TCVN **TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

TCVN XXXXX: 202X

Dự thảo lần 1

BÊ TÔNG SIÊU TÍNH NĂNG (UHPC) - YÊU CẦU KỸ THUẬT VÀ PHƯƠNG PHÁP THỬ

ULTRA- HIGH PERFORMANCE FIBRE-REINFORCED CONCRETE – SPECIFICATION AND TEST METHODS

DRAFT

HÀ NỘI – 2021

DRAFT

Mục lục **Trang**

Lời nói đầu 6
1 Phạm vi áp dụng ..... **Error! Bookmark not defined.**
2 Tài liệu viện dẫn ..... **Error! Bookmark not defined.**
3 Thuật ngữ và định nghĩa ..... **Error! Bookmark not defined.**
4 Phân loại ..... **Error! Bookmark not defined.**
5 Yêu cầu kỹ thuật ..... **Error! Bookmark not defined.**
5.1 Vật liệu ..... **Error! Bookmark not defined.**
5.2 Định lượng vật liệu ..... **Error! Bookmark not defined.**
5.3 Thiết bị trộn và trạm trộn ..... **Error! Bookmark not defined.**
5.4 Yêu cầu của hỗn hợp UHPC ..... **Error! Bookmark not defined.**
5.5 Yêu cầu đối với UHPC ..... **Error! Bookmark not defined.**
5.6 Những yêu cầu về độ bền lâu và sự mài mòn của UHPC. ..... **Error! Bookmark not defined.**
6 Phương pháp thử ..... **Error! Bookmark not defined.**
6.1 Lấy mẫu và chuẩn bị mẫu ..... **Error! Bookmark not defined.**
6.2 Thử nghiệm tính chất hỗn hợp bê tông ..... **Error! Bookmark not defined.**
6.3 Thử nghiệm tính chất cơ học của bê tông ..... **Error! Bookmark not defined.**
6.4 Thử nghiệm các tính chất khác (khi có yêu cầu) ..... **Error! Bookmark not defined.**
6.5 Báo cáo thử nghiệm ..... **Error! Bookmark not defined.**
7 Thử nghiệm thiết kế và thử nghiệm về khả năng phù hợp ..... **Error! Bookmark not defined.**
7.1 Khái quát ..... **Error! Bookmark not defined.**
7.2. Thử nghiệm thiết kế ..... **Error! Bookmark not defined.**
7.3 Thử nghiệm về khả năng phù hợp ..... **Error! Bookmark not defined.**
8 Kiểm soát việc sản xuất UHPC 42
8.1. Kiểm soát việc sản xuất và vận chuyển hỗn hợp UHPC 42
8.2 Kiểm soát việc thi công hỗn hợp UHPC 43
8.3 Kiểm soát quá trình dưỡng hộ, rắn chắc UHPC 43
9 Kiểm soát sản xuất và sự tuân thủ với những yêu cầu 44

DRAFT

9.1 Những tiêu chí kiểm soát sản xuất và việc giao nhận hỗn hợp UHPC 44
9.2. Những tiêu chí vào UHPC 45
10 Đánh giá sự tuân thủ 46
10.1 Các bước đánh giá sự tuân thủ của một loại UHPC 46
10.2 Nhiệm vụ và trách nhiệm 47
Phụ lục A 49
Hỗn hợp UHPC - Lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng dưỡng mẫu thử 49
Phụ lục B 55
Hỗn hợp UHPC - Phương pháp xác định độ lưu động 55
PHỤ LỤC C 57
Hỗn hợp UHPC - Phương pháp xác định tỷ lệ thể tích sợi 57
Phụ lục D 59
Hỗn hợp UHPC - Phương pháp xác định độ tách nước và tách sợi 59
Phụ lục E 61
UHPC - Phương pháp xác định cường độ chịu nén 61
Phụ lục F 63
UHPC - Phương pháp xác định cường độ chịu kéo trực tiếp 63
Phụ lục G 68
UHPC - Phương pháp xác định cường độ chịu uốn trên mẫu lăng trụ 68
Phụ lục H 79
UHPC - Phương pháp xác định cường độ chịu uốn trên mẫu bản mỏng 79
Phụ lục I 87
UHPC - Xác định hệ số định hướng K từ các thử nghiệm kéo uốn 87
Phụ lục J 90
UHPC - Phương pháp xác định mô đun đàn hồi 90
Phụ lục K 93
Ước tính các giá trị đặc trưng 93
Thư mục tài liệu tham khảo 96

DRAFT

DRAFT

Lời nói đầu

TCVN XXXXX:202X được biên soạn dựa trên cơ sở tham khảo AFNOR-NF P18-470 “Ultra-High Performance Fibre-Reinforced Concrete (UHPC): Specifications, performance, production and conformity” và ASTM C1856/1856M-2017 Standard Practice for Fabricating and Testing Specimens of Ultra-High Performance Concrete.

TCVN XXXXX:202X do Hội Bê tông Việt Nam biên soạn, Bộ xây dựng đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

DRAFT

Bê tông siêu tính năng (UHPC) - Yêu cầu kỹ thuật và Phương pháp thử

Ultra- High Performance fibre-reinforced Concrete – Specification and Test methods

DRAFT

1 Phạm vi áp dụng

1.1 Tiêu chuẩn này quy định yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử đối với bê tông siêu tính năng có cốt sợi (UHPC), được dự định sử dụng trong:

- Các kết cấu, chi tiết kết cấu đúc sẵn;

- Các kết cấu, chi tiết kết cấu đúc tại chỗ;

- Liên kết các chi tiết kết cấu bằng UHPC đổ tại chỗ, dùng để điền đầy mối nối, lớp phủ lên bê tông cũ hoặc sửa chữa trong các công trình xây dựng dân dụng, công nghiệp và hạ tầng.

Tiêu chuẩn này cũng áp dụng cho các chi tiết kiến trúc hoặc phi kết cấu dạng đúc sẵn hoặc đúc tại chỗ.

UHPC có thể được chế tạo ngay tại hiện trường hoặc tại trạm trộn bê tông thương phẩm hay tại nhà máy sản xuất cấu kiện bê tông.

1.2 Các loại UHPC được đề cập trong tiêu chuẩn này được sản xuất và thi công theo các yêu cầu của TCVN xxxxx: 202X, Bê tông siêu tính năng (UHPC) – Thi công và nghiệm thu.

1.3 Tiêu chuẩn này không áp dụng cho kết cấu UHPC được thi công bằng phương pháp phun, bắn.

1.4 Tiêu chuẩn này cũng không áp dụng cho kết cấu bê tông cốt sợi thủy tinh được chế tạo bằng phương pháp phun, bắn.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau là cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCXD 159:1986, *Trát đá trang trí - Thi công và nghiệm thu*

TCVN 141:2008, *Xi măng poóc lăng – Phương pháp phân tích hóa học*

TCVN 2682:2020, *Xi măng poóc lăng - Yêu cầu kỹ thuật*

TCVN 3105, *Hỗn hợp bê tông nặng và bê tông nặng - Lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử*

TCVN 3108, *Hỗn hợp bê tông nặng - Phương pháp xác định khối lượng thể tích.*

TCVN 3111, *Hỗn hợp bê tông nặng - phương pháp xác định hàm lượng bọt khí*

TCVN 3114, *Bê tông nặng - phương pháp xác định độ mài mòn*

TCVN 3115, *Bê tông nặng - phương pháp xác định khối lượng thể tích*

TCVN 3116, *Bê tông nặng - phương pháp xác định khả năng chống thấm nước*

TCVN 3117, *Bê tông nặng - phương pháp xác định độ co*

TCVN 3118, *Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ nén.*

TCVN 3119, *Bê tông nặng - phương pháp xác định cường độ kéo khi uốn*

TCVN 4506:2012, *Nước cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật.*

TCVN 6179-1:1996, *Chất lượng nước – Xác định amoni – Phần 1: Phương pháp trắc phổ thao tác bằng tay.*

TCVN 6224:1996, *Chất lượng nước – Xác định tổng số canxi và magie - Phương pháp chuẩn độ EDTA.*

TCVN 6492:2011, *Chất lượng nước – Xác định pH.*

TCVN 7570:2006, *Cốt liệu cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật.*

TCVN 8826:2011, *Phụ gia hóa học cho bê tông.*

TCVN 8827:2011, *Phụ gia khoáng hoạt tính cao dùng cho bê tông và vữa - Silica fume và tro trấu nghiền mịn.*

TCVN 9036:2011, *Nguyên liệu để sản xuất thủy tinh - Cát - Yêu cầu kỹ thuật*

TCVN 9114:2012, *Sản phẩm bê tông ứng lực trước - Yêu cầu kỹ thuật và kiểm tra chấp nhận*

TCVN 9204:2012, *Vữa xi măng khô trộn sẵn không co- Phương pháp xác định độ chảy*

TCVN 9337:2012, *Bê tông nặng – Xác định độ thấm ion clo bằng phương pháp đo điện lượng*

TCVN 9338:2012, *Hỗn hợp bê tông nặng - Phương pháp xác định thời gian đông kết*

TCVN 9491:2012, Bê tông - Xác định cường độ kéo bề mặt và cường độ bám dính bằng kéo trực tiếp (phương pháp kéo đứt)

TCVN 9492:2012, Bê tông – Xác định hệ số khuếch tán clorua biểu kiến theo chiều sâu khuếch tán

TCVN 11586:2016, *Xỉ hạt lò cao nghiền mịn cho bê tông và vữa xây dựng.*

TCVN 12041:2017, *Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Các yêu cầu chung về thiết kế độ bền lâu và tuổi thọ trong môi trường xâm thực.*

DRAFT

TCVN 12392-1:2018, *Sợi cho bê tông - Phần 1: Sợi thép.*

TCVN 12393:2018, *Bê tông cốt sợi - Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử*

ASTM C230/C230M-20, *Standard Specification for Flow Table for Use in Tests of Hydraulic Cement (Tiêu chuẩn – Yêu cầu kỹ thuật cho bàn chảy sử dụng trong thí nghiệm xi măng thuỷ lực)*

ASTM C231/C231M-17, *Standard test method for air content of freshly mixed concrete by the pressure method (Tiêu chuẩn thí nghiệm xác định hàm lượng bọt khí của hỗn hợp bê tông theo phương pháp áp suất).*

ASTM C494/C494M-19, Standard specification for Chemical admixtures for concrete (*Tiêu chuẩn - Yêu cầu kỹ thuật của phụ gia hóa học cho bê tông*).

ASTM C944/C944M-19, *Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Tiêu chuẩn – Phương pháp xác định độ mài mòn bề mặt vữa hoặc bê tông bằng phương pháp mài cắt xoay tròn)*

ASTM C1437-20, *Standard Test Method for Flow of Hydraulic Cement Mortar (Tiêu chuẩn – Phương pháp xác định độ chảy của vữa chất kết dính thuỷ lực xi măng)*

ASTM C1550, *Standard Test method for flexural toughness of fiber-reinforced concrete (using centrally loaded round panel (Tiêu chuẩn - Phương pháp xác định độ bền uốn của bê tông cốt sợi (sử dụng tấm tròn chất tải ở tâm)).*

ASTM C1579- 21, *Standard Test Method for Evaluating Plastic Shrinkage Cracking of Restrained Fiber Reinforced Concrete (Tiêu chuẩn – Phương pháp đánh giá nứt do co ngót mềm của bê tông cốt sợi)*

ASTM C1609/C1069M, *Standard Test method for flexural performance of fiber-reinforced concrete (using beam with third-point loading (Tiêu chuẩn - Phương pháp xác định khả năng chịu uốn của bê tông cốt sợi (dùng dầm có ba điểm chất tải).*

BS EN 206:2013, *Concrete — Specification, performance, production and conformity (Bê tông – Yêu cầu kỹ thuật, chất lượng, sản xuất và nghiệm thu)*

BS EN 12350-5:2019, *Testing fresh concrete - Flow table test (Thí nghiệm hỗn hợp bê tông – Phương pháp bàn chảy)*

BS EN 12350-8:2019, Testing fresh concrete – Slump flow test *(Thí nghiệm hỗn hợp bê tông – Phương pháp chảy loang);*

EN 1990:2002, *Eurocode - Basis of structural design (Tiêu chuẩn - Cơ sở thiết kế kết cấu)*

EN 12390-1, *Testing hardened concrete Part 1: Shape, dimensions and other requirements for specimens and moulds;*

EN 13577:2007, *Chemical attack on concrete – Determination of aggressive carbon dioxide content in water (Bê tông tiếp xúc với hóa chất – Phương pháp xác định hàm lượng dioxit carbon trong nước).*

EN 16502:2014, *Test method for the determination of the degree of soil acidity according to Baumann – Gully (Phương pháp xác định độ chua của đất theo Baumann – Gully).*

NF EN 13501-1:2007+A1:2013, F*ire classification of construction products and building elements - Part 1: Classification using data from reaction to fire tests (Phân loại các sản phẩm và cấu kiện xây dựng - Phần 1: Phân loại dựa trên dữ liệu từ phản ứng kiểm tra cháy).*

Model Code 2010, *International Federation for Structural Concrete, 2010 (Tổng hội kết cấu bê tông quốc tế)*

CRD-C164-92, *Standard Test Method for Direct Tensile Strength of Cylindrical Concrete or Mortar Specimens (Tiêu chuẩn - Phương pháp xác định độ bền kéo trực tiếp của mẫu bê tông hoặc mẫu vữa hình trụ).*

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau:

3.1

Bê tông cốt sợi (Fiber reinforced concrete)

Bê tông được gia cường bằng các đoạn sợi ngắn, trộn đều hoặc có định hướng trong toàn bộ thể tích của bê tông.

3.2

Bê tông siêu tính năng (UHPC - Ultra High Performance fiber reinforced Concrete)

Bê tông được đặc trưng bởi cường độ chịu nén cao (lớn hơn hoặc bằng 120 MPa), cường độ chịu kéo sau nứt cao (Cường độ chịu kéo lớn hơn 6,0 MPa) và đem lại sự làm việc dẻo dai khi chịu kéo.

3.3

Hỗn hợp UHPC trộn sẵn (Ready-mixed UHPC)

Hỗn hợp UHPC được giao nhận ở trạng thái chưa đóng rắn. Theo tiêu chuẩn này, hỗn hợp UHPC trộn sẵn còn là:

- Hỗn hợp UHPC do người sử dụng chế tạo nhưng không phải ở ngay tại nơi thi công;

- Hỗn hợp UHPC được chế tạo tại công trường nhưng không phải do người sử dụng thực hiện.

3.4

Hỗn hợp UHPC trộn tại hiện trường (Site-mixed UHPC)

Hỗn hợp UHPC được sản xuất tại công trường thi công bởi người sử dụng theo nhu cầu của người sử dụng.

3.5

DRAFT

Cường độ chịu nén đặc trưng của UHPC

Giá trị cường độ chịu nén tức thời của UHPC (f_{ck}), tính bằng megapascan (MPa), được lấy với xác suất đảm bảo không dưới 95 %, được xác định trên các mẫu trụ chuẩn đã được chế tạo, dưỡng hộ trong điều kiện tiêu chuẩn và thử nén ở tuổi 28 ngày.

CHÚ THÍCH: Mẫu trụ chuẩn xác định cường độ chịu nén có kích thước D x H=(100 x 200) mm.

3.6

Tác động của môi trường

Toàn bộ những tác động vật lý và hóa học khi UHPC tiếp xúc với môi trường xung quanh và dẫn tới ăn mòn UHPC hoặc cốt thép hoặc phần kim loại trong UHPC mà những tác động đó không được coi như là tải trọng trong thiết kế kết cấu.

3.7

Thời gian duy trì tính công tác

Khoảng thời gian được quy định tính từ lúc cho nước vào trong quá trình trộn đến khi hỗn hợp UHPC vẫn giữ được tính công tác đạt yêu cầu.

3.8

Tấm mỏng

Tấm có chiều dày nhỏ hơn hoặc bằng 3 lần chiều dài của cốt sợi dài nhất của UHPC .

3.9

Ký hiệu và những chữ viết tắt

X0	Mức độ tiếp xúc với môi trường khi không có nguy cơ hoặc tác động ăn mòn nào.
XC1 đến XC4	Các mức độ tiếp xúc với môi trường có nguy cơ ăn mòn gây ra bởi sự cacbonat hóa
XD1 đến XD3	Các loại mức độ tiếp xúc với môi trường có nguy cơ ăn mòn gây ra bởi ion clorua không phải từ nước biển.
XS1 đến XS3	Các mức độ tiếp xúc với môi trường có nguy cơ ăn mòn gây ra bởi ion clorua từ nước biển
XF1 đến XF4	Các mức độ tiếp xúc với môi trường có nguy cơ ăn mòn gây ra bởi hiện tượng đóng và tan băng.
XA1 đến XA3	Các mức độ tiếp xúc với môi trường có nguy cơ ăn mòn gây ra bởi hóa chất.

DRAFT

XH1 đến XH3	Các mức độ gắn liền với việc phòng ngừa nguy cơ do sự hình thành ettringite muộn.
Dp+	Mức độ cải thiện độ rỗng khả năng cải thiện, định nghĩa tại 4.7.2.
Dc+	Mức độ cải thiện độ chống thấm ion clorua, định nghĩa tại 4.7.2.
Dg+	Mức độ cải thiện độ chống thấm khí, định nghĩa tại 4.7.2.
XM1 đến XM3	Các mức độ chịu tác động mài mòn.
RM1 đến RM3	Các mức độ chống mài mòn do tác động của dòng chảy, định nghĩa tại 4.7.3.
C_a, C_v, C_t	Các mức độ dễ chảy, dễ đổ, dễ đầm chặt của hỗn hợp UHPC, định nghĩa tại 4.2.
D_{upper}	Kích thước danh nghĩa của cốt liệu được sử dụng trong UHPC, D_{upper} là kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu lớn được phân loại theo TCVN 7570:2006.
L_f	Chiều dài của cốt sợi dài nhất trong UHPC
f_{ck}	Cường độ chịu nén đặc trưng của UHPC Ghi chú: Tuỳ vào trường hợp cụ thể ký hiệu này được sử dụng trong tiêu chuẩn là f_{ck-cyl} (mẫu trụ) hoặc $f_{ck-cube}$ (mẫu lập phương)
$f_{ck-cube}$	Cường độ chịu nén đặc trưng của UHPC được xác định bằng thử nghiệm trên các mẫu hình lập phương.
f_{ck-cyl}	Cường độ chịu nén đặc trưng của UHPC được xác định bằng thử nghiệm trên các mẫu hình trụ.
$f_{ck,req}$	Giá trị cường độ chịu nén đặc trưng yêu cầu của UHPC
$f_{c,cyl}$	Cường độ chịu nén của UHPC được xác định trên các mẫu hình trụ.
$f_{c,cube}$	Cường độ chịu nén của UHPC được xác định trên các mẫu hình lập phương.
f_{cm}	Cường độ chịu nén trung bình của UHPC Ghi chú: Tuỳ vào trường hợp cụ thể ký hiệu này được sử dụng trong tiêu chuẩn là $f_{cm,cyl}$ hoặc $f_{cm,cube}$.
f_{ci}	Kết quả thử nghiệm cường độ chịu nén riêng trên mẫu bê tông.
$f_{ctk,el,req}$	Giá trị đặc trưng yêu cầu của giới hạn đàn hồi khi chịu kéo.

DRAFT

f_{ctf}	Cường độ chịu kéo sau khi nứt.
f_{ctfk}	Giá trị đặc trưng của cường độ chịu kéo sau khi nứt.
f_{ctfm}	Giá trị trung bình của cường độ chịu kéo sau khi nứt.
$f_{ct,el}$	Giá trị giới hạn đàn hồi khi chịu kéo.
$f_{ctk,el}$	Giá trị đặc trưng của giới hạn đàn hồi khi chịu kéo.
$f_{ctm,el}$	Giá trị trung bình của giới hạn đàn hồi khi chịu kéo.
$M_{max,i}$	Kết quả riêng rẽ của mô men uốn lớn nhất của mẫu UHPC trong thí nghiệm uốn.
$M_{m,max}$	Kết quả trung bình của mô men uốn lớn nhất của mẫu UHPC trong thí nghiệm uốn.
M_{ref}	Giá trị của mô men uốn lớn nhất được tính toán theo đường cong cơ bản yêu cầu khi chịu kéo.
f_{ctf}^*	Ứng suất sau nứt lớn nhất theo quy luật giản lược.
ε_{el}	Giới hạn biến dạng đàn hồi khi chịu kéo.
ε_{lim}	Giới hạn biến dạng đàn hồi khi chịu kéo được tính toán.
S_c	Độ lệch tiêu chuẩn
ϕ	Đường kính của mẫu thử hình trụ
K	Hệ số định hướng của cốt sợi, thể hiện ảnh hưởng của việc định hướng cốt sợi tới sự làm việc sau khi nứt của UHPC khi chịu kéo.
K_{global}	Hệ số định hướng kể đến những ảnh hưởng tổng thể
K_{local}	Hệ số định hướng kể đến những ảnh hưởng cục bộ
γ_{cf}	Hệ số ảnh hưởng riêng (partial factor) của UHPC khi chịu kéo.
γ_c	Hệ số ảnh hưởng riêng (partial factor) của UHPC khi đã bị nén.
E_{cm}	Giá trị Mô-đun Young trung bình
E	Mô đun đàn hồi khi uốn, định nghĩa tại H.6.1.
STT, TT1, TT2,	Các chế độ dưỡng hộ nhiệt, định nghĩa tại 4.3.

DRAFT

TT1+2	
UHPC…/…	Các loại cường độ chịu nén của UHPC , định nghĩa tại 4.4, con số đầu tiên tương ứng với $f_{ck,cyl}$ và con số thứ hai tương ứng với $f_{ck,cube}$.
T1, T2, T3	Các loại mức độ làm việc khi chịu kéo, định nghĩa tại 4.5.
χ	Độ cong
δ	Độ võng
β	Chiều sâu tương đối của trục trung hòa khi chịu mô men
ε	Độ biến dạng

4 Phân loại

4.1 Phân loại theo loại cốt sợi sử dụng

Theo loại cốt sợi sử dụng UHPC được chia làm 4 loại:

- Loại I: Bê tông siêu tính năng cốt sợi thép (UHPC-M) là loại UHPC sử dụng sợi thép không gỉ hoặc sợi thép hợp kim hoặc sợi thép carbon

Các loại bê tông siêu tính năng cốt sợi khác (UHPC-A) là loại bê tông sử dụng cốt sợi khác bao gồm:

- Loại II: Bê tông siêu tính năng cốt sợi thủy tinh bền kiềm;

- Loại III: Bê tông siêu tính năng cốt sợi tổng hợp;

- Loại IV: Bê tông siêu tính năng cốt sợi tự nhiên. Loại bê tông này sử dụng sợi tự nhiên phù hợp với ASTM D7357 và được khẳng định là không bị phân hủy khi tiếp xúc với môi trường ẩm, môi trường kiềm của hồ xi măng và các chất có trong phụ gia hóa học trong thời gian làm việc theo tuổi thọ thiết kế của kết cấu bê tông.

4.2 Phân loại theo độ lưu động của hỗn hợp bê tông

Theo độ lưu động hỗn hợp UHPC phân theo mức độ dễ chảy, dễ đổ và dễ đầm chặt thành 3 nhóm C_a, C_v và C_t. Trong từng nhóm, độ lưu động của hỗn hợp bê tông được xác định Bảng 1.

- Hỗn hợp UHPC tự lèn (C_a): Là hỗn hợp UHPC có thể tự chảy, tự đầm chặt và có khả năng điền đầy cốp pha mà không cần đầm rung hoặc các tác động cơ học.

- Hỗn hợp UHPC nhớt dẻo (C_v): Là hỗn hợp UHPC có độ nhớt dẻo, có khả năng tự đầm chặt và điền đầy cốp pha mà không cần đầm rung nhưng lại cần sử dụng các tác động cơ học để có thể chảy thành dòng.

- Hỗn hợp UHPC dẻo (C_t): Là hỗn hợp UHPC có khả năng chảy thành dòng dưới tác động của lực cắt, nhưng hỗn hợp có thể không chảy khi không có tác động lực cắt và để ở độ dốc nhất định.

Bảng 1 - Phân loại hỗn hợp UHPC theo độ lưu động

Loại bê tông theo độ lưu động	Độ chảy xác định theo phương pháp, mm			
	Suttard	Bàn dằn (không dằn/có dằn 15 cái)	Bàn chảy	Chảy loang
C_a	≥ 200	≥ 560/ -	≥ 270	≥ 760/ - (SF3)
C_v	150 - 200	420 - 560/ > 560	230 - 270	660- 760/ - (SF2)
C_t	< 150	< 420/ < 560	< 230	< 660/ - (SF1)

4.3 Phân loại theo điều kiện bảo dưỡng

UHPC được phân loại theo điều kiện bảo dưỡng và dưỡng hộ nhiệt ẩm nhằm thúc đẩy sự phát triển cường độ của bê tông như sau:

- UHPC loại STT: là loại UHPC được bảo dưỡng ở điều kiện thường có nhiệt độ (27± 2) ^{0}C, độ ẩm (95 ÷ I00) %.

- UHPC loại TT1: là loại UHPC được bảo dưỡng nhiệt ẩm ở mức độ vừa phải (nhiệt độ khoảng 60-80 ^{0}C, độ ẩm lớn hơn 90%) nhằm thúc đẩy quá trình rắn chắc và tăng cường độ ban đầu trong khuôn đúc. Cường độ chịu nén trung bình ở tuổi 28 ngày của bê tông sau khi dưỡng hộ nhiệt ẩm không được nhỏ hơn 88% cường độ chịu nén trung bình ở tuổi 28 ngày của UHPC cùng loại được bảo dưỡng ở điều kiện thường (STT).

- UHPC loại TT2: là loại UHPC được bảo dưỡng nhiệt ẩm ở mức độ cao có nhiệt độ khoảng (80 ÷ 90) ^{0}C và độ ẩm lớn hơn 90 % ngay sau khi đông kết. Cường độ chịu nén trung bình ở tuổi 28 ngày của bê tông sau khi bảo dưỡng nhiệt ẩm không được nhỏ thua cường độ chịu nén trung bình ở tuổi 28 ngày của UHPC cùng loại được sản xuất và bảo dưỡng ở điều kiện thường (STT).

- UHPC loại TT1+2: là loại UHPC được bảo dưỡng nhiệt ẩm ở mức độ trung gian của hai phương pháp bảo dưỡng nhiệt ẩm trên. Cường độ chịu nén trung bình ở tuổi 28 ngày của bê tông sau khi bảo dưỡng nhiệt ẩm không được nhỏ thua cường độ chịu nén trung bình ở tuổi 28 ngày của UHPC cùng loại được sản xuất và bảo dưỡng ở điều kiện thường (STT).

CHÚ THÍCH: Việc kiểm soát quy trình bảo dưỡng nhiệt ẩm và làm nguội cấu kiện hoặc kết cấu UHPC được thực hiện theo yêu cầu kỹ thuật của dự án khi thiết kế hoặc theo tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu.

4.4 Phân loại theo cường độ chịu nén

DRAFT

UHPC được phân loại theo cường độ chịu nén thông qua cường độ chịu nén đặc trưng ở tuổi 28 ngày (f_{ck}) của mẫu trụ có kích thước danh nghĩa D x H = (100 x 200) mm (được gọi tắt là "10/20") hoặc mẫu lập phương có kích thước danh nghĩa 100 mm x 100 mm x 100 mm (được gọi tắt là "10"). Các viên mẫu thử thỏa mãn TCVN 3105:1993 và phù hợp với các nội dung trong Phụ lục A của tiêu chuẩn này. Phân loại theo cường độ chịu nén của UHPC được nêu trong Bảng 2 và có thể sử dụng các cấp cường độ trung gian làm tròn tới mức gần nhất với 5 MPa.

Bảng 2 - Các loại UHPC theo cường độ chịu nén

Loại cường độ chịu nén	Cường độ đặc trưng tối thiểu trên mẫu trụ	Cường độ đặc trưng tối thiểu trên mẫu lập phương
	$f_{ck,cyl}$, MPa	$f_{ck,cube}$, MPa
UHPC 120 / 135	120	135
UHPC 130 / 145	130	145
UHPC 140 / 155	140	155
UHPC 150 / 165	150	165
UHPC 160 / 180	160	180
UHPC 175 / 190	175	190
UHPC 180 / 200	180	200
UHPC 200 / 215	200	215
UHPC 225 / 240	225	240
UHPC 250 / 265	250	265

CHÚ THÍCH:

- Khi UHPC sử dụng cốt sợi thép có cường độ chịu nén đặc trưng trên mẫu trụ lớn hơn 120 MPa và nhỏ hơn 150 MPa được gọi là loại UHPC-Z;

- Khi UHPC sử dụng cốt sợi thép có cường độ chịu nén đặc trưng trên mẫu trụ lớn hơn hoặc bằng 150 MPa được gọi là loại UHPC-S. Các loại UHPC -S có thể sử dụng được cho việc thiết kế kết cấu, sản phẩm bê tông đúc sẵn hoặc cấu kiện bê tông đúc sẵn.

4.5 Phân loại theo cường độ chịu kéo

Theo cường độ chịu kéo sau nứt, UHPC được phân thành ba loại như sau:

- UHPC loại T1: là bê tông có *biến dạng mềm hoá khi chịu kéo trực tiếp*, khi $f_{ctf}/K < f_{ct,el}$ đối với cả hai trường hợp đường cong trung bình và đường cong đặc trưng, tức là $f_{ctfm}/K < f_{ctm,el}$ và $f_{ctfk}/K < f_{ctk,el}$;

DRAFT

- UHPC loại T2: là bê tông *có biến dạng cứng hoá giới hạn*, khi f_{ctf} /K ≥ $f_{ct,el}$ đối với đường cong trung bình và f_{ctf}/K < $f_{ct,el}$ đối với đường cong đặc trưng, tức là f_{ctfm} /K ≥ $f_{ctm,el}$ và f_{ctfk}/K < $f_{ctk,el}$);

- UHPC loại T3: là bê tông *có biến dạng hoá cứng đáng kể*, khi f_{ctf} /K ≥ $f_{ct,el}$ đối với cả hai trường hợp đường cong trung bình và đường cong đặc trưng, tức là f_{ctfm}/K ≥ $f_{ctm,el}$ và f_{ctfk} /K ≥ $f_{ctk,el}$.

CHÚ THÍCH: K là hệ số định hướng của cốt sợi khi xét đến sự phân bố và sự định hướng hiệu quả của cốt sợi trong kết cấu thực tế. Ở giai đoạn nghiên cứu thiết kế sơ bộ, khi những dữ liệu liên quan cho UHPC đang được xem xét còn thiếu, hệ số định hướng K có thể được chấp nhận: K_{global} = 1,25 và K_{local} = 1,75.

4.6 Phân loại theo khối lượng thể tích

- UHPC nặng: Khối lượng thể tích khô ≥ 2800 kg/m^3.

- UHPC thường: Khối lượng thể tích khô trong khoảng từ 2200 kg/m^3 đến 2800 kg/m^3.

- UHPC nhẹ: Khối lượng thể tích khô ≤ 2200 kg/m^3

4.7. Phân loại theo tác động của môi trường tiếp xúc

UHPC có thể được phân loại theo các điều kiện tác động của môi trường tiếp xúc như sau:

4.7.1 Phân loại theo mức độ tiếp xúc với môi trường

4.7.1.1 Khái quát

Các môi trường tác động của bê tông được phân loại theo mức độ và điều kiện tiếp xúc như quy định ở Bảng 3. Những ví dụ cụ thể điều kiện tiếp xúc mang tính thông tin (dùng để tham khảo, không bắt buộc áp dụng).

Các mức độ tiếp xúc với môi trường được giải thích dưới đây nhằm đưa ra những quy định để đảm bảo chiều dày lớp bê tông bảo vệ và việc kiểm soát vết nứt khi ứng dụng UHPC làm kết cấu. Những yêu cầu kỹ thuật bổ sung về vật liệu UHPC được chi tiết hóa theo 5.6.

Bảng 3 - Các mức độ và điều kiện tiếp xúc liên quan tới môi trường

Ký hiệu mức độ	Mô tả môi trường	Ví dụ điều kiện tiếp xúc
1. Không có nguy cơ ăn mòn hoặc phá hủy		
X0	- Đối với bê tông không cốt thép: tất cả các điều kiện phơi nhiễm, ở nơi bị mài mòn hoặc xâm thực hóa học. - Đối với bê tông cốt thép: rất khô.	Bê tông bên trong tòa nhà có độ ẩm không khí rất thấp (dưới 60%)

DRAFT

2. Ăn mòn do các bo nát hóa		
Những nơi bê tông có cốt thép bị phơi nhiễm trong không khí và ẩm, phơi nhiễm được phân loại như sau:		
XC1	Khô hoặc ướt thường xuyên	Bê tông bên trong tòa nhà có độ ẩm không khí thấp; Bê tông thường xuyên ngâm trong nước
XC2	Ướt, rất ít khi khô	Bề mặt bê tông tiếp xúc lâu dài với nước; Một số loại bê tông móng.
XC3	Độ ẩm trung bình	Bê tông bên trong tòa nhà có độ ẩm không khí ở mức trung bình (từ 60 % đến 75%), trong các phòng có độ ẩm cao (trên 75%) như phòng bếp, phòng tắm, phòng giặt, chuồng gia súc; Bê tông bên ngoài có mái che mưa.
XC4	Ướt và khô theo chu kỳ	Bề mặt bê tông tiếp xúc lâu dài với nước nhưng không thuộc dạng XC2;
3. Ăn mòn do ion clo không từ nước biển		
Những nơi bê tông có cốt thép tiếp xúc với nước có chứa ion clo từ các nguồn không phải nước biển, được phân loại như sau:		
XD1	Độ ẩm trung bình	Bề mặt bê tông tiếp xúc với ion clo trong không khí.
XD2	Ướt và ít khi khô	Bê tông trong bể bơi; Bê tông tiếp xúc với nước công nghiệp có chứa ion clo.
XD3	Ướt và khô theo chu kỳ	Bê tông tiếp xúc với bụi nước có ion clo; các vỉa hè, sàn đỗ xe ô tô.
4. Ăn mòn do ion clo từ nước biển		

DRAFT

Những nơi bê tông có cốt thép tiếp xúc với ion clo từ nước biển hoặc không khí có chứa muối từ nước biển, được phân loại như sau:		
XS1	Vùng khí quyển trên mặt nước biển	Phần bê tông trên mặt nước biển
XS2	Vùng ngập trong nước biển	Phần bê tông ngập hoàn toàn trong nước biển
XS3	Vùng thủy triều lên xuống và sóng táp.	Phần bê tông trong khu vực nước biển lên xuống bao gồm cả phần sóng táp
5. Ăn mòn hóa học từ đất và nước ngầm		
Những nơi bê tông bị phơi nhiễm hóa chất từ đất tự nhiên hoặc nước ngầm, được phân loại như sau:		
XA1	Ăn mòn mức độ nhẹ	Bê tông tiếp xúc với đất tự nhiên và nước ngầm theo Bảng 5.
XA2	Ăn mòn mức độ trung bình	
XA3	Ăn mòn mức độ mạnh	
6. Ăn mòn do hiện tượng đóng/tan băng		
Những nơi bê tông bị tác động do các chu kỳ đóng và tan băng khi đang ở trạng thái ẩm ướt, được phân loại như sau:		
XF1	Sự bão hòa nước ở mức trung bình, không có phụ gia làm tan băng	Bề mặt bê tông thẳng đứng tiếp xúc với nước mưa và sự đóng băng.
XF2	Sự bão hòa nước ở mức trung bình, có phụ gia làm tan băng	Bề mặt bê tông thẳng đứng hoặc công trình đường bộ tiếp xúc với sự đóng băng và phụ gia làm tan băng bay trong không khí.
XF3	Sự bão hòa nước ở mức cao, không có phụ gia làm tan băng	Bề mặt bê tông nằm ngang tiếp xúc với mưa và sự đóng băng.
XF4	Sự bão hòa nước ở mức cao, có phụ gia làm tan băng	Mặt đường bộ và sàn cầu tiếp xúc với phụ gia làm tan băng; Bề mặt bê tông tiếp xúc với dung dịch phun trực tiếp

DRAFT

		chứa phụ gia làm tan băng và tiếp xúc với sự đóng băng; Vùng sóng đánh của công trình biển tiếp xúc với sự đóng băng
CHÚ THÍCH: - X0: Môi trường bình thường; XC: môi trường xâm thực do các bo nát hóa; XD: môi trường xâm thực do ion clo không từ nước biển; XS: môi trường xâm thực do ion clo từ nước biển; XA: môi trường xâm thực hóa chất; XF: ăn mòn do hiện tượng đóng/tan băng. - Các con số kèm theo chỉ mức độ xâm thực: 1: nhẹ, 2: trung bình, 3: mạnh, 4: rất mạnh.		

Những thông tin chi tiết sau đây được bổ sung:

a) Các loại UHPCs-M không thể xảy ra dưới điều kiện mức độ tiếp xúc với môi trường X0.

b) Khi thiếu các chỉ dẫn kỹ thuật cụ thể, những sự phân loại sau đây phải được thực hiện:

- XC1: Phần của nhà/công trình được che chắn khỏi mưa, ngoại trừ những phần đã được phân loại ở mức độ XC3;
- XC2: Phần của nhà/công trình tiếp xúc với nước qua một thời gian dài;
- XC3: Phần của nhà/công trình được che chắn khỏi mưa, nhưng lại không được che chắn kín hoặc tiếp xúc với hơi nước ngưng tụ ở mức độ cao đối với cả hai khía cạnh là tần suất và khoảng thời gian;
- XC4: Kết cấu bên trên của mặt cầu, công trình xây dựng dân dụng và nhà không được bảo vệ khỏi mưa, kể cả những phần tiếp xúc đường ống nước hoặc vùng nước bắn lên.

c) Khi thiếu các chỉ dẫn kỹ thuật cụ thể, những sự phân loại sau đây phải được thực hiện:

- XD1: Bề mặt ẩm ướt ở mức độ vừa phải và có tiếp xúc với ion clo bay trong không khí;
- XD2: Bể bơi hoặc những phần tiếp xúc với nước thải công nghiệp có chứa ion clo;
- XD3: Phần của công trình chịu thường xuyên và rất thường xuyên nước bắn do sóng đánh và chứa ion clo, thiếu lớp phủ chống thấm để bảo vệ UHPC .

d) Khi thiếu các chỉ dẫn kỹ thuật cụ thể, những sự phân loại sau đây phải được thực hiện:

- XS1: Bộ phận kết cấu không tiếp xúc với nước biển mà cũng không tiếp xúc với nước bắn, nhưng lại tiếp xúc với môi trường trực tiếp với không khí chứa muối, hoặc là những kết cấu tại vị trí vượt quá vùng phân loại XS3 và ít nhất cách bờ biển 1km cụ thể lên tới 5km phụ thuộc vào địa hình cụ thể.
- XS2: Công trình ngâm chìm dưới nước biển lâu dài;
- XS3: Các kết cấu công trình biển trong phạm vi thủy triều lên xuống hoặc tiếp xúc với môi trường kết cấu nước bắn khi chúng nằm ở vị trí ít nhất cách bờ biển 100m có thể lên tới 500m phụ thuộc vào địa hình cụ thể.

DRAFT

e) Trong trường hợp chịu sự tác động của hiện tượng đóng băng-tan băng và trừ khi được quy định một cách cụ thể dựa vào tình trạng bão hòa do sự tiếp xúc dài hạn với nước (chẳng hạn như bề mặt nằm ngang hoặc bề mặt khác), các mức độ tiếp xúc với môi trường XF1, XF2, XF3 và XF4 được chỉ ra trong Bảng 4. Sự phun muối được coi là "không thường xuyên" khi số lượng ngày xảy ra sự phun muối trung bình hàng năm được ước tính trong khoảng thời gian 10 năm là nhỏ hơn 10, và sẽ được coi là "rất thường xuyên" khi số lượng ngày đó lớn hơn hoặc bằng 30, và được coi là "thường xuyên" khi số lượng ngày đó nằm giữa hai trường hợp này, nghĩa là từ trên 10 ngày đến dưới 30 ngày.

Bảng 4 – Phân loại mức độ tiếp xúc với môi trường do sự ăn mòn của việc đóng/tan băng, có hoặc không có tác nhân phá băng (phun muối)

Phun muối / Đóng băng	Không	Không thường xuyên	Thường xuyên	Rất thường xuyên
Thấp hoặc vừa phải	XF1	XF1	XF2	XF2*
Nghiêm trọng	XF3	XF3	XF4	XF4
* Ngoại trừ đối với mặt đường bằng bê tông và các bộ phận kết cấu của công trình xây dựng dân dụng có tiếp xúc thường xuyên với môi trường thì chúng sẽ được phân loại thành XF4.				

f) Các loại mức độ tiếp xúc bổ sung XH1, XH2 và XH3 từ khuyến cáo về việc phòng ngừa sự hư hại do hình thành ettringite muộn được đưa vào để mô tả mức độ bão hòa nước trong môi trường tức thời bao quanh các phần của công trình.

CHÚ THÍCH: Việc lựa chọn loại mức độ tiếp xúc với môi trường sẽ dựa vào các chỉ dẫn [4] do một ủy ban về bê tông của Pháp là Ecole Francaise du Beton biên soạn. Chỉ dẫn này có thể tải về được từ website: www.egfbtp.com.

- Chỉ dẫn lựa chọn loại mức độ tiếp xúc với môi trường của kết cấu nhà bằng bê tông đúc tại chỗ hoặc đúc sẵn
- Chỉ dẫn lựa chọn loại mức độ tiếp xúc với môi trường của cầu bê tông;
- Chỉ dẫn lựa chọn loại mức độ tiếp xúc với môi trường của công trình biển và công trình đường sông;
- Chỉ dẫn lựa chọn loại mức độ tiếp xúc với môi trường của kết cấu thiết bị đường bộ;
- Chỉ dẫn lựa chọn loại mức độ tiếp xúc với môi trường của đường hầm đường bộ được đào ra;
- Chỉ dẫn lựa chọn loại mức độ tiếp xúc với môi trường của mương rãnh có nắp đậy, tòa nhà trưng bày, đầu cột, giếng chìm ngập nước;
- Chỉ dẫn lựa chọn loại mức độ tiếp xúc của nhiều loại công trình xây dựng dân dụng khác nhau.

4.7.1.2 Trường hợp đặc biệt của ăn mòn hóa chất

Giá trị giới hạn các loại hóa chất gây ăn mòn hóa hóa học từ đất tự nhiên và nước ngầm ở điều kiện nhiệt độ trong khoảng giữa 5 ^{0}C và 25 ^{0}C và tốc độ nước chảy đủ chậm để gần đúng với điều kiện tĩnh được quy định tại Bảng 5.

Bảng 5. Giới hạn hàm lượng các hóa chất gây ăn mòn hóa học trong đất tự nhiên và nước ngầm

Tác nhân hóa học	Phương pháp thử	XA1	XA2	XA3
Nước ngầm				
SO_4^{-2}, mg/L	TCVN 141:2008	≥ 200 và ≤ 600	> 600 và ≤ 3000	> 3000 và ≤ 6000
pH	TCVN 6492:2011	≤ 6,5 và ≥ 5,5	< 5,5 và ≥ 4,5	< 4,5 và ≥ 4,0
CO_2 xâm thực, mg/L	EN 13577:2007	≥ 15 và ≤ 40	> 40 và ≤ 100	> 100 đến bão hòa
NH_4^+, mg/L	TCVN 6179-1:1996	≥ 15 và ≤ 30	> 30 và ≤ 60	> 60 và ≤ 100
Mg^{2+}, mg/L	TCVN 6224:1996	≥ 300 và ≤ 1000	> 1000 và ≤ 3000	> 3000 đến bão hòa
Nền đất tự nhiên				
SO_4^{-2}, mg/kg[a], tổng,	TCVN 141:2008[b]	≥ 2000 và ≤ 3000[c]	> 3000[c] và ≤ 12000	> 12000 và ≤ 24000
Độ axit theo Baumann – Gully, mg/L.	EN 16502:2014	> 200	Không xác định	

[a] Đất sét có hệ số thẩm dưới 10^{-5} m/s có thể xếp vào loại thấp hơn;

[b] Phương pháp quy định chiết ion SO_4^{2-} bằng axit clohydric (HCl), có thể thay thế bằng nước nếu thí nghiệm tại nơi sử dụng bê tông;

[c] Giới hạn 3000mg/kg có thể giảm xuống 2000mg/kg ở những nơi có nguy cơ tích lũy ion sun phat (SO_4^{2-}) trong bê tông do chu kỳ khô và ướt hoặc lực mao quản.

Ngoài Bảng 5 ra, cần tham khảo các tài liệu trong trường hợp có nguy cơ về sự ăn mòn của nước bị khoáng hóa nhẹ hoặc môi trường khí để lựa chọn chất kết dính phù hợp.

Ở những nơi có 2 hoặc nhiều hơn 2 tác nhân ăn mòn hóa học ở cùng một mức, thì mức độ xâm thực được chuyển lên mức cao hơn, trừ khi có kết quả nghiên cứu xác nhận là không cần thiết.

Khi gặp các trường hợp sau, cần có nghiên cứu riêng để xác định các điều kiện tiếp xúc liên quan:

a) Tốc độ nước chảy cao kết hợp với các hoá chất thuộc Bảng 5.

b) Các giới hạn không quy định trong Bảng 5;

c) Các hóa chất xâm thực khác;

d) Đất và nước bị ô nhiễm hóa chất;

e) Môi trường công nghiệp xâm thực;

4.7.2 Phân loại UHPC theo khả năng chống thấm

4.7.2.1 Độ bền lâu trung bình (basic thresholds)

UHPC có độ bền lâu trung bình phải thỏa mãn được 3 yêu cầu sau đây:

a) Độ thấm nước ở tuổi 90 ngày ≤ 9 %;

b) Hệ số khuếch tán ion clorua ở tuổi 90 ngày ≤ 0,5 x 10^{-12} m^2/s;

c) Độ thấm khí biểu kiến ở tuổi 90 ngày ≤ 9 x 10^{-19} m^2.

CHÚ THÍCH: Những yêu cầu này được áp dụng đối với UHPC có độ bền lâu rất cao khi tiếp xúc với môi trường XC, XS, XD và XF.

4.7.2.2 UHPC có độ bền lâu cao

UHPC có độ bền lâu cao khi thuộc một trong số các trường hợp sau đây, tùy theo các mức độ thấm như sau:

a) Dp+: Độ thấm nước ở tuổi 90 ngày ≤ 6,0%;

b) Dc+: Hệ số khuếch tán ion clorua ở tuổi 90 ngày ≤ 0,1 x 10^{-12} m^2/s;

c) Dg+: Độ thấm khí biểu kiến ở tuổi 90 ngày ≤ 1 x 10^{-19} m^2.

CHÚ THÍCH: Các chỉ tiêu độ bền lâu cao này nên được đánh giá riêng biệt tuỳ thuộc môi trường xâm thực cụ thể hoặc có yêu cầu thiết kế về độ bền lâu theo quy định trong 5.6.3.

4.7.3 Phân loại bê tông theo khả năng chịu mài mòn

Tuỳ theo mức độ tiếp xúc với môi trường chịu tác động mài mòn, kết cấu hoặc cấu kiện bê tông được phân thành các loại XM1, XM2 và XM3.

Đối với độ mài mòn gắn liền với dòng chảy thủy lực, UHPC được phân loại theo chỉ số mài mòn như sau:

- Vật liệu chịu mài mòn "thủy lực" loại RM1: 1 ≤ Chỉ số mài mòn < 1,5;
- Vật liệu chịu mài mòn "thủy lực" cao loại RM2: 0,7 ≤ Chỉ số mài mòn < 1;
- Vật liệu chịu mài mòn "thủy lực" siêu cao loại RM3: Chỉ số mài mòn < 0,7.

5 Yêu cầu kỹ thuật

DRAFT

5.1 Vật liệu

5.1.1 Khái quát

Các vật liệu trong sản xuất UHPC phải phù hợp với các yêu cầu kỹ thuật theo TCVN hiện hành và trong tiêu chuẩn này. Cũng có thể sử dụng các loại xi măng, phụ gia khoáng và cốt liệu ngoài những loại đã nêu trong TCVN 9340:2012 nhưng phải phù hợp với các yêu cầu của tiêu chuẩn này.

Các vật liệu thành phần của UHPC không được chứa các chất có hại có thể dẫn tới tác động bất lợi về độ bền lâu của UHPC hoặc gây nên sự ăn mòn cốt thép thường, hoặc cốt thép ứng suất trước (nếu có). Các vật liệu thành phần phải phù hợp cho yêu cầu sử dụng của UHPC.

Để bảo đảm yêu cầu các tính chất của UHPC, lượng dùng của các vật liệu thành phần cần được nghiên cứu khi thiết kế hỗn hợp UHPC (xem 5.2).

5.1.2 Xi măng

5.1.2.1 Xi măng được sử dụng trong UHPC phải là xi măng poóc lăng phù hợp với các yêu cầu kỹ thuật trong TCVN 2682:2020 hoặc xi măng Poóc lăng trắng phù hợp với các yêu cầu kỹ thuật trong TCVN 5691:2000. Các loại xi măng có mác 40 và 50 trở lên là phù hợp cho UHPC. Việc sử dụng các loại xi măng khác hoặc các mác xi măng khác thì cần phải có nghiên cứu cụ thể về sự phù hợp, đặc biệt các tính chất liên quan đến những thay đổi tiềm tàng do các đặc tính, vật chất và hàm lượng của các thành phần xi măng.

5.1.2.2 Khi không thực hiện được nghiên cứu riêng, các loại xi măng dự kiến được sử dụng trong môi trường đặc biệt tiếp xúc với nước ngọt, nước có chứa axit hoặc đất chứa axit (thuộc các loại XA2 và XA3, và với tuổi thọ thiết kế lớn hơn hoặc tương đương với 100 năm trong loại XA1) sẽ phải:

a) Được lựa chọn theo những yêu cầu đã được quy định trong TCVN 9346:2012;

b) Là xi măng đạt mác PC40, PC50;

c) Là xi măng đạt mác PC40, PC50 có bổ sung lượng phụ gia khoáng ít nhất 6 % silica fume hoặc 6 % mê ta cao lanh (tính theo tổng khối lượng xi măng và phụ gia khoáng).

5.1.2.3 Khi không thực hiện được nghiên cứu riêng, trong các trường hợp có tác nhân xâm thực ăn mòn hóa chất, chất kết dính của UHPC cần được lựa chọn theo TCVN 9346:2012 khi môi trường xâm thực đó gắn liền với loại XA1, XA2 hoặc XA3, trong đó tuổi thọ thiết kế là 50 năm khi tiếp xúc với môi trường XA1 theo TCVN 12041:17.

5.1.2.4 Với các kết cấu bằng UHPC ứng suất trước căng trước hoặc căng sau có tuổi thọ thiết kế lớn hơn hoặc bằng 100 năm, khi không thực hiện được nghiên cứu riêng, loại xi măng sử dụng phải phù hợp với những yêu cầu kỹ thuật trong TCVN 9114:2012 và có hàm lượng sun phít thấp (không lớn hơn 0,2 %).

5.1.3 Cốt liệu

DRAFT

5.1.3.1 Cốt liệu sử dụng cho UHPC là đá hạt nhỏ (D_{max} ≤ 10 mm) có cường độ cao, độ hút nước ≤ 2,5 % theo khối lượng và cát thạch anh. Các đặc trưng của cốt liệu phải đạt được các yêu cầu kỹ thuật phù hợp với TCVN 7570:2006, cốt liệu nhỏ phải có hàm lượng SiO_2 lớn hơn hoặc bằng 96 %.

5.1.3.2 Khi không thực hiện được nghiên cứu riêng, cốt liệu được sử dụng khi khả năng phản ứng kiềm - silic của cốt liệu kiểm tra theo phương pháp hoá học (TCVN 7572-14:2006) phải nằm trong vùng cốt liệu vô hại.

5.1.3.3 Khi khả năng phản ứng kiềm - silic của cốt liệu kiểm tra nằm trong vùng có khả năng gây hại thì cần thí nghiệm kiểm tra bổ sung theo phương pháp thanh vữa (TCVN 7572-14:2006) để đảm bảo chắc chắn vô hại.

5.1.4 Nước trộn

Nước trộn hỗn hợp UHPC cần đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật được quy định ở TCVN 4506:2012.

5.1.5 Phụ gia

5.1.5.1 Phụ gia hóa học

Phụ gia hóa học dùng để cải thiện tính chất công nghệ của hỗn hợp UHPC và/hoặc các tính chất cơ lý của bê tông phải phù hợp với các yêu cầu kỹ thuật quy định trong TCVN 8826:2011 hoặc phải thỏa thuận trước với người sử dụng.

5.1.5.2 Phụ gia khoáng

Phụ gia khoáng mịn và siêu mịn dùng để cải thiện các tính chất công nghệ của hỗn hợp UHPC , các tính chất cơ lý và độ bền lâu của bê tông. Một số loại phụ gia khoáng được sử dụng cho UHPC phải thỏa mãn các yêu cầu cụ thể như sau:

1) Bột đá vôi có độ mịn xác định theo phần còn lại trên sàng kích thước lỗ 0,09 mm không lớn hơn 10 %;

2) Bột thạch anh có độ mịn xác định theo phần còn lại trên sàng kích thước lỗ 0,09 mm không lớn hơn 10 %;

3) Tro bay phù hợp với các yêu cầu kỹ thuật trong TCVN 10302:2014;

4) Silica fume và tro trấu nghiền mịn phù hợp với các yêu cầu kỹ thuật trong TCVN 8827:2020;

5) Xỉ lò cao nghiền mịn phù hợp với các yêu cầu kỹ thuật trong TCVN 11586:2016;

6) Bột màu, khi sử dụng UHPC cho các chi tiết kiến trúc có nguồn gốc từ các khoáng chất vô cơ, hữu cơ, oxýt kim loại, muối kim loại... Bột màu phải đảm bảo các yêu cầu theo TCXDVN 159:1986 như sau:

a) Có độ bền kiềm, bền axit, không thay đổi màu khi tiếp xúc với vôi, xi măng, thạch cao, không độc hại với người và làm giảm cường độ của hỗn hợp UHPC.

b) Không biến màu, mất màu dưới tác dụng của ánh sáng mặt trời cũng như tiếp xúc với môi trường sử dụng.

5.1.6 Sợi thép

Sợi thép dùng để sản xuất UHPC phải phù hợp với các yêu cầu kỹ thuật trong TCVN 12392-1:2018;

5.2 Định lượng vật liệu

5.2.1 Xi măng, phụ gia khoáng, cốt liệu, nước trộn, phụ gia hóa học được định lượng với mức sai lệch ± 2 % về khối lượng của mỗi mẻ trộn.

5.2.2 Sợi được định lượng với mức sai lệch từ -2 % đến +4 % về khối lượng của mỗi mẻ trộn.

Khi định lượng sợi theo khối lượng, các bao, hộp hay các thùng chứa phải còn nguyên vẹn như nhà sản xuất đã đóng gói, có khối lượng được ghi rõ ràng, niêm phong của các bao bì vẫn còn nguyên. Không được sử dụng phần còn lại của sợi đã dùng khi chưa được cân lại.

Đối với một vài loại sợi, có thể sàng bằng sàng rung hoặc bằng thiết bị thích hợp khác trước khi trộn với bê tông để tránh vón cục.

5.3 Thiết bị trộn và trạm trộn

5.3.1 Thiết bị trộn và trạm trộn cho quá trình trộn hỗn hợp UHPC theo phương pháp trộn cưỡng bức từng mẻ.

5.3.2 Quy trình trộn hỗn hợp UHPC theo phương pháp trộn liên tục phù hợp với các yêu cầu được nêu trong TCVN 12394:2018.

CHÚ THÍCH 1: Cần chú ý đến tầm quan trọng của việc chọn máy trộn có công suất và năng suất phù hợp với khối lượng UHPC được sản xuất và để đảm bảo hiệu quả.

5.4 Yêu cầu của hỗn hợp UHPC

5.4.1 Hỗn hợp UHPC phải phù hợp với các quy định của tiêu chuẩn này và các quy trình công nghệ thi công bê tông đã được phê duyệt.

5.4.2 Trừ khi yêu cầu kỹ thuật của công trình có ghi cụ thể phương pháp xác định độ chảy, hỗn hợp UHPC có thể xác định giá trị độ chảy áp dụng một trong các phương pháp như quy định theo Bảng 1.

5.4.3 Thời gian duy trì độ chảy của hỗn hợp UHPC phụ thuộc điều kiện thời tiết, loại xi măng và đặc biệt là loại phụ gia sử dụng, cần được xác định bằng thực nghiệm. Khi không thực hiện được nghiên cứu độc lập, hỗn hợp UHPC cần duy trì độ chảy tối thiểu trong vòng 30 min ngay sau khi sử dụng hỗn hợp bê tông (sau khi bơm nếu sử dụng bơm, hoặc trước khi đổ hỗn hợp bê tông), kể từ khi chuyển đến công trường, khi xả hỗn hợp UHPC từ máy trộn, hoặc theo thoả thuận trong quá trình thi công, tùy theo

DRAFT

trường hợp nào xảy ra sau. Trong đó, khối lượng 0,25 m^3 được xả ra đầu tiên và sau cùng không yêu cầu phải đáp ứng quy định của tiêu chuẩn này.

5.4.4 Độ đồng nhất của hỗn hợp UHPC được đánh giá thông qua độ đồng nhất về khối lượng thể tích; hàm lượng cốt liệu hoặc sự phân bố sợi và vón cục sợi của mẫu thử. Độ đồng nhất được xác định ngay trước khi sử dụng hỗn hợp bê tông, ngay sau khi xả hỗn hợp bê tông từ máy trộn, hoặc theo thoả thuận trong quá trình thi công. Độ đồng nhất phải phù hợp với các quy định ở Bảng 6.

Bảng 6 – Yêu cầu độ đồng nhất của hỗn hợp UHPC

Tính chất thí nghiệm	Chênh lệch lớn nhất cho phép trong kết quả kiểm tra các mẫu lấy từ hai vị trí trong hỗn hợp UHPC	Phương pháp thử
1. Khối lượng thể tích lèn chặt của hỗn hợp bê tông, kg/m^3	100	TCVN 3108:1993
2. Hàm lượng cốt liệu, %	6,0	TCVN 3110:1993
3. Độ lưu động, mm	10,0	Phụ lục B
4. Tỷ lệ cốt sợi, % the thể tích	1,0	Phụ lục C

5.4.5 Nhiệt độ của hỗn hợp UHPC khi giao nhận và thi công (cho dù ở giai đoạn sản xuất nào, trong thử nghiệm thiết kế hoặc thử nghiệm về khả năng phù hợp) đều không được thấp hơn 10 ^{0}C hoặc lớn hơn 35 ^{0}C, trừ khi được quy định khác đi do kết quả của nghiên cứu độc lập hoặc do số trong giấy chứng nhận chất lượng UHPC đã được chấp nhận bởi các bên có liên quan.

5.4.6 Nhiệt độ thi công hỗn hợp UHPC

Hỗn hợp UHPC được sản xuất, vận chuyển và đổ khi nhiệt độ môi trường xung quanh lớn hơn -5 ^{0}C và khi không có những yêu cầu cụ thể phù hợp với tiêu chuẩn UHPC – Thi công và nghiệm thu thì nhiệt độ môi trường xung quanh không được quá 40 ^{0}C.

Để đảm bảo đạt được nhiệt độ môi trường xung quanh, việc sản xuất, vận chuyển và thi công hỗn hợp UHPC được đưa ra những yêu cầu cụ thể trong tiêu chuẩn UHPC – Thi công và nghiệm thu.

5.4.7 Bảo dưỡng bê tông UHPC

Việc bảo dưỡng phải được thực hiện càng sớm càng tốt sau khi đổ bê tông cho tới khi cường độ chịu nén trung bình của bê tông UHPC ở trong vùng tới hạn đạt ít nhất là 30% giá trị f_{ck} quy định, trừ khi có một nghiên cứu cụ thể chỉ ra rằng không có ảnh hưởng bất lợi nào tới các tính năng khác và các tính chất về độ bền lâu. Những yêu cầu để đạt mục tiêu này phải được xác nhận tính hợp lệ bằng thử nghiệm.

DRAFT

CHÚ THÍCH: Việc kiểm tra hiệu quả của những điều khoản này có thể được tiến hành trên các viên mẫu thử nghiệm mang tính thông tin (không bắt buộc áp dụng) hoặc bằng một phương pháp theo dõi tốc độ phát triển cường độ của bê tông phù hợp với bê tông UHPC.

Các phương pháp bảo dưỡng bê tông được thực hiện theo tiêu chuẩn UHPC – Thi công và nghiệm thu. Trừ khi có bằng chứng cụ thể, còn không các phương pháp bảo dưỡng bề mặt để ngăn ngừa sự bốc hơi nước nhanh của bê tông lúc tuổi sớm là bắt buộc.

Khả năng lặp lại được đối với việc bảo dưỡng đòi hỏi việc mô tả những điều khoản có thể áp dụng được sẽ được kết hợp chặt chẽ trong biên bản đổ hỗn hợp UHPC được kể đến trong mục 5.4.5, được xác nhận tính hợp lệ vào lúc kết thúc thử nghiệm về tính phù hợp và được thỏa thuận giữa người sử dụng và người đặt ra quy định cho UHPC. Ngoài việc đạt tới cường độ chịu nén tới hạn khi bảo dưỡng, việc miêu tả hiệu quả của việc bảo dưỡng bê tông trên mô hình kiểm tra trong quá trình thử nghiệm còn có thể được dựa vào các tiêu chí định tính (hình dáng bên ngoài, khả năng tương thích về màu sắc và các yêu cầu kỹ thuật về hình dáng bề ngoài của lớp bọc phủ bề mặt, không có sự nứt nẻ) và các tiêu chí đinh lượng (như độ hút nước).

Trong quá trình sản xuất, hiệu quả của các phương pháp bảo dưỡng được áp dụng theo biên bản phải được kiểm tra theo cách phù hợp với tiêu chuẩn UHPC – Thi công và nghiệm thu.

Những sự điều chỉnh lại cho phù hợp có thể có nhằm bảo đảm được hiệu quả của quá trình bảo dưỡng trong trường hợp có sự thay đổi về các điều kiện tiếp xúc với nước và bảo dưỡng nhiệt trong quá trình sản xuất, đổ hỗn hợp UHPC phải được đề cập đến bởi một thỏa thuận giữa người sử dụng và người đặt ra các quy định trên cơ sở các biện pháp cập nhật thông tin của thử nghiệm về tính phù hợp ban đầu, trong khi đó sẽ không cần thiết phải thực hiện một thử nghiệm về tính phù hợp mới nữa.

5.4.8 Bảo dưỡng nhiệt ẩm

Trong tiêu chuẩn này, việc áp dụng bảo dưỡng nhiệt ẩm cho hỗn hợp UHPC với các dạng TT1 và TT1+2 sẽ làm thay đổi đáng kể các tính chất cuối của UHPC, khi cường độ chịu nén trung bình đo được sau khi áp dụng phương pháp này chênh lệch trên 7% so với cường độ chịu nén trung bình đo được, trên cùng loại UHPC nhưng không trải qua bảo dưỡng nhiệt ẩm trước khi bắt đầu ninh kết.

Việc bảo dưỡng nhiệt ẩm hỗn hợp UHPC và sự thay đổi các tính chất của UHPC loại TT1, TT2 hoặc TT1+2 phải được xác nhận lại trong giai đoạn nghiên cứu thiết kế và được miêu tả trong thử nghiệm thiết kế, hoặc phải được miêu tả trong giấy chứng nhận chất lượng bê tông cùng với đường cong nhiệt độ - thời gian và điều kiện tiếp xúc với nước của kết cấu bê tông UHPC trong quá trình bảo dưỡng này. Cụ thể, việc bảo dưỡng nhiệt ẩm phải được kiểm soát để bảo đảm tác động của quá trình bảo dưỡng nhiết ẩm phù hợp với những yêu cầu trong mục 4.3.

Việc bảo dưỡng nhiệt ẩm phải thực hiện trước khi UHPC đông kết. Đối với UHPC thuộc loại TT1 hoặc TT1+2 bảo dưỡng nhiệt ẩm chỉ đẩy nhanh tốc độ đông kết và đóng rắn mà không làm thay đổi các tính

chất của UHPC. Thời gian bảo dưỡng cần được nghiên cứu cho phù hợp với các vật liệu sử dụng cụ thể. Quá trình bảo dưỡng phù hợp với các kết cấu công trình phải được điều chỉnh cụ thể và phải được xác nhận tính phù hợp bằng thử nghiệm. Quy trình bảo dưỡng này phải được miêu tả bằng một hàm thời gian của nhiệt độ và điều kiện tiếp xúc với nước của kết cấu UHPC trong thời gian bảo dưỡng.

Trong tất cả các trường hợp, việc mô tả quá trình bảo dưỡng nhiệt ẩm phù hợp với các điều kiện môi trường và kết cấu, phải bao gồm: tuổi của bê tông tại lúc bắt đầu bảo dưỡng nhiệt ẩm, tốc độ tăng nhiệt độ cho tới khi đạt tới ổn định (về nhiệt độ, khoảng thời gian gia nhiệt, dung sai đối với những thông số này) và tốc độ làm nguội xuống nhiệt độ môi trường xung quanh cho từng hình thức bảo dưỡng nhiệt ẩm nếu cần. Việc miêu tả cũng phải kể đến các điều kiện độ ẩm tương đối trong thời gian xảy ra bảo dưỡng nhiệt. Tuổi mẫu thử phải được biểu thị chính xác đến 15 min khi dưới 24 h và sau 24 h thì biểu thị theo giờ. Nhiệt độ phải được biểu thị theo ^{0}C và giá trị độ ẩm tương đối được làm tròn tới 5%.

Khi bảo dưỡng nhiệt ẩm được sử dụng trong giai đoạn thử nghiệm sẽ góp phần xác nhận sự phù hợp của việc lựa chọn UHPC. Vì thế việc này phải được kiểm tra nhằm bảo đảm các tính năng của UHPC sau khi bảo dưỡng nhiệt sẽ đạt được các yêu cầu quy định và những yêu cầu trong mục 4.3.

Khi UHPC được bảo dưỡng nhiệt ở mực độ trung bình nhằm dự đoán thời điểm bắt đầu đông kết, tốc độ đông kết và sự rắn chắc ban đầu. Dưỡng hộ nhiệt là biện pháp chỉ làm thay đổi các tính chất của UHPC ở tuổi sớm, cụ thể là: cường độ, sự co ngót và biến dạng từ biến, bằng cách làm thay đổi sự phụ thuộc theo thời gian của những tính chất này dưới dạng một hàm số của tuổi tương đương của bê tông, nhưng vẫn giữ những giá trị yêu cầu của chúng, phải bảo đảm được rằng các tính chất này ở độ tuổi sớm của bê tông sẽ đạt được phù hợp với tính toán.

CHÚ THÍCH 1: Việc theo dõi tốc độ phát triển cường độ của bê tông cho phép bảo đảm phù hợp với yêu cầu này từ sự hiệu chỉnh ban đầu đơn lẻ đối với sự tăng cường độ bê tông.

Trừ khi nêu cụ thể, còn không quá trình bảo dưỡng nhiệt cho UHPC loại TT1 và TT1+2 phải được giới hạn trong khoảng thời gian tổng cộng là 12 h và ở nhiệt độ tối đa bằng 60 ^{0}C trước khi bê tông rắn chắc.

Mặt khác, khi bảo dưỡng nhiệt sẽ làm thay đổi đáng kể các tính chất, cụ thể là cường độ và sự phát triển cường độ, các tính chất liên quan tới độ bền lâu, sự co ngót và biến dạng từ biến của UHPC loại TT1, TT2, và TT1+2 sau khi bê tông rắn chắc. Các tác động này của việc bảo dưỡng nhiệt phải được miêu tả ở giai đoạn thiết kế (hoặc trong giấy chứng nhận chất lượng) và được đề cập trong tính toán một cách phù hợp trong dự án.

Việc tuân thủ quá trình bảo dưỡng nhiệt phải được đề cập trong những điều khoản kiểm tra nội bộ được thực hiện bởi người sử dụng UHPC và người đưa ra yêu cầu kiểm tra. Việc kiểm tra biên bản về quá trình bảo dưỡng nhiệt đã sử dụng phải được ghi rõ trong hồ sơ về nhiệt độ và độ ẩm trong suốt khoảng thời gian xử lý nhiệt.

DRAFT

Mọi điều khoản cho việc điều chỉnh các phương pháp bảo dưỡng nhiệt cho phù hợp có thể được sử dụng trước khi bê tông đông kết và đóng rắn ở điều kiện nhiệt độ môi trường xung quanh đều phải được chỉ ra bởi người sử dụng UHPC.

Việc làm nguội một kết cấu hoặc một bộ phận bằng UHPC đã được dự tính trước trong quá trình sản xuất sẽ không được coi là một phương pháp bảo dưỡng nhiệt riêng mà nằm trong tiêu chuẩn UHPC – Thi công và nghiệm thu. Việc điều chỉnh chính xác tính hợp lệ của quá trình bảo dưỡng cần được thực hiện bằng thử nghiệm.

CHÚ THÍCH 2: Việc miêu tả và tuân thủ quy trình làm nguội phụ thuộc vào những điều đã được nêu chi tiết trong tiêu chuẩn UHPC – Thi công và nghiệm thu.

5.5 Yêu cầu đối với UHPC

UHPC theo tiêu chuẩn này phải đáp ứng các yêu cầu sau:

5.5.1 Khối lượng thể tích khô trung bình của UHPC được xác định theo TCVN 3115:1993 không được nhỏ hơn 2200 kg/m^3 và không lớn hơn 2800 kg/m^3.

5.5.2 Cường độ chịu nén được xác định theo Phụ lục E của tiêu chuẩn này. Kết quả thử phải bằng hoặc lớn hơn giá trị quy định ở Bảng 2 hoặc cường độ chịu nén yêu cầu ở tuổi thử nghiệm.

5.5.3 Cường độ chịu kéo trực tiếp được xác định theo Phụ lục F. Kết quả thử phải bằng hoặc lớn hơn giá trị yêu cầu ở tuổi thử nghiệm.

5.5.4 Đặc trưng uốn sau nứt được xác định theo Phụ lục G. Các kết quả thử phải bằng hoặc lớn hơn giá trị yêu cầu ở tuổi thử nghiệm.

CHÚ THÍCH: Không quy định đặc trưng uốn sau nứt khi dùng sợi để kiểm soát nứt do co mềm của bê tông.

5.5.5 Khi có yêu cầu UHPC chịu tác động của các chu kỳ đóng/tan băng. Nhà sản xuất sẽ phải cung cấp bằng chứng xác nhận độ bền băng giá. Bằng chứng xác nhận sự thỏa mãn yêu cầu độ bền băng giá trong điều kiện đóng/tan băng của UHPC được thử nghiệm trên bê tông có cùng hàm lượng bọt khí, cùng loại cốt liệu và cùng thành phần như bê tông cốt sợi được sử dụng cho công trình. Kết quả thử nghiệm minh chứng được chấp nhận khi bê tông đã trải qua ít nhất hai mùa đông. Khi không có bằng chứng như trên, sự thỏa mãn yêu cầu độ bền băng giá của UHPC trong công trình được minh chứng bằng hệ số độ bền băng giá trung bình, ít nhất phải bằng 80 % đối với tổ mẫu gồm 3 viên mẫu thử nghiệm khi thử theo TCVN 12300:2018.

5.5.6 Tính chống thấm, kết quả thử phải bằng hoặc lớn hơn giá trị yêu cầu của thiết kế.

5.5.7 Độ co tự sinh, co mềm, co cứng, co tổng, kết quả thử phải nhỏ hơn hoặc bằng giá trị yêu cầu của thiết kế.

5.5.8 Hệ số thấm ion clo, kết quả thử phải nhỏ hơn hoặc bằng giá trị yêu cầu của thiết kế. Hoặc hàm lượng clorua của UHPC được biểu thị dưới dạng tỉ lệ phần trăm theo khối lượng của ion clorua so với khối lượng của xi măng không được vượt quá:

a) 0,20 % đối với UHPC loại M không có cốt thép, trừ khi độ bền của bê tông cốt sợi đã được thử nghiệm kiểm chứng khả năng chịu sự ăn mòn, hoặc đối với loại UHPC sử dụng cốt thép ứng suất trước căng sau;

b) 0,15 % đối với UHPC loại A hoặc loại M được sử dụng trong những kết cấu sử dụng cốt thép ứng suất trước căng sau;

c) 0,40 % trong tất cả các trường hợp khác của UHPC.

5.5.9 Cường độ bám dính giữa lớp bê tông cũ và lớp bê tông mới, kết quả thử phải bằng hoặc lớn hơn giá trị yêu cầu của thiết kế.

5.5.10 Khả năng chống cháy phải bằng hoặc lớn hơn yêu cầu của thiết kế. Khi không có yêu cầu cụ thể thì UHPC có khả năng chống cháy đạt cấp độ A1 theo tiêu chuẩn NF EN 13501-1+A1 và không yêu cầu thử nghiệm khả năng chống cháy của UHPC nếu UHPC có chứa dưới 1% theo khối lượng hoặc thể tích (theo giá trị thấp nhất) thành phần vật liệu hữu cơ được phân bố đồng đều.

5.6 Những yêu cầu về độ bền lâu và sự mài mòn của UHPC.

5.6.1 Khái quát

Để kết cấu bằng UHPC chịu được các tác động của môi trường, kết cấu phải được thiết kế phù hợp với những yêu cầu của tiêu chuẩn thiết kế TCVN P18-710 : 202X "Bê tông siêu tính năng (UHPC) – Yêu cầu thiết kế kết cấu" và tuân thủ với những yêu cầu liên quan tới vật liệu đã được định trong tiêu chuẩn này theo 5.6.2, 5.6.3 và 5.6.4. Những yêu cầu này phải tính đến tuổi thọ làm việc yêu cầu của kết cấu bằng UHPC.

5.6.2 Những yêu cầu đối với vật liệu thành phần của UHPC khi tiếp xúc với môi trường xâm thực

Xi măng phải thỏa mãn những yêu cầu của mục 5.1.2 khi kết cấu làm việc ở một trong các môi trường XA1, XA2 hoặc XA3.

Khi xét đến khả năng bong rộp/nứt vỡ trong khi xảy ra hỏa hoạn, UHPC phải có hàm lượng cốt sợi polypropylene phù hợp và được xác nhận bằng một nghiên cứu thử nghiệm.

5.6.3 Những yêu cầu liên quan đến độ bền lâu

Ngoài những yêu cầu của 5.6.2 và khi không có yêu cầu cụ thể về độ bền lâu, các tính năng yêu cầu của UHPC nhằm bảo đảm độ bền lâu của kết cấu theo các môi trường tiếp xúc và theo tuổi thọ làm việc thiết kế được nêu ở Bảng 7.

DRAFT

Bảng 7 – Những tính năng yêu cầu của UHPC gắn liền với độ bền lâu và môi trường tiếp xúc

Mức độ tiếp xúc với môi trường	Tuổi thọ làm việc thiết kế	Tính năng yêu cầu	Ghi chú
XC1, XC2, XC3, XC4	50 năm	-	Ngưỡng cơ bản tại 4.7.2
	100 năm	-	Ngưỡng cơ bản tại 4.7.2
	150 năm	Dp+, Dg+	
XS1, XS2, XD1, XD2, XF2	50 năm	-	Ngưỡng cơ bản tại 4.7.2
	100 năm	-	Ngưỡng cơ bản tại 4.7.2
	150 năm	Dp+, Dc+, Dg+	
XF1, XF3	50 năm	-	Ngưỡng cơ bản tại 4.7.2
	100 năm	-	Ngưỡng cơ bản tại 4.7.2
	150 năm	-	Ngưỡng cơ bản tại 4.7.2
XS3, XD3	50 năm	-	Ngưỡng cơ bản tại 4.7.2
	100 năm	Dp+, Dc+	
	150 năm	Dp+, Dc+, Dg+	
XF4	50 năm	-	Ngưỡng cơ bản tại 4.7.2
	100 năm	Dp+, Dc+, Dg+	
	150 năm	Dp+, Dc+, Dg+ và nghiên cứu cụ thể	
XA1	50 năm	-	Ngưỡng cơ bản tại 4.7.2
	100 năm	-	Ngưỡng cơ bản tại 4.7.2 và những yêu cầu cụ thể tại 5.1.2
	150 năm	Dp+, Dc+, Dg+	Và những yêu cầu cụ thể tại 5.1.2
XA2, XA3	50 năm	-	Ngưỡng cơ bản tại 4.7.2 và những yêu cầu cụ thể tại 5.1.2
	100 năm	Dc+	Và những yêu cầu cụ thể tại 5.1.2
	150 năm	Dp+, Dc+, Dg+	Và những yêu cầu cụ thể tại 5.1.2 sẽ được bổ sung bởi một nghiên cứu cụ thể trong trường hợp XA3 với các điều

DRAFT

			kiện phi tĩnh.
Những yêu cầu bổ sung ([b]) nhằm ngăn ngừa sự hình thành khoáng ettringite muộn (4.7.1) do hình dạng hoặc phạm vi sử dụng của kết cấu, hoặc việc bảo dưỡng nhiệt ẩm gắn liền với quy trình sản xuất và thời gian bảo dưỡng của UHPC không đảm bảo khả năng loại trừ được nguy cơ khi bê tông tiếp xúc với nguồn nhiệt lớn hơn 65 ^{0}C trên 4 h trong quá trình sản xuất hoặc trong quá trình làm việc của kết cấu đó.			
XH1	50 năm	-	Ngưỡng cơ bản tại 4.7.2
	100 năm	-	Ngưỡng cơ bản tại 4.7.2
	150 năm	Dp+	
XH2	50 năm	-	Ngưỡng cơ bản tại 4.7.2
	100 năm	([c])	Ngưỡng cơ bản tại 4.7.2 và (b)
	150 năm	Dp+ và ([c])	
XH3	50 năm	([c])	Ngưỡng cơ bản tại 4.7.2 và (b)
	100 năm	Dp+ và ([c])	
	150 năm	Dp+, Dc+, Dg+ và ([c])	
CHÚ THÍCH: [a] Những yêu cầu được biểu thị cho tuổi thọ làm việc thiết kế bằng 150 năm và mở rộng cho những dự án có tuổi thọ làm việc thiết kế lớn hơn 100 năm. Khi tuổi thọ làm việc thiết kế trên 200 năm, cần có nghiên cứu cụ thể. [b] Không cần thiết phải áp dụng những yêu cầu bổ sung này nếu nhiệt độ làm việc chỉ bằng 65 ^{0}C hoặc vượt quá trong một tình huống có cháy đột ngột. [c] Nguy cơ của sự hình thành ettringite muộn sẽ được loại trừ dựa vào phương pháp nghiên cứu xác nhận theo LPC66 [3]			

5.6.4 Những yêu cầu liên quan khả năng bị mài mòn

Trong trường hợp tiếp xúc với tác động mài mòn liên quan đến dòng chảy thủy lực ở các mức độ khác nhau, cần tham khảo sự phân loại UHPC tương ứng tại 4.7.3. Những yêu cầu cụ thể được nêu ở Bảng 8.

Bảng 8 - Những yêu cầu về khả năng chịu mài mòn thủy lực

Môi trường	Loại
XM1	RM1, RM2 hoặc RM3

DRAFT

XM2	RM2 hoặc RM3
XM3	RM3
CHÚ THÍCH: Sự phân loại này không phù hợp cho việc miêu tả khả năng chịu tác động mài mòn do lực va đập và sự cọ mòn không liên quan tới nước hoặc dòng chất lỏng. Trong trường hợp này, có thể sử dụng một lớp UHPC có chiều dày lớn để bù đắp sự mài mòn và giá trị này sẽ được quy định trong yêu cầu kỹ thuật.	

6 Phương pháp thử

6.1 Lấy mẫu và chuẩn bị mẫu

6.1.1 Mẫu thử hỗn hợp UHPC được lấy và chuẩn bị theo các quy định ở Phụ lục A tại thời điểm đổ hoặc khi chế tạo hỗn hợp bê tông.

6.1.2 Phương pháp chế tạo và bảo dưỡng mẫu thí nghiệm tính chất cơ lý của UHPC theo Phụ Lục A.

6.2 Thử nghiệm tính chất hỗn hợp bê tông

6.2.1 Thử nghiệm độ chảy của hỗn hợp UHPC được thực hiện theo Phụ Lục B của tiêu chuẩn này. Khi sử dụng các phương pháp thử nghiệm khác cần tham khảo các giá trị ở Bảng 1. Thí nghiệm độ chảy được thực hiện với mỗi lần giao hàng tại thời điểm đổ bê tông theo lựa chọn của nhân viên kiểm tra, khi chế tạo các mẫu thử để thử nghiệm tính chất của bê tông. Phải thực hiện lại tất các các phép thử khi có sự thay đổi thành phần cấp phối bê tông phù hợp với yêu cầu của tiêu chuẩn này (xem 5.4) và sử dụng kết quả thử lặp lại để xác định bê tông có thỏa mãn các yêu cầu của tiêu chuẩn này hay không.

6.2.2 Nếu độ chảy và độ đồng nhất đo được không nằm trong giới hạn cho phép của tiêu chuẩn này, thì thử nghiệm lại ngay với phần khác của cùng mẫu thử đó. Nếu kết quả thử lại vẫn không nằm trong giới hạn cho phép thì kết luận bê tông không đạt yêu cầu của tiêu chuẩn này.

6.2.3 Thời gian duy trì độ chảy của hỗn hợp UHPC được xác định tại thời điểm giao hàng và sau khi giao hàng 30 min.

6.2.4 Thử nghiệm hàm lượng cốt sợi với mỗi lần giao hàng tại thời điểm đổ bê tông theo lựa chọn của nhân viên kiểm tra. Trình tự thực hiện theo Phụ lục C của tiêu chuẩn này.

6.2.5 Khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông xác định với mỗi lần giao hàng tại thời điểm đổ bê tông theo TCVN 3108:1993.

6.3 Thử nghiệm tính chất cơ học của bê tông

6.3.1 Cường độ chịu nén, chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử theo 6.1.2 và trình tự thí nghiệm theo Phụ lục E.

DRAFT

6.3.2 Cường độ chịu kéo trực tiếp, chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử theo 6.1.2 và trình tự thí nghiệm theo Phụ lục F.

6.3.3. Thử nghiệm đặc trưng chịu uốn sau nứt và xác định cường độ chịu uốn, chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử theo 6.1.2. Trình tự thí nghiệm theo Phụ lục G và Phụ lục H.

6.3.4 Mô đun đàn hồi và hệ số Poat xông, thí nghiệm theo Phụ lục H;

6.4 Thử nghiệm các tính chất khác (khi có yêu cầu)

6.4.1 Hàm lượng cốt liệu của hỗn hợp bê tông, được xác định khi có yêu cầu theo TCVN 3110:1993

6.4.2 Độ mài mòn bề mặt, thí nghiệm theo TCVN 3114:1993;

6.4.3 Hệ số thấm nước, thí nghiệm theo ASTM C1585 hoặc NF P18-459

6.4.4 Hệ số thấm ion clo, thí nghiệm theo TCVN 9492:2012 hoặc XP P 18-462

6.4.5 Độ co, thí nghiệm theo TCVN 3117:1993 tùy thuộc vào điều kiện bảo dưỡng ẩm tự nhiên hoặc bảo dưỡng nhiệt ẩm;

6.4.6 Độ co mềm, thí nghiệm theo ASTM C1579-21;

6.4.7 Hệ số độ bền băng giá, thí nghiệm theo TCVN 12300:2018;

6.4.8 Cường độ bám dính giữa lớp bê tông cũ và lớp bê tông mới, thí nghiệm theo TCVN 9491: 2012;

6.4.9 Khả năng bám dính với cốt thép, xác định bằng phương pháp thí nghiệm kéo nhổ theo RILEM RC6;

6.4.10 Tính chống thấm nước được xác định theo TCVN 3116:1993;

6.4.11 Tính chống cháy được xác định theo TCVN 9311.1-8:2012

6.5 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo kết quả thử nghiệm phải bao gồm ít nhất các thông tin sau:

- Tên và địa chỉ đơn vị thử nghiệm;

- Tên và địa chỉ đơn vị yêu cầu thử nghiệm;

- Các chỉ tiêu yêu cầu và phương pháp thử nghiệm;

- Ngày, giờ tạo mẫu thử và thí nghiệm mẫu thử;

- Các kết quả thử nghiệm theo yêu cầu;

7. Thử nghiệm thiết kế và thử nghiệm chứng nhận phù hợp

7.1 Khái quát

Thử nghiệm thiết kế được thực hiện bởi nhà sản xuất UHPC, là việc kiểm tra cấp phối của UHPC cho phép thỏa mãn được các yêu cầu kỹ thuật của dự án, có tính đến những dung sai sản xuất. Nhà sản

DRAFT

xuất có thể dựa vào giấy chứng nhận chất lượng bê tông để đánh giá sự thỏa mãn tất cả hoặc một số yêu cầu của các chỉ dẫn kỹ thuật cho UHPC. Khi không có giấy chứng nhận chất lượng hoặc những thông tin chứng nhận phù hợp trong giấy, nhà sản xuất phải tiến hành một thử nghiệm thiết kế để xác định những tính chất đã được quy định và chưa được nghiên cứu từ trước.

Nhà sản xuất UHPC sau đó phải tiến hành một thử nghiệm kiểm tra về khả năng phù hợp để cho người đặt ra các quy định yêu cầu kỹ thuật phê duyệt việc sử dụng cấp phối UHPC đã đề xuất, có tính đến các nguồn lực được sử dụng cho việc sản xuất, vận chuyển, đổ bê tông, bảo dưỡng và thực hiện bất kỳ sự xử lý cần thiết nào được đưa ra trong các quy trình sản xuất.

Thử nghiệm về khả năng phù hợp là sản xuất ra một bộ phận kiểm chứng theo yêu cầu của người sử dụng hỗn hợp UHPC nhằm xác nhận sự hợp lệ của tất cả các quy trình sản xuất (đổ và bảo dưỡng bê tông) đạt được các yêu cầu kỹ thuật đã quy định.

7.2. Thử nghiệm thiết kế

7.2.1 Nội dung của thử nghiệm thiết kế

Thử nghiệm thiết kế phải dựa vào tất cả các tính chất của UHPC đã quy định đối với một dự án cho trước như đã được đưa ra tại mục 5. Nó xác nhận tính hợp lệ của các thông số kỹ thuật của UHPC đã đạt được bằng cấp phối thiết kế và để kiểm tra, bảo đảm rằng cấp phối thiết kế này vẫn đảm bảo nếu như tỷ lệ thành phần vật liệu UHPC đạt tới các giá trị biên đã có dung sai chấp nhận được, sự đảm bảo chắc chắn được đánh giá qua các giá trị cường độ chịu kéo, cường độ chịu nén và độ đặc chắc. Việc xác nhận tính hợp lệ nội dung thử nghiệm thiết kế phải bao gồm cả việc áp dụng bất kỳ sự xử lý nhiệt nào đã lập thành kế hoạch.

Như vậy, thử nghiệm thiết kế phải căn cứ vào ba hỗn hợp sau:

a) Một hỗn hợp UHPC theo cấp phối thiết kế;
b) Một hỗn hợp UHPC tăng 10% xi măng so với cấp phối thiết kế;
c) Một hỗn hợp UHPC giảm 10% xi măng so với cấp phối thiết kế;

Một mẫu thử nghiệm được lấy từ mỗi hỗn hợp ở trên để tiến hành kiểm tra các tính chất kỹ thuật cơ bản của UHPC gồm:

a) Thử nghiệm độ lưu động phù hợp với tính công tác của bê tông kèm theo phép đo về nhiệt độ của hỗn hợp UHPC;
b) Xác định thời gian thi công hỗn hợp UHPC bằng cách thực hiện thí nghiệm về độ lưu động của bê tông theo thời gian, sử dụng thử nghiệm phù hợp với tính công tác của hỗn hợp UHPC ở nhiệt độ phù hợp với điều kiện đổ bê tông;
c) Thử nghiệm xác định cường độ chịu nén (ít nhất là ba viên mẫu thử nghiệm) theo cách thức phù hợp với Phụ lục E;
d) Thử nghiệm xác định cường độ chịu kéo theo Phụ lục G hoặc Phụ lục H.

DRAFT

Hỗn hợp UHPC tương ứng với cấp phối thiết kế phải cho phép các mẫu được yêu cầu lấy ra để những thử nghiệm bổ sung sau đây được thực hiện:

- Những thử nghiệm liên quan tới việc kiểm tra sự phù hợp của tiêu chuẩn này về độ thấm nước, hệ số khuếch tán ion clo, độ thấm khí biểu kiến, khối lượng thể tích với những yêu cầu tại mục 4.3 đề cập (ở bất kỳ sự xử lý nhiệt nào được áp dụng);

- Những thử nghiệm liên quan tới các yêu cầu bổ sung theo mục 5.6 và năng lượng hoạt hóa của UHPC ở thời gian bảo dưỡng tương đương.

7.2.2 Các tiêu chí nghiệm thu thử nghiệm thiết kế

7.2.2.1 Khái quát

Thử nghiệm thiết kế được coi là thỏa mãn nếu những điều kiện sau đây được thực hiện:

a) Các kết quả thử nghiệm về độ thấm nước, hệ số khuếch tán ion clo, độ thấm khí biểu kiến, khối lượng thể tích đều thỏa mãn với những yêu cầu đã đưa ra tại mục 4.6 và 4.7.2;
b) Khi sử dụng phương pháp bảo dưỡng nhiệt ẩm, những yêu cầu của mục 4.3 phải được thỏa mãn;
c) Các kết quả của những thử nghiệm liên quan tới những yêu cầu bổ sung đều tuân thủ với các đặc điểm kỹ thuật của UHPC;
d) Tất cả các kết quả đo độ lưu động (được đo trong những khoảng cách thời gian tương ứng với thời gian thi công hỗn hợp UHPC) tuân thủ với loại hỗn hợp UHPC đã được quy định hoặc là những kết quả này nằm trong phạm vi đã quy định so với giá trị độ lưu động yêu cầu, với điều kiện nhiệt độ tuân thủ tại mục 5.4.5 đối với cấp phối thiết kế và các hỗn hợp UHPC tăng, giảm 10% xi măng so với cấp phối thiết kế;
e) Các kết quả của những thử nghiệm cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo đối với cấp phối thiết kế và các hỗn hợp UHPC tăng, giảm 10% xi măng so với cấp phối thiết kế đều thỏa mãn những yêu cầu đã đưa ra trong các mục 7.2.2.2 và 7.2.2.3.

7.2.2.2 Các tiêu chí nghiệm thu kết quả thử nghiệm cường độ chịu nén

Trung bình số học ($f_{cm,n}$) của các kết quả thử nghiệm hỗn hợp UHPC tương ứng đối với cấp phối thiết kế phải thỏa mãn các bất đẳng thức (1) và (2) sau đây:

$$f_{cm,n} \geq f_{ck,req} + C_E - (C_{moy} - 3S_c) + 3 \text{ (MPa)} \quad (1)$$

$$f_{cm,n} \geq 1{,}1\, f_{ck,req} \quad (2)$$

Mặt khác, với từng hỗn hợp UHPC tăng, giảm 10% xi măng so với cấp phối thiết kế, giá trị trung bình của các kết quả cường độ chịu nén phải thỏa mãn các bất đẳng thức (3) và (4) sau đây:

$$f_{cm,n} \geq f_{ck,req} + C_E - (C_{moy} - S_c) \quad (3)$$

$$f_{cm,d} \geq 1{,}05\, f_{ck,req} \quad (4)$$

trong những bất đẳng thức này, các giá trị được tính bằng Megapascal (MPa). Trong đó:

$f_{cm,n}$ là trung bình số học của các kết quả cường độ chịu nén thu được từ hỗn hợp UHPC đối với cấp phối thiết kế;

$f_{cm,d}$ là trung bình số học của các kết quả cường độ chịu nén trên một hỗn hợp UHPC tăng, giảm 10% xi măng so với cấp phối thiết kế;

$f_{ck,req}$ là giá trị đặc trưng yêu cầu của cường độ chịu nén;

C_E là cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày của xi măng được sử dụng cho thử nghiệm thiết kế này, được xác định theo TCVN 6016:2011;

C_{moy} là giá trị trung bình của cường độ chịu nén của xi măng ở tuổi 28 ngày, được xác định theo TCVN 6016:2011 và được theo dõi bởi nhà cung cấp trong 6 tháng trước khi tiến hành thử nghiệm thiết kế;

S_c là độ lệch tiêu chuẩn của các giá trị được sử dụng để xác định đại lượng C_{moy}.

7.2.2.3 Các tiêu chí nghiệm thu kết quả thử nghiệm cường độ chịu kéo

Với từng hỗn hợp UHPC tăng, giảm 10% xi măng so với cấp phối thiết kế và hỗn hợp UHPC theo cấp phối thiết kế, việc ước tính giá trị đặc trưng của giới hạn đàn hồi $f_{ctk,el}$ từ các thử nghiệm uốn 4 điểm phải lớn hơn hoặc tương đương với giá trị yêu cầu $f_{ctk,el,req}$.

Với từng hỗn hợp hợp UHPC tăng, giảm 10% xi măng so với cấp phối thiết kế và hỗn hợp UHPC theo cấp phối thiết kế, việc ước tính đường cong đặc trưng của cường độ chịu kéo được xác định theo cách thức phù hợp với Phụ lục G hoặc Phụ lục H phải lớn hơn hoặc tương đương ở tất cả các điểm quy định được yêu cầu bằng cách tham chiếu mục 5.5;

Với từng hỗn hợp UHPC tăng, giảm 10% xi măng so với cấp phối thiết kế và hỗn hợp UHPC theo cấp phối thiết kế, UHPC phải thuộc về loại có cường độ chịu kéo quy định hoặc cao hơn.

7.3 Thử nghiệm chứng nhận phù hợp

7.3.1 Nội dung của thử nghiệm chứng nhận phù hợp

7.3.1.1 Những tính chất kiểm tra

Thử nghiệm chứng nhận phù hợp là việc kiểm tra những tính chất sau đây của UHPC:

a) Độ lưu động được xác định phù hợp với tính công tác của hỗn hợp UHPC kèm theo thí nghiệm về nhiệt độ của hỗn hợp UHPC;
b) Thời gian thi công UHPC được xác định bằng cách thực hiện thí nghiệm độ lưu động của hỗn hợp UHPC theo thời gian, tính công tác của hỗn hợp UHPC được xác định ở nhiệt độ phù hợp với những điều kiện đổ bê tông;
c) Cường độ chịu nén được xác định theo Phụ lục E;

DRAFT

d) Cường độ chịu kéo được xác định theo Phụ lục G;

Khi những tính chất sau đây được quy định trong dự án, thử nghiệm chứng nhận phù hợp phải kiểm tra bổ sung những tính chất kỹ thuật sau:

a) Hàm lượng bọt khí của hỗn hợp UHPC;
b) Bất cứ đặc tính bổ sung nào liên quan với độ lưu động của hỗn hợp UHPC và các điều kiện đổ bê tông;
c) Mô đun Young;
d) Sự phát triển cường độ bê tông ở tuổi sớm có liên quan tới những yêu cầu gắn liền với việc tháo dỡ ván khuôn, thi công, tạo ứng suất trước hoặc bảo dưỡng nhiệt ẩm cho bê tông.

Những mẫu thử kiểm tra các tính năng đã được quy định theo cấp phối thiết kế, phải lấy một khối lượng mẫu đại diện cho UHPC được sản xuất theo những điều kiện đã thiết lập và theo các quy trình sản xuất được phê duyệt (bao gồm: việc nhào trộn hỗn hợp UHPC, thể tích mẻ trộn, việc vận chuyển, đổ bê tông, và bất kỳ sự xử lý bê tông nào, nếu có thể áp dụng được). Mẫu bê tông thử nghiệm phải được lấy từ khi bắt đầu đến khi kết thúc thi công. Mỗi mẫu thử để xác định các tính chất cụ thể của hỗn hợp UHPC và một nửa mẫu thử nghiệm sẽ được yêu cầu để xác định các tính chất của UHPC đã đóng rắn.

Số lượng mẫu thử tối thiểu được sản xuất trong tổng số mẫu cần thiết để kiểm tra các tính chất một cách có hệ thống sẽ là:

- 6 viên mẫu thử để xác định cường độ chịu nén theo Phụ lục E;

- 12 viên mẫu lăng trụ để xác định sự làm việc khi chịu kéo theo Phụ lục G, hoặc 4 bản mỏng để xác định cường độ chịu kéo theo Phụ lục H. Hệ thống bảo đảm chất lượng của nhà sản xuất phải chuẩn bị cho một sự kiểm tra về tính đồng đều của sự phân bố cốt sợi sau khi các thử nghiệm trên những viên mẫu lăng trụ đã được hoàn thành.

Khi sử dụng phương pháp bảo dưỡng nhiệt ẩm như mô tả trong mục 5.4.8, thử nghiệm chứng nhận phù hợp cũng sẽ bao gồm cả việc chế tạo và lưu giữ các viên mẫu thử cho việc kiểm tra sự phù hợp với những yêu cầu của mục 4.3.

7.3.1.2 Mô hình kiểm chứng

Thử nghiệm chứng nhận phù hợp cũng phải bao gồm cả việc chế tạo ra một mô hình kiểm chứng đại diện cho kết cấu thực tế và điều kiện sản xuất. Mô hình này có kích thước thu nhỏ nhất định theo tỉ lệ và bằng kích thước thật đối với chiều dày nhỏ nhất, ở những vùng có các lực tập trung tác dụng, các vị trí thi công UHPC khó khăn bị giới hạn biến dạng. Những điều sau đây cần được phê duyệt:

a) Phương pháp đổ UHPC ảnh hưởng tới sự định hướng của cốt sợi (được đặc trưng bằng việc xác định các hệ số hướng sợi *K*), nếu có liên quan, thành những điều khoản cụ thể trong trường hợp đặt tải trọng thành công;

b) Những điều kiện của quá trình bảo dưỡng bê tông;
c) Những điều kiện cho việc chuẩn bị tiếp tục đổ bê tông tại các vị trí mạch ngừng;
d) Sự đảm bảo chất lượng yêu cầu của lớp phủ bề mặt (nếu có);
e) Đảm bảo các dung sai về kích thước và chiều dày lớp bê tông bảo vệ nếu cần thiết;
f) Khả năng thực hiện việc bảo dưỡng nhiệt ẩm (một hay vài lần) theo quy trình kiểm soát (nếu có);
g) Tương quan của việc tháo ván khuôn với sự phát triển cường độ bê tông (nếu cần).

Việc quy định cụ thể mô hình kiểm chứng và kế hoạch thử nghiệm chứng nhận phù hợp gắn liền với cả kế hoạch lấy mẫu thử để xác định các hệ số định hướng K phải được thống nhất giữa người đặt ra các yêu cầu kỹ thuật, nhà sản xuất UHPC và nhà thầu chính (trừ trường hợp sản phẩm UHPC đúc sẵn được đề cập bởi tiêu chuẩn của sản phẩm). Việc xác định các hệ số hướng sợi K phải được thực hiện theo quy trình phù hợp với Phụ lục I.

7.3.2. Các tiêu chí nghiệm thu thử nghiệm chứng nhận phù hợp

7.3.2.1 Khái quát

Thử nghiệm chứng nhận phù hợp được coi là phù hợp nếu những điều kiện sau đây được hoàn thành:

a) Tất cả các kết quả về độ lưu động (được xác định tại những thời điểm tương ứng với thời gian thi công UHPC thực tế) phù hợp với loại bê tông, hoặc những kết quả này nằm trong giới hạn yêu cầu của độ lưu động, với điều kiện nhiệt độ phù hợp với mục 5.2.10 hoặc với những điều kiện nhiệt độ đặc trưng cho quá trình sản xuất được dự kiến;
b) Các kết quả thử nghiệm cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo thỏa mãn những yêu cầu trong mục 7.3.2.2 và 7.3.2.3;
c) Khi sử dụng bảo dưỡng nhiệt ẩm như được mô tả trong mục 5.4.8, những yêu cầu của mục 4.3 cần được thỏa mãn;
d) Khi những tính chất này được quy định cụ thể trong dự án, tất cả các kết quả về hàm lượng bọt khí của hỗn hợp UHPC, bất kỳ yêu cầu bổ sung nào gắn liền với độ đặc chắc của hỗn hợp UHPC cùng với những điều kiện đổ bê tông, mô đun Young hoặc sự phát triển cường độ, tất cả đều được kể đến trong giới hạn cụ thể xung quanh giá trị mục tiêu;
e) Các giá trị K_{global} và K_{local} đều nhỏ hơn hoặc bằng những giá trị đã được định rõ cho tất cả các bộ phận của kết cấu và các hướng được xem xét;
f) Các quy trình đổ và xử lý bê tông UHPC được áp dụng trong quá trình sản xuất bộ phận kiểm chứng được chấp thuận tính hợp lệ bằng việc đạt được các giá trị về tính năng đã yêu cầu trên bộ phận kiểm chứng.

7.3.2.2 Các chỉ tiêu nghiệm thu thử nghiệm cường độ chịu nén của UHPC

Các kết quả thử nghiệm cường độ chịu nén được coi là thỏa mãn nếu các bất đẳng thức (5) và (6) được thỏa mãn:

$$f_{cm} \geq f_{ck,req} + C_E - (C_{moy} - 3S_c) \quad (5)$$

$$f_{cm} \geq 1{,}1\, f_{ck,req} \quad (6)$$

Trong các bất đẳng thức này, các giá trị được biểu thị bằng đơn vị Megapascal (MPa). Trong đó:

f_{cm} là trung bình số học của các kết quả thử nghiệm cường độ chịu nén;

$f_{ck,req}$ là giá trị đặc trưng yêu cầu của cường độ chịu nén;

- Đối với UHPC được sản xuất mà không sử dụng hỗn hợp vật liệu thành phần trộn sẵn:

C_E là cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày của xi măng được sử dụng trong thử nghiệm thiết kế; được xác định theo quy trình phù hợp với tiêu chuẩn này;

C_{moy} là giá trị cường độ chịu nén trung bình của xi măng ở tuổi 28 ngày, được xác định theo quy trình phù hợp với tiêu chuẩn này, được theo dõi bởi nhà cung cấp trong suốt 6 tháng trước khi tiến hành thử nghiệm thiết kế;

S_c là độ lệch chuẩn của các giá trị được sử dụng để xác định C_{moy}.

- Đối với UHPC được sản xuất từ hỗn hợp các thành phần vật liệu trộn trước:

C_E là cường độ chịu nén của UHPC kiểm chứng thu được với hỗn hợp trộn trước được sử dụng cho thử nghiệm thiết kế, được xác định theo cách thức phù hợp với Phụ lục L

C_{moy} là giá trị cường độ chịu nén trung bình của của bê tông kiểm chứng, được xác định theo quy trình phù hợp với Phụ lục L, được theo dõi bởi nhà cung cấp trong suốt 6 tháng trước khi tiến hành thử nghiệm chứng nhận phù hợp;

S_c là độ lệch chuẩn của các giá trị được sử dụng để xác định C_{moy}.

7.3.2.3 Các chỉ tiêu nghiệm thu đối với thử nghiệm cường độ chịu kéo của UHPC

Các kết quả thử nghiệm cường độ chịu kéo trên các viên mẫu thử được chế tạo và chuẩn bị theo Phụ lục G hoặc Phụ lục H được cho là đạt yêu cầu nếu tất cả những điều kiện sau đây được thỏa mãn:

a) Từng giá trị giới hạn đàn hồi khi chịu kéo của từng thử nghiệm $f_{cti,el}$ đều lớn hơn 1,0 lần giá trị giới hạn đàn hồi khi chịu kéo đặc trưng yêu cầu $f_{ctk,el,req}$;
b) Giá trị trung bình của các trị giới hạn đàn hồi khi chịu kéo, được biểu thị bằng $f_{ctm,el}$, lớn hơn 1,05 lần giá trị giới hạn đàn hồi khi chịu kéo yêu cầu $f_{ctk,el,req}$;
c) Ước tính đường cong đặc trưng của cường độ chịu kéo được xác định theo cách thức phù hợp với Phụ lục G hoặc Phụ lục H ở tất cả các điểm phải lớn hơn hoặc tương đương với yêu cầu thiết kế bằng việc tham chiếu tới mục 5.5;
d) Đường cong trung bình gần đúng của cường độ chịu kéo được xác định theo cách thức phù hợp với Phụ lục G hoặc Phụ lục H, vượt ra ngoài giới hạn đàn hồi, ở tất cả các điểm, phải lớn hơn hoặc bằng 1,1 lần yêu cầu thiết kế bằng việc tham chiếu tới mục 5.5;

8. Kiểm soát việc sản xuất UHPC

8.1. Kiểm soát việc sản xuất và vận chuyển hỗn hợp UHPC

Việc sản xuất và vận chuyển hỗn hợp UHPC tới vị trí đổ phải được thực hiện theo những điều khoản đảm bảo chất lượng và là sự kiểm soát nội bộ của nhà sản xuất UHPC. Nhà sản xuất UHPC cần có những thông tin về khoảng thời gian và điều kiện lưu giữ các vật liệu thành phần được sử dụng chế tạo UHPC đạt được tính chất yêu cầu. Cụ thể, nếu nhà sản xuất sử dụng một hỗn hợp trộn trước thì cần tuân theo những khuyến cáo để đạt được các tính chất yêu cầu trong giấy chứng nhận chất lượng bê tông kèm theo.

Quy trình kiểm soát bao gồm tất cả những yêu cầu thi công được nêu trong tiêu chuẩn UHPC – Thi công và nghiệm thu **(TCVN …:202x**). Ngoài ra còn phải kể đến những việc kiểm soát trong quá trình sản xuất sau đây:

a) Kiểm soát các vật liệu thành phần dựa vào số liệu kỹ thuật sản phẩm được cập nhật đều đặn, được bổ sung định kỳ những kết quả thử nghiệm nghiệm thu, cho phép thẩm định sự đảm bảo với những yêu cầu đã liệt kê trong mục 5.1;
b) Kiểm soát khoảng thời gian và điều kiện lưu giữ đối với các vật liệu thành phần;
c) Kiểm soát sự tuân thủ sai số định lượng các vật liệu thành phần nằm trong khoảng -2 % đến +4 % đối với cốt sợi, và ±2 % cho tất cả các loại vật liệu thành phần khác tính theo khối lượng;
d) Kiểm soát quy trình nhào trộn hỗn hợp UHPC phù hợp với điều kiện sản xuất thực tế đưa ra trong tiêu chuẩn UHPC – Thi công và nghiệm thu **(TCVN …:202x**);
e) Kiểm soát sự đồng nhất của hỗn hợp UHPC sau khi vận chuyển theo tiêu chuẩn UHPC – Thi công và nghiệm thu **(TCVN …:202x**);
f) Kiểm soát nhiệt độ của hỗn hợp UHPC ngay trước khi đổ (xem các mục 5.4.5 và 5.4.6);
g) Hiệu chỉnh lại cho đúng trong trường hợp có sai lệch;

Những nội dung kiểm tra bao gồm:

a) Các ghi chú về việc định lượng và mô tả trình tự nhào trộn hỗn hợp UHPC;
b) Đo độ lưu động của hỗn hợp UHPC được thực hiện tại cửa xả máy trộn cho từng mẻ trộn, tại điểm giao nhận hỗn hợp UHPC và sau khi vận chuyển để đổ theo những yêu cầu của tiêu chuẩn UHPC – Thi công và nghiệm thu **(TCVN …:202x**);
c) Việc xác định những tính chất bổ sung liên quan đến độ lưu động của hỗn hợp UHPC khi những tính chất đã được quy định;
d) Việc ghi chép nhiệt độ của hỗn hợp UHPC;
e) Các mẫu hỗn hợp UHPC được lấy và thử nghiệm theo cách thức phù hợp với những yêu cầu trong mục 5.4.4.

DRAFT

Hệ thống chất lượng của Nhà sản xuất UHPC phải cho phép ghi nhận các thông số không phù hợp với giá trị yêu cầu sẽ được lưu trữ riêng ở cả giai đoạn định lượng hoặc ở giai đoạn kiểm soát mẫu UHPC tại máy trộn hoặc sau khi vận chuyển.

Những hồ sơ gắn liền với việc sản xuất UHPC và hồ sơ kiểm soát việc vận chuyển phải được lưu giữ trong khoảng thời gian tối thiểu là 36 tháng (3 năm) như một phần của hệ thống kiểm soát nội bộ của nhà sản xuất UHPC và phải được chuyển cho người sử dụng khi có yêu cầu. Chúng có thể được chỉ ra trên phiếu giao nhận bê tông để cụ thể xem lại các đặc điểm kỹ thuật của UHPC trong khi giao nhận hỗn hợp UHPC.

Việc kiểm soát nội bộ gắn liền với quá trình sản xuất UHPC có thể được bổ sung bằng thử nghiệm chéo dựa vào những thử nghiệm trên hỗn hợp UHPC đã được kể đến ở trên, hoặc sự thử nghiệm bên ngoài do một bên thứ ba thực hiện. Những nội dung của việc thử nghiệm này không phải là yêu cầu bắt buộc của tiêu chuẩn này mà nằm trong hợp đồng thỏa thuận cụ thể giữa các bên.

8.2 Kiểm soát việc thi công hỗn hợp UHPC

Việc đổ hỗn hợp UHPC phải được tiến hành theo những điều khoản đảm bảo chất lượng, được thực hiện bởi người sử dụng, và những yêu cầu tương ứng được quy định trong tiêu chuẩn UHPC – Thi công và nghiệm thu **(TCVN …:202x**).

Những hồ sơ gắn liền với việc kiểm soát thi công hỗn hợp UHPC phải được lưu giữ trong khoảng thời gian tối thiểu là 36 tháng (3 năm) và phải được chuyển cho người sử dụng khi có yêu cầu.

8.3 Kiểm soát quá trình dưỡng hộ, rắn chắc UHPC

Những điều khoản đảm bảo chất lượng về việc kiểm soát sự đông kết và rắn chắc của UHPC được quy định trong tiêu chuẩn UHPC – Thi công và nghiệm thu **(TCVN …:202x**).

Việc kiểm tra phải bao gồm ít nhất những nội dung sau:

a) Kiểm tra để bảo đảm những yêu cầu trong mục 5.4.7 đã được thỏa mãn, các điều kiện và tần suất kiểm tra được ghi trong biên bản;
b) Kiểm tra việc áp dụng biên bản xử lý nhiệt, nếu có thể, ghi chép liên tục các giá trị nhiệt độ và độ ẩm tương đối gắn liền với những thao tác xử lý nhiệt.
c) Kiểm tra các tính chất kỹ thuật, cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo đáp ứng yêu cầu. Tần suất kiểm tra phụ thuộc vào thỏa thuận giữa Nhà sản xuất, người sử dụng UHPC và người đặt ra các yêu cầu kỹ thuật. Nhưng ít nhất là một tổ mẫu cho dưới $10m^3$ UHPC được sản xuất, và cứ thêm một tổ mẫu cho mỗi $10m^3$ được sản xuất hoặc phần bê tông còn lại. Mỗi tổ mẫu gồm 3 viên mẫu thử cường độ chịu nén được thực hiện phù hợp với Phụ lục E và 6 viên mẫu thử cường độ chịu uốn trên các mẫu hình lăng trụ không có khía theo Phụ lục G hoặc 6 viên mẫu bản mỏng theo Phụ lục H;

Ngoài ra, có thể tiến hành kiểm tra thêm các tính chất kỹ thuật theo điều kiện đặt hàng và tần suất kiểm tra được sự thỏa thuận giữa người đặt hàng các yêu cầu kỹ thuật, nhà sản xuất UHPC và người sử dụng. Ví dụ kiểm tra:

a) Các đặc tính gắn liền với sự phát triển cường độ của bê tông, cường độ ở tuổi sớm liên quan tới với việc tháo dỡ ván khuôn hoặc tạo ứng suất cho bê tông ứng suất trước;
b) Khối lượng thể tích của bê tông;
c) Mô đun Young;
d) Các đặc tính về sự co ngót;
e) Các đặc tính có liên quan tới biến dạng từ biến;
f) Những yêu cầu liên quan với chất lượng bề mặt của lớp phủ mặt ngoài;
g) Độ rỗng có thể thấm, hút nước;
h) Hệ số khuếch tán ion clo;
i) Độ thấm khí;
j) Độ hút nước mao quản;
k) Khả năng chống ăn mòn (về xói mòn, của axit, v..v…);
l) Độ bền mài mòn.

Việc kiểm tra các tính chất quy định của bê tông phải được thực hiện bởi cả nhà sản xuất UHPC và Người sử dụng, hoặc do một bên thứ ba thực hiện. Những điều khoản của việc thử nghiệm này không là yêu cầu bắt buộc của tiêu chuẩn này và tùy thuộc vào hợp đồng cụ thể giữa các bên.

Những hồ sơ gắn liền với việc kiểm tra hỗn hợp UHPC và bê tông phải được lưu giữ trong khoảng thời gian tối thiểu là 36 tháng (3 năm) như một phần của hệ thống kiểm soát nội bộ của người sử dụng UHPC và phải được chuyển cho người đặt ra các yêu cầu kỹ thuật của UHPC khi kết cấu hoặc các cấu kiện được giao nhận.

9 Kiểm soát sản xuất và sự tuân thủphù hợp với những yêu cầu

9.1 Những chỉ tiêu kiểm soát sản xuất và việc giao nhận hỗn hợp UHPC

Sự phù hợp của UHPC được sản xuất và giao nhận có thể được công bố nếu những điều kiện sau đây được đáp ứng:

a) Hồ sơ ghi chép về các thao tác định lượng và kiểm tra các nguồn vật liệu cho phép tuyên bố sự phù hợp theo cấp phối thiết kế trong phạm vi sai số định lượng bằng -2% và +4% đối với cốt sợi và ±2% đối với tất cả các thành phần khác theo khối lượng;
b) Hồ sơ ghi chép về trình tự các thao tác nhào trộn cho phép sai số ±1% trong suốt mỗi giai đoạn;
c) Nhiệt độ của hỗn hợp bê tông và nhiệt độ của môi trường xung quanh trong quá trình đổ bê tông được làm tròn tới 1 ^{0}C đều nằm trong phạm vi đã được quy định;

d) Độ lưu động của hỗn hợp UHPC được đo tại điểm xả ra của máy trộn (nếu cần thiết) và bắt buộc sau khi vận chuyển hỗn hợp UHPC để đổ đều nằm trong phạm vi đã được quy định theo bảng 1;
e) Khi hỗn hợp UHPC được giao nhận cho việc phân tích, kết quả của các mẫu hỗn hợp UHPC phải được thí nghiệm định tính (như sự có hay không các búi cốt sợi) hoặc sự thí nghiệm định lượng (như hàm lượng bọt khí, hàm lượng cốt sợi) như đã được chỉ ra trong mục 5.4.4 đáp ứng phù hợp;

Nếu một trong số những điều kiện kể trên không thỏa mãn, hỗn hợp UHPC của các mẻ trộn hoặc xe vận chuyển tương ứng, phải được thải bỏ đi. Trong trường hợp không thể thực hiện được, nhà sản xuất phải thông báo ngay cho người sử dụng. Người sử dụng phải thực hiện những biện pháp sửa chữa phù hợp theo những điều khoản đã nêu trong tiêu chuẩn UHPC – Thi công và nghiệm thu **(TCVN …:202x**) và nếu có thể áp dụng được, thì phù hợp với những điều khoản đã nêu trong tiêu chuẩn UHPC - Thiết kế kết cấu bê tông **(TCVN …:202x**). Những mẻ trộn và xe vận chuyển hỗn hợp UHPC tiếp theo phải phụ thuộc vào các biện pháp kiểm soát và phải có hồ sơ ghi chép đầy đủ. Nếu một trong số những điều kiện ở trên vẫn không thỏa mãn, việc đổ bê tông phải được dừng lại cho tới khi những nguyên nhân của sự không phù hợp này được xác định và điều chỉnh để đạt được các yêu cầu của tính chất kỹ thuật đã đặt ra.

9.2. Những chỉ tiêu của UHPC

9.2.1 Khái quát

Sự phù hợp của UHPC đã đổ và rắn chắc có thể được đảm bảo nếu những điều kiện sau đây được đáp ứng:

a) Những lần kiểm tra và hồ sơ ghi chép liên quan tới các thao tác đổ bê tông tuân thủ với những yêu cầu trong mục 8.2;
b) Hồ sơ ghi chép về nhiệt độ và độ ẩm tương đối gắn liền với bất kỳ quy trình xử lý nhiệt nào của UHPC cho phép công bố sự đảm bảo với biên bản gắn liền với những quy trình này, đã được kể đến trong mục 5.4.8. Tới lúc kết thúc, nhiệt độ đo được không được lớn hơn 2 ^{0}C so với giá trị đã được quy định, còn độ ẩm tương đối thì không được lớn hơn 5% so với giá trị đã được quy định, và tuổi của UHPC tại mỗi thời điểm bắt đầu giai đoạn xử lý không được lớn hơn 1 giờ so với giá trị đã được quy định;
c) Các kết quả thử nghiệm cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo, được thực hiện trên những mẫu thử nghiệm tương tự như với kết cấu, khi xét về việc bảo dưỡng và xử lý nhiệt, nếu có thể áp dụng được, thỏa mãn được những yêu cầu được mô tả dưới đây;
d) Tất cả các kết quả thử nghiệm về những tính chất bổ sung phụ thuộc vào sự kiểm tra thỏa mãn được bất đẳng thức đã quy định hoặc được kể đến trong phạm vi đã quy định rõ xung quanh giá trị mục tiêu.

9.2.2 Các chỉ tiêu nghiệm thu đối với thí nghiệm cường độ chịu nén

Các kết quả thử nghiệm cường độ chịu nén được xem như thỏa mãn nếu:

a) Đối với dự án được xem xét, cứ mỗi mẫu thử nghiệm kiểm soát được lấy, các bất đẳng thức (7), (8) hoặc (9) và (10) được đồng thời thỏa mãn:

$$S_c \leq 10\ \%\ f_{ck,req} \quad (7)$$

$$f_{cm} \geq f_{ck,req} + 1{,}3\ S_c \quad \text{nếu } n \geq 15 \quad (8)$$

hoặc

$$f_{cm} \geq f_{ck,req} + \alpha S_c \text{ nếu } 3 \leq n \leq 15 \text{ trong đó } \alpha = [(n\text{-}3).1{,}3 + (15\text{-}n).1]/12 \quad (9)$$

$$f_{ci} \geq f_{ck,req} - 7{,}5 \quad (10)$$

trong những bất đẳng thức này, các giá trị được biểu thị bằng đơn vị megapascal (MPa). Trong đó:

- f_{cm} là trung bình số học của n kết quả thử nghiệm kiểm soát cường độ chịu nén nếu $n \leq 15$, và là giá trị trung bình của ít nhất là 15 kết quả thử nghiệm nếu $n > 15$;

- $f_{ck,req}$ là giá trị yêu cầu của cường độ chịu nén đặc trưng;

- f_{ci} là giá trị của cường độ chịu nén cho bởi thử nghiệm thứ i;

- S_c là độ lệch tiêu chuẩn của 15 kết quả cuối cùng đã được kể đến ở trên.

b) Mặt khác, khi sản xuất hỗn hợp UHPC với các thành phần vật liệu đã có được dự kiến dùng cho một loạt kết cấu, những bất đẳng thức ở trên vẫn phải thỏa mãn bằng cách xét kết quả của 15 mẫu thử liên tiếp nhau và các kết cấu nào mà UHPC được dự định dùng.

Nếu một trong số ba điều kiện này không được đáp ứng, việc sản xuất phải được đình chỉ cho tới khi những nguyên nhân của sự không tuân thủ được xác định và hiệu chỉnh cho đúng, tới khi các bất đẳng thức trên được thỏa mãn.

9.2.3 Các chỉ tiêu nghiệm thu đối với thử nghiệm cường độ chịu kéo

Các kết quả thử nghiệm uốn 4 điểm trên những mẫu thử nghiệm không có khía (xem mục 8.3c) được coi như là thỏa mãn nếu:

a) Một mặt, từng mẫu thử nghiệm, mô men uốn cực đại $M_{max,i}$ lớn hơn 0,95 lần mô men cực đại M_{ref}, được tính toán với đường cong khi chịu kéo theo quy định (quy luật tính toán mà không đưa vào tính toán hệ số riêng phần γ_{cf} liên quan tới UHPC chịu kéo hoặc hệ số định hướng K);

b) Mặt khác, giá trị trung bình của các mô men cực đại, $M_{m,max}$ lớn hơn 1,05 lần M_{ref}.

10 Đánh giá sự phù hợp

10.1 Các bước đánh giá sự phù hợp của một loại UHPC

Việc đánh giá sự phù hợp UHPC theo tiêu chuẩn này bao gồm một loạt bước đánh giá có thể hoặc không thể đại diện cho sự chuyển giao trách nhiệm:

a) Trước tiên, đánh giá sự phù hợp của hỗn hợp UHPC trộn sẵn được sản xuất từ cấp phối thiết kế;
b) Đánh giá ban đầu về sự phù hợp của UHPC bằng việc nghiệm thu cấp phối thiết kế thử nghiệm, nếu phù hợp, kể cả việc chấp nhận những số liệu từ giấy chứng nhận chất lượng cho loại bê tông này (sự đánh giá này dựa vào việc đảm bảo các tính chất kỹ thuật của UHPC, mà không gắn liền với tất cả những đặc điểm kỹ thuật của quá trình sản xuất);
c) Đánh giá ban đầu về sự phù hợp của UHPC bằng việc nghiệm thu thử nghiệm về khả năng phù hợp (sự đánh giá này dựa vào sự thỏa mãn đầy đủ các đặc điểm kỹ thuật của UHPC, có sự kết hợp chặt chẽ giữa cấp phối của UHPC với các quá trình hòa trộn, vận chuyển, đổ bê tông và quá trình bảo dưỡng nhiệt ẩm);
d) Đánh giá sự phù hợp của UHPC trong giai đoạn sản xuất dựa trên những kết quả của các thử nghiệm kiểm chứng gắn liền với việc cung cấp hỗn hợp UHPC;
e) Đánh giá sự phù hợp của UHPC trong giai đoạn sản xuất dựa trên những thử nghiệm kiểm chứng gắn liền với việc đổ hỗn hợp UHPC, những biện pháp xử lý áp dụng vào loại bê tông này, và nhằm thỏa mãn các tính năng đã quy định cụ thể đối với bê tông đã đóng rắn;

Sự phù hợp của UHPC với tiêu chuẩn này chỉ được thiết lập khi sự thỏa mãn với mỗi bước nói trên đã được thẩm định, cho dù có liên quan đến sự chuyển giao quyền sở hữu hay không.

10.2 Nghĩa vụ và trách nhiệm

Đơn vị sản xuất khi thiết kế ra một cấp phối vật liệu được dự định sử dụng cho UHPC sẽ chịu trách nhiệm đánh giá và công bố sự thỏa mãn với những tính chất đã được quy định cụ thể theo những điều kiện trong Phụ lục L.

Đơn vị sản xuất UHPC chịu trách nhiệm đánh giá sự phù hợp ở giai đoạn thiết kế thử nghiệm, những kết quả của thử nghiệm này được trình lên đơn vị đặt ra những yêu cầu kỹ thuật của bê tông để xin phê duyệt.

Đơn vị sản xuất UHPC chịu trách nhiệm đánh giá sự phù hợp ở giai đoạn thử nghiệm, về những tính chất kiểm tra về độ lưu động, cường độ chịu nén, cường độ chịu kéo được xác định trên những viên mẫu thử nghiệm, cùng với hàm lượng khí, mô đun Young và sự phát triển cường độ (nếu có). Đơn vị sử dụng UHPC chịu trách nhiệm việc đánh giá sự phù hợp ở giai đoạn thử nghiệm về những gì liên quan tới các hệ số hướng sợi K_{global} và K_{local} và các quy trình đổ bê tông, quy trình bảo dưỡng UHPC, như đã được áp dụng khi sản xuất mô hình kiểm chứng để xác nhận tính phù hợp các quy trình này. Riêng UHPC sử dụng cho các sản phẩm đúc sẵn được đề cập ở các tiêu chuẩn của sản phẩm, những kết quả thử nghiệm về khả năng phù hợp phải được trình lên đơn vị sử dụng để được chấp nhận.

Đơn vị sản xuất hỗn hợp UHPC chịu trách nhiệm đánh giá và tuyên bố sự phù hợp của UHPC theo những điều kiện đã được quy định cụ thể ở mục 9.1 đối với hỗn hợp UHPC của biên bản sản xuất và theo những điều kiện đã được chỉ rõ trong mục 9.2 đối với những tính chất của UHPC khi giao nhận: cường độ chịu nén, cường độ chịu kéo và các tính chất bổ sung đã được quy định.

Đơn vị sử dụng hỗn hợp UHPC, đơn vị sản xuất cấu kiện UHPC đúc sẵn chịu trách nhiệm đánh giá và tuyên bố sự phù hợp của UHPC theo những điều kiện trong mục 9.2 liên quan đến sự phù hợp với các biên bản đổ bê tông, bảo dưỡng bê tông, sự bảo dưỡng nhiệt ẩm, và với những tính chất đã được quy định cho UHPC như: cường độ chịu nén, cường độ chịu kéo, các tính chất bổ sung đã được quy định hoặc phụ thuộc vào sự kiểm tra.

Với những sản phẩm bê tông đúc sẵn, những yêu cầu và điều khoản cụ thể gắn liền với việc đánh giá sự thỏa mãn của UHPC có thể được quy định cuh thể trong những đặc điểm kỹ thuật có liên quan của tiêu chuẩn yêu cầu kỹ thuật của sản phẩm.

Việc kiểm tra nội bộ được thực hiện để đánh giá sự phù hợp được mô tả ở trên và có thể được bổ sung bởi sự đánh giá của một bên thứ ba. Điều này không được đề cập trong tiêu chuẩn này mà nằm trong những tài liệu cụ thể của hợp đồng.

CHÚ THÍCH: Việc nghiệm thu kết cấu hoặc các bộ phận của kết cấu bằng UHPC cần được kiểm soát bằng việc cung cấp những kết quả này cho Nhà thầu chính.

DRAFT

Phụ lục A

(Quy định)

Hỗn hợp UHPC - Lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng dưỡng mẫu thử

A.1 Phạm vi áp dụng

Phụ lục này quy định lấy mẫu và chế tạo mẫu thử nhằm mục đích thử nghiệm cường độ chịu nén, cường độ chịu uốn và cường độ chịu kéo trực tiếp của UHPC.

A.2 Tài liệu viện dẫn

TCVN 3105:1993, *Hỗn hợp bê tông và bê tông nặng - Lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử*

EN 12390-1, *Testing hardened concrete Part 1: Shape, dimensions and other requirements for specimens and moulds;*

AFNOR-NF P18-470, *Concrete- Ultra- High performance fibre reinforced concrete- Specification and conforminity*.

A.3 Phương pháp lấy mẫu hỗn hợp UHPC

A.3.1 Mẫu thử các tính chất của hỗn hợp UHPC và UHPC được lấy tại hiện trường hoặc được chuẩn bị trong phòng thí nghiệm.

A.3.1.1 Mẫu hỗn hợp UHPC được lấy tại hiện trường khi cần kiểm tra chất lượng của hỗn hợp UHPC hoặc UHPC trong quá trình sản xuất, vận chuyển và thi công.

- Tại trạm trộn, mẫu hỗn hợp UHPC thương phẩm được lấy tại vị trí xả hỗn hợp UHPC;

- Khi vận chuyển bằng băng chuyền, mẫu hỗn hợp bê tông được lấy từ băng chuyền;

- Khi sản xuất cấu kiện đúc sẵn, mẫu hỗn hợp bê tông được lấy tại nơi đúc sản phẩm;

- Khi thi công bê tông toàn khối, tại công trường, mẫu hỗn hợp bê tông được lấy từ phương tiện vận chuyển (để kiểm soát chất lượng hỗn hợp UHPC khi giao nhận) hoặc tại vị trí đổ UHPC (để kiểm soát chất lượng bê tông kết cấu);

A.3.1.2 Mẫu hỗn hợp UHPC được chuẩn bị trong phòng thí nghiệm khi lựa chọn thành phần, xác định các tính chất của hỗn hợp UHPC và UHPC hoặc kiểm tra thành phần định mức vật liệu trước khi thi công.

A.3.2 Nếu không có quy định riêng, cần lấy mẫu hỗn hợp UHPC trong vòng 15 min sau thời điểm giao nhận.

A.3.3 Khối lượng lấy mẫu theo số lượng mẫu và phải đảm bảo đủ chế tạo mẫu cho mỗi chỉ tiêu.

A.3.3.1 Mẫu đại diện được gộp từ ít nhất ba mẫu cục bộ với lượng mẫu xấp xỉ bằng nhau, được lấy ở các thời điểm khác nhau.

DRAFT

A.3.3.2 Các mẫu cục bộ sau từng lần lấy được chứa trong các khay, thùng. Bảo quản mẫu sau khi lấy sao cho không bị mất nước. Thời gian lấy mẫu không quá 15 min.

A.3.4 Trước khi thí nghiệm xác định các tính chất của hỗn hợp UHPC hoặc đúc mẫu, toàn bộ mẫu hỗn hợp UHPC được trộn đều lại bằng bay.

A.3.5 Cần bảo quản sao cho mẫu hỗn hợp bê tông không bị thay đổi thành phần (mất ẩm, thêm nước, ...) trong quá trình thử nghiệm.

A.3.6 Thí nghiệm mẫu hỗn hợp UHPC và đúc mẫu thử các chỉ tiêu cần thiết phải bắt đầu không muộn hơn 10 phút và kết thúc không muộn hơn 30 min kể từ thời điểm lấy xong mẫu.

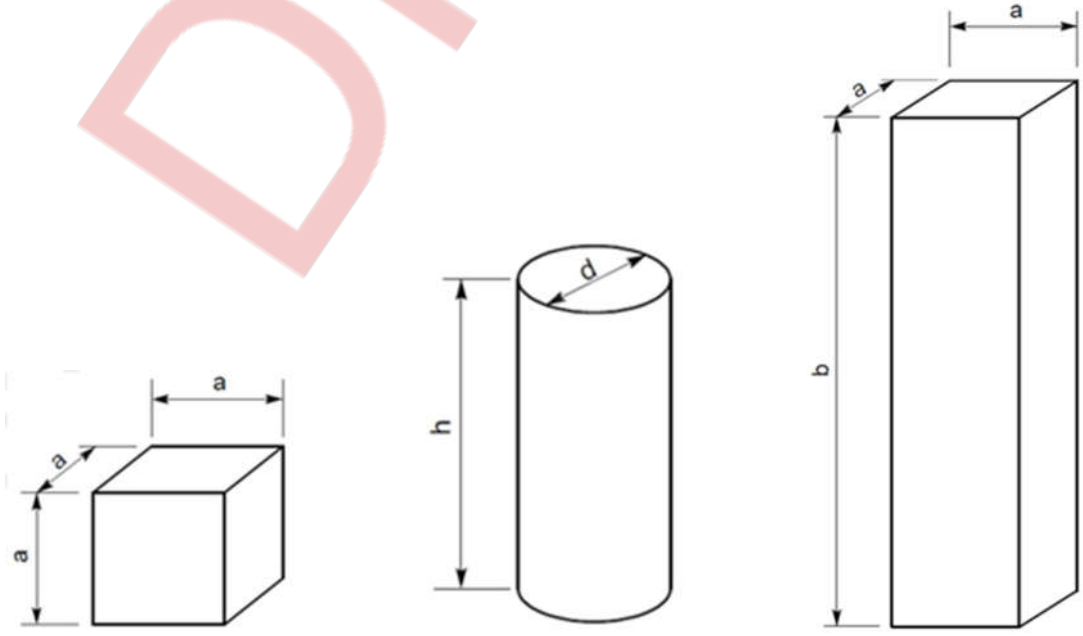
CHÚ THÍCH: Quy định về thời điểm kết thúc không bao gồm việc làm phẳng mặt mẫu trụ theo A.4.6 a)

A.4 Đúc mẫu UHPC

A.4.1 Hình dạng và kích thước viên mẫu sử dụng để xác định các tính chất khác nhau của UHPC được quy định tại Hình A.1 và Bảng A.1.

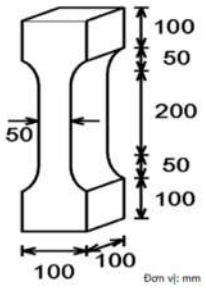
A.4.2 Mẫu hỗn hợp UHPC sau khi lấy theo Điều A.3 được đúc thành các viên mẫu với kích thước cạnh nhỏ nhất không nhỏ hơn 5 lần chiều dài của cốt sợi dài nhất và không nhỏ hơn 6 lần kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu lớn.

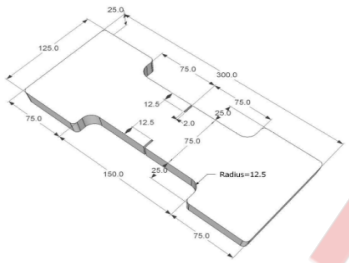
A.4.3 Các chỉ tiêu khối lượng thể tích, độ hút nước và độ rỗng có thể được xác định trên viên mẫu theo quy định tại Bảng A.1, hoặc trên viên mẫu có hình dạng bất kỳ với điều kiện thể tích của viên mẫu không nhỏ hơn thể tích của viên mẫu lập phương tương ứng có kích thước cạnh theo quy định A.4.2.

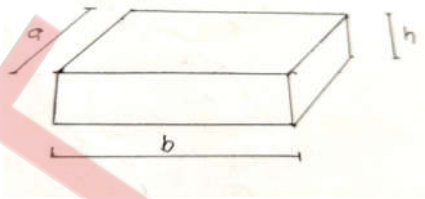


a) Mẫu lập phương b) Mẫu trụ c) Mẫu lăng trụ

DRAFT







d) Mẫu hình số 8 không có khía e) Mẫu hình số 8 có khía f) Mẫu uốn tấm mỏng

Hình A.1 – Hình dạng viên mẫu để xác định các tính chất của UHPC

Bảng A.1 – Hình dạng và kích thước viên mẫu để xác định các tính chất của UHPC

Chỉ tiêu thử nghiệm	Hình dạng viên mẫu	Kích thước viên mẫu, mm
Khối lượng thể tích	Lập phương (Hình A1.a) Trụ (Hình A1.b) Lăng trụ (Hình A1.c)	a = 100; 150 d =100, h = 200 a = 40; b = 160 (4a)
Cường độ chịu nén	Lập phương (Hình A1.a) Trụ (Hình A1.b)	a = 100 d = 100, h = 200
Cường độ chịu kéo khi uốn	Lăng trụ (Hình A1.c) Tấm mỏng (Hình A1.f)	a = 70; 100; 150; b = 4 × a Lp= 20e hoặc 60e; b= $8L_f$; e= $3L_f$
Cường độ kéo dọc trục	Mẫu hình số 8 không khía (Hình A1.d) Mẫu hình số 8 có khía (Hình A1.e)	50 x 100 x 500; 125 x 25 x 300
Môđun đàn hồi	Trụ (Hình A1.b)	d = 100, h = 200
Độ co	Lăng trụ (Hình A1.c)	a = 40; 70; 100; b = 4 × a
Độ mài mòn	Lập phương (Hình A1.a) Trụ (Hình A1.b)	a = 70 d = 70; h = 70
Hệ số thấm ion clo	Trụ (Hình A1.b)	D = 100, h = 200

DRAFT

A.4.4 Sai số kích thước và hình dạng mẫu

A.4.4.1 Sai số kích thước viên mẫu theo hướng đổ UHPC không lớn hơn 1,5 %. Sai số các kích thước còn lại của viên mẫu không lớn hơn 1 %.

A.4.4.2 Sai số về hình dạng mẫu cần đáp ứng các yêu cầu sau:

- Độ không phẳng của các mặt chịu lực không lớn hơn 0,001 x a (hoặc 0,001 x d);
- Độ lệch góc vuông tạo bởi mặt chịu lực và mặt liền kề của mẫu lập phương, mẫu lăng trụ (trừ trường hợp mặt liền kề là mặt hở khi đổ UHPC) hoặc tạo bởi đáy và đường sinh mẫu trụ dùng để thử nén không lớn hơn ± 1 mm.

CHÚ THÍCH: Cần kiểm tra sai số về hình dạng mẫu đúc khi thay đổi bộ khuôn đúc mẫu hoặc không ít hơn một lần trong 6 tháng khi sử dụng liên tục một bộ khuôn.

A.4.5 Quy trình đổ và đầm hỗn hợp UHPC trong khuôn phụ thuộc vào tính lưu động của hỗn hợp UHPC như sau:

A.4.5.1 Sử dụng các khuôn đã được lắp ráp cẩn thận, đảm bảo các yêu cầu về hình dạng kích thước (xem A.4.1) để chế tạo mẫu UHPC.

A.4.5.2 Các mặt khuôn tiếp xúc với hỗn hợp UHPC phải được quét chất chống dính để UHPC không dính vào khuôn khi tháo. Chất chống dính phải được quét sao cho hình thành một lớp mỏng mà không tạo giọt trên mặt khuôn.

A.4.5.3 Với hỗn hợp UHPC loại C_a phải được đổ từ từ vào đáy khuôn và liên tục cho tới mặt phía trên để ngăn ngừa bọt khí cuốn vào.

A.4.5.4 Với hỗn hợp UHPC loại C_v đổ hỗn hợp vào khuôn như quy định tại A.4.5.3 Hỗn hợp UHPC loại C_v có đặc tính tự đầm chặt. Tuy nhiên, việc đầm chặt có thể được cải thiện bằng cách sử dụng búa cao su gõ nhẹ phù hợp vào khuôn đúc hoặc sử dụng thanh đầm để loại bỏ bọt khí trong hỗn hợp UHPC và chú ý về khả năng lắng xuống hoặc sự thay đổi hướng của sợi thép trong khi rung, gõ, đầm.

A.4.5.5 Với hỗn hợp UHPC loại C_t:

a) Đổ hỗn hợp vào khuôn theo từng lớp, mỗi lớp không cao quá 100 mm. Dùng thanh đầm chọc đều từng lớp, một lần đầm chọc cho 1000 mm^2, từ ngoài vào trong theo đường xoáy trôn ốc. Sau khi chọc xong, dùng bay gạt bỏ hỗn hợp UHPC thừa và xoa phẳng mặt mẫu đối với lớp cuối cùng.

CHÚ THÍCH: Khi chọc lớp đầu tiên, tránh chọc mạnh xuống đáy khuôn. Khi chọc các lớp trên, tránh chọc xuyên xuống lớp dưới.

b) Việc đầm chặt bằng rung từ bên ngoài có thể được áp dụng nếu nó đại diện cho quá trình đổ hỗn hợp UHPC được sử dụng trong kết cấu.

CHÚ THÍCH 1: Trong tất cả các trường hợp, việc sử dụng đầm dùi là bị cấm.

CHÚ THÍCH 2: Khi chế tạo mẫu thử cường độ chịu uốn, phạm vi đổ phải nằm trong khoảng L/4 (L: chiều dài mẫu) từ đầu mút của khuôn đúc, có xét đến vùng mô men uốn cực đại. Nếu có bọt khí xảy ra tại vùng mô men uốn cực đại trong quá trình đổ, thì vùng này trở thành vùng yếu. Vì vậy, phải tránh việc đổ hỗn hợp UHPC vào khuôn đúc tại hai đầu khuôn.

CHÚ THÍCH 3: Khi chế tạo mẫu thử cường độ chịu kéo trực tiếp, việc đổ hỗn hợp UHPC phải được thực hiện từ từ và liên tục từ một đầu mút của khuôn theo hướng dọc cho tới bề mặt phía trên để ngăn ngừa sự xuất hiện khí cuốn trong hỗn hợp UHPC. Phải chú ý để ngăn ngừa sự xuất hiện chỗ nối.

A.4.5.6 Khi đúc mẫu tại hiện trường, cho phép đầm hỗn hợp UHPC trong khuôn bằng các thiết bị thi công hoặc các thiết bị phù hợp sao cho hỗn hợp UHPC trong khuôn được làm chặt như hỗn hợp trong khối đổ.

A.4.6 Làm phẳng mặt mẫu trụ trước khi thí nghiệm xác định cường độ chịu nén.

a) Với hỗn hợp UHPC chưa đóng rắn hoàn toàn, làm phẳng mặt mẫu trụ thực hiện như sau:

- Sau khi đúc mẫu khoảng từ 2 h đến 4 h (khi mặt mẫu đã se), phủ lớp hồ xi măng (được chuẩn bị trước với tỷ lệ nước trên xi măng từ 0,32 đến 0,36) lên trên mặt mẫu;

- Đặt tấm kính lên trên lớp hồ xi măng. Loại bỏ hồ xi măng thừa bằng cách ấn và day tấm kính cho đến khi không có bọt khí dưới đáy tấm kính và mặt dưới tấm kính tiếp xúc toàn bộ mép trên của khuôn.

b) Với UHPC đã đóng rắn, bề mặt mẫu được mài phẳng bằng máy hoặc bọc một lớp capping gốc epoxy có cường độ tương đương hoặc cao hơn. Độ không song song của 2 bề mặt mẫu không lớn hơn 0,25 mm/100 mm chiều cao.

A.5 Bảo dưỡng mẫu UHPC

A.5.1 Mẫu dùng để lựa chọn thành phần UHPC, kiểm tra chất lượng, giao nhận hỗn hợp UHPC, sau khi đúc phải được phủ bằng một tấm kính, tấm thép hoặc màng polyester để ngăn ngừa sự bay hơi ẩm và đặt trong phòng thí nghiệm cho tới khi tháo khuôn. Việc bảo dưỡng mẫu được thực hiện theo 4.3 hoặc theo yêu cầu kỹ thuật của dự án khi thiết kế, thi công và nghiệm thu.

A.5.2 Mẫu dùng để kiểm tra, đánh giá cường độ xuất xưởng và cường độ truyền ứng lực của cấu kiện UHPC đúc sẵn được bảo dưỡng trong cùng điều kiện đóng rắn của cấu kiện đó. Để kiểm tra đánh giá cường độ ở tuổi thiết kế, tiếp tục bảo dưỡng các mẫu trên trong điều kiện nhiệt độ (27 ± 2) °C, độ ẩm (95 ± 5) % cho đến ngày thử nghiệm.

A.5.3 Mẫu dùng để kiểm tra đánh giá chất lượng UHPC đổ tại chỗ được bảo dưỡng trong điều kiện giống như điều kiện bảo dưỡng kết cấu (ví dụ như bảo dưỡng nhiệt ẩm TT1,TT2,TT1+2, ...) hoặc trong điều kiện khác theo thỏa thuận giữa các bên.

A.5.4 Mẫu thử cường độ chịu nén của UHPC cần được giữ trong khuôn không dưới 12 h và được tháo khỏi khuôn không muộn hơn 72 h. Mẫu thử cường độ chịu kéo của UHPC cần được giữ trong khuôn không dưới 24 h và được tháo khỏi khuôn không muộn hơn 72 h. Trong quá trình vận chuyển, phải giữ mẫu không bị mất ẩm và hư hại.

CHÚ THÍCH: Đối với mẫu thử cường độ chịu kéo trực tiếp, sau khi hoàn thành việc bảo dưỡng đạt được cường độ mẫu ≥ 80 % cường độ thiết kế, mẫu thử được khía khe với bề rộng bằng 2 mm và chiều sâu bằng 12,5 mm tại cả hai cạnh, vị trí chính giữa mẫu nhằm để vết nứt xuất hiện ở vùng này.

A.5.5 Để kiểm tra chất lượng cấu kiện được gia nhiệt, mẫu được giữ trong khuôn và được đặt trong thiết bị gia nhiệt ở cùng điều kiện áp dụng cho cấu kiện hoặc theo quy trình riêng. Sau khi kết thúc gia

nhiệt, dỡ khuôn, thí nghiệm xác định tính chất của UHPC hoặc tiếp tục bảo dưỡng mẫu ở điều kiện như quy định tại A.5.1.

A.6 Thiết bị, dụng cụ

A.6.1 Khuôn đúc mẫu phải làm từ vật liệu không thấm nước, không phản ứng với xi măng, có hình dạng và kích thước phù hợp để chế tạo các mẫu quy định tại Bảng A.1 và đáp ứng các yêu cầu sau:

- Kích thước của khuôn không được sai lệch quá 0,5 % so với kích thước danh định;

- Khuôn đúc mẫu không được biến dạng và không rò trong quá trình tạo mẫu. Sau khi lắp ráp, khe hở giữa các chi tiết của khuôn không lớn hơn 0,2 mm, giữa vách ngăn bên trong (với khuôn kép) không lớn hơn 0,4 mm;

- Mặt trong của khuôn không được có các vết lồi lõm sâu quá 80 µm;

- Độ lệch góc vuông giữa các mặt kề nhau của khuôn lập phương và lăng trụ, giữa mặt đáy và đường sinh của khuôn trụ không lớn hơn ± 0,5 mm trên 100 mm dài;

- Sai lệch độ thẳng của đường sinh khuôn trụ không lớn hơn 0,06 mm trên 100 mm dài;

- Độ cong vênh của các mặt khuôn lập phương, lăng trụ và mặt đáy của khuôn trụ không lớn hơn 0,06 mm trên 100 mm dài.

A.6.2 Tủ dưỡng hộ hoặc thiết bị dưỡng hộ nhiệt ẩm, có khả năng điều chỉnh được nhiệt độ đến 300 °C và độ ẩm (95 ± 5) %.

A.6.3 Thanh đầm, được làm từ thanh thép tròn trơn đường kính 16 mm, dài 600 mm, hai đầu được làm tròn**.**

A.6.4 Búa cao su

A.6.5 Bay, xẻng, phù hợp để xúc hỗn hợp UHPC.

A.6.6 Khay, thùng chứa, phù hợp để chứa hỗn hợp UHPC khi thử nghiệm.

A.7 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo kết quả thử nghiệm phải bao gồm ít nhất các thông tin sau::

a) Tên của mẫu
b) Vị trí và ngày, giờ lấy mẫu;
c) Số mẫu cục bộ và tổng thời gian lấy mẫu.
d) Mục đích thử nghiệm
e) Nhiệt độ và độ ẩm của phòng thí nghiệm
f) Thành phần hỗn hợp của UHPC;
g) Loại và chất lượng của những vật liệu được chấp nhận;
h) Loại và công suất của máy trộn, khối lượng một mẻ trộn, trình tự và phương pháp trộn;
i) Phương pháp bảo dưỡng;
j) Quy cách của mẫu.

DRAFT

Phụ lục B

(Quy định)

Hỗn hợp UHPC - Phương pháp xác định độ lưu động bằng nhớt kế suttard

B.1 Phạm vi áp dụng

Phụ lục này quy định phương pháp xác định độ lưu động của hỗn hợp UHPC dùng trong xây dựng.

B.2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau là cần thiết khi sử dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm các bản sửa đổi (nếu có).

BS EN 12350-5:2019, *Testing fresh concrete - Flow table test (Thí nghiệm hỗn hợp bê tông – Phương pháp bàn chảy);*

BS EN 12350-8:2019, Testing fresh concrete – Slump flow test *(Thí nghiệm hỗn hợp bê tông – Phương pháp chảy loang);*

ASTM C230/C230 M-20, *Standard Specification for Flow Table for Use in Tests of Hydraulic Cement (Tiêu chuẩn – Yêu cầu kỹ thuật cho bàn chảy sử dụng trong thí nghiệm xi măng thuỷ lực).*

B.3 Quy định chung

Hỗn hợp UHPC là hỗn hợp của xi măng, cốt liệu, chất độn mịn, cốt sợi, phụ gia hoá học và nước, được trộn bằng thiết bị trộn cưỡng bức nhằm tạo ra độ lưu động phù hợp để thi công.

B.4 Phương pháp xác định

B.4.1 Yêu cầu phòng thử nghiệm

Phòng thử nghiệm nơi chuẩn bị mẫu, chế tạo hỗn hợp UHPC và thử mẫu giữ ở nhiệt độ (27±2) °C và độ ẩm tương đối không thấp hơn 50 %.

B.4.2 Thiết bị, dụng cụ

a) **Nhớt kế Suttard**, một ống trụ bằng đồng hoặc thép không gỉ và tấm đáy bằng mica hoặc kính. Kích thước ống trụ:

- Đường kính trong: 50 mm
- Chiều cao: 100 mm
- Chiều dày thành ống: (2 ÷ 3) mm.

DRAFT

- Tấm đáy được làm bằng kính có kích thước không nhỏ hơn (350 x 350) mm, phía dưới có các đường tròn đồng tâm với đường kính cách đều 10 mm từ 50 mm đến 300 mm (Hình B.1).

Hình B.1 – Dụng cụ thử Suttard

b) Bay, xẻng, phù hợp để xúc hỗn hợp UHPC.

c) Khay, thùng chứa, phù hợp để chứa hỗn hợp UHPC khi thử nghiệm.

B.4.3 Cách tiến hành

- Đặt tấm đáy lên mặt bàn phẳng. Lau mặt trên tấm đáy và mặt trong ống trụ bằng giẻ ẩm.

- Trộn đều hỗn hợp UHPC trước khi thử nghiệm.

- Dùng một tay ép ống trụ xuống tấm đáy để giữ cho ống trụ cố định, đổ hỗn hợp UHPC vào ống trụ một lần cho đầy ngang miệng. Chú ý cho hỗn hợp UHPC chảy liên tục để tránh cuốn khí. Gõ nhẹ vào thành ống 5 lần rồi rút nhẹ ống trụ lên theo phương thẳng đứng.

- Sau khi vữa ngừng chảy (khoảng 10 ÷ 15 s), dùng vạch đường kính ở phía dưới hoặc thước lá xác định đường kính mẫu. Độ chảy của mẫu là giá trị trung bình của 2 đường kính vuông góc. Sau đó đổ hỗn hợp UHPC, rửa tấm đáy, ống trụ và thử lại lần nữa với khối lượng hỗn hợp UHPC còn lại trong cối trộn.

CHÚ THÍCH: Thời gian giữa 2 lần thí nghiệm không muộn hơn 15 phút.

B.4.4 Biểu thị kết quả

- Độ chảy của hỗn hợp UHPC là trung bình cộng của kết quả 2 lần thử.

- Kết quả thử được coi là đạt khi kết quả 2 lần thử chênh lệch nhau không quá 10 mm.

DRAFT

PHỤ LỤC C

(Quy định)

Hỗn hợp UHPC - Phương pháp xác định tỷ lệ thể tích sợi

C.1 Phạm vi áp dụng

Phụ lục này này quy định phương pháp xác định phần tỷ lệ, tính bằng phần trăm (%), thể tích của sợi trong hỗn hợp UHPC, nghĩa là phần tỷ lệ thể tích sợi.

C.2 Mẫu thử

Mẫu thử được lấy tuân thủ theo phụ lục A: Hỗn hợp UHPC - Lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng dưỡng mẫu thử.

C.3 Thiết bị thí nghiệm

C.3.1 Cân kỹ thuật, có độ chính xác tới 0,1 g;

C.3.2 Tủ sấy, có khả năng điều chỉnh nhiệt độ đến 200 ^{o}C;

C.3.3 Thùng dung tích bằng thép, dung tích 5 L, đường kính và chiều cao thùng là (186 ± 2) mm, độ dày thành 3 mm;

C.3.4 Bàn rung, có tần số phải là (50 ± 3) Hz và biên độ phải là (0,5 ± 0,1) mm khi không tải;

C.3.5 Sàng dây thép không gỉ, kích thước mắt lưới phải là (2,5 × 2,5) mm;

C.3.6 Thanh đầm, xẻng, ống đong thể tích, khay chứa, nam châm

C.4 Cách tiến hành

- Cần lau sạch bên trong và bên ngoài của thùng dung tích;
- Hỗn hợp cần được đổ từ từ qua miệng thùng để UHPC tự điền đầy vào thùng hoặc dùng thanh đầm để đầm chặt.
- Loại bỏ hỗn hợp UHPC dư thừa và làm phẳng bề mặt thùng;
- Đối với hỗn hợp UHPC sử dụng sợi thép, đổ hỗn hợp bê tông vào một thùng chứa lớn không nhỏ hơn 10 lần thể tích của hỗn hợp, khuấy với nước, thu sợi thép trong nước bằng nam châm và rửa cẩn thận vật lạ dính vào sợi thép;
- Đối với hỗn hợp UHPC sử dụng các loại sợi khác, hỗn hợp bê tông được đổ vào sàng thành lớp mỏng và cho sàng lên bàn rung, vừa sàng rung vừa rửa nhẹ.
- Sợi thu được trên sàng đem sấy khô đến khối lượng không đổi ở nhiệt độ 105 ± 5°C đối với sợi thép hoặc 60÷80°C đối với sợi khác. Thời gian sấy không dưới 4 h, và sau đó cứ sau 1 h lại cân cho đến khi chênh lệch giữa hai lần cân liên tiếp nhỏ hơn 0,1 % giá trị. Sau khi làm nguội đến nhiệt độ phòng, cân khối lượng sợi với độ chính xác 0,1 g.

C.5 Xử lý và tính toán kết quả thí nghiệm

C.5.1 Tính toán tỷ lệ thể tích sợi thép

Tính toán tỷ lệ thể tích sợi thép theo công thức C.1:

DRAFT

$$V_f = \frac{m_f}{\rho_f V} \times 100 \qquad \text{(C.1)}$$

Trong đó:

V_f là tỷ lệ thể tích sợi, tính bằng phần trăm (%);

m_f là khối lượng sợi trong thùng dung tích, tính bằng gam (g);

V là dung tích của thùng dung tích, tính bằng lít (L);

ρ_f là khối lượng riêng của sợi, tính bằng gam trên xentimét khối (g/cm^3).

C.5.2 Xử lý kết quả thí nghiệm

- Thử nghiệm hai lần. Độ lệch của hai phép đo phải nhỏ hơn 1 % giá trị trung bình của hai lần đo. Nếu kết quả giữa hai lần thử sai lệch lớn hơn 1 % thì tiến hành thử lại trên mẫu lưu.
- Kết quả kiểm tra hàm lượng sợi thép là giá trị trung bình cộng của 2 mẫu thử, chính xác đến 0,1 %.

DRAFT

Phụ lục D

(Quy định)

Hỗn hợp UHPC - Phương pháp xác định độ tách nước và tách sợi

D.1 Phạm vi áp dụng

Phụ lục này quy định phương pháp thử nghiệm độ tách vữa và tách sợi của hỗn hợp UHPC.

D.2 Mẫu thử

Mẫu thử được lấy theo quy định ở phụ lục A.

D.3 Xác định độ tách nước

D.3.1 Thiết bị, dụng cụ

D.3.1.1 Thùng kim loại hình trụ, dung tích 1 L (D = h = 107 mm).;

D.3.1.2 Cân kỹ thuật, chính xác đến 1 g;

D.3.1.3 Nắp đậy thùng, bằng kính hoặc thép;

D.3.1.4 Pipét, dung tích 5 ml.

D.3.1.5 Ống đong nước, dung tích từ 50 - 200ml;

D.3.1.6 Thanh đầm, làm từ thép tròn trơn đường kính 16 mm, dài 600 mm, hai đầu múp tròn**.**

D.3.2 Cách tiến hành

- Hỗn hợp UHPC sau khi trộn lại được rót vào thùng kim loại 1 L (rót liên tục 1 lần) để hỗn hợp UHPC tự điền đầy vào thùng hoặc dùng thanh đầm để đầm chặt. Mức hỗn hợp sau khi đầm khống chế thấp hơn miệng thùng (10 ± 5) mm.

- Đậy nắp lên thùng và để yên hỗn hợp trong vòng 1,5 h. Sau đó nhấc nắp ra, kiểm tra nếu có nước tách ra, dùng ống pipét hút hết nước ra cho vào ống đong.

D.3.3 Tính kết quả

Độ tách nước của hỗn hợp UHPC, T_n, tính bằng %, làm tròn tới 0,01 theo công thức:

$$T_n = \frac{V_n}{V} \times 100 \qquad \text{(D.1)}$$

trong đó:

V_n là thể tích nước tách ra, tính bằng minilít (mL);

V là thể tích hỗn hợp UHPC trong thùng, tính bằng minilít (mL).

D.4 Xác định độ tách sợi

D.4.1 Thiết bị, dụng cụ

D.4.1.1 Khuôn thép, kích thước (200 x 200 x 200) mm;

DRAFT

D.4.1.2 Bàn rung, tần số (2900 ± 100) r/min, biên độ (0,5 ± 0,1) mm;

D.4.1.3 Thanh thép tròn, đường kính 16 mm, dài 600 mm, hai đầu múp tròn;

D.4.1.4 Cân kỹ thuật, có độ chính xác tới 50 g;

D.4.1.5 Sàng, kích thước mắt 1,25 (2,5) mm;

D.4.1.6 Thước lá kim loại;

D.4.1.7 Tủ sấy, có khả năng điều chỉnh nhiệt độ đến 200 °C;

D.4.1.8 Khay sắt.

D.4.2 Lấy mẫu

Lấy khoảng 12 L mẫu hỗn hợp UHPC theo Phụ lục A của tiêu chuẩn này để thử.

D.4.3 Cách tiến hành

- Đổ và đầm chặt hỗn hợp UHPC trong khuôn kích thước (200 × 200 × 200) mm theo Phụ lục A của tiêu chuẩn này. Sau đó tiến hành rung tiếp khuôn chứa hỗn hợp trên bàn rung trong khoảng thời gian 30 s.

- Rung xong, tiến hành chia hỗn hợp theo chiều cao ra hai phần. Phần trên cao (10 ± 0,5) cm xúc vào một khay, phần dưới xúc vào một khay. Để chia hỗn hợp dễ dàng có thể tháo thành khuôn nếu sau khi tháo khối hỗn hợp đã đầm ở trong khuôn không bị đổ.

- Xác định tỷ lệ thể tích sợi trong hỗn hợp UHPC đối với phần vữa phía trên (V_{f1}) và phần vữa phía dưới (V_{f2}) như Phụ lục C.

D.4.4 Tính kết quả

Độ tách sợi của hỗn hợp UHPC cho từng lần thử được tính bằng phần trăm, làm tròn tới 1 % theo công thức:

$$T_f = \frac{\Delta V_f}{V_f} \qquad \text{(D.2)}$$

Trong đó:

$\Delta V_f = V_{f2} - V_{f1}$ là chênh lệch phần trăm lượng sợi trong hỗn hợp UHPC ở phần dưới so với phần trên;

V_f là tỷ lệ thể tích sợi, tính bằng phần trăm (%);

Phụ lục E

(Quy định)

UHPC - Phương pháp xác định cường độ chịu nén

E.1 Phạm vi áp dụng

Phụ lục này quy định phương pháp thử nghiệm cường độ chịu nén đối với viên mẫu UHPC.

E.2 Tài liệu viện dẫn

EN 12390-3, *Testing hardened concrete- Part 3: Compressive strength of test specimens*

AFNOR-NF P18-470, *Concrete- Ultra- High performance fibre reinforced concrete- Specification and conforminity"*.

E.3 Mẫu thử

a) Mẫu thử được lấy và chế tạo theo quy định như ở Phụ lục A.

b) Mẫu thử trước khi thí nghiệm được làm phẳng mặt bằng vật liệu phù hợp hoặc được mài phẳng mặt bằng máy mài kiểu đĩa.

E.4 Thiết bị và dụng cụ

a) Máy nén hiển thị điện tử có thang lực và tốc độ gia tải phù hợp để nén mẫu tới phá hủy, tốc độ gia tải đảm bảo (0,6 ± 0,2) MPa/s. Thớt nén có diện tích bề mặt phù hợp với kích thước mẫu, trong đó một thớt nén có cơ cấu gối tựa.

CHÚ THÍCH 1: Máy nén cần được lắp đặt cố định trên nền cứng, sao cho bề mặt truyền tải của thớt nén có gối tựa vuông góc với phương thẳng đứng.

CHÚ THÍCH 2: Việc kiểm định máy nén được thực hiện định kỳ và sau mỗi lần lắp đặt.

b) Thước đo có độ chính xác đến 0,1mm.

c) Thước vuông góc để kiểm tra độ vuông góc của mẫu.

E.5 Cách tiến hành

a) Bề mặt trên, dưới của mẫu thử và bề mặt các tấm gia tải phải được làm sạch trước khi tiến hành thử nghiệm.

b) Viên mẫu được tiến hành thử nghiệm sau thời gian bảo dưỡng và ở tuổi quy định, cả tổ mẫu phải được nén trong thời gian 1h.

c) Đặt viên mẫu vào máy nén sao cho mặt chịu nén tiếp xúc với mặt thớt nén dưới. Xác định tâm mẫu theo vạch khắc sẵn trên thớt nén để trục của viên mẫu trùng với trục của thớt nén.

d) Tiến hành gia tải từ từ lên thớt nén dưới của máy để mặt trên của thớt nén tiếp xúc với mặt trên của mẫu (hoặc đệm truyền tải). Tăng tải liên tục với tốc độ không đổi bằng (0,6 ± 0,2) MPa/s cho tới khi viên mẫu bị phá hủy. Thời gian gia tải mẫu cho đến khi phá hủy không nhỏ hơn 30 s. Tải trọng phá hủy viên mẫu là tải trọng lớn nhất đạt được ghi nhận trên thiết bị.

e) Kiểm tra dạng phá hủy viên mẫu và ghi nhận.

DRAFT

E.6 Tính kết quả

a) Cường độ chịu nén của viên mẫu (f_c) được tính bằng Megapascal (MPa), chính xác đến 0,1 MPa theo công thức:

$$f_c = P_{max}/S \quad (E.1)$$

Trong đó:

f_c là cường độ chịu nén, tính bằng Megapascal (MPa);

P_{max} là tải trọng phá hủy viên mẫu, tính bằng Niutơn (N);

S là diện tích bề mặt chịu nén của viên mẫu, tính bằng milimét vuông (mm^2).

b) Cường độ chịu nén của tổ mẫu (f_{cm}) được tính bằng trung bình cộng cường độ 3 viên mẫu trong tổ mẫu nếu giá trị lớn nhất và nhỏ nhất trong 3 giá trị cường độ viên mẫu không lệch quá 5 % so với giá trị cường độ viên mẫu trung bình. Nếu giá trị lớn nhất hoặc nhỏ nhất trong 3 giá trị cường độ viên mẫu lệch quá 5 % so với giá trị cường độ viên mẫu trung bình thì lấy cường độ viên mẫu trung bình làm cường độ chịu nén của tổ mẫu.

c) Cường độ chịu nén đặc trưng được tính theo EN 1990:2002

E.7 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo kết quả thử nghiệm phải bao gồm ít nhất các thông tin sau:

a) Ngày thí nghiệm;

b) Ký hiệu mẫu;

c) Tuổi của mẫu UHPC;

d) Phương pháp bảo dưỡng và nhiệt độ bảo dưỡng;

e) Kích thước mẫu;

f) Lực phá hủy;

g) Cường độ chịu nén tổ mẫu;

h) Dạng phá hủy.

DRAFT

Phụ lục F

(Quy định)

UHPC - Phương pháp xác định cường độ chịu kéo trực tiếp

F.1 Phạm vi áp dụng

Phụ lục này quy định phương pháp thử nghiệm cường độ chịu kéo trực tiếp đối với mẫu UHPC.

F.2 Các tiêu chuẩn được trích dẫn

CRD-C 164-92, *Standard Test Method for Direct Tensile Strength of Cylindrical Concrete or Mortar Specimens.*

F.3 Mẫu thử

Hình dạng, kích thước và chế tạo các viên mẫu thí nghiệm theo Phụ lục A.

F.4 Thiết bị và dụng cụ

F.4.1 Máy kéo hiển thị điện tử, có thang lực và tốc độ gia tải phù hợp để kéo mẫu tới phá hủy.

F.4.2 Bộ kẹp giữ mẫu, phải phù hợp với hình dạng mẫu và tải trọng thí nghiệm. Bộ kẹp này phải tạo ra được đường tác dụng lực trùng với đường trục của mẫu. Một đầu của bộ kẹp phải được cố định còn một đầu phải được liên kết khớp để gia tải.

F.4.3 Thước đo, có độ chính xác đến 0,1mm

F.4.4 Thiết bị đo chuyển vị, có độ phân giải chính xác đến 0,001mm. Khi kéo, thiết bị đo chuyển vị có thể đo được các biến dạng rất nhỏ giữa các cữ. Chân gá của thiết bị đo trong phần có khía phải được gắn chặt vào mẫu bằng keo. Vào thời điểm đo, lực kéo được đo bởi đầu đo lực của kích gia tải.

F.5 Chuẩn bị mẫu

a) Bề mặt viên mẫu, các cạnh và bộ kẹp mẫu phải được làm sạch trước khi tiến hành thử nghiệm.

b) Viên mẫu được tiến hành thử nghiệm sau thời gian bảo dưỡng và trong tuổi quy định, cả tổ mẫu phải được thí nghiệm trong thời gian 1h.

c) Đo kích thước mẫu trước khi thử nghiệm

F.6 Cách tiến hành

a) Chân gá của đồng hồ đo phải được gắn chặt vào mẫu (Hình F.1).

b) Các đồng hồ đo phải được lắp đặt sau khi cố định mẫu đúng trục nhằm tránh sự lệch tâm giữa mẫu và trục của kích.

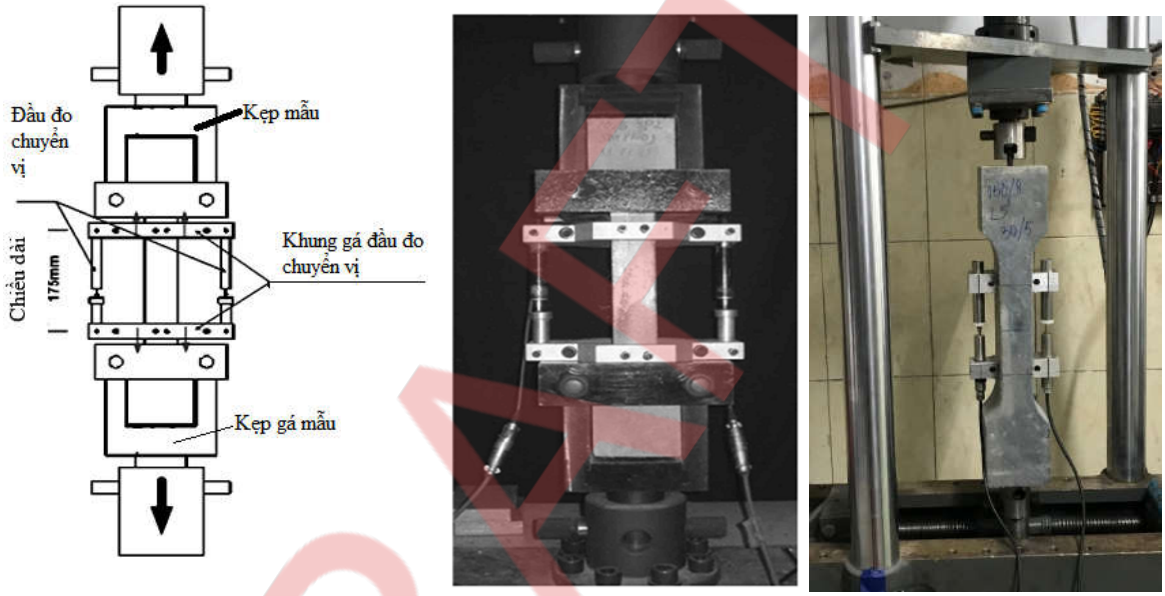
c) Bộ cảm biến đo chuyển vị phải được lắp đặt ở cả hai mặt của viên mẫu để đo độ dãn dài. Biến dạng khi kéo phải được tính toán bằng cách sử dụng giá trị trung bình từ các bộ cảm biến đo chuyển vị.

d) Tiến hành gia tải lên mẫu bằng cách sử dụng một thiết bị kẹp phù hợp với hình dạng của mẫu. Hình F.1 minh họa ví dụ về thiết bị thí nghiệm. Tốc độ gia tải được giữ không đổi đến khi phá huỷ, đối với từng loại mẫu như sau:

DRAFT

- Mẫu không có khía: Tốc độ gia tải được giữ không đổi để tốc độ biến dạng của mẫu là (0,0050 ± 0,0015) mm/s.
- Mẫu có khía: Tốc độ kiểm soát chuyển vị của kích phải là (0,010 ÷ 0,025) mm/min.

.



Hình F.1 - Phương pháp xác định cường độ kéo của UHPC

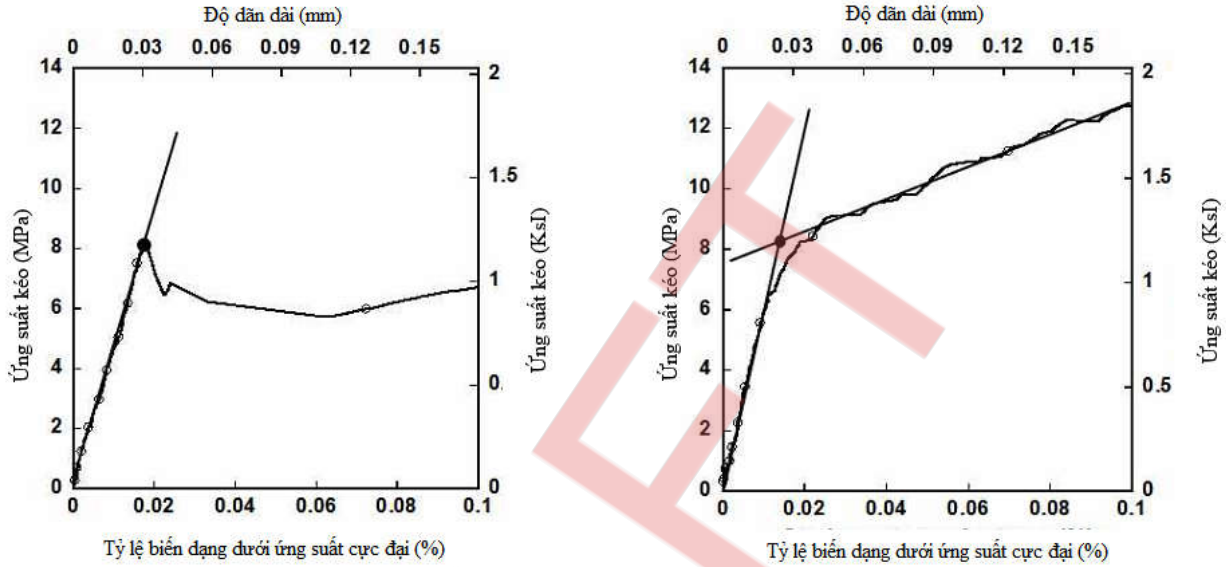
F.6 Tính toán kết quả

Cường độ chịu kéo của UHPC tính toán khi mẫu bị phá hủy trong khoảng giữa hai cữ. Cường độ kéo trung bình tổ mẫu là giá trị trung bình của 3 viên mẫu thử.Theo công thức (F1) với độ chính xác 0,01 MPa. Tải trọng cực đại hiển thị bởi máy thử nghiệm khi mẫu bị phá hoại phải được đọc tới 3 con số có nghĩa.

F.6.1 Mẫu không có khía

a) Cường độ nứt sớm

Phương pháp xác định cường độ nứt sớm trong UHPC được chỉ ra trên hình F.2. Cường độ nứt sớm được xác định tại điểm đỉnh trên đường cong ứng suất - biến dạng mà ở đó ứng suất giảm xuống sau khi bắt đầu xuất hiện vết nứt (Hình F.2a). Trong trường hợp ứng suất không giảm xuống sau khi xuất hiện vết nứt, thì giao điểm của hai đường thẳng trong vùng đàn hồi và vùng cứng hóa được định nghĩa là cường độ nứt sớm (Hình F.2b).



Hình F.2 - Phương pháp xác định cường độ nứt sớm của UHPC

b) Cường độ chịu kéo trực tiếp

Khi sự phá hoại xảy ra giữa các cảm biến đo chuyển vị dùng để đo độ dãn dài của mẫu, cường độ chịu kéo phải được tính toán theo công thức (F.1) với 3 con số có nghĩa. Tuy nhiên, kết quả này sẽ không không có giá trị khi sự phá hoại xảy ra bên ngoài các cảm biến đo chuyển vị dùng để đo độ dãn dài của mẫu.

$$f_{pc} = P_{max} / F \qquad \text{(F.1)}$$

trong đó:

f_{pc} là cường độ chịu kéo trực tiếp, tính bằng Megapascal (MPa);

P_{max} là tải trọng cực đại, được chỉ ra bởi máy thử nghiệm, tính bằng Niutơn (N);

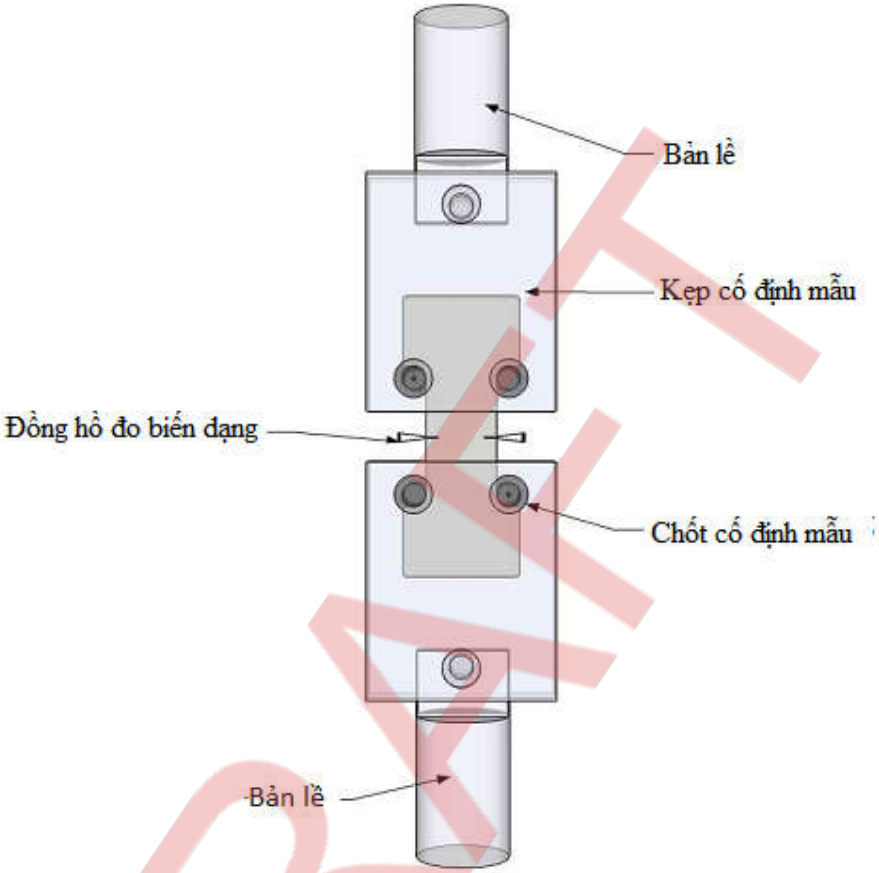
F là tiết diện ngang bị phá hoại, tính bằng milimét vương (mm^2);

F.6.2 Mẫu có khía

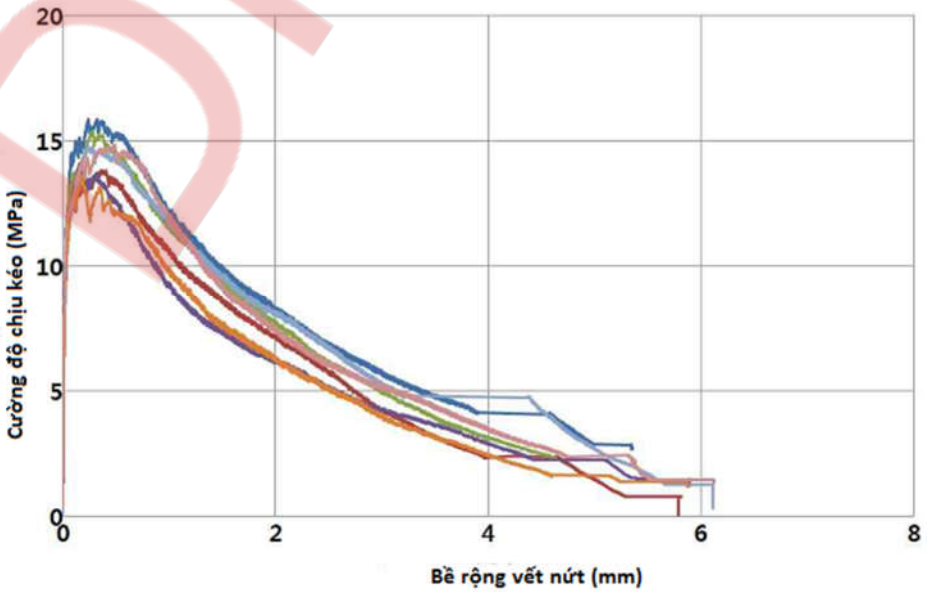
Đường cong chuyển vị ứng suất mở khi kéo của mẫu chịu kéo trực tiếp được thể hiện ở Hình F.4. Cường độ chịu kéo của Hình F.4 là giá trị thu được bằng cách chia tải trọng kéo của mẫu cho diện tích tiết diện ngang tại khía, xem công thức (F.1).

Việc tính toán cường độ nứt sớm phải theo phương pháp tính toán cường độ nứt sớm ở mục (F.6.1) giống như mẫu không có khía.

DRAFT



Hình F.3 - Thử nghiệm cường độ chịu kéo trực tiếp của UHPC (viên mẫu có khía)



Hình F.4 - Đường cong ứng suất kéo – bề rộng vết nứt

F.7 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo kết quả thử nghiệm phải bao gồm ít nhất các thông tin sau:

a) Ngày thử nghiệm;
b) Tuổi của mẫu UHPC;
c) Thiết bị sử dụng
d) Kích thước mẫu
e) Phương pháp bảo dưỡng và nhiệt độ bảo dưỡng;
f) Tải trọng phá hủy;
g) Cường độ chịu kéo trực tiếp.
h) Đường cong chuyển vị mở và ứng suất.

DRAFT

Phụ lục G

(Quy định)

UHPC - Phương pháp xác định cường độ chịu uốn trên mẫu lăng trụ

G.1 Phạm vi áp dụng

Phụ lục này quy định phương pháp thử nghiệm cường độ chịu uốn trên mẫu lăng trụ đối với mẫu UHPC.

G.2 Tài liệu viện dẫn

TCVN 3119:1993, *Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ kéo khi uốn (uốn 4 điểm);*

AFNOR-NF P18-470, *Concrete – Ultra - High performance fibre reinforced concrete - Specification and conforminity*.

G.3 Viên mẫu

a) Các viên mẫu phải là hình lăng trụ với tiết diện vuông a × a và chiều dài bằng 4a. Kích thước a nằm trong khoảng (70 ÷ 200) mm và phải nằm trong khoảng gấp (5 ÷ 7) lần chiều dài của cốt sợi dài nhất.

b) Đối với viên mẫu được lấy bằng cách cắt từ các kết cấu đúc sẵn chiều dài mẫu lăng trụ có thể bằng ba lần chiều rộng và 4 lần chiều cao

c) Đối với viên mẫu được tạo khía, khía phải được cưa tại trung tâm trên bề mặt chịu kéo khi uốn. Bề mặt này phải là một trong số những bề mặt bên tiếp xúc với thành khuôn khi chế tạo mẫu. Độ sâu của khía bằng ½ độ dài của cốt sợi dài nhất. Còn bề rộng của khía phải nhỏ hơn 3 mm.

d) Hình dạng, kích thước và chế tạo các viên mẫu thí nghiệm theo Phụ lục A.

G.4 Thiết bị và dụng cụ

G.4.1 Máy nén hiển thị điện tử

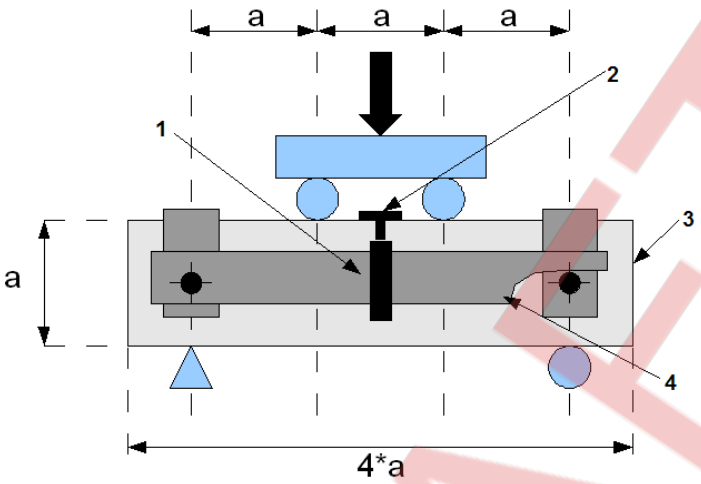
- Máy nén có thang lực, tốc độ gia tải phù hợp để uốn mẫu tới phá hủy và phải đảm bảo các quy định của TCVN 3119:1993;
- Tải trọng phá hủy khi uốn nằm trong khoảng (20 ÷ 80) % tải trọng cực đại của máy và việc kiểm soát chuyển vị được theo dõi trong quá trình thử nghiệm;
- Máy nén có thể được điều khiển trợ động đối với tải trọng dẫn động hoặc chuyển vị, hoặc đối với cảm biến bên ngoài.

G.4.2 Bộ gối đỡ thí nghiệm uốn, sử dụng để gia tải không được ngăn cản sự biến dạng của mẫu cho tới độ võng đã quy định. Các gối đỡ phải là bộ con lăn cho phép xoay theo hướng vuông góc với trục viên mẫu

G.4.3 Cảm biến

G.4.3.1 Đối với thử nghiệm uốn bốn điểm, một bộ cảm biến chuyển vị phải được gắn chặt bằng một thiết bị cụ thể vào mẫu thử để đo độ võng của nó trong quá trình thử nghiệm (xem Hình G.1). Biến

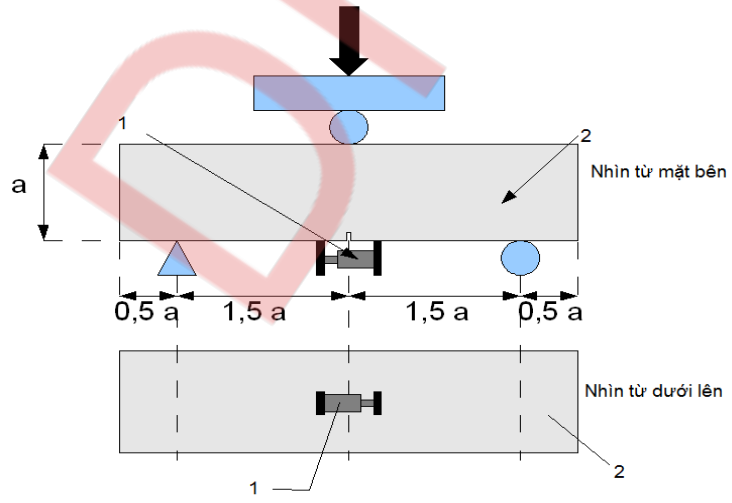
dạng trung bình của phần cốt sợi ở bên dưới mẫu cũng có thể được đo bằng cách sử dụng một hay nhiều dụng cụ giãn kế được bố trí xung quanh phần bên dưới của mẫu lăng trụ. Những cảm biến này có thể được gắn chặt bằng cách sử dụng những chốt có liên kết.



1. Cảm biến đo chuyển vị;
2. Bản trung gian (không tải) gắn keo, làm bằng nhôm;
3. Mẫu thử nghiệm;
4. Đai gông ngang để đo độ võng trung tâm.

Hình G.1 – Nguyên tắc đo độ võng trong thử nghiệm cường độ chịu uốn – bốn điểm

G.4.3.2 Đối với thử nghiệm uốn ba điểm, một bộ cảm biến bắc ngang qua vị trí có khía được cố định vào viên mẫu lăng trụ để đo biến dạng chịu kéo phần thớ dưới của mẫu lăng trụ (xem Hình G.2). Khoảng cách các chốt có liên kết phải giữa các mẫu thử nghiệm khác nhau phải nhỏ thua 5 cm. Khoảng cách các bộ cảm biến phải nhỏ thua 2 mm. Độ chính xác của phép đo chuyển vị phải tốt hơn 0.5% tỷ lệ thực của khoảng cách;



1. Dụng cụ đo độ mở vết nứt;
2. Mẫu thử nghiệm.

Hình G.2 Nguyên tắc đo độ mở rộng của vết nứt trong thử nghiệm uốn ba điểm

G.5 Cách tiến hành

G.5.1. Các viên mẫu được thử nghiệm bằng sơ đồ uốn ba điểm (uốn đúng tâm) sử dụng mẫu hình lăng trụ có khía và uốn bốn điểm sử dụng mẫu hình lăng trụ không có khía, với phương gia tải vuông góc

với phương chế tạo mẫu. Đối với mẫu được lấy bằng cách cưa trên kết cấu, phương gia tải mẫu thử phải được định hướng sao cho cốt sợi ở các mặt bên có hiệu ứng biên tương tự nhau khi thử nghiệm. Sự định hướng này phải giống nhau cho tất cả các mẫu của tổ mẫu và được nêu trong báo cáo thử nghiệm.

G.5.2. Chiều dài nhịp uốn phải bằng 3 lần chiều cao mẫu thử. Khi uốn, không được có khe hở giữa bề mặt tiếp xúc của thiết bị gia tải và bề mặt mẫu.

G.5.3. Gia tải trước mẫu thử để giữ ổn định mẫu với một tải trọng càng thấp càng tốt, giá trị tải trọng này phải được tính toán trong phần còn lại của thử nghiệm.

CHÚ THÍCH: Việc gia tải trước có thể được điều khiển bằng bộ dẫn động chuyển vị hoặc bằng việc kiểm soát lực gia tải

G.5.4. Kích hoạt hệ thống điều khiển trợ động của bộ cảm biến mở rộng vết nứt, bộ cảm biến đo võng hoặc bộ cảm biến đo chuyển vị có trợ động.

G.5.5. Tốc độ gia tải phụ thuộc vào bộ cảm biến được lựa chọn và phải được điều chỉnh lại cho phù hợp như sau:

+ Thiết bị điều khiển chuyển vị đo bề rộng nứt: (0,25 ± 0,1) mm/min;
+ Thiết bị điều khiển đo độ võng: (0,1 ± 0,05) mm/min;
+ Thiết bị điều khiển bộ cảm biến đo sự giãn dài của cốt sợi bên dưới hoặc sự bắc ngang qua vết nứt: (0,025 ± 0,01) mm/min.

G.5.6. Thí nghiệm này được tiến hành cho tới khi ít nhất một trong những điều kiện sau đây được đáp ứng:

+ Độ võng đo trực tiếp trên mẫu thử đạt tới 0,015 × h (trong đó h là chiều cao viên mẫu).
+ Sự dãn ra của cốt sợi bên dưới đạt tới 0,015 × h.

G.5.7. Dữ liệu phải được ghi lại trong quá trình thử nghiệm với một tần suất ít nhất là 5 lần mỗi giây. Các tín hiệu sẽ được ghi lại bao gồm:

+ Thời gian;
+ Sự mở rộng vết nứt hoặc sự giãn ra/kéo dài của cốt sợi bên dưới;
+ Độ võng;
+ Lực tác động;
+ Chuyển vị của bộ dẫn động (nếu có)

G.5.8. Giá trị cường độ uốn tổ mẫu là giá trị trung bình thu được từ 3 viên mẫu thử. Độ bền dẻo dai khi uốn của UHPC được đánh giá qua cường độ chịu uốn và giới hạn đàn khi chịu kéo.

G.6 Tính toán và xử lý kết quả

G.6.1 Xử lý số liệu của thử nghiệm uốn bốn điểm trên mẫu không có khía

G.6.1.1 Cường độ chịu uốn

Khi mẫu bị phá hủy ở giữa hai gối đặt lực ở giữa nhịp tại mặt chịu kéo, cường độ chịu uốn được xác định theo công thức (G.1) chính xác tới 0,01 MPa. Tuy nhiên, khi mẫu bị phá hủy bên ngoài hai gối đặt

lực ở giữa của nhịp tại mặt chịu kéo, thì kết quả này là không có ý nghĩa và cần thí nghiệm lại trên mẫu khác.

$$f_r = P_{max}\, L/bh^2 \qquad \text{(G.1)}$$

Trong đó:

f_r là cường độ chịu uốn, tính bằng Megapascal (MPa);

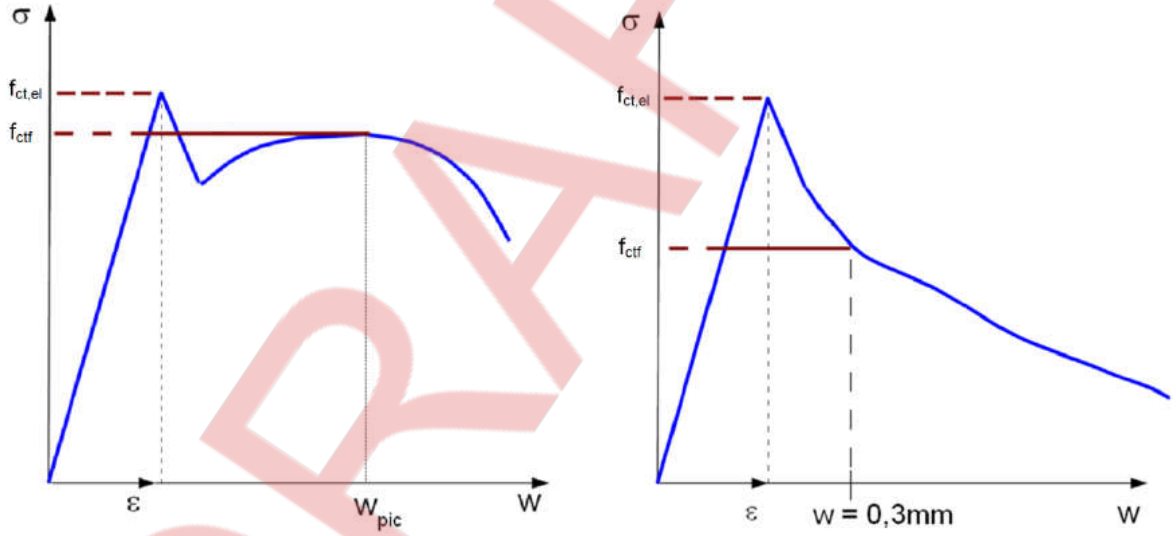
P_{max} là tải trọng cực đại, tính bằng Niutơn (N);

L là chiều dài nhịp, tính bằng milimét (mm);

b là bề rộng của tiết diện ngang bị phá hoại, tính bằng milimét (mm);

h là chiều cao của tiết diện ngang bị phá hoại, tính bằng milimét (mm).

Các dạng đường cong quan hệ ứng suất và bề rộng vết nứt có dạng như sau:

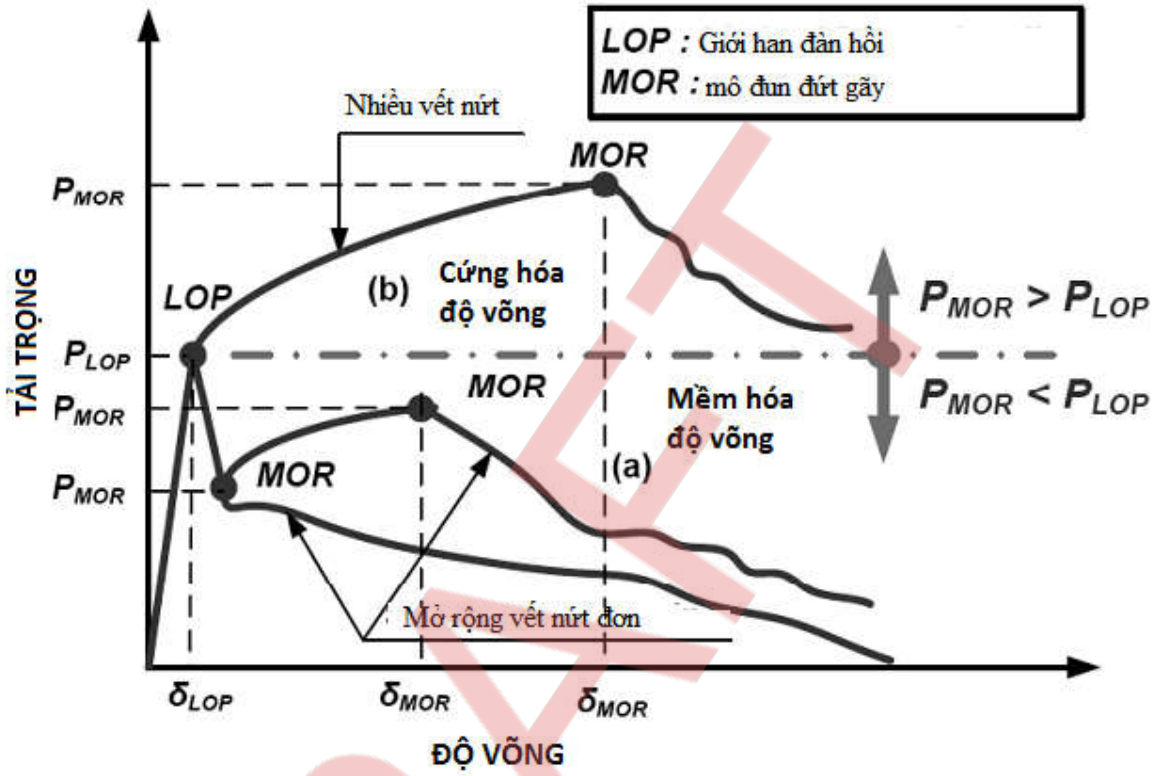


Hình G.3 Đường cong ứng suất và bề rộng vết nứt
(trường hợp có một giá trị cực đại cục bộ - bên trái và không có một giá trị cực đại cục bộ - bên phải)

G.6.1.2 Độ bền dẻo dai khi chịu uốn

- Điểm nứt ban đầu của UHPC (gọi là LOP) và điểm cường độ chịu uốn cực đại (gọi là MOR - Mô đun đứt gãy) được thể hiện trong Hình G.4. Giá trị tải trọng tại MOR là P_{MOR} và độ võng tương ứng là δ_{MOR}.

DRAFT



Hình G.4 - Đường cong tải trọng - độ võng điển hình của UHPC khi chịu ứng suất kéo uốn

- Cường độ chịu uốn f_{MOR} tại điểm MOR được thể hiện trong công thức (G.2). Năng lượng phá huỷ $Tough_{MOR}$ được định nghĩa bởi phần dưới diện tích của đường cong tải trọng - độ võng khi chịu uốn. Xét tới sự ứng xử dẻo điển hình của UHPC, độ bền dai khi uốn được định nghĩa tại 3 điểm, bao gồm 2 điểm tại vị trí L/600 và L/150 và điểm bổ sung tại vị trí L/100 để phân tích ứng xử cứng hóa của độ võng.

$$f_{MOR} = \frac{P_{MOR} L}{bh^2} \qquad \text{(G.2)}$$

trong đó:

L là chiều dài nhịp, tính bằng milimét (mm);

b là bề rộng của tiết diện ngang bị phá hoại, tính bằng milimét (mm);

h là chiều cao của tiết diện ngang bị phá hoại, tính bằng milimét (mm);

L/600 là độ võng bằng L/600 của chiều dài nhịp, tính bằng 0,5 mm;

L/150 là độ võng bằng L/150 của chiều dài nhịp, tính bằng 2 mm;

L/100 là độ võng bằng L/100 của chiều dài nhịp, tính bằng 3 mm.

G.6.1.3 Giới hạn đàn hồi khi chịu uốn

- Đường cong nhận được từ các đường cong tải trọng - độ võng hoặc tải trọng - độ dãn thu được từ các thử nghiệm uốn bốn điểm cho phép giá trị của lực (F_{nl}) tương ứng với tổn hao độ tuyến tính

của sự làm việc của UHPC sẽ được xác định. Ứng suất tương ứng, được gọi là giới hạn đàn hồi khi chịu uốn, được tính toán bởi công thức (G.3):

$$f_{ct,fl} = 3F_{nl} / bh \quad (G.3)$$

trong đó:

$f_{ct,fl}$ là giới hạn đàn hồi khi chịu kéo, tính bằng Megapascal (MPa);

F_{nl} là tải trọng cực đại, tính bằng Niutơn (N);

b là bề rộng của viên mẫu, tính bằng milimét (mm);

h là chiều cao của viên mẫu, tính bằng milimét (mm);

Để đạt được một ước tính được coi là thực chất, giới hạn đàn hồi khi chịu kéo $f_{ct,el}$ được tính toán bằng cách áp dụng công thức (G.4) sau đây:

$$f_{ct,el} = f_{ct,fl} \frac{k.h^{0,7}}{1 + k.h^{0,7}} \quad (G.4)$$

trong đó: k = 0.08

CHÚ THÍCH 1:

- Hệ số k có thể được hiệu chuẩn lại đối với UHPC thuộc loại T3, nói chung nó sẽ lớn hơn 0,08 mà giá trị này sẽ làm tăng giới hạn $f_{ct,el}$ được tính toán.
- Giới hạn đàn hồi trung bình $f_{ctm,el}$ phải được xác định bằng cách áp dụng phương pháp này vào đường cong trung bình thu được từ thử nghiệm.
- Giới hạn đàn hồi đặc trưng $f_{ctk,el}$ phải được xác định bằng cách áp dụng phương pháp này vào đường cong đặc trưng thu được từ thử nghiệm.

CHÚ THÍCH 2: Trong trường hợp thử nghiệm với UHPC loại T3, sự phân tích về ứng suất - biến dạng phải được thực hiện theo các bước phù hợp với tiêu chuẩn UHPC – Yêu cầu thiết kế kết cấu, quy luật chịu kéo trong mối quan hệ ứng suất - biến dạng phải được suy ra từ các thử nghiệm uốn bốn điểm bằng cách sử dụng phương pháp phân tích nghịch đảo từng bước một được mô tả trong Phụ lục H.

G.6.2 Xử lý số liệu thí nghiệm uốn ba điểm trên mẫu có khía

G.6.2.1 Cường độ chịu uốn

Cường độ chịu uốn khi thí nghiệm uốn 3 điểm được tính theo công thức G.5:

$$f_r = 3P_{max} L/2bh^2 \quad (G.5)$$

Trong đó:

f_r là cường độ chịu uốn, tính bằng Megapascal (MPa);

P_{max} là tải trọng cực đại, thu được từ G.5, tính bằng Niutơn (N);

L là chiều dài nhịp, tính bằng milimét (mm);

b là bề rộng của tiết diện ngang bị phá hoại, tính bằng milimét (mm);

h là chiều cao của tiết diện ngang bị phá hoại, tính bằng milimét (mm).

G.6.2.2 Xác định độ mở rộng vết nứt

Trên mỗi đường cong thử nghiệm về biến dạng đàn hồi được lấy trung bình trên chiều dài đo của bộ cảm biến bắc ngang qua vết khía trên viên mẫu, độ mở rộng vết nứt phải được xác định bằng

cách loại bỏ giá trị của độ mở rộng vết nứt w_0 đo được tại đầu mút của vùng đàn hồi khỏi các giá trị độ mở rộng vết nứt đo được sau đó. Thao tác này được thực hiện một cách đơn giản, bằng cách thay đổi điểm tham chiếu và đặt điểm gốc mới của các đường cong tại bước thời gian đã được thừa nhận khi vết nứt đã được định vị.

Trong trường hợp độ mở rộng vết nứt không được ghi lại, thì nó phải được ước tính từ việc đo độ võng (f). Cho trước độ võng f_0 tương ứng với đỉnh của vùng đàn hồi, độ mở rộng vết nứt (w) được xác định bằng công thức G.6 sau đây:

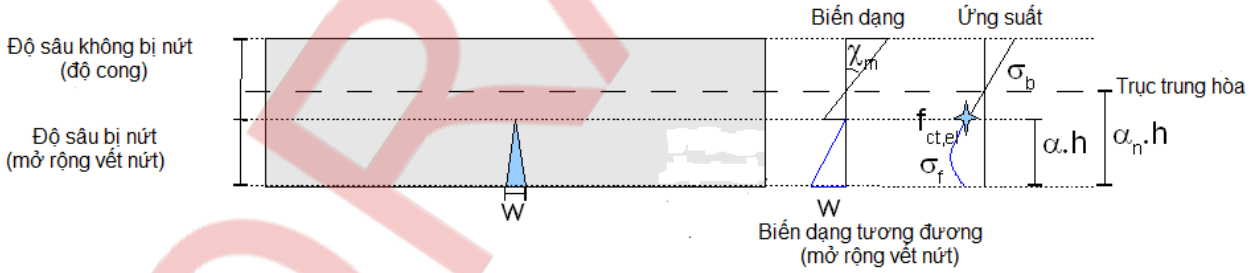
$$w = 4/3 \times 0{,}9 \times (f - f_0) \qquad \text{(G.6)}$$

G.6.2.3 Xác định quy luật sau nứt khi chịu kéo bằng phương pháp nghịch đảo

Việc phân tích thử nghiệm bằng phương pháp nghịch đảo có thể thu được ứng suất kéo dưới dạng một hàm số của độ mở rộng vết nứt từ các kết quả thực nghiệm giữa mô men uốn và độ mở rộng vết nứt. Phương pháp này phải được sử dụng cho các dữ liệu đã được chọn lọc nhằm thu được giá trị ổn định bằng cách xem xét đường cong trung bình và đường cong đặc trưng từ các kết quả thí nghiệm.

G.6.2.3.1 Sự cân bằng cơ học của tiết diện bị nứt

Hình G.5 minh họa tiết diện bị nứt của mẫu lăng trụ khi chịu uốn.



Hình G.5 Sự phân bố biến dạng và ứng suất qua những phần bị nứt và không bị nứt theo chiều cao tiết diện

Một sự khác biệt được đưa ra giữa chiều sâu không bị nứt, nơi mà sự phân bố ứng suất tương ứng với sự làm việc đàn hồi tuyến tính và phần bị nứt của tiết diện, có sự phân bố ứng suất phụ thuộc trực tiếp vào hiệu quả của những thanh cốt sợi trong bê tông. Đó là sự phân bố đang được tìm kiếm từ việc sử dụng phương pháp nghịch đảo. Sự cân bằng cơ học của tiết diện này dẫn tới các phương trình từ (G.7) đến (G.10) sau đây, trong đó sự đóng góp của phần không bị nứt được chỉ rõ bởi chỉ số b và sự đóng góp của phần bị nứt được chỉ rõ bởi chỉ số f:

$$N_b = \frac{E_{cm} \cdot \chi_m \cdot b \cdot h^2}{2} \left[(1 - \alpha_n)^2 - (\alpha - \alpha_n)^2 \right] \qquad \text{(G.7)}$$

$$N_f = \frac{\alpha . h . b}{w} \int_0^w \sigma_f \, d\omega \qquad \text{(G.8)}$$

$$M_f = \alpha h.N_f - \frac{(\alpha.h)^2.b}{w^2}\int_0^w \sigma_f.\omega.d\omega \quad \text{(G.9)}$$

$$M_b = \frac{E_{cm}.\chi_m.b.h^3}{3}\left[(1-\alpha_n)^3 - (\alpha-\alpha_n)^3\right] + h.\alpha_n.N_b \quad \text{(G.10)}$$

$M = M_b + M_f$ (G.11)

$N = N_b + N_f = 0$ (G.12)

trong đó:

M là mô men kháng uốn, M, M_b, và M_f được tính bằng Meganiutơn mét (MN.m);

N là lực pháp tuyến, với 0, N_b và N_f được đo bằng Meganiutơn (MN);

α là chiều sâu tương đối của vết nứt (Hình G.3);

α_n là chiều sâu tương đối của trục trung hòa, được cho bởi: $\sigma_t = E_{cm}.\chi_m.\ h.\ (\alpha - \alpha_n)$;

χ_m là độ cong của phần không bị nứt, tính bằng mét mũ trừ một (m^{-1});

$f_{ct,el}$ là giới hạn đàn hồi khi chịu kéo (giá trị trung bình $f_{ctm,el}$ hoặc giá trị đặc trưng $f_{ctk,el}$ phụ thuộc vào đường cong được xử lý, tính bằng Megapascan (MPa));

E_{cm} là giá trị trung bình của Mô-đun Young, tính bằng Megapascan (MPa);

b là chiều rộng của tiết diện, tính bằng mét (m);

h là chiều cao của tiết diện, (sau khi trừ đi độ sâu của khía), tính bằng mét (m);

Độ mở rộng vết nứt được liên kết với độ cong đối với vùng không bị nứt thông qua mối quan hệ động học sau đây:

$$w = [\chi_m + 2.\chi_e]\frac{2.(\alpha h)^2}{3} \quad \text{(G.13)}$$

trong đó: χ_e là độ cong đàn hồi tương đương, tính bằng mét mũ trừ một (m^{-1}), được cho bởi công thức: $\chi_e = M/(E_{cm}.I)$ với I là quán tính của tiết diện ngang hình chữ nhật.

Mối quan hệ giữa chiều cao của vết nứt và chiều sâu của trục trung hòa được tính từ biểu thức (G.14):

$$(\alpha_n - \alpha).h.\chi_m E_{cm} = f_{ct,el} \quad \text{(G.14)}$$

Vì những lý do trên thực tế, bộ cảm biến bắc ngang qua vết nứt nói chung là bị dịch chuyển nhẹ bởi một khoảng cách bằng *e* từ đáy tới khía trên viên mẫu. Việc phân tích nghịch đảo phải tính đến ảnh hưởng của sự chênh lệch này bằng cách chỉnh lại cho đúng kết quả của phép đo w_{mes} bằng cách áp dụng phương trình (G.15):

$$w = w_{mes}\,[\alpha.h\,/\,(\alpha.h + e)] \quad \text{(G.15)}$$

G.6.2.3.2 Phân tích bằng phương pháp lặp

Đường cong ứng suất - độ mở rộng vết nứt muốn tìm kiếm được xác định một cách rời rạc bởi các cặp điểm (w_i, σ_{fi}). Sự rời rạc của trục x gắn liền với những độ mở rộng vết nứt (các bước 20 µm) là

đủ "tốt" để biểu thị tất cả các ứng suất theo công thức (G.16) bằng một sự xấp xỉ hóa hình thang, cụ thể là:

$$\int_0^{w_{i+1}} \sigma_f .dw = \int_0^{w_i} \sigma_f .dw + \left(\frac{\sigma_{f_i} + \sigma_{f_{i+1}}}{2} \right) \left(w_{i+1} - w_i \right) \qquad \text{(G.16)}$$

Lúc đó, những biểu thức của lực pháp tuyến N_{fi+1} và mô men M_{fi+1} của phần bị nứt có thể được viết theo các công thức (G.17) và (G.18):

$$N_{f_{i+1}} = N_{f_i} . \frac{\alpha_{i+1}}{\alpha_i} . \frac{w_i}{w_{i+1}} + \alpha_{i+1} . b.h. \left(\frac{\sigma_{f_i} + \sigma_{f_{i+1}}}{2} \right) . \left(1 - \frac{w_i}{w_{i+1}} \right) \qquad \text{(G.17)}$$

$$M_{f_{i+1}} = M_{f_i} . \left(\frac{\alpha_{i+1}}{\alpha_i} . \frac{w_i}{w_{i+1}} \right)^2 + \alpha_{i+1} . h . N_{f_{i+1}} . \left(1 - \frac{w_i}{w_{i+1}} \right) - \frac{\left(\alpha_{i+1} . h \right)^2 . b}{2} . \left(1 - \frac{w_i}{w_{i+1}} \right)^2 . \sigma_{f_{i+1}} \qquad \text{(G.18)}$$

Do vậy, xét mối quan hệ giữa độ mở rộng vết nứt - ứng suất được biết cho tới lặp lại thứ i, chúng ta thu được hai ẩn số của ứng suất và chiều sâu tương đối của vết nứt tại lặp lại i+1, một cách lần lượt của hai giá trị này là $\alpha_{f_{i+1}}$, α_{i+1} bằng cách giải các phương trình ở trên, biểu thị sự vô giá trị của lực dọc trục và sự tương đương của mô men kháng uốn của tiết diện đang xem xét bằng mô men thực nghiệm.

Để bắt đầu quá trình gia tăng tải trọng, lấy giá trị ban đầu, điểm đã được định rõ là mô men gây nứt (đầu mút của vùng đàn hồi), với một độ mở rộng vết nứt bằng 0, tuân thủ với mối quan hệ trong công thức (G.19):

$$M_b^0 = M_{ext} = \frac{-b.h^2 . \sigma_f^0}{6} \qquad \text{(G.20)}$$

với $M_f^0 = 0$; $N_b^0 = 0$; $N_f^0 = 0$

Tại lúc kết thúc mỗi lần tăng tải, một sự hiệu chỉnh cho đúng được thực hiện trên giá trị của lần lặp i sau khi đã tính toán lần lặp i+1. Sự làm trơn này gắn liền với trung bình động theo công thức (G.21):

$$\sigma_{fi} = (2\sigma_{fi} + \sigma_{fi+1} + 1)/3 \qquad \text{(G.21)}$$

G.6.3 Chỉnh lại cho đúng hiệu ứng biên do sự đúc, cưa và khía mẫu thử nghiệm

Kết quả phần sau nứt của những phân tích trước đây được gia tải theo những mức độ biến đổi về sự định hướng cục bộ hoặc điều kiện neo cốt sợi cục bộ, bằng cách tham chiếu tới một tình huống neo hoàn hảo theo lý thuyết liên quan tới sự làm việc thực chất được thừa nhận của UHPC tại phần lõi của một bộ phận "to lớn".

G.6.3.1 Biên của mẫu thử nghiệm đúc khuôn

Khi các mẫu lăng trụ được đúc khuôn, sự định hướng của cốt sợi có xu hướng trở thành 2D gần với thành của khuôn đúc. Vì thế, một hệ số bằng 1,2 được áp dụng qua một bề rộng bằng $L_f/2$ để đem lại một sự tương đương của hiệu quả 3D, trừ trường hợp biên này nằm ở mặt bên của vùng chịu nén trong quá trình thử nghiệm uốn.

G.6.3.2 Biên của mẫu thử nghiệm lấy bằng cách cưa

DRAFT

Khi gần với một biên mẫu thử nghiệm cưa cắt, phải đưa vào tính toán một thực tế là các thanh cốt sợi cũng bị cắt. Chúng ta coi rằng một nửa số cốt sợi không còn được neo nữa qua một bề rộng bằng bằng $L_f/2$. Vì thế, một hệ số bằng 1/2 được áp dụng qua một bề rộng bằng $L_f/2$ trừ trường hợp biên này nằm ở mặt bên của vùng chịu nén trong quá trình thử nghiệm uốn.

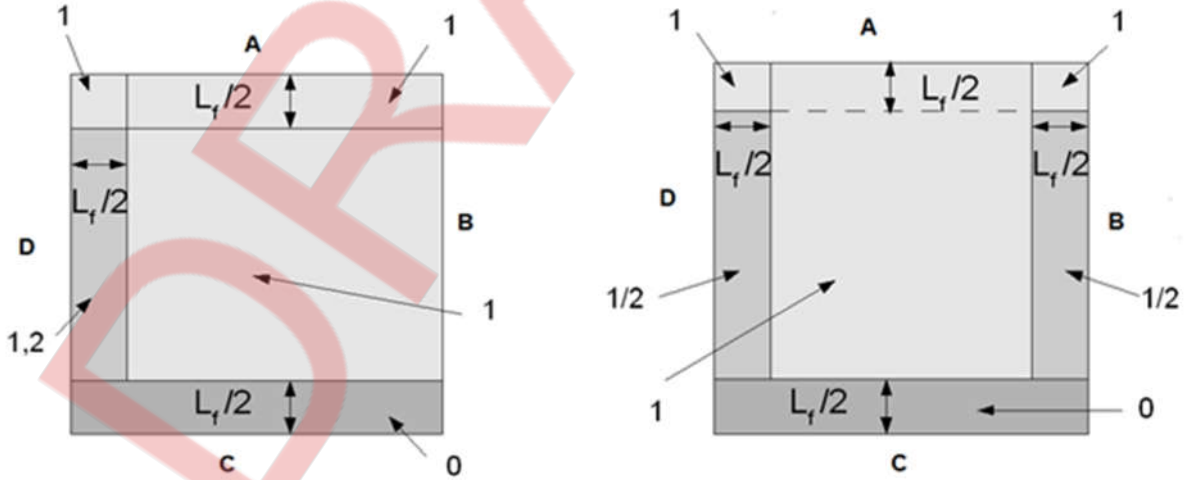
G.6.3.3 Khía trên mẫu thử nghiệm

Vùng bề mặt bị khía không được đưa vào trong tính toán diện tích hiệu quả phải chịu ứng suất kéo. Không áp dụng một hệ số giảm bớt nào đối với diện tích bề mặt này ở đáy của khía, nơi việc neo và định hướng cốt sợi không bị ảnh hưởng.

G.6.3.4 Tính toán sự hiệu chỉnh cho đúng

Kết quả thực nghiệm thu được gắn liền với một tiến diện ngang được gia tải bởi một hệ số 1 ở tiết diện trung tâm, và được gia tải bởi các hệ số đã được chi tiết hóa ở trên dọc theo các biên ở mặt bên. Sự hiệu chỉnh cho đúng bao gồm chia các giá trị ứng suất của đường cong ứng suất - biến dạng từ các phân tích ở trên cho hệ số gia tải qua toàn bộ tiết diện ngang của viên mẫu hình lăng trụ thử nghiệm. Sau khi thực hiện việc hiệu chỉnh cho đúng thu được đường cong cơ bản thực chất được thừa nhận.

Hình h G.6 đưa ra ví dụ về một viên mẫu hình lăng trụ đúc khuôn và một viên mẫu hình lăng trụ cưa cắt cùng với các hệ số gia trọng sẽ được sử dụng.



A Bề mặt được tạo hình, biên chịu nén
B Bề mặt không được tạo hình
C Bề mặt được tạo hình bị hủy do hiệu ứng khía
D Bề mặt được tạo hình

a) Viên mẫu hình lăng trụ đúc khuôn

A Bề mặt không được tạo hình, biên tự do chịu nén
B Bề mặt bị cưa cắt
C Bề mặt tương ứng với vạch/khía
D Bề mặt bị cưa cắt

b) Viên mẫu hình lăng trụ cưa cắt

Hình G.6 Các ví dụ để giải thích cho những hiệu ứng biên

G.6.4 Sự miêu tả đơn giản hóa

- Chúng ta có thể đưa ra được một sự mô tả tuyến tính theo từng khúc đường cong đặc trưng cơ bản khi chịu kéo của UHPC từ phương pháp xử lý dữ liệu theo các mục G.6.1 và G.6.2. Sự

mô tả này thích hợp với những quy luật truyền thống đã được mô tả trong mục 3.1.7.3.2 của tiêu chuẩn UHPC – Yêu cầu thiết kế kết cấu, là tương đương với việc đưa ra một bộ các giá trị ứng suất, được lấy từ đường cong, gắn liền với những độ mở rộng vết nứt đã được ấn định bằng nguyên tắc: giới hạn đàn hồi (gắn liền với w = 0), ứng suất tương ứng với một độ mở rộng vết nứt bằng 0,3 mm hoặc ứng suất cực đại σ_w nếu nó thu được vì một độ mở rộng vết nứt lớn hơn 0,3 mm, ứng suất liên quan tới một độ mở rộng vết nứt tương đương với 1 % chiều cao viên mẫu thử nghiệm hình lăng trụ, ứng suất được thừa nhận bằng 0 gắn liền với một độ mở L_f /4 (L_f là chiều dài của cốt sợi dài nhất đóng góp vào tính dẻo dai của bê tông).

- Nếu giới hạn đàn hồi này lớn hơn ứng suất lớn nhất hoặc ứng suất tương ứng với một độ mở rộng vết nứt bằng 0,3 mm, đường cong phải được cắt rời ở những chỗ thấp nhất của những giá trị này.
- Cũng có thể thực hiện được một sự miêu tả đơn giản hóa tương tự cho đường cong trung bình.
- Các giá trị ứng suất gắn liền với những miêu tả đã được đơn giản hóa này phải được xác định tới giá trị gần nhất với 0,1 MPa.

G.7 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo kết quả thử nghiệm phải bao gồm ít nhất các thông tin sau:

a) Tuổi của mẫu UHPC;
b) Ngày thử nghiệm;
c) Kích thước mẫu;
d) Phương pháp bảo dưỡng và nhiệt độ bảo dưỡng;
e) Vị trí đo độ võng;
f) Tải trọng phá hủy;
g) Cường độ và độ võng khi bị nứt từ sớm;
h) Cường độ chịu uốn và độ võng ở tải trong cực đại;
i) Độ bền dẻo dai khi uốn;
j) Độ mở rộng vết nứt.

DRAFT

Phụ lục H

(Quy định)

UHPC - Phương pháp xác định cường độ chịu uốn trên mẫu bản mỏng

H.1 Phạm vi áp dụng

Phụ lục này quy định phương pháp thử nghiệm cường độ chịu uốn trên mẫu bản mỏng đối với mẫu UHPC.

H.2 Tài liệu viện dẫn

TCVN 3119:1993, *Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ kéo khi uốn (uốn 4 điểm)*

AFNOR-NF P18-470,*Concrete - Ultra - High performance fibre reinforced concrete - Specification and conforminity*.

H.3 Viên mẫu

a) Các viên mẫu là tấm bản mỏng với chiều dày (e) của mẫu thử nghiệm phải tương đương với chiều dày của bản kết cấu được thiết kế hoặc nếu giá trị này chưa biết, thì phải tương đương với 3 lần chiều dài của cốt sợi dài nhất (L_f) đóng góp vào tính dẻo dai của UHPC.

b) Mẫu thử hình lăng trụ được lấy bằng cách cưa thành 4 tấm hình vuông có chiều dày e được chế tạo bằng phương pháp tương tự như phương pháp để sản xuất kết cấu. Hai hướng chính của bản mỏng (các trục X và Y) phải được nhận biết tương ứng với phương pháp đổ bê tông. Ba mẫu hình lăng trụ phải được lấy từ mỗi tấm mỏng bằng cách cắt theo những kích thước và cách bố trí đã được định rõ trong Hình H.1. Trong đó:

   L_p Chiều dài của các hình lăng trụ, L_p = min [20e; 60cm];

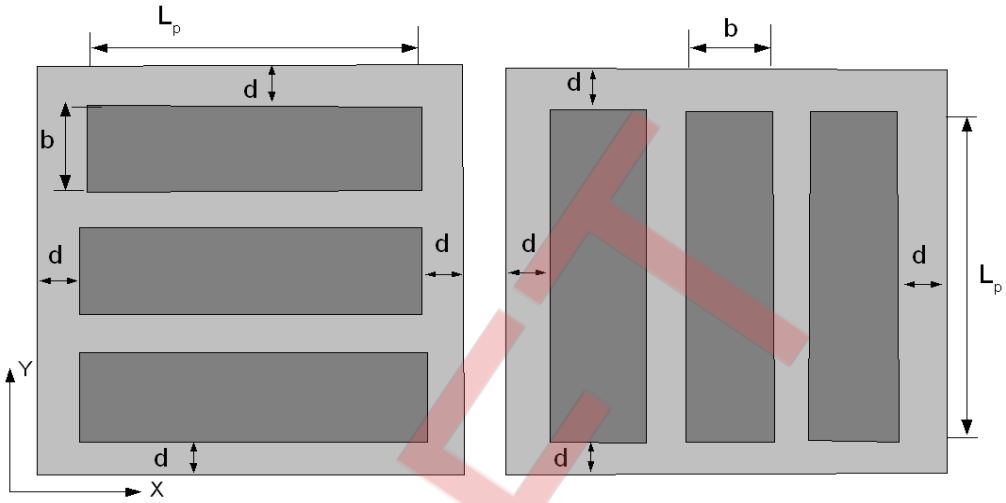
   b Bề rộng của các hình lăng trụ, b = 8 L_f

   d là khoảng cách tới biên, d = Max [L_f ; 2cm];

   Cạnh của các hình lăng trụ thì tương đương với Max [L_p +2d; 26L_f + 2d].

c) Cách chế tạo mẫu được thực hiện theo Phụ lục A. Trong tất cả các trường hợp, việc đổ hỗn hợp bê tông vào khuôn đúc mà sử dụng kiểu đổ đống là bị cấm.

DRAFT



a) khẩu độ dọc theo trục X (2 tấm)

b) khẩu độ dọc theo trục Y (2 tấm)

Hình H.1 – Sơ đồ cắt lấy mẫu thử trên tấm UHPC

H.4 Thiết bị và dụng cụ

H.4.1 Máy nén hiển thị điện tử

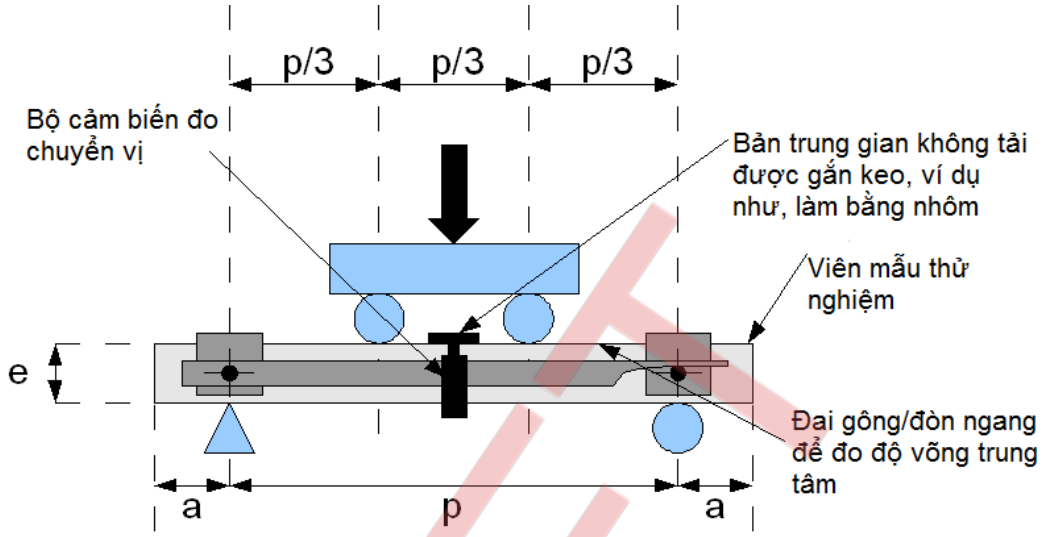
- Máy có thể được điều khiển trợ động đối với tải trọng dẫn động hoặc chuyển vị, hoặc đối với cảm biến bên ngoài;
- Máy có thang lực và tốc độ gia tải phù hợp để uốn mẫu tới phá hủy và phải đảm bảo các quy định của TCVN 3119:1993;
- Tải trọng phá hủy khi uốn nằm trong khoảng (20 ÷ 80) % tải trọng cực đại của máy và việc kiểm soát chuyển vị được theo dõi trong quá trình thử nghiệm.

H.4.2 Bộ gối đỡ thí nghiệm uốn, sử dụng để gia tải không được ngăn cản sự biến dạng của mẫu cho tới độ võng đã quy định. Các gối đỡ phải là bộ con lăn cho phép xoay theo hướng vuông góc với trục viên mẫu

H.4.3 Bộ cảm biến

Dùng hai bộ cảm biến chuyển vị tại giữa nhịp, đặt tại từng bên của phạm vi kiểm tra mẫu thử, trừ trường hợp khi bề rộng của chúng nhỏ thua 120 mm thì lúc đó cho phép chỉ sử dụng một bộ cảm biến đặt ở tâm. Những bộ cảm biến này phải được lắp đặt bằng cách sử dụng một đai gông gắn chặt vào viên mẫu thử để xác định được độ lún trên các gối đỡ như Hình H.2.

DRAFT



Hình H.2 Sơ đồ thử nghiệm và nguyên tắc đo đạc độ võng ở giữa nhịp

a = max (e/2 ; 3 cm) ; $p = Lp - 2a$

H.5 Cách tiến hành

1. Vệ sinh sạch bề mặt và các cạnh viên mẫu, gối đỡ và mặt đặt lực của máy, các gối đỡ được đặt tại các vị trí như hình H.2.

2. Lắp đặt hai bộ cảm biến chuyển vị như đã được chỉ ra trong Hình H.2.

3. Gia tải để bề mặt mẫu tiếp xúc với thiết bị để không có khe hở giữa bề mặt tiếp xúc của thiết bị gia tải và bề mặt mẫu.

4. Tốc độ gia tải phải được giữ không đổi nhằm tránh mọi sự tác động tới mẫu. Việc gia tải phải được kiểm soát thông qua thiết bị điều khiển chuyển vị ở một tốc độ bằng (0,25 ± 0,1) mm/min hoặc theo thiết bị điều khiển về độ võng với tốc độ (0,1 ± 0,05) mm/min. Độ võng trung bình bằng với hai lần độ võng trung bình lớn nhất và không nhỏ thua e/2.

Số liệu phải được ghi lại trong quá trình thử nghiệm với tần suất ít nhất là 5 lần mỗi giây. Các tín hiệu sẽ được ghi gồm:

- Thời gian;

- Độ võng trung bình;

- Lực tác động;

- Chuyển vị của hình trụ

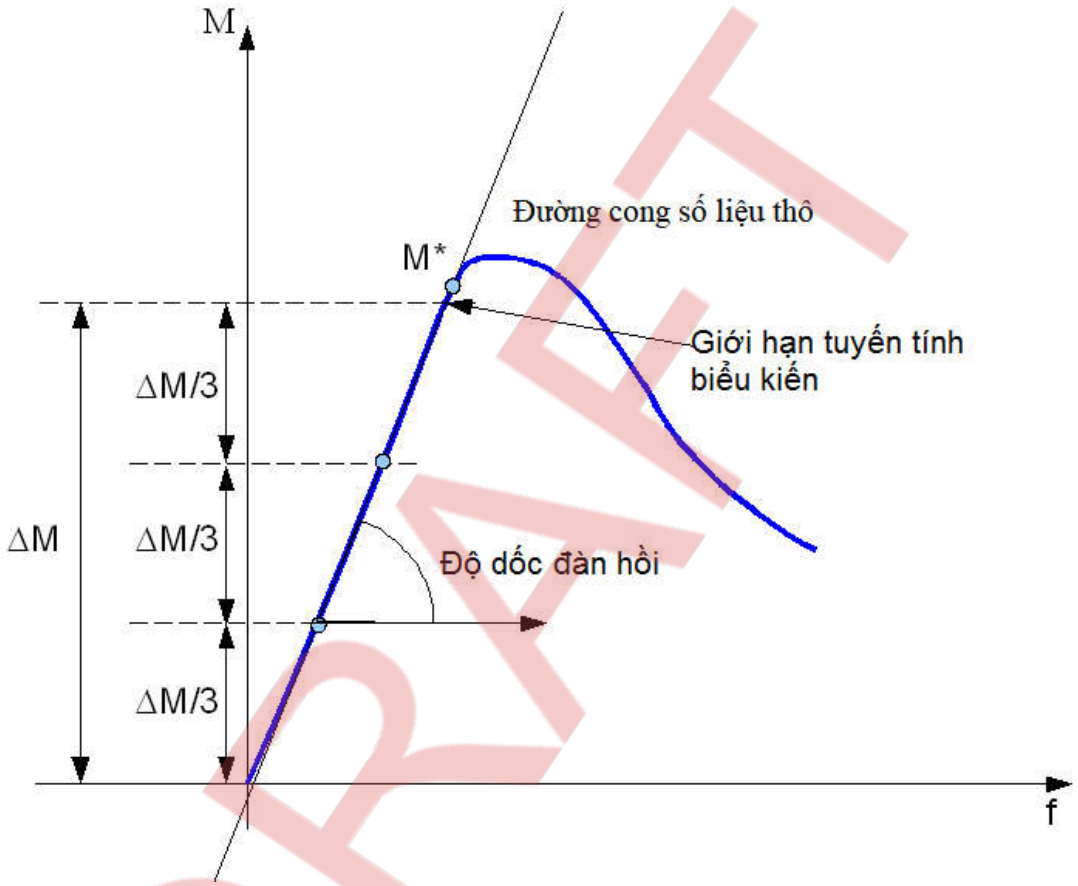
H.6 Tính toán và xử lý kết quả

H.6.1 Xác định sự làm việc đàn hồi

Việc xác định mô đun đàn hồi khi chịu uốn (E) phải được thực hiện ở điểm một phần ba ở giữa phần tuyến tính tăng lên của đường cong mô men trung bình - độ võng thu được từ n thử nghiệm của lô thử

DRAFT

nghiệm (n ≥ 6). Độ dốc của đường cong trong khoảng này phải được nhân với một hệ số $(23.p^2)/216.b.e^3/12)$, để thu được mô đun đàn hồi khi chịu uốn.



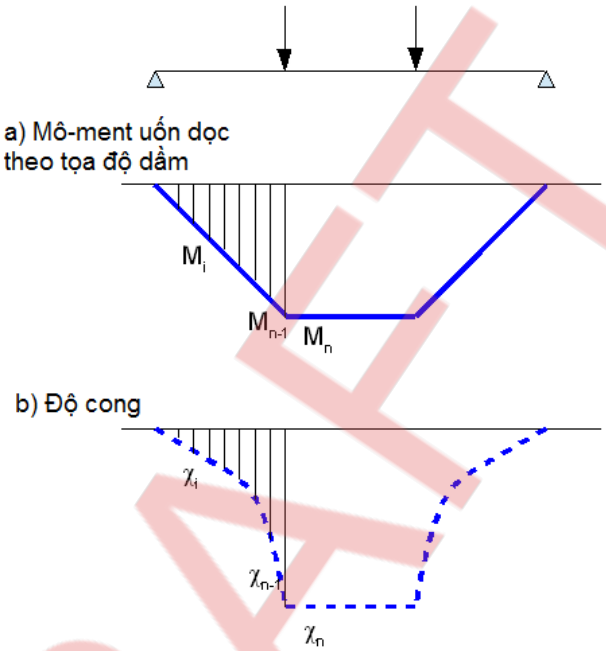
Hình H.3 Xác định sự làm việc đàn hồi

Giới hạn đàn hồi $f_{ct,el}$ phải được xác định cho từng đường cong mô men - độ võng. Biên độ của miền tuyến tính ΔM được xác định bằng thủ công, lúc đó một đường thẳng được vẽ ra qua ΔM/3 và 2ΔM/3, như đã được chỉ ra trong Hình H.3. Điểm M* trên đường cong thực nghiệm rời bỏ đường thẳng nói trên, lúc đó, có thể thấy rõ hơn. Giá trị của mô men tương ứng với điểm này, nơi sự tuyến tính kết thúc, phải được nhân với $6/be^2$ để thu được giới hạn đàn hồi $f_{ct,el}$. Các giá trị trung bình và giá trị đặc trưng $f_{ctm,el}$ và $f_{ctk,el}$ thì nhận được bằng cách sử dụng việc xử lý thống kê thông thường (xem Phụ lục K). Đường cong thiết kế nhận được bằng cách nối vào nhau phần tuyến tính cho tới $f_{ct,el}$ và quy luật thu được bằng việc phân tích đảo ngược theo cách thức phù hợp với H.6.2.

H.6.2. Phương pháp nghịch đảo kiểu bậc thang từ đường cong mô men - độ võng

Vượt qua giới hạn đàn hồi, đường cong cơ bản được nhận biết bằng mối quan hệ mô men - độ cong từ các kết quả thực nghiệm. Mối quan hệ giữa độ cong χ và độ võng δ ở điều kiện đàn hồi không còn giá trị nữa khi vật liệu trở thành phi tuyến vì độ cong lúc đó tăng lên nhiều hơn so với mô men. Mức độ thay đổi

của độ cong dưới dạng một hàm số của trục x như đã chỉ ra trong Hình H.4. Để biết được đường cong mô men - độ võng cần thực hiện một phân tích nghịch đảo. Lúc đó, một quá trình lặp được sử dụng.



Hình H.4 Các đường cong mô men và độ cong sau khi chảy dẻo

Với một mô men bằng 0, độ võng và độ cong phải lấy bằng 0. Với một cặp cho trước mô men M_n – độ võng δ_n, nếu chúng ta giả thiết rằng các độ cong χ_i gắn liền với các mô men Mi đều biết, trong đó i biến thiên từ 1 cho tới n-1, thì độ cong χ_n phải được xác định để thu được độ võng δ_n (Hình H.4). Lấy toàn bộ các độ cong χ_i, với i chạy từ 1 tới n, chúng ta hợp nhất các độ cong hai lần để thu được độ võng. Khi tất cả các cặp M_i, χ_i đều đã nhận được, một sự phân tích nghịch đảo thứ hai được tiến hành để suy ra quy luật ứng suất - biến dạng.

Tại từng bước thứ i, dữ liệu đầu vào là một cặp các giá trị M_i, χ_i. Mục tiêu là nhằm thu được giá trị biến dạng của cốt sợi bên dưới (ε_i) cùng với các ứng suất có liên quan σ_i. Một lần nữa, phép toán hồi quy phải được sử dụng. Tại bước 0, $\varepsilon_0 = 0$ và $\sigma_0 = 0$. Tại bước n, giả thiết các giá trị ε_i và σ_i đều đã biết với i chạy từ 1 tới n-1 cùng với mô men M_n và độ cong χ_n. Định nghĩa β_i là chiều sâu tương đối của trục trung hòa khi chịu mô men M_i, phương trình mô tả sự biến đổi về biến dạng tuyến tính theo công thức (H.1):

$$\varepsilon_n = -\chi_n.\beta_n.e \qquad \text{(E.1)}$$

Cho giá trị của lực dọc trục bằng 0, có phương trình (H.2):

$$N = N_c + N_t = \frac{1}{2}(1-\beta_n)^2.e^2.b.\chi_n.E + \frac{1}{\chi_n}\sum_{i=1}^{n}(\varepsilon_{i-1}-\varepsilon_i).\frac{\sigma_i+\sigma_{i-1}}{2}.b = 0 \qquad \text{(E.2)}$$

Tại bước thứ n-1, đại lượng N_c ở vùng bị nén có thể được theo phương trình (H.3):

$$N_c(n-1)=\frac{1}{2}(1-\beta_{n-1})^2.e^2.b.\left(-\frac{\varepsilon_{n-1}}{\beta_{n-1}.e}\right).E \quad \text{(H.3)}$$

Vẫn tại bước thứ n-1, đại lượng N_t ở vùng bị kéo thỏa mãn mối quan hệ (H.4):

$$N_t(n-1)=\left(-\frac{\beta_{n-1}.e}{\varepsilon_{n-1}}\right).b.\int_{\varepsilon_{n-1}}^{0}\sigma(\varepsilon).d\varepsilon=-\frac{1}{2}\frac{(1-\beta_{n-1})^2}{\beta_{n-1}}.e.b.(-\varepsilon_{n-1}).E \quad \text{(H.4)}$$

Tại bước thứ n, đại lượng $N_t(n)$ có thể được viết ra bằng cách sử dụng biểu thức (H.5):

$$N_t(n)=\left(-\frac{\beta_n.e}{\varepsilon_n}\right).b.\int_{\varepsilon_n}^{0}\sigma(\varepsilon).d\varepsilon=-\frac{\beta_n.e}{\varepsilon_n}.b.\int_{\varepsilon_{n-1}}^{0}\sigma(\varepsilon).d\varepsilon-\frac{\beta_n.e}{\varepsilon_n}\int_{\varepsilon_n}^{\varepsilon_{n-1}}\sigma(\varepsilon).d\varepsilon \quad \text{(H.5)}$$

Mà nó vẫn có thể được viết ra theo biểu thức (H.6):

$$-\frac{1}{2}\frac{(1-\beta_n)^2}{\beta_n}.e.b.(-\varepsilon_n).E=\frac{1}{2}\frac{\beta_n}{\varepsilon_n}.\frac{(1-\beta_{n-1})^2}{(\beta_{n-1})^2}(\varepsilon_{n-1})^2.e.b.E-\frac{\beta_n}{\varepsilon_n}.\frac{\sigma_n+\sigma_{n-1}}{2}.(\varepsilon_{n-1}-\varepsilon_n).e.b \quad \text{(H.6)}$$

Từ phương trình (H.6), có thể suy ra mối quan hệ trực tiếp giữa σ_n và β_n bằng cách sử dụng thực tế là ε_n thì thu được dưới dạng một hàm số của $\varepsilon_{mes,n}$ hoặc χ_n và β_n.

Trong khi đó, phương trình về mô men đem lại, tại bước thứ n, mối quan hệ (H.7):

$$M=M_c+M_t=\frac{e^3}{3}.(1-\beta_n)^3.b.\chi_n.E+\left(\frac{1}{\chi_n}\right)^2.\sum_{i=1}^{n}(\varepsilon_{i-1}-\varepsilon_i)\frac{(2\varepsilon_i+\varepsilon_{i-1}).\sigma_i+(2\varepsilon_{i-1}+\varepsilon_i).\sigma_{i-1}}{6}.b \quad \text{(H.7)}$$

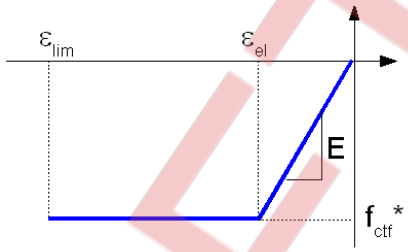
Vì thế, M_n là một hàm số của σ_n, β_n và ε_n (hoặc χ_n). Giờ đây, ε_n thu được từ $\varepsilon_{mes,n}$ hoặc χ_n và β_n. Vì σ_n là một hàm số của β_n, phương trình về mô men có thể được viết ra một cách trực tiếp dưới dạng biểu thức M_n như là một hàm số của β_n, vì thế chúng ta đã giảm bớt được việc xác định ba ẩn số ε_n, σ_n và β_n thành một bài toán với một phương trình và một ẩn số.

Cũng có thể đưa ra một sự mô tả tuyến tính theo từng khúc của đường cong đặc trưng cơ bản khi chịu kéo của UHPC từ những sự xử lý ở trên. Sự mô tả này là tương đương với việc đưa ra một bộ các giá trị ứng suất, lấy từ đường cong, gắn liền với các giá trị đặc trưng của biến dạng. Cũng có thể thực hiện được một sự miêu tả đơn giản hóa tương tự cho đường cong trung bình. Các giá trị ứng suất gắn liền với những sự miêu tả đơn giản hóa này phải được xác định theo giá trị gần nhất với 0,1 MPa.

Cụ thể, sự mô tả song tuyến tính của đường cong đặc trưng được xác định bởi giới hạn đàn hồi $f_{ctk,el}$ gắn liền với biến dạng ε_{el}, và cường độ sau khi nứt $f_{ctk,k}$ gắn liền với biến dạng giới hạn ε_{lim} là cơ sở của quy luật tính toán theo tiêu chuẩn thiết kế kết cấu, lúc đó phần sau khi nứt được chia cho hệ số định hướng K bằng cách áp dụng Phụ lục F và quy luật trạng thái giới hạn cực hạn (ULS) thu được bằng mối quan hệ của một hệ số $1/\gamma_{cf}$.

H.6.3 Sự miêu tả đơn giản hóa

Với những phần chịu uốn đơn giản hoặc chịu một sự phối hợp uốn nén mà không có lực tổng hợp kéo trung bình trong tiết diện, người ta cho phép đơn giản hóa quy luật cơ bản mà quy luật này sẽ nhận được bằng cách áp dụng H.6.1 và H.6.2, cả cho quy luật trung bình lẫn quy luật đặc trưng, theo cách thức phù hợp với đường cong được miêu tả trong Hình H.5.



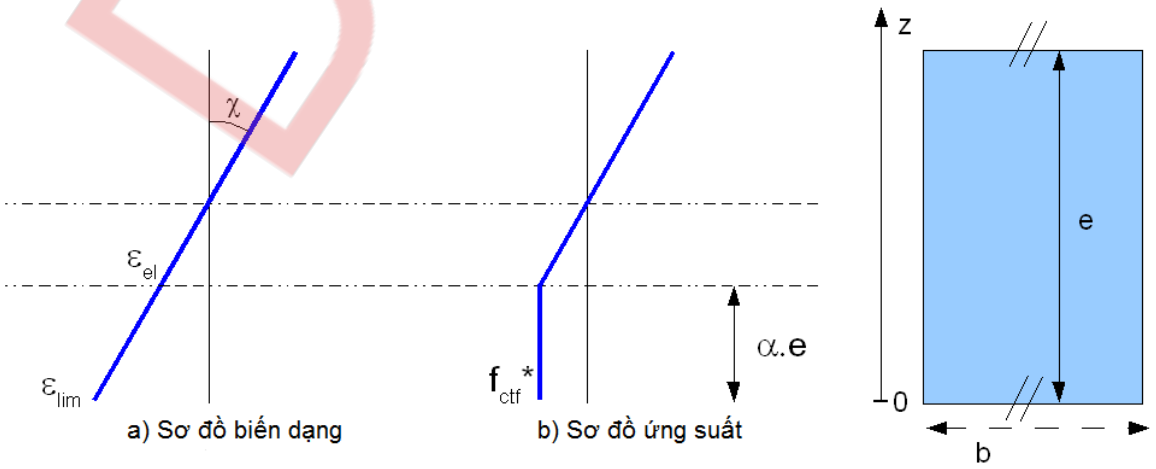
Hình H.5. Quy luật đã được đơn giản hóa

Mô đun đàn hồi E được sử dụng phải được xác định theo H.6.1, giới hạn biến dạng đàn hồi ε_{el} phải được suy ra từ việc xác định giới hạn ứng suất sau khi nứt f_{ctf^*} theo quy định sau đây.

Việc phân tích nghịch đảo đơn giản hóa được mô tả dưới đây phải được thực hiện, giữ mối quan hệ đàn hồi (H.8) giữa độ cong χ tính bằng m^{-1} trong vùng mô men không đổi, độ võng δ tính bằng m và nhịp p tính bằng m:

$$\delta = \frac{23}{216}\chi . p^2 \qquad \text{(H.8)}$$

f_{ctf^*} cùng với ε_{lim} phải được tính toán từ các trạng thái ứng suất và biến dạng thu được khi chịu mô men cực đại M của đường cong được xem xét (Hình H.6).



Hình H.6 – Sự phân bố ứng suất và biến dạng với quy luật đã được đơn giản hóa

Các ứng suất được biểu thị dưới dạng một hàm số của độ sâu z, của độ sâu bị nứt α.e và f_{ctf*} theo các phương trình (H.9) và (H.10):

$\sigma(z) = f_{ctf*}$ nếu $0 \le z \le \alpha.e$ (H.9)

$\sigma(z) = f_{ctf*} + (z - \alpha.e).\chi.E$ nếu: $\alpha.e \le z \le e$ (H.10)

Lực dọc trục N và mô men uốn M có thể được viết ra một cách tương ứng theo các biểu thức (H.11) và (H.12) như dưới đây:

$$N = b.e.f_{ctf*} + \frac{1}{2}.b.(1-\alpha)^2.e^2.\chi.E \quad \text{(H.11)}$$

$$M = b.\frac{e^2}{2}.f_{ctf*} + b.\left(\frac{1}{3} - \frac{\alpha}{2} + \frac{\alpha^3}{6}\right).e^3.\chi.E \quad \text{(H.12)}$$

Căn cứ vào việc N = 0, chúng ta có được phương trình (H.13):

$$M = (2\alpha^3 - 3\alpha^2 + 1).\frac{b.e^3.\chi.E}{12} \quad \text{(H.13)}$$

Biết được M và χ, suy ra α và các mối quan hệ (H.14) và (H.15) được rút ra:

$$f_{ctf*} = -\frac{1}{2}(1-\alpha)^2.e.\chi.E \quad \text{(H.14)}$$

$$\varepsilon_{\lim} = -\chi.\alpha.e + \frac{f_{ctf*}}{E} \quad \text{(H.15)}$$

Việc xác định f_{ctf*} phải được lấy theo giá trị gần nhất với 0,1 MPa.

H.7 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo kết quả thử nghiệm phải bao gồm ít nhất các thông tin sau:

a) Tuổi của mẫu UHPC;
b) Ngày thử nghiệm;
c) Kích thước mẫu;
d) Phương pháp bảo dưỡng và nhiệt độ bảo dưỡng;
e) Vị trí đo độ võng;
f) Tải trọng phá hủy;
g) Mô đun đàn hồi khi chịu uốn
h) Đường cong mô men – độ võng

DRAFT

Phụ lục I

(Quy định)

UHPC - Xác định hệ số định hướng K từ các thử nghiệm kéo uốn

I.1 Phạm vi áp dụng

Phụ lục này quy định phương pháp hệ số định hướng K từ các thử nghiệm kéo uốn đối với viên mẫu UHPC.

I.2 Tài liệu viện dẫn

AFNOR-NF P18-470, *Concrete - Ultra - High performance fibre reinforced concrete - Specification and conforminity"*.

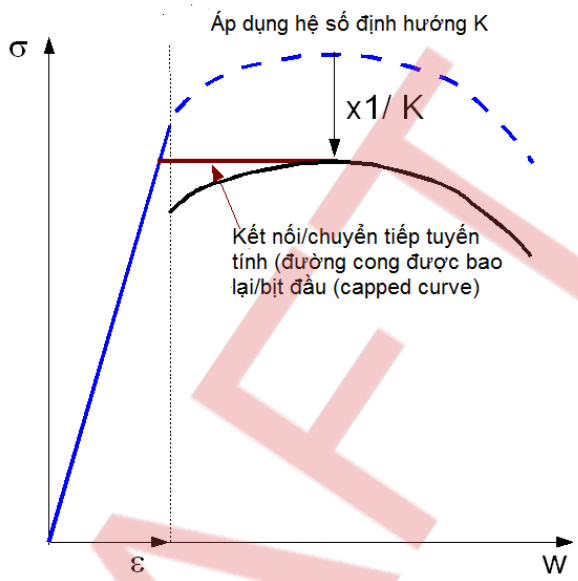
I.3 Giới thiệu

Bằng cách so sánh với một tình huống mà ở đó cốt sợi, một cách lý tưởng, sẽ được phân bố ngẫu nhiên theo một cách thức đẳng hướng ba chiều trong kết cấu sao cho đem lại được sự đóng góp lực kéo sau khi nứt tương tự như trong trường hợp viên mẫu thử nghiệm đặc trưng đúc khuôn, các hệ số định hướng K, được xác định trong thử nghiệm về khả năng phù hợp, giúp chúng ta có thể đưa vào tính toán sự phân bố và sự định hướng hiệu quả của cốt sợi trong kết cấu thực tế.

Phần phi tuyến của đường cong phản ứng thực nghiệm thu được trên viên mẫu thử nghiệm đúc khuôn (được xác định bằng cách áp dụng Phụ lục G hoặc Phụ lục H theo hình dạng của các bộ phận trong công trình phải được nhân lên với hệ số 1/K, một phần chuyển tiếp tuyến tính được minh họa ở Hình I.1 được đưa ra nếu cần thiết, giữa phần tuyến tính của sự làm việc và giá trị cực đại của phần phi tuyến (cường độ sau khi nứt, được biểu thị bằng f_{ctf}) để loại trừ tác động ngoại lai gắn liền với một giá trị cực tiểu cục bộ. Nếu không có một giá trị cực đại cục bộ cho phần phi tuyến, phần chuyển tiếp phải được thực hiện bằng cách bịt đầu, ứng suất ở giá trị f_{ctf} thường được sử dụng như khi nó áp dụng vào độ mở rộng vết nứt bằng 0,3 mm.

Đường cong này phải được sử dụng như một sự tham chiếu cho đường cong thiết kế tại các trạng thái giới hạn về khả năng làm việc và được chia cho hệ số riêng phần đối với UHPC chịu kéo γ_{cf}, khi tham chiếu cho đường cong thiết kế ở các trạng thái giới hạn cực hạn.

DRAFT



Hình I.1 Áp dụng hệ số định hướng K

Các hệ số định hướng K phải thu được bằng cách so sánh giữa mô men cản của mẫu bản mỏng hoặc mẫu hình lăng trụ được lấy từ kết cấu bằng cách cưa cắt so với các mẫu thử là bản mỏng hoặc mẫu lăng trụ được đúc khuôn với các kích thước tương tự từ cách chế tạo tương tự trong thử nghiệm về khả năng phù hợp; chúng được xác định bằng cách tham chiếu tới một hướng chịu kéo chính trong kết cấu và chúng gắn liền với một phần của kết cấu mà phần đó là đồng đều khi xét về khía cạnh đổ và định hướng cốt sợi (lõi, bản sàn, bản cánh dưới, vùng neo, vv...).

I.2 Phương pháp xác định hệ số định hướng K

Thử nghiệm về khả năng phù hợp phải bao gồm việc xác định các hệ số định hướng K từ mô hình đại diện, theo một kế hoạch lấy mẫu được triển khai và đồng phê duyệt bởi nhiều bên như: người quy định các yêu cầu kỹ thuật (specifier), người sử dụng UHPC (user), nhà thầu chính và người chịu trách nhiệm về việc nghiên cứu biện pháp thi công. Kế hoạch lấy mẫu này phải đưa vào tính toán các hướng lực kéo bên trong mà kết cấu có thể phải chịu kéo theo những hướng đó. Mô hình kiểm chứng phải cho phép tối thiểu 6 mẫu bản mỏng hoặc mẫu lăng trụ được lấy trên mỗi phần của kết cấu và trên từng hướng lực kéo liên quan, có cùng hình dạng như là bộ phận được đúc khuôn (tương đương về số lượng) gắn liền với sự mô tả làm việc khi chịu kéo theo Phụ lục G hoặc Phụ lục H, phụ thuộc vào hình dạng của bộ phận công trình. Những viên mẫu thử nghiệm này phải được thử nghiệm theo cách thức phù hợp với Phụ lục G hoặc Phụ lục H theo độ dày của chúng cân xứng với cốt sợi dài nhất đóng góp vào tính dẻo dai của UHPC. Cả hai mặt bên của những bộ phận được thử nghiệm, trong mọi trường hợp, sẽ phải là bề mặt được cưa cắt ra hoặc là bề mặt được đúc bằng khuôn. Việc hiệu chỉnh lại cho đúng đã mô tả trong phần G.6.3 phải được áp dụng vào tất cả các kết quả.

Theo hướng và theo phần của kết cấu được xem xét, tỷ số giữa số trung bình của các điểm cực đại

của các đường cong mô men - độ võng thu được trên các mẫu thử nghiệm đúc khuôn và giá trị thấp nhất của các điểm cực đại của đường cong mô men - độ võng thu được trên các mẫu thử bản mỏng hoặc lăng trụ được lấy bằng cách cưa cắt được biểu thị bằng Klocal.

Các giá trị cực tiểu và cực đại được gán cho 1,0 và 1,2 đối với K_{global} và 1,0 và 2,5 đối với K_{local}, một cách tương ứng.

Khi một sự kiểm tra dính dáng tới sự làm việc khi chịu kéo mà không liên quan tới một hướng, một giá trị đơn lẻ cho hệ số định hướng K có thể được chấp nhận một cách độc lập đối với hướng kéo căng được xem xét, lúc đó, phải lấy giá trị cực đại của các giá trị K thu được trong các hướng có liên quan khác nhau đối với một phần cho trước của kết cấu.

Ở giai đoạn nghiên cứu thiết kế sơ bộ, khi những dữ liệu có liên quan trong thẻ nhận diện cho UHPC đang được xem xét đều không thể tìm thấy, dữ liệu sau đây có thể được chấp nhận:

K_{global} = 1,25

và K_{local} = 1,75.

DRAFT

Phụ lục J

(Quy định)

UHPC - Phương pháp xác định mô đun đàn hồi

J.1 Phạm vi áp dụng

Phụ lục này quy định phương pháp thử nghiệm xác định mô đun đàn hồi đối với viên mẫu UHPC.

J.2 Tài liệu viện dẫn

EN 12390-13, *Testing hardened concrete - Part 13: Determination of secant modulus of elasticity in compression.*

AFNOR-NF P18-470, *Concrete - Ultra - High performance fibre reinforced concrete - Specification and conforminity"*.

J.3 Viên mẫu

- Việc chế tạo mẫu thử thực hiện theo Phụ lục A.
- Đường kính 100 mm và chiều cao mẫu 200 mm được đo với độ chính xác lần lượt là 0,1 mm và 1 mm. Đường kính phải được đo tại điểm giữa chiều cao của mẫu, theo hai hướng trực giao.

J.4 Thiết bị và dụng cụ

J.4.1 Máy nén hiển thị điện tử, có thang lực và tốc độ gia tải phù hợp để thử nghiệm đo mô đun đàn hồi.

J.4.2 Tấm gia tải phía trên và phía dưới, có kích thước phải rộng hơn đường kính của mẫu, chiều dày phải lớn hơn 40 mm và có độ cứng không nhỏ hơn 50 HRC. Tấm gia tải phải có một phiến hình cầu mà tâm của nó ở phía trên bề mặt. Tấm gia tải phải bảo đảm được một góc xoay lớn hơn 3^0.

J.4.3 Lưới an toàn, để đảm bảo an toàn phù hợp nhằm ngăn ngừa sự bay, văng của các mảnh bê tông có khả năng gây nguy hiểm trong quá trình phá hoại của mẫu.

K.4.4 Thước đo, có độ chính xác đến 0,1 mm.

J.5 Cách tiến hành

a) Bề mặt mẫu và các bề mặt chịu nén của tấm gia tải phía trên và phía dưới phải được làm sạch. Mẫu được đặt để tâm của mẫu đồng trục với tâm của các tấm chất tải với một sai số nhỏ hơn 1 % đường kính mẫu.

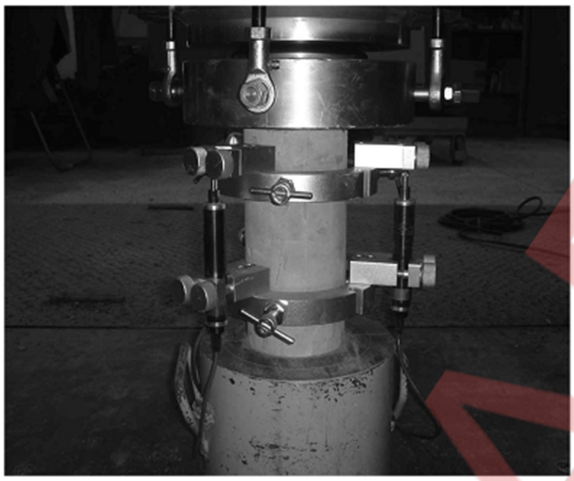
b) Chuẩn bị 2 tổ mẫu (các mẫu được chế tạo và bảo dưỡng trong cùng điều kiện), 1 tổ mẫu (03 mẫu) thử nghiệm nén phá hoại để xác định lực phá hủy lấy dữ liệu cường độ nén để thử mô đun đàn hồi.

c) Lắp đặt các thiết bị đo biến dạng hoặc các phiến đo biến dạng gắn chặt theo chiều cao viên mẫu tại các vị trí được xác định trước. Nếu đo mô đun bằng các phiến đo biến dạng, các phiến phải được nối với thiết bị đo biến dạng. Nếu đo biến dạng bằng thiết bị đo chuyển vị thì sử dụng bộ gá gắn lên mẫu. Sau đó, các đầu đo chuyển vị được lắp đặt theo chiều dọc trong một khoảng nhỏ hơn 100 mm tính từ tâm viên mẫu và cách nhau 120^0.

d) Gia tải từ từ lên mẫu, kiểm tra để không có khe hở giữa mẫu và bền mặt chịu nén.

e) Mô đun đàn hồi xác định khi lực tác động trong khoảng (10 ÷ 40) % lực phá hủy, ghi nhận các giá trị đo được khi lực đạt giá trị 10 % và 40 %.

f) Cách đo được lặp lại trong 3 chu kỳ, ghi nhận các giá trị đo được để tính toán mô đun đàn hồi và hệ số poatxông



a. Đo mô đun đàn hồi bằng đồ gá

b. Đo mô đun đàn hồi bằng phiến đo biến dạng

Hình J.1 – Thử nghiệm mô đun đàn hồi của UHPC

J.6 Tính toán kết quả

Mô đun đàn hồi được tính toán theo công thức (J.1):

$$E_c = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\in_1 - \in_2} \qquad \text{(J.1)}$$

trong đó:

E_c là mô đun đàn hồi, tính bằng Megapascan (MPa);

σ_2 là ứng suất nén tương tứng với 40 % cường độ chịu nén tới hạn, tính bằng Megapascal (MPa);

σ_1 là ứng suất nén tương tứng với 10 % cường độ chịu nén tới hạn, tính bằng Megapascal (MPa);

$\in_1$ là biến dạng tương tứng với ứng suất nén σ_1;

$\in_2$ là biến dạng tương tứng với ứng suất nén σ_2 .

J.7 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo kết quả thử nghiệm phải bao gồm ít nhất các thông tin sau:

a) Tuổi của mẫu UHPC;

b) Ngày thử nghiệm;

c) Kích thước mẫu và ký hiệu mẫu;

d) Phương pháp bảo dưỡng và nhiệt độ bảo dưỡng;

e) Tải trọng phá hủy;

f) Cường độ chịu nén

g) Đường cong ứng suất - biến dạng (khi chuyển vị được đo);

h) Mô đun đàn hồi (khi chuyển vị được đo);

DRAFT

Phụ lục K

(Quy định)

Ước tính các giá trị đặc trưng

Giá trị đặc trưng của cường độ được lấy với xác suất đảm bảo không dưới 95%, theo TCVN 5574:2012. Tuy nhiên, đối với UHPC, giá trị đặc trưng phải được ước tính từ một tổng thể giá trị thực nghiệm với giả thiết về một sự phân bố chuẩn và sử dụng quy luật của Student với một xác suất không thực hiện nhỏ thua 5%.

Vì thế, việc ước tính giá trị đặc trưng tương đương với giá trị trung bình thực nghiệm giảm bớt đi bằng cách nhân với hệ số Student trong Bảng J.1 bằng việc ước tính thực nghiệm độ lệch tiêu chuẩn.

Bảng J.1 – Hệ số Student

Số lượng kết quả thực nghiệm	Hệ số Student, T
3	2,290
4	2,353
5	2,132
6	2,015
7	1,943
8	1,895
9	1,860
10	1,833
11	1,812
12	1,796
…	…
>30	1,7
…	…
∞	1,645

Để thu được ước tính các đường cong đặc trưng, phân tích ở trên phải được thực hiện từng bước và không phải trên sự tích phần đường cong.

DRAFT

Phụ lục L

(quy phạm)

Kiểm soát việc sản xuất hỗn hợp UHPC theo cấp phối thiết kế

Một hỗn hợp trộn trước các thành phần được dự định để sản xuất UHPC phải được chuẩn bị theo những điều khoản bảo đảm chất lượng và phải chịu một sự kiểm soát nội bộ bởi nhà cung cấp hỗn hợp UHPC tươi. Quy trình đảm bảo chất lượng này phải bao gồm:

a) Kiểm soát về các thành phần tạo nên hỗn hợp UHPC dựa vào dữ liệu kỹ thuật sản phẩm được cập nhật thường xuyên, được bổ sung định kỳ bằng những thử nghiệm kiểm tra khi tiếp nhận;
b) Kiểm soát về sự tuân thủ của hỗn hợp UHPC theo những mục tiêu đã được mô tả trong mục 5.1;
c) Kiểm soát mẫu thử của hỗn hợp trộn trước đã sản xuất, được mô tả dưới đây;
d) Xác định rõ những điều chỉnh lại cho đúng trong trường hợp có một sự sai lệch nào đó.

Một chiến dịch sản xuất là một giai đoạn sản xuất một loại hỗn hợp UHPC theo thiết kế mà trong giai đoạn đó không một loại hỗn hợp UHPC trộn trước nào được sản xuất. Chiến dịch này có thể được hình thành từ sự nối tiếp nhau nhiều thao tác sản xuất hỗn hợp trộn trước (thể tích của chúng phụ thuộc vào máy trộn được sử dụng). Từng mẻ hỗn hợp trộn trước phải được nhận biết bằng một mã vì mục đích để tìm ra nguồn gốc. Sự miêu tả/tạo vết này phải gắn mẻ trộn với chiến dịch sản xuất mà trong giai đoạn đó mẻ trộn được sản xuất, và gắn với những thao tác sản xuất.

Số lượng các mẫu kiểm soát sẽ lấy ở hỗn hợp trộn trước phải được xác định theo số lượng thao tác sản xuất trong suốt một chiến dịch sản xuất, cho dù thể tích là bao nhiêu. Thao tác đầu tiên của chiến dịch sản xuất phải được lấy mẫu một cách đối xứng vì mục đích kiểm tra. Dưới những điều kiện kiểm tra thông thường, các mẫu thử nghiệm phải được phân bố đều đặn từ đầu đến cuối chiến dịch như đã chỉ ra ở Bảng L.1. Mức độ kiểm tra có thể được giảm xuống hoặc tăng cường theo tiêu chuẩn yêu cầu kỹ thuật của sản phẩm.

Bảng L.1. Số lượng mẫu phải lấy cho việc kiểm tra sản xuất

Số lượng thao tác trong chiến dịch sản xuất	1	2-9	10-19	20-19	30-39	40-79	≥ 80
Số lượng mẫu sẽ được kiểm tra	1	2	3	4	5	8	1 cho mỗi đợt 10 mẻ trộn

Những lần kiểm tra phải được thực hiện trên vật liệu đối chứng mà vật liệu này phải lấy từ bê tông UHPC thu được từ hỗn hợp có một thẻ nhận diện (xem mục 5.1.10). Cấp phối thành phần vật liệu, biên bản sản xuất và quy trình thử nghiệm đối với vật liệu đối chứng này phải được định rõ trong sổ tay chất lượng của Nhà sản xuất hỗn hợp UHPC tươi. Cấp phối thành phần vật liệu đối chứng phải lấy mẫu,

cùng với những thành phần cần thiết phải tiến hành các thử nghiệm trên UHPC tươi và đóng rắn theo những điều kiện đã được mô tả trong sổ tay chất lượng.

Từng mẫu thử nghiệm của hỗn hợp trộn trước phải được đóng gói kín, được cấp một con số tham chiếu và được sử dụng cho việc sản xuất UHPC đối chứng trong một thao tác hòa trộn đơn lẻ. Hỗn hợp này phải được sử dụng để tiến hành những phép đo theo những phương pháp đã được mô tả trong sổ tay chất lượng như sau:

- Kiểm tra độ lưu động;

- Kiểm tra cường độ chịu nén theo Phụ lục E.

Các giá trị mục tiêu và dung sai của các kết quả của những nội dung kiểm tra phải giúp chúng ta có thể thừa nhận các tính chất kỹ thuật đã được mô tả trong thẻ nhận diện của UHPC, UHPC đối chứng được làm ra đạt được một cách ổn định.

Việc kiểm tra về màu sắc, sự tăng nhiệt độ trong quá trình nhào trộn, khối lượng thể tích của UHPC đối chứng khi còn tươi hoặc thời điểm ninh kết có thể được thực hiện ngoài những thử nghiệm đã được thực hiện trên một số mẫu thử. Những giới hạn thời gian để thu được kết quả của những nội dung kiểm tra này phải tương thích với việc loại bỏ trước khi giao nhận, đối với những mẻ trộn không tuân thủ với các giá trị mục tiêu.

Từ từng mẫu thử được lấy kiểm tra phải được giữ lại bởi nhà cung cấp hỗn hợp UHPC trong thời gian tối thiểu là 6 tháng dưới những điều kiện lưu giữ thông thường.

Hệ thống chất lượng của nhà cung cấp hỗn hợp UHPC phải cho phép một mẻ trộn không tuân thủ với các giá trị mục tiêu của hệ thống này sẽ được lưu giữ lại. Nếu việc khảo sát bổ sung không thể giải quyết được vấn đề rắc rối này, mẻ trộn không tuân thủ phải được loại ra khỏi việc sử dụng lại trong tương lai trong dây chuyền sản xuất hỗn hợp UHPC.

Việc kiểm soát nội bộ gắn liền với quá trình sản xuất hỗn hợp UHPC với các thành phần vật liệu dự định dùng để sản xuất UHPC phải được bổ sung bằng một sự kiểm tra do một bên thứ ba thực hiện.

DRAFT

Thư mục tài liệu tham khảo

[1] ASTM C1856/C1856M: 2017, *Standard Practice for Fabricating and Testing Specimens of Ultra-High Performance Concrete*, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2017, www.astm.org

[2] AFNOR-NF P18-470 *"Concrete- Ultra- High performance fibre reinforced concrete- Specification and conforminity".* France standard.

[3] Methode des amis LPC n 66

DRAFT