

PHÂN TÍCH SÀN PHẪNG BÊ TÔNG CỐT THÉP CÓ GÓC LỖM TRONG KẾT CẤU NHÀ NHIỀU TẦNG CHỊU TẢI TRỌNG NGANG (TẢI TRỌNG ĐỘNG ĐẤT)

AN ANALYSIS OF REINFORCED CONCRETE FLAT SLABS WITH CONCAVE ANGLES IN STRUCTURES OF MULTI-STOREY BUILDINGS SUBJECTED TO HORIZONTAL LOADS (EARTHQUAKE LOAD)

Trương Hoài Chính

Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng; thchinh@dut.udn.vn

Tóm tắt - Kết cấu sàn phẳng không dầm được sử dụng rộng rãi trong các công trình xây dựng, đặc biệt các công trình cao tầng. Trong kết cấu nhà cao tầng, quan niệm tính toán thông thường xem sàn là tuyệt đối cứng trong mặt phẳng sàn, tiếp nhận tải trọng ngang và truyền vào hệ kết cấu chịu lực. Thực tế sàn có độ cứng hữu hạn, nhiều trường hợp có góc lõm, nên cần thiết phải có sự đánh giá, kiểm tra sự làm việc của sàn trong mặt phẳng ngang. Khi xảy ra động đất, hệ thống thiết kế chịu động đất đòi hỏi phải kiểm soát chuyển vị công trình, bằng việc chống lại lực quán tính phát sinh từ gia tốc chuyển động của khối lượng công trình. Phần lớn khối lượng công trình tập trung ở mái và các sàn. Vì thế sàn là bộ phận quan trọng của thiết kế chống động đất và phải được tính toán thiết kế đầy đủ. Vì vậy báo cáo nghiên cứu sự làm việc của sàn phẳng bê tông cốt thép (sàn không dầm), đặc biệt sàn có góc lõm trong kết cấu nhà nhiều tầng chịu tải trọng động đất.

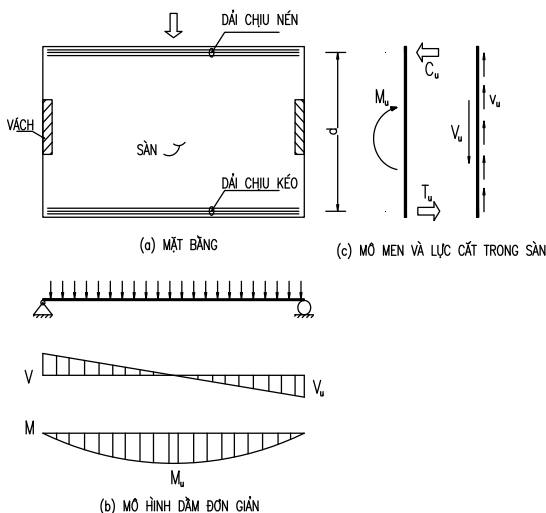
Từ khóa - sàn phẳng; góc lõm; tải trọng động đất; độ cứng; công trình cao tầng.

Abstract - Structures of flat slabs without beams are not widely used in construction, especially in that of multi-storey buildings. In tall building structures, it is usually calculated that the floor is absolutely hard in the floor plane, receiving lateral loads and transferring it to the load-bearing structural system. However, in reality, the floor has finite stiffness and in many cases it has concave angles. Therefore, it is necessary to assess and check the work of the floor in the horizontal plane. When an earthquake occurs, the system designed to withstand earthquakes requires controlled translocation work by force of inertia against acceleration resulting from motion of the quantity of work. The bulk of the work concentrates on the roof and the floor. So the floor is a vital part of an earthquake-resistant design which must be fully calculated. So the article studies the work of reinforced concrete flat slabs (the floor without beams), especially when there are concave angles in multi-storey building structures bearing earthquake loads.

Key words - flat slab; concave angle; earthquake load; stiffness; multi-storey buildings.

1. Đặt vấn đề

Trên Hình 1a minh họa sự làm việc của một tấm sàn chịu tải trọng trong mặt phẳng. Sàn có thể được mô hình như dầm có hai gối đỡ (vách). Nội lực của sàn được thể hiện trên Hình 1b. Mô men uốn M_u gây ra lực kéo T_u và lực nén C_u (Hình 1c) tại các dải ở biên sàn.

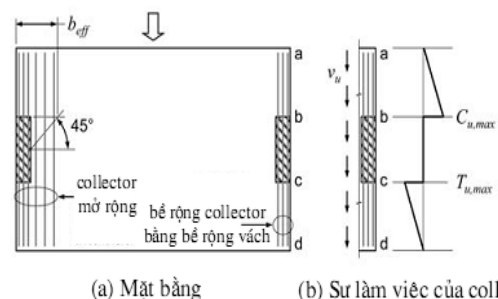


Hình 1. Sự làm việc của sàn chịu tải trọng ngang

Thành phần lực cắt được truyền cho các vách thông qua các dải sàn quanh vách, được gọi là collector. Một collector có thể có bề rộng bằng bề rộng vách (vách bên phải Hình 2a) hoặc có thể phải được mở rộng ra dải sàn liền kề với bề rộng b_{eff} (vách bên trái Hình 2a).

Trên Hình 2b thể hiện lực dọc (kéo và nén) trong

collector trong trường hợp bề rộng collector bằng bề rộng của cửa vách.



Hình 2. Dải sàn truyền lực ngang cho vách (collector)

Tiêu chuẩn ACI 318 (Mỹ) cho phép sử dụng cốt thép phân bố trong sàn để chịu các nội lực trên, tuy nhiên với cốt thép phân bố, có thể gây ra biến dạng kéo lớn. Với lý do này, ACI 318 cũng đề xuất bố trí các cốt thép ở biên tại các dải kéo và nén. Ở Việt Nam, việc phân tích sự làm việc của sàn trong thực tế thiết kế nhà nhiều tầng chịu tải trọng ngang còn ít được quan tâm nên nghiên cứu sự làm việc của sàn trong kết cấu nhà nhiều tầng chịu tải trọng ngang là cần thiết.

2. Các mô hình phân tích nội lực sàn chịu tải trọng ngang

2.1. Mô hình dầm tương đương [2, 4]

Mô hình này coi sàn như một dầm có nhịp theo phương ngang giữa các gối cứng lý tưởng. Các gối cứng thể hiện các điều kiện đứng như các vách. Hình 1 thể hiện mô hình dầm tương đương. Với trường hợp trong hình vẽ, dầm được gối đơn giản, bởi các vách đều đặt ở cuối của sàn. Cách tiếp

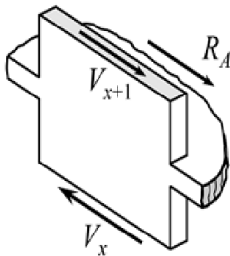
cận này cũng có thể được sử dụng với các vách nằm phía trong của các cạnh biên sàn. Mô hình này đơn giản nhưng chỉ xét từng sàn riêng biệt.

2.2. Mô hình dầm tương đương hiệu chỉnh [2, 4]

Mô hình này mô tả gần đúng sự làm việc của sàn, trong đó thể hiện sự tương tác với các cấu kiện đứng.

Cách tiếp cận cơ bản là xác định lực được truyền giữa sàn và mỗi một cấu kiện đứng thông qua tính toán lực cắt quanh một cấu kiện đứng tại mỗi mức sàn (Hình 3).

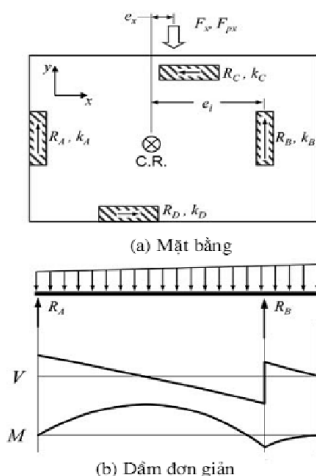
Mô hình này mô tả gần đúng sự làm việc của sàn, trong đó thể hiện sự tương tác với các cấu kiện đứng. Cách tiếp cận cơ bản là xác định lực được truyền giữa sàn và mỗi một cấu kiện đứng thông qua tính toán lực cắt quanh một cấu kiện đứng tại mỗi mức sàn (Hình 3).



Hình 3. Lực truyền giữa sàn và vách

Khi sàn được mô hình tuyệt đối cứng và sử dụng phương pháp lực ngang tương đương thì lực được truyền tới sàn được tính toán bằng sự sai khác của các lực trong cấu kiện đứng ở phía trên và dưới sàn đang xét.

Gần đúng có thể xác định lực phân bố trên sàn từ tổng hợp lực ngang và tâm cứng của sàn. Với các sàn hình chữ nhật có khối lượng phân bố đều, lực phân bố hình thang sẽ được áp dụng cho sàn (Hình 4). Lực cắt và mô men thu được (Hình 4b) đều được chấp nhận để tính toán, phân tích cho kết cấu sàn. Lưu ý rằng, cách tiếp cận này sẽ khó xét được mô men do các gối tựa theo phương vuông góc với chiều lực ngang tác dụng (R_C và R_D trên Hình 4a).



Hình 4. Mô hình dầm tương đương hiệu chỉnh

2.3. Mô hình phần tử hữu hạn

Mô hình phần tử hữu hạn của sàn là phương pháp tổng quát đánh giá lực truyền giữa các cấu kiện đứng, kể cả những trường hợp phức tạp như có các lỗ mở lớn ở sàn

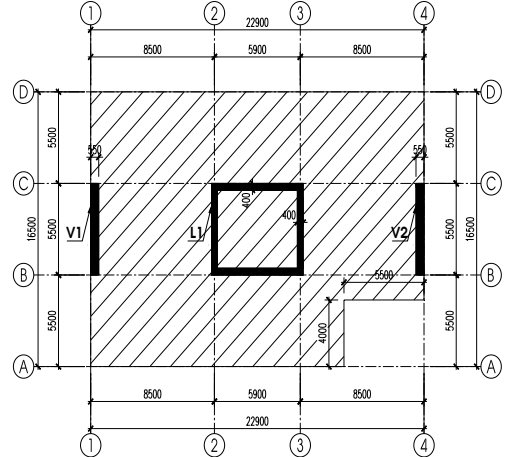
hoặc sàn có hình dạng bất thường. Với mô hình này có thể dễ dàng xét đến sự làm việc không gian của hệ kết cấu, đặc biệt tại những vị trí có sự thay đổi đột ngột về diện tích sàn.

3. Thí dụ tính toán với sàn có góc lõm

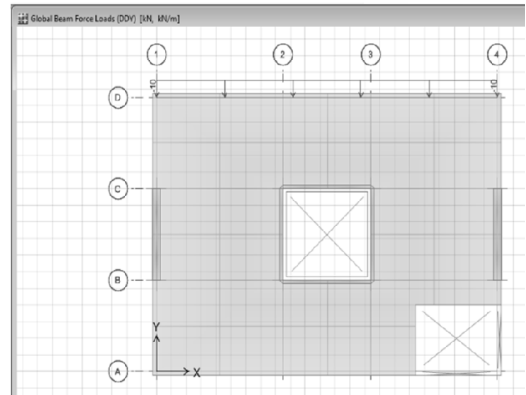
Công trình cao 12 tầng, mỗi tầng cao 3.3m (Hình 5).

Vách, lõi, sàn sử dụng bê tông cấp độ bền B30, sàn dày 300mm, vách dày 550mm, lõi dày 400mm không thay đổi tiết diện từ dưới lên.

Sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn (phần mềm ETABS và SAFE) để tính toán nội lực trong sàn dưới tác dụng của tải trọng động đất theo phương y (Hình 6). Lực động đất được xác định theo TCVN 9386:2012.

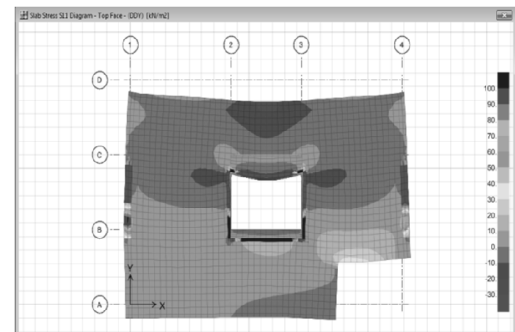


Hình 5. Mặt bằng công trình

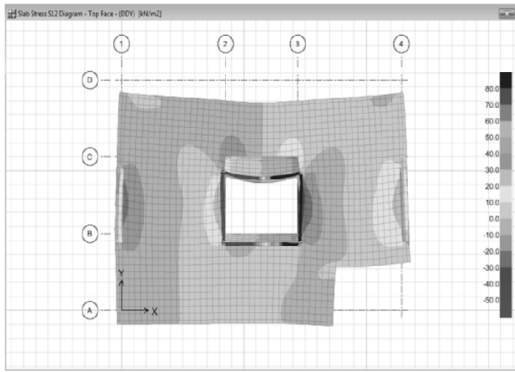
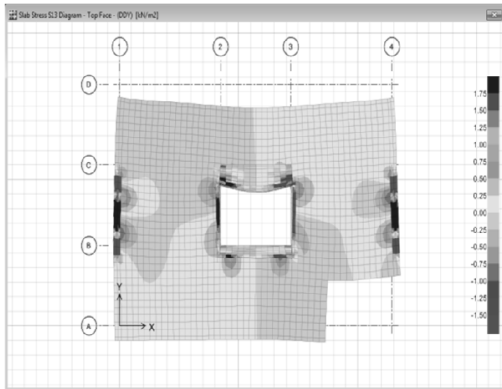
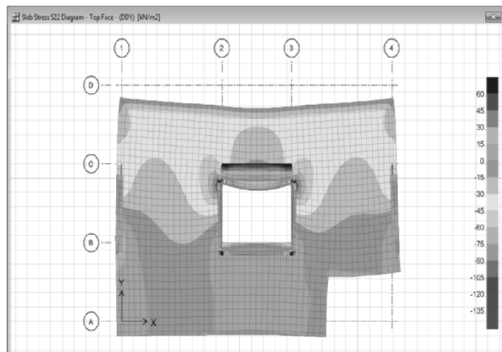
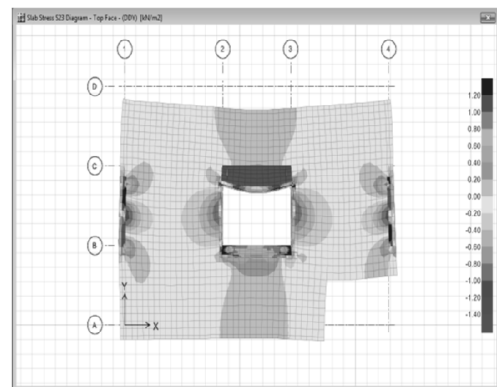


Hình 6. Mặt bằng công trình chịu tải trọng ngang theo phương y

3.1. Kết quả ứng suất tính toán theo phần mềm

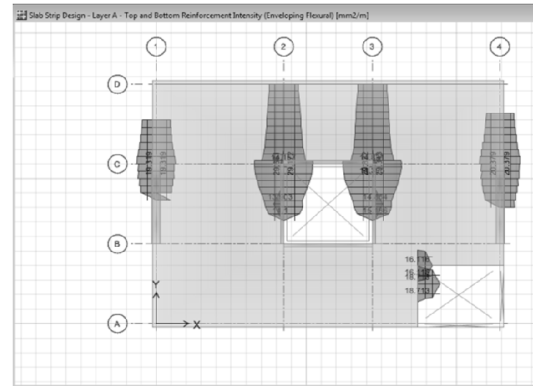


Hình 7. Ứng suất S11

Hình 8. Ứng suất S_{12} Hình 9. Ứng suất S_{13} Hình 10. Ứng suất S_{22} Hình 11. Ứng suất S_{23}

3.2. Kết quả cốt thép tính toán theo phần mềm

Tiến hành xem xét sự làm việc của hệ sàn tầng dưới tác dụng của tải trọng động đất bằng mô hình phần tử hữu hạn với kết quả ứng suất của sàn tại vị trí góc lõm (Bảng 1).

Hình 12. Cốt thép cần bổ sung tại các vị trí góc lõm (mm^2/m)

Bảng 1. Ứng suất cục bộ của sàn tại vị trí góc lõm

Tầng	S_{11} (kN/m^2)	S_{22} (kN/m^2)	S_{12} (kN/m^2)	S_{max} (kN/m^2)	S_{min} (kN/m^2)	α_1 (Độ)	α_2 (Độ)
12	-34.98	-34.12	-19.60	-14.95	-54.14	1.3	91.3
11	3.05	-1.61	-4.77	6.02	-4.58	63.9	153.9
10	11.36	12.66	-0.36	12.75	11.26	61.1	151.1
9	8.06	19.33	-0.17	19.33	8.05	88.3	178.3
8	3.69	27.43	-0.18	27.43	3.69	89.1	179.1
7	2.70	40.19	1.17	40.22	2.66	93.6	3.6
6	7.32	59.07	4.72	59.50	6.89	100.3	10.3
5	20.94	86.30	11.61	88.30	18.94	109.5	19.5
4	48.11	124.92	23.51	131.54	41.48	121.5	31.5
3	90.48	176.09	40.79	192.41	74.16	133.6	43.6
2	135.67	231.19	60.11	260.20	106.66	141.5	51.5
1	105.84	226.06	47.52	242.57	89.32	128.3	38.3

3.3. Nhận xét

Giá trị ứng suất cục bộ tại vị trí góc lõm giảm dần từ giá trị kéo lớn nhất về giá trị nén lớn nhất từ tầng 1 đến tầng 12 dưới tác dụng của tải trọng động đất. Hầu hết ứng suất cục bộ tại vị trí góc là ứng suất kéo. Xét về giá trị tuyệt đối, ứng suất nén nhỏ hơn khá nhiều so với ứng suất kéo. Như vậy, ứng suất cục bộ tại góc lõm nguy hiểm hơn đối với các tầng ở dưới. Do vậy, cần bố trí cốt thép gia cường tại góc lõm.

4. Kết luận

Trong thiết kế kết cấu sàn của nhà nhiều tầng, nếu quan niệm sàn chỉ chịu tải trọng đứng trong nhiều trường hợp là chưa đảm bảo an toàn. Các kỹ sư thiết kế cần xem xét sự làm việc của sàn dưới tác dụng của tải trọng ngang để bổ sung các cốt thép cần thiết, đặc biệt chú ý các công trình khi mặt bằng sàn có các góc lõm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Lê Ninh (2011), *Cơ sở tính toán công trình chịu động đất*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [2] PEER/ATC-72-1(2010), *Modeling and Acceptance Criteria for Seismic Design and Analysis of Tall Buildings*.
- [3] [Sabelli R., Pottebaum, W., Dean, B. (2009), *Diaphragms for seismic loading*, Structural Engineer, Part 1, January, pp. 24-29, Part 2, February 2009, pp.22-23.
- [4] SEAOC (2005). *Using a concrete slab as a collector*. Seimology and Structural Standards Committee, Structural Engineers Association of California, 15pp.