

XÁC ĐỊNH NỘI LỰC CHO SÀN NEVO MỚI (NEW NAUTILUS EVO)

DETERMINATION OF INTERNAL FORCE FOR NEW NEVO

ThS. Trương Quốc Khang

Khoa Xây dựng - Trường ĐHXD Miền Tây

Email: truongquockhang@mtu.edu.vn

Điện thoại: 0907 028 028

Ngày nhận bài: 22/11/2022

Ngày gửi phản biện: 07/12/2022

Ngày chấp nhận đăng: 16/12/2022

Tóm tắt:

Bài báo trình bày cơ sở lý thuyết và cách xác định nội lực đối với sàn NEVO mới (New Nautilus Evo) theo EC2 EN1992-1-1.

Từ khóa: sàn Evo, tấm Evo.

Abstract:

The paper presents the theoretical basis and how to determine the internal force for the new NEVO (New Nautilus Evo) according to EN1992-1-1.

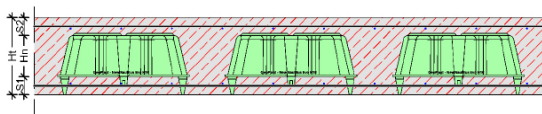
Keywords: Evo floor, Evo shell.

1. Mô tả

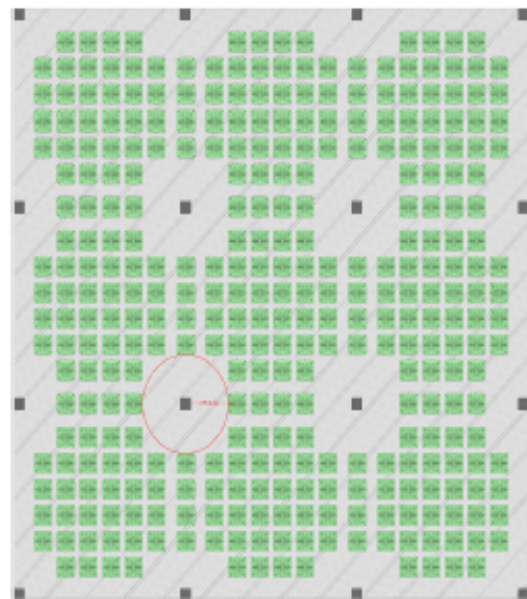
Nautilus Evo mới (New NEVO) là ván khuôn nhựa tái chế được thiết kế để tạo ra các tấm lõi rỗng hai trục trong bê tông cốt thép.

Cấu trúc được cấu hình giống như một tấm phẳng bê tông cốt thép với các lỗ rỗng hình lăng trụ bên trong. Ứng xử của kết cấu giống như một tấm phẳng, bởi vì hình dạng của các khoảng trống đảm bảo đủ độ cứng xoắn, theo EC2 EN1992-1-1 5.3.1.

Tại những khu vực tập trung lực cắt (phía trên tường và cột), bản sàn được làm bằng bê tông nguyên khối.



Hình 1. Mặt cắt điển hình của tấm Nevo mới [2]



Hình 2. Bố cục điển hình của các hộp trong sàn Nevo [2]



Hình 3. Ván khuôn dùng một lần Nevo mới [2]

2. Cơ sở lý thuyết
2.1. Các giả định tính toán chung

Tính toán kích thước trước này dựa trên phương pháp Park & Gamble để tính toán tấm mỏng hình chữ nhật (với tỷ lệ chiều dài cạnh A và B nhỏ hơn 2) trên các giá đỡ có nhịp và nhịp không xác định. Ảnh hưởng của nhịp góc và nhịp biên được xem xét bằng cách nhân mômen uốn thu được từ phương pháp trên với một hệ số thu được từ một số mô hình FEM. Mô hình này cho thấy rằng Park & Gamble phù hợp với mô hình FEM cho nhịp trung tâm nếu các nhịp lớn hơn.

Đối với các nhịp nhỏ hơn 2 và đối với các nhịp góc, nhịp biên thì giá trị mômen uốn này được nhân với một hệ số thích hợp. Tỷ lệ thép được tính theo phương pháp bình quân gia quyền có xét đến số nhịp biên/góc và nhịp giữa.

Khi tính toán độ võng, điều sau đây đã được xem xét (Lý thuyết về tấm và vỏ của Timoshenko): nếu kích thước của tấm lớn so với khoảng cách a và b giữa các cột và tải trọng phân bố đều, thì có thể được

kết luận rằng uốn trong tất cả các nhịp, không gần với biên của tấm, có thể được coi là giống hệt nhau, do đó chúng ta có thể giới hạn vấn đề chỉ uốn của một tấm. Độ lệch tối đa là ở tâm của tấm và độ lệch ở các góc là không. Để đơn giản hóa vấn đề, chúng ta giả sử rằng kích thước mặt cắt ngang của các cột là nhỏ và có thể bỏ qua khi xét đến độ võng và mômen tại tâm của các tấm. Bằng cách nội suy các kết quả được lập bảng, độ võng đàn hồi được tính toán. Ngoài ra, độ lệch dài hạn của vết nứt được tính toán thông qua việc sử dụng công thức đơn giản hóa EC2 kết hợp các ứng xử trong ứng xử không bị nứt và bị nứt. Điều này được thực hiện thông qua thời điểm yếu tố ξ , đó là một chức năng của thời điểm uốn trung bình và uốn nứt.

Tất cả các tính toán đều dựa trên tiêu chuẩn Eurocode 2.

2.2. Vật liệu

Bảng 1. Đặc tính của bê tông [2]

Cấp cường độ	C25/30	
Hệ số tin cậy	γ_c	1.5
Cường độ đặc trưng	f_{ck} (Mpa)	24.9
Cường độ trung bình	f_{cm} (Mpa)	33
Cường độ thiết kế	f_{cd} (Mpa)	14.11
Cường độ kéo dọc trục trung bình	f_{ctm} (Mpa)	2.56
Cường độ kéo dọc trục đặc trưng	f_{ctk} (Mpa)	1.8
Cường độ kéo dọc trục thiết kế	f_{ctd} (Mpa)	1.2
Cường độ kéo trong điều kiện chịu uốn	f_{cfm} (Mpa)	2.15

Cường độ kéo thiết kế trong điều kiện chịu uốn	f_{cfk} (Mpa)	1.51
Cường độ cắt thiết kế	t_{cd} (Mpa)	0.3
Mô đun đàn hồi trung bình	E_{cm} (Mpa)	31447.16

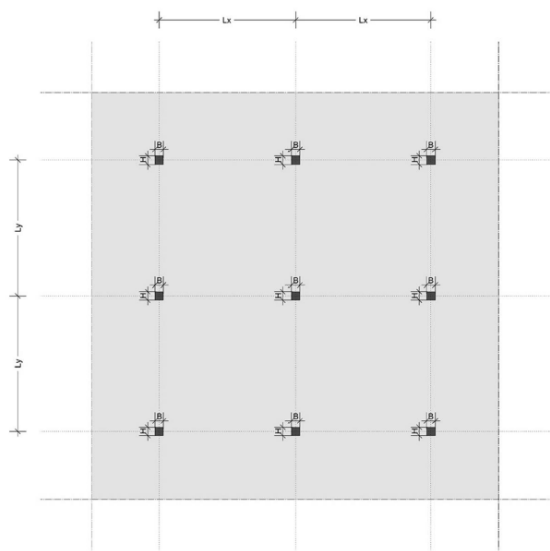
Bảng 2. Đặc tính của thép [2]

Cấp cường độ	B 450 C	
Hệ số tin cậy	-	1.15
Cường độ năng suất đặc trưng	f_{yk} (Mpa)	450
Cường độ thiết kế	f_{yd} (Mpa)	391.3
Sức căng	f_t (Mpa)	495
Mô đun đàn hồi trung bình	E_{cm} (Mpa)	210000

2.3. Dữ liệu đầu vào

2.3.1. Sàn giả định chung

Bản sàn được coi là một tấm mỏng hình chữ nhật trên các cột có nhiều nhịp như thể hiện trong sơ đồ sau:



Hình 4. Sơ đồ kết cấu sàn [2]

Bảng 3. Dữ liệu đầu vào [2]

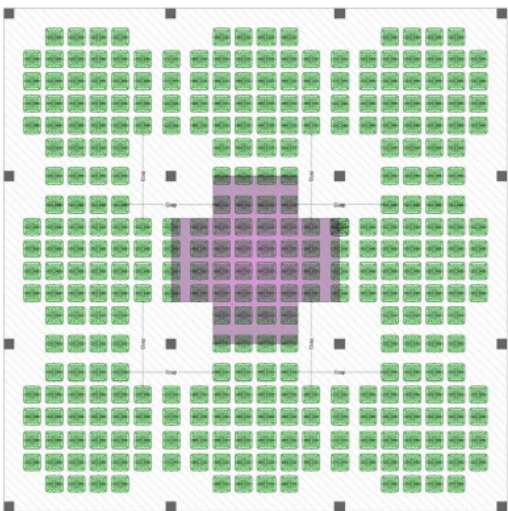
Nhịp 1 Lx (m)	6
Nhịp 2 Lx (m)	6
Chiều cao cột (cm)	30
Chiều rộng cột (cm)	30
Số nhịp hướng 1	2
Số nhịp hướng 2	2

2.3.2. Cấu hình tấm sàn nhẹ Nevo mới

Sàn nhẹ Nevo mới cần một số khu vực bê tông đầy đủ phía trên các cột. Phần mở rộng của các vùng này phụ thuộc vào:

- Lực dầm trên đầu cột.
- Khoảng cách giữa các phần tử Nevo mới.
- Cường độ chịu cắt của tấm nhẹ không có cốt thép (trong trường hợp muốn có cốt thép chịu cắt, tùy chọn kích thước vùng đầy đủ tối đa).
- Cường độ cắt với cốt thép cụ thể được xác định bởi nhà thiết kế (tùy chọn kích thước toàn vùng tối thiểu).

Số lượng các phần tử Nevo mới và trọng lượng bản thân của tấm phụ thuộc vào các thông số trên.



Hình 5. Cấu hình tấm sàn nhẹ Nevo mới [2]

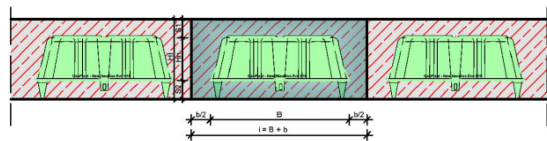
Bảng 4. Thông số cấu hình tấm sàn [2]

Khoảng cách các phần tử Nevo mới (mm)	Tiện ích mở rộng toàn vùng C_{cap} (m)
120	1.4

2.4. Dữ liệu đầu ra

2.4.1. Đặc điểm tấm nhẹ Nevo

Mặt cắt điển hình của tấm Nevo mới được hiển thị trong hình ảnh sau:



Hình 6. Mặt cắt của tấm Nevo [2]

Bảng 5. Đặc tính tấm lõi rỗng [2]

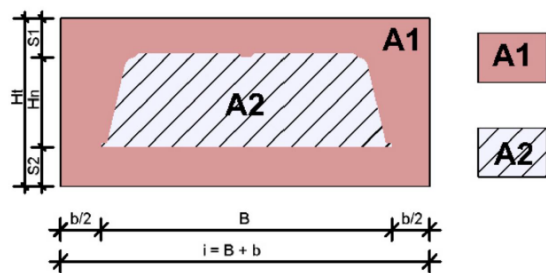
Tổng độ dày	H_t (mm)	210
Độ dày lớp đáy	S_1 (mm)	60
Độ dày lớp trên	S_2 (mm)	50
Tên tấm Nevo mới	N. Nautilus Evo	New Nautilus EVO H10
Kích thước Nevo mới	H_{nau} (mm)	100
Khoảng cách hộp	N (mm)	120
Khoảng hộp hướng X	B_x (mm)	640
Khoảng hộp hướng Y	B_y (mm)	640
Nhịp cột tối đa trong vùng thiết kế	$L_x \times L_y$ (m)	6×6
Mô men quán tính tấm nhẹ	J_{nau} (cm ⁴ /m)	71026.87

Bề mặt phần tấm sáng	A_{FS} (cm ² /m)	1375.61
Tiêu thụ bê tông tấm nhẹ	C_{nau} (m ³ /m ²)	0.15
Trọng lượng bản thân tấm nhẹ	$G_{k,nau}$ (kN/m ²)	3.79
Tấm tiêu thụ bê tông toàn cầu	C_{nau} (m ³ /m ²)	0.16
Tỷ lệ diện tích tấm sáng	%	94.56
Tỷ lệ diện tích toàn bộ sàn	%	5.44

2.4.2. Dữ liệu phân tích F.E.M

Tấm có thể được mô hình hóa bằng phần mềm FEM dưới dạng tấm bằng vật liệu bê tông. Để mô phỏng sự hiện diện của các khoảng trống, các thuộc tính của tấm được sửa đổi như sau:

- Giảm độ cứng uốn để mô phỏng hành vi uốn hiệu quả: mômen quán tính của tiết diện rỗng được tính theo định lý Huygens-Steiner và so sánh với tiết diện nguyên vẹn để tính hệ số giảm quán tính.
- Giảm độ cứng xoắn để mô phỏng sự truyền lực ngang hiệu quả: đối với mômen quán tính, theo lý thuyết Bredt, độ cứng chống xoắn của tiết diện rỗng được tính toán và so sánh với tiết diện đầy đủ để tính tỷ lệ giảm độ cứng xoắn.
- Giảm độ cứng cắt để mô phỏng khả năng biến dạng tiếp tuyến hiệu quả: đối với mômen quán tính, bề mặt tiết diện ngang của tiết diện rỗng được tính toán và so sánh với tiết diện đầy đủ để tính hệ số giảm độ cứng chống cắt.



Hình 7. Tiết diện rỗng để tính mô men quán tính và độ cứng xoắn với mặt cắt A1 và A2 [2]

Bảng 6. Hiệu chỉnh thuộc tính tấm theo phần mềm F.E.M. [2]

Hệ số giảm quán tính I1,1		0.92
Hệ số giảm quán tính I2,2		0.92
Hệ số giảm quán tính I1,2		0.96
Hệ số giảm cắt S1,3		0.66
Hệ số giảm cắt S2,3		0.66
Hệ số giảm khối lượng		0.72
Giảm mô đun đàn hồi	Mpa	29450.73
Mật độ tấm bê tông nhẹ	kN/m ³	18.02

2.4.3. Tải dữ liệu

Bảng 7. Tải trọng [2]

Tải trọng	Phân phối (kN/m ²)	g _q	Y ₀	Y ₁	Y ₂
Trọng lượng bản thân (G _k)	3.79	1.35			
Tải trọng chết chống chất (g _k)	1	1.50			

Hoạt tải (Q _k)	1	1.50	0.7	0.7	0.6
----------------------------	---	------	-----	-----	-----

2.5. Tính toán [2]

2.5.1. Momen uốn

Đối với bản sàn được đỡ bởi các cột, chịu tải trọng thẳng đứng w, cách đơn giản hóa phù hợp trong tính toán mômen uốn bên trong là như sau (Park & Gamble):

Tổng mô men uốn tạo thành M⁺ và M⁻, theo phương x, phải bằng $w.l_y.l_x^2 / 8$, (lý luận hoàn toàn tương tự theo phương y). Cũng tính đến kích thước cột b, tổng mô men uốn theo hướng x có thể được viết là:

$$M_T = M^+ + M^- = \left(1 - \frac{b_x}{l_x}\right)^2 . w . \frac{l_y . l_x^2}{8}$$

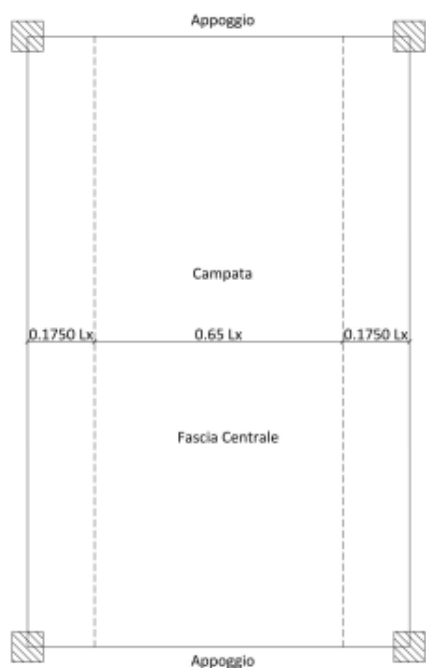
Và theo hướng y:

$$M_T = M^+ + M^- = \left(1 - \frac{b_y}{l_y}\right)^2 . w . \frac{l_y . l_x^2}{8}$$

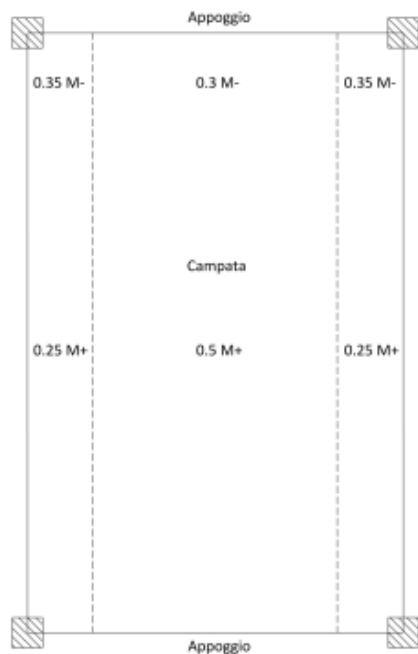
Cốt thép được tính toán chia nhỏ các đại lượng đó thành đóng góp mômen uốn âm (thêm tới 60-65% M_T) và thành đóng góp mômen uốn dương (40-35%).

Hơn nữa, hai mô men dương và âm này được phân bố trên hai dải, một dải nối các cột và dải trung tâm.

Trên thực tế, 70% mômen âm phụ thuộc vào dải cột và 30% trên dải trung tâm, trong khi mômen dương được chia đều.



Hình 8. Khoảng cách phân bố [3]



Hình 9. Dải trung tâm và dải bên [3]

Bảng 8. Tóm tắt tính toán mô men uốn [2]

Tổng mô men uốn theo hướng X	$M_{tot,X}$ (kN.m)	193.01
Mô men uốn dương theo hướng X	M_{x+} (kN.m)	67.55
Mô men uốn âm theo phương X	M_{x-} (kN.m)	-125.46
Mô men uốn dương theo hướng X, Dải bên	$M_{x+,LAT}$ (kN.m/m)	14.07
Mô men uốn dương theo hướng X, Dải trung tâm	$M_{x+,CENTRE}$ (kN.m/m)	9.38
Mô men uốn âm theo hướng X, Dải bên	$M_{x-,LAT}$ (kN.m/m)	-36.59
Mô men uốn âm theo phương X, Dải trung tâm	$M_{x-,CENTRE}$ (kN.m/m)	-10.45
Tổng thời điểm uốn theo hướng Y	$M_{tot,Y}$ (kN.m)	193.01
Mô men uốn dương theo hướng Y	M_{y+} (kN.m)	67.55
Mô men uốn âm theo phương Y	M_{y-} (kN.m)	-125.46
Mô men uốn dương theo hướng Y, Dải bên	$M_{y+,LAT}$ (kN.m/m)	14.07
Mô men uốn dương theo hướng Y, Dải trung tâm	$M_{y+,CENTRE}$ (kN.m/m)	9.38
Mô men uốn âm theo hướng Y, Dải bên	$M_{y-,LAT}$ (kN.m/m)	-36.59
Mô men uốn âm theo phương Y, Dải trung tâm	$M_{y-,CENTRE}$ (kN.m/m)	-10.45

2.5.2. Lực cắt [2]

Lực cắt được tính theo xấp xỉ là nó thay đổi tuyến tính. Giá trị sử dụng cho thiết kế chịu cắt của mặt cắt là:

$$V_{Ed} = 36.44 kN$$

2.5.3. Lực chọc thủng [2]

Lực chọc thủng được tính toán thông qua phương pháp đơn giản hóa do EC2 đề xuất và giá trị của nó trên chu vi cột u0 là:

$$V_{Ed,0} = 1.66 MPa$$

Trong khi trên chu vi tới hạn thứ nhất u1, nó là:

$$V_{Ed,1} = 0.61 MPa$$

3. Kết luận

Bài viết đã trình bày cơ sở lý thuyết và tính toán nội lực đối với sàn NEVO mới theo EN1992-1-1.

Tài liệu tham khảo

1. EN 1992-1-1, *Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings*, 2004.
2. Geoplast, *Biaxial hollow core reinforced concrete slab with single use formworks new Nautilus evo*, <https://www.scribd.com/document/594772837/Tai-Lieu-Tinh-Toan-San-Rong-Nevo-Online-hocketcau-com>, 2021.
3. Geoplast, <https://www.geoplastglobal.com/en/download/new-nautilus-evo/geoplast-new-nautilus-english-technical-manual-4/>