó có thể được sử dụng để tăng hoặc giảm cường độ của hỗn hợp vài trăm psi.

Bởi vì cường độ bị ảnh hưởng bởi w/cm, khi hệ số hiệu suất xi măng được sử dụng để điều chỉnh cường độ của hỗn hợp, điều quan trọng là phải đảm bảo rằng w/cm không được giữ nguyên để thấy tác động đến cường độ. Điều này có thể đạt được bằng cách giữ nguyên hàm lượng nước trong khi điều chỉnh hàm lượng vật liệu xi măng.

9.4.1 Bước 1: Tính toán hệ số hiệu quả của xi măng Việc sử dụng hệ số này để điều chỉnh cường độ sẽ được chứng minh bắt đầu với các tỷ lệ hỗn hợp sau đây cho một yard khối nhằm mục tiêu 4500 psi mà khi thử nghiệm theo mẻ chỉ đạt 4200 psi. Trong hỗn hợp này, cốt liệu thô có kích thước danh nghĩa tối đa là 1 inch với cấp phối thích hợp, trọng lượng riêng khô bề mặt bão hòa (SSD) là 2,73 và độ hấp thụ (A%) là 0,7% đã được sử dụng. Tổng tổng hợp mịn có trọng lượng riêng của SSD là 2,64 và độ hấp thụ (A%) là 0,6% sẽ được sử dụng.

Weight per yd³

yd³ Xi măng: 564

lb Cốt liệu mịn: 1550 lb

Cốt liệu thô: 1 600 lb Nước:

300 lb Tổng

trọng lượng: 40 14 lb Mật

độ: 148,7 lb/ft³ W/cm

được tính là 300 lb/564 lb = 0,53.

Hệ số hiệu suất vật liệu xi măng được tính là 4200 psi/564 lb = 7,45 psi/lb.

9.4.2 Bước 2: Điều chỉnh thành phần hỗn hợp dựa trên cường độ mong muốn - Độ sụt đạt yêu cầu. Tuy nhiên, vì cần tăng cường độ 300 psi nên w/cm² đã giảm bằng cách tăng hàm lượng vật liệu xi măng trong khi vẫn giữ nguyên hàm lượng nước.

(1) Hệ số hiệu suất vật liệu xi măng là 7,45 psi/lb.

(2) Mức tăng cường độ cần thiết là 4500 psi - 4200 psi = 300 psi.

(3) Khối lượng xi măng bổ sung cần thêm vào được xác định bằng cách chia mức tăng cường độ cần thiết cho hệ số hiệu quả của xi măng: 300 psi/7,45 psi/lb = 40 lb.

(4) Trọng lượng xi măng mới là 564 lb + 40 lb = 604 lb.

(5) Hàm lượng nước được giữ không đổi là 300 lb. Do đó, w/cm³ mới là 300 lb/604 lb = 0,50.

(6) Bởi vì w/cm giảm từ 0,53 xuống 0,50, WRA trong liều khuyến nghị của nhà sản xuất được sử dụng để duy trì độ sụt mục tiêu.

(7) Năng suất được giữ không đổi bằng cách loại bỏ một lượng cốt liệu mịn bằng với lượng vật liệu xi măng bổ sung.

(8) Thể tích vật liệu xi măng bổ sung là 40 lb/(3,15 x 62,4 lb/ft³) = 0,20 ft³ (9) Thể tích cốt liệu mịn giảm.

0,20 ft³.

Trọng lượng cốt liệu mịn tương ứng được tính là 0,20 ft³ x (2,64 x 62,4 lb/ft³) = 33 lb. Do đó, trọng lượng cốt liệu mịn ở công giảm 33 lb.

(10) Trọng lượng cốt liệu mịn mới là 1 550 lb - 33 lb = 1517 lb.

HƯỚNG DẪN CHỌN TỶ LỆ CHO BÊ TÔNG MẬT ĐỘ THƯỜNG VÀ MẬT ĐỘ CAO (ACI PRC-211.1-22) 27

9.4.3 Bước 3: Tính tỷ lệ hỗn hợp mới Tỷ lệ cho mẻ thử nghiệm tiếp theo được trình bày như sau: Trọng lượng, mỗi yd³ Xi măng:

604 lb Cốt

~~Weight per yd³~~

lb Cốt liệu thô:

1 600 lb Nước: 300 lb

Tổng trọng lượng: 402 1 lb

Tỷ trọng: 1

48,9 lb/ft³

9.5-Ví dụ 4: Tỷ lệ hỗn hợp sử dụng thể tích hồ dán mục tiêu Thể tích hồ

dán (PV) được định nghĩa là tổng thể tích của vật liệu xi măng và nước được biểu thị bằng phần trăm của tổng thể tích bê tông. Thể tích hồ dán thấp hơn có thể dẫn đến độ co rút bê tông thấp hơn, nhiệt độ bê tông thấp hơn do nhiệt thủy hóa thấp hơn, chi phí vật liệu thấp hơn và lượng khí thải carbon của bê tông thấp hơn. **AASHTO PP 84** liệt kê thể tích hồ dán là 25% như một trong những phương pháp để giảm cong vênh và nứt tấm không mong muốn do co ngót (nếu đáng lo ngại là nứt).

9.5.1 Bước 1: Tính toán khối lượng hồ dán-Một hỗn hợp bê tông đã được thiết kế cho các cọc bê tông tiếp xúc với nước biển xâm thực ở Florida. Lớp tiếp xúc cho bê tông là F0, C2, S1 và W1. Theo các Bảng 4.7.3a đến 4.7.3d, bê tông cần có aw/cm là 0,40 và có cường độ nén tối thiểu là 5000 psi. Do khả năng chống thấm clorua mong muốn, hỗn hợp chứa xi măng xi ở mức thay thế 50% (theo trọng lượng) được sử dụng. Hỗn hợp sau đây đã được chứng minh là đạt được cường độ, khả năng chống lại sự xâm nhập của clorua và mức độ khả thi, được thiết kế.

Xi măng = 350 lb/yd³ với trọng lượng riêng là 3,15 Xi măng xi = 350 lb/yd³ với trọng lượng riêng là 2,90 Tổng hàm lượng vật liệu xi măng = 350 lb/yd³ + 350 lb/ yd³ = 700 lb/yd³
Nước = 280 lb/yd³

w/cm = 280 lb/yd³ / 700 lb/yd³ = 0,40 Cốt liệu thô = 1 800 lb/yd³ với trọng lượng riêng là 2,80 Cốt liệu mịn = 1 200 lb/yd³ với

trọng lượng riêng là 2,60 Tỷ lệ cốt liệu mịn trên thô là 40%/60%

Phần trăm thể tích hồ của hỗn hợp trên được thể hiện như sau: Xi măng = 350 lb/(3,15 x 62,4 lb/ft³) = 1,78 ft³ Xi măng

xi = 350 lb/(2,90 x 62,4 lb/ft³) = 1,93 ft³ Nước = 280 lb/(1 x 62,4 lb/ft³) = 4,49 ft³ Tổng khối lượng dán = 8,20 ft³ Phần trăm khối lượng dán =

8,20 ft³ /27,00 ft³ = 30,4%

9.5.2 Bước 2: Điều chỉnh thành phần hỗn hợp để đạt

được khối lượng hồ dán mục tiêu là 25%--Bởi vì hỗn hợp đã đạt được cường độ mục tiêu và khả năng chống lại sự xâm nhập của clorua, nên đã quyết định duy trì cùng một w/cm là 0,40 và mức xi thay thế 50% xi măng. Hàm lượng nước thấp hơn cùng với mục tiêu w/cm (để đạt được mục tiêu

cường độ và khả năng chống thấm clorua) sẽ dẫn đến thể tích bột nhão thấp hơn. Khối

lượng hồ dán 25% trong 1 yd³ bê tông là 25% x 27,00 ft³ = 6,75 ft³, đó sẽ là khối lượng dán mới.

Trọng lượng xi măng mới được tính như sau

$$Y \text{ Cốt liệu} = \frac{(PV \times 62,4 \times (1 - \%SCM))}{(1 - \%SCM) \%SCM \text{ l w cm} + \dots} \text{SCMRD}$$

Chèn các giá trị thích hợp, trọng lượng xi măng mới là được xác định như hình dưới đây

$$\text{Phần tử C} = \frac{(6,75 \times 62,4 \times (1 - 50\%))}{(0,40 + (1 - 50\%) + 50\%)9} = 288 \text{ lb}$$

$$a = g \frac{\text{Xi măng} \times \%SCM}{(1 - \%SCM)} = \frac{288 \times 50\%}{(1 - 50\%)} = 288 \text{ lb}$$

Do đó, tổng hàm lượng vật liệu xi măng được tính là 288 lb + 288 lb = 576 lb.

Vì w/cm được giữ cố định là 0,40 nên hàm lượng nước được tính là 0,40 x 576 = 230 lb.

9.5.3 Bước 3: Tính khối lượng dán mới để xác minh khối lượng dán mới

$$(230 \text{ lb}/62,4 \text{ lb/ft}^3 + 288 \text{ lb}/3,15/62,4 \text{ lb/ft}^3 + 288 \text{ lb}/2,90/62,4 \text{ lb/ft}^3) = 6,75 \text{ ft}^3$$

Khối lượng dán phần trăm mới

$$6,75 \text{ ft}^3 /27,00 \text{ ft}^3 = 25\%$$

Giảm khối lượng bột nhão so với hỗn hợp ban đầu

$$(8,20 \text{ ft}^3 - 6,75 \text{ ft}^3) = 1,45 \text{ ft}^3$$

Việc giảm này sẽ cần tăng tổng khối lượng tổng hợp để tạo ra một mét khối. Chia khối lượng cốt liệu này cho tỷ lệ cốt liệu mịn trên thô là 40%/60% sẽ có các điều chỉnh sau

$$\text{Tăng cốt liệu thô} = 60\% \times 1,45 \text{ ft}^3 \times 2,80 \times 62,4 \text{ lb/ft}^3 = 152 \text{ lb}$$

$$\text{Tăng cốt liệu mịn} = 40\% \times 1,45 \text{ ft}^3 \times 2,60 \times 62,4 \text{ lb/ft}^3 = 94 \text{ lb}$$

9.5.4 Bước 4: Tính tỷ lệ hỗn hợp mới Xi măng = 288 lb Xi măng

xi = 288 lb Nước = 230 lb Cốt

liệu thô = (1 800 lb + 152 lb) = 1 952 lb

Cốt liệu mịn = (1200 lb + 94 lb) = 1 294

lb Vì hàm lượng nước trộn mới là 230 lb, thấp hơn 18% so với trước đây (280 lb), nên hỗn hợp phải được thiết kế với phụ gia giảm nước ở mức cao

28 LỰA CHỌN TỶ LỆ CHO BẢNG HƯỚNG DẪN BÊ TÔNG MẬT ĐỘ THƯỜNG VÀ MẬT ĐỘ CAO (ACI PRC-211.1-22)

(HRWRA) để đạt được khả năng làm việc mục tiêu. Cần lưu ý rằng hàm lượng nước trộn quá thấp (đặc biệt là dưới 200 lb/yd³) sẽ dẫn đến khó hoàn thiện tại hiện trường. Các phương trình được cung cấp trong ví dụ này có thể được sử dụng cho mọi thể tích dán mục tiêu, w/cm, SCM% và trọng lượng riêng.

CHƯƠNG 10. TÀI LIỆU THAM KHẢO Các

tài liệu của ủy ban được liệt kê đầu tiên theo số tài liệu và năm xuất bản, sau đó là các tài liệu của tác giả được liệt kê theo thứ tự bảng chữ cái.

Hiệp hội Đường cao tốc và Vận tải Tiểu bang Hoa Kỳ

Quan chức (AASHTO)

AASHTO M 85-2020-Tiêu chuẩn kỹ thuật cho xi măng đất cảng

AASHTO M 240M/M 240-2020-Thông số kỹ thuật tiêu chuẩn đr Xi măng thủy lực hỗn hợp

: AASHTO PP 84-2020-Tiêu chuẩn Thực hành Phát triển Hiệu suất hỗn hợp mặt đường bê tông thiết kế

Viện bê tông Mỹ (ACI)

ACI 20 1 .2R-16-Hướng dẫn về bê tông bền ACI 207. 1

R-05(1 2)-Hướng dẫn về bê tông khối lớn i ACI

209R-92(08)-Dự đoán độ rã, co ngót và

Ảnh hưởng nhiệt độ trong kết cấu bê tông ACI 2 11

.4R-08-Hướng dẫn chọn tỷ lệ cho bê tông cường độ cao sử dụng xi măng Portland và các vật liệu xi măng khác

ACI 2 11 .6T-1 4-Phương pháp định tỷ lệ hỗn hợp huyền phù tổng hợp

ACI 21 1 .7R-20-

Hướng dẫn định tỷ lệ hỗn hợp bê tông với canxi cacbonat nghiền và các chất độn khoáng khác

ACI 2 12.3R- 1 6-Báo cáo về phụ gia hóa học cho bê tông

ACI 213R- 14-Hướng dẫn kết cấu nhẹ

bê tông cốt liệu

ACI 214R-11(1 9)-Hướng dẫn Đánh giá Kiểm tra Sức bền

kết quả bê tông

ACI 22 1.1R-9 1(08)-Báo cáo về phản ứng tổng hợp kiểm ACI 223R-1 0-

Hướng dẫn

sử dụng bê tông bù co ngót ACI 224R-0 1 (08)-Kiểm soát vết nứt

trong kết cấu bê tông ACI

225R- 1 9-Hướng dẫn Lựa chọn và Sử dụng

xi măng thủy lực

ACI 232. 1 R- 1 2-Báo cáo về việc sử dụng Pozzolan tự nhiên thô hoặc đã qua xử lý trong bê tông ACI

232.2R-1 8-Báo cáo về việc sử dụng tro bay trong bê tông ACI

232.3R-14-Báo cáo về bê tông tro bay khối lượng lớn cho các ứng dụng kết cấu ACI 233R-Hướng dẫn sử dụng

xi măng xỉ trong bê tông và vữa ACI 234R-06(12)-Hướng dẫn sử dụng Silica Fume

trong bê tông

ACI 237R-07(1 9)-Bê tông tự hợp nhất

ACI 238. 1 R-08-Báo cáo về phép đo khả năng làm việc và tính lưu biến của bê tông tươi ACI 30 1-20-

Thông số kỹ thuật cho thi công bê tông ACI 302. 1 R- 1 5-Hướng dẫn thi công sàn và sàn bê tông

ACI 304.3R-20-Bê tông nặng: Đo lường, Trộn, Vận chuyển và Đặt ACI 318-19-Yêu cầu của Bộ luật Xây dựng đối

với Kết cấu

Bê tông và Bình luận ACI 363R-1

0-Báo cáo về bê tông cường độ cao ACI 522. 1-20-Đặc điểm

kỹ thuật cho xây dựng thấm nước

Đường bê tông

ACI 5 55R-OI -Loại bỏ và tái sử dụng bê tông đã đông cứng

ASTM quốc tế

ASTM C29/C29M-1 7a-Phương pháp thử tiêu chuẩn cho số lượng lớn

Mật độ ("Trọng lượng đơn vị") và Khoảng trống trong Tổng hợp

ASTM C3 1/C3 1 M-2 1 a-Tiêu chuẩn thực hành để chế tạo

và bảo dưỡng mẫu thí nghiệm bê tông tại hiện trường

Thông số kỹ thuật tiêu chuẩn 8 của ASTM C33/C33M-1 cho

cốt liệu bê tông

Phương pháp thử tiêu chuẩn 1 ASTM C39/C39M-2 cho

Cường độ nén của mẫu bê tông hình trụ

ASTM C70-20-Phương pháp thử nghiệm tiêu chuẩn cho độ ẩm bề mặt

trong cốt liệu mịn

ASTM C78/C78M-2 1-Phương pháp thử tiêu chuẩn cho cường độ chịu uốn

của bê tông (Sử dụng đầm đơn giản với đầm thứ ba

Đang tải điểm)

ASTM C88/C88M-1 8-Phương pháp thử nghiệm tiêu chuẩn về độ chắc

chấn của cốt liệu bằng cách sử dụng natri sulfat hoặc magiê

sunfat

Thông số kỹ thuật tiêu chuẩn ASTM C94/C94M-20 cho

Bê tông trộn sẵn

ASTM C125-21a-Thuật ngữ tiêu chuẩn liên quan đến

Bê tông và cốt liệu bê tông

ASTM C127-1 5-Phương pháp thử tiêu chuẩn cho mật độ tương đối

(trọng lượng riêng) và hấp thụ thô

tổng hợp

ASTM C128-1 5-Phương pháp thử tiêu chuẩn cho tương đối

Mật độ (Trọng lượng riêng) và sự hấp thụ của cốt liệu mịn

ASTM C 1 36/C1 36M-1 9-Phương pháp thử tiêu chuẩn cho

Sàng phân tích cốt liệu mịn và thô

ASTM C 1 38/C138M-1 7-Phương pháp thử tiêu chuẩn cho

Mật độ (Trọng lượng đơn vị), Năng suất và Hàm lượng không khí (Trọng lượng) của bê tông

Phương pháp thử tiêu chuẩn ASTM C 143/C143M-20 cho

Độ sụt của bê tông xi măng thủy lực

ASTM C 1 50/C1 50M-20-Đặc điểm kỹ thuật tiêu chuẩn cho

Xi măng Portland

ASTM C1 73/C1 73M-1 6-Phương pháp thử tiêu chuẩn cho

Hàm lượng không khí của bê tông mới trộn theo thể tích

Phương pháp

ASTM C1 88-1 7-Phương pháp thử tiêu chuẩn cho mật độ

xi măng thủy lực

ASTM C 1 92/C1 92M- 1 9-Tiêu chuẩn Thực hành Sản xuất

và các mẫu thí nghiệm bê tông bảo dưỡng trong phòng thí nghiệm

ASTM C23 1/C23 1 M1 7-Phương pháp thử tiêu chuẩn cho không khí

Hàm Lượng Bê Tông Mới Trộn Bằng Phương Pháp Áp Lực

CHỌN TỶ SUẤT CHO HƯỚNG DẪN BÊ TÔNG MẶT ĐỘ THƯỜNG VÀ MẶT ĐỘ CAO (ACI PRC-211.1-22) 29

Phương pháp thử 6 tiêu chuẩn ASTM C293/C293M-1 cho Cường độ chịu uốn của bê tông (Sử dụng dầm đơn giản với Tải điểm trung tâm)
 Hướng dẫn 9 tiêu chuẩn ASTM C295/C295M-1 cho dầu mỡ kiểm tra đồ họa cốt liệu cho bê tông
 ASTM C31/C31M-1 8-Phương pháp thử nghiệm tiêu chuẩn cho Lấy mẫu và thử nghiệm Tro bay hoặc Pozzolan tự nhiên để sử dụng trong Bê tông xi măng Portland
 ASTM C330/C330M-1 7a-Tiêu chuẩn kỹ thuật cho Cốt liệu nhẹ cho kết cấu bê tông
 ASTM C494/C494M-1 9-Đặc điểm kỹ thuật tiêu chuẩn cho Phụ Gia Hóa Học Cho Bê Tông
 ASTM C496/C496M-1 7-Phương pháp thử tiêu chuẩn cho Độ bền kéo đứt của mẫu bê tông hình trụ
 ASTM C535-1 6-Phương pháp thử nghiệm tiêu chuẩn về khả năng chống xuống cấp của cốt liệu thô kích thước lớn do mài mòn và tác động trong máy Los Angeles
 ASTM C566-1 9-Phương pháp thử nghiệm tiêu chuẩn cho tổng số bốc hơi rable Độ ẩm của cốt liệu bằng cách sấy khô
 Thông số kỹ thuật tiêu chuẩn cho ASTM C595/C595M-20 Xi măng thủy lực hỗn hợp
 ASTM C617 /C617M-1 5-Tiêu chuẩn thực hành đóng nắp Mẫu bê tông hình trụ
 ASTM C618-1 9-Đặc điểm kỹ thuật tiêu chuẩn cho tro bay than đá và Pozzolan tự nhiên thô hoặc nung để sử dụng trong bê tông
 ASTM C637-20-Đặc điểm kỹ thuật tiêu chuẩn cho cốt liệu cho bê tông chấn bức xạ
 ASTM C638-20-Danh pháp mô tả tiêu chuẩn của các thành phần của cốt liệu để che chấn bức xạ Bê tông
 ASTM C702/C702M-1 8-Tiêu chuẩn Thực hành Giảm Các mẫu tổng hợp để kiểm tra kích thước
 ASTM C917 /C917M-1 8-Phương pháp thử tiêu chuẩn cho Đánh giá sự thay đổi của xi măng từ một nguồn duy nhất Dựa trên sức mạnh
 ASTM C989/C989M-1 8a-Thông số kỹ thuật tiêu chuẩn cho Xi măng xi để sử dụng trong bê tông và vữa
 ASTM C1064/C1064M-1 7-Phương pháp thử tiêu chuẩn cho Nhiệt độ của bê tông xi măng thủy lực mới trộn
 ASTM C1157M-20a-Hiệu suất tiêu chuẩn
 Thông số kỹ thuật cho xi măng thủy lực
 ASTM C1231 /C1231M-1 5-Tiêu chuẩn Thực hành Sử dụng Mũ không liên kết trong xác định cường độ nén của mẫu bê tông hình trụ cứng
 ASTM C1240-20-Đặc điểm kỹ thuật tiêu chuẩn cho Silica Khó được sử dụng trong hỗn hợp xi măng
 ASTM C1252-1 7-Phương pháp thử tiêu chuẩn đối với hàm lượng rỗng không được nén chặt của cốt liệu mịn (do bị ảnh hưởng bởi Hình dạng hạt, kết cấu bề mặt và phân loại)
 ASTM C1260-2 1-Phương pháp thử tiêu chuẩn cho tiềm năng Phản ứng kiềm của cốt liệu (Phương pháp thanh vữa)
 ASTM C1293-2 1-Phương pháp thử tiêu chuẩn để xác định quốc gia thay đổi chiều dài của bê tông do kiềm-silica
 Sự phản ứng lại
 ASTM C1602/C1602M-1 8-Tiêu chuẩn Đặc điểm kỹ thuật cho Nước Trộn Dùng Trong Sản Xuất Xi Măng Thủy Lực Bê tông

ASTM C1778-20-Hướng dẫn tiêu chuẩn để giảm thiểu rủi ro về phản ứng tổng hợp kiềm có hại trong bê tông
 ASTM D75/D75M-1 9-Tiêu chuẩn Thực hành Lấy mẫu uẩn
 ASTM D4944-1 8-Phương pháp thử tiêu chuẩn cho hiện trường Xác định hàm lượng nước (độ ẩm) của đất bằng Máy đo áp suất khí canxi cacbua
 tài liệu tác giả
 Abrams, DA, 1918, "Thiết kế hỗn hợp bê tông," Bản tin 1, Phòng thí nghiệm Nghiên cứu Vật liệu Kết cấu, Viện Lewis, Chicago, IL.
 Cục Khai hoang, 1988, Concrete Manual, A Water Resources Technical Publication, Chương III, Mục 45, Cục Khai hoang Hoa Kỳ, Washington, DC.
 de Larrard, F., và Sedran, T., 2002, "Mixture Proportioning of High-Performance Concrete," Nghiên cứu Xi măng và Bê tông, V. 32, Số 11, trang 1699-1704. doi: 10.1016/S0008-8846(02)00861-X.
 Hendriks, CA; Worrell, E.; de Jager, D.; Khoo, K.; và Riemer, P., 2004, "Giảm phát thải khí nhà kính từ ngành công nghiệp xi măng," Hội nghị công nghệ kiểm soát khí nhà kính, Vương quốc Anh.
 Kosmatka, SH, and Wilson, ML, 2016, Design and Control of Concrete Mixtures, 1 tái bản lần thứ 6, Portland Cement Association, Skokie, IL.
 Ley, T.; Felice, R.; và Freeman, JM, 2012, "Phân tích và thiết kế hỗn hợp mặt đường bê tông (MDA): Đánh giá các yêu cầu của hệ thống tạo khoảng trống đối với bê tông bền," Báo cáo Kỹ thuật, Trung tâm Công nghệ Mặt đường Bê tông Quốc gia, Đại học Bang Iowa, Ames, IA, 32 trang.
 Shilstone, JM Sr., 1990, "Concrete Mixture Optimization," Concrete International, V. 12, No. 6, June, tr. 33-39.
 Taylor, PC; Kosmatka, SH; và Voight, GF, 2006, "Vật liệu tích hợp và Thực hành xây dựng cho mặt đường bê tông: Sổ tay thực hành hiện đại," FHWA-HIF-07-004, Cục quản lý đường cao tốc liên bang, Washington, DC.
 Yurdakul, E.; Taylor, PC; Ceylan, H.; và Bektas, F., 2014, "Ảnh hưởng của tỷ lệ nước trên chất kết dính, hàm lượng không khí và loại vật liệu xi măng đối với các đặc tính mới và cứng của bê tông hỗn hợp nhị phân và tam phân," Tạp chí Vật liệu trong Kỹ thuật Xây dựng, ASCE, V. 26, Số 6, tr. 04014002.

PHỤ LỤC A-KIỂM TRA PHÒNG THÍ NGHIỆM

A.1-Nhu cầu xét nghiệm trong phòng thí nghiệm
 Một số tính chất vật lý cơ bản của vật liệu thành phần được sử dụng cho bê tông cần được biết hoặc xác định từ các thử nghiệm trong phòng thí nghiệm trước khi lựa chọn tỷ lệ hỗn hợp bê tông. Các tính chất vật lý của nguyên liệu thành phần được sử dụng trong tính toán tỷ lệ để xác định và báo cáo w/cm; nội dung không khí; số lượng cốt liệu thô, mịn và trung gian; và số lượng vật liệu xi măng và phụ gia. Quy trình định tỷ lệ hỗn hợp được sử dụng để thiết lập tỷ lệ ban đầu cho các lô thử nghiệm, sau đó tinh chỉnh và tối ưu hóa tỷ lệ để cung cấp

30 LỰA CHỌN TỶ LỆ CHO SÁCH HƯỚNG DẪN BÊ TÔNG MẬT ĐỘ THƯỜNG VÀ MẬT ĐỘ CAO (ACI PRC-211.1-22)

các yêu cầu về khả năng thi công mong muốn, w/cm, hàm lượng không khí, hàm lượng xi măng, cường độ và độ bền đối với các loại vật liệu cụ thể sẽ được sử dụng trong hỗn hợp bê tông được đề xuất. Mức độ thử nghiệm trong phòng thí nghiệm đối với bất kỳ công việc cụ thể nào sẽ phụ thuộc vào quy mô và tầm quan trọng của dự án cũng như vào các điều kiện dịch vụ liên quan.

A.2-Sơ tuyển nguyên vật liệu

Các thử nghiệm trên vật liệu và hỗn hợp bê tông có thể phục vụ mục đích sơ tuyển vật liệu thành phần và các đặc tính hiệu suất mong muốn của bê tông nhằm mục đích thiết lập dữ liệu cần thiết cho việc đệ trình hỗn hợp. Nhiều thử nghiệm trong số này có thể chỉ cần được tiến hành hàng năm hoặc ít thường xuyên hơn khi mục đích của chúng là để sơ tuyển vật liệu và hỗn hợp. Những dữ liệu sơ tuyển này sau đó có thể được sử dụng cho một số công việc. Ví dụ, dữ liệu thử nghiệm thiết lập khả năng phản ứng kiềm-silica của cốt liệu không cần phải thử nghiệm cho mọi công việc nếu nguồn nguyên liệu và tỷ lệ hỗn hợp không thay đổi đáng kể.

A.3-Tính chất của vật liệu xi măng

A.3.1 Đặc tính lý hóa của vật liệu xi măng ảnh hưởng đến tính chất của bê tông mới trộn và bê tông đã đông cứng. Phòng thí nghiệm phải có hồ sơ chứng nhận vật liệu từ nhà cung cấp và các dữ liệu khác về tính đồng nhất của các đặc tính vật liệu từ nguồn đó, chẳng hạn như các báo cáo về xi măng portland (ASTM C9 1 7 /C9 1 7M).

Tính chất duy nhất của vật liệu xi măng được sử dụng trực tiếp trong tính toán tỷ lệ hỗn hợp bê tông là khối lượng riêng. Trọng lượng riêng của xi măng portland thuộc loại được bao phủ bởi tiêu chuẩn ASTM C1 50/ C1 50M thường có thể được giả định là 3,15 mà không gây ra sai số đáng kể trong tính toán tỷ lệ hỗn hợp. Đối với các loại khác như xi măng thủy lực hỗn hợp (ASTM C595/C595M; ASTM C1157/ C1 157M), xi măng xi (ASTM C989/C989M), tro bay hoặc puzzolan tự nhiên (ASTM C6 1 8), khối silic (ASTM C1240), khối lượng riêng để sử dụng trong tính toán thể tích có thể lấy từ chứng nhận vật liệu do nhà cung cấp vật liệu cung cấp hoặc phải được xác định bằng thử nghiệm (ASTM C188; ASTM C3 11/C311M; ASTM C989/C989M).

A.3.2 Các mẫu vật liệu xi măng nên được lấy từ nhà sản xuất bê tông hoặc nhà cung cấp vật liệu sẽ cung cấp vật liệu cho công việc. Mẫu phải đủ số lượng cho các thử nghiệm dự kiến với biên độ tự do cho các thử nghiệm bổ sung mà sau này có thể được coi là mong muốn. Các mẫu vật liệu gốc xi măng phải được vận chuyển trong các thùng chứa kín khí và chống ẩm. Tùy thuộc vào bản chất của công việc và thông số kỹ thuật, các mẫu vật liệu xi măng được sử dụng để xác định tỷ lệ hỗn hợp và từ các lô hàng tiếp theo có thể được lưu trong các thùng chứa kín khí trong một khoảng thời gian hợp lý sau khi công việc đã hoàn thành để xác minh các đặc tính của hỗn hợp nếu cần thiết.

A.3.3 Nhà sản xuất bê tông có thể chọn tiến hành nhiều thử nghiệm vật liệu xi măng khác nhau cho mục đích kiểm soát chất lượng. Mục đích của các thử nghiệm này có thể nhằm mục đích tối ưu hóa hỗn hợp cho các ứng dụng cụ thể và tính chất theo mùa và để đảm bảo tính tương thích của các thành phần vật liệu để tạo ra bê tông nhất quán với độ hoàn thiện có thể dự đoán được.

cây chùy. Các thử nghiệm này có thể là các thử nghiệm không tiêu chuẩn (chẳng hạn như các thử nghiệm để theo dõi màu sắc hoặc tạo bọt), hoặc các thử nghiệm tiêu chuẩn (chẳng hạn như tạo khối vữa với cát bê tông hoặc hỗn hợp bê tông phòng thí nghiệm đầy đủ theo tiêu chuẩn ASTM C1 92/ C1 92M khi thiết lập các đặc tính, độ sụt, hàm lượng không khí cuốn vào, cường độ và các đặc tính khác được theo dõi). Nhà sản xuất bê tông nên giữ lại các chứng nhận vật liệu cho tất cả các lô hàng vật liệu xi măng và các báo cáo về tính đồng nhất của xi măng chủ yếu từ một nguồn (ASTM C9 1 7/C9 1 7M) và theo dõi những thay đổi trong các đặc tính được báo cáo như cường độ nén và độ mịn của vật liệu.

A.4-Tính chất của cốt liệu A.4.1 Phân tích

sàng, trọng lượng riêng, độ hấp thụ và độ ẩm của cả cốt liệu mịn và thô (ASTM C127; ASTM C 1 28) và khối lượng riêng bằng cách cán (ASTM C29/ C29M) của cốt liệu thô là các đặc tính vật lý cần thiết cho việc tính toán tỷ lệ hỗn hợp.

Các thử nghiệm khác có thể được mong muốn đối với các loại công việc lớn hoặc đặc biệt bao gồm kiểm tra thạch học (ASTM C295/C295M) và thử nghiệm phản ứng hóa học (ASTM C1260; ASTM C1293), độ bền (ASTM C88/C88M), độ bền, khả năng chống mài mòn (ASTM C535), và nhiều chất độc hại khác nhau. Các thử nghiệm như vậy mang lại thông tin có giá trị trong việc đánh giá khả năng sử dụng của bê tông.

A.4.2 Cấp phối cốt liệu được xác định bằng phân tích sàng (ASTM C136/ C 1 36M) có thể ảnh hưởng đến yêu cầu về nước, tỷ lệ cốt liệu thô và mịn, và số lượng vật liệu xi măng để đạt yêu cầu về tính công tác.

Nhiều đường cong phân loại cốt liệu đã được đề xuất, và những đường cong này, được tối ưu bởi những cán nhắc thực tế, có thể được sử dụng như một công cụ để tối ưu hóa tỷ lệ hỗn hợp. ASTM C33/C33M cung cấp sự lựa chọn về kích cỡ và cấp phối phù hợp với hầu hết các loại bê tông. Khả năng làm việc bổ sung được thực hiện bằng cách sử dụng cuốn khí hoặc vật liệu xi măng bổ sung (SCM) như tro bay và xi măng xi có thể cho phép, ở một mức độ nào đó, việc sử dụng cấp phối cốt liệu ít hạn chế hơn và có thể hỗ trợ việc sử dụng vật liệu sẵn có tại địa phương.

A.4.3 Các mẫu cốt liệu dùng cho các thí nghiệm để xác định đặc tính của hỗn hợp bê tông theo tỷ lệ phải là mẫu đại diện cho cốt liệu sẵn có để sử dụng trong công trình. Đối với các thí nghiệm trong phòng thí nghiệm, các cốt liệu thô nên được tách thành các phần có kích thước nhỏ và được kết hợp lại tại thời điểm trộn để đảm bảo cấp phối đại diện cho các lô thí nghiệm nhỏ.

Trong một số điều kiện, đối với công việc có tầm quan trọng quan trọng, các cuộc điều tra trong phòng thí nghiệm có thể liên quan đến nỗ lực khắc phục những thiếu sót về phân loại của các cốt liệu sẵn có.

Việc phân loại cát không mong muốn có thể được khắc phục bằng cách: (a) Tách cát thành hai hoặc nhiều phần kích thước và kết hợp lại theo tỷ lệ thích hợp (b) Tăng hoặc giảm số lượng của các kích thước nhất định để cân bằng phân loại

(c) Giảm vật liệu thô dư thừa bằng cách nghiền hoặc nghiền

Việc phân loại cốt liệu thô không mong muốn có thể được điều chỉnh bằng cách: (a)

Nghiền các phần thô hơn

CHỌN TỶ SUẤT CHO HƯỚNG DẪN BÊ TÔNG MẶT ĐỘ THƯỜNG VÀ MẶT ĐỘ CAO (ACI PRC-211.1-22) 31

Bảng A.5.1-Chương trình thử nghiệm điển hình để thiết lập các đặc tính tạo bê tông của vật liệu địa phương Số lượng lô, lb/yd³ Hỗn hợp thô Số Xi măng Cát Đại lượng

| | nước Trọng lượng nước | | | | | | w/c | đặc điểm bê tông | | | | |
|---|-----------------------|--------|-------|----------|------------|-----------|------|--|--------|--------|--------|-------------|
| | | | | ước tính | ba sử dụng | Tổng cộng | | Độ sụt, Mặt độ, Năng suất, cường độ pcf làm việc nén 28 ngày, khả năng psi | | | | |
| - | 500 | 1 375 | 1810 | 325 | 350 | 4035 | 0,70 | 4 | 147.0 | 27,45 | - | cát quá mức |
| 2 | 500 | 1 250 | 1 875 | 345 | 340 | 3965 | 0,68 | 3 | 147.0 | 26,97 | 3350 | ước mức |
| 3 | 400 | 1 335 | 1 875 | 345 | 345 | 3955 | 0,86 | 4,5 | 145,5 | 27. 18 | 2 1 30 | ước mức |
| 4 | 450 | 1 290 | 1 875 | 345 | 345 | 3960 | 0,77 | 4 | 1 46,2 | 27.09 | 26 10 | ước mức |
| 5 | 550 | 1210 | 1 875 | 345 | 345 | 3980 | 0,63 | 3 | 1 47,5 | 26,98 | 3800 | ước mức |
| 6 | 600 | 1 1 65 | 1 875 | 345 | 345 | 3985 | 0,58 | 3,5 | 148.3 | 26,87 | 4360 | ước mức |

(b) Kích thước lãng phí xảy ra quá mức

(c) Bổ sung các kích thước thiếu hụt bằng một loại cốt liệu trung gian khác

(d) Sự kết hợp của các phương pháp

này Bất kể điều chỉnh phân loại nào được thực hiện trong phòng thí nghiệm đều phải thực tế và hợp lý về mặt kinh tế từ quan điểm của kích thước đầy đủ hoạt động sản xuất và công việc. Các yêu cầu phân loại tổng hợp trong thông số kỹ thuật phải phù hợp với yêu cầu của các vật liệu sẵn có về mặt kinh tế.

Bên cạnh cấp phối cốt liệu, hình dạng và kết cấu hạt, đặc biệt là cốt liệu mịn được sản xuất, sẽ có ảnh hưởng quan trọng đến yêu cầu nước trộn đối với độ sụt mục tiêu. Thử nghiệm cát đã được phân loại để định lượng những thay đổi về hình dạng và kết cấu hạt và liên hệ những thay đổi này với những thay đổi về yêu cầu nước trộn đối với độ sụt mục tiêu của hỗn hợp bê tông có thể hữu ích (ASTM C1252).

A.5-Loại lô thử nghiệm

A.5.1 Các mối quan hệ được lập bảng và đồ họa trong phần nội dung của tài liệu này có thể được sử dụng để ước tính sơ bộ số lượng lô cho các lô thử nghiệm. Có thể bỏ qua các bước tùy chọn để có được ước tính nhanh về tỷ lệ hỗn hợp sơ bộ, do đó tiến hành đánh giá lô thử nghiệm nhanh hơn hoặc các bước tùy chọn có thể được sử dụng để thực hiện một quy trình chi tiết hơn kết hợp nhiều nguyên tắc hơn của công nghệ bê tông và có khả năng giảm số lượng số lô thử nghiệm cần thiết. Tuy nhiên, ngay cả khi sử dụng phương pháp chi tiết hơn, các tính toán toán học cung cấp tỷ lệ hỗn hợp vẫn còn quá chung chung để áp dụng với độ chính xác cao cho một tập hợp vật liệu cụ thể. Do đó, cần phải thực hiện một loạt các thử nghiệm cụ thể để thiết lập các mối quan hệ định lượng cho các vật liệu được sử dụng. Minh họa về chương trình thử nghiệm như vậy được nêu trong Bảng A.5.1.

A.5.2 Trong chương trình thử nghiệm của Bảng A.5.1, một mẻ xi măng có hàm lượng trung bình và độ đặc có thể sử dụng được định lượng bằng các phương pháp đã mô tả. Khi chuẩn bị Hỗn hợp số 1, một lượng nước được sử dụng sẽ tạo ra độ sụt mong muốn ngay cả khi điều này khác với yêu cầu mục tiêu. Bê tông mới trộn được kiểm tra độ sụt và tỷ trọng và quan sát chặt chẽ khả năng thi công và các đặc tính hoàn thiện. Trong ví dụ này, năng suất quá cao và bê tông được đánh giá là chứa quá nhiều cốt liệu mịn.

A.5.3 Hỗn hợp số 2 được chuẩn bị, điều chỉnh để điều chỉnh tỷ lệ nguyên liệu trong Hỗn hợp số 1, và lặp lại thử nghiệm và đánh giá. Trong trường hợp này, các đặc tính bê tông tươi mong muốn đạt được trong phạm vi dung sai cho phép và các trụ được đúc để kiểm tra cường độ chịu nén. Các

thông tin thu được cho đến nay có thể được sử dụng để chọn tỷ lệ cho một loạt các hỗn hợp bổ sung-Không. 3 đến 6-với hàm lượng xi măng trên và dưới hàm lượng của Hỗn hợp số 2, bao gồm phạm vi có thể cần thiết.

A.5.4 Hỗn hợp số 2 đến số 6 cung cấp nền tảng, bao gồm mối quan hệ về độ mạnh với w/c đối với sự kết hợp cụ thể của các thành phần cần thiết để chọn tỷ lệ cho một loạt các yêu cầu cụ thể.

A.5.5 Trong các thử nghiệm trong phòng thí nghiệm, ngay cả những người vận hành có kinh nghiệm cũng hiếm khi nhận thấy rằng các điều chỉnh mong muốn sẽ diễn ra suôn sẻ như được chỉ ra trong Bảng A.5. 1. Hơn nữa, không nên kỳ vọng rằng các lô sản xuất ở kích thước đầy đủ và kết quả tại hiện trường sẽ so sánh chính xác với kết quả trong phòng thí nghiệm. Các nhà sản xuất bê tông sẽ có một ý tưởng chung, dựa trên kinh nghiệm, về sự khác biệt về mức độ cường độ và các đặc tính khác giữa hỗn hợp từ các lô thí nghiệm và các lô sản xuất kích thước đầy đủ có tỷ lệ hỗn hợp tương tự. Việc điều chỉnh lô thử nghiệm trong phòng thí nghiệm đã chọn, khi chuyển sang sản xuất ở quy mô lớn, thường là cần thiết. Một khía cạnh quan trọng khác là thực hiện các điều chỉnh về thời gian giao hàng dự kiến và các điều chỉnh tại nơi làm việc, những điều chỉnh này thường không được mô phỏng theo lô trong phòng thí nghiệm. Sự thống nhất chặt chẽ hơn giữa các kết quả trong phòng thí nghiệm và hiện trường sẽ có nhiều khả năng hơn nếu việc trộn máy được sử dụng trong phòng thí nghiệm. Điều này đặc biệt mong muốn đối với bê tông cuốn khí vì loại máy trộn, loại phụ gia cuốn khí và thời gian trộn ảnh hưởng đến lượn Trước khi trộn mẻ đầu tiên, máy trộn phòng thử nghiệm phải được "bơ hóa" hoặc hỗn hợp được "thêm vữa", như được mô tả trong tiêu chuẩn ASTM C192/C192M. Tương tự như vậy, bất kỳ quá trình xử lý vật liệu nào trong phòng thí nghiệm phải mô phỏng gần nhất có thể việc xử lý tương ứng tại hiện trường, chẳng hạn như điều hòa độ ẩm của cốt liệu.

A.5.6 Chuỗi thử nghiệm được minh họa trong Bảng A.5.1 có thể được mở rộng theo quy mô và các yêu cầu đặc biệt của bảo đảm công việc. Các biến có thể yêu cầu điều tra bao gồm các nguồn tổng hợp thay thế; kích thước và cấp độ tối đa; các loại và nhãn hiệu xi măng; việc sử dụng các vật liệu xi măng khác; phụ gia; và xem xét độ bền của bê tông, thay đổi thể tích, tăng nhiệt độ, tính chất nhiệt và thời gian đông kết.

A.6-Phương pháp thử

nghiệm A.6.1 Khi tiến hành các thử nghiệm trong phòng thí nghiệm để cung cấp thông tin cho việc lựa chọn tỷ lệ bê tông, nên sử dụng các phương pháp sửa đổi mới nhất sau đây.

A.6.1.1 Đối với phép thử thành

phần: (a) Tỷ trọng của xi măng thủy lực-ASTM C188

32 LỰA CHỌN TỶ LỆ CHO BẢNG HƯỚNG DẪN BÊ TÔNG MẬT ĐỘ THƯỜNG VÀ MẬT ĐỘ CAO (ACI PRC-211.1-22)

(b) Lấy mẫu đá, xi, sỏi và cát-ASTM **D75/D75M**
 (c) Giảm các mẫu cốt liệu để thử nghiệm kích thước-ASTM **C702/C702M**
 (d) Phân tích sàng và mô đun độ mịn của cốt liệu mịn và thô-ASTM **C136/C136M** (e) Mật độ tương đối (trọng lượng riêng) và độ hấp thụ của cốt liệu thô-ASTM **C127** (f) Mật độ tương đối (trọng lượng riêng) và độ hấp thụ của cốt liệu mịn -ASTM **C128** (g) Độ ẩm bề mặt của cốt liệu mịn-ASTM **C70** (h) Độ ẩm tổng của cốt liệu khi sấy khô

ASTM **C566** hoặc một thử nghiệm phi tiêu chuẩn hóa như máy đo độ ẩm nhanh-ASTM **D4944** (i) Khối

lượng riêng (trọng lượng đơn vị) và độ rỗng trong cốt liệu ASTM **C29/C29M**

U) Hàm lượng rỗng không nén của cốt liệu mịn (như bị ảnh hưởng bởi hình dạng hạt, kết cấu bề mặt và cấp phối) ASTM **C1252**

A.6.1.2 Đối với các phép thử bê

tông: (a) Hàm lượng không khí của bê tông mới trộn theo thể tích phương pháp hệ mét-ASTM **C173/C173M**

(b) Hàm lượng khí của bê tông tươi trộn theo phương pháp ép-ASTM **C231/C231M** (c)

Độ sụt của bê tông xi măng thủy công-ASTM **C143/C143M**

(d) Mật độ (đơn vị trọng lượng), năng suất và hàm lượng không khí (gravi mét) của bê tông-ASTM **C138/C138M** (e)

Nhiệt độ của bê tông xi măng poóc lăng mới trộn-ASTM **C1064/C1064M**

(f) Chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử bê tông trong phòng thí nghiệm-ASTM **C192/C192M** (g) Cường độ chịu nén của bê tông hình trụ cụ thể

nam-ASTM **C39/C39M**

(h) Cường độ uốn của bê tông (dầm đơn chịu tải trọng điểm thứ ba)-ASTM **C78/C78M** (i)

Cường độ uốn của bê tông (dầm đơn chịu tải trọng tâm tải điểm)-ASTM **C293/C293M**

U) Cường độ chịu kéo của bê tông hình trụ nam-ASTM **C496/C496M**

(k) Mẫu bê tông hình trụ phủ nắp-ASTM **C617/C617M**

(I) Sử dụng mũ không liên kết trong xác định cường độ chịu nén của trụ bê tông đồng cứng-ASTM **C1231/C1231M**

A.7-Hỗn hợp cho các công việc nhỏ

A.7.1 Đối với các công việc nhỏ không có thời gian và nhân lực để xác định tỷ lệ theo quy trình được khuyến nghị, các hỗn hợp trong Bảng A.7. 1 thường sẽ cung cấp bê tông đủ cường độ và độ bền nếu lượng nước thêm vào máy trộn không đủ lớn để làm cho bê tông có độ sụt quá cao. Các hỗn hợp này đã được xác định trước phù hợp với quy trình khuyến nghị bằng cách giả định các điều kiện áp dụng cho công việc nhỏ trung bình và cho cốt liệu có mật độ trung bình. Ba hỗn hợp được đưa ra cho mỗi kích thước tối đa danh nghĩa của cốt liệu thô. Đối với kích thước cốt liệu thô đã chọn, Hỗn hợp B được dùng cho mục đích sử dụng ban đầu. Nếu hỗn hợp này được chứng minh là quá mức, hãy chuyển sang Hỗn hợp C; nếu nó chưa được đánh bóng, hãy chuyển sang Hỗn hợp A. Cần lưu ý rằng các hỗn hợp được liệt kê trong bảng dựa trên cát khô bề mặt. Nếu cốt liệu mịn ẩm hoặc ướt, hãy thực hiện các hiệu chỉnh thích hợp về trọng lượng lô. Trừ khi cốt liệu nhẹ ở trạng thái bão hòa hoàn toàn khô bề mặt (SSD), nên cân nhắc rằng cốt liệu nhẹ có thể hấp thụ nước và lượng nước cần được điều chỉnh cho phù hợp.

Bảng A.7.1-Hỗn hợp bê tông cho công việc nhỏ Quy trình: Chọn cỡ cốt

| Liệu danh nghĩa tối đa phù hợp. Sử dụng Hỗn hợp B, thêm một lượng nước vừa đủ để tạo ra một hỗn hợp đồng nhất có thể sử dụng được. Nếu bê tông có vẻ như chưa được đánh bóng, hãy chuyển sang Hỗn hợp A, và nếu nó có dấu hiệu bị cát quá mức, hãy chuyển sang Hỗn hợp C. | | | | | | |
|---|------------------|--|------------------------------|------------------------|--------------------|--------------|
| Kích thước tối đa danh nghĩa của cốt liệu, in. | hỗn hợp chỉ định | Trọng lượng gần đúng của các thành phần rắn trên mỗi ft ³ bê tông, lb | | | | |
| | | Xi măng | Cát (SSD)* | | Cốt liệu thô (SSD) | |
| | | | không khí cuốn theo bê tông! | Bê tông không cuốn khí | sỏi hoặc đá vụn | cốt liệu nhẹ |
| 112 | một | 25 | 48 | 51 | 54 | 47 |
| | b | 25 | 46 | 49 | 56 | 49 |
| | c | 25 | 44 | 47 | 58 | 51 |
| 314 | một | 23 | 45 | 49 | 62 | 54 |
| | b | 23 | 43 | 47 | 64 | 56 |
| | c | 23 | 41 | 45 | 66 | 58 |
| - | một | 22 | 41 | 45 | 70 | 61 |
| | b | 22 | 39 | 43 | 72 | 63 |
| | c | 22 | 37 | 41 | 74 | 65 |
| 1 -112 | một | 20 | 41 | 45 | 75 | 65 |
| | b | 20 | 39 | 43 | 77 | 67 |
| | c | 20 | 37 | 41 | 79 | 69 |
| 2 | một | 19 | 40 | 45 | 79 | 69 |
| | b | 19 | 38 | 43 | 81 | 71 |
| | c | 19 | 36 | 41 | 83 | 72 |

*Nếu sử dụng cát ẩm, hãy tăng trọng lượng cát được lập bảng lên 2 lb và nếu sử dụng cát rất ướt,

nên sử dụng 4 lb. t Bê tông cuốn theo không khí trong tất cả các cấu trúc tiếp xúc với các chu kỳ đóng băng và tan băng luân phiên. Cuốn khí có thể thu được bằng cách sử dụng xi măng cuốn khí hoặc bằng cách thêm phụ gia cuốn khí. Tôi sử dụng phụ gia quạt, lượng mà nhà sản xuất khuyến nghị, trong hầu hết các trường hợp, sẽ tạo ra hàm lượng không khí mong muốn.

CHỌN TỶ SUẤT CHO HƯỚNG DẪN BÊ TÔNG MẬT ĐỘ THƯỜNG VÀ MẬT ĐỘ CAO (ACI PRC-211.1-22) 33

A.7.2 Hàm lượng xi măng gần đúng của bê tông được liệt kê trong bảng sẽ hữu ích trong việc ước tính yêu cầu xi măng cho công việc. Những ước tính này chỉ áp dụng cho việc sử dụng xi măng đất cảng. Các yêu cầu này dựa trên bê tông có lượng nước vừa đủ để có được độ đặc giúp tạo điều kiện gia công thành các dạng mà không có sự phân tầng gây khó chịu. Một chỉ số về tính nhất quán tốt là khi bê tông trượt chứ không chạy khỏi xẻng.

PHỤ LỤC B-BÊ TÔNG MẬT ĐỘ CAO
TỶ LỆ HỖN HỢP

B.1-Tổng quát

Bê tông có khả năng đổ và khả năng thi công thông thường có thể được cân đối với mật độ cao tới 350 lb/ft³ bằng cách sử dụng các cốt liệu có mật độ cao như quặng sắt, sắt bán, thép bán, barit, thép đột lỗ và thép đột lỗ. Mặc dù mỗi vật liệu đều có những đặc điểm riêng, nhưng chúng có thể được xử lý để đáp ứng các yêu cầu tiêu chuẩn về phân loại, độ nguyên vẹn, độ sạch và các ràng buộc thích hợp tổng hợp có liên quan khác. **ACI 304.3R** giải quyết chi tiết bê tông có mật độ cao và nên được tư vấn trước khi cố gắng cân đối bê tông có mật độ cao.

B.2-Lựa chọn cấp phối Việc lựa

chọn cấp phối phụ thuộc vào mục đích sử dụng của bê tông. Ví dụ, trong trường hợp che chắn bức xạ, nên tránh các nguyên tố vi lượng trong vật liệu có thể trở nên phản ứng khi chịu bức xạ. Trong việc lựa chọn vật liệu và tỷ lệ của bê tông mật độ cao, dữ liệu cần thiết và quy trình được sử dụng tương tự như đối với bê tông mật độ bình thường.

Mật độ và thành phần cốt liệu cho bê tông mật độ cao phải đáp ứng các yêu cầu của **ASTM C637** và **ASTM C638**.

Các vật liệu điển hình được sử dụng làm cốt liệu mật độ cao được liệt kê trong Bảng B.2.

B.3-Điều chỉnh trước khi sấy khô

Nếu bê tông tiếp xúc với môi trường làm giảm trọng lượng đáng kể do khô, thì bê tông phải được cân đối sao cho tỷ trọng tươi cao hơn tỷ trọng bê tông.

Bảng B.2-Cốt liệu mật độ cao điển hình Vật liệu Mô tả Quặng sắt

| ngâm nước Bari sulfat | | Trọng lượng riêng | Kết quả mật độ bê tông, lb/ft ³ |
|------------------------------|------------------|-------------------|--|
| Limonite và goethite | | 3,4 đến 3,8 | 1 80 đến 1 95 |
| barit | | 4,0 đến 4,4 | 205 đến 225 |
| Ilmenit, hematit và magnetit | Quặng sắt | 4,2 đến 5,0 | 215 đến 240 |
| thép và sắt | Bán, viên và đăm | 6,5 đến 7,5 | 310 đến 350 |

Bảng B.6.1-Tính chất của cốt liệu được chọn Cốt

| Tài sản | liệu thô | Tổng cộng tiền phạt |
|------------------------------|------------------------|---------------------|
| Vật liệu | Ilmenite | hematit đặc trưng |
| mô đun độ mịn | không áp dụng | 2h30 |
| Trọng lượng riêng | 4,61 | 4,95 |
| hấp thụ | 0,08% | 0,05% |
| mật độ lớn | 165 lb/ft ³ | không áp dụng |
| Kích thước tối đa danh nghĩa | tối vào. | không áp dụng |
| phân loại | xếp loại tốt | - |
| hình dạng hạt | nghiền nát | - |

khối lượng riêng yêu cầu bằng lượng khối lượng riêng dự kiến bị mất do sấy khô. Một ước tính thận trọng về sự mất mật độ này có thể thu được bằng cách đo mật độ ướt và mật độ khô lò của xi lanh bê tông như sau.

Đúc ba hình trụ và xác định tỷ trọng ướt theo tiêu chuẩn **ASTM C138/C 1 38M**. Sau 72 giờ bảo dưỡng tiêu chuẩn, làm khô các bình trụ đến khối lượng không đổi trong tủ sấy ở 2 1 1 đến 230°F và đo khối lượng riêng trung bình. Tính tỷ trọng hao hụt do sấy khô bằng cách lấy tỷ trọng ướt trừ đi tỷ trọng khô trong lò.

Thêm sự khác biệt này vào mật độ khô yêu cầu khi tính toán tỷ lệ hỗn hợp để cho phép mất mát này. Các phương pháp ít bảo thủ hơn để xác định tổn thất mật độ có thể phù hợp tùy thuộc vào ứng dụng. Thông thường, mật độ mới trộn (mật độ ướt) cao hơn từ 8 đến 10 lb/ft³ so với mật độ khô trong lò.

B.4-Điều chỉnh đối với không khí đi

vào Nếu cần có không khí đi vào để chống lại các điều kiện tiếp xúc, nên tính đến việc giảm trọng lượng do thể tích bị không khí chiếm giữ. Để bù đắp cho sự mất mát của không khí bị cuốn theo do rung động, hỗn hợp bê tông phải được cân đối với hàm lượng không khí cao hơn.

B.5-Xử lý cốt liệu có mật độ cao

Việc xử lý cốt liệu có mật độ cao nên phù hợp với ACI 304.3R (ASTM C637 và ASTM C638).

Tỷ lệ điển hình được thể hiện trong ACI 304.3R.

B.6-Cốt liệu đổ trước Bê tông cốt

liệu đổ trước mật độ cao nên được chia tỷ lệ giống như bê tông cốt liệu đổ trước mật độ bình thường. Ví dụ về tỷ lệ hỗn hợp cho phương pháp cấp phối trước và tỷ lệ vừa điển hình có thể tìm thấy trong ACI 304.3R.

B.6.1 Ví dụ-Bê tông được yêu cầu cho các đối trọng trên cầu thang máy sẽ không phải chịu các điều kiện đóng băng và tan băng. Cường độ nén trung bình trong 28 ngày là 3500 psi sẽ được yêu cầu. Điều kiện vị trí cho phép độ sụt từ 2 đến 3 inch và tổng kích thước tối đa danh nghĩa là 1 inch. Thiết kế của đối trọng yêu cầu

34 LỰA CHỌN TỶ LỆ CHO BẢNG HƯỚNG DẪN BÊ TÔNG MẬT ĐỘ THƯỜNG VÀ MẬT ĐỘ CAO (ACI PRC-211.1-22)

mật độ sấy khô trong lò là 225 lb/ft³ (điều kiện sấy khô trong lò được chỉ định và là giá trị bảo toàn hơn so với điều kiện sấy khô trong không khí). Một cuộc điều tra về các vật liệu có sẵn về mặt kinh tế đã chỉ

ra những điều sau: (a) Xi măng: **ASTM C 1**

50/CI 50M Loại I (b) Cốt liệu mịn:

hematit đặc trưng (c) Cốt

liệu thô: ilmenit (d) Một loại nước cấp cao phụ gia khử (HRWRA) sẽ

được sử dụng. Bảng B.2 chỉ ra rằng sự kết hợp các vật liệu này có thể dẫn đến khối lượng riêng sấy khô trong lò từ 215 đến 240 lb/ft³. Như trong Bảng B.6. 1, các đặc tính sau đây của cốt liệu thu được từ các thử nghiệm trong phòng thí nghiệm.

Số lượng các thành phần được tính như sau.

B.6.1.1 Bước 1-Phương pháp chi tiết sẽ được sử dụng.

B.6.1.2 Bước 2-Từ Bảng 5.3.3, bê tông có độ sụt từ 2 đến 3 inch và cốt liệu có kích thước tối đa danh nghĩa 1 inch yêu cầu hàm lượng nước xấp xỉ 315 lb/yd³. Vì cốt liệu có hình dạng hạt bình thường và mật độ khối dự kiến nên không thực hiện điều chỉnh hàm lượng nước. Không sử dụng pozzolans, vì vậy không có sự điều chỉnh nào được thực hiện đối với hiệu ứng của chúng. Bê tông không cuốn khí sẽ được sử dụng vì bê tông sẽ không tiếp xúc với thời tiết khắc nghiệt và hàm lượng không khí cao sẽ làm giảm mật độ khô của bê tông. Do đó, không làm giảm nhu cầu nước để cuốn theo không khí. Sau khi tham khảo ý kiến của nhà sản xuất HRWRA, nhu cầu về nước dự kiến sẽ giảm 25%, vì vậy hàm lượng nước được điều chỉnh

$$w = \left(\frac{100\% - 25\%}{100\%} \right) \times 315 = 236 \text{ lb/ft}^3$$

và khối lượng nước được ước tính là

$$= P_w = \frac{236}{62,4} = 3,78 \text{ ft}^3 / \text{yd}^3$$

B.6.1.3 Bước 3-Bởi vì không dự đoán được khả năng tiếp xúc với đóng băng và tan băng hoặc tiếp xúc với sulfat, nên không có giá trị tối đa được khuyến nghị trên w/c cho loại bê tông này. Không có hồ sơ sản xuất liên quan đến tỷ lệ bê tông; do đó, Bảng 4.7.4. 1 được sử dụng để xác định Jc,.'

$$f_{cr}' = f_c' + 1200 \text{ psi} = 3500 + 1200 = 4700 \text{ psi}$$

Từ Bảng 5.3.4, nội suy giữa các đường kích thước cốt liệu, w/c cần thiết để tạo ra f_{cr}' này trong bê tông không có khí được cho là xấp xỉ 0,48. Như vậy, hàm lượng xi măng yêu cầu được tính là

$$\text{Hàm lượng xi măng (c)} = 236 / 0,48 = 492 \text{ lb/yd}^3$$

và khối lượng xi măng được ước tính là

$$V = \frac{\text{hàm lượng xi măng}}{\text{khối lượng riêng của xi măng} \times \text{khối lượng riêng của nước}} = \frac{492}{3,15 \times 62,4} = 2,50 \text{ ft}^3 / \text{yd}^3$$

B.6.1.4 Bước 4-Thể tích không khí:

Lượng không khí bị cuốn theo ước tính từ Bảng 5.3.3 là 1,5%.

V_{air} = 27 ft³ /yd³ x % không khí

trong hỗn hợp Các feet khối không khí cuốn theo là 27,0 ft³ /yd³ x 1,5% =

0,41 ft³ /yd³ B.6.1.5 Bước 5-Khối lượng cốt liệu được cung cấp là

$$27 \text{ ft}^3 V_{\text{tổng}} = \frac{27}{1 + 0,015} (V_{\text{water}} + V_{\text{cement}} + V_{\text{air}})$$

$$\text{yd}^3 27 - (3,78 + 2,50 + 0,41) = 20,31 \text{ ft}^3 / \text{yd}^3$$

Thể tích phân đoạn của cốt liệu thô được ước tính từ Bảng 5.3.6 đối với cốt liệu mịn có mô đun độ mịn là 2,30 và được tìm thấy là 0,72. Do đó, trọng lượng sấy khô của cốt liệu thô sẽ là

$$\text{Thể tích phân đoạn của cốt liệu thô} \times \text{tỷ trọng lớn} \times 27 \text{ ft}^3 / \text{yd}^3 = 0,72 \times 1,65 \times 27 = 3208 \text{ lb/yd}^3$$

Trọng lượng SSD của cốt liệu thô sẽ là

$$\left(\frac{A\%}{100\%} \right) \times m = \left(\frac{0,08}{100\%} \right) \times 3208 = 3211 \text{ lb/yd}^3$$

Phần thể tích của cốt liệu thô sẽ là

$$\frac{3211}{4,61 \times 62,4} = 1,116 \text{ ft}^3 / \text{yd}^3$$

Phần thể tích của cốt liệu mịn sẽ là:

$$V_{\text{tổng hợp}} - V_{\text{coarse aggregate}} = 20,31 - 1,116 = 19,19 \text{ ft}^3 / \text{yd}^3$$

Trọng lượng SSD của cốt liệu mịn sẽ là

$$M_{\text{ss}} = V_{\text{tổng hợp}} \times R_{\text{DSS}} \times 62,4 \text{ lb/ft}^3 = 19,19 \times 4,95 \times 62,4 = 2826 \text{ lb/yd}^3$$

Mật độ ướt dự đoán của bê tông sau đó sẽ là trọng lượng của nước, xi măng, cốt liệu thô và cốt liệu mịn chia cho thể tích đơn vị hoặc

$$\frac{W + C + M_{\text{SSD, tổng hợp thô}} + M_{\text{SSD, tổng hợp mịn}}}{27 \text{ ft}^3 / \text{yd}^3} = \frac{236 + 492 + 3211 + 2826}{27} = 251 \text{ lb/ft}^3$$

Kết quả thử nghiệm thực tế cho thấy bê tông sở hữu các đặc tính sau: (a) Tỷ trọng (mới)

trọng): 249 lb/ft³ (b) Tỷ trọng khô trong

lò: 242 lb/ft³ (c) Hàm lượng không

khí: 2,2% (d) Độ sụt :

2,5 in. (e) Cường

độ: 5000 psi sau 28 ngày Lưu ý: Tỷ

trọng khô trong lò của bê tông có quốc gia kết hợp cốt liệu hematit và ilmenit thấp hơn 7 lb/ft³ so với tỷ trọng mới trộn.



Viện bê tông Mỹ

Luôn thăng tiến

Khi ACI bắt đầu thế kỷ thứ hai của việc nâng cao kiến thức cụ thể, mục đích điều lệ ban đầu của nó vẫn là "cung cấp một tình đồng chí trong việc tìm ra những cách tốt nhất để thực hiện các loại công việc cụ thể và truyền bá kiến thức." Để phù hợp với mục đích này, ACI hỗ trợ các hoạt động sau:

- Các ủy ban kỹ thuật tạo ra các báo cáo, hướng dẫn, thông số kỹ thuật và mã đồng thuận.
- Hội nghị mùa xuân và mùa thu để tạo thuận lợi cho công việc của các ủy ban của nó.
- Hội thảo giáo dục phổ biến thông tin đáng tin cậy về bê tông.
- Các chương trình chứng nhận cho nhân viên làm việc trong ngành công nghiệp bê tông.
- Các chương trình dành cho sinh viên như học bổng, thực tập, và các cuộc thi.
- Tài trợ và đồng tài trợ cho các hội nghị, hội thảo quốc tế.
- Phối hợp chính thức với một số xã hội liên quan cụ thể quốc tế.
- Tạp chí định kỳ : Tạp chí Kết cấu ACI, Tạp chí Vật liệu và Concrete International.

Lợi ích của tư cách thành viên bao gồm đăng ký Concrete International và Tạp chí ACI. Các thành viên ACI được giảm giá tới 40% cho tất cả các sản phẩm và dịch vụ của ACI, bao gồm tài liệu, hội thảo và phí đăng ký hội nghị.

Là thành viên của ACI, bạn tham gia cùng hàng ngàn học viên và chuyên gia trên toàn thế giới, những người có chung cam kết duy trì các tiêu chuẩn ngành cao nhất về công nghệ, xây dựng và thực hành bê tông. Ngoài ra, các chương của ACI tạo cơ hội cho sự tương tác của các chuyên gia và các học viên ở cấp địa phương để thảo luận và chia sẻ kiến thức cụ thể cũng như tình bạn.

American Concrete Institute
38800 Country Club Drive
Farmington Hills, MI 48331
Điện thoại:
+1.248.848.3700 Fax: +1.248.848.3701

www.concret.org



Viện bê tông Mỹ

Luôn thăng tiến

Câu lạc bộ đồng quê 38800

Đôi Farmington, MI 48331 Hoa Kỳ

+1.248.848.3700

www.concret.org

Viện bê tông Mỹ (ACI) là một tổ chức hàng đầu về tài chính và nguồn lực trên toàn thế giới để phát triển và phân phối dựa trên sự đồng thuận tiêu chuẩn và tài nguyên kỹ thuật, chương trình giáo dục giáo dục và chứng chỉ cho các cá nhân và tổ chức liên quan đến thiết kế bê tông, xây dựng, và vật liệu, những người chia sẻ cam kết theo đuổi việc sử dụng bê tông tốt nhất.

Các cá nhân tôi quan tâm đến các hoạt động của ACI được khuyến khích khám phá Trang web của ACI về các cơ hội thành viên, các hoạt động của ủy ban và nhiều nhiều loại tài nguyên cụ thể. Là một tổ chức tự nguyện do thành viên điều hành, ACI mời gọi quan hệ đối tác và chào đón tất cả các chuyên gia bê tông mong muốn là một phần của một tôn trọng, kết nối, g ro xã hội cung cấp một cơ hội dành cho g rowth, networking and enjoyme nt chuyên nghiệp.

