



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0026190

(51)⁷

E03F 3/04; F16L 9/06; E21D 11/20;
E03B 7/00

(13) **B**

(21) 1-2014-00300

(22) 20/06/2012

(86) PCT/JP2012/065750 20/06/2012

(87) WO/2013/002094 03/01/2013

(30) 2011-142473 28/06/2011 JP

(45) 25/11/2020 392

(43) 26/05/2014 314A

(73) Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co., Ltd. (JP)

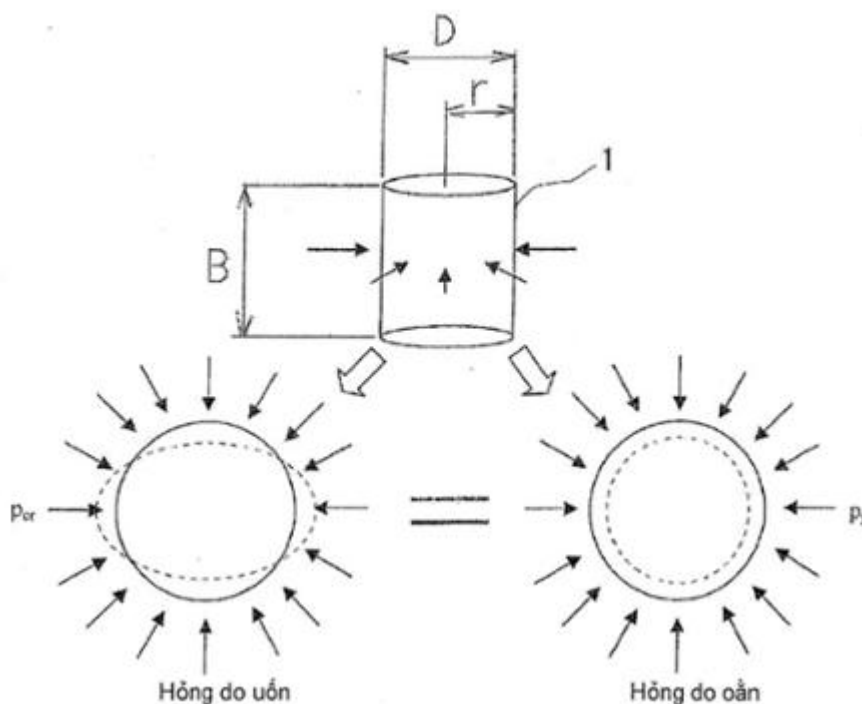
17-12, Kiba 2-chome, Koto-ku, Tokyo 135-0042, Japan

(72) Takeo HARADA (JP); Noriyuki KAWABATA (JP).

(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ TẤM THÉP SÓNG VÀ ỐNG LÀM TỪ TẤM THÉP SÓNG

(57) Sáng chế đề cập tới phương pháp thiết kế tấm thép sóng, phương pháp này khác biệt ở chỗ, khi thiết kế dạng sóng của tấm thép sóng có chiều cao sóng H tạo thành ống làm từ tấm thép sóng có đường kính ống D , thì chiều cao sóng H so với đường kính ống D được thiết đặt sao cho áp suất tương đương uốn tròn P_{cr} ở thời điểm khi ống làm từ tấm thép sóng uốn cong và áp suất tương đương cong oằn p_y ở thời điểm cong oằn của nó bằng nhau với giả thiết là ống làm từ tấm thép sóng chịu áp suất ngoài đồng đều trên mặt ngoài của nó.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp thiết kế (cụ thể là, dạng sóng của) tấm thép sóng như phần được gọi là phần sóng hoặc tấm lót trong ống làm từ tấm thép sóng được chế tạo bằng cách sử dụng tấm thép sóng và ống làm từ tấm thép sóng được chế tạo bằng cách sử dụng tấm thép sóng theo phương pháp thiết kế này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Ống sóng được tạo bằng các phần sóng hình cung tròn lấp tròn (các tấm thép sóng) đã được sử dụng làm kênh tưới, kênh thoát nước, kênh dẫn, và kênh tương tự nằm dưới đường bộ, đường sắt, và đường tương tự, chẳng hạn.

Tiêu chuẩn công nghiệp Nhật Bản JISG3471 quy định loại ống vòng tròn 1 và loại ống vòng tròn 2 và loại tương tự là ống sóng.

Fig.10(a) và 10(b) minh họa ống sóng loại vòng tròn 1, trong khi đó Fig.11(a), 11(b) và 11(c) minh họa phần (phần sóng) loại vòng tròn 1 tạo thành ống sóng. D chỉ đường kính ống (đường kính danh nghĩa). Trong phần sóng loại vòng tròn 1, bước sóng b và chiều cao sóng H lần lượt được định rõ là 68 mm và 13 mm.

Fig.8(a) và 8(b) minh họa ống sóng loại vòng tròn 2, trong khi đó Fig.9(a)-9(d) minh họa phần (phần sóng) loại vòng tròn 2 tạo thành ống sóng. D chỉ đường kính ống (đường kính danh nghĩa). Trong phần sóng loại vòng tròn 2, bước sóng b và chiều cao sóng H lần lượt được định rõ là 150 mm và 48 mm hoặc 50 mm.

Đối với đường kính ống sóng loại vòng tròn 1, khoảng bằng từ 400 mm đến 1800 mm được định rõ trong bảng. Trong khi đó khoảng bằng từ 1500 mm đến 15000 mm được định rõ trong bảng là đường kính ống sóng loại vòng tròn 2, trong thực tế các kết cấu kỹ thuật dân dụng như kênh thoát nước nằm dưới đường bộ được chế tạo trong khoảng bằng từ 1500 mm đến 4500 mm.

Như được minh họa trên Fig.12(a)-12(c) và Fig.13, tấm lót (tấm thép sóng) có các gờ hình tròn được tạo bằng cách uốn cong các phần đầu ở cả hai đầu theo chiều lượn sóng và gờ hướng trục được tạo bằng cách hàn các tấm ở cả hai đầu theo chiều dọc các đáy sóng thường được lấp tròn, để được sử dụng làm thân hình trụ (ống làm từ tấm thép

sóng). Dạng mặt cắt của tấm lót không được tiêu chuẩn hóa trong JIS nhưng được tiêu chuẩn hóa trong công nghiệp thép (Liner Plate Design and Construction Manual Producing Committee of The Japan Iron and Steel Federation, ed., *Liner Plate Design and Construction Manual*), để có bước sóng bằng 135 mm và chiều cao sóng bằng 52,5 mm.

Tấm thép sóng được sử dụng trong tài liệu sáng chế 1 không được sử dụng làm kết cấu được phủ đất như kênh dẫn nước nằm dưới đường bộ nhưng được sử dụng làm kết cấu đỡ tải trọng, có mặt cắt với bước sóng bằng 30,5 cm (12 in) và chiều cao sóng bằng 10,2 cm (4 in) (xem yêu cầu bảo hộ, Fig.1, và phần tương tự trong tài liệu sáng chế 1).

Tài liệu sáng chế 2 bộc lộ rằng, đối với tấm thép sóng dùng cho kết cấu kỹ thuật dân dụng, là một ví dụ trong đó tấm lót có chiều cao sóng bằng 150 mm lớn hơn 52,5 mm đã được tiêu chuẩn hóa, và nêu rằng chiều cao sóng này của ống sóng được làm là lớn hơn loại được làm thông thường (xem đoạn [0022], Fig.2, và loại tương tự).

Mặc dù, tấm thép sóng được quy định rõ hoặc được tiêu chuẩn hóa (phần lượn sóng và các tấm lót) dùng làm ống làm từ tấm thép sóng thông thường có chiều cao sóng được thiết đặt theo kích thước cụ thể như nêu trên, nhưng những kích thước cụ thể này không phải là cơ sở để xác định hiệu quả đối với lượng sử dụng vật liệu thép tạo độ bền của ống làm từ tấm thép sóng.

Ống làm từ tấm thép sóng theo tài liệu sáng chế 1 và 2 có chiều cao sóng lớn hơn 102 mm (10,2 cm) và 150 mm, tương tự cũng không có cơ sở về tính hiệu quả của lượng sử dụng vật liệu thép đối với độ bền của ống làm từ tấm thép sóng.

Ví dụ, khi xây dựng kênh dẫn nước bên dưới đường bộ, nếu kết cấu có đường kính ống lớn hơn đường kính (đường kính ống làm từ tấm thép sóng) cho phép tạo ra ống làm từ tấm thép sóng bằng cách sử dụng tấm thép sóng được quy định rõ hoặc được tiêu chuẩn hóa thông thường sẽ được chế tạo, hoặc nếu kết cấu có chiều dày phủ đất lớn hơn chiều dày cho phép sẽ được chế tạo, dạng mặt cắt của tấm thép sóng thông thường phải được thay đổi để tăng cường độ cứng.

Khi thay đổi dạng mặt cắt của tấm thép sóng, thì lượng sử dụng vật liệu thép cần phải được giữ không tăng nhiều hơn mức cần thiết xét về độ bền của ống làm từ tấm thép sóng, do lượng sử dụng này sẽ làm tăng chi phí nguyên liệu, dẫn đến tăng chi phí chế tạo,

nên dạng mặt cắt hữu hiệu là cần thiết trong tương quan giữa độ bền của ống làm từ tấm thép sóng và lượng sử dụng vật liệu thép.

Tuy nhiên, hiện nay không có phương pháp nào để tính dạng mặt cắt hữu hiệu như vậy (cụ thể là, dạng sóng) dùng cho tấm thép sóng được sử dụng làm ống làm từ tấm thép sóng có kết cấu nhay với áp suất ngoài từ môi trường xung quanh nó (ví dụ, kết cấu có lớp đất phủ) như kênh dẫn nước nằm dưới đường bộ.

Trong quá trình nghiên cứu và khảo sát các phương pháp khác nhau để tính dạng mặt cắt hữu hiệu dùng cho tấm thép sóng được sử dụng làm ống làm từ tấm thép sóng có kết cấu nhay với áp suất ngoài từ môi trường xung quanh nó, các tác giả sáng chế đã tập trung sự chú ý vào thực tế là việc chỉ khảo sát về mômen thứ hai của diện tích là luôn không đủ cho dạng mặt cắt hữu hiệu. Sau đó, sáng chế được tạo ra nhờ tính đến thực tế là, trong kết cấu nhay với áp suất ngoài từ môi trường xung quanh, vật liệu của nó có thể bị hư hỏng do sự cong oằn do tải trọng làm việc hoặc dưới sự uốn tròn, do đó dạng mặt cắt trong đó độ bền được cân bằng giữa các sự hư hỏng do sự cong oằn và sự uốn tròn là dạng mặt cắt hữu hiệu.

Danh mục tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Đơn yêu cầu cấp sáng chế Nhật Bản chưa qua thẩm định số S53-620

Tài liệu sáng chế 2: Đơn yêu cầu cấp sáng chế Nhật Bản chưa qua thẩm định số 2008-266992

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Xem xét các giải pháp kỹ thuật đã biết trên đây, mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp thiết kế tấm thép sóng có thể tạo ra kết cấu kỹ thuật dân dụng từ ống làm từ tấm thép sóng có đường kính ống lớn mà không thể làm được bằng dạng mặt cắt của tấm thép sóng hiện tại hoặc chiều dày phủ đất lớn, trong khi vẫn có khả năng thu được dạng mặt cắt hữu hiệu (cụ thể là, dạng sóng) của tấm thép sóng trong tương quan giữa độ bền của ống làm từ tấm thép sóng và lượng sử dụng vật liệu thép, và ống làm từ tấm thép sóng được chế tạo bằng cách sử dụng tấm thép sóng theo phương pháp thiết kế này.

Cách thức giải quyết vấn đề

Phương pháp thiết kế tấm thép sóng theo điểm 1 của sáng chế để giải quyết vấn đề nêu trên khác biệt ở chỗ, khi thiết kế dạng sóng của tấm thép sóng có chiều cao sóng H tạo thành ống làm từ tấm thép sóng có đường kính ống D, chiều cao sóng H so với đường kính ống D được thiết đặt sao cho áp suất tương đương uốn tròn p_{cr} được biểu diễn bằng công thức (1) dưới đây ở thời điểm khi ống làm từ tấm thép sóng uốn cong và áp suất tương đương cong oằn p_y được biểu diễn bằng công thức (2) dưới đây ở thời điểm cong oằn của nó bằng nhau với giả thiết là ống làm từ tấm thép sóng chịu áp suất ngoài đồng đều trên mặt ngoài của nó:

$$p_{cr} = \frac{3 \cdot E \cdot I}{B \cdot r^3} \quad \dots (1)$$

$$p_y = \frac{\sigma_y \cdot A}{B \cdot r} \quad \dots (2)$$

trong đó:

r: bán kính đường tròn (= đường kính ống D/2) mm

p_{cr} : áp suất tương đương uốn tròn N/mm²

p_y : áp suất tương đương cong oằn N/mm²

E: môđun đàn hồi N/mm²

σ_y : ứng suất cong oằn N/mm²

B: chiều rộng của tấm thép sóng (= chiều rộng (chiều dài theo chiều trục ống) của ống làm từ tấm thép sóng) (mm)

I: mômen thứ hai của diện tích trên chiều rộng B của tấm thép sóng (mm⁴)

A: diện tích mặt cắt trên chiều rộng B của tấm thép sóng mm².

Phương pháp thiết kế tấm thép sóng theo điểm 2 là theo phương pháp thiết kế tấm thép sóng theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, chiều cao sóng H so với đường kính ống D được thiết đặt theo công thức (8) dưới đây :

$$a = \sqrt{\frac{2 \cdot \sigma_y \cdot r^2}{3 \cdot E} - \frac{t^2}{6}} \quad \dots (8)$$

trong đó:

a: biên độ sóng (= H/2) mm

t: chiều dày tấm mm.

Phương pháp thiết kế tấm thép sóng theo điểm 3 là theo phương pháp thiết kế tấm thép sóng theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, chiều cao sóng H so với đường kính ống D được thiết đặt theo công thức (10) dưới đây:

$$a = r \sqrt{\frac{2 \cdot \sigma_y}{3 \cdot E}} \quad \dots (10)$$

trong đó:

a: biên độ sóng (= H/2) mm.

Phương pháp thiết kế tấm thép sóng theo điểm 4 khác biệt ở chỗ, khi thiết kế dạng sóng của tấm thép sóng có chiều cao sóng H tạo thành ống làm từ tấm thép sóng có đường kính ống D, thì chiều cao sóng H so với đường kính ống D được thiết đặt sao cho, theo tương quan giữa chiều cao sóng H và đường kính ống D thì áp suất tương đương uốn tròn p_{cr} được biểu diễn bằng công thức (1) ở thời điểm khi ống làm từ tấm thép sóng uốn cong và áp suất tương đương cong oằn p_y được biểu diễn bằng công thức (2) ở thời điểm cong oằn của nó bằng nhau, tải trọng uốn lớn hơn tải trọng cong oằn với giả thiết là ống làm từ tấm thép sóng chịu áp suất ngoài đồng đều trên mặt ngoài của nó.

Phương pháp thiết kế tấm thép sóng theo điểm 5 là theo phương pháp thiết kế tấm thép sóng theo điểm 4, khác biệt ở chỗ, phương pháp này còn bao gồm các bước thiết đặt đường quan hệ thứ nhất giữa đường kính ống D và chiều cao sóng H sao cho áp suất tương đương uốn tròn p_{cr} ở thời điểm khi ống làm từ tấm thép sóng uốn cong và áp suất tương đương cong oằn p_y ở thời điểm cong oằn bằng nhau với giả thiết là ống làm từ tấm thép sóng chịu áp suất ngoài đồng đều trên mặt ngoài của nó; thiết đặt đường quan hệ thứ hai sao cho chiều cao sóng H thay đổi từng bước theo các khoảng định trước so với

đường kính ống D; và thiết đặt chiều cao sóng H so với đường kính ống D theo đường quan hệ thứ hai; trong đó một miền so với đường quan hệ thứ nhất là miền nơi tải trọng uốn lớn hơn tải trọng cong oằn, trong khi đó miền còn lại so với đường quan hệ thứ nhất là miền nơi tải trọng cong oằn lớn hơn tải trọng uốn; và trong đó đường quan hệ thứ hai được thiết đặt trong một miền, trong khi đó chiều cao sóng H là không đổi mà không cần quan tâm đến đường kính ống D thay đổi như thế nào trong một trong số các khoảng định trước.

Phương pháp thiết kế tấm thép sóng theo điểm 6 khác biệt ở chỗ, khi thiết kế dạng sóng của tấm thép sóng có chiều cao sóng H tạo thành ống làm từ tấm thép sóng có đường kính ống D, thì chiều cao sóng H so với đường kính ống D được thiết đặt theo công thức (9) dưới đây:

$$a > \sqrt{\frac{2 \cdot \sigma_y \cdot r^2}{3 \cdot E} - \frac{t^2}{6}} \dots (9)$$

trong đó:

a: biên độ sóng (= H/2) mm

t: chiều dày tấm mm

r: bán kính đường tròn (= đường kính ống D/2) mm.

Ống làm từ tấm thép sóng theo điểm 7 của sáng chế khác biệt ở chỗ, chiều cao sóng H của tấm thép sóng tạo thành ống làm từ tấm thép sóng có đường kính ống D có kích thước được xác định bằng phương pháp thiết kế tấm thép sóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6.

Hiệu quả của sáng chế

Trong tấm thép sóng thu được bằng phương pháp thiết kế theo sáng chế, chiều cao sóng H tương ứng với đường kính ống cụ thể D (= 2 lần bán kính đường tròn) của ống làm từ tấm thép sóng được thiết đặt sao cho áp suất tương đương uốn tròn p_{cr} ở thời điểm khi ống làm từ tấm thép sóng được tạo thành bằng tấm thép sóng uốn cong và áp suất tương đương cong oằn p_y ở thời điểm khi ống làm từ tấm thép sóng cong oằn bằng nhau. Nghĩa là, trong ống làm từ tấm thép sóng được tạo thành bằng tấm thép sóng, áp suất tương đương uốn tròn p_{cr} ở thời điểm khi ống làm từ tấm thép sóng uốn cong và áp suất

tương đương cong oằn p_y ở thời điểm khi ống làm từ tấm thép sóng cong oằn hầu như bằng nhau.

Vì vậy, sự uốn tròn và sự cong oằn xảy ra hầu như đồng thời. Trong khi đó giới hạn cong oằn ở thời điểm khi sự uốn tròn xảy ra hoặc, ngược lại, giới hạn uốn tròn ở thời điểm cong oằn có nghĩa là mặt cắt của chi tiết ống làm từ tấm thép sóng hoàn toàn không chịu được tải trọng làm việc, mặt cắt của chi tiết hoàn toàn chịu được tải trọng làm việc khi sự uốn tròn và sự cong oằn xảy ra hầu như đồng thời. Vì vậy, dạng mặt cắt này có thể được xem là dạng mặt cắt hữu hiệu (dạng sóng) trong tương quan giữa độ bền của ống làm từ tấm thép sóng và lượng sử dụng vật liệu thép.

Các công thức (1) và (2) trong điểm 1 là các công thức cụ thể để thiết đặt chiều cao sóng H ($= 2 \times$ biên độ sóng a) sao cho áp suất tương đương uốn tròn p_{cr} và áp suất tương đương cong oằn p_y bằng nhau khi thiết kế dạng mặt cắt theo điểm 1 của sáng chế.

Điểm 2 là công thức trực tiếp để thiết đặt chiều cao sóng H ($= 2a$) của tấm thép sóng theo điểm 1 của sáng chế. Việc xác định giá trị chiều dày tấm t theo công thức này có thể tạo ra ngay sự tương quan giữa đường kính ống D ($= 2r$) và chiều cao sóng H ($= 2a$).

Điểm 3 cũng thể hiện công thức trực tiếp để thiết đặt chiều cao sóng H ($= 2a$) của tấm thép sóng theo điểm 1 của sáng chế, công thức này loại trừ số hạng chiều dày tấm t do ảnh hưởng của chiều dày tấm t rất nhỏ trong công thức theo điểm 2, do đó thể hiện công thức đơn giản là sự tương quan trực tiếp giữa đường kính ống D ($= 2r$) và chiều cao sóng H ($= 2a$). Điều này làm cho việc thiết kế sự tạo sóng của tấm thép sóng trở nên dễ dàng.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1(a), 1(b), và 1(c) là các hình vẽ giải thích để giải thích phương pháp thiết kế tấm thép sóng theo một phương án của sáng chế và thể hiện các trạng thái tương ứng trong đó áp suất ngoài tác dụng lên mặt chu vi ngoài của ống làm từ tấm thép sóng, áp suất tương đương uốn tròn p_{cr} tác dụng lên ống làm từ tấm thép sóng, và áp suất tương đương cong oằn p_y tác dụng lên ống làm từ tấm thép sóng;

Fig.2 là sơ đồ minh họa dạng sóng của mặt cắt của tấm thép sóng tạo thành ống làm từ tấm thép sóng trên Fig.1;

Fig.3 là sơ đồ minh họa dạng sóng gần đúng khi thiết đặt dạng sóng của tấm thép

sóng trên Fig.2 bằng cách làm gần đúng nó với đường sin làm ví dụ về phương pháp thiết kế tấm thép sóng theo sáng chế;

Fig.4 là sơ đồ để giải thích cách suy ra công thức (4) để xác định diện tích mặt cắt A trên chiều rộng B của tấm thép sóng;

Fig.5 là sơ đồ để giải thích cách suy ra công thức (6) để xác định I (mômen thứ hai của diện tích) của tấm thép sóng;

Fig.6 là đồ thị vẽ minh họa sự tương quan của công thức (8) và minh họa ví dụ về sự tương quan giữa đường kính vòng tròn D và chiều cao sóng H (2 lần biên độ sóng a) khi thiết kế dạng sóng của tấm thép sóng bằng phương pháp thiết kế tấm thép sóng theo sáng chế;

Fig.7 là đồ thị minh họa ví dụ trong đó sự tương quan gần như tỷ lệ giữa đường kính vòng tròn D và chiều cao sóng H được biểu diễn bằng đồ thị trên Fig.6 được cải biến thành sự tương quan trong đó chiều cao sóng H thay đổi từng bước so với đường kính vòng tròn D (2 lần bán kính đường tròn r);

Fig.8(a) và Fig.8(b) minh họa ống sóng loại vòng tròn 2 được định rõ trong tiêu chuẩn công nghiệp Nhật Bản JISG3471 là ví dụ về ống làm từ tấm thép sóng, lần lượt là hình vẽ khi được nhìn theo chiều trục ống và hình vẽ mặt cắt;

Fig.9(a), Fig.9(b), và Fig.9(c) minh họa phần (phần sóng) tạo thành ống sóng loại vòng tròn 2 trên Fig.8, lần lượt là hình chiếu đứng, hình chiếu từ bên phải của Fig.9(a), và hình vẽ phóng to biểu thị dạng sóng;

Fig.10(a) và Fig.10(b) minh họa ống sóng loại vòng tròn 1 được định rõ trong tiêu chuẩn công nghiệp Nhật Bản JISG3471, lần lượt là hình vẽ khi được nhìn theo chiều trục ống và hình vẽ mặt cắt;

Fig.11(a), Fig.11(b), Fig.11(c), và Fig.11(d) minh họa phần (phần sóng) tạo thành ống sóng loại vòng tròn 1 trên Fig.10, lần lượt là hình chiếu đứng (khai triển), hình chiếu từ bên phải của Fig.9(a) (ở trạng thái bị uốn), hình chiếu từ dưới lên của Fig.9(a), và hình vẽ phóng to biểu thị dạng sóng;

Fig.12(a), Fig.12(b), và Fig.12(c) minh họa tấm lót được tiêu chuẩn hóa là ví dụ khác về tấm thép sóng tạo thành ống làm từ tấm thép sóng, lần lượt là hình chiếu đứng, hình chiếu từ bên trái của Fig.12(a), và hình chiếu từ dưới lên của Fig.12(a);

Fig.13 là hình vẽ mặt cắt phóng to của tấm lót trên Fig.12; và

Fig.14 là đồ thị minh họa ví dụ về sự tương quan giữa đường kính vòng tròn D và chiều cao sóng H (2 lần biên độ sóng a) được thể hiện trên Fig.6 và ví dụ về sự tương quan có tính đến hệ số an toàn.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong phần dưới đây, phương pháp thiết kế tấm thép sóng để thực hiện sáng chế và ống làm từ tấm thép sóng được chế tạo bằng cách sử dụng tấm thép sóng theo phương pháp thiết kế này sẽ được giải thích chi tiết dựa vào các hình vẽ.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1

Phương án theo sáng chế thiết đặt dạng sóng của tấm thép sóng sao cho áp suất tương đương uốn tròn p_{cr} ở thời điểm khi ống làm từ tấm thép sóng uốn cong và áp suất tương đương cong oằn p_y ở thời điểm cong oằn của nó bằng nhau với giả thiết là ống làm từ tấm thép sóng chịu áp suất ngoài đồng đều trên mặt ngoài của nó (giả thiết này sẽ được giải thích sau).

Điều này sẽ được giải thích dựa vào Fig.1; khi ống làm từ tấm thép sóng 1 chịu áp suất ngoài đều (được biểu thị bằng các mũi tên) trên mặt ngoài của nó như được minh họa trên Fig.1(a), có trường hợp uốn tròn trong đó vòng tròn uốn cong như được minh họa bằng đường nét đứt trên Fig.1(b) mà không giữ được dạng tròn của nó và trường hợp trong đó vòng tròn cong oằn do bị nén vòng quanh trong khi vẫn giữ được dạng tròn như được minh họa bằng đường nét đứt trên Fig.1(c).

Fig.2 minh họa dạng sóng của tấm thép sóng tiêu biểu được sử dụng làm ống làm từ tấm thép sóng, trong đó b là bước sóng, H là chiều cao sóng, và t là chiều dày tấm.

Trong khi các dạng sóng của tấm thép sóng tiêu biểu được tạo ra bằng sự kết hợp của các đường thẳng và các đường cong như được minh họa trên Fig.2 hoặc Fig.9 (c), 9(d), Fig.11(a), 11(c), và Fig.13 là các dạng sóng của các phần và các tấm lót ống sóng được định rõ hoặc được tiêu chuẩn hóa, thì dạng sóng được coi là gần đúng với sóng sin (đường cong hình sin) như được minh họa trên Fig.3 để đơn giản hóa việc tính toán.

Giả thiết là ống làm từ tấm thép sóng chịu áp suất ngoài đều trên mặt ngoài của nó sau đây sẽ được giải thích thêm. Giả thiết này về bản chất có thể áp dụng khi ống làm từ

tấm thép sóng được đặt thẳng đứng.

Khi tải trọng thẳng đứng tác dụng vào ống làm từ tấm thép sóng được đặt nằm ngang, thì đường kính của nó có xu hướng giảm và tăng tương ứng theo các chiều thẳng đứng và nằm ngang, nhờ đó ống nén đất và cát lên cả hai phía và chịu phản lực của đất. Xu hướng này trở nên rõ rệt hơn khi mức biến dạng lớn hơn, theo đó các tải trọng thẳng đứng và nằm ngang cuối cùng nhận được giá trị gần như giống nhau và trở nên ổn định. Nghĩa là, ống làm từ tấm thép sóng dễ bị biến dạng bởi áp suất thẳng đứng của đất, theo đó áp suất ngoài tác dụng vào ống được đồng nhất hóa trên khắp chu vi của nó. Vì vậy, giả thiết này là phù hợp.

Trên Fig.3, b là bước sóng và a là biên độ sóng ($= H/2$ (một nửa của chiều cao sóng H)). Chiều dày tấm t được coi là gần đúng với là khoảng cách giữa hai sóng sin như được minh họa.

Trong trường hợp này, áp suất tương đương uốn tròn p_{cr} và áp suất tương đương cong oằn p_y lần lượt được biểu diễn bằng các công thức (1) và (2).

Công thức (1) về áp suất tương đương uốn tròn p_{cr} được sử dụng trong lý thuyết uốn của Timoshenko. Tuy nhiên, công thức (1) chứa chiều rộng của tấm thép sóng ($=$ chiều rộng (chiều dài theo chiều trục ống) của ống làm từ tấm thép sóng) B .

Do lực nén cong oằn đường tròn được xác định bằng $T = p_y \cdot r \cdot B$, trong khi đó lực nén T ở thời điểm cong oằn được biểu diễn bằng $\sigma_y \cdot A$, công thức (2) về áp suất tương đương cong oằn p_y thu được (xem phần dưới đây đối với T , B , A , và σ_y).

$$p_{cr} = \frac{3 \cdot E \cdot I}{B \cdot r^3} \quad \dots (1)$$

$$p_y = \frac{\sigma_y \cdot A}{B \cdot r} \quad \dots (2)$$

Các ký hiệu p_{cr} , p_y , E , σ_y , I , A , B , và r trong các công thức (1) và (2) nêu trên như sau:

T : lực nén cong oằn đường tròn N

r : bán kính đường tròn ($=$ đường kính ống $D/2$) mm

p_{cr} : áp suất tương đương uốn tròn N/mm^2

p_y : áp suất tương đương cong oằn

E : môđun đàn hồi N/mm^2

σ_y : ứng suất cong oằn N/mm^2

B : chiều rộng của tấm thép sóng (= chiều rộng (chiều dài theo chiều trục ống) của ống làm từ tấm thép sóng) mm

I : mômen thứ hai của diện tích trên chiều rộng B của tấm thép sóng mm^4

A : diện tích mặt cắt trên chiều rộng B của tấm thép sóng mm^2 .

Như nêu trên, sáng chế thiết đặt dạng sóng của tấm thép sóng sao cho áp suất tương đương uốn tròn p_{cr} ở thời điểm khi ống làm từ tấm thép sóng uốn cong và áp suất tương đương cong oằn p_y ở thời điểm cong oằn bằng nhau. Vì vậy, các công thức (1) và (2) nêu trên bằng nhau, nghĩa là, $p_{cr} = p_y$. Điều này suy ra ngay công thức (3) dưới đây:

$$\sigma_y \cdot A = \frac{3 \cdot E \cdot I}{r^2} \quad \dots (3)$$

A (diện tích mặt cắt trên chiều rộng B của tấm thép sóng) trong công thức (3) có thể được xác định bằng cách tính mặt cắt của một bước sóng (bước sóng b) và nhân nó với B/b , được biểu diễn như trong công thức (4) trong đoạn dưới đây. “ B/b ” trong công thức (4) là phép nhân với B/b .

Fig.4 minh họa cách suy ra công thức (4) để xác định diện tích mặt cắt A trên chiều rộng B của tấm thép sóng như thế nào. Diện tích của phần được xác định bởi URSV trên Fig.4 bằng diện tích của 1/4 phần bước sóng b và vì vậy, bằng 1/4 diện tích mặt cắt A ($A/4$). Diện tích mặt cắt này $A/4$ (=diện tích URSV) bằng diện tích được xác định bởi URZ – diện tích được xác định bởi VSZ. Vì vậy, công thức (4) thu được. Giải vế bên phải của công thức (4) thu được công thức (5).

$$A = 4 \cdot \frac{B}{b} \left\{ \int_{\frac{b}{2\pi} \sin^{-1}\left(-\frac{t}{2a}\right)}^{\frac{b}{4}} \left(a \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi}{b} \cdot x\right) + \frac{t}{2} \right) dx - \int_{\frac{b}{2\pi} \sin^{-1}\left(\frac{t}{2a}\right)}^{\frac{b}{4}} \left(a \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi}{b} \cdot x\right) - \frac{t}{2} \right) dx \right\} \quad \dots (4)$$

$$A = B \cdot t \quad \dots (5)$$

Qui trình tính về bên phải của công thức (4) như sau:

$$\begin{aligned} A &= 4 \cdot \frac{B}{b} \left\{ \int_{\frac{b}{2\pi} \sin^{-1}\left(-\frac{t}{2a}\right)}^{\frac{b}{4}} \left(a \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{b} \cdot x\right) + \frac{t}{2} \right) dx - \int_{\frac{b}{2\pi} \sin^{-1}\left(\frac{t}{2a}\right)}^{\frac{b}{4}} \left(a \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{b} \cdot x\right) - \frac{t}{2} \right) dx \right\} \\ &= 4 \cdot \frac{B}{b} \left\{ \left[-a \cdot \frac{b}{2\pi} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{b} \cdot x\right) + \frac{t}{2} \cdot x \right]_{\frac{b}{2\pi} \sin^{-1}\left(-\frac{t}{2a}\right)}^{\frac{b}{4}} - \left[-a \cdot \frac{b}{2\pi} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{b} \cdot x\right) - \frac{t}{2} \cdot x \right]_{\frac{b}{2\pi} \sin^{-1}\left(\frac{t}{2a}\right)}^{\frac{b}{4}} \right\} \\ &= 4 \cdot \frac{B}{b} \left\{ \frac{1}{4} \cdot t \cdot b + \frac{a \cdot b}{2\pi} \left(\cos\left(\sin^{-1}\left(-\frac{t}{2a}\right)\right) - \cos\left(\sin^{-1}\left(\frac{t}{2a}\right)\right) \right) - \frac{t \cdot b}{4\pi} \left(\sin^{-1}\left(-\frac{t}{2a}\right) + \sin^{-1}\left(\frac{t}{2a}\right) \right) \right\} \\ &= B \cdot t \end{aligned}$$

I (mômen thứ hai của diện tích) trong công thức (3) có thể được xác định bằng cách tính mômen thứ hai của diện tích của một bước sóng (bước sóng b) và nhân nó với B/b như trong trường hợp A, được biểu diễn như trong công thức (6).

Fig.5 minh họa cách suy ra công thức (6) để xác định I (mômen thứ hai của diện tích) của tấm thép sóng như thế nào. Mômen thứ hai của diện tích i được xác định bởi URSV trên Fig.5 bằng 1/4 mômen thứ hai của diện tích của một bước sóng (bước sóng b). Mômen thứ hai của diện tích này i (=mômen thứ hai của diện tích của phần URSV) bằng mômen thứ hai của diện tích i_1 của phần được xác định bởi URZ – mômen thứ hai của diện tích i_2 của phần được xác định bởi VSZ ($i=i_1 - i_2$). Vì vậy, $I=4 \cdot B/b \cdot i$, nhờ đó công thức (6) thu được.

Ví dụ, mômen thứ hai của diện tích i_1 của phần được xác định bởi URZ bằng tích phân từ $y=0$ đến $y=a+t/2$ của mômen thứ hai của diện tích $y^2 \cdot \Delta K$ của diện tích nhỏ ΔK xung quanh đường trung hòa (trục X) trên Fig.5. Tương tự có thể áp dụng cho mômen thứ hai của diện tích i_2 .

Giải về bên phải của công thức (6) thu được công thức (7).

Thế A của công thức (5) và I của công thức (7) vào A và I trong công thức (3) và sắp xếp nó lại theo biên độ sóng a thu được công thức (8).

$$I = 4 \cdot \frac{B}{b} \left\{ \int_0^{a+\frac{t}{2}} y^2 \left(\frac{b}{4} - \frac{b}{2\pi} \sin^{-1}\left(\frac{y}{a} - \frac{t}{2a}\right) \right) dy - \int_0^{a-\frac{t}{2}} y^2 \left(\frac{b}{4} - \frac{b}{2\pi} \sin^{-1}\left(\frac{y}{a} + \frac{t}{2a}\right) \right) dy \right\} \quad \dots (6)$$

$$I = \frac{t \cdot B \cdot a^2}{2} + \frac{t^3 \cdot B}{12} \quad \dots (7)$$

$$a = \sqrt{\frac{2 \cdot \sigma_y \cdot r^2}{3 \cdot E} - \frac{t^2}{6}} \quad \dots (8)$$

Công thức (8) cho biết điều kiện (sự tương quan giữa chiều dày tấm t , bán kính đường tròn r , và biên độ sóng a) mà trong đó áp suất tương đương uốn tròn p_{cr} và áp suất tương đương cong oằn p_y bằng nhau.

Như có thể thấy từ công thức (8), bước sóng b không liên quan đến điều kiện mà trong đó áp suất tương đương uốn tròn p_{cr} và áp suất tương đương cong oằn p_y bằng nhau. Tuy nhiên, về bản chất nó liên quan đến độ lớn của chính áp suất tương đương uốn tròn p_{cr} và áp suất tương đương cong oằn p_y như trong các công thức (1) và (2).

Khi SS330 là vật liệu dùng làm ống sóng loại vòng tròn 2 được sử dụng, thì sự tương quan của công thức (8) được vẽ cho hai loại chiều dày tấm t bằng 2,7 mm và 4,0 mm trên đồ thị như trên Fig.6. Trục tung và trục hoành của đồ thị này được biểu diễn như được cải biến lần lượt thành chiều cao sóng H (2 lần biên độ sóng a) và đường kính ống D (2 lần bán kính đường tròn r).

Trong công thức (8),

$$E = 2,1 \times 10^5 \text{ N/mm}^2, \text{ và}$$

$$\sigma_y = 205 \text{ N/mm}^2.$$

Như trên Fig.6, đường quan hệ biểu diễn sự tương quan giữa đường kính ống D và chiều cao sóng H gần như tuyến tính. Sự tương quan giữa đường kính ống D và chiều cao sóng H trong trường hợp trong đó chiều dày tấm t bằng 4,0 mm và sự tương quan trong trường hợp trong đó chiều dày tấm t bằng 2,7 mm gần như giống nhau khi các đường quan hệ của chúng được thấy như là một đường trên Fig.6 (mặc dù thực tế chúng là hai đường có thể thấy rõ trên đồ thị màu).

Khi sự tương quan giữa đường kính ống D và chiều cao sóng H nằm trên đường quan hệ trên Fig.6, thì tải trọng uốn và tải trọng cong oằn bằng nhau (áp suất tương đương uốn tròn và áp suất tương đương cong oằn bằng nhau), và dạng mặt cắt ở thời

điểm này có hiệu quả nhất trong tương quan giữa độ bền oằn của ống sóng và lượng sử dụng vật liệu thép.

Miền phía trên đường quan hệ là miền nơi tải trọng uốn lớn hơn tải trọng cong oằn. Nghĩa là, ống sóng hư hỏng do cong oằn trong miền này. Miền ở dưới đường quan hệ là miền nơi tải trọng cong oằn lớn hơn tải trọng uốn. Nghĩa là, ống sóng hư hỏng do uốn trong miền này. Khi sự tương quan giữa đường kính ống D và chiều cao sóng H dịch chuyển lên trên hoặc xuống dưới nhiều hơn so với đường quan hệ này, thì hiệu số giữa tải trọng uốn và tải trọng cong oằn trở nên lớn hơn, do đó dạng mặt cắt ít có hiệu quả hơn, do đó lượng sử dụng vật liệu thép tăng so với tải trọng được phép cần thiết.

Như nêu trên, về tính hiệu quả giữa tải trọng được phép cần thiết và lượng sử dụng vật liệu thép, sẽ là tối ưu nếu sự tương quan giữa đường kính ống D và chiều cao sóng H được định vị trên đường quan hệ trên Fig.6.

Tuy nhiên, khi tải trọng uốn lớn hơn tải trọng cong oằn, thì sự hư hỏng do uốn không xảy ra trước sự hư hỏng do cong oằn, do đó các kết cấu sử dụng ống sóng cải thiện độ bền của chúng và ngăn ngừa sự hư hỏng mạnh xảy ra, điều này cho việc sử dụng khoảng miền trong đó tải trọng uốn lớn hơn tải trọng cong oằn được ưu tiên, miền này là miền ở trên đường quan hệ.

Nghĩa là, để ngăn ngừa sự hư hỏng mạnh xảy ra, tốt hơn là sự tương quan giữa đường kính ống D ($= 2r$) và chiều cao sóng H ($H= 2a$) được thiết đặt như trong công thức (9).

$$a > \sqrt{\frac{2 \cdot \sigma_y \cdot r^2}{3 \cdot E} - \frac{t^2}{6}} \quad \dots (9)$$

Việc sử dụng phương pháp nêu trên để thiết đặt chiều cao sóng H ($= 2a$) so với đường kính ống D ($= 2r$) tạo ra các hiệu quả dưới đây:

- Độ bền vật liệu có thể được sử dụng có hiệu quả, do đó vật liệu thép có thể được sử dụng có hiệu quả, nhờ đó tiết kiệm lượng sử dụng vật liệu thép.
- Phương pháp này có thể được sử dụng trong kết cấu từ ống làm từ tấm thép sóng có đường kính ống lớn.
- Lớp phủ đất lớn có thể được tạo ra.

- Độ cứng mặt cắt (mômen thứ hai của diện tích) trở nên cao đến mức chiều dày tấm có thể được làm mỏng hơn trong điều kiện tải trọng tương tự.
- Khi được sử dụng ở dạng trục tròn hoặc lõi vào đường hầm sử dụng tấm lót, số vòng gia cường (dầm thép hình chữ H cần được đặt giữa các tấm lót nổi thẳng đứng) để gia cường các tấm lót có thể giảm.
- Khi tải trọng uốn được thiết đặt lớn hơn tải trọng cong oằn, thì sự hư hỏng do uốn không xảy ra trước sự hư hỏng do cong oằn, do đó các kết cấu sử dụng ống sóng cải thiện độ bền của chúng và ngăn ngừa sự hư hỏng mạnh xảy ra. Điều này mở rộng phạm vi trong đó ống sóng có thể được sử dụng, do đó làm cho ống sóng có thể được sử dụng xây dựng các tòa nhà, chẳng hạn.

Như nêu trên, thực tế là các đường quan hệ về cơ bản là tuyến tính và được xem gần như là một đường mà không cần quan tâm đến chiều dày tấm t trên Fig.6 cho thấy rằng số hạng chiều dày tấm t so với số hạng bán kính đường tròn r nhỏ rõ rệt trong công thức (8) do đó ảnh hưởng của chiều dày tấm t là không đáng kể. Nghĩa là, ngay cả khi bán kính đường tròn r và chiều dày tấm t bằng các giá trị nhỏ nhất và lớn hơn của chúng trên Fig.6, nghĩa là, lần lượt là 2000 mm và 4,0 mm, $r^2=4 \times 10^6$, $t^2=16$, và vì vậy, $r^2 \gg t^2$, điều này cho thấy ảnh hưởng của chiều dày tấm t là không đáng kể ngay cả khi độ lớn của các hệ số tương ứng của chúng ($2\sigma_y/3E$ và $1/6$) được tính đến (các tính toán chi tiết được bỏ qua).

Vì vậy, sự làm gần đúng có tính thực tế của công thức (10) dưới đây có thể được sử dụng thay cho công thức (8):

$$a = r \sqrt{\frac{2 \cdot \sigma_y}{3 \cdot E}} \quad \dots (10)$$

Đối với công thức (8) hoặc (9), sự tương quan giữa đường kính ống $D (= 2r)$ và chiều cao sóng tối ưu $H (= 2a)$ phụ thuộc vào ứng suất cong oằn (σ_y) (môđun đàn hồi E không thay đổi nhiều phụ thuộc vào loại thép). Vì vậy, sự tương quan giữa đường kính ống $D (= 2r)$ và tốt hơn là chiều cao sóng tối ưu $H (= 2a)$ được xác định theo ứng suất cong oằn của vật liệu thép được sử dụng. Ví dụ, ứng suất cong oằn của SS330 thường được sử dụng làm vật liệu làm ống sóng bằng 205 N/mm². Khoảng cụ thể của chiều dày tấm t nằm trong khoảng từ 1,6 đến 9,0 mm. Khoảng cụ thể của môđun đàn hồi E bằng từ

$20,1 \times 10^4$ đến $21,6 \times 10^4$ N/mm². Khoảng cụ thể của ứng suất cong oằn σ_y bằng từ 168 đến 325 N/mm².

Phương pháp thiết kế này tạo ra hiệu quả rất rõ rệt khi ống làm từ tấm thép sóng có đường kính ống lớn. Khi đường kính ống nhỏ, thì độ bền đủ có thể thu được chỉ bằng cách hiệu chỉnh chiều dày tấm và cách tương tự mà không cần bố trí dư các chi tiết gia cường. Mặt khác, khi đường kính ống lớn, thì cần sử dụng lượng lớn chi tiết gia cường. Việc sử dụng phương pháp thiết kế tối ưu như phương pháp theo phương án này có thể giảm các chi tiết gia cường này. Phương án nêu trên minh họa ví dụ trong đó đường kính ống D bằng 2000 mm hoặc lớn hơn là khoảng tạo ra hiệu quả rõ rệt. Giới hạn dưới của đường kính ống D không bị giới hạn bằng 2000 mm nhưng có thể thay đổi phụ thuộc vào vật liệu và loại tương tự, và các ví dụ của nó bao gồm 1000mm và 3000mm. Mặc dù giới hạn trên không bị giới hạn cụ thể, phương án minh họa ví dụ trong đó đường kính ống D bằng 10000 mm hoặc nhỏ hơn.

Trong khi chiều cao sóng H so với đường kính ống D có thể được thiết đặt theo cách bất kỳ trên đường quan hệ trong đó tải trọng uốn và tải trọng cong oằn bằng nhau hoặc trong miền trong đó tải trọng uốn lớn hơn tải trọng cong oằn theo đồ thị trên Fig.6, giới hạn trên có thể được thiết đặt cho miền này. Ví dụ, giới hạn trên có thể được thiết đặt theo hệ số an toàn. Cụ thể là, đường quan hệ này giữa đường kính ống D và chiều cao sóng H mà “tải trọng uốn/hệ số an toàn = tải trọng cong oằn” được thiết đặt như được minh họa trên Fig.14. Trong bản mô tả này, hệ số an toàn = 1,68 được sử dụng. Chiều cao sóng H so với đường kính ống D có thể được thiết đặt ở giá trị giữa đường quan hệ của “tải trọng uốn = tải trọng cong oằn” và đường quan hệ của “tải trọng uốn/hệ số an toàn = tải trọng cong oằn”. Điều này có thể bảo đảm đủ an toàn về độ bền oằn trong khi đó vẫn tránh được sự hư hỏng do uốn xảy ra trước sự hư hỏng do cong oằn. Đối với hệ số an toàn, giá trị được thiết đặt cho vật liệu và loại tương tự có thể được sử dụng; khi tiêu chuẩn thay đổi phụ thuộc vào các nước và loại tương tự, giá trị tuân theo tiêu chuẩn có thể được sử dụng.

Ví dụ 2

Khi sự tương quan giữa đường kính ống D và chiều cao sóng H được thiết đặt trên đường quan hệ thu được bằng công thức (8) hoặc (10), thì sẽ thực tế hơn là làm cho chiều cao sóng H tương ứng với đường kính ống D từng bước hơn là không từng bước, do không từng bước là khó khăn theo nhiều khía cạnh khác nhau như chế tạo và tăng chi

phí.

Ví dụ, phương pháp thiết đặt trong đó chiều cao sóng H thay đổi đối với mỗi 2000 mm đường kính ống D như được minh họa trên Fig.7 có thể được sử dụng.

Trong sự thay đổi từng bước, sự hư hỏng do cong oằn ít có thể trở thành sự hư hỏng mạnh, có thể được xem là thích hợp hơn sự hư hỏng do uốn trong đó sự hư hỏng xảy ra mạnh, nhờ đó việc thiết đặt mà làm cho sự hư hỏng do cong oằn xảy ra trước, nghĩa là, thiết đặt trong miền “tải trọng uốn > tải trọng cong oằn” (thiết đặt bên ngoài miền “tải trọng uốn < tải trọng cong oằn”) được ưu tiên. Các đường quan hệ từng bước trên Fig.7 minh họa thiết đặt như vậy. Chiều cao sóng cụ thể H dùng cho khoảng đường kính ống tương ứng như sau:

Chiều cao sóng H bằng 103 mm trong khoảng trong đó đường kính ống D nằm trong khoảng từ 2000 mm đến 4000 mm.

Chiều cao sóng H bằng 155 mm trong khoảng trong đó đường kính ống D nằm trong khoảng từ 4000 mm đến 6000 mm.

Chiều cao sóng H bằng 205 mm trong khoảng trong đó đường kính ống D nằm trong khoảng từ 6000 mm đến 8000 mm.

Chiều cao sóng H bằng 260 mm trong khoảng trong đó đường kính ống D nằm trong khoảng từ 8000 mm đến 10000 mm.

Như nêu trên, việc tăng chiều cao sóng H từng bước dọc theo các đường quan hệ trên Fig.7 tạo ra các hiệu quả khác nhau được nêu trên và làm cho sự hư hỏng do cong oằn xảy ra trước sự hư hỏng do uốn, để cải thiện độ bền của các kết cấu sử dụng ống sóng, do đó ngăn ngừa sự hư hỏng mạnh xảy ra. Điều này làm cho ống sóng dễ có khả năng mở rộng phạm vi ứng dụng của nó như xây dựng các tòa nhà, chẳng hạn.

Qui trình thiết kế để thiết đặt chiều cao sóng H bằng phương pháp như phương pháp trên Fig.7 như trong các mục từ (i) đến (iii):

(i) Giả thiết là ống làm từ tấm thép sóng chịu áp suất ngoài đồng đều trên mặt ngoài của nó, thì đường quan hệ thứ nhất giữa đường kính ống D và chiều cao sóng H sao cho áp suất tương đương uốn tròn p_{cr} ở thời điểm khi ống làm từ tấm thép sóng uốn cong và áp suất tương đương cong oằn p_y ở thời điểm cong oằn bằng nhau (đường quan hệ “tải trọng uốn=tải trọng cong oằn” được minh họa trên Fig.6) được thiết đặt.

(ii) Theo đường quan hệ thứ nhất, các đường quan hệ thứ hai sao cho chiều cao sóng H thay đổi từng bước với khoảng định trước (khoảng bằng 2000 mm được thiết đặt trong ví dụ trên Fig.7) so với đường kính ống D được thiết đặt.

(iii) Chiều cao sóng H so với đường kính ống D được thiết đặt theo các đường quan hệ thứ hai.

Miền ở phía trên đường quan hệ thứ nhất (một miền) là miền ở đó “tải trọng uốn > tải trọng cong oằn”, trong khi đó miền ở phía dưới đường quan hệ thứ nhất (miền còn lại) là miền ở đó “tải trọng uốn < tải trọng cong oằn”. Các đường quan hệ thứ hai được thiết đặt trong miền “tải trọng uốn > tải trọng cong oằn” và có chiều cao sóng cố định H trong các khoảng tương ứng của chúng mà không cần quan tâm đến sự thay đổi về đường kính ống D.

Đường quan hệ “tải trọng uốn/hệ số an toàn = tải trọng cong oằn” như đường được minh họa trên Fig.14 cũng có thể được tính đến khi thiết đặt chiều cao sóng H từng bước. Nghĩa là, các đường quan hệ thứ hai được tạo bước có thể được thiết đặt trong miền giữa đường có bước “tải trọng uốn = tải trọng cong oằn” và đường có bước “tải trọng uốn/hệ số an toàn = tải trọng cong oằn”.

Ví dụ 3

Mặc dù sự giải thích của các ví dụ nêu trên chủ yếu giả thiết là ống sóng, ống làm từ tấm thép sóng là đối tượng của sáng chế, nhưng không bị giới hạn ở ống có tên thông thường là ống sóng và tấm lót mà có thể được sử dụng trong ống tạo thành các kết cấu hình ống bằng cách sử dụng tấm thép sóng trong đó tấm thép được tạo hình thành dạng sóng.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Sáng chế có thể được sử dụng trong phương pháp thiết kế tấm thép sóng trong ống làm từ tấm thép sóng được chế tạo bằng cách sử dụng tấm thép sóng và ống làm từ tấm thép sóng được chế tạo bằng cách sử dụng tấm thép sóng theo phương pháp thiết kế này.

Danh mục số chỉ dẫn

- 1 ống làm từ tấm thép sóng
- 1a tấm thép sóng
- 11 ống sóng loại vòng tròn 1

11a phần sóng loại vòng tròn 1

12 ống sóng loại vòng tròn 2

12a phần sóng loại vòng tròn 2

13a tấm lót

r: bán kính đường tròn (= đường kính ống $D/2$) (của ống làm từ tấm thép sóng) (mm)

p_{cr} : áp suất tương đương uốn tròn N/mm^2

p_y : áp suất tương đương cong oằn N/mm^2

E: môđun đàn hồi N/mm^2

σ_y : ứng suất cong oằn N/mm^2

B: chiều rộng của ống làm từ tấm thép sóng (chiều dài theo chiều trục ống) (mm)

I: mômen thứ hai của diện tích trên chiều rộng B mm^4

A: diện tích mặt cắt trên chiều rộng B mm^2

t: chiều dày tấm mm

H: chiều cao sóng mm

a: biên độ sóng (= $H/2$) mm

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp thiết kế tấm thép sóng trong ống làm từ tấm thép sóng được chế tạo bằng cách sử dụng tấm thép sóng, trong đó, khi thiết kế dạng sóng của tấm thép sóng có chiều cao sóng H tạo thành ống làm từ tấm thép sóng có đường kính ống D, thì chiều cao sóng H so với đường kính ống D được thiết đặt sao cho áp suất tương đương uốn tròn p_{cr} được biểu diễn bằng công thức (1) dưới đây ở thời điểm khi ống làm từ tấm thép sóng uốn cong và áp suất tương đương cong oằn p_y được biểu diễn bằng công thức (2) dưới đây ở thời điểm cong oằn của nó bằng nhau với giả thiết là ống làm từ tấm thép sóng chịu áp suất ngoài đồng đều trên mặt ngoài của nó:

$$p_{cr} = \frac{3 \cdot E \cdot I}{B \cdot r^3} \quad \dots (1)$$

$$p_y = \frac{\sigma_y \cdot A}{B \cdot r} \quad \dots (2)$$

trong đó:

r: bán kính đường tròn (= đường kính ống D/2) mm

p_{cr} : áp suất tương đương uốn tròn N/mm²

p_y : áp suất tương đương cong oằn N/mm²

E: môđun đàn hồi N/mm²

σ_y : ứng suất cong oằn N/mm²

B: chiều rộng của tấm thép sóng (= chiều rộng (chiều dài theo chiều trục ống) của ống làm từ tấm thép sóng) mm

I: mômen thứ hai của diện tích trên chiều rộng B của tấm thép sóng mm⁴

A: diện tích mặt cắt trên chiều rộng B của tấm thép sóng mm².

2. Phương pháp thiết kế tấm thép sóng theo điểm 1, trong đó chiều cao sóng H so với đường kính ống D được thiết đặt theo công thức (8) dưới đây:

$$a = \sqrt{\frac{2 \cdot \sigma_y \cdot r^2}{3 \cdot E} - \frac{t^2}{6}} \quad \dots (8)$$

trong đó:

a: biên độ sóng (= H/2) mm

t: chiều dày tấm mm.

3. Phương pháp thiết kế tấm thép sóng theo điểm 1, trong đó chiều cao sóng H so với đường kính ống D được thiết đặt theo công thức (10) dưới đây:

$$a = r \sqrt{\frac{2 \cdot \sigma_y}{3 \cdot E}} \quad \dots (10)$$

trong đó:

a: biên độ sóng (= H/2) mm.

4. Phương pháp thiết kế tấm thép sóng, trong đó, khi thiết kế dạng sóng của tấm thép sóng có chiều cao sóng H tạo thành ống làm từ tấm thép sóng có đường kính ống D, chiều cao sóng H so với đường kính ống D được thiết đặt sao cho, theo tương quan giữa chiều cao sóng H và đường kính ống D thì áp suất tương đương uốn tròn p_{cr} được biểu diễn bằng công thức (1) dưới đây ở thời điểm khi ống làm từ tấm thép sóng uốn cong và áp suất tương đương cong oằn p_y được biểu diễn bởi công thức (2) dưới đây ở thời điểm cong oằn của nó bằng nhau, tải trọng uốn lớn hơn tải trọng cong oằn với giả thiết là ống làm từ tấm thép sóng chịu áp suất ngoài đồng đều trên mặt ngoài của nó:

$$p_{cr} = \frac{3 \cdot E \cdot I}{B \cdot r^3} \quad \dots (1)$$

$$p_y = \frac{\sigma_y \cdot A}{B \cdot r} \quad \dots (2)$$

trong đó:

r : bán kính đường tròn (= đường kính ống $D/2$) mm

p_{cr} : áp suất tương đương uốn tròn N/mm^2

p_y : áp suất tương đương cong oằn N/mm^2

E : môđun đàn hồi N/mm^2

σ_y : ứng suất cong oằn N/mm^2

B : chiều rộng của tấm thép sóng (= chiều rộng (chiều dài theo chiều trục ống) của ống làm từ tấm thép sóng) mm

I : mômen thứ hai của diện tích trên chiều rộng B của tấm thép sóng mm^4

A : diện tích mặt cắt trên chiều rộng B của tấm thép sóng mm^2 .

5. Phương pháp thiết kế tấm thép sóng theo điểm 4, phương pháp này còn bao gồm các bước:

thiết đặt đường quan hệ thứ nhất giữa đường kính ống D và chiều cao sóng H sao cho áp suất tương đương uốn tròn p_{cr} ở thời điểm khi ống làm từ tấm thép sóng uốn cong và áp suất tương đương cong oằn p_y ở thời điểm cong oằn bằng nhau với giả thiết là ống làm từ tấm thép sóng chịu áp suất ngoài đồng đều trên mặt ngoài của nó;

thiết đặt đường quan hệ thứ hai sao cho chiều cao sóng H thay đổi từng bước theo các khoảng định trước so với đường kính ống D ; và

thiết đặt chiều cao sóng H so với đường kính ống D theo đường quan hệ thứ hai;

trong đó một miền so với đường quan hệ thứ nhất là miền nơi tải trọng uốn lớn hơn tải trọng cong oằn, trong khi đó miền còn lại so với đường quan hệ thứ nhất là miền nơi tải trọng cong oằn lớn hơn tải trọng uốn; và

trong đó đường quan hệ thứ hai được thiết đặt trong một miền, trong khi đó chiều cao sóng H là không đổi mà không cần quan tâm đến đường kính ống D thay đổi như thế nào trong một trong số các khoảng định trước.

6. Phương pháp thiết kế tấm thép sóng, trong đó, khi thiết kế dạng sóng của tấm thép sóng có chiều cao sóng H tạo thành ống làm từ tấm thép sóng có đường kính ống D , thì chiều cao sóng H so với đường kính ống D được thiết đặt theo công thức (9) dưới đây:

$$a > \sqrt{\frac{2 \cdot \sigma_y \cdot r^2}{3 \cdot E} - \frac{t^2}{6}} \dots (9)$$

trong đó:

a: biên độ sóng (= H/2) mm

t: chiều dày tấm mm

r: bán kính đường tròn (= đường kính ống D/2) mm

E: mô đun đàn hồi N/mm²

σ_y : ứng suất cong oằn N/mm².

7. Ống làm từ tấm thép sóng, trong đó chiều cao sóng H của tấm thép sóng tạo thành ống làm từ tấm thép sóng có đường kính ống D có kích thước được xác định bằng phương pháp thiết kế tấm thép sóng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6.

Fig.1

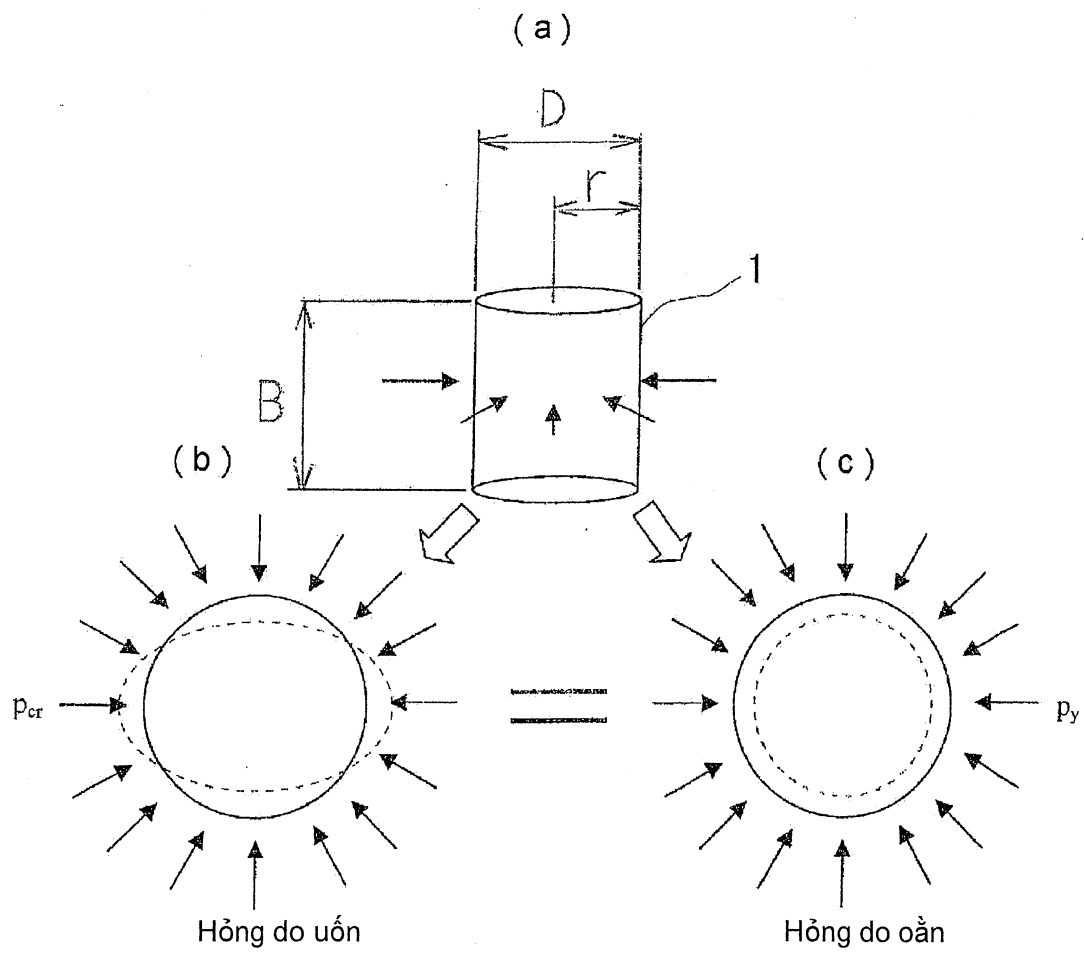


Fig.2

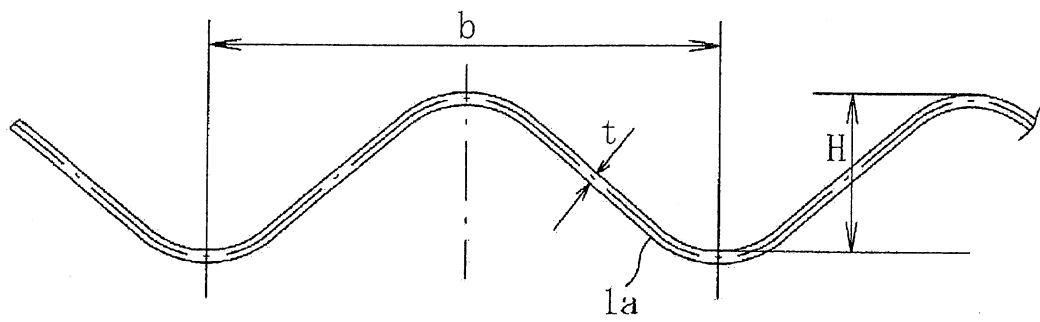


Fig.3

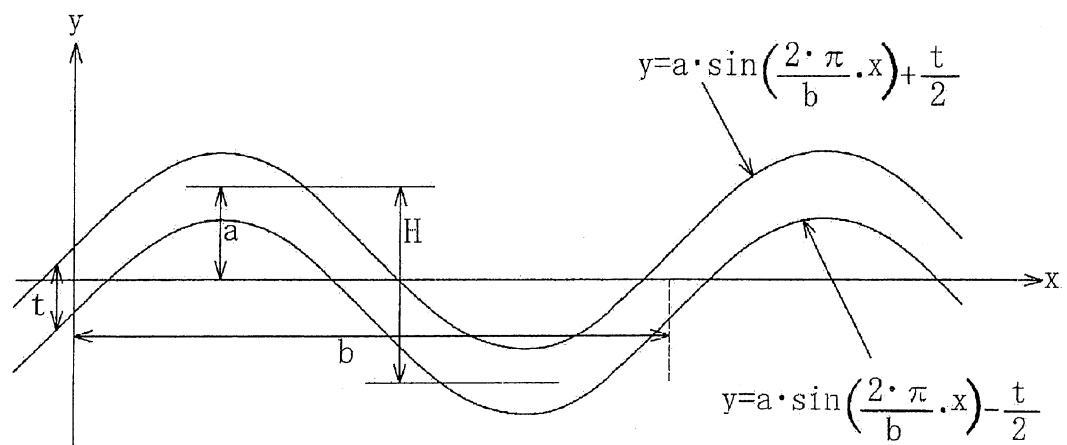


Fig.4

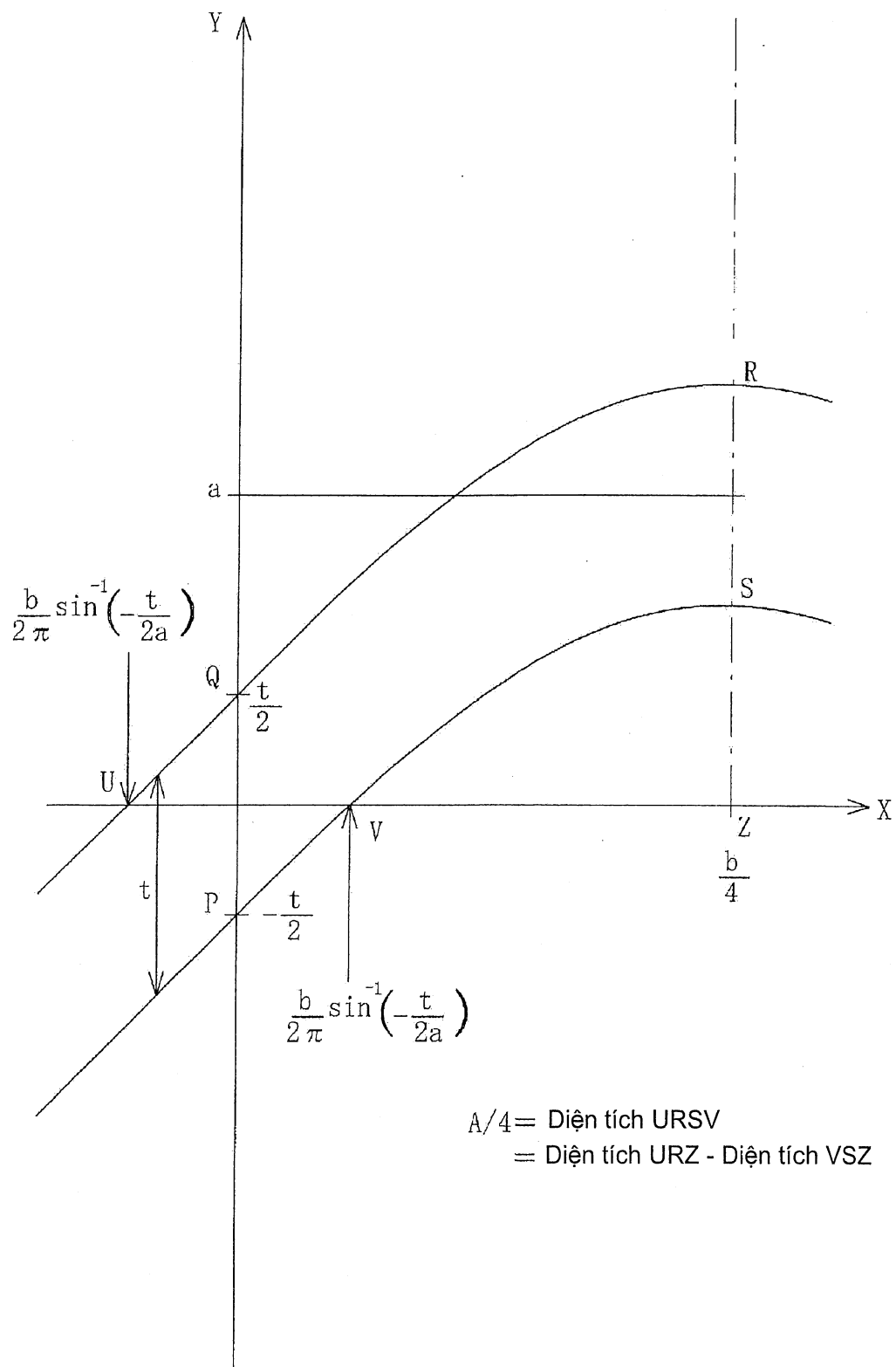


Fig.5

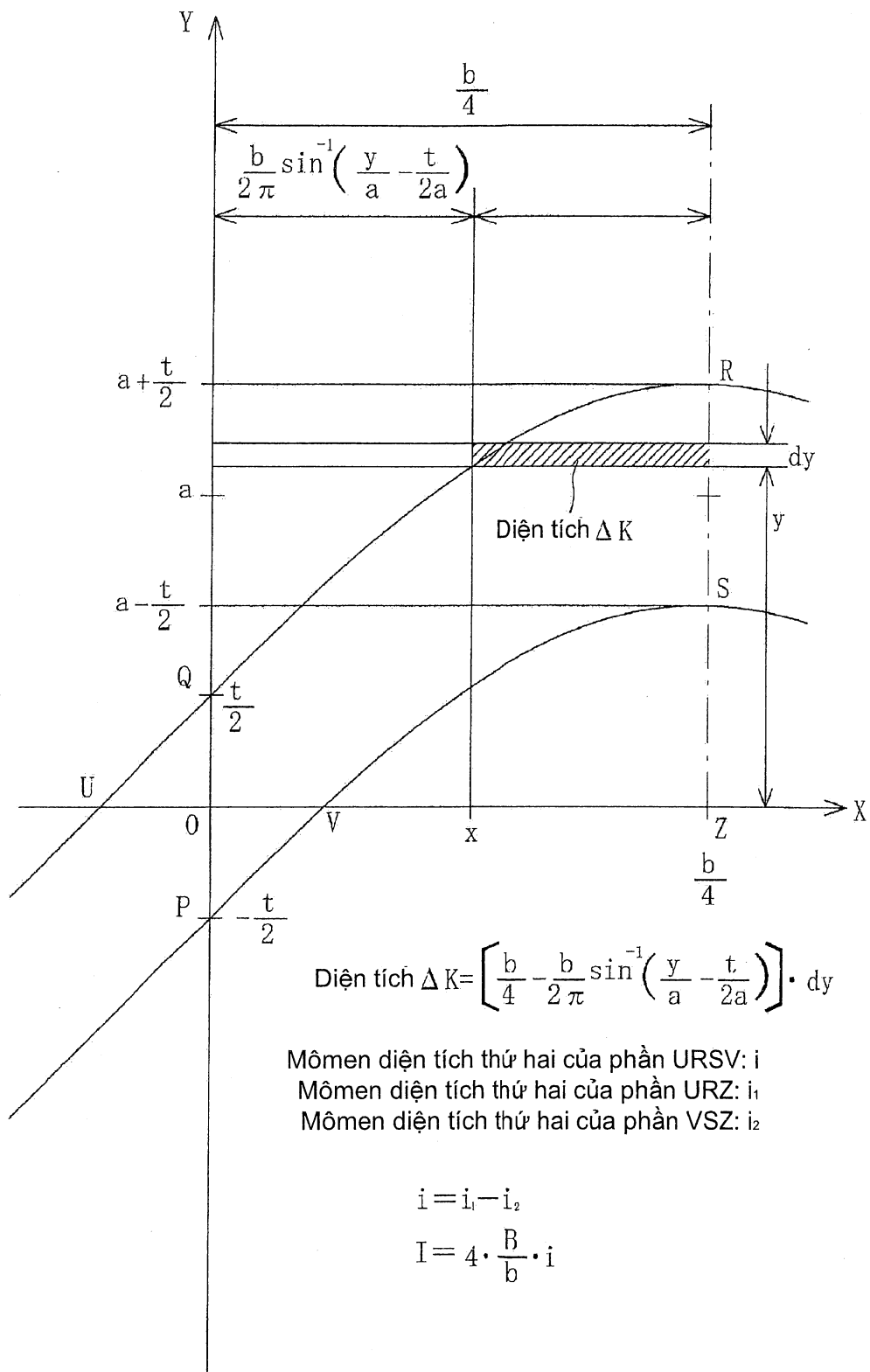
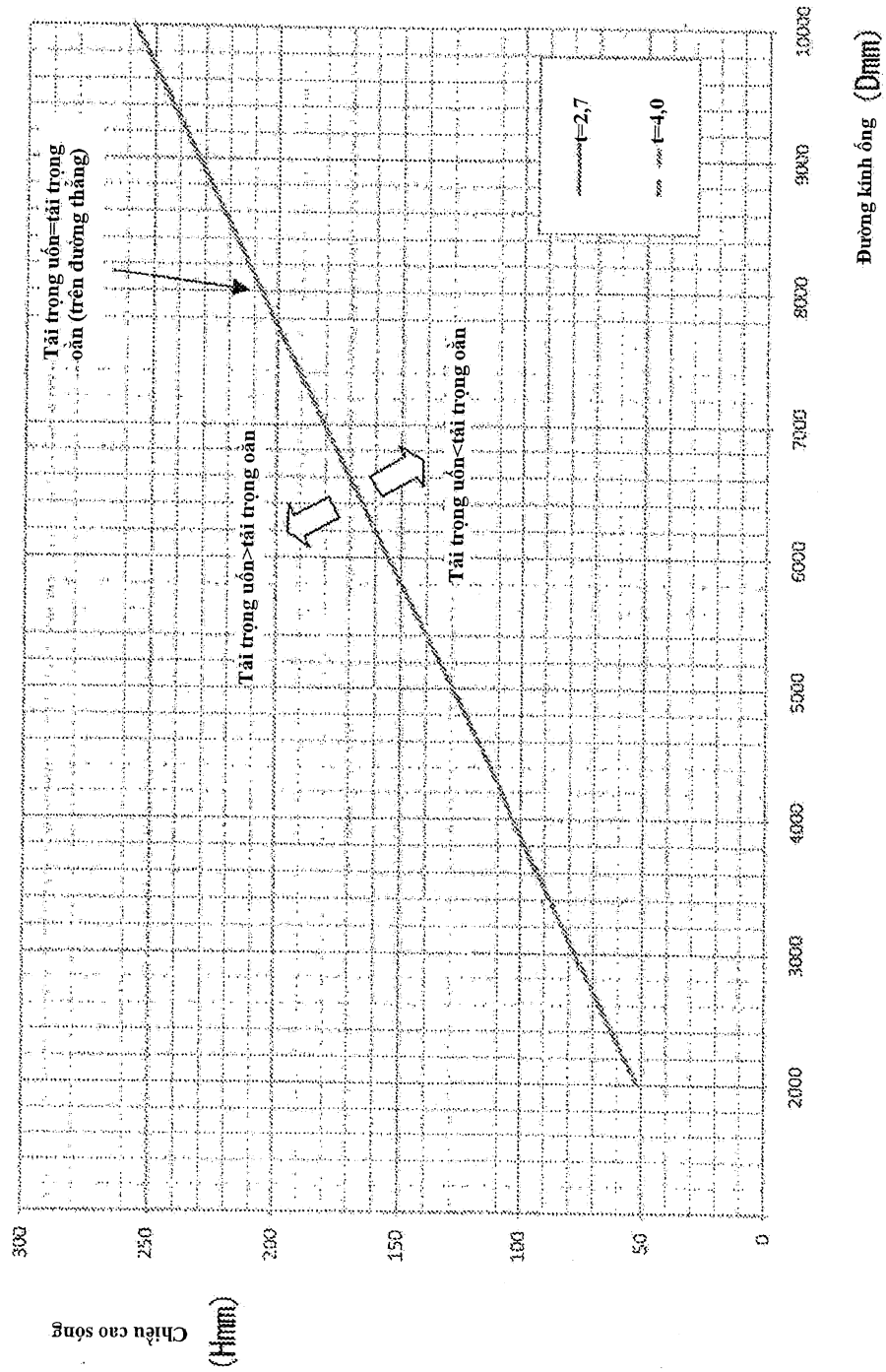


Fig.6



SS330 Φ 2000 ~ Φ 10000

Fig.7

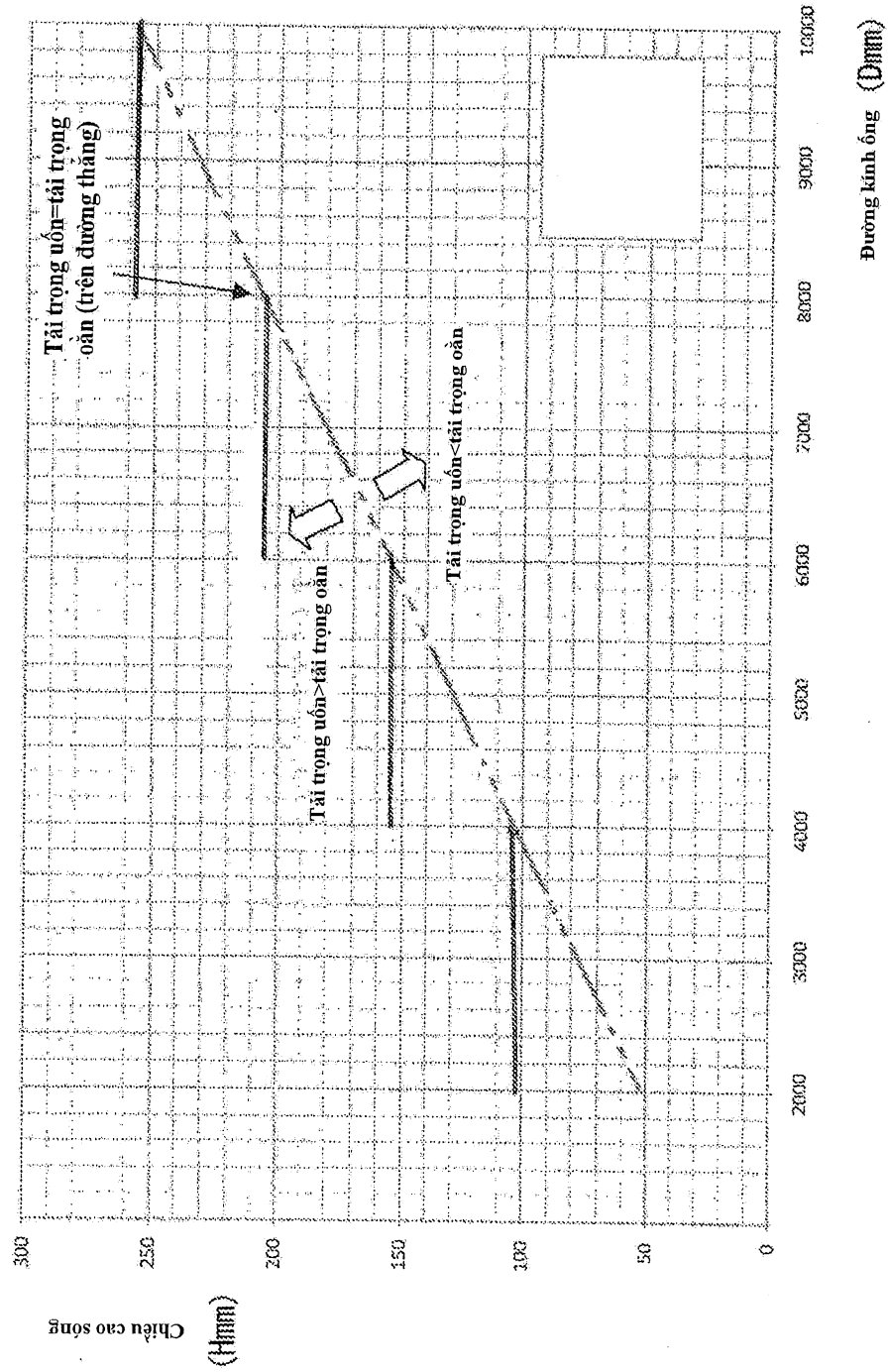


Fig.8

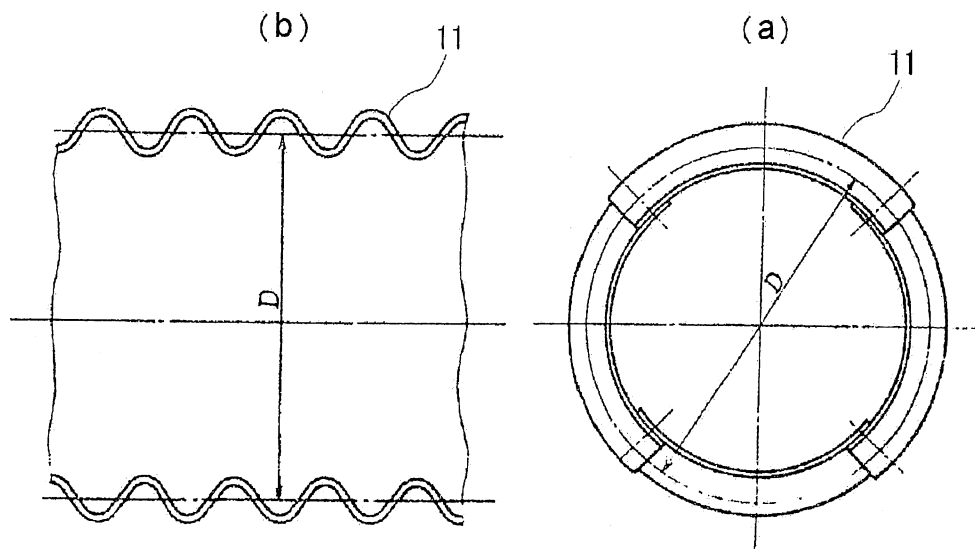


Fig.9

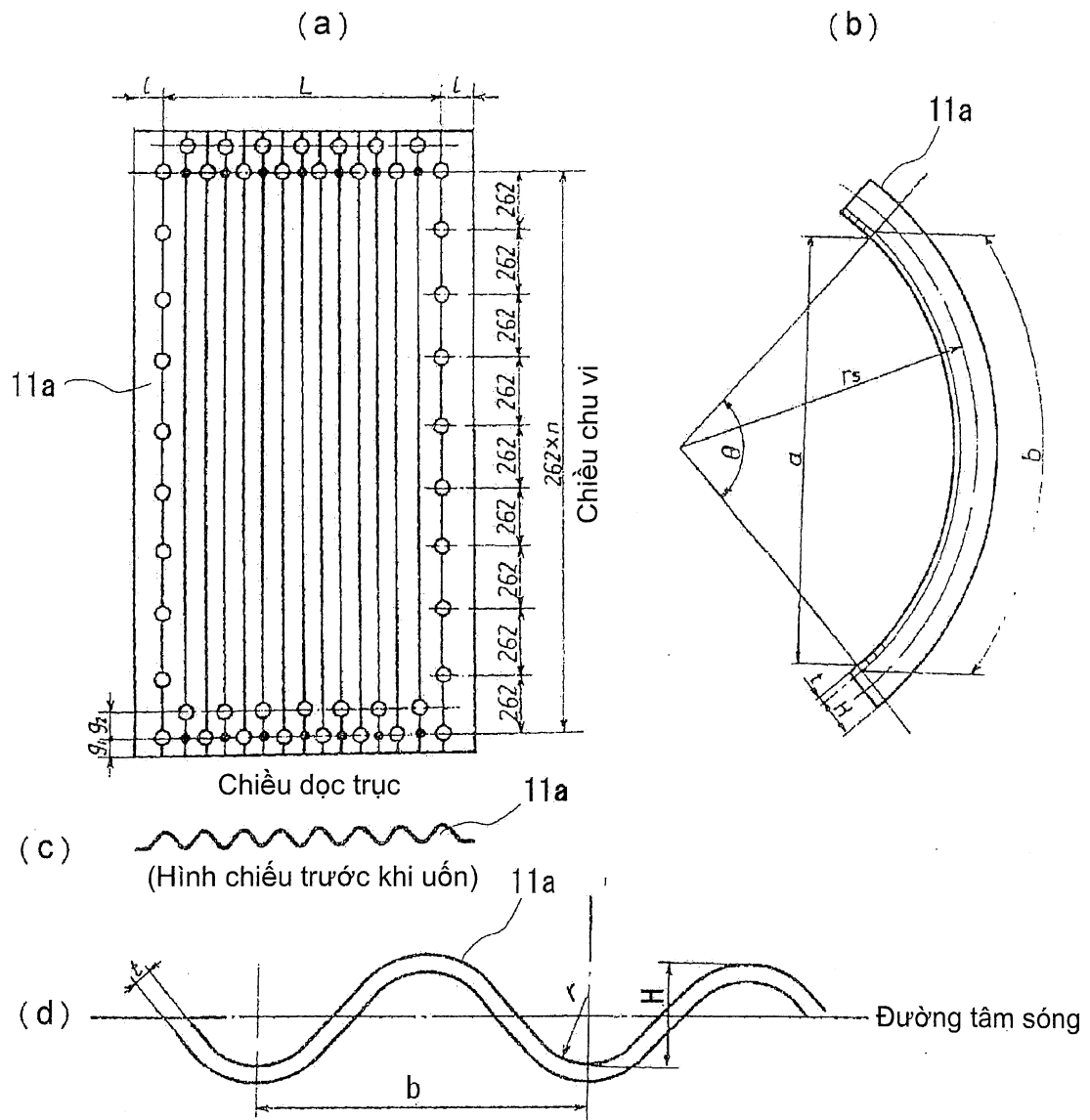


Fig.10

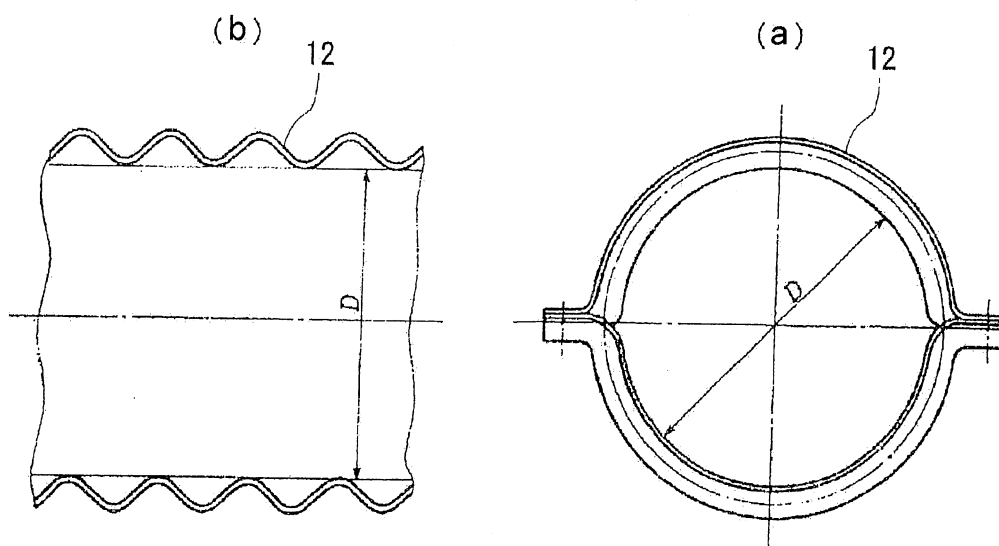


Fig.11

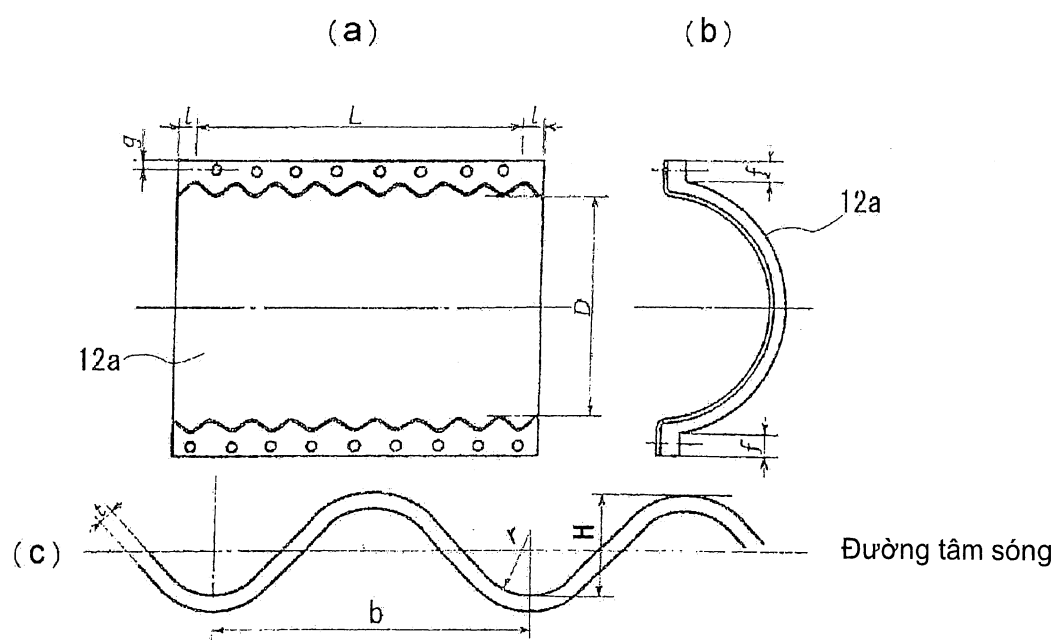


Fig.12

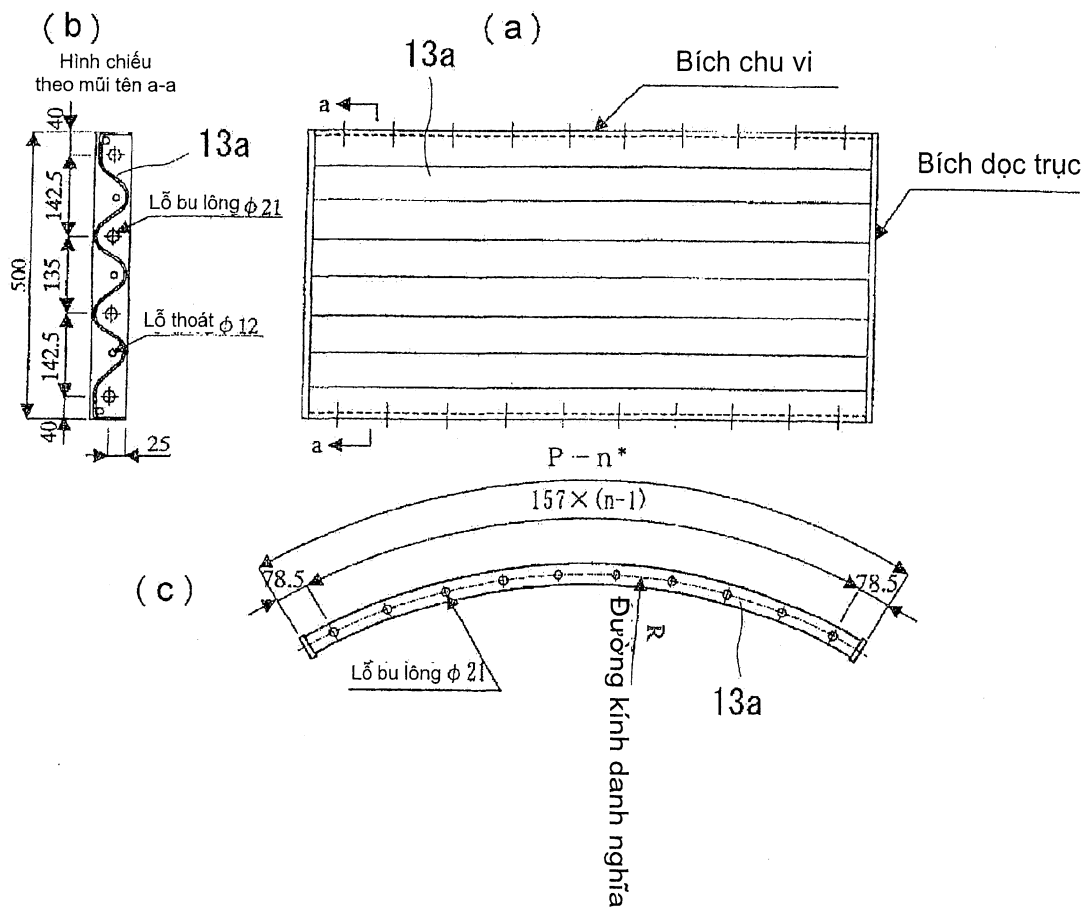


Fig.13

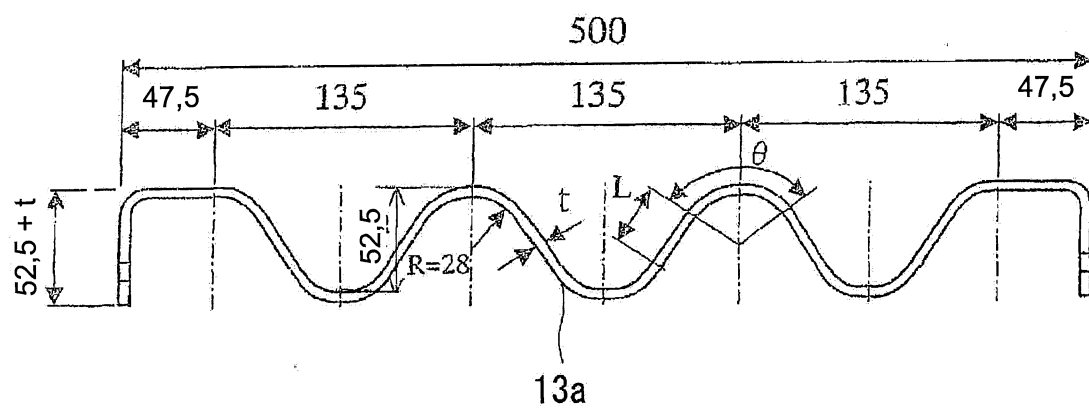


Fig.14

