

THỰC NGHIỆM XÁC ĐỊNH SỨC NĂNG KHÁNG VÀ CHẠM CỦA KẾT CẤU BẰNG UHPC

EXPERIMENT IMPACT RESISTANCE OF UHPC SLABS

➔ **Ths. Nguyễn Long** - Bộ môn Vật liệu Xây dựng, Trường ĐH Giao thông vận tải
Email: nguyenslong76@utc.edu.vn

Tóm tắt: Bài báo giới thiệu một phương pháp thử nghiệm và chạm theo nguyên lý tải trọng rơi và kết quả thực nghiệm xác định khả năng kháng va chạm của kết cấu bản bằng bê tông tính năng siêu cao (UHPC) có cường độ trung bình 120MPa và 130MPa chứa 2,0% và 2,5% cốt sợi thép micro sử dụng các vật liệu sẵn có tại Việt Nam.

Từ khóa: Bê tông tính năng siêu cao, UHPC, sức kháng va chạm của bản.

1. MỞ ĐẦU

Sức kháng va chạm của kết cấu là khả năng hấp thụ và tiêu tán năng lượng do va chạm tác động lên kết cấu mà gây phá hoại hoặc ảnh hưởng đến tính năng làm việc của kết cấu [1]. Để đánh giá sức kháng va chạm của kết cấu thường dùng các thí nghiệm va chạm trên dầm, bản và vỏ mỏng bằng vật liệu sử dụng với phương pháp thử nghiệm thông dụng là phương pháp tải trọng rơi (drop weight method). Tùy theo yêu cầu về năng lượng và tốc độ va chạm để chọn khối lượng quả nặng (m) và chiều cao rơi (h). Trên cơ sở quan hệ giữa lực va chạm với chuyển vị (hay độ võng) tại điểm va chạm có thể xác định được năng lượng của tác động va chạm gây ra ứng xử tổng thể của kết cấu, đó chính là diện tích phía dưới của đường quan hệ lực va chạm với chuyển vị (hay độ võng). Năng lượng va chạm gây phá hoại mẫu biểu thị độ dai va chạm của kết cấu.

Kết cấu bản bằng bê tông tính năng siêu cao (Ultra High Performance Concrete - UHPC) có khả năng chịu tải trọng va chạm rất tốt do vật liệu UHPC có khả năng kháng va chạm cao.

2. VẬT LIỆU VÀ MẪU THỬ

Các vật liệu thành phần để chế tạo UHPC trên cơ sở các vật liệu sẵn có tại Việt Nam gồm:

- Xi măng Pooc - lạng PC50 Nghi Sơn thỏa mãn các tiêu chuẩn kỹ thuật theo TCVN 6282:2009;

- Phụ gia khoáng hoạt tính sử dụng Silica Fume SF-90 của Vina Pacific thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật theo ASTM C1240-05 và EN 13263-2009.

- Bột quartz sử dụng loại Quartz 10 Microns xuất xứ Ấn Độ, có độ tinh khiết rất cao, cỡ hạt chủ

Abstract: The article presents an impact experiment base on drop weitht method and experimental results of impact resistance of UHPC slabs with compressive strength 120MPa and 130MPa containing 2,0% and 2,5% micro steel fiber using available Vietnamese materials.

Keywords: Ultra High Performance Concrete, UHPC, impact resistance of slabs.

yếu nhỏ hơn 10 μm ;

- Cốt liệu: phối hợp từ 2 loại cát thạch anh cỡ hạt 0,15-0,63 và cỡ hạt 0,63 - 0,9, hàm lượng SiO₂ trên 98%, được khai thác tại mỏ cát trắng Phong Điền, tỉnh Thừa Thiên - Huế;

- Phụ gia siêu dẻo sử dụng Sika Viscocrete 3000 - 20M gốc polycarboxylat cải tiến của hãng Sika phù hợp với loại G theo tiêu chuẩn ASTM C494;

- Cốt sợi thép sử dụng loại sợi thép rất nhỏ (steel micro fiber) thương hiệu Sapen, xuất xứ Trung Quốc;

Thử nghiệm được thực hiện với 04 thành phần UHPC có cường độ chịu nén 120MPa và 130 MPa chứa cốt sợi thép micro 2,0% và 2,5% như trong Bảng 1.

Bảng 1: Thành phần vật liệu UHPC và ký hiệu mẫu

TT	Vật liệu	Ký hiệu mẫu			
		M130 S2,0	M120 S2,0	M130 S2,5	M120 S2,5
1	Cát 0,63-0,9 (kg)	784,5	780,2	780,5	776,2
2	Cát 0,15-0,63 (kg)	334,5	416,1	332,8	414
3	XM PC50 Nghi Sơn (kg)	762,7	693,5	758,8	690
4	Bột Quartz 10 micron (kg)	144,9	131,8	144,2	131,1
5	Silica fume SF90 (kg)	152,5	145,6	151,8	144,9
6	Nước (kg)	170,24	174,54	169,37	173,7
7	Siêu dẻo (kg)	18,31	15,1	18,21	15,03
8	Cối sợi thép (kg)	157	157	196,3	196,3
	Tỷ lệ SF/X	0,20	0,21	0,20	0,21
	Tỷ lệ N/CKD	0,20	0,22	0,20	0,22

Từ 04 hỗn hợp UHPC nói trên, chế tạo 04 mẫu bản kích thước 1,00x1,00m dày 5cm như Hình 1.



Hình 1: Mẫu bản UHPC kích thước 1,00 x 1,00m dày 5cm

3. BỐ TRÍ THỬ NGHIỆM VÀ CHẠM VÀ KẾT QUẢ

Thiết bị thử nghiệm và chạm sử dụng nguyên tắc tải trọng rơi gồm quả nặng có tổng khối lượng 60kg (quả nặng hình trụ tròn bằng thép đường kính D180mm và chiều dài H290mm, nặng 57kg, có gắn cảm biến lực và đầu va chạm nặng 3kg) như Hình 2.

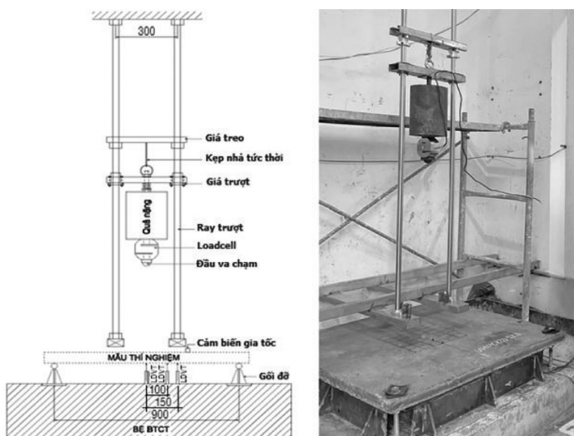
Quả nặng được định hướng rơi theo phương thẳng đứng bằng việc khống chế giá treo trượt dọc giữa 2 ray trượt thẳng đứng bằng thép không rỉ đường kính D25mm như hình vẽ. Khoảng cách giữa 2 ray trượt là 300mm. Để giảm tối đa ma sát với ray trượt, con trượt có cấu tạo ổ bi và bề mặt ray trượt được bôi trơn.

Đầu va chạm được làm bằng thép tôi cứng, dạng bán cầu có đường kính 40mm để tránh hiệu ứng cắt cục bộ khi bề mặt bản cong do võng xuống.

Giữa quả nặng và đầu va chạm có gắn cảm biến lực (loadcell) để đo lực va chạm tác động lên mẫu.

Gối kê 4 cạnh được chế tạo bằng thép đặc, với khoảng cách giữa tim 2 gối đối diện là 900mm. Gối được liên kết chặt với khối đế bằng bê tông cốt thép có kích thước 1,2mx2,2m chiều dày 0,5m để đảm bảo đủ khả năng hấp thụ hoàn toàn năng lượng do tác động va chạm truyền xuống. Tại điểm giao tim các gối ở 4 góc có cấu tạo bu lông M18 để có thể liên kết đàn hồi kim chế mẫu bị nảy lên sau va chạm.

Chiều cao rơi của quả nặng là 1m, tương ứng với



Hình 2: Sơ đồ và hình ảnh thiết bị thí nghiệm tải trọng rơi



Hình 3: Thí nghiệm và chạm tải trọng rơi

va chạm tốc độ thấp (tốc độ quả nặng ngay trước va chạm là 4,43m/s).

Để theo dõi lực va chạm sử dụng cảm biến lực loại chữ Z hiệu Keli PTZ 10T có tải trọng tối đa 10T. Độ võng của bản được theo dõi bằng 03 cảm biến dịch chuyển (LVDT) hiệu Kyowa DTH-A-50 gắn dưới đáy bản tại giữa bản, cách giữa bản 10cm và cách giữa bản 15cm. Thiết bị chuyển đổi số và ghi dữ liệu sử dụng Tokyo Sokki Kenkyujo SDA-830C.

Mẫu bản UHPC được đặt trên gối kê 4 cạnh và giữ 4 góc bằng liên kết đàn hồi bằng bu lông M18 xuyên qua các lỗ cách mép bản 50mm, kết hợp đệm cao su. Điều chỉnh giá treo quả nặng đúng vị trí và treo vào kẹp nhà tức thời. Kết nối các cảm biến với thiết bị đọc và ghi dữ liệu được điều khiển bằng máy tính. Kiểm tra hoạt động của máy tính và các cảm biến. Thả quả nặng từ độ cao 1,0m rơi tự do và đập vào chính giữa mẫu bản UHPC, như Hình 4-6.

Thử nghiệm và chạm với 04 mẫu bản được quan hệ giữa lực va chạm và độ võng của bản như trong Hình 4. Kết quả xác định mức hấp thụ năng lượng va chạm của các mẫu bản như trong Bảng 2.

Kết quả thử nghiệm cho thấy với cùng năng lượng tác động va chạm (cùng khối lượng quả nặng và chiều cao rơi), các mẫu bản bằng UHPC có cường

Xem tiếp trang 47

trọng của công trình. Khi tính toán thiết kế theo ASCE7-22 thì cần tính đến mức độ rủi ro của công trình ngay từ khi tính vận tốc gió đầu vào. Trong khi đó với tiêu chuẩn Mỹ ASCE7-10, vận tốc gió đầu vào đã được kể đến hệ số tùy thuộc mức độ rủi ro của công trình theo 3 loại chu kỳ lặp là 300 năm, 700 năm hay 1700 năm. Tuy nhiên khi tính toán theo các trạng thái giới hạn I và II, hệ số tầm quan trọng của tải trọng gió được lấy bằng 1,0. Vì vậy, khi thiết kế nhà và công trình ở Việt Nam sử dụng tiêu chuẩn Mỹ nên áp dụng ASCE 7-22 cần phải chuyển đổi vận tốc gió đầu vào phụ thuộc cấp rủi ro của công trình. □

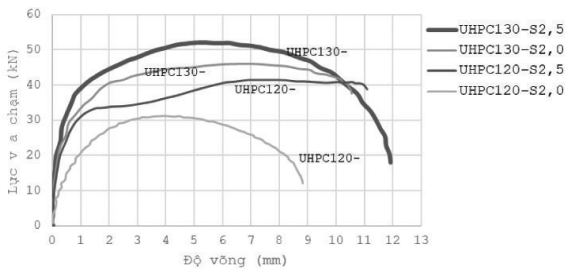
TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] TCVN 2737:2023, Tải trọng và tác động, Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng, Bộ Xây dựng.
- [2]. TCVN 2737:1995, Tải trọng và tác động – Tiêu chuẩn thiết kế, NXB Xây dựng

- [3] ASCE 7-22, Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures - American Society of Civil Engineers, 1801 Alexander Bell Drive Reston, Virginia 20191, USA
- [4] ASCE/SEI7-10, Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, ASCE 7-10, 658p.
- [5] ASCE/SEI 7-16. Minimum design loads and associated criteria for buildings and other structures. Published by American Society of Civil Engineers 1801 Alexander Bell Drive Reston, Virginia, 20191-4382
- [6] EN 1991-1-4:2010, Eurocode 1: Actions on structures –Part 1-4: General actions – Wind actions (includes Amendment A1:2010 + Corrigendum AC:2010), English translation of EN 1991-1-4:2010-12, 151p.
- [7] GB 50009-2012, Load Code for the Design of building Structures.
- [8] QCVN 02:2022/BXD, Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về Số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng.

THỰC NGHIỆM XÁC ĐỊNH SỨC NĂNG KHÁNG...

Tiếp theo trang 27



Hình 4: Biểu đồ quan hệ giữa lực va chạm và độ võng của các mẫu bản UHPC

Bảng 2: Mức hấp thụ năng lượng va chạm của các mẫu bản

STT	Ký hiệu mẫu bản	Năng lượng tại độ võng cực đại	
		Giá trị (J)	Chênh lệch (%)
1	UHPC120-S2,0	224,2	0
2	UHPC120-S2,5	410,5	83,1
3	UHPC130-S2,0	440,5	96,5
4	UHPC130-S2,5	533,9	138,1

độ chịu nén và hàm lượng cốt sợi cao hơn thì khả năng hấp thụ năng lượng cũng cao hơn. Mẫu bản UHPC130-S2,5 hấp thụ năng lượng va chạm lớn nhất có giá trị là 533 (J); mẫu bản UHPC120-S2,0 hấp thụ năng lượng va chạm nhỏ nhất, có giá trị

là 224 (J). Với cùng hàm lượng cốt sợi thép 2,0% và 2,5% (theo thể tích), mẫu bản bằng UHPC có cường độ 130MPa hấp thụ năng lượng cao hơn mẫu bản bằng UHPC có cường độ 120MPa tương ứng là 96,5% và 30,0%. Với cùng cường độ UHPC là 120MPa và 130MPa, mẫu có hàm lượng cốt sợi thép 2,5% hấp thụ năng lượng cao hơn mẫu có hàm lượng cốt sợi thép 2,0% tương ứng là 83,1% và 21,2%. Như vậy cường độ và hàm lượng cốt sợi thép có ảnh hưởng rõ rệt đến khả năng hấp thụ năng lượng của kết cấu bản bằng UHPC, trong đó mức độ ảnh hưởng của cường độ và hàm lượng cốt sợi thép sẽ lớn hơn ở cấp cường độ cao hơn hoặc/và hàm lượng cốt sợi thép thấp.

4. KẾT LUẬN

Cường độ và hàm lượng cốt sợi thép có ảnh hưởng rõ rệt đến sức kháng va chạm của bản bằng UHPC. Cường độ và hàm lượng cốt sợi thép càng cao thì mức độ hấp thụ năng lượng va chạm của bản UHPC càng lớn. Tuy nhiên mức độ ảnh hưởng sẽ giảm dần ở cấp cường độ cao hơn hoặc/và hàm lượng cốt sợi cao.

Tài liệu tham khảo

- [1] Dominick V Rosato & Donald V Rosato, Plastic Engineered Product Design, p102, Elsevier Ltd., 2003.