

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG MẶT HYPERBOLOID MỘT TẦNG TRÒN XOAY TRONG THIẾT KẾ ĐỒ ÁN KIẾN TRÚC

Phan Thị Hoàng Yến^{a,*}, Vũ Thu Huyền^a, Nguyễn Trung Thành^a

^a*Khoa Kiến trúc và Quy hoạch, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội,
55 đường Giải Phóng, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 26/8/2022, Sửa xong 12/9/2022, Chấp nhận đăng 13/10/2022

Tóm tắt

Bài báo trình bày quá trình nghiên cứu về mặt hình học Hyperboloid một tầng tròn xoay, thực trạng việc áp dụng mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay trong các công trình kiến trúc trên thế giới, tại Việt Nam, và trong các đồ án của sinh viên ngành Kiến trúc tại Đại học Xây dựng Hà Nội. Mục tiêu của nghiên cứu là hệ thống hóa lý thuyết về mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay, đánh giá khả năng áp dụng và đưa ra các phương án ứng dụng mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay trong thiết kế kiến trúc. Phương pháp phân tích, phân loại, tổng hợp và hệ thống hóa lý thuyết đã được sử dụng trong quá trình nghiên cứu. Kết quả nghiên cứu đã đề xuất được các phương án ứng dụng mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay trong thiết kế đồ án kiến trúc cùng một số phương pháp biểu diễn cụ thể. Ý nghĩa của nghiên cứu là nâng cao năng lực biểu diễn mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay để sinh viên kiến trúc có thể tự tin ứng dụng mặt này trong thiết kế đồ án và tạo ra được những bản vẽ hoàn chỉnh, chặt chẽ về mặt hình học.

Từ khóa: mặt hyperboloid một tầng tròn xoay; đồ án kiến trúc; phương pháp biểu diễn mặt cong hình học; hình học họa hình; thiết kế kiến trúc.

RESEARCH FOR APPLICATION OF THE HYPERBOLOID OF REVOLUTION OF ONE SHEET IN ARCHITECTURE PROJECT DESIGN

Abstract

This paper presents the process of studying the Hyperboloid of revolution of one sheet, the reality of the application of a Hyperboloid of revolution of one sheet in architectural works around the world, in Vietnam, and on students' architecture projects at Hanoi University of Civil Engineering. The objective of this study is to systematize the theory of the Hyperboloid of revolution of one sheet, evaluate the applicability and propose solutions to apply the Hyperboloid of revolution of one sheet in architectural design. Analysis, classification, synthesis, and systematic review are methodologies used in the research process. The research results give application suggestions of the Hyperboloid of revolution of one sheet in the design of architectural projects with some specific representation methods. The meaning of the research is to improve the ability to represent the Hyperboloid of revolution of one sheet so that architecture students can confidently apply this face in project design and create complete and coherent drawings in terms of aspects of geometry.

Keywords: hyperboloid of revolution of one sheet; architecture projects; method of representing geometrical surfaces; descriptive geometry; architectural design.

[https://doi.org/10.31814/stce.huce\(nuce\)2022-16\(4V\)-08](https://doi.org/10.31814/stce.huce(nuce)2022-16(4V)-08) © 2022 Trường Đại học Xây dựng Hà Nội (ĐHXDHN)

1. Đặt vấn đề

Mặt cong là mặt hình học được ứng dụng rất rộng rãi trong kiến trúc. Các loại mặt cong từ đơn giản đến phức tạp được dùng làm cơ sở cho việc thiết kế các mái che và tạo hình khối trong nhiều

*Tác giả đại diện. Địa chỉ e-mail: yenpth@huce.edu.vn (Yến, P. T. H.)

công trình kiến trúc từ cổ điển đến hiện đại. Mặt cong với hình dáng đẹp mềm mại đặc trưng của nó khi được sử dụng một cách phù hợp đem lại nét đẹp thẩm mỹ cho công trình kiến trúc và tạo nên tính biểu tượng riêng cho công trình. Trong thực tiễn kiến trúc và xây dựng, việc lựa chọn loại mặt cong đưa vào trong thiết kế rất quan trọng, nó không những ảnh hưởng đến vẻ đẹp của công trình mà ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng thi công và kinh phí xây dựng công trình. Mặt cong càng phức tạp thì càng khó thi công và chi phí xây dựng càng cao [1].

Một công trình khi phải chú trọng nhiều về kết cấu thì thường mang đến cảm xúc nặng nề, công trình thiên nhiều về thể hiện ý tưởng sáng tác kiến trúc thì lại thường phức tạp trong quá trình xây dựng hay chi phí thi công tốn kém. Nhưng với cấu trúc Hyperboloid – một cấu trúc mô phỏng hình học Hyperboloid với phương pháp tạo mặt đơn giản, mà lại tạo nên được một mặt cong tinh tế, vừa đáp ứng được tính thẩm mỹ cho công trình kiến trúc, vừa thuận lợi trong quá trình thi công, cũng vừa đảm bảo hiệu quả về kinh tế, lại vừa tạo nên kết cấu vững chắc cho công trình so với hầu hết các loại mặt cong hình học khác. Hơn nữa, nó lại giàu tính ứng dụng bởi hình dạng của nó vừa phù hợp để làm mái, cũng phù hợp để làm vỏ cho các công trình từ thấp tầng cho đến các tòa nhà chọc trời, lại còn phù hợp làm điểm nhấn trang trí nội ngoại thất ... cấu trúc Hyperboloid trong công trình cũng có thể sử dụng như một vị trí thông gió và lấy ánh sáng tự nhiên rất tốt. Đặc biệt, việc ứng dụng mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay trong công trình kiến trúc công nghiệp thì không xa lạ gì và đã được áp dụng rất nhiều từ xưa đến nay [2]. Tuy nhiên, để có thể ứng dụng một mặt cong nói chung hay mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay nói riêng, người thiết kế cần có hiểu biết nhất định về loại mặt hình học này: cách cấu tạo mặt, các tính chất hình học, cách biểu diễn trên bản vẽ bằng các hình chiếu.

Bên cạnh đó, với tình hình thời lượng môn học Hình học họa hình đã bị cắt giảm nhiều như hiện nay, không đủ thời gian để đưa ra nhiều kiến thức hơn về các mặt cong hình học, dẫn đến hạn chế ý tưởng trong các đồ án thiết kế của sinh viên ngành kiến trúc, và xa hơn là các thiết kế của các kiến trúc sư tương lai do thiếu hiểu biết về mặt hay không có khả năng biểu diễn mặt. Chính vì vậy, việc nghiên cứu ứng dụng các mặt cong hình học, cụ thể trong bài báo này là nghiên cứu ứng dụng mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay trong kiến trúc, vận dụng vào thiết kế đồ án sinh viên kiến trúc là cần thiết. Nghiên cứu không chỉ tăng cường kiến thức về mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay, mà còn mở ra các ý tưởng mới về cách ứng dụng mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay trong thiết kế cho sinh viên ngành kiến trúc và cả những người đang làm kiến trúc sư khi chưa có đầy đủ kiến thức để sử dụng mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay trong thiết kế của mình.

2. Tổng quan về mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay và tình hình ứng dụng thực tế trong kiến trúc

2.1. Khái niệm, lý thuyết về mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay

a. Khái niệm

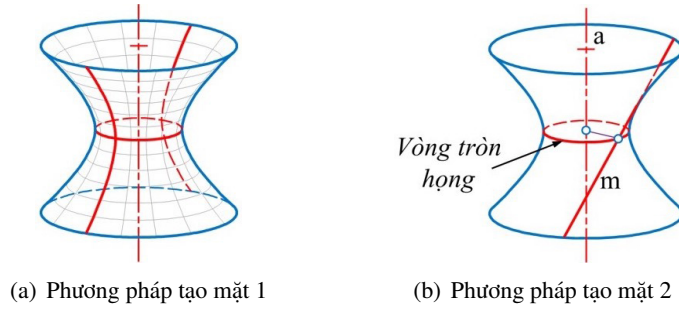
Mặt (H) là một mặt cong được tạo ra bằng cách quay một hyperbol quanh trục ảo của nó (Hình 1(a)) [3–5].

b. Tính chất

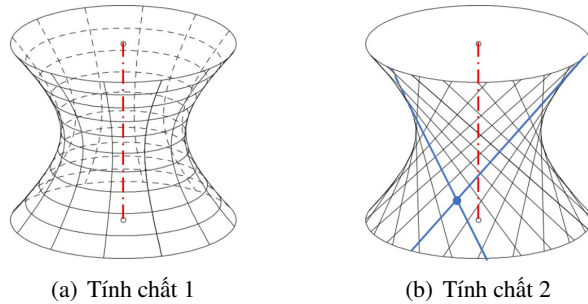
- Tính chất 1: Mặt (H) là một mặt tròn xoay, nó có các tiết diện vuông góc với trục quay là đường tròn (Hình 2(a)) [5, 6].

- Tính chất 2: Mặt (H) là một mặt kép – qua mỗi điểm của nó có 2 đường thẳng thuộc mặt (Hình 2(b)) [5, 6].

- Tính chất 3: Mặt (H) là mặt có độ cong Gauss âm - cấu trúc có độ ổn định cao hơn đối với các lực từ bên ngoài [1].



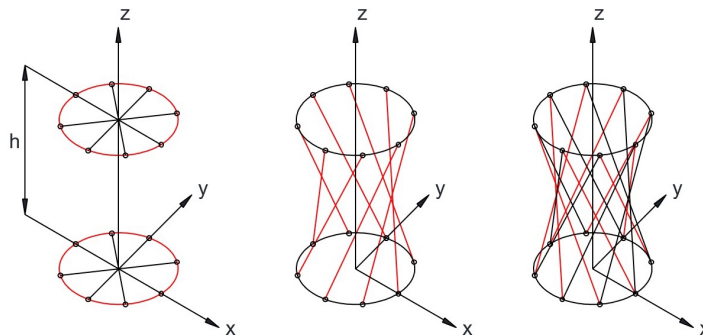
Hình 1. Các phương pháp tạo mặt (H)



Hình 2. Các tính chất của mặt (H)

c. Các cách tạo mặt

Mặt (H) là một mặt cong bậc hai và có thể được định nghĩa là mặt tròn xoay hay mặt kẻ do phương pháp tạo thành mặt. Để tạo ra một mặt (H), ta có thể sử dụng hai phương pháp tạo mặt khác nhau. Phương pháp thứ nhất: quay một Hyperbol quanh trục ảo của nó (Hình 1(a)). Phương pháp thứ hai: quay một đường thẳng xung quanh một trục có vị trí chéo nhau đối với đường thẳng trên (Hình 1(b)) [3–5].



Hình 3. Quá trình tạo mặt lưới (H) với $n = 8$

Ngoài ra ta có thể tạo mặt lưới (H) dựa trên tính chất của mặt kẻ kép và cách tạo mặt theo phương pháp 2 (Hình 3). Các bước làm:

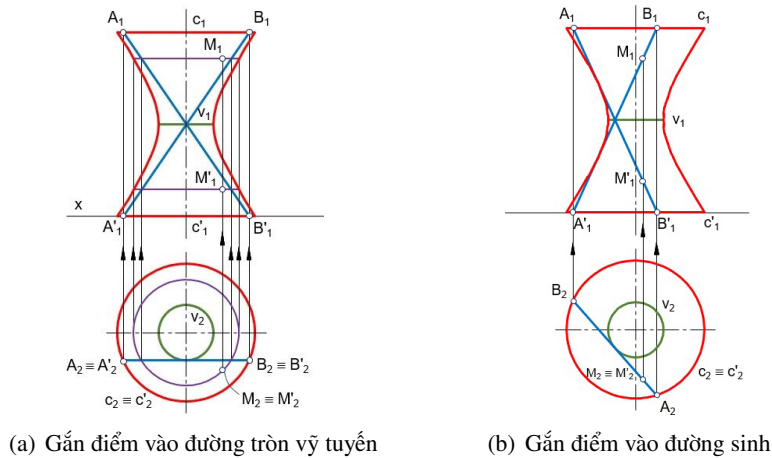
B1. Tạo 2 đường tròn cơ sở thuộc 2 mặt phẳng song song nhau, có đường nối tâm của 2 đường tròn này là trục của mặt lưới (H);

B2. Chia 2 đường tròn cơ sở thành n phần bằng nhau. Lưu ý: $n \geq 3$ (một hyperboloid được xác định với ít nhất 3 đường xiên);

B3. Nối các điểm chia của 2 đường tròn cơ sở với nhau sao cho các đường nối có cùng góc nghiêng, tạo thành mặt lưới (H) [3, 4, 7].

d. Biểu diễn

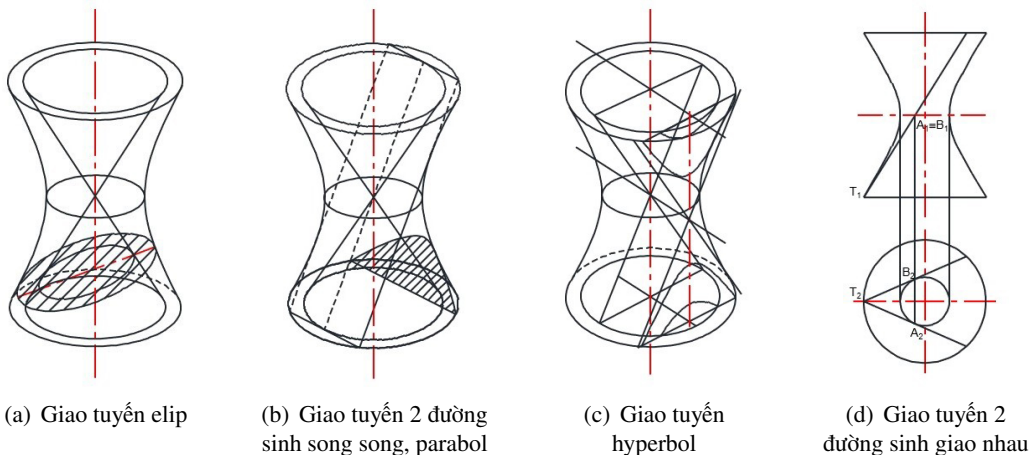
Để biểu diễn một mặt (H) cần biểu diễn các yếu tố đủ để xác định mặt: trục, vòng tròn họng, hai vòng tròn đáy; vẽ các đường bao quanh hình chiếu của mặt; xác định được một điểm bất kỳ của mặt (Hình 4) [1, 8, 9].



Hình 4. Các yếu tố xác định mặt (H)

e. Các dạng thiết diện

Để xác định các dạng thiết diện của mặt (H), ta áp dụng mệnh đề: Dạng của giao tuyến phẳng trên mặt hyperboloid một tầng đồng dạng với giao tuyến phẳng trên nón tiệm cận. Hình 5(a), (b), (c)



Hình 5. Các dạng thiết diện của mặt (H)

vẽ mặt (H) cùng với nón tiệm cận. Một mặt phẳng cắt nón tiệm cận theo một đường conic nào thì nó cũng cắt mặt (H) theo conic đồng dạng với conic trên. Chúng ta đã biết điều kiện để một mặt phẳng cắt nón theo các đường conic khác nhau, do đó ta có thể chủ động cắt mặt (H) theo các conic mong muốn. Đặc biệt khi mặt phẳng tiếp xúc với nón tiệm cận thì nó sẽ cắt mặt (H) theo hai đường sinh song song (Hình 5(b)). Nếu mặt phẳng cắt tiếp xúc với đường bao hình chiếu thì sẽ cắt mặt (H) theo hai đường sinh giao nhau tại điểm tiếp xúc (Hình 5(d)) [5, 6, 9, 10].

2.2. Cơ sở để ứng dụng mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay trong thiết kế kiến trúc

a. Về nguyên lý hình học

Các mặt cong nói chung và mặt (H) nói riêng có thể được sử dụng thuần túy ở dạng nguyên thủy để tạo nên hình khối các công trình kiến trúc. Ngoài ra, cũng có thể cắt ghép chúng hay phối hợp cùng các mặt khác để tạo nên các hình thức kiến trúc đa dạng hơn. Để ghép các mảnh mặt bậc hai, người ta thường dùng các định lý về giao tuyến các mặt bậc hai trong các trường hợp đặc biệt. Bình thường giao của hai mặt bậc hai là một đường cong bậc bốn, nhưng có một số trường hợp đặc biệt, đường bậc bốn suy biến thành đường bậc hai (đó là hai đường conic phẳng). Điều này cho phép ta có thể ghép các mảnh mặt lại một cách đơn giản [9].

Một số định lý về giao hai mặt bậc hai trong các trường hợp đặc biệt:

- Nếu hai mặt bậc hai đã cắt nhau theo một đường bậc hai, thì chúng sẽ cắt nhau theo đường bậc hai nữa.
- Nếu hai mặt bậc hai cùng ngoại tiếp hay cùng nội tiếp một mặt bậc hai thì chúng cắt nhau theo hai đường conic phẳng.
- Nếu hai mặt bậc hai có chung nhau mặt phẳng tiếp xúc tại hai điểm, thì chúng sẽ giao nhau theo hai đường conic phẳng đi qua hai điểm trên [8, 9].

Ngoài ra, dựa trên các dạng thiết diện đã biết, ta có thể chủ động cắt mặt (H) theo các thiết diện mong muốn và ghép lại với nhau. Việc ghép mặt được thực hiện dễ dàng nhất trong trường hợp thiết diện có dạng chữ nhật, tam giác và tròn.

b. Về nguyên lý thiết kế kiến trúc

Các loại hoạt động trong kiến trúc đều tổ chức trên mặt bằng, cho nên, có thể coi mặt bằng là khởi nguồn của hình thức kiến trúc, còn thiết kế hình dáng hình học là một loại tìm ý hình thức của kiến trúc học. Kiến trúc có thể cấu thành từ một hình dáng hình học, cũng có thể cấu thành từ một tổ hợp một số hình dáng hình học khác nhau, hoặc tổ hợp những hình hình học tương tự. Các phương pháp tạo hình sử dụng trong kiến trúc: phép cộng, gia công phần ngoài, trừ đi, tương tự và trùng hợp, hòa nhập, cắt gọt, xoay, kéo dài, cắt đứt, kéo lệch, phóng sinh, biến đổi hình học, đơn giản hóa. Trong đó phổ biến hơn cả là phép cộng và phép trừ [11].

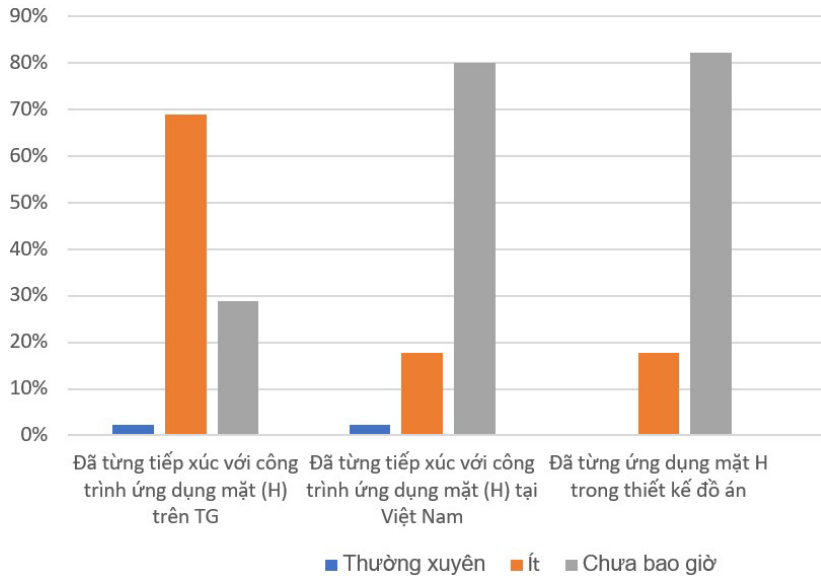
2.3. Thực trạng việc ứng dụng mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay trong thiết kế kiến trúc

Trên thế giới mặt Hyperboloid được phát hiện và sử dụng đầu tiên bởi kỹ sư và kiến trúc sư người Nga Vladimir Shukhov. Chỉ ít năm sau phát minh của Shukhov, các cấu trúc Hyperboloid tương tự xuất hiện ở nhiều nơi trên thế giới. Do có cấu trúc vững chãi và dễ dàng trong thi công nên cấu trúc Hyperboloid được ứng dụng khá nhiều trong các kiến trúc cao tầng, tạo thành điểm nhấn trong kiến trúc của các thành phố lớn. Các công trình kiến trúc tiêu biểu ứng dụng mặt (H) phải kể đến như: Tháp cảng Kobe (Nhật Bản), Tháp Shukhov (Nga), Tháp Ještěd (Cộng hòa Séc), Tháp quan sát Jüberg (Đức), Cầu đi bộ Corporation (Anh), Nhà thờ Brasília (Brazil), Trung tâm Khoa học Saint Louis (Mỹ) ... [2, 6].

Tại Việt Nam hiện mặt (H) chưa được ứng dụng nhiều và cũng chỉ được ứng dụng vào các công trình nhỏ hay chỉ tiết trong công trình [1].

2.4. Thực trạng việc ứng dụng mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay trong các đồ án sinh viên ngành Kiến trúc tại Đại học Xây dựng Hà Nội

Để đánh giá thực trạng việc sử dụng mặt (H) trong các đồ án sinh viên ngành Kiến trúc tại đại học Xây dựng Hà Nội, nhóm nghiên cứu có tiến hành khảo sát với sinh viên khoa Kiến trúc & Quy hoạch. Tỷ lệ các câu trả lời tương ứng với câu hỏi được nhóm nghiên cứu thống kê như Hình 6.



Hình 6. Biểu đồ kết quả khảo sát sinh viên kiến trúc về mặt (H)

Trong các câu trả lời này đặc biệt có 3,8% sinh viên cho rằng mình đã thấy công trình có sử dụng mặt mặt (H) tại Việt Nam thì nhận định nhầm mặt (H) với mặt cong khác. Và có đến 82,2% sinh viên chưa từng sử dụng mặt (H) khi tìm ý và triển khai đồ án. Lý do được các bạn đưa ra là gặp khó khăn khi biểu diễn các hình chiếu, dựng phối cảnh hay tính toán phần kết cấu bên trong của công trình ... [1].

3. Đề xuất phương án ứng dụng mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay trong thiết kế đồ án kiến trúc của sinh viên tại Đại học Xây dựng Hà Nội

3.1. Thiết kế đồ án bắt đầu từ ý tưởng mặt bằng công trình

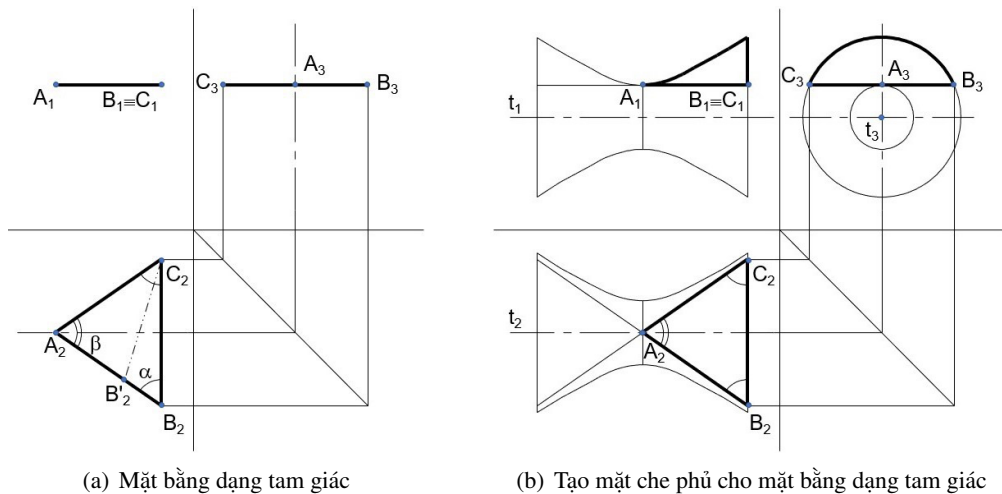
Dựa trên tính chất của mặt và các dạng thiết diện, khi thiết kế đồ án bắt đầu từ ý tưởng mặt bằng sinh viên có thể ứng dụng mặt (H) và triển khai từ các dạng mặt bằng tam giác, chữ nhật, tròn. Còn với các dạng mặt bằng elip, parabol, hyperbol thì sinh viên nên bắt đầu từ một khối (H) và tính toán thiết diện để triển khai mặt bằng.

a. Mặt bằng dạng tam giác

Để cắt mặt (H) cho thiết diện tam giác thì mặt phẳng cắt cần chứa 2 đường sinh cắt nhau của mặt. Khi cần che phủ một diện tích hình tam giác bằng mặt (H), ta có các trường hợp như sau:

★ Trường hợp 1: Có sẵn mặt bằng tam giác, cần tạo mặt che phủ.

Ta nên đưa tam giác về dạng tam giác cân hoặc tam giác đều, và chọn 2 cạnh bằng nhau của tam giác làm đường sinh của mặt che phủ để thuận lợi cho quá trình tạo hình. Nếu thực tế mặt bằng tam giác là tam giác bất kỳ $AB'C$ có hình chiếu bằng $A_2B'_2C_2$ ta có thể đưa về dạng tam giác cân ABC ($AB = AC$) như Hình 7(a), sau khi tạo hình xong ta sẽ cắt bớt phần mặt cong nằm ngoài diện tích mặt bằng mong muốn.



Hình 7. Tạo mặt che phủ diện tích tam giác – TH 1 – cách 1

Cách 1:

B1. Chọn trục quay t thuộc mặt phẳng đối xứng của cạnh BC và song song với mặt phẳng (ABC) , khoảng cách từ trục quay t đến mặt phẳng (ABC) tùy chọn sao cho $t \notin$ mặt phẳng (ABC) ;

B2. Dựng mặt (H) có trục quay t , đường sinh AB, AC :

- Xác định hình chiếu cạnh của vòng tròn hống và 2 vòng tròn đáy;
- Vẽ hình chiếu đứng của mặt (H);
- Vẽ hình chiếu bằng của mặt (H);

B3. Xác định phần mặt (H) cần dùng là phần che phủ diện tích tam giác ABC đã cho (Hình 7(b)).

Cách 2:

B1. Chọn trục quay t thuộc mặt phẳng đối xứng của cạnh BC sao cho t không chứa A ;

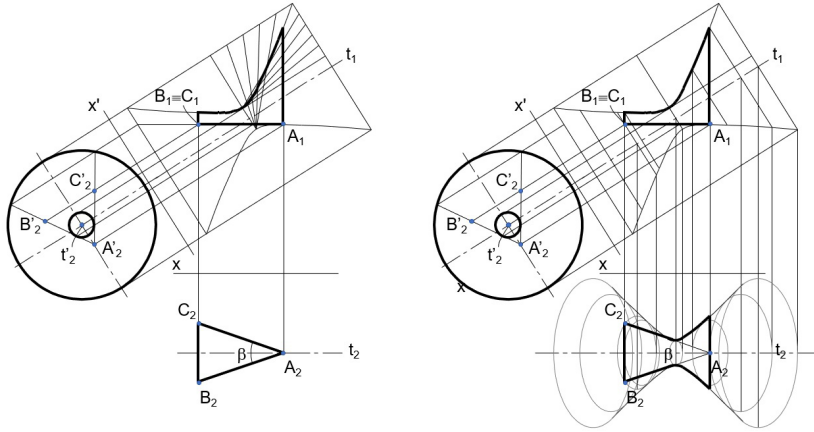
B2. Thay mặt phẳng hình chiếu để trục quay t trở thành đường thẳng chiếu, trong hình vẽ sử dụng phép thay mặt phẳng hình chiếu bằng để t trở thành đường thẳng chiếu bằng trong hệ thống chiếu mới, vẽ hình chiếu bằng mới của trục quay t và tam giác ABC ;

B3. Dựng mặt (H) có trục quay t , đường sinh AB, AC trong hệ thống chiếu mới:

- Vẽ hình chiếu bằng mới: t suy biến thành 1 điểm t'_2 , vòng tròn hống có tâm trùng t'_2 và tiếp xúc với $A'_2B'_2, A'_2C'_2$; 2 vòng tròn đáy tùy ý chọn bán kính, sau đó gắn liên thuộc vào AB, AC để xác định vị trí trên hình chiếu đứng;

- Vẽ đường bao hình chiếu đứng;

B4. Vẽ hình chiếu bằng và giới hạn phần mặt (H) che phủ diện tích tam giác ABC cần tìm (Hình 8).

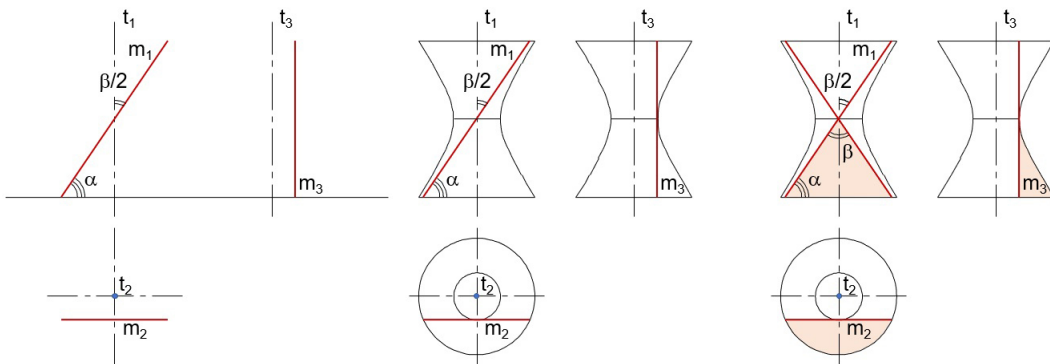


Hình 8. Tạo mặt che phủ diện tích tam giác – TH 1 – cách 2

★ Trường hợp 2: Cho trước độ lớn 1 góc bằng β , cần tạo mặt che phủ

B1. Tạo mặt (H) sao cho góc nghiêng của đường sinh so với trục quay là $\beta/2$, hoặc độ dốc của đường sinh so với phương ngang (phương vuông góc với trục quay) bằng $90^\circ C - \beta = \alpha$, khoảng cách từ đường sinh đến trục quay tùy chọn;

B2. Chọn mặt phẳng cắt là mặt phẳng tiếp xúc với mặt (H) tại một điểm trên vòng tròn họng, ta xác định được giao dạng thiết diện tam giác có 1 góc bằng β (Hình 9).



Hình 9. Tạo mặt che phủ diện tích tam giác – TH 2

★ Trường hợp 3: Cho trước 2 cạnh (hoặc độ lớn 1 góc bằng β), cần tạo mặt che phủ

B1. Xác định 2 đường thẳng m, n cắt nhau tại K có góc giữa chúng bằng β , chọn mp(m,n) $\perp P^1$ và mặt phẳng đối xứng D (giữa 2 đường thẳng m, n) $\parallel P^1$ để thuận lợi cho quá trình dựng hình;

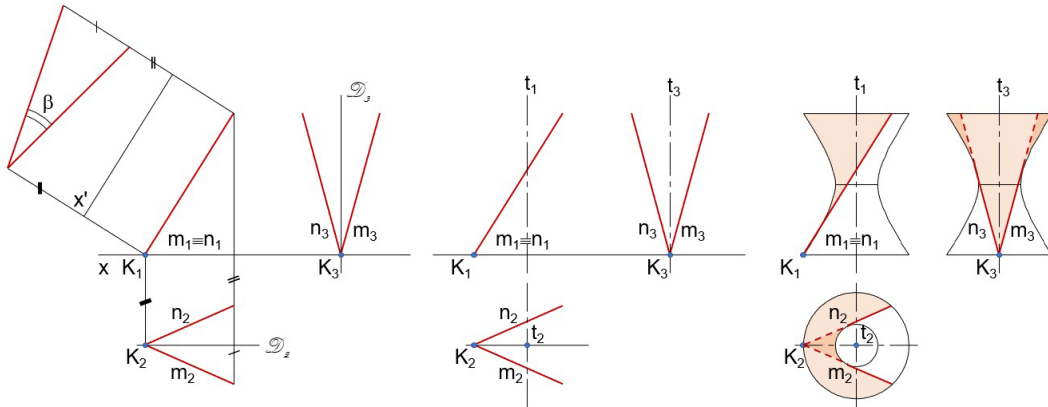
B2. Xác định trục quay t thuộc mặt phẳng đối xứng và không chứa K, nên chọn t $\perp P^2$;

B3. Dựng mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay xác định bởi trục quay t, đường sinh m, n:

- Lấy t_2 làm tâm vẽ hình chiếu bằng của vòng tròn họng là đường tròn tiếp xúc với m_2, n_2 . Dóng liên thuộc theo m, n xác định được hình chiếu đứng của vòng tròn họng suy biến thành đoạn thẳng $\parallel x$;

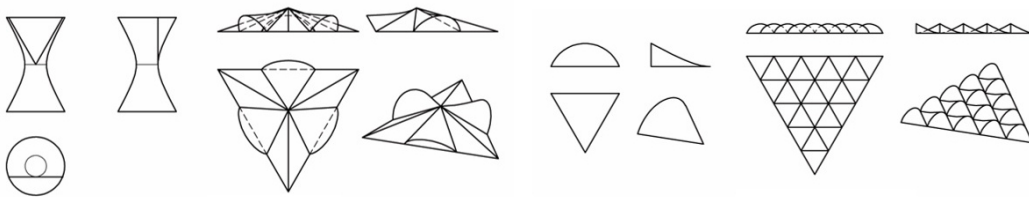
- Chọn 2 vòng tròn đáy: có thể chọn 1 vòng tròn đáy chứa K, lấy t_2 làm tâm vẽ vòng tròn bán kính t_2K_2 là hình chiếu bằng của 2 vòng tròn đáy. Dóng liên thuộc theo m, n xác định được hình chiếu đứng của 2 vòng tròn đáy suy biến thành 2 đoạn thẳng $\parallel x$;

- Vẽ đường bao trên hình chiếu đứng ta xác định được phần mặt (H) che phủ 1 diện tích hình tam giác có 2 cạnh là m, n (Hình 10). Để thay đổi độ cong của mặt nên điều chỉnh góc nghiêng của $mp(m,n)$ với P^2 sẽ dễ biểu diễn hơn là thay đổi góc nghiêng của trục t . Nếu $t \parallel (m,n)$ thì ta thu được kết quả như cách 1.



Hình 10. Tạo mặt che phủ diện tích tam giác – TH 3

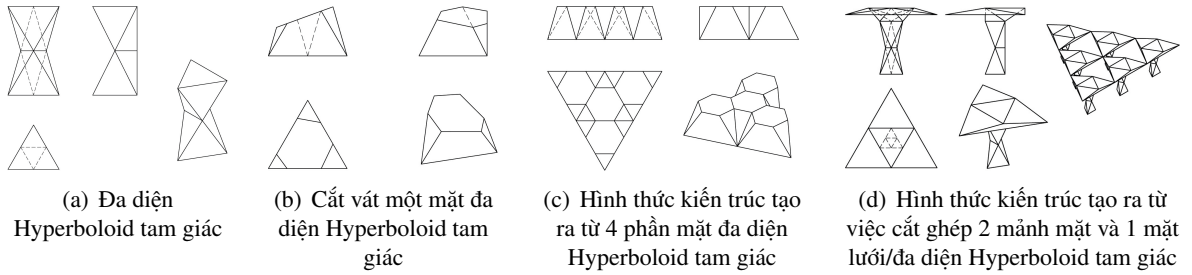
Ta có thể sử dụng một phần mặt (H) để che phủ một diện tích hình tam giác, hoặc ghép các mảnh lại với nhau hay kết hợp với các tấm phẳng để tạo nên các hình thức kiến trúc mới (Hình 11).



Hình 11. Mặt che phủ diện tích tam giác cắt ghép từ mặt (H)

Ngoài ra, ta có thể ứng dụng mặt (H) ở dạng mặt lưới Hyperboloid tam giác ($n = 3$) để che phủ một diện tích hình tam giác. Sử dụng các tấm phẳng phủ kín mặt lưới này ta thu được một mặt đa diện Hyperboloid tam giác.

Hình 12(a) biểu diễn hình chiếu thẳng góc và hình minh họa 3D của một mặt lưới/ đa diện Hyperboloid tam giác. Hình 12(b) biểu diễn một hình thức kiến trúc được tạo ra từ việc cắt vát một mặt đa diện Hyperboloid tam giác. Cách xác định phần vát dựa trên bài toán hình họa tìm giao của mặt phẳng với mặt. Đây là một hình thức kiến trúc đơn giản được tạo nên từ mặt đa diện Hyperboloid tam giác. Hình 12(c) biểu diễn một hình thức kiến trúc được tạo ra từ 4 phần mặt đa diện Hyperboloid tam giác ghép khối lại với nhau. Tổ hợp hình khối gợi nên hình ảnh của đóa hoa 3 cánh hay hình ảnh của cỏ 3 lá – mô phỏng thiên nhiên. Hình thức kiến trúc này phù hợp với các đồ án kiến trúc như quán hoa, quán sách hay nhà hàng, quán cà phê ... Hình 12(d) biểu diễn một hình thức kiến trúc được tạo ra từ việc cắt ghép 2 mảnh mặt đa diện Hyperboloid tam giác và 1 mặt lưới/đa diện Hyperboloid tam giác. Hình thức kiến trúc này có thể ứng dụng trong đồ án chòi nghỉ, nhà chờ ... khi ghép nhiều khối với nhau cũng phù hợp làm không gian triển lãm, hội chợ.



Hình 12. Mặt che phủ diện tích tam giác cắt ghép từ mặt đa diện (H) tam giác

b. Mặt bằng dạng vuông hoặc chữ nhật

Dạng mặt bằng vuông hoặc chữ nhật là dạng mặt bằng khá phổ biến và được sử dụng nhiều trong thiết kế đồ án. Việc che phủ một diện tích hình chữ nhật bằng mặt (H) hoàn toàn có thể thực hiện qua các bước ở Hình 13(a) như sau:

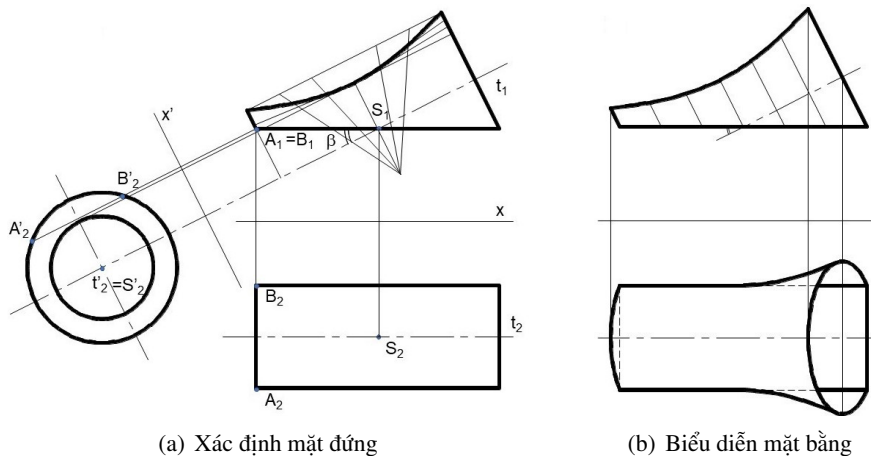
B1. Chọn đỉnh nón tiệm cận (S) nằm trên 1 trục đối xứng của hình chữ nhật.

B2. Chọn trục t đi qua đỉnh S, nằm trong mặt phẳng đối xứng của hình chữ nhật và nghiêng 1 góc β như hình vẽ. Độ lớn β tùy thuộc lựa chọn của sinh viên và nó sẽ ảnh hưởng đến độ cong của mặt (H) nhận được.

B3. Thay mặt phẳng hình chiếu bằng. Chọn trục x' vuông góc với trục t . Lúc này ta dễ dàng có được $A'_2B'_2$.

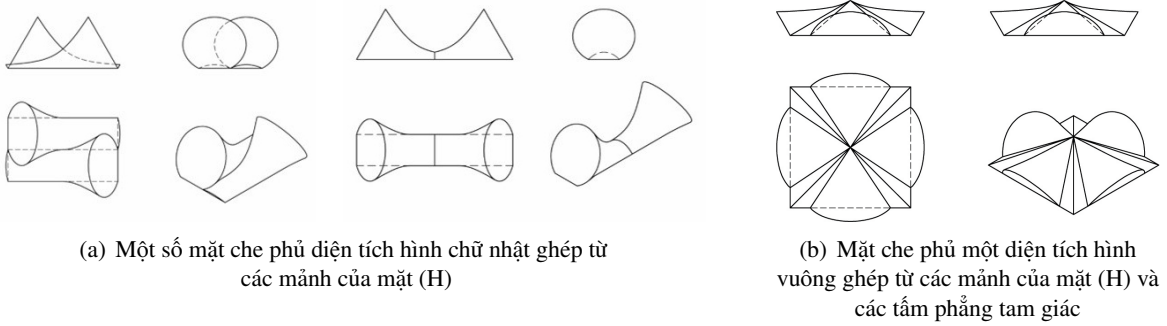
B4. Xác định trục t'_2 .

B5. Lúc này mặt đứng của (H) hoàn toàn có thể biểu diễn như các bước trên hình dựa vào các yếu tố xác định là trục, độ lớn của vòng tròn đáy và độ lớn của vòng tròn họng (bằng đúng độ lớn cạnh còn lại của hình chữ nhật). Hình 13(b) thể hiện cách biểu diễn mặt bằng mặt (H) dựa trên hình chiếu đứng tìm được.



Hình 13. Cách xác định mặt (H) che phủ diện tích hình chữ nhật

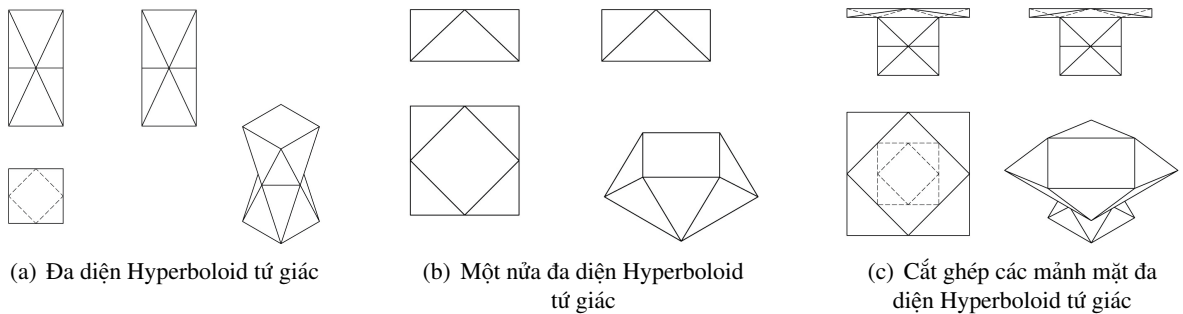
Hình 14(a) biểu diễn một số mặt che phủ diện tích hình chữ nhật ghép từ các mảnh của mặt (H) được cắt theo thiết diện chữ nhật. Hình 14(b) biểu diễn mặt che phủ một diện tích hình vuông ghép từ các mảnh của mặt (H) được cắt theo thiết diện tam giác và các tấm phẳng tam giác.



Hình 14. Mặt che phủ diện tích hình vuông/chữ nhật từ cắt ghép từ mặt (H)

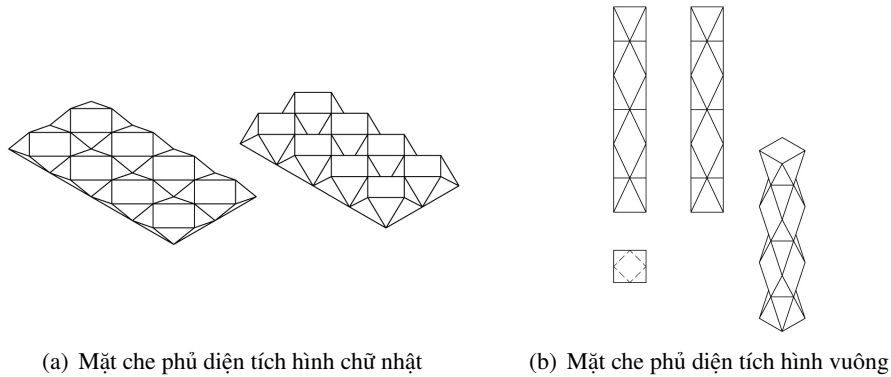
Cũng tương tự như dạng mặt bằng tam giác, sử dụng cùng phương án cắt ghép để tạo ra các hình thức kiến trúc che phủ diện tích hình vuông hoặc chữ nhật. Ta có thể ứng dụng mặt (H) ở dạng mặt lưới Hyperboloid tứ giác để che phủ một diện tích hình vuông. Sử dụng các tấm phẳng phủ kín mặt lưới này ta thu được một mặt đa diện Hyperboloid tứ giác.

Hình 15(a) biểu diễn hình chiếu thẳng góc và hình minh họa 3D của một mặt lưới/đa diện Hyperboloid tứ giác. Khi thay đổi tỷ lệ giữa kích thước đáy và chiều cao của mặt lưới/đa diện Hyperboloid tứ giác ta sẽ thu được các hình thức phù hợp với các loại công trình kiến trúc khác nhau. Hình 15(b) biểu diễn một hình thức kiến trúc được tạo ra từ việc cắt một nửa mặt lưới Hyperboloid tứ giác. Đây là một hình thức kiến trúc đơn giản được tạo nên từ mặt đa diện Hyperboloid tứ giác. Hình 15(c) biểu diễn một hình thức kiến trúc được tạo ra từ việc cắt ghép 2 mảnh mặt đa diện Hyperboloid tứ giác và 1 mặt lưới/đa diện Hyperboloid tứ giác tạo nên hình ảnh mô phỏng một cây cổ thụ. Hình thức này có thể ứng dụng trong đồ án chòi nghỉ, nhà chờ ... khi ghép nhiều khối với nhau cũng phù hợp làm không gian triển lãm, hội chợ.



Hình 15. Mặt che phủ diện tích hình vuông cắt ghép từ mặt đa diện (H) tứ giác

Hình 16(a) biểu diễn mặt che phủ một diện tích hình chữ nhật được cắt ghép từ các mảnh của mặt đa diện Hyperboloid tứ giác. Hình thức này có thể ứng dụng trong các đồ án kiến trúc công nghiệp, làm phần mái che cho các khu hội chợ, triển lãm hoặc nhà kính. Hình 16(b) biểu diễn một hình thức kiến trúc được tạo ra bằng cách xếp chồng các đa diện Hyperboloid tứ giác lên nhau phù hợp với công trình dạng tháp.

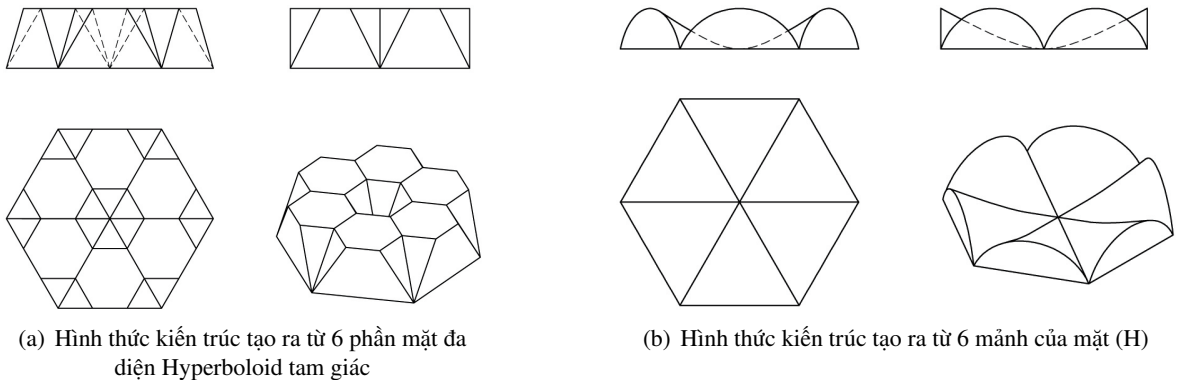


Hình 16. Mặt che phủ diện tích hình vuông/chữ nhật cắt ghép từ mặt đa diện (H) tứ giác

c. Mặt bằng dạng ngũ giác đều, lục giác đều, thất giác đều, bát giác đều

Với các mặt bằng dạng đa giác nói chung đều có thể ứng dụng các phương án sử dụng mặt lưới (H) nguyên thủy hoặc cắt ghép tương tự như 2 phần trên. Việc ứng dụng với mỗi dạng mặt bằng khác nhau và với mỗi quy mô công trình khác nhau sẽ đem lại các hiệu ứng kiến trúc cũng khác nhau ít nhiều dù cùng phương án cắt ghép.

Hình 17(a) biểu diễn một hình thức kiến trúc được tạo ra từ phép cộng và xoay 6 phần mặt đa diện Hyperboloid tam giác. Tổ hợp hình khối này gợi đến hình ảnh của bông hoa 6 cánh hay hình ảnh của tổ ong trong tự nhiên. Hình 17(b) biểu diễn một hình thức kiến trúc được tạo ra từ việc cắt ghép 6 mảnh của mặt (H) theo thiết diện tam giác để che phủ một diện tích hình lục giác.



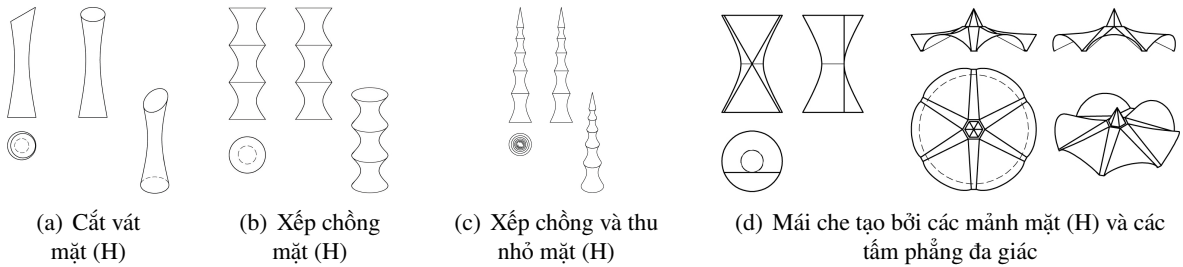
Hình 17. Mặt che phủ diện tích hình lục giác đều

d. Mặt bằng dạng tròn

Với dạng mặt bằng hình tròn, ta có thể ứng dụng mặt (H) nguyên thủy để tạo hình thức kiến trúc che phủ. Ngoài ra, ta cũng có thể sử dụng thêm các biện pháp cắt ghép, hay chồng nhiều mặt (H) lên nhau để tạo nên các hình thức kiến trúc khác biệt. Việc thay đổi kích thước các vòng tròn đáy hay vòng tròn hõng hoặc chiều cao sẽ tạo ra các hình thức của mặt (H) khác nhau.

Hình 18(a) biểu diễn một hình thức kiến trúc ứng dụng mặt (H) được cắt vát phần trên theo thiết diện elip tạo nên phần mái vát. Hình 18(b) biểu diễn một hình thức kiến trúc chồng nhiều mặt (H)

cùng kích thước lên nhau phù hợp với công trình dạng vườn treo hay đài quan sát. Hình 18(c) biểu diễn một hình thức kiến trúc chồng nhiều mặt (H) lên nhau với kích thước nhỏ dần và kết thúc bằng một mặt nón, phù hợp với công trình dạng tháp. Hình 18(d) biểu diễn một hình thức kiến trúc dạng mái che tạo bởi các mảnh mặt (H) được cắt theo thiết diện tam giác kết hợp với các tấm phẳng che phủ một diện tích hình tròn.



Hình 18. Mái che phủ diện tích hình tròn

3.2. Thiết kế đồ án bắt đầu từ ý tưởng hình khối công trình

a. Sử dụng hình dạng nguyên thủy của mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay

Hình khối kiến trúc càng cấu tạo bởi các khối hình học đơn giản bao nhiêu thì hiệu quả nghệ thuật mang đến lại càng mạnh mẽ và rõ ràng bấy nhiêu.

Trong thiên nhiên ít khi gặp các hình thức hình khối hình học đơn giản vì thế việc vận dụng các hình khối hình học này sẽ mang lại ấn tượng về nghệ thuật tương phản đối với môi trường xung quanh. Và mặt (H) khi sử dụng hình dạng nguyên thủy của khối có thể tạo được nhiều hiệu ứng thị giác mạnh mẽ với nguyên lý này.

★ Sử dụng mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay ở dạng đa giác hóa

Với những đồ án đầu tiên, khi sinh viên chưa thành thục các chương trình đồ họa để dựng bản vẽ thì có thể đa giác hóa mặt (H) (Hình 19). Lúc này mặt (H) có thể phân mảnh thành các miếng phẳng. Cách phân mảnh dễ dàng nhất có thể dựa trên các đường tròn vĩ tuyến của mặt (H) theo các cách như sau:

Cách 1:

B1. Biểu diễn một mặt (H) mà sinh viên muốn sử dụng dưới dạng các đường tròn vĩ tuyến;

B2. Chia nhỏ đường tròn vĩ tuyến dưới hình chiếu bằng thành số phần bằng nhau mong muốn. Số phần tại các vòng tròn vĩ tuyến có thể bằng hoặc khác nhau;

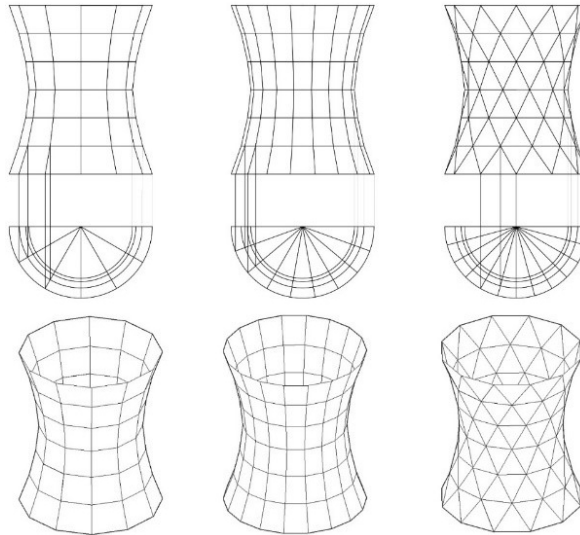
B3. Dóng các điểm chia của các đường tròn vĩ tuyến tương ứng như Hình 19.

Càng được chia nhỏ thì mặt càng trơn, mịn. Dạng đa giác cũng có thể dễ dàng biến đổi từ tam giác hay hình thang. Tùy thuộc vào ý đồ thiết kế của mình mà sinh viên hoàn toàn có thể chia các vòng tròn vĩ tuyến thành các phần nhỏ hơn để biểu diễn. Tính mềm mại của mặt cong lúc này vẫn được giữ nguyên nhưng lại mạnh mẽ và dễ dàng biểu diễn hơn. Và mặt sẽ càng trở nên linh hoạt, độc đáo hơn nếu sinh viên chia các vòng tròn vĩ tuyến thành các số cạnh không bằng nhau.

Cách 2:

B1. Dựa trên hình chiếu đứng của mặt (H), xác định độ lớn bán kính các vòng tròn vĩ tuyến với cao độ cách đều;

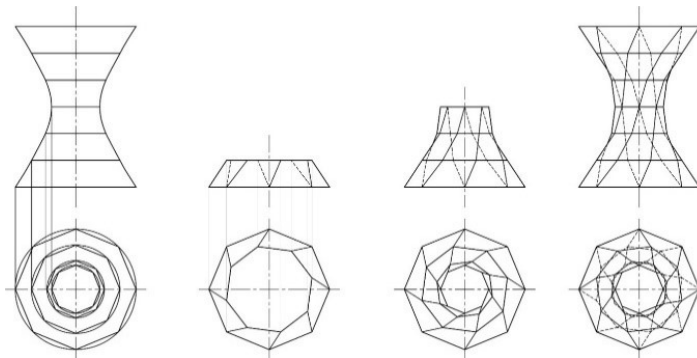
B2. Biểu diễn mặt bằng các đường tròn vĩ tuyến. Trên cơ sở đó dựng các đa giác đều với số cạnh mong muốn;



Hình 19. Đa giác hóa mặt (H) – Cách 1

B3. Thực hiện xoay lần lượt các đa giác dưới hình chiếu bằng với các góc tăng dần đều theo thứ tự chiều cao của các đa giác. Tâm quay tại tâm của đa giác;

B4. Hoàn thiện các hình chiếu đứng, hình chiếu bằng như Hình 20.

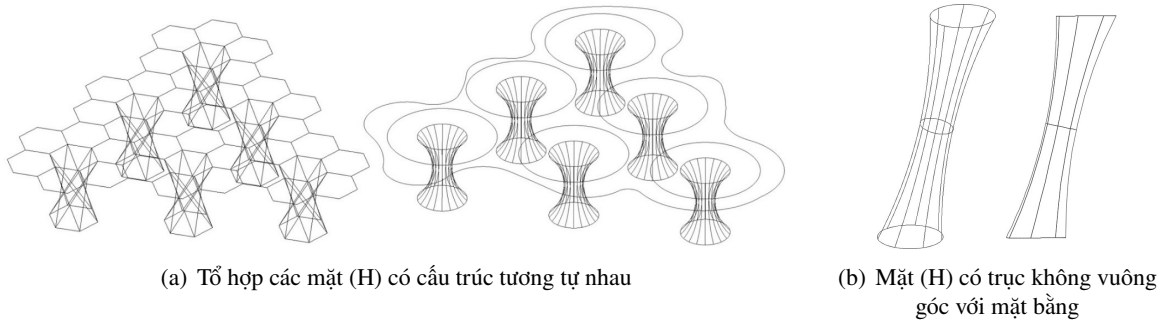


Hình 20. Đa giác hóa mặt (H) – Cách 2

★ Sử dụng mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay nguyên thủy

Khi sử dụng hình dạng nguyên thủy của mặt (H), sinh viên hoàn toàn có thể áp dụng thêm các biện pháp thu nhỏ hay lặp lại, đối xứng hay cân bằng ... để tạo thêm hiệu ứng cho không gian nội, ngoại thất. Với cách thức này đơn nguyên thu nhỏ có thể liên kết sau đơn nguyên lớn hơn hoặc đơn nguyên lớn hơn bao gồm tổ hợp với ít nhất một đơn nguyên thu nhỏ cùng dạng, cấu thành một kiến trúc hoặc một bộ phận của kiến trúc.

Hình 21(a) biểu diễn một cách thức tổ hợp các mặt (H) có cấu trúc tương tự nhau. Lúc này có thể áp dụng cả đa giác hóa mặt (H) để tạo nên các tổ hợp mặt bằng phong phú và đẹp mắt hơn. Hình 21(b) vẫn là mặt (H) nhưng trục của mặt không vuông góc với mặt bằng. Hình thức này có thể áp dụng trên các mặt bằng nhà có hình dạng elip.

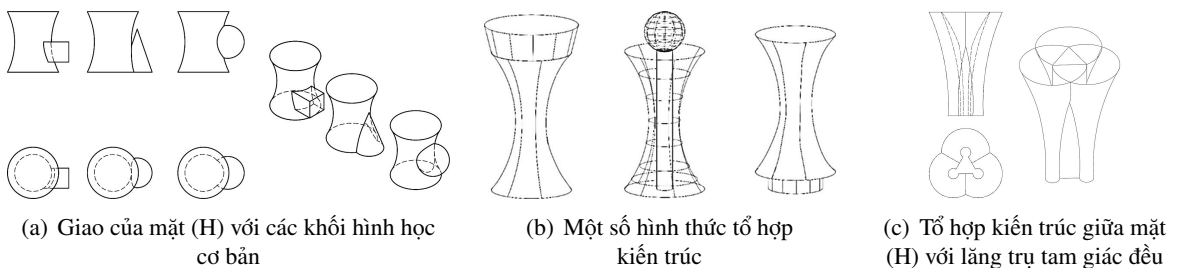


Hình 21. Các hình thức kiến trúc ứng dụng mặt (H) nguyên thủy

b. Kết hợp mặt (H) với nhau hoặc với một số mặt hình học đơn giản

Việc tìm tòi sáng tác đồ án của sinh viên có thể được triển khai dựa trên nguyên tắc phép cộng và phép trừ giữa các mặt (H) với nhau hoặc với các mặt cơ bản khác để sáng tạo được những hình thể kiến trúc đa dạng. Khi sử dụng phép cộng, sinh viên có thể sẽ thấy dễ dàng khi xác định giao của mặt (H) với đa diện hơn khi phải xác định giao với các mặt cong bậc hai thường gặp khác như nón, trụ, cầu. Giao của hai mặt cong bậc 2 là một đường cong bậc 4 nhưng trong một số trường hợp đặc biệt đường bậc bốn có thể thành hai đường cong bậc hai (đường cong phẳng), do vậy sinh viên nên đưa về các trường hợp đặc biệt để dễ dàng xác định được giao. Trong trường hợp tổng quát, sinh viên hoàn toàn có thể đưa về trường hợp các giao tuyến phụ là các đường tròn vĩ tuyến để việc tìm các điểm chung được dễ dàng và chính xác hơn.

Hình 22(a) biểu diễn giao của mặt (H) với các khối hình học cơ bản. Hình 22(b) biểu diễn một số hình thức tổ hợp kiến trúc giữa mặt (H) với các khối hình học cơ bản. Dạng tổ hợp này có thể áp dụng với các đồ án công trình kiến trúc cao tầng như chung cư, khách sạn ...

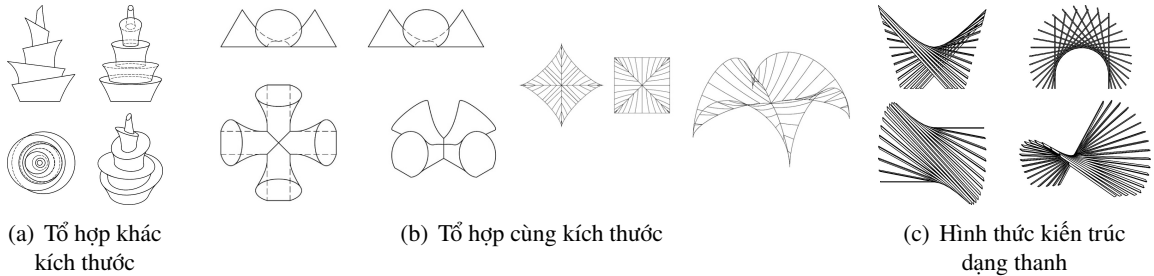


Hình 22. Các hình thức kiến trúc kết hợp mặt (H) với nhau hoặc với một số mặt hình học đơn giản

Việc cộng khối ở phần trên hoặc dưới của mặt (H) làm cho hình khối bớt đơn điệu. Sinh viên có thể thay đổi phần vật liệu phủ mặt hoặc thay đổi hình thức đặc/rỗng của khối để tạo thêm điểm nhấn cho kiến trúc bên ngoài công trình. Hình 22(c) là một hình thức tổ hợp kiến trúc giữa 3 nửa mặt (H) với lăng trụ tam giác đều. Với dạng tổ hợp này đòi hỏi sinh viên phải xác định được giao của các mặt (H) với nhau và giao của mặt (H) với các mặt của lăng trụ tam giác đều.

Hình 23(a) là hình thức tổ hợp kiến trúc giữa các phần mặt (H) có kích thước và độ cong khác nhau. Với dạng tổ hợp này, sinh viên có thể áp dụng trên các đồ án công trình cao tầng. Việc cắt ghép các khối có thiết diện thay đổi sẽ làm mặt bằng nhà đa dạng và khai thác được nhiều dạng không gian khác nhau. Hình 23(b) là hình thức tổ hợp kiến trúc giữa các mặt (H) có cùng kích thước. Dạng tổ

hợp này sinh viên có thể áp dụng trên các đồ án công trình công cộng như quán hoa, quán sách, bảo tàng, nhà ga, nhà hàng ... các công trình điểm nhấn cho không gian công cộng. Hình 23(c) là hình thức kiến trúc dạng thanh của một mảnh mặt (H). Hình thức này mang đến cảm giác phóng khoáng, mạnh mẽ cho không gian. Và cũng như dạng tổ hợp phía trên, hình thức kiến trúc này có thể áp dụng cho các đồ án như chòi nghỉ, quán hoa, quán sách, nhà chờ, ... ngoài ra cũng phù hợp với các đồ án kiến trúc lớn hơn như nhà hàng, bảo tàng, khách sạn ...



Hình 23. Các hình thức kiến trúc ứng dụng mặt (H)

Ngoài phép cộng thì phép trừ là một biện pháp cũng được áp dụng rất nhiều. Nó có tác dụng phân cắt và thay đổi tỷ lệ làm cho hình khối hoàn chỉnh thành một nhóm kiến trúc khiến cho tạo hình kiến trúc trở nên đặc sắc. Tạo hình kiểu cắt gọt dẫn đến cảm giác điêu khắc rất mạnh. Phép trừ đòi hỏi sinh viên nắm vững các kiến thức về giao khối hơn phép cộng. Nhưng khi đã nắm vững các nguyên tắc xác định giao cơ bản thì việc tổ hợp các hình thức giao giữa các khối sẽ phong phú hơn.

4. Kết luận

Tại sao cấu trúc Hyperboloid một tầng tròn xoay được quan tâm và ứng dụng trên thế giới khá nhiều? Ngoài tính thẩm mỹ thì cấu trúc Hyperboloid một tầng tròn xoay còn rất chắc chắn và hiệu quả. Hyperboloid một tầng tròn xoay là bề mặt cong kép, cong theo hai hướng và có thể được tạo ra hoàn toàn bằng các dầm thẳng do đó có thể tăng khả năng chịu lực và sử dụng ít vật liệu hơn cho cùng một khối lượng chịu tải. Ngoài việc tiết kiệm chi phí thì chúng còn có khả năng chống cong vênh hơn nhiều vì các phần tử đơn lẻ là thẳng.

Đối với những sinh viên mới thực hiện đồ án hay cả những sinh viên đã đi đến đồ án tốt nghiệp, nếu sử dụng các mặt cong trong thiết kế cũng có thể gặp khó khăn khi biểu đạt ý tưởng qua ngôn ngữ kỹ thuật. Đơn giản như việc biểu diễn chính xác mặt đứng của công trình hay xác định giao giữa các khối nhà ... Muốn ứng dụng mặt cong nói chung hay mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay nói riêng trong thiết kế đòi hỏi sinh viên phải hiểu khái niệm và các tính chất, biểu diễn được các hình chiếu cơ bản của mặt hay cao hơn nữa là xác định được thiết diện, các cách ghép khối ...

Với mục tiêu là hệ thống hóa lý thuyết về mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay, đánh giá khả năng áp dụng và đưa ra các phương án ứng dụng mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay trong thiết kế kiến trúc, đặc biệt là đồ án sinh viên kiến trúc. Dựa vào tính chất và cách biểu diễn, nội dung nghiên cứu đã chỉ ra những ưu điểm khi sử dụng mặt (H) trong thực tiễn kiến trúc và xây dựng. Tác giả đã đề xuất được hai phương án ứng dụng mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay trong thiết kế đồ án kiến trúc: thiết kế từ ý tưởng mặt bằng và thiết kế từ ý tưởng hình khối công trình, đây là hai cách cơ bản khi sinh viên kiến trúc tiến hành thiết kế đồ án. Ở mỗi cách ứng dụng mặt (H) trong thiết kế, nghiên cứu đã gợi ý cho sinh viên khả năng ứng dụng mặt (H) trong từng loại đồ án cụ thể mà sinh viên sẽ gặp trong

quá trình học tập tại Trường Đại học Xây dựng Hà Nội. Từ các phương pháp biểu diễn, sinh viên Kiến trúc có thể dễ dàng ứng dụng để tạo ra những thiết kế hoàn chỉnh, mang tính thẩm mỹ cao.

Tài liệu tham khảo

- [1] Yến, P. T. H., Huyền, V. T., Thành, N. T. (2022). *Nghiên cứu ứng dụng mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay trong kiến trúc, vận dụng trong thiết kế đồ án sinh viên ngành kiến trúc*. Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, mã số 11-2021/KHXD.
- [2] Yến, P. T. H. (2020). Ứng dụng mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay trong kiến trúc. *Tạp chí Kiến trúc*, (11):56–60.
- [3] Maden, F. (2017). [Geometric and Kinematic Analysis of Deployable Doubly Ruled Hyperboloids](#). *MEGARON / Yıldız Technical University, Faculty of Architecture E-Journal*, 12(3):343–354.
- [4] Caminos, H. (1962). *A theme center for a world's fair two surfaces of revolution*. School of Design, North Carolina State College.
- [5] Darmstadt University of Technology. [Erich Hartmann: Computer-aided descriptive and constructive geometry](#). Truy cập ngày 03/02/2022.
- [6] Vdocuments. [Hyperboloid structure](#). Visited on 26/02/2022.
- [7] Maden, F. (2015). [Novel design methodologies for transformable doubly-ruled surface structures](#). İzmir Institute of Technology.
- [8] Thùy, N. T. M., Hoan, N. X., Chính, N. T., Yến, P. T. H., Vân, P. T. T., Hiểu, N. T. C., Tuấn, N. V. (2020). *Bài giảng Hình học họa hình*. Nhà xuất bản Dân trí, Hà Nội.
- [9] Đoàn Như Kim (2005). *Một số khái niệm về hình học trong kiến trúc*. Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
- [10] Yến, P. T. H. (2021). Mặt hình học Hyperboloid một tầng tròn xoay và khả năng ứng dụng trong kiến trúc. *Tạp chí Kiến trúc Việt Nam*, (234):78–81.
- [11] Hoàng, Đ. T. (2005). *Tư duy và tổ hợp kiến trúc*. Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.