

TCVN ...:202X

Xuất bản lần 1

DỰ THẢO 1

**BÊ TÔNG SIÊU TÍNH NĂNG (UHPC) –
THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU**

*Ultra - High Performance Concrete (UHPC) –
Execution and Acceptance*

DRAFT

Mục lục

1 Phạm vi áp dụng	4
2 Tài liệu viện dẫn	4
3 Thuật ngữ và định nghĩa	6
4 Quản lý thi công	9
4.1 Yêu cầu chung	9
4.2 Hồ sơ chất lượng	10
4.3 Quản lý chất lượng	11
5 Giàn giáo chịu lực và ván khuôn	14
5.1 Yêu cầu chung	14
5.2 Vật liệu	15
5.3 Thiết kế và lắp dựng giàn giáo chịu lực	16
5.4 Thiết kế và lắp đặt ván khuôn	16
5.5 Ván khuôn đặc biệt	17
5.6 Chi tiết chèn trong ván khuôn và các chi tiết chôn sẵn	17
5.7 Tháo dỡ ván khuôn và giàn giáo	18
6 Công tác cốt thép	18
6.1 Yêu cầu chung về vật liệu	18
6.2 Thi công cốt thép	19
7 Công tác căng cáp dự ứng lực	21
7.1 Yêu cầu chung	21
7.2 Thiết bị ứng suất trước	21
7.3 Vật liệu lấp đầy	22
7.4 Vận chuyển và bảo quản	22
7.5 Lắp đặt thanh căng ứng suất trước	22
7.6 Thi công kéo căng	23
7.7 Các biện pháp bảo vệ cáp (bơm vữa, bơm mỡ, bơm dầu)	24
8. Thi công UHPC	25
8.1 Chỉ dẫn kỹ thuật UHPC	25
8.2 Vật liệu thành phần	26
8.3 Bảo quản vật liệu	27
8.4 Thiết kế thành phần hỗn hợp UHPC	28
8.5 Định lượng thành phần hỗn hợp UHPC	30
8.6 Các công việc chuẩn bị trước khi đổ	30
8.7 Quy trình đổ hỗn hợp UHPC	32

TCVN ...:202x

8.8 Thử nghiệm thiết kế cấp phối và thử nghiệm về sự hợp chuẩn.....	41
8.9 Kiểm soát sản xuất.....	44
8.10 Đánh giá hợp chuẩn.....	46
8.11 Kết cấu UHPC liên hợp.....	46
9. Thi công cấu kiện đúc sẵn.....	47
9.1 Yêu cầu chung.....	47
9.2 Cấu kiện đúc sẵn sản xuất tại nhà máy.....	47
9.3 Cấu kiện đúc sẵn sản xuất tại công trường.....	47
9.4 Bốc xếp và bảo quản.....	47
9.5 Lắp đặt và hiệu chỉnh.....	48
9.6 Mối nối và hoàn thiện.....	49
9.7 Gối tựa tại chân công trình – móng.....	50
9.8 Cột và tường.....	50
9.9 Dầm và sàn.....	51
9.10 Mặt cắt.....	52
9.11 Độ phẳng bề mặt và độ thẳng mép.....	54
9.12 Dung sai đối với lỗ và chi tiết chôn sẵn.....	54
10. Dung sai hình học.....	55
10.1 Yêu cầu chung.....	55
10.2 Hệ thống tham chiếu.....	56
10.3 Gối tựa tại chân công trình – móng.....	56
Phụ lục A.....	57
Phụ lục B.....	59
Phụ lục C.....	61
Phụ lục D.....	63
Phụ lục E.....	65
Phụ lục F.....	68
Phụ lục G.....	74

Lời nói đầu

TCVN ...:202x được biên soạn dựa trên NF P18-451:2018, NF P18-470, NF P18-710, và BS EN 13670:2009.

TCVN ...: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.

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA TCVN ...:202x

Bê tông siêu tính năng (UHPC) – Thi công và nghiệm thu*Ultra - High Performance Concrete (UHPC) – Execution and Acceptance***1 Phạm vi áp dụng**

Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu chung để thi công các cấu kiện bê tông cốt sợi siêu tính năng (viết tắt là UHPC) dùng 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, 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 đúc sẵn hoặc đúc tại chỗ.

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

CHÚ THÍCH: Tiêu chuẩn này không áp dụng cho kết cấu UHPC được thi công bằng phương pháp phun.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau đây 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 bản sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 13051:2020, *Bê tông – Bê tông xi măng – Thuật ngữ và định nghĩa.*

TCVN xxx:202x, (NF P 18-470), *Bê tông siêu tính năng – Yêu cầu kỹ thuật và Phương pháp thử.*

TCVN yyy:202x, (NF P 18-710), *Bê tông siêu tính năng – Yêu cầu thiết kế kết cấu.*

TCVN 2682:2020, *Xi măng Poóc lăng – Yêu cầu kỹ thuật.*

TCVN 5691:2000, *Xi măng Poóc lăng trắng.*

TCVN 10302:2014, *Phụ gia hoạt tính tro bay dùng cho bê tông, vữa xây và xi măng.*

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

- TCVN 11586:2016, *Xỉ hạt lò cao nghiền mịn dùng cho bê tông và vữa.*
- TCVN 9036:2011, *Nguyên liệu để sản xuất thủy tinh - Cát - Yêu cầu kỹ thuật.*
- TCVN 9038:2011, *Nguyên liệu sản xuất thủy tinh – Cát - Phương pháp xác định thành phần cỡ hạt.*
- TCVN 9039:2011, *Nguyên liệu để sản xuất thủy tinh - Đá vôi.*
- TCVN 7570:2006, *Cốt liệu cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật.*
- TCVN 8826:2011, *Phụ gia hoá học cho bê tông.*
- NF P18-508:2012, *Additions for concrete - Limestone additions - Specifications and conformity criteria (Phụ gia cho bê tông - Phụ gia vôi - Yêu cầu kỹ thuật và chỉ tiêu hợp quy)*
- TCVN 4506:2012, *Nước cho bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật.*
- TCVN 12392-1:2018, *Sợi cho bê tông cốt sợi.*
- TCVN 10306:2014, *Bê tông cường độ cao - Thiết kế thành phần mẫu hình trụ.*
- TCVN 10568:2017, *Bộ neo cáp cường độ cao - Neo tròn T13, T15 và neo dẹt D13, D15.*
- TCVN 6284-2:1997 (ISO 6934-2), *Thép cốt bê tông dự ứng lực - Phần 2: Dây kéo nguội.*
- TCVN 6284-3:1997 (ISO 6934-3), *Thép cốt bê tông dự ứng lực - Phần 3: Dây tôi và ram.*
- TCVN 6284-4:1997 (ISO 6934-4), *Thép cốt bê tông dự ứng lực - Phần 4: Dảnh.*
- TCVN 9392:2012, *Thép cốt bê tông – Hàn hồ quang.*
- TCVN 1651-2:2018, *Thép cốt cho bê tông – Phần 2: Thép thanh vằn.*
- TCVN 8266:2009, *Silicon xam khe cho kết cấu xây dựng – Yêu cầu kỹ thuật.*
- TCVN 11971:2018, *Vữa chèn cáp dự ứng lực.*
- BS EN 1992-1-1:2004, *Design of concrete structures - Part 1 - General rules and rules for buildings (Thiết kế kết cấu bê tông – Phần 1 - Quy tắc chung và quy tắc cho công trình nhà).*
- TCVN 6288:1997, (ISO 10544:1992), *Dây thép vuốt nguội để làm cốt bê tông và sản xuất lưới thép hàn làm cốt.*
- BS EN 196-1:2004, *Methods of testing cement - Part 1: Determination of strength (Phương pháp thử nghiệm xi măng - Phần 1: Xác định cường độ).*
- BS EN 206-1:2000, *Concrete - Part 1: Specification, performance, production and conformity (Bê tông – Phần 1: Yêu cầu kỹ thuật, tính năng, sản xuất và sự phù hợp).*
- BS EN 13369:2018, *Common rules for precast concrete products (Những quy tắc thông thường đối với sản phẩm bê tông đúc sẵn).*
- ASTM A820 – 96:2001, *Standard Specification for Steel Fibers for Fiber-Reinforced Concrete (Yêu cầu kỹ thuật sợi thép cho bê tông cốt sợi).*

TCVN ...:202x

ASTM A416/A416M:2018, *Standard Specification for Low – Relaxation, Seven – Wire Steel Strand for Prestressed Concrete (Tiêu chuẩn cho sợi thép có độ giãn thấp (tao thép bảy sợi) cho bê tông ứng suất trước).*

NF P18-470:2016, *Concrete – Ultra-Hight Performance Fiber-Reinforced Concrete (UHPRFC) – Specification, performance, production and conformity (Bê tông - Bê tông cốt sợi cường độ siêu cao - Đặc điểm kỹ thuật, tính chất, sản xuất và sự phù hợp).*

NF P18-451:2018, *Concrete – Execution of concrete structure – Specific rules for UHPRFC (Bê tông - Thi công kết cấu bê tông - Quy tắc cụ thể cho UHPC).*

NF P18-710:2016, *Design of concrete structures: specific rules for Ultra-High Performance Fibre-Reinforced Concrete (UHPRFC) (Bê tông – Thiết kế kết cấu bê tông – Các quy tắc cụ thể cho bê tông cốt sợi cường độ siêu cao UHPRFC)*

BS EN 13670:2009, *Execution of concrete structures (Thi công kết cấu bê tông).*

FHWA-HRT-18-036:2018, *Properties and Behavior of UHPC-Class Materials (Tính chất và ứng xử của các lớp vật liệu UHPC)*

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Ngoài các thuật ngữ trong TCVN 13051:2020; TCVN xxx:202x (NF P 18-470), TCVN yyy:202x, (NF P 18-710), trong tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau:

3.1

Chống trườn (backpropping)

Cây chống được lắp đặt tại các cao trình sàn bên dưới của sàn đỡ trực tiếp giàn giáo để phân bố tải trọng xuống các sàn bên dưới một cách phù hợp.

3.2

Gối đỡ cốt thép (cốt gá) (chair for reinforcement)

Chi tiết/dụng cụ dùng để đảm bảo vị trí giữa các lớp cốt thép, ví dụ: hỗ trợ cốt thép hàng trên cùng trong sàn.

3.3

Chỉ dẫn kỹ thuật lắp dựng (erection specification)

Các loại tài liệu bao gồm tất cả bản vẽ, dữ liệu kỹ thuật và các yêu cầu cần thiết cho việc lắp dựng an toàn các cấu kiện đúc sẵn (tiền chế).

3.4

Cấp thi công (execution class)

Tập hợp các yêu cầu đã chỉ rõ, được phân loại để thi công toàn bộ công trình hoặc một bộ phận riêng lẻ.

3.5

Chỉ dẫn kỹ thuật thi công (execution specification)

Các tài liệu gồm tất cả bản vẽ, chỉ dẫn kỹ thuật và các yêu cầu cần thiết để thi công một dự án cụ thể.

CHÚ THÍCH: Chỉ dẫn kỹ thuật thi công là tất cả các tài liệu cần thiết để thi công công trình mà thiết kế đã cung cấp cho nhà thầu thi công. Bao gồm các chỉ dẫn kỹ thuật của dự án, yêu cầu của tiêu chuẩn này cũng như kể đến các quy chuẩn quốc gia có liên quan.

3.6

Giàn giáo chịu lực (falsework)

Hệ thống đỡ tạm thời cho một phần của kết cấu khi nó chưa thể tự chịu lực, và chịu các tải trọng liên quan khác.

3.7

Ván khuôn (formwork)

Kết cấu vĩnh cửu hoặc tạm thời, để chứa UHPC được rót vào, đúc UHPC theo kích thước yêu cầu và chống đỡ cho đến khi nó có khả năng tự chịu lực.

CHÚ THÍCH: Ván khuôn bao gồm vật liệu tiếp xúc bề mặt và những kết cấu đỡ (đà, dầm ngang) chống đỡ vật liệu tiếp xúc bề mặt.

3.8

Nghiệm thu (inspection)

Việc đánh giá sự phù hợp bằng cách quan sát, đi kèm với phán đoán sao cho phù hợp, thông qua việc đo đạc, thử nghiệm hoặc xác định kích cỡ.

3.9

Hồ sơ biện pháp thi công (method statement)

Tài liệu mô tả các phương pháp và quy trình được sử dụng để thi công công trình.

3.10

Độ sai lệch cho phép (permitted deviation)

Sự chênh lệch cho phép về mặt số học giữa các giới hạn kích thước và kích thước tham chiếu tương ứng.

3.11

Cấu kiện đúc sẵn (precast element)

Cấu kiện được đúc và bảo dưỡng tại nhà máy khác với nơi sử dụng chúng.

3.12

Quản lý làm lạnh (cooling management)

Phương pháp để kiểm soát ứng suất nhiệt và biến dạng của cấu kiện hoặc kết cấu UHPC.

3.13

Chỉ dẫn kỹ thuật của dự án (project specification)

Tài liệu kỹ thuật của dự án chỉ định rõ các yêu cầu phù hợp với một dự án cụ thể.

3.14

Kế hoạch chất lượng (quality plan)

Tài liệu chỉ rõ quy trình và nguồn lực liên quan phải được áp dụng bởi người nào và khi nào vào một dự án, sản phẩm, quy trình cụ thể.

3.15

Lưới tham chiếu (reference line)

Lưới được xác định trong chỉ dẫn kỹ thuật thi công mà vị trí được tham chiếu tới đó.

3.16

Lưới trực công trình (secondary level)

Bất kỳ đường nào được sử dụng cho mục đích thể hiện công trình đã đề xuất và để nghiệm thu.

3.17

Con kê (spacer)

Chi tiết hoặc dụng cụ dùng để đảm bảo khoảng cách chính xác giữa ván khuôn và cốt thép.

3.18

Hoàn thiện bề mặt (surface finish)

Hình thức bề ngoài của bề mặt UHPC bao gồm các khía cạnh hình học, cấu trúc, họa tiết và màu sắc, vv...đáp ứng chỉ dẫn kỹ thuật.

3.19

Kết cấu tạm (temporary structure)

Kết cấu được thiết kế để sử dụng trong giai đoạn trung gian với thời gian ngắn.

3.20**Dung sai** (tolerance)

Độ chênh lệch giữa giới hạn trên và giới hạn dưới của kích thước.

3.21**Dung sai thông thường** (normal tolerances)

Giới hạn cơ bản cho độ lệch hình học để đảm bảo rằng kết cấu:

- a) Thỏa mãn các yêu cầu thiết kế.
- b) Đạt được các yêu cầu về chức năng khác của công trình xây dựng.

3.22**Dung sai đặc biệt** (special tolerances)

Các dung sai khác không phải là dung sai thông thường.

3.23**Bộ phận công trình (works)**

Các bộ phận của công trình xây dựng là kết cấu UHPC và được mô tả trong chỉ dẫn kỹ thuật thi công.

4 Quản lý thi công**4.1 Yêu cầu chung****4.1.1 Các yêu cầu khi sử dụng tiêu chuẩn này:**

- a) Có thiết kế hoàn chỉnh của công trình;
- b) Có thiết kế kết hợp giữa các cấu kiện đúc sẵn và các cấu kiện được chế tạo tại công trường;
- c) Có chỉ dẫn kỹ thuật cho kết cấu đúc sẵn và các yêu cầu lắp dựng.

4.1.2 Yêu cầu những người thực hiện

Người thực hiện công tác thi công phải có đủ năng lực, được cung cấp đủ thiết bị và phương tiện để hoàn thành nhiệm vụ theo các chỉ dẫn kỹ thuật, yêu cầu thi công theo tiêu chuẩn này.

4.1.3 Biện pháp tổ chức thi công

- a) Thiết kế kết cấu;
- b) Sự phù hợp của kết cấu với công trình;

c) Đảm bảo sự an toàn và độ chính xác của trang thiết bị thi công, chất lượng vật liệu thi công.

4.1.4 Nội dung sử dụng

Sau khi các kết cấu, cấu kiện được đưa vào sử dụng cần quan tâm tới các nội dung sau:

- a) Sự phù hợp của các kết cấu, cấu kiện với các tiêu chuẩn liên quan;
- b) Sự phù hợp giữa thiết kế các cấu kiện đúc sẵn với các kết cấu được thi công tại hiện trường;
- c) Đặc điểm kỹ thuật của cấu kiện đúc sẵn với các yêu cầu lắp đặt;
- e) Quản lý lực lượng thi công;
- f) Tuân thủ của đơn vị thi công đối với các tiêu chuẩn liên quan.

4.1.5 Sự tuân thủ của đơn vị thi công

- a) Quản lý chất lượng;
- b) Trình độ của lực lượng thi công;
- c) Thiết bị và dụng cụ thi công;
- d) Đảm bảo an toàn chịu lực của công trình xây dựng;
- e) Đảm bảo các yêu cầu về môi trường;
- f) Biện pháp đảm bảo sự đồng bộ của quá trình lắp dựng;
- g) Đảm bảo về an toàn lao động;
- h) Đảm bảo về phòng chống cháy nổ.

4.2 Hồ sơ chất lượng

a) Trước khi thực hiện thi công bất kỳ phần nào của công trình, phải có đầy đủ các tài liệu kỹ thuật của phần đó.

b) Các tài liệu kỹ thuật phải có trước khi thi công UHPC gồm các nội dung sau:

- Quy trình trộn, khối lượng, kiểu thiết bị trộn và công suất của máy trộn, cấp phối UHPC;
- Quy định lấy mẫu, đúc mẫu, thử mẫu UHPC;
- Các quy định về vận chuyển hỗn hợp UHPC, tiến độ thi công;
- Quy định về bảo dưỡng thông thường;
- Các quy định khi có yêu cầu về bảo dưỡng nhiệt ẩm;
- Các quy định và biện pháp kiểm tra quản lý chất lượng;
- Các biện pháp vận chuyển và bảo quản các cấu kiện đúc sẵn;
- Các quy định liên quan đến việc lắp dựng cấu kiện đúc sẵn;

- Các bước hoàn thiện sau khi hoàn thành công tác lắp dựng cấu kiện;
- Việc thay đổi các chỉ dẫn kỹ thuật đã được thỏa thuận;
- Ghi chép và lưu trữ tài liệu kỹ thuật được sử dụng cho công trình;
- Các quy định về an toàn lao động, phòng chống cháy nổ và bảo vệ môi trường.

c) Kế hoạch chất lượng

- Tại các công trường thi công cần phải có sẵn bản kế hoạch chất lượng;
- Bản kế hoạch chất lượng phải bao gồm tất cả các hoạt động hoặc kế hoạch riêng biệt cho từng giai đoạn.

d) Hồ sơ thi công

Hồ sơ thi công phải được thiết lập, trong đó cung cấp thông tin cần thiết như trong “Cấp thi công như quy định” tại các Bảng 1 mục 4.3.2, Bảng 2 mục 4.3.3 và Bảng 3 mục 4.3.3 theo tiêu chuẩn này.

e) Tài liệu đặc biệt

Nếu có yêu cầu về tài liệu đặc biệt thì loại và phạm vi của tài liệu đó phải được nêu rõ trong chỉ dẫn kỹ thuật thi công.

4.3 Quản lý chất lượng

4.3.1 Cấp thi công

a) Các yêu cầu về quản lý chất lượng được quy định bằng cách sử dụng một trong 3 cấp thi công sau đây, theo đó mức độ nghiêm ngặt tăng từ cấp 1 lên cấp 3 (được quy định rõ trong BS EN 13670:2009):

- Cấp thi công 1 (Cấp 1);
- Cấp thi công 2 (Cấp 2);
- Cấp thi công 3 (Cấp 3).

b) Cấp thi công có thể đề cập đến công trình hoàn chỉnh, các bộ phận của công trình hoặc loại vật liệu/công nghệ nào đó được sử dụng để thi công.

c) Cấp thi công phải được nêu rõ trong chỉ dẫn kỹ thuật thi công.

CHÚ THÍCH: Hướng dẫn về quản lý chất lượng được quy định tại Phụ lục B tiêu chuẩn này.

4.3.2 Nghiệm thu vật liệu và sản phẩm

Các yêu cầu nghiệm thu vật liệu và sản phẩm tuân thủ chỉ dẫn kỹ thuật thi công được quy định trong Bảng 1.

Bảng 1 - Nghiệm thu vật liệu và sản phẩm

Đối tượng	Cấp 1	Cấp 2	Cấp 3
Vật liệu cho giàn giáo hoàn thiện, ván khuôn và giàn giáo chịu lực ^a	Tuân thủ 5.1 và 5.2 tiêu chuẩn BS EN 13670:2009		
Cốt thép ^a	Tuân thủ 6.2 tiêu chuẩn BS EN 13670:2009		
Các bộ phận của hệ thống ứng suất trước	Không yêu cầu	Tuân thủ 7.2 tiêu chuẩn BS EN 13670:2009	
Hỗn hợp UHPC; UHPC thương phẩm hoặc UHPC trộn tại công trường ^{a,c}	Tuân thủ 8.1 và 8.3 tiêu chuẩn BS EN 13670:2009 Khi tiếp nhận UHPC thương phẩm, phải kèm theo phiếu giao hàng.		
Các sản phẩm khác ^{a,b}	Tuân thủ chỉ dẫn kỹ thuật thi công		
Cấu kiện đúc sẵn ^a	Tuân thủ 9.2 và 9.3 tiêu chuẩn BS EN 13670:2009		
Báo cáo nghiệm thu	Không yêu cầu	Yêu cầu	
^a Các sản phẩm được chứng nhận bởi một tổ chức chứng nhận phải được nghiệm thu dựa vào phiếu giao hàng và nghiệm thu trực quan. Trong trường hợp nghi ngờ, phải tiến hành thử nghiệm bổ sung để bảo đảm sản phẩm đó tuân thủ chỉ dẫn kỹ thuật. Các sản phẩm khác cũng phải được thử nghiệm và nghiệm thu chấp nhận như đã được nêu rõ trong chỉ dẫn kỹ thuật thi công. ^b Ví dụ, các sản phẩm như các cấu kiện thép chôn sẵn, v.v... ^c Nếu UHPC theo quy định được sử dụng, các tính chất có liên quan sẽ được nghiệm thu bằng các thử nghiệm tương ứng.			

4.3.3 Nghiệm thu thi công

Các yêu cầu nghiệm thu về sự tuân thủ chỉ dẫn kỹ thuật thi công được quy định tại Bảng 2 và Bảng 3.

Bảng 2 – Yêu cầu nghiệm thu thi công

Đối tượng	Cấp 1	Cấp 2	Cấp 3
Giàn giáo hoàn thiện, ván khuôn và giàn giáo chịu lực	Theo yêu cầu trong Điều 5 tiêu chuẩn BS EN 13670:2009		
Các chi tiết chôn sẵn	Theo yêu cầu trong Điều 5.6 tiêu chuẩn BS EN 13670:2009		
Cốt thép thường	Theo yêu cầu trong Điều 6 tiêu chuẩn BS EN 13670:2009		

Cốt thép ứng suất trước	Không yêu cầu	Theo yêu cầu trong Điều 7 tiêu chuẩn BS EN 13670:2009
Vận chuyển tới công trường, đổ và bảo dưỡng UHPC	Theo yêu cầu của Điều 8 tiêu chuẩn BS EN 13670:2009	
Lắp dựng các cấu kiện đúc sẵn	Theo yêu cầu trong Điều 9 tiêu chuẩn BS EN 13670:2009	

Bảng 3 – Hồ sơ nghiệm thu

	Cấp 1	Cấp 2	Cấp 3
Loại nghiệm thu	Nghiệm thu trực quan và đo ngẫu nhiên	Nghiệm thu trực quan và đo đặc thường xuyên và có hệ thống những công việc chính	Nghiệm thu trực quan Nghiệm thu chi tiết tất cả công việc có ý nghĩa về khả năng chịu lực và độ bền của kết cấu
Bên thi công nghiệm thu nội bộ	Tự nghiệm thu	Tự nghiệm thu Nghiệm thu theo đúng quy trình của nhà thầu Có thể có các yêu cầu bổ sung theo chỉ dẫn kỹ thuật thi công	Tự nghiệm thu Nghiệm thu theo quy trình của nhà thầu Các yêu cầu bổ sung theo chỉ dẫn kỹ thuật thi công
Phạm vi	Tất cả các công việc	Ngoài việc tự nghiệm thu, phải có sự nghiệm thu thường xuyên và hệ thống tất cả các công việc	Ngoài việc tự nghiệm thu, phải có sự nghiệm thu thường xuyên và hệ thống tất cả các công việc
Báo cáo nghiệm thu	Không yêu cầu	Yêu cầu	Yêu cầu
Kích thước hoàn công	Không yêu cầu	Theo chỉ dẫn kỹ thuật thi công	Theo chỉ dẫn kỹ thuật thi công

4.3.4 Hướng xử lý trong trường hợp phát hiện sự không phù hợp

a) Khi nghiệm thu phát hiện ra sự không phù hợp, cần phải thực hiện biện pháp thích hợp để đảm bảo rằng kết cấu đáp ứng công năng theo thiết kế.

b) Các nội dung sau đây phải được khảo sát theo trình tự sau:

TCVN ...:202x

- Ảnh hưởng của sự không phù hợp đến việc thi công tiếp theo;
- Các biện pháp cần thiết để làm cho bộ phận không tuân thủ đó có thể được chấp nhận;
- **Cần thiết phải loại bỏ và thay thế** bộ phận không thể sửa chữa được.

c) Nếu có yêu cầu nêu trong tài liệu chỉ dẫn kỹ thuật thi công thì việc khắc phục sự không phù hợp phải tuân theo quy trình đã được duyệt.

5 Giàn giáo chịu lực và ván khuôn

5.1 Yêu cầu chung

a) Giàn giáo chịu lực và ván khuôn bao gồm các thanh chống và bộ đỡ phải được thiết kế và thi công sao cho:

- Có đủ khả năng chịu đựng được bất kỳ tác động dự đoán trước nào mà chúng phải chịu trong quá trình thi công;
- Đủ cứng và ổn định để đảm bảo rằng dung sai quy định cho kết cấu được thỏa mãn và tính toàn vẹn của bộ phận kết cấu đó không bị ảnh hưởng.

b) Hình dạng, chức năng, bề ngoài và độ bền của công trình được coi là vĩnh cửu không được phép suy giảm hoặc hư hại do sự làm việc của giàn giáo, ván khuôn và cây chống hoặc do việc tháo dỡ.

c) Giàn giáo và ván khuôn phải tuân thủ tiêu chuẩn này và các tiêu chuẩn liên quan nếu có sẵn hoặc phù hợp với mục đích sử dụng.

d) Việc thiết kế ván khuôn phải tính đến tính chất cụ thể khác biệt của UHPC để đáp ứng các yêu cầu của thiết kế. Cần đặc biệt chú ý đến:

- Độ kín khít của các mối nối ván khuôn;
- Hướng dòng chảy của hỗn hợp UHPC trong quá trình thi công;
- Hình dạng của các vách tường ngăn để tránh tắc nghẽn các sợi;
- Nguy cơ bắn ra các vật có cạnh sắc nhọn trong quá trình tháo dỡ ván khuôn;
- Bán kính bo tròn của góc cạnh ván khuôn cần bằng hoặc lớn hơn 10 mm.
- Cho phép sử dụng keo Silicon, keo PU để xảm khe và làm kín khít khe hở, vê tròn góc cạnh của ván khuôn;

e) Các biến dạng nhiệt và co tự sinh của UHPC ở tuổi sớm có thể ảnh hưởng xấu đến hình dạng cuối cùng hoặc gây nứt, cũng như hình dạng bề mặt hoàn thiện.

Các kết cấu có bề mặt thoáng lớn hoặc độ mảnh lớn có thể bị ảnh hưởng bởi biến dạng nhiệt và co tự sinh. Áp lực thủy tĩnh của hỗn hợp UHPC có thể được sử dụng để xác định cỡ ván khuôn nhằm đáp ứng dung sai hình học của kết cấu có tính đến áp lực của hỗn hợp UHPC trong quá trình thiết kế ván khuôn và thi công lắp đặt ván khuôn.

f) Ván khuôn đặc biệt

Các yêu cầu về ván khuôn đặc biệt phải được nêu rõ trong chỉ dẫn kỹ thuật thi công.

Trường hợp mỗi nối ăn khớp được xử lý tương tự như ván khuôn đặc biệt.

Vì đặc tính co ngót của UHPC ở tuổi sớm cần phải chú ý đặc biệt đến việc xử lý các khớp một cách phù hợp với điều kiện đặc biệt.

5.2 Vật liệu

a) Yêu cầu chung

Bất kỳ vật liệu nào cũng có thể dùng để chế tạo ván khuôn, nhưng phải phù hợp với tiêu chuẩn sản phẩm.

Vật liệu làm ván khuôn không được chứa các chất làm ảnh hưởng đến chất lượng UHPC và bề mặt sản phẩm UHPC.

CHÚ THÍCH: Có nhiều sự lựa chọn các vật liệu ốp mặt ván khuôn, ví dụ như thép, gỗ, composite, nhựa, cao su, PU, Silicone, Polystyrene. Bên cạnh đó cũng có thể sử dụng các giải pháp như làm các tấm lót bằng polyme, vải dệt và sáp.

Ngoài ra cần tính đến sự biến dạng của UHPC ở độ tuổi sớm để kiểm soát việc tối ưu hóa ván khuôn và các bước tháo dỡ ván khuôn.

Để đạt được yêu cầu cuối cùng về hình học cần lưu ý khu vực đặt cốt pha để tránh gây ra căn co ngót.

Để kiểm tra khả năng đáp ứng các yêu cầu nêu trên cần thực hiện sản xuất các mẫu thử.

b) Chất chống dính ván khuôn

Chất chống dính ván khuôn khi được sử dụng phải được lựa chọn và áp dụng sao cho không gây hại cho UHPC, cốt thép, thép ứng suất trước hoặc ván khuôn và không gây tác động gây bất lợi cho kết cấu chính.

Chất chống dính ván khuôn không được có ảnh hưởng đến màu sắc, chất lượng bề mặt của kết cấu chính hoặc các lớp phủ tiếp theo quy định.

Thường sử dụng dầu chống dính chuyên dụng hoặc các loại dầu ăn có độ nhớt thấp.

5.3 Thiết kế và lắp dựng giàn giáo chịu lực

- a) Biện pháp thi công cần đưa ra các tham số đã được chấp nhận và biện pháp lắp dựng, tháo dỡ các kết cấu tạm thời, kể cả việc chống xiên. Biện pháp đó phải chỉ rõ các yêu cầu về quản lý, điều chỉnh, độ vòng ban đầu, việc chất tải, rút nệm chốt, gỡ đập giàn giáo và tháo dỡ.
- b) Việc thiết kế giàn giáo chịu lực phải tính đến sự biến dạng trong và sau quá trình đổ UHPC để ngăn ngừa xuất hiện vết nứt UHPC ở tuổi sớm.
- c) Việc bố trí giàn giáo không được gây cản trở tới biến dạng đàn hồi của UHPC trong quá trình căng sau.
- d) Đối với tường, vách, hầm, bể ngầm cần phải chỉ rõ trong chỉ dẫn kỹ thuật biện pháp chống đỡ cùng với yêu cầu thi công đất lấp xung quanh.

5.4 Thiết kế và lắp đặt ván khuôn

- a) Biện pháp thi công bao gồm phương pháp chống đỡ, lắp dựng và tháo dỡ. Biện pháp cần chỉ rõ các yêu cầu về quản lý, điều chỉnh, độ vòng ban đầu, chất tải, rút nệm, gỡ ván khuôn và tháo dỡ.
- b) Ván khuôn phải giữ cho UHPC ở hình dạng yêu cầu cho đến khi UHPC đủ cường độ.
- c) Ván khuôn và các mối nối phải kín khít hoàn toàn.
- d) Ván khuôn có khả năng hấp thụ lượng nước đáng kể từ UHPC hoặc làm cho bay hơi nước dễ hơn, phải được xử lý thích hợp để giảm bớt sự hấp thụ và bay hơi nước.
- e) Bề mặt bên trong của ván khuôn phải sạch, tránh sự tắc nghẽn của các sợi, tạo được dòng chảy chính của UHPC.
Nếu chỉ dẫn kỹ thuật thi công yêu cầu phải tạo ra được bề mặt UHPC kiến trúc không trát, thì việc xử lý bề mặt ván khuôn phải được thực hiện để đạt được yêu cầu hoàn thiện.
- f) Kết cấu chính cần hoàn thiện bề mặt cụ thể thì yêu cầu đó phải được nêu rõ trong chỉ dẫn kỹ thuật thi công.
- g) Các kết cấu có yêu cầu về độ võng cụ thể cần phải có biện pháp thi công cho chống đỡ tạm thời.
- h) Ván khuôn không được cản trở biến dạng đàn hồi của UHPC trong quá trình kéo căng cũng như nguy cơ bắn ra các cạnh sắc trong quá trình tháo dỡ ván khuôn.

- i) Các biến dạng nhiệt và co tự sinh của UHPC ở độ tuổi sớm có thể ảnh hưởng xấu đến hình dạng hoặc gây nứt kết cấu.
- j) Áp lực của hỗn hợp UHPC được sử dụng để định kích thước ván khuôn đáp ứng dung sai hình học của kết cấu.
- k) Thiết kế cốp pha phải sao cho có thể loại bỏ sự cuốn khí vào hỗn hợp UHPC bằng cách tạo đủ số lượng lỗ trích khí. Các lỗ trích khí này có được bằng cách khoan vách của khuôn và thường được chặn bởi các loại vải dệt.
- l) Trong trường hợp đúc ngược và có tính đến các khu vực tiếp xúc lớn, cần chèn các tấm chèn vào trong ván khuôn, bản chất của vật liệu chèn phải tương thích về mặt hóa học với UHPC. Có thể sử dụng các tấm xốp polystyrene.
- m) Khi không có khung định vị cần chú ý đảm bảo vị trí và độ bền cơ học của các vật chèn phải được kiểm soát trong quá trình đúc UHPC.

5.5 Ván khuôn đặc biệt

Các yêu cầu phải được nêu rõ trong chỉ dẫn kỹ thuật thi công.

5.6 Chi tiết chèn trong ván khuôn và các chi tiết chôn sẵn

a) Yêu cầu chung

Chi tiết chèn sẵn ván khuôn tạm thời để giữ cho ván khuôn đúng vị trí, thanh thép, ống dẫn và các hạng mục tương tự được đổ UHPC và các chi tiết chôn sẵn phải đảm bảo:

- Bản chất của vật liệu chèn phải tương thích về mặt hóa học với UHPC được sử dụng;
- Được cố định đủ chắc để đảm bảo rằng chúng sẽ giữ được vị trí đã chỉ định trong quá trình đổ UHPC;
- Chuẩn bị lớp phủ bảo vệ chống ăn mòn phù hợp;
- Có đủ cường độ và độ cứng, kín khít, bo tròn góc để bảo toàn hình dạng trong quá trình thao tác đổ UHPC;
- Có lớp UHPC bọc phủ theo quy định trừ khi bề mặt được xử lý;
- Không sinh ra các tác động làm ảnh hưởng tới kết cấu;
- Không phản ứng gây hại với UHPC, cốt thép hoặc thép ứng suất trước;
- Không tạo ra các vết bẩn đối với lớp hoàn thiện bề mặt;
- Không làm suy giảm công năng và độ bền của kết cấu;
- Không cản trở việc đổ và đầm hợp lý hỗn hợp UHPC theo quy định.

b) Hoàn thiện các hốc và lỗ tạm thời

Các hốc và lỗ được sử dụng cho công trình tạm thời phải được lấp đầy và hoàn thiện bằng một loại vật liệu có tính chất tương tự như UHPC xung quanh hoặc được nêu trong chỉ dẫn kỹ thuật.

5.7 Tháo dỡ ván khuôn và giàn giáo

a) Giàn giáo, hệ thống chống đỡ và ván khuôn không được phép tháo dỡ cho tới khi UHPC đạt đủ cường độ, nhằm:

- Để không bị hư hại bề mặt khi gõ/đập giàn giáo lúc tháo dỡ;
- Chịu được các tác động lên cấu kiện UHPC ở mỗi giai đoạn;
- Để tránh độ võng vượt quá dung sai;
- Để tránh những hư hại do tác động khí hậu;

b) Việc gõ, đập giàn giáo để tháo dỡ phải được thực hiện sao cho kết cấu không phải chịu tác động quá tải hoặc làm hư hại tới kết cấu chính.

c) Toàn bộ tải trọng tác động lên giàn giáo phải được giải phóng theo trình tự để đảm bảo các bộ phận giàn giáo khác và bất kỳ kết cấu chính chống đỡ nào cũng không phải chịu tải trọng quá mức. Sự ổn định của giàn giáo và ván khuôn phải được duy trì khi tải trọng được giải phóng và trong quá trình tháo dỡ.

e) Khi sử dụng thanh chống xiên hoặc chống tạm tại kết cấu thì biện pháp thi công cần chi tiết hóa.

f) Nếu ván khuôn là một bộ phận của hệ thống bảo dưỡng, thì việc tính toán thời gian tháo dỡ ván khuôn phải phù hợp với thời gian bảo dưỡng.

Khi các điều khoản về bảo dưỡng là cần thiết, đặc điểm kỹ thuật tương ứng phải tương thích với yêu cầu bảo dưỡng nhiệt ẩm trong tiêu chuẩn này.

Việc cắt tỉa các sợi ở góc cạnh hoặc trên bề mặt là cần thiết khi không thể tránh được các cạnh sắc.

6 Công tác cốt thép

6.1 Yêu cầu chung về vật liệu

Vật liệu làm cốt thép phù hợp TCVN 1651:2018, TCVN 6284-2:1997 (ISO 6934-2), TCVN 6284-3:1997 (ISO 6934-3), TCVN 6284-4:1997 (ISO 6934-4), TCVN 6288:1997 (ISO

10544:1992) theo từng loại tương ứng, và các loại cốt thép khác theo yêu cầu của thiết kế kết cấu.

a) Các thiết bị neo và đầu nối theo chỉ dẫn kỹ thuật.

b) Bề mặt của cốt thép không được phép rỉ sét vẩy và có các chất có thể ảnh hưởng bất lợi tới thép, UHPC hoặc sự liên kết giữa chúng. Rỉ bề mặt nhẹ có thể được chấp nhận.

c) Khi sử dụng cốt thép mạ kẽm, lớp phủ kẽm phải được thụ động hóa để tránh phản ứng hóa học với UHPC.

CHÚ THÍCH: Sự thụ động tự nhiên của lớp mạ kẽm có thể đạt được bằng cách bảo quản các sản phẩm mạ kẽm ngoài trời một thời gian. Thông thường khoảng 4 tuần là đủ. Sự thụ động tức thì có thể đạt được bằng cách nhúng các sản phẩm được mạ trong dung dịch thụ động.

d) Gói đỡ cốt thép và miếng đệm sao cho chiều dày bảo vệ cốt thép tính từ mép ngoài cốt đai không nhỏ hơn 20 mm. Miếng đệm, con kê cần được chế tạo từ vật liệu UHPC cùng cấp cường độ.

CHÚ THÍCH: Miếng đệm bằng thép tiếp xúc trực tiếp với bề mặt UHPC chỉ được phép sử dụng trong môi trường khô hoặc phủ sơn epoxy chống rỉ.

6.2 Thi công cốt thép

6.2.1 Uốn, cắt, vận chuyển và bảo quản cốt thép.

a) Uốn, cắt:

Việc uốn và cắt cốt thép phải tuân thủ chỉ dẫn kỹ thuật thi công, các thanh đã uốn không được nứt và không có các hư hại khác. Các yêu cầu sau đây được áp dụng:

- Việc uốn thép phải được thực hiện bằng một lần thao tác. Khi sử dụng máy uốn thép tự động, việc uốn thép có thể liên tục hoặc theo từng giai đoạn;
- Không cho phép uốn nóng trừ khi chỉ dẫn kỹ thuật thi công cho phép;
- Đối với những thanh thép được uốn, đường kính gói uốn được sử dụng phải tuân thủ chỉ dẫn kỹ thuật thi công;
- Đối với cốt thép hàn và lưới thép uốn sau khi hàn, đường kính của gói uốn được sử dụng phải tuân thủ chỉ dẫn kỹ thuật thi công.

b) Vận chuyển và bảo quản

Các thanh cốt thép, lưới thép và lồng cốt thép chế tạo sẵn không được hư hỏng trong quá trình vận chuyển, bảo quản, quản lý, lắp đặt vào vị trí và không được đặt trực tiếp lên nền đất.

TCVN ...:202x

Không cho phép kéo thẳng các thanh thép đã uốn trừ khi chỉ dẫn kỹ thuật thi công cho phép và trong các trường hợp như vậy phải:

- Gối uốn được sử dụng để uốn lúc đầu ít nhất gấp đôi gối uốn tối thiểu cho phép đối với loại thép đó;
- Nếu một đường kính gối uốn nhỏ hơn đường kính uốn thực tế không nên nhỏ hơn 1,3 lần đường kính trong thử nghiệm uốn lại;
- Phải sử dụng thiết bị đặc biệt để hạn chế ứng suất cục bộ;
- Phải chuẩn bị quy trình duỗi thẳng cốt thép;
- Các thanh cốt thép đã duỗi thẳng được nghiệm thu bằng mắt thường để tìm vết nứt hoặc các hư hại khác.

6.2.2 Hàn cốt thép

Công tác hàn cốt thép được thực hiện theo TCVN 9392:2012.

- Việc hàn chỉ được phép thực hiện đối với thép cốt được phân loại có thể hàn được, trừ khi có quy định khác trong chỉ dẫn kỹ thuật thi công.
- Việc hàn thép cốt với thép kết cấu, trong các mối nối chịu lực, phải được thực hiện theo quy định trong chỉ dẫn kỹ thuật thi công.

6.2.3 Mối nối cốt thép

a) Cốt thép phải được đặt theo chỉ dẫn kỹ thuật thi công, chỉ dẫn phải nêu chi tiết về lớp phủ bảo vệ cốt thép bằng hoặc lớn hơn 20mm, khoảng cách, mối nối, độ dài nối chồng, và cách bố trí các thanh thép.

b) Việc nối buộc (nối chồng lên nhau) đối với các loại thép được thực hiện theo quy định của thiết kế. Không nối ở các vị trí chịu lực lớn và chỗ uốn cong. Trong một mặt cắt ngang của tiết diện kết cấu không nối quá 25 % diện tích tổng cộng của cốt thép chịu lực đối với thép tròn trơn và không quá 50 % đối với thép có gờ.

Cốt thép phải được cố định và ổn định sao cho vị trí cuối cùng của nó nằm trong phạm vi dung sai đã cho trong tiêu chuẩn này. Việc lắp ráp cốt thép có thể được thực hiện bằng dây buộc và hàn điểm. Trừ khi có quy định khác, các thanh nối chồng nên đặt tiếp xúc với nhau ở trong dầm và cột, các đoạn nối chồng nối chung nên buộc lại.

c) Lớp UHPC bảo vệ cốt thép quy định áp dụng cho giá trị danh định của từng loại cấu kiện UHPC, và áp dụng cho bề mặt bất kỳ cốt thép nào, kể cả cốt thép của bộ phận lắp ráp có thể có.

Cốt thép nếu hở ra bề mặt UHPC sau khi thi công cần được chôn chìm sâu trong UHPC lớn hơn 20 mm và được trám vá bằng hỗn hợp keo epoxy với bột cát thạch anh.

7 Công tác căng cáp dự ứng lực

7.1 Yêu cầu chung

Các yêu cầu sau đây áp dụng vào kết cấu UHPC ứng suất trước:

- Kết cấu căng trước có bám dính;
- Kết cấu căng sau có bám dính;
- Kết cấu căng sau không bám dính, trong thớ hoặc ngoài thớ.

CHÚ THÍCH: Các chỉ dẫn về ứng suất trước có thể tham khảo Phụ lục E.

7.2 Thiết bị ứng suất trước

7.2.1 Hệ thống kéo căng sau

Hệ thống kéo căng sau phải tuân thủ các yêu cầu được quy định trong chỉ dẫn kỹ thuật thi công và dụng cụ đo phải được kiểm định.

Tất cả các bộ phận của hệ thống kéo căng sau phải tương thích với hệ thống ứng suất trước.

7.2.2 Ống luồn cáp

Ống luồn cáp được quy định trong chỉ dẫn kỹ thuật thi công cáp.

7.2.3 Bộ phận chịu kéo

Thép ứng suất trước (sợi, tao cáp, thanh) phải đáp ứng chỉ dẫn kỹ thuật thi công và tiêu chuẩn tương ứng.

7.2.4 Thiết bị neo và các phụ kiện

Thiết bị neo và thành phần neo cho hệ ứng suất trước phải được kiểm định định kỳ theo quy định và đáp ứng theo TCVN 10568:2017.

7.2.5 Bộ căng cốt thép ứng suất trước

- a) Không ảnh hưởng đến chất lượng của thép hoặc UHPC;
- b) Đủ cứng để đảm bảo cố định chắc chắn các thanh căng ở vị trí yêu cầu trong quá trình đổ UHPC;
- c) Không làm hư hại ống luồn cáp;
- d) Khoảng cách giữa các bộ đỡ thanh căng phải đảm bảo ống luồn cáp tuân thủ về tuyến cũng như cao độ thanh căng theo yêu cầu;
- e) Đáp ứng an toàn cho người lao động trong trường hợp tụt neo, đứt cáp và cắt cáp.

7.3 Vật liệu lấp đầy

a) Vữa chèn đầy các ống gen và đầu neo đáp ứng theo TCVN 11971:2018.

b) Mỡ, sáp, dầu và các sản phẩm khác để chèn đầy ống gen và đầu neo thanh cằng không bám dính cần được quy định trong chỉ dẫn kỹ thuật thi công.

7.4 Vận chuyển và bảo quản

Các loại thép ứng suất trước, ống luồn cáp, thiết bị neo, đầu nối, thanh cằng chế tạo sẵn và thanh cằng chế tạo tại chỗ phải có biện pháp bảo vệ chống tác động ăn mòn của môi trường. Nếu vật liệu đã bị ăn mòn đến mức có thể làm giảm tính năng cần được thay thế bằng các vật liệu khác chỉ dẫn kỹ thuật.

7.5 Lắp đặt thanh cằng ứng suất trước

a) Yêu cầu chung

- Thanh cằng ứng suất trước phải được lắp, đặt và giữ chắc theo quy định trong chỉ dẫn kỹ thuật thi công và phải đi theo một đường thẳng, không có sự cong võng hoặc gấp khúc và trong phạm vi dung sai cho phép (xem mục 10 của tiêu chuẩn này);

- Loại và cấp của thép ứng suất trước và tài liệu cho tất cả các bộ phận phải được ghi lại trong hồ sơ nghiệm thu;

- Không được phép hàn thép ứng suất trước hoặc các đầu neo. Không được phép cắt hoặc hàn bằng phương pháp hàn oxy trong vùng lân cận của thép ứng suất trước trừ khi bảo đảm các điều kiện đã nêu rõ trong chỉ dẫn kỹ thuật thi công. Không được phép hàn cốt thép vùng neo cục bộ, các tấm neo và hàn điểm các tấm đục lỗ trừ khi bảo đảm các điều kiện đã nêu rõ trong chỉ dẫn kỹ thuật thi công;

- Tất cả các mối nối trong ống luồn cáp, đầu neo và thiết bị nối phải được bịt kín chống lại sự xâm nhập của nước;

- Phải chú ý ngăn ngừa tao cáp bị xoắn hoặc đan chéo nhau khi lắp đặt.

b) Thanh cằng ứng lực trước

Bất kỳ đoạn thép ứng suất trước nào đã bị mất lớp bám dính đều phải được bảo vệ thích hợp để chống ăn mòn.

c) Thanh cằng ứng lực sau có bám dính

- Các lỗ thông trên ống luồn cáp phải được bố trí ở cả 2 đầu mút và tại các điểm của thanh căng nơi không khí hoặc nước có thể tích tụ. Lỗ thông hoặc cửa vào (cửa vữa phun) thường được bố trí ở các vị trí trung gian;
- Các lỗ thông phải được đánh dấu đúng để nhận dạng cáp;
- Ống luồn cáp và lỗ thông phải được đủ chắc chắn để chịu được các tác động của việc đổ và đầm UHPC.

d) Thanh căng không bám dính đặt bên ngoài và bên trong

Thanh căng không bám dính phải được bịt kín hợp lý **tất cả chiều dài của thanh** để chống lại sự xâm nhập của hơi ẩm.

7.6 Thi công kéo căng

a) Yêu cầu chung

- Việc kéo căng phải tuân thủ theo quy trình đã được phê duyệt, lực kéo và độ giãn dài phải đáp ứng chỉ dẫn kỹ thuật và được ghi lại trong hồ sơ nghiệm thu;
- Công tác neo cũng như neo cố định phải được thực hiện theo thiết kế;
- Thiết bị căng cáp phải được kiểm định và chấp thuận trước khi sử dụng;
- Hồ sơ hiệu chuẩn hợp lệ cho các thiết bị đo lực phải có sẵn tại công trường trước khi bắt đầu kéo căng;
- Chỉ cho phép truyền ứng suất sang một kết cấu khi cường độ UHPC bằng hoặc lớn hơn cường độ chịu nén tối thiểu đã quy định trong chỉ dẫn kỹ thuật thi công;
- Kết quả của quy trình căng cáp và sự phù hợp hoặc không tuân thủ các yêu cầu phải được ghi lại trong báo cáo nghiệm thu.
- Việc kéo căng phải đảm bảo an toàn lao động

CHÚ THÍCH: Việc thi công kéo căng cáp tham khảo phụ lục E trong BS EN 13670:2009.

b) Thanh căng ứng lực trước căng trước

- Nếu trong quá trình tạo ứng suất của thanh ứng lực căng trước đến một lực đã quy định mà độ giãn dài thực tế của nhóm gồm tất cả các thanh căng tại tiết diện cụ thể của kết cấu không nằm trong khoảng $\pm 3\%$ độ giãn dài tính toán hoặc độ giãn dài của một thanh căng đơn lẻ không nằm trong khoảng $\pm 5\%$ độ giãn dài tính toán thì phải làm theo đúng chỉ dẫn kỹ thuật thi công.
- Nếu hỗn hợp UHPC không được đổ đúng thời điểm sau khi kéo căng thì phải thực hiện biện pháp bảo vệ tạm thời sao cho không gây ra bất kỳ ảnh hưởng bất lợi đến thép và

UHPC. Phải xác nhận rằng bất kỳ sự suy giảm độ bám dính nào do biện pháp bảo vệ tạm thời này gây ra đều có thể chấp nhận được đối với thiết kế kết cấu đó.

c) Thanh căng ứng lực căng sau có bám dính

- Nếu trong quá trình tạo ứng suất trước của thanh ứng lực căng sau đến một lực xác định mà độ giãn dài thực tế của nhóm gồm tất cả các thanh căng tại tiết diện cụ thể không nằm trong khoảng $\pm 5\%$ độ giãn dài tính toán, hoặc độ giãn dài của thanh căng đơn lẻ trong nhóm không nằm trong khoảng $\pm 15\%$ độ giãn dài tính toán, thì phải thực hiện theo đúng chỉ dẫn kỹ thuật thi công.

- Trong trường hợp có độ lệch so với thông số đã dự định trong quá trình kéo căng, chưa được phép cắt bỏ các đầu mút thanh căng hoặc bơm vữa vì có thể ảnh hưởng xấu đến việc kéo căng lại.

Việc kéo căng lại chỉ tiến hành khi đánh giá xác định được nguyên nhân và có báo cáo kéo căng sửa đổi đã được phê duyệt.

7.7 Các biện pháp bảo vệ cáp (bơm vữa, bơm mỡ, bơm dầu)

7.7.1 Yêu cầu chung

a) Phải cung cấp hướng dẫn bằng văn bản cho việc chuẩn bị và thực hiện các biện pháp bảo vệ để chống lại các hư hại, chẳng hạn như sự ăn mòn, sưng giá và các phá hủy cơ học.

b) Thiết bị bơm vữa phải tuân thủ quy định và được lựa chọn từ những thiết bị đã được cấp phép.

c) Kết quả việc nghiệm thu và xét xem công trình có tuân thủ với các yêu cầu về bảo vệ hay không phải được ghi lại trong báo cáo nghiệm thu (xem Phụ lục E của BS EN 13670).

d) Khu vực neo và các đầu chụp phải được bảo vệ như bảo vệ thanh căng.

e) Nếu không thể áp dụng biện pháp bảo vệ lâu dài đúng thời hạn sau khi lắp đặt hoặc kéo căng, phải thực hiện các biện pháp bảo vệ tạm thời (xem Phụ lục E của BS EN 13670).

7.7.2 Đối với thanh căng ứng lực trước

Các đầu mút thanh căng phải được bảo vệ chống ăn mòn khi sử dụng.

7.7.3 Đối với thanh căng ứng lực sau có bám dính

Việc bơm vữa cho thanh căng căng sau có bám dính phải tuân thủ theo chỉ dẫn của kỹ thuật thi công.

7.7.4 Thanh căng trong thớ và ngoài thớ không bám dính

a) Thanh căng ngoài thớ không bám dính phải được đáp ứng theo mục 7.7.3 của tiêu chuẩn này.

b) Trong các trường hợp khác, ống luồn cáp và đầu neo của thanh căng phải được chèn đầy theo phương pháp đã chỉ rõ bằng một loại mỡ, sáp hoặc dầu không ăn mòn tuân thủ chỉ dẫn kỹ thuật thi công.

7.7.5 Công tác bơm vữa

a) Quá trình trộn vữa (định lượng mẻ trộn, tỉ lệ nước/xi măng, phụ gia, quy trình, thời gian ninh kết, vv...) phải tuân thủ theo kỹ thuật thi công.

b) Nếu không thể tiến hành bơm vữa đúng thời hạn sau khi kéo căng thì phải thực hiện các biện pháp bảo vệ tạm thời, biện pháp đó không có bất kỳ ảnh hưởng bất lợi nào đến thép ứng suất trước và/hoặc vữa bơm. Phải xác nhận rằng bất kỳ sự suy giảm liên kết nào do áp dụng biện pháp bảo vệ tạm thời này đều có thể chấp nhận được đối với thiết kế kết cấu này.

7.7.6 Công tác bơm mỡ, dầu

a) Việc bơm mỡ, sáp hoặc dầu phải được thực hiện liên tục và đều đặn.

b) Thể tích bơm phải tương thích với thể tích tự do theo lý thuyết tính toán trong ống gen. Phải tính đến sự thay đổi thể tích theo nhiệt độ.

c) Sau khi hoàn thành quá trình bơm, phải ngăn chặn sự tổn hao mỡ hoặc sáp từ các ống gen ngoài ý muốn bằng cách bịt kín chúng dưới áp lực.

d) Vật liệu, các mối liên kết và thiết bị phải tuân thủ dải nhiệt độ cần thiết để bơm mỡ, sáp hoặc dầu.

7.7.7 Bịt kín đầu nối

a) Các đầu neo phải được bịt kín sau khi bơm vữa để bảo vệ chống ăn mòn tương đương với bảo vệ như thanh căng (ví dụ: lớp UHPC đặc chắc, độ thấm, chiều sâu thấm, hoặc đập nắp hoặc kết hợp các biện pháp khác).

b) Các khu vực neo phải được bảo vệ tránh nước thải.

c) Tất cả lỗ thông khí và đầu vào đầu lồi ra của vữa phải được bịt kín và bảo vệ một cách phù hợp.

8. Thi công UHPC

8.1 Chỉ dẫn kỹ thuật UHPC

UHPC được chỉ định, đặt hàng và sản xuất theo TCVN xxx...:202x (NF P18-470).

Các đặc tính cơ bản và bất kỳ yêu cầu bổ sung nào liên quan đến vật liệu chế tạo UHPC sẽ được xem xét thử nghiệm quyết định.

8.2 Vật liệu thành phần

8.2.1 Chất kết dính

a) Xi măng

- Xi măng Poóc lăng phù hợp với TCVN 2682:2020.
- Xi măng Poóc lăng trắng phù hợp với TCVN 5691:2000.

b) Vật liệu bổ sung kết dính

- Tro bay phải phù hợp với TCVN 10302:2014;
- Xi hạt lò cao nghiền mịn phù hợp với TCVN 11586:2016;
- Silica fume, Tro trấu và Meta cao lanh phù hợp với TCVN 8827:2011;
- Bột đá vôi phù hợp với TCVN 9039:2011 hoặc NF P18-508;
- Bột màu bền kiềm đáp ứng chỉ dẫn kỹ thuật của từng dự án.

8.2.2 Cốt liệu

a) Đá (granite, bazan, mácma) cường độ cao ($R_{\text{đá gốc}} \geq 140$ MPa) có đường kính $d_{\text{max}} \leq 10$ mm, phù hợp với TCVN 7570:2006.

b) Cát thạch anh và bột thạch anh phải phù hợp với các yêu cầu trong Bảng 4. Cát thạch anh được chia thành cát thô đến cát mịn ($2,5 \text{ mm} \div 0,14 \text{ mm}$). Yêu cầu thành phần hạt của cát thạch anh được cho trong Bảng 5. Tỷ lệ các hạt có kích thước danh nghĩa của hạt nhỏ hơn $0,14 \text{ mm}$ trong bột thạch anh phải lớn hơn 95 %.

Bảng 4 - Chỉ tiêu kỹ thuật của cát thạch anh và bột thạch anh

Chỉ tiêu	Yêu cầu, %
1. Hàm lượng SiO_2	≥ 95
2. Hàm lượng Cl^-	$\leq 0,02$
3. Hàm lượng Sunfua và Sunfat	$\leq 0,50$
4. Hàm lượng Mica	$\leq 0,50$

Bảng 5 - Hàm lượng sót sàng

Kích thước, mm	> 2,5	< 0,14
Mức yêu cầu, %	≤ 5	≤ 5

Sàng kiểm tra kích thước hạt cát thạch anh và bột thạch anh áp dụng theo TCVN 9038:2011. Hàm lượng của hạt có kích thước thông thường lớn hơn $2,5 \text{ mm}$ và nhỏ hơn 5 mm phụ thuộc vào chỉ dẫn kỹ thuật phân loại UHPC theo cấp độ bền nén.

Hệ số hút nước của cốt liệu phải nhỏ hơn hoặc bằng 2,5 %, trừ trường hợp nghiên cứu cụ thể.

8.2.3 Phụ gia hóa học

Phụ gia giảm nước phải phù hợp với các yêu cầu trong TCVN 8826:2011. Đối với UHPC, cần chọn phụ gia siêu dẻo giảm nước hiệu suất cao và tỷ lệ giảm nước phải lớn hơn 30 %. Các phụ gia khác được sử dụng để cải thiện tính chất của UHPC phải phù hợp với các yêu cầu trong tiêu chuẩn liên quan và cần thử nghiệm đánh giá hiệu quả đối với UHPC.

8.2.4 Sợi thép

Sợi thép là sợi nhỏ có độ bền cao, chỉ số và tính năng phù hợp với các yêu cầu trong Bảng 6.

Bảng 6 – Chỉ tiêu tính chất của sợi thép

Các chỉ tiêu	Yêu cầu
1. Độ bền kéo, MPa	≥ 2000
2. Hàm lượng sợi có chiều dài ¹ từ 12 mm đến 16 mm	≥ 96
3. Hàm lượng sợi có đường kính ² 0,18 mm đến 0,22 mm	≥ 90
4. Hàm lượng sợi đáp ứng yêu cầu về kích thước	≥ 96
5. Hàm lượng tạp chất	≤ 1,0
¹ Chiều dài trung bình của 50 mẫu phải nằm trong khoảng 12 mm ÷ 16 mm	
² Đường kính trung bình của 50 mẫu phải nằm trong khoảng 0,18 mm ÷ 0,22 mm	

CHÚ THÍCH: Có thể sử dụng sợi có chỉ tiêu khác với Bảng 6 hoặc sử dụng hỗn hợp các loại sợi nhưng phải được thử nghiệm xác nhận các tính chất của UHPC đáp ứng chỉ dẫn kỹ thuật.

8.2.5 Nước trộn

Phù hợp với TCVN 4506:2012.

8.2.6 Chất phụ gia khác

Các chất phụ gia có thể được kết hợp trong UHPC để cải thiện một số tính chất hoặc cung cấp thêm các đặc tính cụ thể, tùy thuộc vào nghiên cứu cụ thể kiểm tra ảnh hưởng của phụ gia đến hỗn hợp UHPC hay không. Tất cả các chất phụ gia được kết hợp với nhau sẽ không được quá 5% thể tích của UHPC. Khi sử dụng phụ gia, thành phần của UHPC có và không có phụ gia phải được hiệu chỉnh lại thử nghiệm thiết kế mới.

8.3 Bảo quản vật liệu

- Không được bảo quản xi măng ở nhiệt độ cao hơn 60°C. Không được sử dụng xi măng ẩm, vón cục, nhiễm bẩn và không sử dụng xi măng đã có thời hạn bảo quản trên 2 tháng.

TCVN ...:202x

- Bột thạch anh phải được bảo quản riêng biệt để không bị ảnh hưởng bởi thời tiết và nước.
- Các cốt liệu phải được lưu giữ riêng biệt theo loại và kích thước.
- Các chất phụ gia phải được lưu giữ và ký hiệu theo quy định. Phụ gia lỏng phải được bảo quản trong thùng kín và phải được chống nắng và chống đóng băng. Nếu có kết tủa và các hiện tượng bất thường khác thì phải thử lại.
- Phụ gia khoáng phải được bảo quản và ký hiệu theo quy định, cấp chất lượng và nhà sản xuất. Không được trộn với xi măng và các vật liệu bột khác.
- Sợi phải được bảo quản theo yêu cầu của nhà sản xuất không để bị gỉ, bết và vón cục.

8.4 Thiết kế thành phần hỗn hợp UHPC

8.4.1 Yêu cầu chung

a) Các vật liệu thành phần và hàm lượng trong UHPC cần được lựa chọn ở giai đoạn thử nghiệm thiết kế cấp phối để đáp ứng các yêu cầu cụ thể liên quan đến cấp cường độ, tính chất của hỗn hợp UHPC và các tính chất ở trạng thái đã đóng rắn, xem xét quá trình sản xuất UHPC và phương pháp bảo dưỡng có thể được áp dụng cho phép đạt được các đặc tính đó.

b) Giảm thiểu sự phân tách các nguyên liệu của UHPC, sự phân bố không đều các sợi trong hỗn hợp. Cần đặc biệt chú ý đến lượng nước được thêm vào UHPC bởi các thành phần khác (nước bổ sung, nước hấp thụ trong kết cấu UHPC, nước trong phụ gia).

c) Thiết kế hỗn hợp phải được xác nhận bằng thử nghiệm sự phù hợp nhằm mục đích kiểm tra các tính năng được chỉ định đáp ứng được hay không khi sản xuất UHPC trong các điều kiện cụ thể.

d) Đối với các thành phần được thêm vào riêng biệt, thiết kế cấp phối dự kiến phải đưa ra:

- Tên và khối lượng của các loại cốt liệu khác nhau;
- Tên và khối lượng của xi măng;
- Tên và khối lượng khô của mỗi chất bổ sung, chất màu hoặc phụ gia nếu có;
- Tổng lượng nước;
- Tên và khối lượng của hàm lượng chất rắn của phụ gia;
- Tên và khối lượng của từng loại sợi.

8.4.2 Thiết kế thành phần UHPC

Yêu cầu cấp cường độ cần thiết của UHPC là cường độ chịu nén trên mẫu trụ $d100 \times h200$ mm của UHPC tương ứng với cấp cường độ được chỉ định (MPa).

Tỷ lệ nước trên chất kết dính (N/CKD), tiêu thụ hàm lượng chất kết dính và hàm lượng sợi thép trong thành phần UHPC có các cấp cường độ khác nhau cho trong Bảng 8.

Bảng 7 – Yêu cầu tỷ lệ nước trên chất kết dính (N/CKD), hàm lượng chất kết dính và sợi thép trong thành phần UHPC có cấp cường độ khác nhau

Cấp cường độ (MPa)		Tỷ lệ N/CKD	Lượng chất kết dính (kg/m ³)	Hàm lượng sợi thép (%)
Mẫu trụ	Mẫu lập phương			
UHPC 120	UHPC 135	≤ 0,20	≤ 850	≥ 1,0
UHPC 130	UHPC 145	≤ 0,20	≤ 850	≥ 1,0
UHPC 140	UHPC 155	≤ 0,18	≤ 900	≥ 1,2
UHPC 150	UHPC 165	≤ 0,18	≤ 900	≥ 1,5
UHPC 160	UHPC 180	≤ 0,16	≤ 950	≥ 1,7
UHPC 180	UHPC 200	≤ 0,15	≤ 1000	≥ 2,0
UHPC 200	UHPC 215	≤ 0,15	≤ 1000	≥ 2,5
UHPC 225	UHPC 240	≤ 0,14	≤ 1100	≥ 2,5
UHPC 250	UHPC 265	≤ 0,14	≤ 1100	≥ 2,5

Hàm lượng Silica Fume không được nhỏ hơn 10 % chất kết dính và hàm lượng chất kết dính không được lớn hơn 50% tổng khối lượng thành phần UHPC.

Cấp phối UHPC cần phải được kiểm tra cân bằng thể tích.

Thiết kế thành phần hạt của cấp phối theo nguyên tắc độ đặc chắc tuyệt đối.

Việc trộn thử nghiệm, điều chỉnh và xác định tỷ lệ hỗn hợp thành phần của UHPC phải tuân theo các yêu cầu sau:

- a) UHPC sẽ sử dụng các nguyên liệu thô thực tế và được trộn trên máy trộn thí nghiệm tăng cường cùng loại với máy trộn hiện trường có dung tích nhỏ hơn hoặc bằng 15L/m³;
- b) Phải thử nghiệm xác định tính công tác phù hợp ứng với tỉ lệ N/CKD xác định;
- c) Thử nghiệm cường độ UHPC phải thực hiện ít nhất ba cấp phối khác nhau. Một trong số đó phải là tỷ lệ hỗn hợp đối chứng được xác định trong b) và N/CKD của hai tỷ lệ hỗn hợp còn lại phải được tăng, giảm tương ứng 0,01 so với tỷ lệ hỗn hợp đối chứng như tỷ lệ hỗn hợp tham chiếu thì điều chỉnh hàm lượng cát tương ứng tăng giảm 1%;
- d) Thí nghiệm cường độ chịu nén, xác định đường cong ứng suất – biến dạng nén và mô đun đàn hồi (ở 28 ngày tuổi); Mỗi một cấp phối đúc phải lấy ít nhất 3 tổ mẫu (một tổ mẫu gồm 3 viên) tương ứng thí nghiệm ở các tuổi sau bảo dưỡng nhiệt ẩm, 7 ngày và 28 ngày của mẫu UHPC;
- e) Thử nghiệm cường độ chịu kéo và xác định đường cong ứng suất – biến dạng kéo, để xác định ứng suất của vết nứt đầu tiên và giới hạn của biến dạng đàn hồi;

TCVN ...:202x

- f) Thử nghiệm cường độ chịu uốn và xác định đường cong ứng suất – biến dạng uốn, để xác định ứng suất của vết nứt đầu tiên và giới hạn của biến dạng đàn hồi;
- g) Mỗi một cấp phối đúc mẫu kéo, uốn phải lấy ít nhất 3 tổ mẫu (một tổ mẫu gồm 6 viên) tương ứng thí nghiệm ở các tuổi sau bảo dưỡng nhiệt ẩm, 7 ngày và 28 ngày của mẫu UHPC;
- h) Các chỉ tiêu khác theo thiết kế kết cấu nếu có yêu cầu thì phải thử nghiệm để đáp ứng và căn cứ cùng các kết quả trên để xác định được cấp phối thiết kế;
- i) Đối với ứng dụng của kỹ thuật đặc biệt, thiết kế cấp phối cần được thử nghiệm mô hình thực.

Việc trộn phải đảm bảo tính đồng nhất của hỗn hợp UHPC, tính đồng nhất của cùng một lô phải phù hợp với các yêu cầu của TCVN xxx:202x (NF P18 470).

Tính công tác của hỗn hợp UHPC phải dựa trên phương pháp thi công, nhiệt độ và độ ẩm của môi trường, khoảng cách và thời gian vận chuyển.

8.5 Định lượng thành phần hỗn hợp UHPC

Vật liệu rắn được quy định cân theo khối lượng. Hỗn hợp nước và chất lỏng có thể định lượng bằng khối lượng hoặc thể tích.

Sai lệch cho phép khi định lượng vật liệu được quy định tại Bảng 7.

Bảng 8 - Sai lệch cho phép khi định lượng vật liệu

	Xi măng, kg	Cốt liệu, kg	Nước, kg hoặc lít	Phụ gia, kg hoặc lít	Phụ gia điều chỉnh, kg hoặc lít	Phụ gia khoáng, kg	Sợi, kg
Dung sai cho phép	± 2	± 3	± 1	± 1	± 0,1	± 2	± 1

CHÚ THÍCH: Dung sai cho phép được quy định đối với mẻ trộn công nghiệp tương ứng 1 m³/mê

8.6 Các công việc chuẩn bị trước khi đổ

8.6.1 Việc chuẩn bị sản xuất UHPC

a) Việc lựa chọn lắp đặt dây chuyền sản xuất UHPC phải đảm bảo các nguyên tắc chung đã được phê duyệt để đáp ứng chỉ dẫn kỹ thuật, điều kiện thi công và tiến độ thi công.

b) Các quy định về thiết bị phải được xem xét trong biện pháp thi công.

CHÚ THÍCH 1: Phải lựa chọn thiết bị trộn có công suất và năng suất phù hợp với khối lượng UHPC được sản xuất và đáp ứng tiến độ.

CHÚ THÍCH 2: Chú ý đến sai số về khối lượng đối với UHPC theo TCVN xxx:202x (NF P 18-470).

c) Thực hiện quy trình trộn thử trong phòng thí nghiệm ở giai đoạn thử nghiệm thiết kế cấp phối, liên quan đến cấp phối dự kiến của UHPC và phù hợp với điều kiện sản xuất thực tế được xác định. Cần xác định loại máy trộn và công suất, trình tự nạp vật liệu và thời gian trộn ở các giai đoạn khác nhau, kiểm soát các yếu tố để đảm bảo hiệu quả.

CHÚ THÍCH 3: Quy trình trộn được phê duyệt khi kết thúc thử nghiệm sự phù hợp. Sau đó, quy trình được hiệu chỉnh để phù hợp với sản xuất đảm bảo sự đồng nhất của hỗn hợp tương ứng với khối lượng của UHPC sản xuất. Quy trình trộn phải đảm bảo sợi thép được phân tán đồng đều, không phân tầng, đáp ứng các chỉ dẫn kỹ thuật và phù hợp với các yêu cầu vận chuyển và đổ đầm, bảo dưỡng UHPC.

d) Việc đưa sợi vào trong quá trình trộn phải đảm bảo tính đồng nhất, sợi thép phải được phân tán đồng đều trong toàn bộ hỗn hợp, đặc biệt khi sản xuất khối lượng UHPC lớn.

8.6.2 Kiểm tra tính phù hợp

Thử nghiệm kiểm tra tính phù hợp bao gồm cả việc sản xuất được thực hiện tuân thủ yêu cầu của TCVN xxx:202x (NF P18-470).

Khi cần thử nghiệm kết cấu UHPC thì cần có đề cương được phê duyệt.

8.6.3. Các chỉ tiêu cần phải thử nghiệm để xác nhận sự phù hợp (chỉ thử 1 lần lúc đầu)

a) Các chỉ tiêu thử nghiệm của hỗn hợp UHPC được quy định theo TCVN xxx:202x (NF P18-470):

- Độ chảy xoè;
- Tổn thất độ chảy xoè theo thời gian;
- Nhiệt độ;
- Thời gian ninh kết;
- Hàm lượng sợi;
- Co tự sinh;
- Co mềm.

Ngoài ra, các mục tiêu cần đạt được về mức độ đồng nhất của hỗn hợp UHPC được nêu trong chỉ dẫn kỹ thuật như:

- Tách nước;
- Tách vữa;
- Phân tầng sợi.

Phạm vi nhiệt độ môi trường chấp nhận được cho các thử nghiệm phù hợp là từ 5 ± 35 °C. Hàm lượng bọt khí được quy định sai lệch so với yêu cầu thiết kế cấp phối $\leq 0,5$ % tổng thể tích hỗn hợp;

b) Các chỉ tiêu thử nghiệm của UHPC được quy định theo TCVN xxx:202x (NF P18-470):

Các tính chất cơ lý cơ bản:

- Ứng suất nén – biến dạng;
- Ứng suất kéo – biến dạng;
- Ứng suất kéo mỏng – biến dạng;
- Ứng suất uốn – biến dạng;
- Ứng suất uốn mỏng – biến dạng;
- Mô đun đàn hồi và hệ số Poát Xông;
- Chỉ số dẻo dai;
- Độ mài mòn
- Co khô;
- Hệ số từ biến.

Các tính chất liên quan đến độ bền lâu:

- Hệ số khuếch tán Ion Clo;
- Hệ số thấm;
- Hệ số dẫn nhiệt;
- Khả năng chống cháy.

8.7 Quy trình đổ hỗn hợp UHPC

8.7.1 Quy trình chung

Quy trình đổ hỗn hợp UHPC được xây dựng tổng thể và cho từng giai đoạn, gồm:

- Phương pháp đổ (quy định chiều cao đổ, tránh sự phân tầng của hỗn hợp UHPC...);

CHÚ THÍCH 1: Độ cao rơi của hỗn hợp UHPC không được cao quá 0,50 m.

CHÚ THÍCH 2: Cần phải đổ UHPC liên tục.

- Các thiết bị được sử dụng (loại, phân phối và đặc điểm) để xử lý và đặt, dự trữ, máng đổ, gàu rót, bơm UHPC;
- Các nguồn lực và dự phòng nhằm khắc phục mọi hư hỏng ở tất cả các giai đoạn từ trộn đến đầm chặt (có thể yêu cầu trạm trộn khẩn cấp nếu cần thiết);
- Thời gian tối đa từ khi kết thúc sản xuất hỗn hợp UHPC đến khi kết thúc đổ phải nhỏ hơn hoặc bằng thời lượng sử dụng thực tế;
- Không khuyến khích sử dụng phương pháp đầm ngoài và không cho phép đầm trong;
- Các thử nghiệm kiểm tra về loại và khối lượng, tính đồng nhất và nhiệt độ của hỗn hợp UHPC;
- Lấy mẫu thử nghiệm kiểm tra, kiểm soát sản xuất;
- Thứ tự tiến hành đổ hỗn hợp UHPC có tính đến biến dạng tạm thời;

- Các quy định thêm về ván khuôn sẽ được đưa ra trong quá trình đổ hỗn hợp UHPC;
- Vị trí và xử lý mối nối, khe co;
- Chuẩn bị bề mặt thi công trong trường hợp có kết cấu liên hợp;
- Độ dày tăng thêm tối đa trước khi điều chỉnh các bề mặt;
- Phương tiện điều chỉnh và hoàn thiện các bề mặt chưa định hình;
- Các giải pháp cần thực hiện để tránh UHPC bị rạn nứt sớm;
- Phương tiện và việc thực hiện bảo dưỡng nhiệt ẩm;
- Các giải pháp được áp dụng trong trường hợp thời tiết lạnh hoặc nắng nóng khô;
- Các điều kiện liên quan đến mặt ngoài;
- Các biện pháp được thực hiện trong trường hợp xảy ra các mạch dừng thi công ngẫu nhiên sau khi đổ;
- Các thông tin thử nghiệm được thực hiện nếu cần, đặc biệt kiểm tra xem cường độ của UHPC theo thời gian tương thích với các phương pháp thi công;
- Các điều khoản liên quan đến bảo dưỡng nhiệt ẩm và hoặc quản lý làm lạnh;
- Các điều khoản liên quan đến việc ngăn ngừa sự hình thành Ettringite muộn;
- Tiêu chí chấp nhận của thử nghiệm sự phù hợp.

8.7.2 Trộn hỗn hợp UHPC

a) Yêu cầu chung

- Phải sử dụng máy trộn tăng cường trong sản xuất UHPC;
- Chạy thử, kiểm tra công suất máy trộn, dung tích hữu ích của thùng trộn;
- Tính toán mẻ trộn, lập kế hoạch thực hiện;
- Xây dựng quy trình trộn cụ thể: quy trình trộn thông thường, quy trình trộn nâng cao, xác định tổng thời gian trộn từng mẻ;
- Kiểm tra hệ thống định lượng trước khi vận hành trộn;
- Kiểm tra hệ thống cửa nạp, cửa xả;

Trộn nâng cao là quy trình trộn có bổ sung hệ thống làm lạnh bằng nước đá, Nitơ lỏng, đá CO₂ hoặc Chiller.

Nguyên tắc trộn trong sản xuất UHPC:

- Thời gian trộn ngắn nhất;
- Độ đồng đều của hỗn hợp;
- Cốt sợi không bị sa lắng;
- Nhiệt độ hỗn hợp trong khoảng yêu cầu;
- Độ chảy xòe phải đáp ứng yêu cầu thi công.

b) Quy trình trộn

TCVN ...:202x

Trường hợp 1: Đối với các vật liệu thành phần riêng rẽ

- Định lượng vật liệu thành phần;
- Cấp hỗn hợp khô vào cối trộn, không bao gồm sợi;
- Trộn đều hỗn hợp khô với tốc độ thấp ($60 \div 80$ vòng/phút) trong thời gian không ít hơn 1 phút;
- Cấp nước trộn cùng phụ gia siêu dẻo trộn với tốc độ trung bình (> 100 vòng/phút) cho đến khi hỗn hợp vừa nên xuất hiện chảy dẻo;
- Nạp từ từ cốt sợi và trộn tiếp với tốc độ cao (> 120 vòng/phút) trong thời gian không ít hơn 2 phút;
- Nếu sử dụng bổ sung các phụ gia điều chỉnh khác thì sẽ tiếp tục trộn thêm trong thời gian không ít hơn 1 phút.

Trường hợp 2: Đối với hỗn hợp bột khô trộn trước

- Cấp hỗn hợp bột khô vào cối trộn, trộn với tốc độ thấp ($60 \div 80$ vòng/phút) trong thời gian khoảng 0,5 phút;
- Cấp nước trộn cùng phụ gia siêu dẻo trộn với tốc độ trung bình (> 100 vòng/phút) trong thời gian không ít hơn 3 phút và tăng lên tốc độ cao (> 120 vòng/phút) cho đến khi hỗn hợp UHPC chảy dẻo và đồng nhất;
- Nếu sử dụng bổ sung các phụ gia điều chỉnh khác thì sẽ tiếp tục trộn thêm trong thời gian không ít hơn 1 phút.

8.7.3 Giao, nhận và vận chuyển hỗn hợp UHPC

a) Yêu cầu chung

Nghiệm thu việc tiếp nhận hỗn hợp UHPC phải bao gồm xác nhận phiếu giao hàng trước khi xả hỗn hợp UHPC;

Hỗn hợp UHPC phải được nghiệm thu trực quan trong quá trình xả, việc xả hỗn hợp UHPC phải dừng lại nếu thấy bề ngoài của hỗn hợp UHPC không bình thường như dưới đây:

- Sự phân tầng, tách nước, thất thoát chất kết dính hoặc bất kỳ thay đổi nào khác phải được giảm thiểu trong quá trình nạp UHPC lên xe, vận chuyển và xả hỗn hợp UHPC vào ván khuôn cũng như trong quá trình vận chuyển tới công trường.
- Mẫu thử nghiệm phải được lấy tại điểm đổ hoặc trong trường hợp hỗn hợp UHPC trộn sẵn, mẫu thử phải được lấy tại công trường.
- Hỗn hợp UHPC không được tiếp xúc với hợp kim nhôm, trừ khi chỉ dẫn kỹ thuật thi công cho phép và việc phát sinh khí.

Các điều khoản bổ sung sẽ được quy định trong chỉ dẫn kỹ thuật thực hiện quy trình đổ hỗn hợp UHPC.

b) Kiểm soát chế tạo và sự tuân thủ các yêu cầu

Các tiêu chí áp dụng cho sản xuất và phân phối hỗn hợp UHPC: Phù hợp theo TCVN xxx:202x (NF P18-470).

Các tiêu chí áp dụng cho UHPC:

- Yêu cầu chung: Phù hợp theo TCVN xxx:202x (NF P18-470).
- Tiêu chí chấp nhận đối với các thử nghiệm cường độ nén: Phù hợp theo TCVN xxx:202x (NF P18-470). Nếu một trong các tiêu chí không đáp ứng, phải phân tích nguyên nhân và hậu quả, để quyết định xem UHPC đó có phù hợp với mục đích sử dụng hay không.
- Tiêu chí chấp nhận đối với các thử nghiệm kéo – biến dạng: Phù hợp theo TCVN xxx:202x (NF P18-470).
- Tiêu chí chấp nhận đối với các thử nghiệm kéo uốn – biến dạng: Phù hợp theo TCVN xxx:202x (NF P18-470).
- Tiêu chí chấp nhận đối với các thử nghiệm các tính chất khác theo yêu cầu của chỉ dẫn kỹ thuật.

Nếu một trong các tiêu chí không đáp ứng được, phải phân tích chi tiết các nguyên nhân và hậu quả, để quyết định xem UHPC có phù hợp với mục đích sử dụng hay không.

8.7.4 Đổ và đầm**a) Yêu cầu chung**

- Hỗn hợp UHPC phải được đổ và đầm để đảm bảo tất cả cốt thép và các hạng mục được phủ lấp đúng cách và đạt được cường độ, tính chất khác theo thiết kế, chiều dày lớp bảo vệ không nhỏ hơn 20 mm.
- Cần quan tâm đặc biệt để đảm bảo đầm ngoài khuôn đúng cách tại những nơi tiết diện ngang thay đổi, những vị trí hẹp, vị trí góc khung, vị trí bố trí cốt thép dày đặc và vị trí mạch ngừng thi công.
- Tốc độ đổ và đầm hỗn hợp UHPC phải đủ nhanh để hạn chế xuất hiện mạch ngừng thi công.

CHÚ THÍCH: “Mạch ngừng – khe co” có thể hình thành trong quá trình đổ UHPC nếu UHPC trên mặt đang đúc, mà đông kết trước khi đổ và đầm lớp UHPC tiếp theo. Cần đặc biệt lưu ý khi “mối nối” kiểu này không thể đầm lại được.

- Các yêu cầu bổ sung về phương pháp và tốc độ đổ hỗn hợp UHPC có thể cần thiết ở nơi có những yêu cầu đặc biệt đối với các lớp hoàn thiện bề mặt.
- Phải giảm thiểu sự phân tầng trong quá trình đổ và đầm hỗn hợp UHPC.

TCVN ...:202x

- Hỗn hợp UHPC phải được bảo vệ để tránh các tác động bất lợi của bức xạ mặt trời, gió mạnh, đóng băng, nước, mưa trong quá trình đổ và đầm hỗn hợp UHPC.
- Bề mặt hoàn thiện được mô tả trong chỉ dẫn kỹ thuật.

CHÚ THÍCH: Nhìn chung, phương pháp đầm rung không phù hợp với UHPC.

b) Kiểm tra trước khi đổ

- Độ đồng nhất hỗn hợp UHPC tại thời điểm sử dụng kiểm tra hàm lượng sợi, phân tầng, tách nước, độ chảy xòe.

CHÚ THÍCH 1: Tính đồng nhất có thể được xác định ngay khi hỗn hợp UHPC ra khỏi máy trộn hoặc sau khi vận chuyển đến địa điểm sử dụng.

- Vị trí của cốt thép hoặc bất kỳ vật chèn nào.
- Tình trạng bề mặt như độ ẩm, độ sạch, độ nhám phải phù hợp với chỉ dẫn kỹ thuật để đổ hỗn hợp UHPC lên bề mặt hiện có.

CHÚ THÍCH: Khi hỗn hợp UHPC mới được đổ trên UHPC đã đóng rắn, phải được bảo hòa.

c) Các giá trị giới hạn về điều kiện khí hậu

- Chỉ được sản xuất, vận chuyển và đổ hỗn hợp UHPC khi nhiệt độ môi trường xung quanh nằm trong khoảng $-5 < t^{\circ} < 40^{\circ}\text{C}$ và độ ẩm tương đối không khí $\geq 60\%$.
- Khi đổ hỗn hợp UHPC ở nhiệt độ môi trường xung quanh $< 5^{\circ}\text{C}$, việc đổ phải được thực hiện theo chỉ dẫn kỹ thuật.

CHÚ THÍCH: Ví dụ, những điều khoản này có thể bao gồm việc làm nóng UHPC hoặc sử dụng ván khuôn cách nhiệt.

- Hỗn hợp UHPC có thể được đổ ở nhiệt độ môi trường xung quanh là $35 \div 40^{\circ}\text{C}$ thì các tính chất vẫn phải đáp ứng yêu cầu kỹ thuật.

Trong trường hợp không có các quy định nêu trên, không được đổ hỗn hợp UHPC ở nhiệt độ môi trường xung quanh $\geq 40^{\circ}\text{C}$.

CHÚ THÍCH: Ví dụ, những điều khoản này có thể bao gồm việc điều chỉnh thời gian đổ hỗn hợp UHPC, thùng chứa hỗn hợp UHPC (giữ hỗn hợp UHPC trong quá trình vận chuyển hoặc có thể sử dụng nước đá thay cho nước, toàn bộ hoặc một phần trong nước trộn).

8.7.5 Bảo dưỡng và các công việc sau bảo dưỡng

a) Yêu cầu chung:

- Cố định cho ván khuôn luôn ở đúng vị trí;

CHÚ THÍCH: Việc cố định ván khuôn tại chỗ theo thời gian quy định để tránh nứt do co ngót.

- Màng mỏng PVC phải được dán phủ trực tiếp và kín lên bề mặt UHPC;
- Bổ sung lượng nước thích hợp bằng cách phun hoặc ngâm nước để giữ cho bề mặt của hợp UHPC luôn ẩm ướt;
- Phun ẩm để độ ẩm không khí xung quanh lớn hơn hoặc bằng 90%;
- Không được làm va đập, rung chấn đến UHPC và cốt pha khi đã đổ xong.

b) Bảo dưỡng ẩm tự nhiên

- Phủ bề mặt bằng tấm bạt tráng chất dẻo kín hơi, tấm màng mỏng PE, PVC hoặc bao tải ướt, v.v...sao cho giữ được ẩm của bề mặt.
- Bảo dưỡng trong khuôn: giữ nguyên hỗn hợp UHPC trong ván khuôn, dùng ngay ván khuôn để giữ ẩm. Có thể kết hợp phun nước trực tiếp lên ván khuôn để tăng cường giữ ẩm. Phần bề mặt lộ ra khỏi ván khuôn phải được phủ bảo vệ chống mất ẩm. Phương pháp này phù hợp với điều kiện môi trường ẩm ướt với độ ẩm tương đối $RH > 80\%$.
- Phun nước ở dạng sương với lượng thích hợp không làm ảnh hưởng đến ngoại quan bề mặt.
- Phun phủ lên bề mặt hỗn hợp UHPC các hợp chất bảo dưỡng dạng nhũ tương phù hợp với chỉ dẫn kỹ thuật. Các hợp chất bảo dưỡng không được phép sử dụng trên các mối nối xây dựng, trên các bề mặt có yêu cầu đặc biệt hoặc các bề mặt cần liên kết các vật liệu khác, trừ khi chúng được loại bỏ hoàn toàn trước khi vận hành tiếp theo hoặc chúng được chứng minh là không có tác dụng bất lợi.

Sau khi hỗn hợp UHPC đã được đổ vào khuôn cấu kiện hoặc cốt pha kết cấu không được để bị va đập hoặc rung chấn, vì có thể ảnh hưởng đến quá trình đóng rắn, hình thành cấu trúc của hỗn hợp UHPC.

c) Bảo dưỡng nhiệt ẩm

Lập kế hoạch bảo dưỡng nhiệt ẩm được mô tả đầy đủ trong chỉ dẫn kỹ thuật thi công.

Phương tiện thực hiện chế độ bảo dưỡng nhiệt ẩm và các quy định để xử lý với bất kỳ sai lệch nào sẽ được đề cập trong các điều khoản kiểm tra đối với người sử dụng UHPC. Kiểm tra xem quy trình đã được áp dụng phải được thể hiện về nhiệt độ và độ ẩm trong suốt thời gian bảo dưỡng nhiệt. Các điều khoản điều chỉnh các phương tiện được sử dụng để thực hiện xử lý.

Phải lập kế hoạch bảo dưỡng nhiệt ẩm với bất kể điều kiện nhiệt độ môi trường nào.

Phù hợp với điều kiện Việt Nam đã xác định 3 quy trình cơ bản như sau:

- Bảo dưỡng ẩm tự nhiên liên tục nghiêm ngặt trong thời gian 7 ngày ngay sau khi vừa đổ UHPC xong.

TCVN ...:202x

- Bảo dưỡng ẩm tự nhiên trong 24 giờ đầu, sau đó tiếp tục thực hiện bảo dưỡng nhiệt ẩm 80°C trong thời gian 72 giờ tiếp theo.
- Bảo dưỡng ẩm tự nhiên trong 24 giờ đầu, sau đó tiếp tục thực hiện bảo dưỡng nhiệt ẩm 90°C trong thời gian 48 giờ tiếp theo.

CHÚ THÍCH:

- + Yêu cầu về nhiệt độ trong bảo dưỡng nhiệt ẩm được quy định như sau: mức tăng nhiệt không được lớn hơn 12 °C/h, mức hạ nhiệt không lớn hơn 15 °C/h.
- + Không để hiện tượng quá nhiệt xảy ra khi thực hiện chế độ bảo dưỡng nhiệt ẩm, để tránh hiện tượng tạo thành Etringite muộn, có thể làm nứt UHPC.
- + Để tránh thay đổi chế độ nhiệt ẩm đột ngột, độ ẩm cần được giảm chậm từ 100 % xuống còn 50 % trong khoảng thời gian không ít hơn 3 ngày đêm.

d) Hệ thống quản lý làm lạnh

Việc quản lý làm lạnh của một cấu trúc hoặc cấu kiện UHPC không phải là một cấp bảo dưỡng nhiệt ẩm theo TCVN xxx:202x (NF P18-470). Việc quản lý làm lạnh được mô tả trong chỉ dẫn kỹ thuật thi công.

Điều này sẽ được thể hiện và chấp thuận trong các nghiên cứu được thực hiện trước đó và đặc biệt là trong thử nghiệm tính phù hợp khi sản xuất UHPC.

Việc áp dụng các quy định này sẽ được kiểm tra cụ thể.

CHÚ THÍCH 1: Các quy định này có thể liên quan đến các cấu kiện có độ dày thay đổi đáng kể, hoặc được đúc trong ván khuôn với các hệ số giãn nở rất khác nhau.

CHÚ THÍCH 2: Ví dụ, các quy định này có thể bao gồm việc sử dụng các ống làm lạnh hoặc một lớp phủ cách nhiệt.

e) Tháo cốp pha và cắt cáp

- Sau khi gỡ, đập ván khuôn để tháo dỡ, tất cả các bề mặt UHPC phải được nghiệm thu theo đúng Cấp thi công để đảm bảo sự tuân thủ các yêu cầu đã nêu.
- Đảm bảo bề mặt UHPC không bị hư hại hoặc biến dạng trong quá trình thi công.
- Các hoạt động tích cực được thực hiện trên ván khuôn nhằm đạt được các hình dạng cùng với các hoạt động giải phóng cơ học của tất cả hoặc một phần của các khu vực được hình thành phải được thực hiện tuân thủ đặc điểm kỹ thuật thi công. Việc áp dụng các quy định này sẽ được kiểm tra.
- Hoàn thiện bề mặt đối với bề mặt đã định hình và chưa được định hình phải được quy định trong chỉ dẫn kỹ thuật thi công.
- Thực hiện cắt tỉa các sợi bị tràn, chòi ra cạnh.

- Phải tuân thủ đặc điểm kỹ thuật thi công, và các điều chỉnh đã được xác nhận trong quá trình kiểm tra sự phù hợp.
- Bất kỳ phương pháp xử lý bề mặt bổ sung nào như tạo rãnh, chà nhám, phủ lớp phủ, sơn, v.v. sẽ được thực hiện theo quy định chỉ định kỹ thuật và sau khi đã được kiểm tra sự phù hợp.
- Việc cắt cáp phải đảm bảo các điều kiện về an toàn lao động

8.7.6 Quản lý quá trình chế tạo UHPC

a) Kiểm soát chế tạo 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 nội bộ của nhà sản xuất UHPC.

Quy trình gắn liền phải kể đến tất cả những yêu cầu thi công đã đưa ra trong tại mục 8.7 của tiêu chuẩn này. Ngoài ra cần thực hiện những việc kiểm soát sản xuất sau đây:

- Kiểm soát các thành phần hình thành nên phân cấu trúc của UHPC;
- Kiểm soát khoảng thời gian lưu giữ và điều kiện đối với các vật liệu thành phần;
- Kiểm soát sự tuân thủ dung sai về định lượng các vật liệu thành phần UHPC;
- Kiểm soát sự tuân thủ với quy trình trộn UHPC;
- Kiểm soát sự đồng nhất của hỗn hợp UHPC sau khi vận chuyển;
- Kiểm soát nhiệt độ của hỗn hợp UHPC ngay trước khi đổ vào khuôn;
- Định rõ những hiệu chỉnh lại cho đúng trong trường hợp có sai số vượt quá giới hạn.

Những nội dung kiểm tra như sau:

- Ghi chép về khối lượng và ghi chép về các đặc trưng mô tả trình tự trộn hỗn hợp UHPC;
- Ghi chép về độ chảy xoè và tổn thất độ chảy xoè của các mẻ trộn;
- Các phép đo về độ chảy xoè được thực hiện tại điểm xả ra từ máy trộn và tại điểm đổ hỗn hợp UHPC vào khuôn;
- Các phép đo những tính chất khác của hỗn hợp UHPC;
- Ghi chép nhiệt độ của hỗn hợp UHPC;
- Mẫu hỗn hợp UHPC được lấy và thử nghiệm theo yêu cầu.

b) Kiểm soát thi công hỗn hợp UHPC

Việc đổ hỗn hợp UHPC chỉ được tiến hành theo những yêu cầu kỹ thuật. Những điều khoản đảm bảo chất lượng thực hiện bởi người sử dụng và những yêu cầu tương ứng được mô tả trong tiêu chuẩn này.

c) Kiểm soát bảo dưỡng UHPC và quá trình đóng rắn UHPC

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

- Kiểm tra để bảo đảm rằng những yêu cầu về bảo dưỡng hỗn hợp UHPC theo mục 8.10 tiêu chuẩn này đã được thỏa mãn các điều kiện và tần suất kiểm tra đã được xác định trong biên bản tương ứng;
- Kiểm tra về việc áp dụng biên bản bảo dưỡng nhiệt ẩm nếu có thể áp dụng được, ghi chép liên tục các giá trị nhiệt độ và độ ẩm;
- Kiểm tra để bảo đảm rằng các đặc điểm kỹ thuật như cường độ chịu nén – biến dạng, kéo – biến dạng, uốn – biến dạng đã được đáp ứng, việc kiểm tra này cần được thực hiện với tần suất cần thiết ít nhất một tổ mẫu/10m³ hỗn hợp UHPC. Từng tổ mẫu gồm 3 viên thử nghiệm nén và 6 viên thử kéo và uốn.

Khi những tính chất sau đây được quy định rõ trong chỉ dẫn kỹ thuật, việc kiểm tra thêm các chỉ tiêu này để bảo đảm đáp ứng đầy đủ chỉ dẫn kỹ thuật. Các chỉ tiêu này có thể bao gồm:

- Các đặc trưng gắn liền với sự phát triển cường độ của UHPC, chẳng hạn như cường độ ở tuổi sớm ngày để tháo dỡ ván khuôn hoặc cắt, căng cáp;
- Khối lượng thể tích của UHPC;
- Mô-đun đàn hồi;
- Từ biến;
- Các đặc trưng về sự co ngót;
- Những yêu cầu về tính năng:
 - Độ hút/thấm nước;
 - Hệ số khuếch tán Ion Clo;
 - Độ thấm khí;
 - Độ hút nước mao dẫn;
 - Độ bền hóa chất (sự khử/xói mòn, sự tấn công của axit.v.v.);
 - Độ mài mòn.

Việc kiểm tra gắn liền với các tính chất của UHPC đã quy định rõ được thực hiện bởi cả nhà sản xuất UHPC lẫn người sử dụng.

Số liệu kiểm tra tính chất của hỗn hợp UHPC và các tính chất của UHPC khi đã đóng rắn được lưu giữ trong khoảng thời gian tối thiểu 36 tháng.

8.8 Thử nghiệm thiết kế cấp phối và thử nghiệm về sự hợp chuẩn

8.8.1 Yêu cầu chung

Việc thiết kế cấp phối để đáp ứng sao cho cấp phối UHPC đã chọn thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật và có tính đến hệ số biến động chất lượng khi sản xuất.

Phải tiến hành thử nghiệm sự phù hợp để quyết định sử dụng cấp phối UHPC cho chế tạo, có tính đến việc sản xuất, vận chuyển, đổ đầm, bảo dưỡng và bất kỳ điều chỉnh cần thiết nào được đưa ra trong quá trình sản xuất. Thử nghiệm về sự phù hợp bao gồm việc chế tạo mô hình đối chứng nhằm xác nhận sự hợp chuẩn toàn bộ quy trình sản xuất cụ thể với các điều kiện của việc đổ đầm, bảo dưỡng và các điều chỉnh khác.

8.8.2 Thử nghiệm thiết kế cấp phối UHPC

a) Nội dung của thử nghiệm thiết kế cấp phối UHPC

Thử nghiệm thiết kế cấp phối phải dựa vào tất cả các tính chất của UHPC đã xác định như đã được chi tiết hóa trong Điều 8.4.2 trong tiêu chuẩn này, nhằm xác nhận tính hợp lệ của cấp phối UHPC danh nghĩa. Đảm bảo cấp phối UHPC danh nghĩa này được chấp nhận ngay cả khi vật liệu thành phần có dung sai lớn nhất thì các tính chất của UHPC như nén biến dạng, kéo biến dạng, uốn biến dạng và độ đặc chắc vẫn đáp ứng yêu cầu kỹ thuật. Phương pháp sản xuất đã bao gồm cả phương pháp bảo dưỡng. Do đó, thử nghiệm thiết kế cấp phối phải dựa vào các cấp phối UHPC sau đây:

- Cấp phối UHPC danh nghĩa (gọi là cấp phối thứ nhất) theo phương pháp, cấp phối sản xuất dự kiến;
- Cấp phối UHPC dẫn xuất (gọi là cấp phối thứ hai) là hỗn hợp mà trong đó lượng chất kết dính được thêm vào tương ứng với lượng dung sai tính toán và lượng nước trộn được bớt đi tương ứng với lượng dung sai tính toán;
- Cấp phối UHPC dẫn xuất (gọi là cấp phối thứ ba) là hỗn hợp mà trong đó lượng chất kết dính được bớt đi tương ứng với lượng dung sai tính toán và lượng nước trộn được thêm vào tương ứng với lượng dung sai tính toán;

TCVN ...:202x

Mẫu thử nghiệm được lấy từ hỗn hợp UHPC để tiến hành các thử nghiệm liên quan tới những tính chất cơ bản của UHPC như sau:

- Thử nghiệm độ chảy xòe ứng với nhiệt độ của hỗn hợp UHPC;
- Xác định tổn thất độ chảy xòe theo thời gian;
- Xác định đường cong ứng suất – biến dạng nén;
- Xác định đường cong ứng suất – biến dạng uốn;
- Xác định đường cong ứng suất – biến dạng kéo;
- Xác định hệ số khuếch tán Ion Clo, độ thấm khí biểu kiến, tỷ trọng, và các tính chất khác theo yêu cầu trong mục 8.6.3 tiêu chuẩn này và chỉ dẫn kỹ thuật.

b) Yêu cầu chung:

- Các kết quả thử nghiệm về khối lượng thể tích, độ thấm nước, hệ số khuếch tán Ion Clo, độ thấm khí biểu kiến;
- Bảo dưỡng nhiệt ẩm được áp dụng theo mục 8.7.5 tiêu chuẩn này và chỉ dẫn kỹ thuật;
- Các kết quả của những thử nghiệm đường cong ứng suất – biến dạng nén, đường cong ứng suất – biến dạng uốn và đường cong ứng suất – biến dạng kéo đối với cấp phối danh nghĩa và các cấp phối dẫn xuất phải đồng thời thỏa mãn những yêu cầu trong c,d,e của mục 8.8.2 tiêu chuẩn này.

c) Các nội dung nghiệm thu kết quả thử nghiệm ứng suất nén – biến dạng:

Các cấp phối thử nghiệm phải đồng thời thỏa mãn hai điều kiện dưới đây:

- Điều kiện 1:

Trung bình số học ($f_{cm,n}$) của các kết quả thử nghiệm cấp phối UHPC danh nghĩa (cấp phối thứ nhất) tương ứng phải đồng thời thỏa mãn hai bất đẳng thức (1) và (2) sau đây:

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

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

- Điều kiện 2:

Với từng cấp phối hỗn hợp UHPC dẫn xuất (cấp phối thứ hai và cấp phối thứ ba), giá trị trung bình của các kết quả cường độ chịu nén phải đồng thời thỏa mãn hai bất đẳng thức (3) và (4) sau đây:

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

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

Các kết quả thử nghiệm cường độ chịu nén được coi như 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, đơn vị là MPa:

- f_{cm} là trung bình số học của các kết quả thử nghiệm cường độ chịu nén của UHPC;
- $f_{ck,req}$ là giá trị đặc trưng yêu cầu của cường độ chịu nén của UHPC;

Đối với UHPC được sản xuất từ các vật liệu thành phần riêng rẽ:

- C_E là cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày của xi măng được sử dụng cho thử nghiệm thiết kế cấp phối;
- C_{moy} là giá trị trung bình của cường độ chịu nén của xi măng ở tuổi 28 ngày, trong suốt 2 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} .

Đối với UHPC được sản xuất bằng hỗn hợp bột trộn trước:

- C_E là cường độ chịu nén của UHPC từ hỗn hợp bột UHPC trộn trước;
- C_{moy} là giá trị trung bình của cường độ chịu nén của UHPC từ hỗn hợp UHPC trộn trước, được theo dõi trong suốt 2 tháng trước khi tiến hành thử nghiệm về khả năng phù hợp;
- S_c là độ lệch tiêu chuẩn của các giá trị được sử dụng để xác định đại lượng C_{moy} .

d) Nghiệm thu kết quả thử nghiệm ứng suất – biến dạng uốn

Với hỗn hợp UHPC sử dụng, ước tính giá trị đặc trưng của giới hạn đàn hồi $f_{ctk,el}$ (ứng suất tại vết nứt đầu tiên) từ các thử nghiệm uốn 4 điểm phải lớn hơn hoặc bằng 1,1 lần giá trị yêu cầu $f_{ctk,el,req}$.

e) Nghiệm thu kết quả thử nghiệm ứng suất – biến dạng kéo

Với hỗn hợp UHPC sử dụng, ước tính giá trị đặc trưng của giới hạn đàn hồi $f_{ctk,el}$ (ứng suất tại vết nứt đầu tiên) từ các thử nghiệm kéo trực tiếp phải lớn hơn hoặc bằng 1,1 lần giá trị yêu cầu $f_{ctk,el,req}$.

8.8.3 Thử nghiệm sự phù hợp

a) Để thử nghiệm sự phù hợp những tính chất sẽ được thử nghiệm:

- Độ chảy xòe của hỗn hợp UHPC;

TCVN ...:202x

- Khối lượng thể tích ứng với tính công tác của hỗn hợp UHPC và nhiệt độ của hỗn hợp UHPC;
- Tổn thất độ chảy xoè theo thời gian;
- Ứng suất – biến dạng nén;
- Đường cong ứng suất – biến dạng uốn;
- Đường cong ứng suất – biến dạng kéo.

Tùy thuộc vào mỗi dự án, nếu yêu cầu thêm các chỉ tiêu sau thì phải thí nghiệm bổ sung:

- Hàm lượng bọt khí của hỗn hợp UHPC;
- Thời gian đông kết của hỗn hợp UHPC;
- Độ thấm nước, độ thấm khí;
- Mô-đun đàn hồi;
- Các yêu cầu về lớp phủ bề mặt và chất lượng hoàn thiện;
- Các yêu cầu về kích thước và chiều dày lớp UHPC bảo vệ;
- Kiểm soát thử nghiệm theo chế độ bảo dưỡng xác định;
- Sự phát triển cường độ UHPC theo thời gian (phụ thuộc vào công nghệ chế tạo);
- Sự phát triển cường độ UHPC theo thời gian (phụ thuộc vào ván khuôn).

Việc xác định hệ số định hướng sợi K được thực hiện theo phụ lục I TCVN xxx:202x.

Tất cả các chỉ tiêu liên quan tới độ đặc chắc phải được thử nghiệm trong điều kiện thi công thực tế đã xác định.

Mô-đun đàn hồi và sự phát triển cường độ theo thời gian phải đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật với hệ số biến động xác định.

Các giá trị K_{global} và K_{local} phải được xác định cho từng bộ phận kết cấu và theo hướng đỡ.

CHÚ THÍCH: - K_{global} : Hệ số định hướng sợi gắn liền với những ảnh hưởng toàn bộ.

- K_{local} : Hệ số định hướng sợi gắn liền với những ảnh hưởng cục bộ.

8.9 Kiểm soát sản xuất

a) Những tiêu chí được áp dụng cho kiểm soát sản xuất hỗn hợp UHPC.

- Hồ sơ ghi chép về định lượng và kiểm tra các nguồn vật liệu. Cho phép sai số về sợi và các vật liệu thành phần khác được áp dụng theo Bảng 8 trong tiêu chuẩn này;

- Nhiệt độ của hỗn hợp UHPC và nhiệt độ, độ ẩm môi trường đáp ứng chỉ dẫn kỹ thuật;
- Độ chảy xòe và tổn thất độ chảy xòe của UHPC đáp ứng chỉ dẫn kỹ thuật;

b) Những tiêu chí áp dụng với UHPC

- Hồ sơ về bảo dưỡng nhiệt ẩm đáp ứng chỉ dẫn kỹ thuật;
- Kết quả thử nghiệm ứng suất – biến dạng nén, đường cong ứng suất – biến dạng uốn, đường cong ứng suất – biến dạng kéo trong điều kiện thực tế (nhiệt độ, độ ẩm môi trường và chế độ bảo dưỡng);
- Các giá trị xác định có hệ số biến động chất lượng đáp ứng chỉ dẫn kỹ thuật.

c) Các nội dung nghiệm thu đối với các thử nghiệm ứng suất – biến dạng nén trong thực tế sản xuất

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

- TRƯỜNG HỢP 1:

Đối với UHPC được sản xuất từ vật liệu thành phần phải thỏa mãn đồng thời hai bất đẳng thức (7), (8) hoặc thỏa mãn đồng thời hai bất đẳng thức (9), (10):

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

$$f_{cm} \geq f_{ck,req} + 1.3 S_c \text{ nếu } n \geq 15 \quad (8)$$

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

$$f_{ci} \geq f_{ck,req} - 7.5 \quad (10)$$

trong những bất đẳng thức này, các giá trị được biểu thị bằng đơn vị MPa:

- 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.

- TRƯỜNG HỢP 2:

UHPC sản xuất từ hỗn hợp bột UHPC trộn trước, những bất đẳng thức kể trên vẫn phải được thỏa mãn bằng cách xem xét những kết quả của 15 mẫu thử nghiệm tiếp liền nhau.

Nếu một trong số hai điều kiện này không được đáp ứng, việc sản xuất phải được tạm dừng cho tới khi xác định ra nguyên nhân và được khắc phục để đáp ứng hai điều kiện trên.

d) Các nội dung nghiệm thu đối với thử nghiệm ứng suất uốn – biến dạng

Các kết quả của những thử nghiệm uốn 4 điểm trên những viên mẫu thử nghiệm không khía được xem là thỏa mãn hai điều kiện sau:

TCVN ...:202x

- Điều kiện 1: với từng mẫu thử nghiệm, mô-men cực đại $M_{max,i}$ lớn hơn 0,95 lần mô-men cực đại M_{ref} , được tính toán với đường cong ứng suất - biến dạng uốn theo 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 sợi K .

- Điều kiện 2: giá trị trung bình của các mômen cực đại, $M_{m,max}$ lớn hơn 1,05 lần M_{ref} .

8.10 Đánh giá hợp chuẩn

a) Việc đánh giá hợp chuẩn của một loại UHPC theo tiêu chuẩn này bao gồm:

TRƯỜNG HỢP 1: UHPC được sản xuất từ các vật liệu thành phần riêng rẽ.

- Đánh giá việc thử nghiệm cấp phối đã thiết kế;

- Đánh giá việc thử nghiệm sau khi đổ hỗn hợp UHPC và UHPC đã đóng rắn;

TRƯỜNG HỢP 2: UHPC được sản xuất từ hỗn hợp bột khô trộn trước.

- Đánh giá sự tuân thủ của hỗn hợp bột UHPC trộn trước, khi UHPC được sản xuất từ hỗn hợp trộn trước;

- Đánh giá việc thử nghiệm cấp phối đã thiết kế;

- Đánh giá việc thử nghiệm theo các lô hỗn hợp bột UHPC trộn trước;

- Đánh giá việc thử nghiệm sau khi đổ hỗn hợp UHPC và UHPC đã đóng rắn;

b) Sự hợp chuẩn của UHPC sẽ được xác nhận khi các bước thi công đáp ứng yêu cầu kỹ thuật.

8.11 Kết cấu UHPC liên hợp

Việc đổ UHPC của kết cấu liên hợp phải tuân thủ tiêu chuẩn này.

Kết cấu liên hợp được tạo thành từ các phần tử kết cấu với các đặc điểm khác nhau được liên kết với nhau để hạn chế sự trượt và tách rời giữa chúng.

Các cấu kiện liên hợp có thể gồm:

- UHPC / Bê tông;

- UHPC / Thép kết cấu;

- UHPC / Gỗ;

Các liên kết liên hợp có thể thực hiện bằng việc cấu tạo các neo thép, cốt thép chống cắt được tính toán đủ chống cắt khi kết cấu liên hợp làm việc ổn định lâu dài cùng với việc đánh xờm hoặc đục nhám bề mặt UHPC cũ và chế độ bảo dưỡng phù hợp.

9. Thi công cấu kiện đúc sẵn

9.1 Yêu cầu chung

- a) Điều khoản này quy định các yêu cầu đối với công tác thi công liên quan đến cấu kiện đúc sẵn từ lúc tiếp nhận tại công trường, hoặc trong trường hợp các cấu kiện này được sản xuất tại công trường từ lúc tháo khuôn, cho tới khi hoàn thành việc lắp dựng và nghiệm thu.
- b) Cấu kiện đúc sẵn phải được sử dụng như đã quy định trong chỉ dẫn kỹ thuật thi công và sự phối hợp thiết kế với tính năng kết cấu của tổng thể công trình.

CHÚ THÍCH: Các quy định chung này cũng được áp dụng cho cho các phần tử phi kết cấu.

9.2 Cấu kiện đúc sẵn sản xuất tại nhà máy

- a) Các cấu kiện đúc sẵn được sản xuất tại nhà máy cho đến khi tiếp nhận cấu kiện tại công trường đều thuộc phạm vi của các tiêu chuẩn sản phẩm đúc sẵn.
- a) Các quy định của tiêu chuẩn này áp dụng vào việc sản xuất cấu kiện đúc sẵn không tuân thủ với tiêu chuẩn sản phẩm có liên quan.

9.3 Cấu kiện đúc sẵn sản xuất tại công trường

- a) Cấu kiện đúc sẵn được sản xuất tại công trường có thể được coi là sản phẩm đúc sẵn nếu chúng tuân thủ với các tiêu chuẩn sản phẩm liên quan.
- b) Việc sản xuất tại chỗ các cấu kiện không tuân thủ với bất kỳ tiêu chuẩn sản phẩm nào thì không được xem là sản phẩm đúc sẵn.
- c) Các yêu cầu về những công việc cần làm sau khi sản xuất cấu kiện đúc sẵn được chế tạo tại công trường cũng giống như cấu kiện đúc sẵn được sản xuất tại nhà máy.

9.4 Bốc xếp và bảo quản

9.4.1 Yêu cầu chung

- a) Việc cầu, bốc xếp, bảo quản và bảo vệ cấu kiện đúc sẵn phải được thực hiện theo đúng chỉ dẫn kỹ thuật thi công;
- b) Tổng khối lượng của mỗi cấu kiện đúc sẵn phải xác định sẵn;
- c) Việc đánh dấu để nhận dạng sản phẩm phải có sẵn trên mỗi cấu kiện đúc sẵn và, vị trí mà chỉ dẫn kỹ thuật thi công yêu cầu, đánh dấu cả vị trí liên quan của mỗi cấu kiện đúc sẵn trong công trình.

9.4.2 Cầu, bốc xếp

Có sơ đồ cấu lắp xác định các điểm treo và lực treo, cách bố trí hệ thống nâng và vị trí cần thiết, phải có sẵn các quy định đặc biệt.

9.4.3 Bảo quản

Hướng dẫn bảo quản cấu kiện đúc sẵn phải xác định vị trí bảo quản/lưu giữ và các điểm kê đỡ chấp nhận được, chiều cao tối đa của đống cấu kiện được xếp, các biện pháp bảo vệ và nếu cần, bất kỳ quy định nào cần thiết để duy trì sự ổn định.

9.5 Lắp đặt và hiệu chỉnh

9.5.1 Yêu cầu chung

- a) Trước khi giao nhận bất kỳ cấu kiện đúc sẵn nào, phải có sẵn tại công trường chỉ dẫn kỹ thuật lắp dựng cần thiết cho việc bốc xếp và bảo quản tại công trường;
- b) Các yêu cầu về lắp đặt và điều chỉnh cấu kiện đúc sẵn được quy định cho trong chỉ dẫn kỹ thuật lắp dựng;
- c) Chương trình làm việc với trình tự toàn bộ công tác tại công trường phải có sẵn tại công trường;
- d) Việc lắp dựng sẽ không được bắt đầu cho đến khi các hạng mục trên được xác nhận là đã được thực hiện.

CHÚ THÍCH: Cần đặc biệt chú ý đến độ mỏng tương đối của một số phần tử **cấu kiện** đúc sẵn UHPC và ảnh hưởng của sự không phù hợp liên kết có thể có của các phần tử **cấu kiện** được lắp ráp.

9.5.2 Lắp đặt

- a) Chỉ dẫn kỹ thuật lắp đặt phải xác định được cách bố trí các giá đỡ, các thanh chống cần thiết và vị trí cần thiết, có cả các quy định về sự ổn định tạm thời;

CHÚ THÍCH: Nội dung thông thường của chỉ dẫn kỹ thuật lắp dựng được cho trong mục 10.5 EN 13369:2018.

- b) Vị trí cần thiết, lối tiếp cận và vị trí làm việc phải được thể hiện trong chỉ dẫn kỹ thuật lắp dựng để hướng dẫn cho bất kỳ cấu kiện đúc sẵn nào cũng như nêu rõ tầm với và khả năng của thiết bị nâng;
- c) Áp dụng các biện pháp thi công để đảm bảo được rằng các giá đỡ vẫn giữ được ổn định trong quá trình thi công và giảm thiểu được rủi ro hư hại cho chúng;

CHÚ THÍCH: Để đảm bảo việc lắp dựng an toàn và tránh được sự hư hỏng ngẫu nhiên, đối với dầm và sàn, chiều dài giá đỡ tối thiểu và khoảng cách cạnh cần được quy định thuận lợi cho cả việc lắp dựng lẫn nghiệm thu.

- d) Việc lắp dựng cấu kiện đúc sẵn phải tuân thủ chỉ dẫn kỹ thuật thi công lắp dựng.

e) Trong quá trình lắp dựng, vị trí chính xác của các cấu kiện đúc sẵn, độ chính xác về kích thước của gối đỡ, điều kiện của các mối nối và việc bố trí tổng thể của kết cấu phải được nghiệm thu và phải thực hiện.

9.6 Mối nối và hoàn thiện

9.6.1 Yêu cầu chung

a) Việc nghiệm thu lắp dựng phải được thực hiện trước khi thi công mối nối và trước bất kỳ công tác hoàn thiện nào;

b) Công tác hoàn thiện phải được thực hiện trên cơ sở các yêu cầu đã chỉ ra trong chỉ dẫn kỹ thuật lắp dựng và có tính đến các điều kiện khí hậu.

9.6.2 Các công việc tại công trường

a) Việc lắp đặt bất kỳ loại cốt thép và cáp dự ứng lực bổ sung nào để hoàn thiện kết cấu phải tuân thủ với Điều 6 và Điều 7 trong tiêu chuẩn này;

b) Việc đổ UHPC tại công trường phải tuân thủ Điều 8 trong tiêu chuẩn này.

9.6.3 Các liên kết kết cấu

a) Các liên kết bất kỳ loại nào cũng phải được sử dụng theo đúng hướng dẫn của nhà sản xuất;

b) Các liên kết bằng ren và keo phải được thực hiện theo công nghệ cụ thể quy định cho vật liệu được sử dụng;

c) Chỉ dẫn kỹ thuật thi công cần bao gồm các yêu cầu để đảm bảo rằng:

- Các liên kết có kích thước tương thích với phương pháp bịt kín đầu nối;

- Các miếng nêm bằng thép thuộc loại bất kỳ, sử dụng để liên kết các mối nối, đều được bảo vệ đúng cách để chống lại sự ăn mòn và chống cháy bằng sự lựa chọn vật liệu hoặc lớp phủ thích hợp;

- Các liên kết kết cấu đã hàn được làm bằng vật liệu có thể hàn được tương thích và được nghiệm thu.

- Hiệu quả sử dụng trong quá trình sử dụng công trình xây dựng;

- Sự tương thích của việc lắp dựng kết cấu và các bộ phận phi kết cấu của nó.

d) Các giá trị về độ lệch hình học cho phép, xét về hiệu quả sử dụng và sự tương thích lắp đặt, có thể đã cho trong chỉ dẫn kỹ thuật thi công. Các giá trị khuyến cáo được đưa ra trong Phụ lục G trong tiêu chuẩn này. Trừ khi có quy định khác, nếu không thì áp dụng dung sai đã cho trong Phụ lục G;

TCVN ...:202x

e) Bất kỳ yêu cầu nào với dung sai đặc biệt cũng phải được ghi rõ trong chỉ dẫn kỹ thuật thi công và các thông tin sau đây phải được đưa ra:

- Bất kỳ sửa đổi nào đối với những độ lệch cho phép đã cho trong tiêu chuẩn này;
- Bất kỳ loại độ lệch thêm nào sẽ được kiểm soát, cùng với các tham số đã xác định rõ và các giá trị cho phép;
- Các dung sai đặc biệt này áp dụng cho tất cả các bộ phận liên quan hay chỉ áp dụng cho các bộ phận cụ thể đã được xác định.

f) Dung sai cho các bề mặt giữa các bộ phận mà lực được dự kiến sẽ truyền qua bằng tiếp xúc hoàn toàn giữa các bề mặt;

g) Dung sai của các cấu kiện đúc dưới nước không được đưa ra trong tiêu chuẩn này;

h) Nếu độ lệch hình học nào đó được bao hàm trong yêu cầu khác, thì dung sai nghiêm ngặt nhất sẽ được áp dụng;

i) Các yêu cầu của điều khoản này liên quan đến kết cấu đã hoàn thành. Vị trí mà các bộ phận được tổ hợp lại trong một kết cấu thì bất kỳ sự nghiệm thu trung gian nào đối với bộ phận đó đều phải phụ thuộc vào việc nghiệm thu cuối cùng đối với kết cấu đã hoàn thành.

9.7 Gối tựa tại chân công trình – móng

Các gối tựa tại chân công trình có thể là móng trực tiếp trên đất, đài cọc, vv... Các giá trị khuyến cáo cho vị trí tâm của gối tựa tại chân công trình được chỉ ra trên Bảng G.1, Phụ lục G trong tiêu chuẩn này.

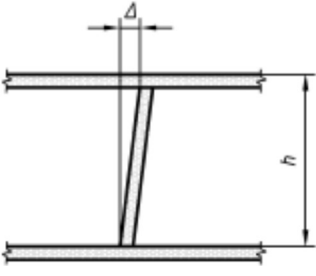
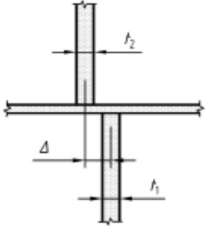
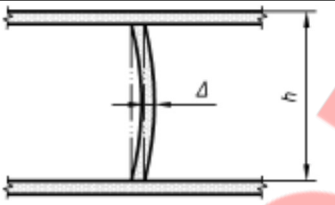
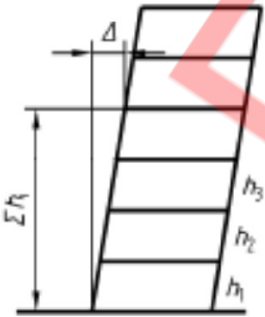
CHÚ THÍCH: Móng trên nền đất có thể được đúc trực tiếp hoặc được làm từ các cấu kiện UHPC đúc sẵn. Yêu cầu dung sai cho móng sâu, như móng cọc, tường vây, sàn hầm, neo đặc biệt, vv... không cho trong tiêu chuẩn này.

9.8 Cột và tường

Giá trị độ lệch kết cấu cho phép đối với cột và tường được cho trong Bảng 9.

CHÚ THÍCH: Hướng dẫn về độ lệch cho phép đối với vị trí cột và tường đo tương đối so với lưới trục công trình được cho trong Bảng G.2 trong Phụ lục G trong tiêu chuẩn này.

Bảng 9 – Độ lệch thẳng đứng cho phép đối với cột và tường

STT	Loại dung sai	Mô tả	Dung sai cho phép Δ	
			Cấp dung sai 1	Cấp dung sai 2
a	 h – chiều cao thông thủy	Độ nghiêng của cột hoặc tường ở bất kỳ tầng nào trong một hoặc nhiều tầng.	Đối với $h \leq 10$ m Max[15mm;h/400] Đối với $h > 10$ m Max[20mm;h/600]	Đối với $h \leq 10$ m Max[10mm;h/600] Đối với $h > 10$ m Max[17mm;h/1000]
b		Độ lệch tâm giữa các cột giữa các tầng.	Max[t/30;15mm] Và ≤ 30 mm	Max[t/50;10mm] Và ≤ 20 mm
c		Độ cong của cột hoặc tường giữa các tầng liền kề	Max[h/300;15mm] Và ≤ 30 mm	Max[h/450;10mm] Và ≤ 20 mm
d		Vị trí cột hoặc tường ở bất kỳ tầng nào n là số tầng, $n > 1$	Min [50mm; $\Sigma h_i / (200n^{1/2})$]	Min [30mm; $\Sigma h_i / (300n^{1/2})$]

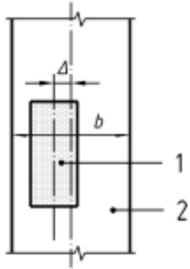
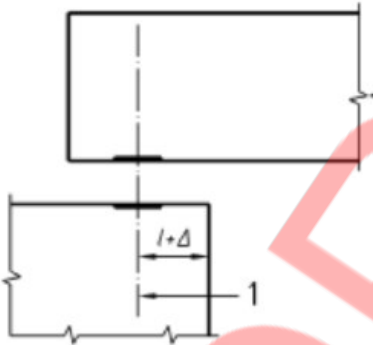
9.9 Dầm và sàn

a) Các độ lệch đối với đường/tuyến và cốt cao độ của dầm và sàn cũng áp dụng cho các kết cấu nằm ngang và dốc khác;

b) Các giá trị độ lệch kết cấu cho phép đối với dầm và sàn được cho trong Bảng 10;

c) Dung sai (Bảng 10) đối với chiều dài chịu lực (bearing length) của dầm và sàn đúc sẵn không được cho trong tiêu chuẩn này, phải được đưa ra trong chỉ dẫn kỹ thuật lắp dựng hoặc thông tin kỹ thuật về cấu kiện đúc sẵn.

Bảng 10 – Dung sai cho phép đối với dầm và sàn

STT	Loại dung sai	Mô tả	Dung sai cho phép Δ	
			Cấp dung sai 1	Cấp dung sai 2
a	 <p>1 – dầm (mặt cắt ngang) 2 – cột (mặt cắt dọc)</p>	Vị trí của mối nối dầm được đo với cột bằng: b = kích thước của cột trong cùng hướng với Δ	Max[$\pm b/30$; ± 20 mm] Trong trường hợp này cột được chế tạo từ UHPC	Max [$\pm b/45$; ± 10 mm]
b	 <p>1. Trục chịu lực thực tế của gối tựa</p>	Vị trí trục chịu lực của giá đỡ khi sử dụng gối tựa kết cấu l = khoảng cách dự kiến từ mép	Đối với $l > 150$ mm Max[$\pm 1/20$; ± 15 mm] Đối với $l \leq 150$ mm Max[$\pm 1/10$; ± 10 mm] Trong trường hợp này, đó là bộ phận chịu tải nằm trong UHPC (được xác định trên trục 1)	

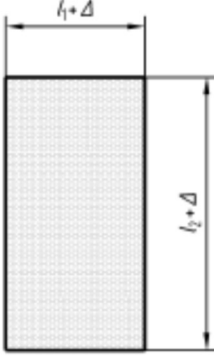
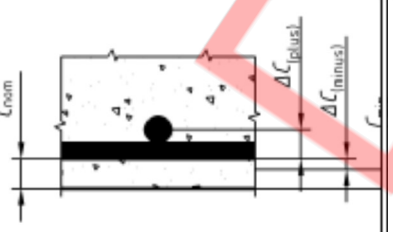
9.10 Mặt cắt

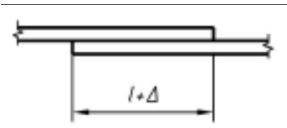
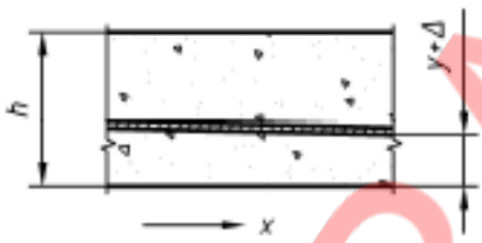
a) Các kích thước của mặt cắt ngang, lớp bảo vệ và vị trí của cốt thép và cốt thép ứng suất trước không được lệch nhiều hơn so với giá trị danh định đã cho trong Bảng 11;

CHÚ THÍCH: Các giá trị độ lệch đã cho không áp dụng cho sản phẩm đúc sẵn. Chúng cần tuân thủ tiêu chuẩn sản phẩm liên quan.

b) Sự tuân thủ với các yêu cầu về lớp bảo vệ phải được đánh giá cho mỗi lần đọc riêng biệt trừ khi các quy định có hiệu lực tại công trường cho phép một cách tiếp cận bằng thống kê.

Bảng 11 - Dung sai tiết diện cho phép

STT	Loại dung sai	Mô tả	Dung sai được phép Δ
			Cấp dung sai 1
1	 <p>l_i: chiều dài của một kích thước mặt cắt ngang</p>	Kích thước mặt cắt ngang có thể áp dụng với dầm, sàn và cột	<p>Đối với $l_i < 50 \text{ mm} \rightarrow \pm 5 \text{ mm}$ Đối với $l_i = 150 \text{ mm} \rightarrow \pm 10 \text{ mm}$ Đối với $l_i = 400 \text{ mm} \rightarrow \pm 15 \text{ mm}$ Đối với $l_i > 2,500 \text{ mm} \rightarrow \pm 20 \text{ mm}$</p> <p>với nội suy tuyến tính cho các giá trị trung gian.</p>
<p>- Đối với nền móng, các sai lệch theo nguyên tắc tích lũy được nêu trong chỉ dẫn kỹ thuật nếu được yêu cầu (các sai lệch chưa được nêu ở trên)</p> <p>- Tài liệu này không đề cập đến dung sai đối với các cấu kiện được đúc trực tiếp xuống đất, ví dụ: tường vữa, cọc khoan nhồi, v.v ... Tuy nhiên, các nền móng thông thường được đúc trực tiếp lên mặt đất sẽ được che phủ (tức là lớp phủ bóng, v.v.).</p>			
2	 <p>Yêu cầu: $c_{nom} + \Delta c_{(plus)} > c > c_{nom} - \Delta c_{(minus)}$</p>	Vị trí gia cố thông thường $\Delta c_{(plus)}$	<p>Đối với $h < 75 \text{ mm} \rightarrow + 5 \text{ mm}$ Đối với $h = 150 \text{ mm} \rightarrow + 10 \text{ mm}$ Đối với $h = 400 \text{ mm} \rightarrow + 15 \text{ mm}$ Đối với $h \geq 2.500 \text{ mm} \rightarrow + 20 \text{ mm}$</p> <p>với nội suy tuyến tính cho các giá trị trung gian.</p>

<p>3</p>	<p>C_{min} = yêu cầu chiều dày tối thiểu C_{nom} = chiều dày danh nghĩa = $C_{min} + \Delta c(\text{minus})$ c = chiều dày thực tế Δc = độ lệch cho phép so với C_{nom} h = chiều cao của mặt cắt ngang</p> 	<p>$\Delta C_{(\text{minus})}$</p> <p>Khớp nối l = chiều dài khớp nối</p>	<p>Đối với $h \leq 150 \text{ mm} \rightarrow \text{Min} [\Delta C_{dev}; +5 \text{ mm}]$ Đối với $h > 150 \text{ mm} \rightarrow \Delta C_{dev}$ ΔC_{dev} được định nghĩa trong TCVN yyy:202x, (NF P 18-710). Theo mặc định, $D_{Cdev} = 10 \text{ mm}$. $\text{Max} [0.06 l; 10 \text{ mm}]$</p>
<p>4</p>	<p>Tiết diện dọc</p> 	<p>Vị trí của cốt thép ứng suất trước.</p>	<p>Đối với $h \leq 200 \text{ mm} \pm 4 \text{ mm}$ Đối với $h > 200 \text{ mm}$ Tối thiểu $[\pm 0,02h; \pm 20 \text{ mm}]$</p>
	<p>Y - vị trí danh nghĩa (thường là một hàm của vị trí (x) dọc theo thanh căng ứng suất trước)</p>	<p>Lớp phủ bê tông bảo vệ ΔC_{minus}</p>	<p>$\Delta c_{\text{minus}} =$ Đối với $h \leq 150 \text{ mm} - \text{Min} [\Delta C_{dev}; +5 \text{ mm}]$ Đối với $h > 150 \text{ mm} \rightarrow \Delta C_{dev}$ ΔC_{dev} được định nghĩa trong TCVN yyy:202x, (NF P 18-710). Theo mặc định, $\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$.</p>

9.11 Độ phẳng bề mặt và độ thẳng mép

Các giá trị khuyến cáo cho độ lệch của bề mặt và độ thẳng được cho trong Bảng G.5, Phụ lục G trong tiêu chuẩn này.

9.12 Dung sai đối với lỗ và chi tiết chôn sẵn

Các giá trị khuyến cáo cho độ lệch của các lỗ, lỗ khoét, hốc lõm và chi tiết chôn sẵn được cho trong Bảng G.6, Phụ lục G trong tiêu chuẩn này.

10. Dung sai hình học

10.1 Yêu cầu chung

a) Kết cấu đã hoàn thiện phải nằm trong phạm vi độ lệch cho phép tối đa để tránh các tác động bất lợi về:

- Độ bền cơ học và sự ổn định trong các giai đoạn tạm thời và giai đoạn sử dụng;
- Hiệu quả sử dụng trong quá trình sử dụng công trình xây dựng;
- Sự tương thích của việc lắp dựng kết cấu và các bộ phận phi kết cấu của nó.

b) Các độ lệch so với phạm vi dung sai đã quy định phải được xử lý theo mục 4.4. Các độ lệch nhỏ không có hậu quả đáng kể đến tính năng của kết cấu đã hoàn thiện có thể bỏ qua.

Các giá trị bằng số đã cho trong dung sai kết cấu, là dung sai có ảnh hưởng đến sự an toàn của kết cấu. Hai cấp dung sai kết cấu được nhận biết đối với dung sai hình học. Trừ khi có quy định khác trong chỉ dẫn kỹ thuật thi công, nếu không thì áp dụng cấp dung sai 1;

Cấp dung sai 1 được coi là như dung sai bình thường, nếu các nghiên cứu về thiết kế cho dung sai giảm như quy định trong TCVN yyy:202x, (NF P 18-710). Cấp dung sai được quy định trong kỹ thuật thi công.

CHÚ THÍCH 1: cấp dung sai 1, đạt được các giá trị thiết kế của TCVN yyy:202x, (NF P 18-710) về mức độ an toàn yêu cầu, và liên quan đến các yếu tố từng phần của vật liệu được nêu trong TCVN yyy:202x, (NF P 18-710) được xem là cần thiết đối với sức bền cơ học và độ ổn định của kết cấu.

CHÚ THÍCH 2: Khi dung sai được quy định theo cấp 2, thì chỉ dẫn kỹ thuật thi công chứng minh rằng các giá trị định được đưa ra trong thiết kế đã thực sự được đáp ứng trong cấu trúc hoàn thiện.

Giá trị sai lệch hình học cho phép về khả năng làm việc và vị trí, khả năng tương thích có thể được đưa ra trong kỹ thuật thi công. Trừ khi có quy định khác, các dung sai đã cho trong Phụ lục G trong tiêu chuẩn này

c) Các giá trị về độ lệch hình học cho phép, xét về hiệu quả sử dụng và sự tương thích lắp đặt, có thể đã cho trong chỉ dẫn kỹ thuật thi công. Các giá trị khuyến cáo được đưa ra trong Phụ lục G trong tiêu chuẩn này. Trừ khi có quy định khác, nếu không thì áp dụng các dung sai đã cho trong Phụ lục G;

d) Bất kỳ yêu cầu nào đối với dung sai đặc biệt cũng phải được nhận biết trong chỉ dẫn kỹ thuật thi công và các thông tin sau đây phải được đưa ra:

- Bất kỳ sửa đổi nào đối với những độ lệch cho phép đã cho trong tiêu chuẩn này;
- Bất kỳ loại độ lệch thêm nào sẽ được kiểm soát, cùng với các tham số đã xác định rõ và các giá trị cho phép;

TCVN ...:202x

- Các dung sai đặc biệt này áp dụng cho tất cả các bộ phận liên quan hay chỉ áp dụng cho các bộ phận cụ thể đã được xác định;

e) “Nguyên tắc tích lũy” sẽ yêu cầu tất cả các điểm của kết cấu đều nằm trong phạm vi vị trí lý thuyết đã quy định với khoảng lệch theo bất kỳ hướng nào tương ứng với độ lệch cho phép. Một giá trị khuyến cáo khi áp dụng nguyên tích lũy là ± 20 mm;

f) Tiêu chuẩn này không đưa ra các yêu cầu về sự kết hợp giữa các dung sai thi công và biến dạng kết cấu. Các sai lệch cho phép là hợp lệ đối với tình huống trước khi có biến dạng do chất tải và các tác động phụ thuộc thời gian xảy ra, trừ khi có quy định khác trong chỉ dẫn kỹ thuật thi công;

10.2 Hệ thống tham chiếu

Các dung sai của vị trí trong mặt bằng: tham chiếu các lưới trục công trình trong mặt bằng.

Các dung sai của vị trí theo chiều cao: tham chiếu các lưới trục công trình theo chiều cao, ví dụ như: một cột mốc chuẩn đã chuyển cao độ.

Mọi yêu cầu đối với lưới trục công trình phải được chỉ ra trong chỉ dẫn kỹ thuật thi công.

10.3 Gối tựa tại chân công trình – móng

Các gối tựa tại chân công trình có thể là móng trực tiếp trên đất, đài cọc, vv... Các giá trị khuyến cáo cho vị trí tâm của gối tựa tại chân công trình được chỉ ra trên Bảng G.1, Phụ lục G trong tiêu chuẩn này.

CHÚ THÍCH: Móng trên nền đất có thể được đúc trực tiếp hoặc được làm từ các cấu kiện UHPC đúc sẵn. Yêu cầu dung sai cho móng sâu, như móng cọc, tường vây, sàn hầm, neo đặc biệt, vv... không cho trong tiêu chuẩn này

Phụ lục A

(tham khảo)

Hướng dẫn về hồ sơ thi công

A.1 Chỉ dẫn kỹ thuật thi công

A.1.1 Thuyết minh sẽ được sử dụng với bất kỳ yêu cầu nào về việc ứng dụng các sản phẩm và phải được chỉ ra trên các bản vẽ và trong chỉ dẫn kỹ thuật.

A.1.2 Chỉ dẫn kỹ thuật của dự án, tài liệu mô tả các cấp thi công được áp dụng, với bất kỳ dung sai đặc biệt nào và các yêu cầu về những đặc tính của lớp hoàn thiện bề mặt, vv...

Chỉ dẫn kỹ thuật của dự án bao gồm tất cả các yêu cầu để thi công công trình, trình tự các công việc, chống đỡ tạm thời, quy trình làm việc, vv...

A.1.3 Các bản vẽ thi công, cung cấp đầy đủ thông tin cần thiết như:

- Hình dạng kết cấu;
- Số lượng và vị trí của cốt thép thường và cốt thép ứng suất trước;
- Đối với các cấu kiện UHPC đúc sẵn, thiết bị nâng/cẩu lắp, trọng lượng, chi tiết chôn sẵn, vv...

A.1.4 Chỉ dẫn kỹ thuật lắp dựng bao gồm:

- Bản vẽ lắp đặt bao gồm các mặt bằng, các mặt cắt chỉ ra vị trí và các liên kết các cấu kiện trong công trình đã hoàn thành;
- Dữ liệu lắp đặt cùng với các thuộc tính và việc nghiệm thu vật liệu tại chỗ đã yêu cầu;
- Hướng dẫn lắp đặt cùng với dữ liệu cần thiết để bốc xếp, bảo quản, lắp đặt, hiệu chỉnh, liên kết và các công việc hoàn thiện (xem 9.4, 9.5 và 9.6).

A.2 Nhật ký thi công

A.2.1 Nguồn gốc vật liệu, báo cáo thử nghiệm vật liệu và chứng nhận hợp chuẩn hợp quy;

A.2.2 Áp dụng các thay đổi và phản hồi;

A.2.3 Bản vẽ hoàn công hoặc thông tin đầy đủ để cho phép các bản vẽ hoàn công sẽ được thực hiện cho toàn bộ kết cấu bao gồm cả các cấu kiện đúc sẵn;

A.2.4 Mô tả sự không phù hợp và vị trí áp dụng được, các hành động sửa chữa được thực hiện;

TCVN ...:202x

A.2.5 Hồ sơ về những thay đổi so với chỉ dẫn kỹ thuật của dự án đã được chấp nhận;

A.2.6 Hồ sơ nghiệm thu kích thước khi bàn giao;

A.2.7 Tài liệu về nghiệm thu;

A.2.8 Các sự cố ảnh hưởng đến tính chất của kết cấu mà đã được khắc phục;

A.2.9 Điều kiện thời tiết trong quá trình đổ đầm và bảo dưỡng UHPC.

DRAFT

Phụ lục B

(tham khảo)

Hướng dẫn về quản lý chất lượng

B.1 Cấp thi công

B.1.1 Giám sát và nghiệm thu là các phần của quản lý chất lượng.

B.1.2 Có ba cấp thi công đưa ra để chỉ định mức độ quản lý chất lượng yêu cầu dựa vào tầm quan trọng của kết cấu và mức độ quan trọng của việc thi công đối với sự làm việc của kết cấu.

B.1.3 Cấp thi công 1 chỉ nên được sử dụng cho các kết cấu ở nơi mà hậu quả trong trường hợp hư hỏng là nhỏ hoặc không đáng kể.

Các cấp thi công bao gồm những yêu cầu về nghiệm thu và những yêu cầu về lập kế hoạch chất lượng tập trung vào các biện pháp tổ chức, phân bổ nguồn lực và nhân sự, phụ thuộc vào phụ lục quốc gia liên quan hoặc chỉ dẫn kỹ thuật thi công.

B.1.4 Ba cấp thi công đã nêu trong 4.3.1 được kết nối với 3 mức độ phân biệt về độ tin cậy đã cho trong Phụ lục B.

B.1.5 Phạm vi nghiệm thu sẽ được áp dụng phải theo quy định của quốc gia và phải được nêu rõ trong chỉ dẫn kỹ thuật thi công bằng cách lựa chọn “Cấp thi công” phù hợp.

B.2 Nghiệm thu vật liệu và sản phẩm

B.3 Nghiệm thu thi công

B.3.1 Kế hoạch nghiệm thu, đối với mỗi điểm nghiệm thu, cần nêu rõ:

- a) Các yêu cầu;
- b) Các tham chiếu đến tiêu chuẩn và chỉ dẫn kỹ thuật thi công;
- c) Phương pháp nghiệm thu, giám sát hoặc thử nghiệm;
- d) Việc xác định phân đoạn nghiệm thu;
- e) Tần suất nghiệm thu, giám sát hoặc thử nghiệm;
- f) Các tiêu chí chấp nhận/nghiệm thu;
- g) Hồ sơ thi công;
- h) Kỹ sư tư vấn giám sát nghiệm thu chịu trách nhiệm;
- i) Sự tham gia có thể có của các bên khác trong việc nghiệm thu.

B.3.2 Kế hoạch nghiệm thu được lập dưới dạng một bảng tóm tắt có sự tham chiếu đến những quy trình nghiệm thu và hướng dẫn nghiệm thu đưa ra chi tiết về nghiệm thu, giám sát và thử nghiệm.

B.3.3 Việc nghiệm thu như đã mô tả trong điều này và các đoạn sau đây thông thường sẽ đáp ứng các yêu cầu của tiêu chuẩn này về phạm vi nghiệm thu.

a) Nghiệm thu cấp Thi công 1 (cấp 1) có thể được thực hiện của kỹ sư thi công đã thi công công trình. Điều này nghĩa là tự nghiệm thu.

b) Đối với nghiệm thu cấp Thi công 2 (cấp 2), ngoài việc tự nghiệm thu, cần phải có thêm việc nghiệm thu nội bộ có hệ thống và thường xuyên với những công việc cố định trong đơn vị đã thi công công trình. Điều này nghĩa là nghiệm thu nội bộ có hệ thống.

c) Đối với nghiệm thu cấp Thi công 3 (cấp 3), ngoài việc tự nghiệm thu, nghiệm thu nội bộ có hệ thống thực hiện của chính nhà thầu thi công, sự nghiệm thu mở rộng theo quy định. Nghiệm thu mở rộng này có thể do một đơn vị Tư vấn giám sát thực hiện. Điều này nghĩa là nghiệm thu độc lập.

Ghi chú: Ở Việt Nam hiện nay thường được thực hiện theo cấp 3.

B.3.4 Đối với kết cấu cấp Thi công 3, việc nghiệm thu nội bộ có hệ thống bao gồm bất kỳ công trình/hạng mục UHPC nào chịu lực và an toàn của kết cấu. Điều này bao gồm việc nghiệm thu ván khuôn, cốt thép, sự làm sạch trước khi đổ UHPC, việc đổ đầm và bảo dưỡng UHPC, ứng suất trước, bơm vữa, hoàn thiện vv...

B.3.5 Đối với kết cấu làm từ các cấu kiện UHPC đúc sẵn, tất cả các gối tựa và mối nối chịu lực trong hệ thống chịu lực phải được nghiệm thu.

Phụ lục C

(tham khảo)

Hướng dẫn về giàn giáo và ván khuôn

C.1 Các yêu cầu cơ bản

(1) Các tác động chính sẽ được kể đến tải trọng thiết kế là những tác động, bao gồm các tổ hợp cơ bản của:

- a) Khối lượng bản thân của ván khuôn, cốt thép và UHPC;
 - b) Áp lực lên ván khuôn có tính đến loại UHPC.
 - c) Tải trọng thi công (lao động, thiết bị, vv...), bao gồm cả các tác động tĩnh và tác động động của việc đổ, đầm hỗn hợp và sự đi lại của các phương tiện vận chuyển ở công trường;
 - d) Tải trọng gió;
 - e) Những tác động cụ thể tại vị trí thi công như việc dự phòng trước các tác động động đất.
- (2) Việc cung cấp hệ thống giằng thích hợp và cách thức liên kết chúng chúng là quan trọng.

C.2 Thiết kế và lắp dựng giàn giáo

- a) Công tác nêo để điều chỉnh chính xác các giá đỡ giàn giáo phải được vững chắc đúng cách để tránh bị xô trượt trong quá trình đổ hỗn hợp UHPC;
- b) Sự lún lệch cần được tính đến, ví dụ như khi lắp chân chống cột trên mặt đất;
- c) Việc ngăn ngừa nứt có hại trong UHPC ở giai đoạn đầu khi tuổi UHPC còn sớm có thể đạt được bằng cách:
 - + Hạn chế độ võng và/hoặc độ lún lệch;
 - + Kiểm soát trình tự đổ hỗn hợp UHPC và chỉ dẫn kỹ thuật của UHPC.

C.3 Thiết kế và lắp đặt ván khuôn

- a) Cửa sổ (lỗ mở) có thể đóng/bịt lại ở đáy ván khuôn có thể hữu ích khi làm sạch ván khuôn;
- b) Nếu dùng ván khuôn trượt.
 - + Ván khuôn nên có đủ độ côn thích hợp để hạn chế ma sát của ván khuôn lên UHPC ở tuổi còn thấp.
 - + Cần sử dụng một hệ thống dẫn hướng liên tục giữa cốt thép và ván khuôn để đảm bảo lớp UHPC bảo vệ cần thiết nằm trong phạm vi dung sai đã cho trong Điều 10.

C.4 Ván khuôn đặc biệt

TCVN ...:202x

- a) Khi sử dụng hệ thống ván khuôn độc quyền, cần tuân thủ triệt để các yêu cầu của nhà sản xuất;
- b) Có thể sử dụng lớp lót ván khuôn thấm qua được để cải thiện chất lượng UHPC trong vùng bảo vệ và giảm đáng kể số lượng và kích thước các bọt khí.

C.5 Nêm trong ván khuôn và các bộ phận đặt trước

- a) Khi muốn sử dụng miếng chi tiết chôn sẵn ván khuôn bằng nhôm hoặc thép mạ kẽm cần thực hiện các biện pháp đặc biệt để tránh phản ứng hóa học xảy ra giữa kim loại và UHPC;
- b) Không nên kết nối bằng điện các vật liệu kim loại có điện thế khác nhau.

C.6 Tháo dỡ ván khuôn và giàn giáo

- a) Khi hướng dẫn về cường độ yêu cầu để tháo dỡ ván khuôn và giàn giáo không được nêu ra trong thiết kế ván khuôn hoặc giàn giáo hoặc chỉ dẫn kỹ thuật thi công, những điều sau đây được đề xuất áp dụng:
 - + Cường độ UHPC phải lớn hơn 5 MPa để tránh hư hại bề mặt có thể phát sinh trong quá trình gõ/đập giàn giáo (để tháo);
 - + Chống trầy hoặc giá đỡ khác có thể được sử dụng để chống đỡ những tác động phát sinh trên bộ phận UHPC tại giai đoạn tháo dỡ;
 - + Có thể sử dụng biện pháp bảo vệ để tránh sự hư hại bề mặt do thời tiết cho tới khi UHPC đã đạt được cường độ thiết kế.

Phụ lục D

(tham khảo)

Hướng dẫn về cốt thép

D.1 Vật liệu

a) Cốt thép phải được quy định phù hợp tiêu chuẩn quốc gia. Các cấp thép của BS EN 1992-1-1 đề cập đến các tham số liên quan tới độ dẻo chứ không phải cường độ, chỉ dẫn kỹ thuật thi công cần nêu rõ cường độ chảy dẻo đặc trưng yêu cầu cũng như các tham số độ dẻo bằng cách tham chiếu một tiêu chuẩn có thể áp dụng được;

b) Trong việc lựa chọn con kê cốt thép phù hợp, cần tính đến việc chất tải trong quá trình đặt cốt thép và đổ UHPC. Con kê không nên gây ra sự bao bọc bọt khí, hình thành vết nứt, sự xuyên thấm nước rỉ sét hoặc hư hại cốt thép trong suốt tuổi thọ phục vụ của kết cấu theo thiết kế. Con kê cốt thép dạng dài liên tục có thể là tác nhân gây nứt thì không thích hợp trong một môi trường ăn mòn;

c) Con kê tốt nhất làm bằng UHPC cùng cấp cường độ và có chiều dày thiết kế tính từ mép ngoài của cốt đai không nhỏ hơn 20 mm.

D.2 Uốn, cắt, vận chuyển và bảo quản cốt thép

a) Cần thực hiện các biện pháp để tránh:

- + Hư hại cơ học ví dụ vết khía hoặc vết lõm;
- + Đứt gãy mối hàn;
- + Tiết diện bị giảm do ăn mòn.

b) Đường kính gồi uốn tối thiểu là tham số xác định theo tiêu chuẩn Quốc gia và giá trị được đưa ra trong TCVN 1651-1-2:2018 yêu cầu tối thiểu cho việc thử nghiệm uốn cốt thép tuân thủ giá trị khuyến cáo trong BS EN 1992-1-1. Thép có đặc tính uốn đã cải thiện được ghi sẽ cho phép kích thước gồi uốn nhỏ hơn. Cần phải đảm bảo sự nhất quán giữa kích thước gồi uốn tối thiểu được sử dụng và các đặc tính uốn của cốt thép thực tế.

Trừ khi có quy định khác, nếu không thì gồi uốn không được nhỏ hơn 4 lần đường kính thanh nếu đường kính thanh nhỏ hơn hoặc bằng 16mm, và 7 lần đường kính thanh nếu đường kính thanh lớn hơn 16mm. Trong trường hợp uốn lại thì gồi uốn phải có kích thước gấp đôi kích thước này, trừ khi các đặc tính uốn lại của cốt thép được ghi nhận không yêu cầu như thế.

TCVN ...:202x

Đường kính uốn thực tế phải như những gì đã được nêu rõ trong chỉ dẫn kỹ thuật thi công, có xét đến các yêu cầu của BS EN 1992-1-1 để tránh gây hư hại UHPC tại chỗ uốn, ví dụ như $\varnothing_{\text{thực tế}} \geq \varnothing_{m, \text{min}}$, trong đó $\varnothing_{m, \text{min}}$ lấy theo biểu thức (8.1) của BS EN 1992-1-1.

Khuyến cáo sử dụng gổì uốn có đường kính, tính bằng mm; 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 630.

c) Đối với cốt thép và lưới thép hàn được uốn sau khi hàn, trừ khi có quy định khác, nếu không thì khi uốn bên trong vùng chịu ảnh hưởng nhiệt (HAZ), gổì uốn không được nhỏ hơn 5 lần đường kính thanh trong trường hợp thanh đã hàn vẫn nằm bên trong chỗ uốn, nếu mối hàn ở bên ngoài chỗ uốn thì đường kính gổì uốn cần gấp 20 lần đường kính thanh đó.

d) Các điều kiện sau đây cần được đáp ứng khi uốn nguội cốt thép:

- + Chỉ dẫn kỹ thuật thi công chỉ rõ hình dạng và đường kính gổì uốn thực tế;
- + Chỉ dẫn kỹ thuật thi công nêu rõ việc uốn lại tại cùng một điểm có được phép hay không;
- + Những hộp được dùng để bảo vệ các thanh cốt thép chờ liên kết sau này cần được thiết kế để không gây ra ảnh hưởng không tốt tới khả năng chịu lực của phần UHPC hoặc để bảo vệ cốt thép khỏi sự ăn mòn.

Phụ lục E

(tham khảo)

Hướng dẫn về ứng suất trước

E.1 Vận chuyển và bảo quản

a) Thép ứng suất trước, đầu neo, bộ đầu nối và những thanh căng chế tạo sẵn cần được vận chuyển và bảo quản sạch sẽ và không chứa các chất hóa học, dầu mỡ gây hại cho thép. Cần tránh mọi sự tiếp xúc với các chất gây hại bằng việc đóng gói đặc biệt trong nhà máy hoặc bằng cách kê đỡ thép theo một cách thức sao cho ngăn chặn được việc thép tiếp xúc với bề mặt của thùng xe;

b) Không cho phép vận chuyển bằng đường thủy nếu không có biện pháp bảo vệ thích hợp;

c) Đường kính thanh thép có thể được vận chuyển và bảo quản dưới dạng cuộn phải được phê duyệt.;

d) Không nên bảo quản thép ứng suất trước có sự tiếp xúc với nền đất hoặc nơi có thể bị ướt mưa (phơi trần trước mưa). Tốt nhất là, nên bảo quản thép ứng suất trước trong phòng kín với một độ ẩm tương đối nhỏ hơn 60 %;

e) Các thanh căng chế tạo sẵn bên trong ống luôn cáp-ống gen, cần được bảo vệ ở các đầu mút của chúng để tránh sự thâm nhập của hơi ẩm, tránh sự ngưng tụ hơi nước và cần được chống/đỡ ở khoảng cách không làm suy yếu tới sự ổn định và độ kín của ống luôn cáp;

g) Cần tránh sự ăn mòn các bộ phận ứng suất trước nếu có thể được. Sự rỉ nhẹ trên cấu kiện chịu kéo nói chung là có thể chấp nhận được nếu có thể loại bỏ được bằng vải mềm. Thông thường, sự rỉ sắt đáng kể có thể được chấp nhận trên những bề mặt bên ngoài của phần đúc đầu neo.

E.2 Lắp đặt thanh căng

a) Các liên kết với đầu neo và các liên kết khác cần đáp ứng các yêu cầu như đối với ống luôn cáp;

b) Băng keo để bọc kín ống luôn cáp không nên có Clorua;

c) Thép ứng suất trước cần được cắt bằng máy cắt đĩa.

E.3 Thanh căng sau

Sức chống oằn của ống luôn cáp có thể đạt được bằng cách sử dụng một loại ống luôn cáp đủ cứng hoặc bằng chống tạm bằng ống Polyethylene hoặc tương tự.

E.4 Kéo căng

E.5 Khái quát

Kéo căng là công việc chuyên biệt được thực hiện với những lực tác dụng cao lên kích và thanh căng suất trước. Đây là một thao tác đòi hỏi các biện pháp an toàn phù hợp và sự giám sát của kỹ sư có kinh nghiệm.

E.6 Thanh căng ứng lực trước

a) Ngoài các yêu cầu trong 7.5, chương trình kéo căng cần chỉ rõ:

- + Bất kỳ trình tự kéo căng đặc biệt nào;
- + Áp lực kích công tác và lực kích tương đương của nó sẽ đạt được;
- + Lực kéo cho phép nhỏ nhất và lớn nhất trong các thanh căng và trong bản neo;
- + Độ giãn dài là phần trăm dài ra của vật liệu khi chịu tác dụng của lực kéo;
- + Cường độ UHPC yêu cầu tại thời điểm giải phóng lực tạo ứng suất trước (nhả kích công tác);

b) Sự phù hợp về vận hành của các bộ phận đầu neo có thể tái sử dụng cần được chứng minh bằng việc kiểm tra.

E.7 Thanh căng ứng lực sau

a) Ngoài các yêu cầu trong 7.5, chương trình kéo căng cần chỉ rõ:

- + Hệ thống tạo ứng suất sẽ được sử dụng;
- + Loại và cấp của thép ứng suất trước;
- + Số lượng thanh, sợi hoặc tao cáp trong mỗi thanh căng;
- + Cường độ UHPC yêu cầu để áp dụng việc kéo căng này;
- + Thứ tự mà trong đó, các thanh căng kế tiếp sẽ được kéo căng và bất kỳ yêu cầu nào đối với việc kéo căng theo giai đoạn trên một thanh căng;
- + Lực kéo căng và lực kích tính toán cũng như độ giãn dài của thanh căng;
- + Vị trí đã lường trước tại đầu neo;
- + Bất kỳ sự giải phóng (dỡ bỏ) một phần nào hoặc toàn bộ giàn giáo.

b) Những việc sau đây cần được ghi chép lại:

- + Việc thẩm định cường độ UHPC cần thiết cho việc kéo căng;
- + Chủng loại kích tạo ứng suất trước được sử dụng;
- + Lực kích đo được và độ giãn dài của thanh căng trong từng giai đoạn kéo căng;
- + Vị trí đã quan sát;
- + Bất kỳ độ lệch nghiêm trọng nào so với lực kéo căng hoặc độ giãn dài tính toán;
- + Việc giải phóng/dỡ bỏ giàn giáo nếu được chỉ rõ.

E.8 Thanh căng trong thớ và ngoài thớ không bám dính

Áp dụng khoản (a) và khoản (b) Điều E.7.

E.9 Các biện pháp bảo vệ

(1) Nếu có thể ngăn chặn được sự thâm nhập của nước hoặc độ ẩm quá mức và nếu các điều khoản có hiệu lực tại công trường không quy định khác đi, thì thời gian thi công sau được khuyến cáo:

- a) Tối đa là 12 tuần từ khi kéo thanh căng đến khi bơm vữa;
- b) Tối đa là 4 tuần trong ván khuôn trước khi đổ hỗn hợp UHPC;
- c) Khoảng 2 tuần trong điều kiện đã kéo căng trước khi áp dụng các biện pháp bảo vệ trong điều kiện/môi trường tiếp xúc khắc nghiệt. Trong điều kiện/môi trường tiếp xúc tốt, giai đoạn này có thể kéo dài đến 4 tuần.

(2) Nếu vượt quá khoảng thời gian kể trên giữa lúc kéo căng và bơm vữa, cần duy trì biện pháp bảo vệ tạm thời bằng phương pháp đã được phê duyệt. Áp dụng các loại dầu có thể hòa tan trong nước đã phê duyệt hoặc phun xịt ống dẫn tại các khoảng thời gian thích hợp bằng không khí khô có thể đem lại các biện pháp bảo vệ phù hợp.

Hướng dẫn về việc đổ hỗn hợp UHPC

F.1 Chỉ dẫn kỹ thuật của hỗn hợp UHPC

Như quy định tại TCVN xxx:202x (NF P18-470) và tại Điều 8 của tiêu chuẩn này.

F.2 Các thao tác trước khi đổ hỗn hợp UHPC

F.2.1

F.2.2

- a) Các mối nối thi công (mạch ngừng) không nên thực hiện/bổ trí tại các vị trí xung yếu;
- b) Các cấu kiện kết cấu cần được cách ly với mặt đất bằng một lớp đá dăm dày ít nhất 50 mm trừ khi lớp UHPC bảo vệ cốt thép được tăng lên theo các quy định của BS EN 1992-1-1;
- c) Nhiệt độ bề mặt tại mạch ngừng thi công nên lớn hơn 0 °C tại thời điểm đổ UHPC;
- d) Chỉ dẫn kỹ thuật thi công có thể chỉ rõ nhiệt độ xung quanh ở mức mà nếu vượt qua đó, phải lên kế hoạch phòng ngừa để bảo vệ UHPC khỏi các tác động gây hư hại.

F.3 Giao, nhận và vận chuyển hỗn hợp UHPC tại công trường

- a) Việc kiểm tra khi tiếp nhận cần được lập thành hồ sơ bằng cách ký vào phiếu giao hàng khi có yêu cầu;
- b) Đối với UHPC, việc kiểm tra khi tiếp nhận cần bao gồm thử nghiệm trạng thái của hỗn hợp UHPC.

F.4 Đổ và đầm hỗn hợp UHPC

- a) Hỗn hợp UHPC có độ chảy xòe cao, có khả năng tự lèn chặt và chảy lan điền đầy ván khuôn, nên không cần phải dùng các thiết bị đầm như UHPC thông thường, chỉ cần dùng búa gõ nhẹ thành khuôn để hỗ trợ thêm khả năng tự lèn và tự chảy lan.
- b) Việc đổ hỗn hợp UHPC phải đảm bảo không làm sai lệch vị trí cốt thép, vị trí cốt pha và đảm bảo chiều dày lớp UHPC bảo vệ cốt thép.
- c) Hỗn hợp UHPC phải được đổ liên tục cho tới khi hoàn thành một cấu kiện hoặc một kết cấu nào đó theo quy định của thiết kế. Đối với kết cấu không thể đổ liên tục thì phải có các biện pháp xử lý mạch ngừng theo chỉ dẫn kỹ thuật.
- d) Hướng và chiều đổ: Hỗn hợp UHPC phải được đổ từ một hướng, từ một phía của cấu kiện cho đến khi hoàn thành việc đổ cấu kiện.

e) Việc hoàn thiện bề mặt bằng cách san vữa bằng thước gạch, xoa bằng bay hoặc láng bề mặt bằng bàn xoa cần được thực hiện theo một cách thức và trong thời điểm cần thiết để đạt được sự hoàn thiện bề mặt theo yêu cầu.

g) Không để việc hoàn thiện bề mặt sinh ra nhũ xi măng khi kết thúc (không để thoát vôi trắng);

h) Không được thêm nước, xi măng, chất làm cứng bề mặt hoặc các vật liệu khác trong quá trình thao tác hoàn thiện trừ khi có chỉ định hoặc thỏa thuận khác;

i) Khi đổ và đầm hỗn hợp UHPC gần thanh cằng ứng suất trước phải có sự đặc biệt chú ý để không làm hư hại hoặc chuyển vị các thanh cằng, cáp cằng:

+ Các điều kiện kiểm chế liên quan đến hình dạng và khối lượng cấu kiện UHPC, loại và vị trí của cốt thép, chi tiết chôn sẵn và các hốc lõm;

+ Thiết bị đổ (máy bơm, xe tải trộn UHPC, thùng đựng, vv...);

F.5 Bảo dưỡng và bảo vệ UHPC

a) Các phương pháp sau đây là thích hợp cho việc bảo dưỡng được sử dụng riêng biệt hoặc theo trình tự:

+ Giữ ván khuôn tại chỗ;

+ Phủ lên bề mặt hỗn hợp UHPC tấm ngăn bay hơi, màng phim PE, PVC được buộc chặt tại các mép và mối nối để ngăn gió lùa;

+ Đặt các lớp phủ ướt trên bề mặt và bảo vệ các lớp phủ này khỏi bị khô;

+ Giữ cho bề mặt hỗn hợp UHPC ướt thực sự bằng lượng nước thích hợp;

+ Áp dụng một hợp chất bảo dưỡng có sự phù hợp đã thiết lập;

+ Có thể sử dụng phương pháp bảo dưỡng khác có hiệu quả tương đương.

b) Sự phát triển các đặc tính trong vùng bề mặt cần dựa vào mối quan hệ giữa cường độ chịu nén với độ trưởng thành của UHPC.

c) Các ước tính chi tiết về sự phát triển các tính chất UHPC có thể dựa vào một trong các phương pháp sau đây:

+ Tính toán độ trưởng thành từ phép đo nhiệt độ được thực hiện ở độ sâu tối đa 10mm bên dưới bề mặt;

+ Tính toán độ trưởng thành dựa vào nhiệt độ không khí trung bình hàng ngày;

+ Sự bảo dưỡng phù hợp với nhiệt độ;

+ Thử nghiệm bằng súng bật nảy sau khi hiệu chuẩn trên mẫu thử UHPC liên quan;

+ Các phương pháp khác có sự phù hợp đã được thiết lập.

TCVN ...:202x

d) Phù hợp với Việt Nam và sản xuất cấu kiện các thử nghiệm bảo dưỡng đã xác định 3 quy trình cơ bản như sau:

- Bảo dưỡng ẩm tự nhiên liên tục trong 7 ngày đêm.
- Bảo dưỡng ẩm tự nhiên 24 giờ, sau đó bảo dưỡng nhiệt ẩm 80 °C trong 72 giờ.
- Bảo dưỡng ẩm tự nhiên 24 giờ, sau đó bảo dưỡng nhiệt ẩm 90 °C trong 48 giờ.

e) Việc tính xác định độ trưởng thành cần dựa vào một hàm số độ trưởng thành thích hợp, được chứng minh cho loại xi măng hoặc sự kết hợp của xi măng và một phụ gia khi sử dụng.

g) Bảng F.1 đến F.3 cho biết thời gian bảo dưỡng ẩm tự nhiên theo khí hậu Châu Âu, tính theo số ngày được coi là thỏa mãn cấp bảo dưỡng 2 đến cấp bảo dưỡng 4 theo BS EN 13670:2013, một cách tương ứng và chúng cần được sử dụng nếu không sử dụng được phương pháp nào chính xác hơn để xác định cường độ UHPC trong vùng lớp bảo vệ.

Bảng F.1 - Thời gian bảo dưỡng tối thiểu đối với cấp bảo dưỡng 2 tương ứng với cường độ UHPC bề mặt bằng 35 % cường độ đặc trưng quy định

Nhiệt độ UHPC bề mặt (t), °C	Khoảng thời gian bảo dưỡng tối thiểu, ngày ^a		
	Sự phát triển cường độ UHPC ^{c,d}		
	$(f_{cm2}/f_{cm28}) = r$		
	Nhanh $r > 0,50$	Bình thường $0,50 > r > 0,30$	Chậm $0,30 > r > 0,15$
$t > 25$	1,0	1,5	2,5
$25 > t > 15$	1,0	2,5	5
$15 > t > 10$	1,5	4	8
$10 > t > 5$ ^b	2,0	5	11

^a Cộng thêm bất kỳ khoảng thời gian đông cứng nào quá 5 giờ

^b Khi nhiệt độ dưới 5°C, thời gian bảo dưỡng nên được kéo dài thêm một khoảng bằng với thời gian dưới 5°C.

^c Sự phát triển cường độ UHPC là tỉ số giữa cường độ chịu nén trung bình sau 2 ngày với cường độ chịu nén trung bình sau 28 ngày được xác định từ các thử nghiệm ban đầu hoặc dựa vào tính năng đã biết của UHPC có thành phần tương đương, xem BS EN 206-1.

^d Đối với sự phát triển rất chậm của cường độ UHPC, các yêu cầu đặc biệt cần được đưa ra trong chỉ dẫn kỹ thuật thi công.

**Bảng F.2 – Thời gian bảo dưỡng tối thiểu đối với cấp bảo dưỡng 3
(tương ứng với cường độ UHPC bề mặt bằng 50 % cường độ đặc trưng quy định)**

Nhiệt độ UHPC bề mặt (t), °C	Khoảng thời gian bảo dưỡng tối thiểu, ngày ^a		
	Sự phát triển cường độ UHPC ^{c,d}		
	$(f_{cm2}/f_{cm28}) = r$		
	Nhanh $r > 0,50$	Bình thường $0,50 > r > 0,30$	Chậm $0,30 > r > 0,15$
$t > 25$	1,5	2,5	3,5
$25 > t > 15$	2,0	4	7
$15 > t > 10$	2,5	7	12

Bảng F.2 – (kết thúc)

Nhiệt độ UHPC bề mặt (t), °C	Khoảng thời gian bảo dưỡng tối thiểu, ngày ^a		
	$10 > t > 5$ ^b	3,5	9

^a Cộng thêm bất kỳ khoảng thời gian đông cứng nào quá 5 giờ.

^b Khi nhiệt độ dưới 5 °C, thời gian bảo dưỡng nên được kéo dài thêm một khoảng bằng với thời gian dưới 5 °C.

^c Sự phát triển cường độ UHPC là tỉ số giữa cường độ chịu nén trung bình sau 2 ngày với cường độ chịu nén trung bình sau 28 ngày được xác định từ các thử nghiệm ban đầu hoặc dựa vào tính năng đã biết của UHPC có thành phần tương đương (xem BS EN 206-1).

^d Đối với sự phát triển cường độ UHPC rất chậm, các yêu cầu đặc biệt cần đã cho trong chỉ dẫn kỹ thuật thi công.

**Bảng F.3 – Thời gian bảo dưỡng tối thiểu đối với cấp bảo dưỡng 4
(tương ứng với cường độ UHPC bề mặt bằng 70 % cường độ đặc trưng quy định)**

Nhiệt độ UHPC bề mặt (t), °C	Khoảng thời gian bảo dưỡng tối thiểu, ngày ^a		
	Sự phát triển cường độ UHPC ^{c,d}		
	$(f_{cm2}/f_{cm28}) = r$		
	Nhanh $r > 0,50$	Bình thường $0,50 > r > 0,30$	Chậm $0,30 > r > 0,15$
$t > 25$	3	5	6
$25 > t > 15$	5	9	12
$15 > t > 10$	7	13	21
$10 > t > 5$ ^b	9	18	30

^a Cộng thêm bất kỳ khoảng thời gian đông cứng nào quá 5 h.

^b Khi nhiệt độ dưới 5°C, thời gian bảo dưỡng nên được kéo dài thêm một khoảng bằng với thời gian dưới 5°C.

^c Sự phát triển cường độ UHPC là tỉ số giữa cường độ chịu nén trung bình sau 2 ngày với cường độ chịu nén trung bình sau 28 ngày được xác định từ các thử nghiệm ban đầu hoặc dựa vào tính năng đã biết của UHPC có thành phần tương đương (xem BS EN 206-1).

^d Đối với sự phát triển cường độ UHPC rất chậm, các yêu cầu đặc biệt cần đã cho trong chỉ dẫn kỹ thuật thi công.

g) Việc lựa chọn cấp bảo dưỡng phụ thuộc vào cấp độ tiếp xúc, việc lựa chọn thành phần UHPC và lựa chọn lớp bảo vệ UHPC cho cốt thép. Điều kiện khí hậu và kích thước cấu kiện cũng là những tham số quan trọng.

CHÚ THÍCH: Điều kiện khí hậu Việt Nam rất khác so với Châu Âu, vì vậy ngoài cường độ còn quan tâm tới độ ẩm theo điều kiện của Việt Nam thì chế độ bảo dưỡng được khuyến cáo trong F5 (mục a,b,c,d).

h) Các hợp chất bảo dưỡng có thể thâm nhập vào bề mặt và làm cho việc tẩy bỏ rất khó khăn, do đó việc thổi bụi hoặc phun nước với áp lực cao thường sẽ cần thiết nếu bắt buộc phải loại bỏ chúng.

i) Việc sử dụng hợp chất bảo dưỡng có chứa màu sắc làm cho việc xác minh sử dụng trở nên đơn giản.

k) Các tác động bất lợi có thể có của nhiệt độ UHPC cao trong quá trình bảo dưỡng bao gồm:

- + Sự hình thành Ettringite muộn làm suy giảm cường độ;
- + Sự tăng chênh lệch nhiệt độ giữa bộ phận vừa mới đổ xong và bộ phận kết cấu ngầm giữ đã đổ trước đó.

F.6 Hoàn thiện bề mặt

Các yêu cầu sau đây cần được đưa ra vì phải phù hợp với từng cách hoàn thiện:

a) Vật liệu bề mặt ván khuôn: Có thể khả năng chấp nhận vật liệu bề mặt ván khuôn để lại một dấu vết trên UHPC mà không phải là phần có tính đặc trưng của lớp hoàn thiện. Việc tự do sử dụng các vật liệu bề mặt khác nhau của nhà thầu thi công giúp đem lại khả năng tái sử dụng bề mặt ván khuôn lớn hơn.

+ Màu sắc: Không yêu cầu về sự đồng nhất của màu sắc hoặc độ bóng trừ khi sử dụng vật liệu có màu sắc đặc biệt.

+ Lỗ bọt: Nên đưa ra các giới hạn về kích thước, độ sâu và tần suất xuất hiện ở nơi mà đáng về bề ngoài là quan trọng.

+ Những bất thường đột ngột và từ từ: cần đưa ra kích thước và tần suất. những bất thường này không phụ thuộc vào bất kỳ độ lệch dung sai nào đã cho phép trong cấu kiện và chỉ nên bao gồm các bất thường của bề mặt ván khuôn.

+ Làm cho tốt lên: việc làm cho tốt lên có được phép hay không để cải thiện lớp bề mặt.

b) Cách sử dụng điển hình các kiểu hoàn thiện đã được cho trong Bảng F.4 để chỉ ra những yêu cầu đối với một chỉ dẫn kỹ thuật thi công.

Bảng F.4 – Các kiểu hoàn thiện bề mặt

Loại	Ứng dụng bình thường	Ví dụ
Bề mặt đã hình thành		
Hoàn thiện cơ bản	Vị trí không cần yêu cầu cụ thể nào cả	Móng
Hoàn thiện thông thường	Vị trí không quan trọng về hình thức hoặc tiếp nhận lớp hoàn thiện có sẵn (làm từ trước).	Các khu vực đã có lớp hoàn thiện trát lót hoặc bề mặt không nhìn thấy như bên trong ống dẫn hoặc lồng thang máy.
Hoàn thiện thô (đơn giản)	Nơi mà hình thức có tầm quan trọng nhất định	Khu vực thỉnh thoảng được nhìn thấy và khu vực được chuẩn bị, khu vực đã sơn trực tiếp ở nơi có một số yêu cầu cụ thể
Hoàn thiện đặc biệt	Nơi các yêu cầu đặc biệt phải được đưa ra	Các khu vực mà tính đồng đều của bề mặt và/hoặc màu sắc là quan trọng
Bề mặt chưa hình thành		

Loại	Ứng dụng bình thường	Ví dụ
Hoàn thiện cơ bản	Bề mặt đồng nhất khép kín được tạo ra bằng cách san phẳng. Không yêu cầu làm gì thêm.	Khu vực tiếp nhận lớp hoàn thiện đã láng mặt hoặc các lớp hoàn thiện sẵn có khác.
Hoàn thiện thông thường	Bề mặt đồng nhất về cốt (cao độ) được tạo ra bằng việc xoa nhẵn bằng bàn xoa hoặc quá trình tương tự	Khu vực sàn giả và các mặt sàn có sẵn khác
Hoàn thiện thô	Bề mặt mịn đặc chắc được tạo ra bằng cách dùng bay trát hoặc tương tự	Nhà kho và nhà máy thông thường, khu vực phòng thiết bị và các khu vực làm việc nào mà không có lớp hoàn thiện nào ngoài sơn
Hoàn thiện đặc biệt	Bề mặt ở nơi phải đưa ra các yêu cầu đặc biệt để thực hiện thêm lớp hoàn thiện khác.	Các khu vực sàn kho dùng cho việc đi lại đặc biệt.

Phụ lục G

(quy định)

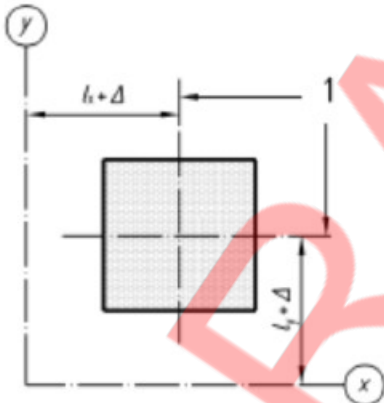
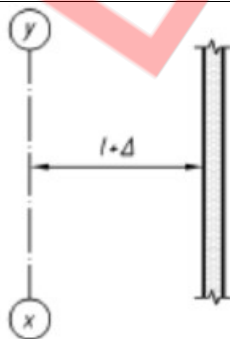
Hướng dẫn dung sai về kích thước hình học

G.1 Quy định chung

Hướng dẫn trong Phụ lục này được đưa ra đối với các dung sai hình học cho phép.

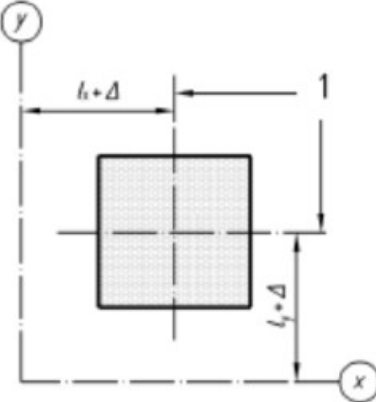
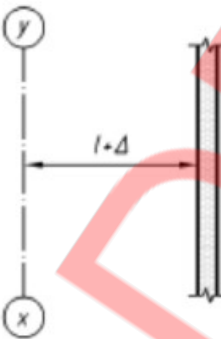
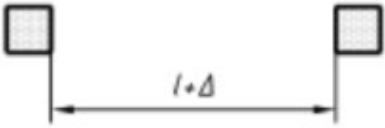
G.1.1 Móng

Bảng G.1 - Dung sai cho phép đối với vị trí của móng

STT	Loại dung sai	Mô tả	Dung sai cho phép Δ
			Dung sai loại 1
1	 <p>1 - đường tâm móng (gối) (mặt cắt ngang) y - lưới trục công trình theo hướng y x - lưới trục công trình theo hướng x</p>	Vị trí trong mặt phẳng của móng (gối) so với lưới trục công trình	± 25 mm
2	 <p>1 - lưới trục công trình (mặt cắt dọc) h - khoảng cách dự định đến lưới trục công trình.</p>	Không áp dụng	

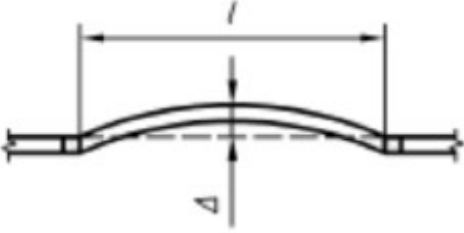



G.1.2 Cột và tường

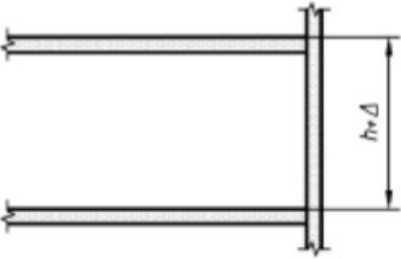
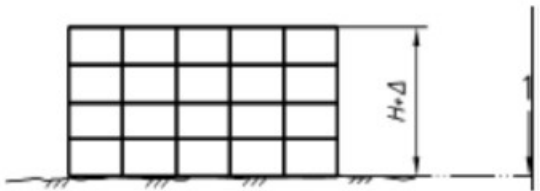
Bảng G.2 – Dung sai cho phép đối với vị trí của cột và tường, mặt cắt ngang

STT	Loại dung sai	Mô tả	Dung sai cho phép Δ
			Dung sai loại 1
1	 <p>1 - đường tâm cột (mặt cắt ngang) y - lưới trục công trình theo hướng y x - lưới trục công trình theo hướng x</p>	Vị trí trong mặt phẳng của cột so với đường lưới trục công trình	± 25 mm
2	 <p>y - lưới trục công trình theo hướng y</p>	Vị trí trong mặt phẳng của tường so với lưới trục công trình	± 25 mm
3		Không gian trống giữa các cột hoặc tường liền kề	<p>Max [± 20 mm; $\pm l/600$] và ≤ 60 mm</p> <p>Lưu ý: Yêu cầu dung sai vị trí chặt chẽ hơn đối với cột và tường đúc sẵn tùy thuộc vào dung sai của cấu kiện đúc sẵn và chiều dài vị trí lắp đặt.</p>

G.1.3 Dầm và sàn

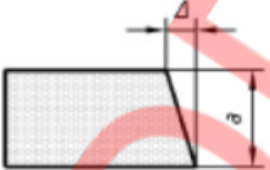
Bảng G.3 Dung sai cho phép đối với dầm và sàn

STT	Loại dung sai	Mô tả	Dung sai cho phép Δ
			Dung sai loại 1
1		Độ võng của dầm.	Max [± 20 mm; $\pm l/600$] Trong trường hợp đặc biệt quy định trong TCVN yyy:202x, (NF P 18-710) các giá trị dung sai nghiêm ngặt hơn đối với độ võng áp dụng cho dung sai loại 1 được quy định trong chỉ dẫn kỹ thuật
2		Khoảng cách giữa dầm liền kề, đo ở tương ứng điểm.	Max [± 20 mm; $\pm l/600$] và ≤ 40 mm Lưu ý: Yêu cầu dung sai vị trí chặt chẽ hơn đối với dầm đúc sẵn tùy thuộc vào dung sai của cấu kiện đúc sẵn và chiều dài vị trí lắp đặt.
3		Độ nghiêng của dầm hoặc sàn.	$\pm (10 + l / 500)$ mm
		Dung sai giữa các dầm liền kề được đo tại các điểm tương ứng.	$\pm (10 + l / 500)$ mm

		Dung sai giữa các dầm và sàn ở các tầng liền kề.	± 20 mm
	 1 - đường lưới trực công trình	Mức tổng dung sai tích lũy so với lưới trực công trình $H \leq 20$ m $20 \text{ m} < H$	Đối với $H \leq 20$ m $\rightarrow \pm 20$ mm Đối với $H > 20$ m \rightarrow $\pm 0,5^*(H+20)$ nhưng ≤ 50 mm

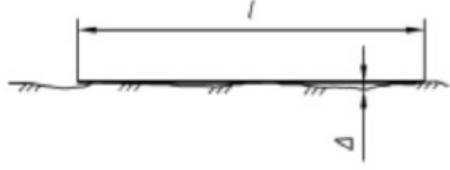
G.1.4 Mặt cắt

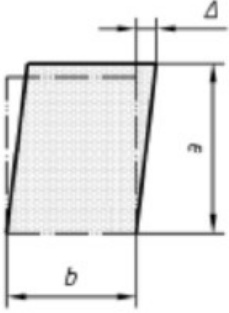
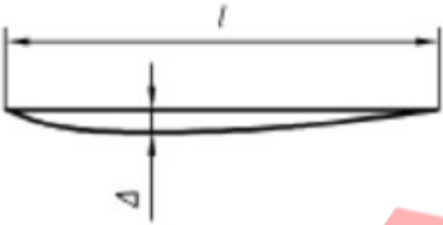
Bảng G.4 – Dung sai mặt cắt ngang cho phép

STT	Loại dung sai	Mô tả	Dung sai cho phép Δ
			Dung sai loại 1
1	 a - chiều dài của kích thước mặt cắt ngang	Tính trực giao của một mặt cắt ngang	Max [$\pm 0.04 a$; ± 5] mm nhưng $\leq \pm 20$ mm

G.1.5 Dung sai cho bề mặt và độ thẳng của cạnh

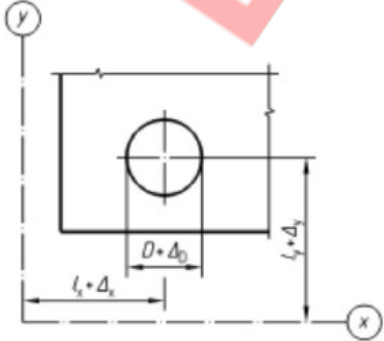
Bảng G.5 – Dung sai cho phép đối với các bề mặt và các cạnh

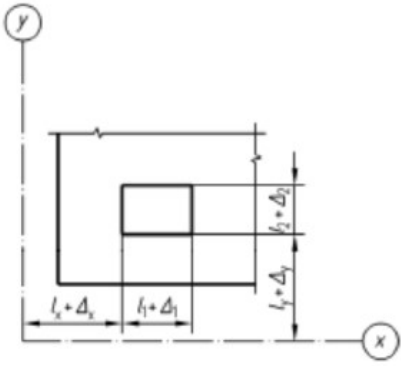
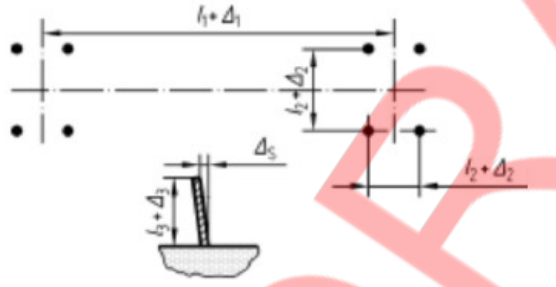
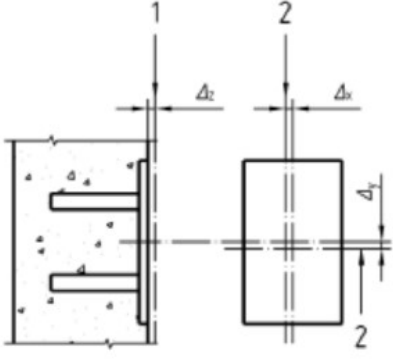
STT	Loại dung sai	Mô tả	Dung sai cho phép Δ
			Dung sai loại 1
1		Độ phẳng toàn bộ kết cấu sử dụng thước tham chiếu 2m Độ phẳng cục bộ sử dụng thước tham chiếu 0.2m	Cấu kiện đúc sẵn Đối với $l = 2$ m $\rightarrow 5$ mm Đối với $l = 0.2$ m $\rightarrow 2$ mm Cấu kiện đúc tại chỗ Đối với $l = 2$ m $\rightarrow 8$ mm Đối với $l = 0.2$ m $\rightarrow 3$ mm

<p>2</p>		<p>Độ lệch của mặt cắt ngang</p>	<p>Max $[\pm 0.04 a; \pm 0.04 b; \pm 7]$ mm Nhưng $\leq \pm 30$ mm</p>
<p>3</p>		<p>Độ thẳng của cạnh</p>	<p>Đối với $l < 1$ m $\rightarrow 5$ mm Đối với $l > 1$ m $\rightarrow 5$mm/m nhưng ≤ 8 mm</p> <p>Đối với các cạnh cong hoặc thẳng có $l > 5$ m thì các dung sai này không được áp dụng và các chỉ dẫn kỹ thuật trong các dự án cụ thể phải quy định các dung sai đã chọn và các phương pháp kiểm soát hình học.</p>

G.1.6 Dung sai cho các lỗ (tròn và chữ nhật) và các miếng chèn

Bảng G.6 - Dung sai cho các lỗ (tròn và chữ nhật) và các miếng chèn.

STT	Loại dung sai	Mô tả	Dung sai cho phép Δ
			Dung sai loại 1
<p>1</p>	 <p>Δ_x và Δ_y - độ lệch của lỗ và ống dẫn so với lưới trục công trình theo x - và hướng y Δ_D - sai lệch về đường kính</p>	<p>Lỗ và ống dẫn Δ_x và Δ_y Δ_D</p>	<p>Δ_x và $\Delta_y \rightarrow \pm 25$ mm $\Delta_D \rightarrow \pm 10$ mm</p>

<p>2</p>	 <p>Δ_x và Δ_y - độ lệch so với lưới trục công trình theo hướng x- và y Δ_1 và Δ_2 - độ lệch của vị trí đặt miếng chèn. Cách khác được đo đến đường tâm như trong hình G.6.1.</p>	<p>Vị trí miếng chèn $\Delta_x, \Delta_y, \Delta_1, \Delta_2$</p>	<p>$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_1, \Delta_2 \rightarrow \pm 25$ mm</p>
<p>3</p>	 <p>l_1 - khoảng cách giữa các nhóm bu lông l_2 - khoảng cách giữa các bu lông trong nhóm l_3 - chiều dài của bu lông</p>	<p>Bu lông neo và các phụ kiện tương tự Khoảng cách giữa các tâm nhóm bu lông (Δ_1) Khoảng cách bên trong giữa các bu lông trong một nhóm (Δ_2) Sự nhô ra (Δ_3) Độ nghiêng (Δ_s)</p>	<p>$\Delta_1 = \pm 10$ mm $\Delta_2 = \pm 3$ mm $-5\text{mm} \leq \Delta_3 \leq +25\text{mm};$ $\Delta_s = \text{Max} [5 \text{ mm}; l_3/200]$</p>
<p>4</p>	 <p>1 - vị trí danh nghĩa theo chiều sâu 2 - vị trí danh nghĩa trong mặt phẳng</p>	<p>Tấm neo và các vật liệu chèn tương tự Độ lệch trong mặt phẳng Độ lệch về độ sâu</p>	<p>$\Delta_x, \Delta_y = \pm 20$ mm $\Delta_z = \pm 10$ mm Trừ trường hợp chỉ rõ trong chỉ dẫn kỹ thuật</p>

TCVN ...:202x

Tài liệu tham khảo

1. NF P18-451, 2018, Concrete - Execution of concrete structures - Specific rules for UHPRFC;
 2. BS-EN 13670, 2009, Concrete - Execution of concrete structures.
 3. ACF-04, 2021, Guideles for UHPC materials design.
 4. EN 206, 2009 - Concrete - Specification.
 5. FHWA-HRT-06-103- 2006 Material Property Characterization of Ultra - High Performance Concrete.
 6. FHWA-HRT-13-060- 2013 Ultra - High Performance Concrete: A State-Of-The-Art Report for The Bridge Community.
 7. FHWA-HRT-18-036- 2018 Properties and Behavior of UHPC-Class Materials.
 8. K- UHPC Guidelines-2018.
-

DRAFT