



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

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

(11)



1-0024333

(51)⁷ B23K 31/00; C21D 7/04

(13) B

(21) 1-2012-01623

(22) 11/06/2012

(30) 2012-000998 06/01/2012 JP

(45) 27/07/2020 388

(43) 25/07/2013 304A

(73) JFE Steel Corporation (JP)

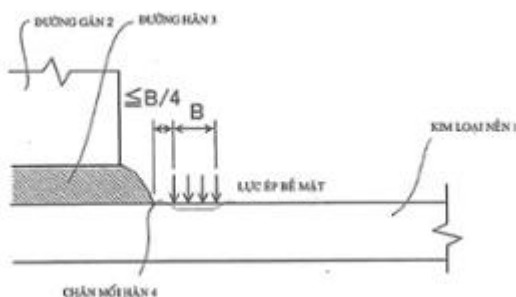
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, Japan

(72) Katsuyoshi NAKANISHI (JP); Makoto DOI (JP); Yasushi MORIKAGE (JP);
Hajime TOMO (JP); Jun OKADA (JP).

(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) PHƯƠNG PHÁP TĂNG CƯỜNG ĐỘ BỀN MỎI CỦA PHẦN HÀN VÀ MỎI HÀN

(57) Sáng chế đề xuất phương pháp tăng cường độ bền mỏi của phần hàn trong đó việc rèn bằng búa được sử dụng và độ bền mỏi của phần hàn trong các kết cấu thép như cầu thép có thể được tăng cường bằng cách đưa ứng suất dư chịu nén vào phần hàn mà không truyền sự biến dạng làm phát sinh vùng tập trung ứng suất mới. Cụ thể hơn là, một phần của bề mặt kim loại nền được bố trí cách chân mối hàn được biến dạng dẻo bằng cách gõ búa vuông góc với bề mặt của kim loại nền bởi búa đục có mặt gõ búa phẳng được vát, tốt hơn là, trong trạng thái trong đó việc gõ búa được thực hiện bằng cách di chuyển dần búa đục từ phía lân cận chân mối hàn ra phía ngoài sao cho các phần của các vùng bị biến dạng dẻo chồng lên nhau.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp tăng cường độ bền mỏi của phần hàn trong đó độ bền mỏi của phần hàn của kết cấu thép như là cầu thép có thể được tăng cường bằng cách đưa ứng suất dư chịu nén vào phần hàn mà không truyền sự biến dạng làm phát sinh vùng tập trung ứng suất mới, và mối hàn mà phương pháp này được ứng dụng. Sáng chế được ưu tiên đề cập đến phương pháp tăng cường độ bền mỏi nhờ sử dụng thiết bị rèn bằng búa.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Gần đây, đã tăng lên số báo cáo về các trường hợp trong đó cùng với sự hóa già các cầu thép, các cầu này bị hư hại do bị ăn mòn hoặc do mỏi. Để ngăn chặn sự hư hại gây ra do mỏi, cùng với việc xác lập hệ thống kiểm tra, sự làm giảm ngoại lực làm việc khi các phương tiện giao thông đi qua hoặc là sự tăng cường chất lượng mối hàn trong khi thiết kế và sản xuất là quan trọng.

Trong phần hàn, khi khuyết tật như là các vết nứt tồn tại hoặc hình dạng của chân mối hàn không thích hợp dẫn đến tạo ra vùng tập trung ứng suất, sự ảnh hưởng của ứng suất dư mối hàn chồng lên ứng suất lặp dẫn đến chắc chắn phát sinh các vết nứt do mỏi, do đó tồn tại khả năng xảy ra sự gãy mỏi. Với tình trạng này, để ngăn chặn nhược điểm này, các đề xuất đã được đưa ra theo các quan điểm khác nhau.

JP-A-2006-175512 đề xuất phương pháp tăng cường độ bền mỏi của phần hàn và kết cấu hàn được tạo ra bằng cách sử dụng phương pháp này. JP-A-2006-175512 bộc lộ rằng, trong việc phát sinh sự biến dạng dẻo trong vùng lân cận chân mối hàn do thiết bị rèn búa làm phát sinh các dao động siêu âm, bằng cách tạo rãnh có kích cỡ cụ thể trong điều kiện gõ búa cho trước, độ bền mỏi có thể được tăng cường một cách ổn định trong một khoảng thời gian ngắn, không phụ thuộc vào trình độ chuyên môn của người công nhân.

JP-A-2006-159290 đề cập đến việc rèn nhờ va đập laze. JP-A-2006-159290 này bộc lộ giải pháp kỹ thuật đưa ứng suất dư chịu nén vào cánh roto quay của động cơ tuabin khí theo phương pháp trong đó sử dụng chùm laze xung được phát sinh bởi nguồn laze, phủ trên bề mặt được bay hơi tức thì và lực ép được phát sinh cục bộ trên một phần của bề mặt do lực nổ được phát sinh nhờ sự bay hơi.

Tài liệu phi sáng chế: IMPROVING FATIGUE STRENGTH OF WELDED JOINTS BY HAMMER PEENING AND TIG-DRESSING: Kengo ANAMI, Chitoshi MIKI, Hideki TANI, Haruhito YAMAMOTO, Structural Eng./Earthquake Eng., JSCE, Vol. 17, No.1, 57s-68s, 2000 April) đề cập đến phương pháp tăng cường độ bền mỏi của phần mối hàn được tạo ra từ thép độ bền cao (SM570) được tạo ra bằng cách rèn bằng búa và xử lý TIG (TIG - Tungsten Inert Gas treatment – Xử lý điện cực volfram trong môi trường khí trơ). Tài liệu phi sáng chế này bộc lộ kết quả thu được bằng cách nghiên cứu phương pháp rèn bằng búa mới có thể làm giảm sự tập trung ứng suất hoặc ứng suất dư trong vùng chân mối hàn trên hình vẽ mà có thể độ bền mỏi bị hạ thấp khi việc rèn bằng búa được áp dụng cho phần mối hàn.

Thông thường, việc rèn bằng búa được thực hiện sao cho người vận hành giữ búa đục của thiết bị rèn bằng búa bằng tay của họ và thực hiện thao tác rèn bằng búa sao cho phần mũi của búa đục (búa đục còn được gọi là bộ biến năng) đập vào chân mối hàn chéch từ phía trên sao cho tải của thiết bị rèn bằng búa được đỡ bởi chân mối hàn, nhờ đó tải trọng làm việc được giảm xuống.

Theo đó, khi việc rèn bằng búa được áp dụng cho mối hàn mảnh ốp góc ngoài mặt phẳng mà được tạo ra bằng cách nâng đường gân 2 thẳng đứng trên kim loại nền 1 như được thể hiện trên Fig.27, rãnh sâu 6 trở thành vùng tập trung ứng suất được tạo ra trên chân mối hàn bởi phần mũi của búa đục 5 của thiết bị rèn bằng búa, do đó có thể nảy sinh trường hợp trong đó vết nứt mỏi 7 xảy ra từ phần đầu xa của đường hàn 3.

Tài liệu phi sáng chế này giới thiệu giải pháp kỹ thuật trong đó việc mài một phần chân mối hàn trước bằng cách sử dụng thiết bị mài trước khi rèn bằng búa là hữu hiệu để ngăn chặn sự phát sinh vết nứt mỏi và phương pháp thực hiện việc rèn bằng búa nhiều lần, chẳng hạn, khoảng ba lần rèn được đề xuất.

Tiếp theo, JP-A-2010-142870 bộc lộ phương pháp cải thiện các đặc tính mối của mối hàn đối đầu. Theo phương pháp này, đầu mũi búa mà phần đầu xa của nó có hình dạng được uốn cong được sử dụng sao cho không tạo rãnh sâu trở thành vùng tập trung ứng suất trên chân mối hàn và việc rèn bằng búa hoặc xử lý va đập siêu âm được áp dụng cho bề mặt kim loại nền trong đó khoảng cách từ chân đường hàn đến tâm gõ búa là nhỏ hơn 2,5 lần so với bán kính đường cong đầu xa của đầu mũi búa sao cho sự biến dạng dẻo dư ở kích cỡ cụ thể bị phát sinh (Fig.28).

JP-A-2010-29897 bộc lộ phương pháp xử lý bằng búa để cải thiện các đặc tính mối của mối hàn. Trong ứng dụng xử lý rèn bằng búa hoặc xử lý va đập siêu âm lên bề mặt kim loại nền ở vùng lân cận chân đường hàn nhờ sự chuyển động tương đối của đầu mũi búa theo hướng đường hàn trong khi ép đầu mũi búa lên bề mặt kim loại nền, chốt búa mà bán kính đường cong R của đầu xa là bằng $1/2$ hoặc nhỏ hơn so với chiều dày của vật liệu kim loại và nằm trong phạm vi từ 2 đến 10 mm được sử dụng như chốt búa được nêu trên và khoảng cách từ chân đường hàn đến tâm của vị trí xử lý đập bằng búa được xác định là trị số nằm trong phạm vi 2,5 lần bán kính đường cong R của đầu xa chốt búa.

Tiếp theo, tài liệu patent Nhật Bản số JP-A-2010-29897 cũng bộc lộ phương pháp ứng dụng việc rèn bằng búa hoặc xử lý va đập siêu âm lên bề mặt của kim loại nền nhờ chốt búa nằm trong phạm vi trong đó chốt búa không tiếp cận vào tiếp xúc với kim loại hàn trong quá trình xử lý đập bằng búa, như vậy là tạo sự biến dạng dẻo dư trên bề mặt của kim loại nền. Ở đây, độ sâu rãnh của rãnh đóng bằng búa là từ 0,1 đến 2 mm, tức là, trị số bằng hoặc nhỏ hơn so với bán kính đường cong R của đầu xa chốt búa và là bằng hoặc nhỏ hơn $1/10$ chiều dày vật liệu kim loại và chiều rộng của rãnh đóng bằng búa là từ 1,5 đến 15 mm và là năm lần hoặc lớn hơn nữa so với độ sâu của rãnh.

Tuy nhiên, trong trường hợp của các kết cấu kích cỡ lớn như là cầu thép, thường là trường hợp trong đó chiều dài của đường hàn là dài và chân mối hàn là không thẳng theo hướng đường hàn mà là uốn khúc với chiều rộng là khoảng 1 mm. Do đó, khó thực hiện việc rèn bằng búa theo chân mối hàn trong khi vẫn giữ được vị trí cách chân mối hàn một khoảng cách không đáng kể như trong trường hợp của phương pháp xử lý gõ búa để cải thiện các đặc tính mối của mối hàn được mô tả trong JP-A-2010-142870.

Thiết bị được sử dụng theo phương pháp rèn bằng búa sử dụng các sóng siêu âm được bộc lộ trong JP-A-2006-175512 là đặt tiền so với thiết bị thông thường mà việc dẫn động búa đục sử dụng áp suất không khí và vì vậy, việc mua sắm thiết bị cũng là khó khăn. Còn đối với phương pháp rèn do sự tương tác bằng laze được bộc lộ trong JP-A-2006-159290, việc xử lý trước nguyên liệu thô là cần thiết và thiết bị đắt tiền và công kênh vì vậy khó ứng dụng cho phương pháp rèn do sự tương tác bằng laze đối với việc sản xuất cầu thép. Phương pháp xử lý được bộc lộ trong JP-A-2010-142870 sử dụng việc xử lý nhờ sự tương tác siêu âm được tạo ra đối với mỗi hàn đối đầu và hiệu quả của phương pháp này đối với mỗi hàn góc thường được áp dụng cho các kết cấu thép là không xác định.

Trong JP-A-2010-29897, việc tạo đầu xa của búa đục thành hình dạng cong có bán kính đường cong R là điều kiện tiên quyết và vì vậy, giải pháp kỹ thuật được bộc lộ trong JP-A-2010-29897 có thể không được áp dụng một cách dễ dàng đối với phương pháp rèn bằng búa được sử dụng hiện thời trong đó khoảng cách từ chân đường hàn đến tâm của vị trí xử lý gõ búa được xác định bởi hàm số bán kính đầu xa của đường cong R , vì vậy giải pháp kỹ thuật được bộc lộ trong JP-A-2010-29897 có đặc tính sử dụng thường là nghèo nàn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp tăng cường độ bền mỗi của phần hàn và mỗi hàn có thể tăng cường độ bền mỗi bằng cách làm giảm ứng suất dư trên chân mỗi hàn bằng cách thực hiện việc rèn bằng búa sử dụng búa đục có thể đưa ứng suất dư chịu nén trên một vùng rộng mà không tạo rãnh gõ búa có hình dạng rãnh sâu trở thành nguồn tập trung ứng suất.

Nhiệm vụ được nêu trên có thể được giải quyết theo các phương thức như sau:

1. Phương pháp tăng cường độ bền mỗi của phần hàn có khả năng tăng cường độ bền mỗi bằng cách tạo ra vùng biến dạng dẻo có hình dạng dải được tạo ra từ một số rãnh gõ búa được tạo ra ở lân cận chân mỗi hàn của phần hàn bằng cách gõ búa sử dụng búa đục, trong đó mặt gõ búa được tạo ra trên phần đầu xa của búa đục có phần phẳng và mặt vát dọc theo phần phẳng, và trong việc tạo vùng biến dạng dẻo có hình dạng dải trong đó

trị số đặc tính của rãnh (tích của độ sâu tối đa và chiều rộng) (mm^2) là trị số cho trước đối với kim loại nền bằng cách gõ búa vùng ở lân cận chân mỗi hàn sao cho khoảng cách giữa chân mỗi hàn và phía chân mỗi hàn của mặt gõ búa được xác định là trị số nằm trong phạm vi $1/4$ chiều rộng của mặt gõ búa, khi vùng biến dạng dẻo có hình dạng dải được tạo ra tiếp giáp với chân mỗi hàn, chân mỗi hàn được gõ búa bởi mặt vát trên mép của phần phẳng của mặt gõ búa và kim loại nền được gõ búa bởi phần phẳng.

2. Phương pháp tăng cường độ bền mỗi của phần hàn được nêu trong mục 1 được nêu trên, trong đó chiều rộng của mặt gõ búa là 4 mm hoặc lớn hơn và khoảng cách giữa chân mỗi hàn và phía chân mỗi hàn của mặt gõ búa là trong phạm vi 1 mm.

3. Phương pháp tăng cường độ bền mỗi của phần hàn được nêu trong mục 2 nêu trên, trong đó trị số đặc tính của rãnh (tích của độ sâu tối đa và chiều rộng) (mm^2) trong vùng biến dạng dẻo có hình dạng dải là $0,7 \text{ mm}^2$ hoặc lớn hơn khi phạm vi ứng suất thông thường được áp lên phần hàn là 150 MPa hoặc nhỏ hơn và là $0,8 \text{ mm}^2$ hoặc lớn hơn khi phạm vi ứng suất thông thường là 250 MPa hoặc nhỏ hơn.

4. Phương pháp tăng cường độ bền mỗi của phần hàn được nêu trong mục 2 hoặc mục 3, trong đó độ sâu tối đa của rãnh gõ búa trong vùng biến dạng dẻo có hình dạng dải là 0,19 mm hoặc lớn hơn khi phạm vi ứng suất thông thường được áp lên phần hàn là 150 MPa hoặc nhỏ hơn, và là 0,22 mm hoặc lớn hơn khi phạm vi ứng suất thông thường là 250 MPa hoặc nhỏ hơn.

5. Phương pháp tăng cường độ bền mỗi của phần hàn được nêu theo mục bất kỳ trong số các mục từ 2 đến 4, trong đó việc gõ búa sử dụng búa đục được thực hiện với chu kỳ đóng là 80 Hz hoặc lớn hơn, và với tốc độ chuyển động là 10 cm/phút hoặc nhỏ hơn dọc theo chân mỗi hàn.

6. Phương pháp tăng cường độ bền mỗi của phần hàn được nêu theo mục bất kỳ trong số các mục từ 1 đến 5, trong đó đường gõ búa được xác định dọc theo chân mỗi hàn và vùng lân cận của đường gõ búa được gõ búa nhiều lần, nhờ vậy tạo ra vùng biến dạng dẻo có hình dạng dải.

7. Phương pháp tăng cường độ bền mỗi của phần hàn được nêu theo mục bất kỳ trong số các mục từ 1 đến 6, trong đó phần hàn là mỗi hàn góc.

8. Mỗi hàn mà phương pháp tăng cường độ bền mỗi của phần hàn được nêu theo mục bất kỳ trong số các mục từ 1 đến 6 được ứng dụng.

9. Mỗi hàn góc có vùng biến dạng dẻo có hình dạng dải được tạo ra bằng cách gõ búa nhiều lần lên vùng lân cận của chân mỗi hàn sử dụng búa đục có phần phẳng và mặt vát theo phần phẳng trên mặt gõ búa được tạo ra trên phần đầu xa của nó theo hướng vuông góc với mặt gõ búa, trong đó

giả thiết rằng chiều dài của một phía của mặt gõ búa trực giao với chân mỗi hàn (dạng đường thẳng) là B (mm), vùng biến dạng dẻo có hình dạng dải được tạo ra bằng cách gõ búa lên kim loại nền sao cho phía chân mỗi hàn của vùng biến dạng dẻo có hình dạng dải được bố trí trong phạm vi $B/4$ (mm) từ chân mỗi hàn về phía kim loại nền.

10. Mỗi hàn góc được nêu trong 9, trong đó chiều dài của một phía của mặt gõ búa là 4 mm hoặc lớn hơn, phía chân mỗi hàn của vùng biến dạng dẻo có hình dạng dải được bố trí trong phạm vi 1 mm từ chân mỗi hàn về phía kim loại nền, độ sâu tối đa của vùng biến dạng dẻo có hình dạng dải là 0,19 mm hoặc lớn hơn khi phạm vi ứng suất thông thường được áp lên phần hàn là 150 MPa hoặc nhỏ hơn, và là 0,22 mm hoặc lớn hơn khi phạm vi ứng suất thông thường là 250 MPa hoặc nhỏ hơn, và tích của độ sâu tối đa và chiều rộng của rãnh gõ búa trong vùng biến dạng dẻo có hình dạng dải là $0,7 \text{ mm}^2$ hoặc lớn hơn khi phạm vi ứng suất thông thường được áp lên phần hàn là 150 MPa hoặc nhỏ hơn, và là $0,8 \text{ mm}^2$ hoặc lớn hơn khi phạm vi ứng suất thông thường là 250 MPa hoặc nhỏ hơn.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Theo sáng chế, độ bền mỗi của phần hàn có thể được tăng cường bằng cách ứng dụng việc rèn bằng búa cho vùng lân cận của chân mỗi hàn mà không nảy sinh hiệu ứng tạo rãnh dạng hình chữ V trong chân mỗi hàn và vì vậy, sáng chế có thể đạt được kết quả có lợi 1 mà cấp độ bền mỗi có thể được tăng cường đáng kể từ cấp D đến cấp A, và kết quả có lợi 2 mà cả chân mỗi hàn và kim loại nền đều có thể được gõ búa và vì vậy, hạn chế khi gia công mà chỉ cần gõ búa lên bề mặt của kim loại nền được loại trừ sao cho việc gia công trên phần hàn khuôn hoặc dạng tương tự trở nên dễ dàng, nhờ đó phương pháp tăng cường độ bền mỗi khó bị hạn chế đối với kết cấu mà phương pháp được ứng dụng và các

phần mà phương pháp được ứng dụng. Theo đó, sáng chế là cực kỳ hữu ích đối với ngành công nghiệp.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ thể hiện nguyên lý sáng chế;

Fig.2 là hình vẽ thể hiện hình dạng phần đầu xa của búa đục;

Fig.3 là hình vẽ thể hiện lý thuyết Prandtl;

Fig.4 là hình vẽ thể hiện điều kiện phân tích phương pháp phần tử hữu hạn (FEM) (FEM - Finite Element Method) để mô tả nguyên lý sáng chế;

Fig.5 là hình vẽ thể hiện kết quả phân tích FEM trong các điều kiện được thể hiện trên Fig.4 ở dạng phân bố theo không gian ba chiều của ứng suất dư;

Fig.6 là hình vẽ thể hiện kết quả phân tích FEM trong các điều kiện được thể hiện trên Fig.4 trong mặt cắt ngang được cắt theo hướng chiều dày tấm (trong trường hợp búa đục có phần phẳng trên phần đầu xa của nó);

Fig.7 là hình vẽ thể hiện kết quả phân tích FEM trong các điều kiện được thể hiện trên Fig.4 trong mặt cắt ngang được cắt theo hướng chiều dày tấm (trong trường hợp búa đục tròn có một phần dạng hình bán cầu trên phần đầu xa của nó);

Fig.8 là hình vẽ thể hiện sự tương quan giữa cường độ ứng suất dư trong mặt cắt ngang được cắt theo hướng chiều dày tấm là 1/4 mô hình đối xứng và khoảng cách từ tâm gõ búa (trong trường hợp búa đục có phần phẳng trên phần đầu xa của nó (búa đục góc) và trong trường hợp búa đục có phần dạng bán cầu trên phần đầu xa của nó (búa đục tròn));

Fig.9 là hình vẽ thể hiện hiệu quả đạt được theo sáng chế thể hiện sự phân bố ứng suất dư chịu nén trong vùng lân cận của chân mỗi hàn;

Fig.10A là hình vẽ thể hiện bề mặt trên của hình dạng mẫu thử nghiệm;

Fig.10B là hình vẽ thể hiện bề mặt bên của hình dạng mẫu thử nghiệm;

Fig.11 là các đồ thị thể hiện kết quả của thử nghiệm độ mỏi;

Fig.12 là hình vẽ thể hiện kết quả sau khi phân cấp số lần cho đến khi bị nứt ở 150 MPa tương ứng với trị số đặc tính của rãnh (độ sâu tối đa x chiều rộng) (mm^2) của vùng biến dạng dẻo (ví dụ 1);

Fig.13 là hình vẽ thể hiện kết quả sau khi phân cấp số lần cho đến khi bị nứt ở 250 MPa tương ứng với trị số đặc tính của rãnh (độ sâu tối đa x chiều rộng) (mm^2) của vùng biến dạng dẻo (ví dụ 1);

Fig.14 là hình vẽ thể hiện sự tương quan giữa trị số đặc tính của rãnh (độ sâu tối đa x chiều rộng) (mm^2) của vùng biến dạng dẻo và ứng suất dư tối đa của chân mối hàn;

Fig.15 là hình vẽ thể hiện kết quả sau khi phân cấp số lần cho đến khi bị nứt ở 150 MPa tương ứng với độ sâu tối đa của vùng biến dạng dẻo (ví dụ 1);

Fig.16 là hình vẽ thể hiện kết quả sau khi phân cấp số lần cho đến khi bị nứt ở 250 MPa tương ứng với độ sâu tối đa của vùng biến dạng dẻo (ví dụ 1);

Fig.17 là hình vẽ thể hiện sự tương quan giữa trị số đặc tính của rãnh (độ sâu tối đa x chiều rộng) (mm^2) được đo trong vùng biến dạng dẻo của phần đầu đường gân 2 có ứng suất phát sinh lớn nhất và diện tích mặt cắt thực tế;

Fig.18 là hình vẽ thể hiện kết quả sau khi phân cấp số lần cho đến khi bị nứt ở 250MPa tương ứng với khoảng cách từ phần đầu phía chân mối hàn của vùng biến dạng dẻo đến chân mối hàn (khoảng cách chân mối hàn) (ví dụ 2);

Fig.19A là hình vẽ thể hiện hình dạng mặt cắt ngang của mẫu thử nghiệm xác định ứng suất dư được hàn bằng mối hàn góc được sử dụng trong ví dụ 3;

Fig.19B là hình vẽ thể hiện hình dạng bề mặt phía trên của mẫu thử nghiệm xác định ứng suất dư được hàn bằng mối hàn góc được sử dụng trong ví dụ 3;

Fig.19C là hình vẽ thể hiện hình dạng bề mặt bên của mẫu thử nghiệm xác định ứng suất dư được hàn bằng mối hàn góc được sử dụng trong ví dụ 3;

Fig.20A là hình vẽ thể hiện sự phân bố ứng suất dư theo hướng X khi khoảng cách từ chân mối hàn đến phần đầu búa đục là 0 mm trên búa đục góc có phần phẳng trên phần đầu xa của nó;

Fig.20B là hình vẽ thể hiện sự phân bố ứng suất dư theo hướng X khi búa đục tròn có phần dạng bán cầu ở phần đầu xa của nó được sử dụng và khoảng cách từ chân mỗi hàn đến phần đầu búa đục là 0 mm;

Fig.21A là hình vẽ thể hiện sự phân bố ứng suất dư theo hướng X khi búa đục góc có phần phẳng trên phần đầu xa của nó được sử dụng và khoảng cách từ chân mỗi hàn đến phần đầu búa đục là 1 mm;

Fig.21B là hình vẽ thể hiện sự phân bố ứng suất dư theo hướng X khi búa đục tròn có phần dạng bán cầu ở phần đầu xa của nó được sử dụng và khoảng cách từ chân mỗi hàn đến phần đầu búa đục là 1 mm;

Fig.22A là hình vẽ thể hiện sự phân bố ứng suất dư theo hướng X khi búa đục góc có phần phẳng trên phần đầu xa của nó được sử dụng và khoảng cách từ chân mỗi hàn đến phần đầu búa đục là 2 mm;

Fig.22B là hình vẽ thể hiện sự phân bố ứng suất dư theo hướng X khi búa đục tròn có phần dạng bán cầu ở phần đầu xa của nó được sử dụng và khoảng cách từ chân mỗi hàn đến phần đầu búa đục là 2 mm;

Fig.23A là hình vẽ thể hiện sự phân bố ứng suất dư theo hướng X khi khoảng cách từ chân mỗi hàn đến phần đầu búa đục là 3 mm trên búa đục góc có phần phẳng trên phần đầu xa của nó;

Fig.23B là hình vẽ thể hiện sự phân bố ứng suất dư theo hướng X khi khoảng cách từ chân mỗi hàn đến phần đầu búa đục là 3 mm trên búa đục tròn có phần dạng bán cầu ở phần đầu xa của nó;

Fig.24A là hình vẽ thể hiện sự phân bố ứng suất dư theo hướng X khi khoảng cách từ chân mỗi hàn đến phần đầu búa đục là 4 mm trên búa đục góc có phần phẳng trên phần đầu xa của nó;

Fig.24B là hình vẽ thể hiện sự phân bố ứng suất dư theo hướng X khi khoảng cách từ chân mỗi hàn đến phần đầu búa đục là 4 mm trên búa đục tròn có phần dạng bán cầu ở phần đầu xa của nó;

Fig.25 là hình vẽ thể hiện sự so sánh giữa búa đục góc và búa đục tròn đối với ứng suất dư tối thiểu theo hướng X (ứng suất dư chịu nén tối đa) ở thời điểm rèn bằng búa khi khoảng cách X nằm cách phần đầu phía chân mỗi hàn của mặt gõ búa của mẫu thử nghiệm xác định ứng suất dư đến chân mỗi hàn được xác định lần lượt là 0 mm, 1 mm, 2 mm, 3 mm và 4 mm;

Fig.26 là hình chiếu cạnh thể hiện sự tương quan vị trí giữa khoảng cách X nằm cách chân mỗi hàn ở thời điểm rèn bằng búa và mẫu thử nghiệm;

Fig.27 là hình vẽ thể hiện ví dụ về sự hư hại được tạo ra trên chân mỗi hàn theo phương pháp rèn bằng búa thông thường;

Fig.28 là hình vẽ thể hiện phương pháp hàn đã biết (JP-A-2010-142870).

Đối với các dãy số trên các hình vẽ Fig.6 và Fig.7, chẳng hạn, +2,000e+02 có nghĩa là $+2,000 \times 10^{+2}$. Đối với các dãy số trên đường trục tung trên các hình vẽ Fig.12, Fig.13, Fig.15, Fig.16 và Fig.18, 0,0E+00 có nghĩa là $0,0 \times 10^{+0}$. Theo đó, đối với các dãy số trên trục tung trên Fig.12, 2,0E+06 nghĩa là $2,0 \times 10^{+6}$.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế khác biệt ở chỗ là một vùng lân cận của chân mỗi hàn được gõ búa liên tục bởi búa đục (còn được gọi là đầu mũi búa) sao cho vùng biến dạng dẻo có hình dạng dài với kích cỡ cho trước được tạo ra trong một vùng cụ thể, nhờ đó ứng suất dư chịu nén được đưa vào chân mỗi hàn, do đó tăng cường độ bền mỏi của mỗi hàn.

Fig.1 là hình vẽ nguyên lý để mô tả sáng chế và là hình vẽ nhìn từ bên trong đó đường gân 2 được hàn vào kim loại nền 1 bằng cách hàn góc. Fig.1 là hình vẽ thể hiện trường hợp trong đó sự biến dạng dẻo (được thể hiện bởi đường nét đứt) có chiều rộng B được tạo ra trên bề mặt của kim loại nền 1 ở vị trí cách chân mỗi hàn (sau đây được gọi là chân) 4 của đường hàn 3 bởi khoảng cách cụ thể B/4.

Theo sáng chế, ứng suất dư chịu nén phát sinh trong vùng biến dạng dẻo loại trừ ứng suất dư chịu kéo trên chân mỗi hàn 4 và tiếp theo đưa ứng suất dư chịu nén vào chân mỗi hàn 4, khoảng cách giữa một vùng mà bị biến dạng dẻo tạo ra do sự áp áp suất bề mặt

lên và chân mỗi hàn được xác định bởi trị số nằm trong phạm vi $1/4$ chiều rộng B của vùng bị biến dạng dẻo.

Chiều rộng B của vùng bị biến dạng dẻo được xác định sao cho ứng suất dư chịu nén được đưa vào chân mỗi hàn 4 và sự biến dạng trở thành nguồn tập trung ứng suất mới không được tạo ra trên chân mỗi hàn 4 do sự biến dạng dẻo của bề mặt kim loại nền 1.

Đối với sự biến dạng dẻo bề mặt của kim loại nền 1, thiết bị ép hoặc thiết bị truyền tác động gõ búa liên tục lên bề mặt kim loại nền được sử dụng. Trong phần mô tả sẽ được nêu sau đây, giả thiết rằng bề mặt của kim loại nền 1 được gõ bằng búa đục 5 của thiết bị rèn bằng búa và mặt gõ búa trên phần đầu xa của búa đục 5 có phần phẳng và mặt vát được bố trí dọc theo phần phẳng.

Hình dạng của phần đầu xa của búa đục 5 được mô tả kết hợp với Fig.2. Fig.2 là hình chiếu cạnh thể hiện búa đục 5 trong đó búa đục 5 được nhìn từ phía bề mặt bên. Mặt gõ búa có dạng hình vuông và chiều dài một phía của mặt gõ búa mà trực giao với chân mỗi hàn (đường thẳng) được xác định là chiều dài L_2 ở giữa các điểm giao nhau a_1 , a_2 của các phần kéo dài của phần hình côn 51 và phần hình côn 52 trên đầu xa của búa đục 5 và phần kéo dài của phần phẳng 53. Chiều dài L_2 là hầu như bằng trị số thu được bằng cách cộng chiều dài L_1 của một phía phần phẳng 53 với trị số lớn gấp đôi bán kính R của R mặt vát với nhau và được đặt là chiều rộng B theo sáng chế.

Trong khi gõ búa lên bề mặt kim loại nền 1 sử dụng búa đục 5, bề mặt được gõ búa sao cho khoảng cách từ chân mỗi hàn đến phía chân mỗi hàn của mặt gõ búa của búa đục 5 nằm trong phạm vi $1/4$ chiều rộng B của mặt gõ búa của búa đục 5. Khi bề mặt của kim loại nền 1 được gõ búa sử dụng búa đục 5 mà phần đầu xa của nó có hình dạng như được thể hiện trên Fig.2, chiều rộng của vùng được biến dạng dẻo do gõ búa là xấp xỉ bằng chiều rộng của phần phẳng mặt gõ búa.

Theo sáng chế, thuật ngữ "vuông góc" trong việc gõ búa phần hàn vuông góc với bề mặt của kim loại nền không bị giới hạn bởi nghĩa "vuông góc" theo nghĩa bị hạn chế của thuật ngữ này và hướng gõ búa được cho phép chọn góc chệch xấp xỉ từ 80° đến 100° so với bề mặt của kim loại nền. Tuy nhiên, mong muốn là xác định được góc chệch bằng 90° .

Tốt hơn là, trước khi gõ búa bề mặt của kim loại nền sử dụng búa đục 5, để tạo rãnh (phần r), tốt hơn là rãnh (phần r) có bán kính đường cong là 1 mm hoặc lớn hơn trên phần đường biên giữa chân mỗi hàn 4 và kim loại nền 1 bằng cách mài hoặc dạng tương tự. Sở dĩ như vậy là do, với việc tạo rãnh, ứng suất dư chịu nén lớn hơn có thể được đưa vào chân mỗi hàn 4 trong khi vẫn ngăn chặn được sự biến dạng của bề mặt của kim loại nền do bị ảnh hưởng của chân mỗi hàn 4.

Lý do là khi vùng bị biến dạng dẻo được tạo ra bằng cách gõ búa lên một phần của bề mặt kim loại nền, ứng suất nén được truyền vào chân mỗi hàn cách vùng bị biến dạng dẻo được lý giải bằng cách sử dụng lý thuyết Prandtl (hình vẽ được trích ra từ Metal Plastic Forming: Kenzo KATO, Maruzen, pp.74-76) được thể hiện trên Fig.3.

Khi ứng suất nén q được đưa vào tấm phẳng, các đường trượt được biểu thị theo tam giác vuông ABC và các hình quạt một phần tư ADC, BCE có góc nhọn là 45° được phát sinh ngay phía dưới ứng suất nén q . Kết quả là, lực đẩy ra phía ngoài tác động lên các tam giác vuông ADF, BEG được tạo ra bởi các cạnh bên có chiều dài bằng với chiều dài mà theo đó ứng suất nén được áp lên và lực này tác động lên tấm như là ứng suất dư chịu nén ngay cả sau khi ứng suất nén bị triệt tiêu.

Hình dạng của phần đầu xa búa đục và vị trí gõ búa

Theo sáng chế, mặt gõ búa trên phần đầu xa của búa đục được tạo ở dạng phẳng với chu vi của nó được vát cạnh. Từ Fig.4 đến Fig.9 là các hình vẽ thể hiện kết quả thu được bằng cách mô phỏng sự ảnh hưởng mà hình dạng phần đầu xa của búa đục ảnh hưởng đến sự phân bố ứng suất dư trên kim loại nền theo phân tích FEM. Điều kiện phân tích FEM được xác định như sau.

Sử dụng búa đục 5, tải trọng 26 kN ở mức tối đa được truyền lên bề mặt của kim loại nền 1 theo hướng vuông góc với bề mặt của kim loại nền 1 với sự dịch chuyển 1 mm, do đó làm biến dạng dẻo kim loại nền 1. Kim loại nền 1 có kích cỡ là 200 mm x 200 mm và chiều dày tấm là 12 mm và được tạo ra từ vật liệu tương đương với SM490Y. Mặt khác, búa đục 5 có chiều cao là 135 mm và phần búa đục (phần thông thường) khác với phần đầu xa của búa đục 5 có hình dạng vuông 9 mm. Mặt gõ búa trên phần đầu xa của búa đục 5 được phân tích đối với trường hợp trong đó mặt gõ búa có dạng hình vuông và

trường hợp trong đó mặt gỗ búa có hình dạng tròn tương ứng. Đối với hình dạng của mặt gỗ búa trên phần đầu xa của búa đục 5, búa đục góc 5 có mặt gỗ búa vuông phẳng hoàn toàn có kích cỡ là 4×4 (mm²) không có mặt vát và búa đục tròn 5 có hình dạng bán cầu với đường kính là 4 mm. Tiếp theo, mặt gỗ búa trên phần đầu xa của búa đục 5 tương ứng với phạm vi trong đó ứng suất nén được áp lên kim loại nền 1.

Fig.4 là hình vẽ thể hiện ví dụ ở dạng lưới được chấp nhận trong việc tiến hành phân tích FEM. Vì sự phân tích đàn hồi dẻo được thực hiện bằng cách sử dụng mô hình đối xứng 1/4, kích cỡ của kim loại nền 1 và kích cỡ là mặt gỗ búa trên phần đầu xa của búa đục 5 được chia đôi.

Như là một ví dụ giản lược của sự phân bố ứng suất dư theo không gian ba chiều, sự phân bố theo không gian ba chiều của ứng suất dư đối với trường hợp trong đó sử dụng búa đục 5 có mặt gỗ búa dạng hình vuông với kích thước 4×4 (mm²) như được thể hiện trên Fig.5. Fig.6 và Fig.7 là các hình vẽ thể hiện giản lược về sự phân bố ứng suất dư theo không gian hai chiều trên mặt cắt ngang theo hướng chiều dày tấm, trong đó Fig.6 thể hiện trường hợp trong đó sử dụng búa đục 5 có mặt gỗ búa dạng hình vuông với kích thước 4×4 (mm²) và Fig.7 thể hiện trường hợp trong đó sử dụng búa đục 5 có mặt gỗ búa hình tròn. Như có thể hiểu được từ Fig.6 và Fig.7, trường hợp trong đó sử dụng búa đục dạng hình chữ nhật 5 có mặt gỗ búa là 4×4 (mm²), so với trường hợp trong đó sử dụng búa đục 5 có mặt gỗ búa hình tròn, ứng suất dư chịu nén được phân bố một cách rộng rãi ở phía trong kim loại nền, và trị số ứng suất dư chịu nén cũng lớn.

Fig.8 thể hiện sự tương quan thu được từ kết quả của sự phân tích FEM giữa cường độ ứng suất dư trên mặt cắt ngang của kim loại nền 1 song song với hướng chiều dày tấm và khoảng cách từ tâm gỗ búa trên Fig.8, vị trí trong đó X bằng 0 mm tương ứng với vị trí tâm gỗ búa và đường nét đứt ở vị trí ở đó X bằng 2 mm tương ứng với vị trí phần đầu của mặt gỗ búa.

Trong trường hợp búa đục 5 có mặt gỗ búa dạng hình vuông được chỉ ra bởi đường nét liền đậm trên Fig.8, ứng suất dư chịu nén phát sinh ra trong vùng gỗ búa, ứng suất dư chịu nén tăng lên cùng với khoảng cách từ tâm gỗ búa và ứng suất dư chịu nén biểu thị trị số tối đa xấp xỉ 400 MPa ở vị trí được chỉ ra như là vùng b trên Fig.8 được bố trí khoảng

từ 3 đến 4 mm cách tâm gỗ búa theo phương nằm ngang. Sau đó, ứng suất dư chịu nén bị hạ dần xuống. Tuy nhiên, ứng suất dư chịu nén lớn vượt quá 100 MPa được phát sinh trong vùng nằm từ phần đầu của vùng được gõ búa đến vị trí xấp xỉ là 9 mm cách vùng được gõ búa.

Đối với trường hợp trong đó chiều rộng (B) của mặt gỗ búa là bằng 4 mm, tức là, khoảng cách từ tâm gỗ búa là bằng 2 mm trên Fig.8, khi kim loại nền được gõ búa bằng cách xác định khoảng cách từ chân mỗi hàn đến phía chân mỗi hàn của mặt gỗ búa là từ 1 đến 2 mm, hầu như ứng suất dư chịu nén tối đa có thể được đưa vào chân mỗi hàn.

Mặt khác, trong trường hợp búa đục 5 có mặt gỗ búa hình tròn được chỉ ra bởi đường liền nét mảnh trên Fig.8, ứng suất dư chịu kéo phát sinh trong vùng lân cận tâm của mặt gỗ búa và xấp xỉ 350 MPa là trị số tối đa của ứng suất nén phát sinh ở vị trí được chỉ ra bởi một vùng trên Fig.8 là xấp xỉ 3 mm cách phần tâm của mặt gỗ búa theo phương nằm ngang. Vùng mà trong đó ứng suất dư chịu nén lớn vượt quá 100 MPa được phát sinh bị giới hạn đối với vùng nằm từ phần đầu của vùng được gõ búa đến vị trí xấp xỉ 6,5 mm cách phần đầu của vùng được gõ búa. Do đó, vùng trong đó ứng suất dư chịu nén được dẫn vào kim loại nền là nhỏ so với búa đục 5 có mặt gỗ búa phẳng.

Như có thể hiểu được từ các kết quả được thể hiện từ Fig.6 đến Fig.8, theo sáng chế, mặt gỗ búa trên phần đầu xa của búa đục được tạo ra có dạng phẳng (mặt vát được áp lên mặt gỗ búa để tạo thuận lợi cho việc rèn bằng búa) và khoảng cách từ chân mỗi hàn đến phía chân mỗi hàn của mặt gỗ búa được xác định là trị số nằm trong phạm vi 1/4 chiều rộng (B) của mặt gỗ búa.

Khi tạo ra vùng biến dạng dẻo tiếp giáp với chân mỗi hàn bằng cách gõ búa sử dụng búa đục trong đó đường biên của phần phẳng được vát cạnh, mặt vát của mặt gỗ búa đóng chân mỗi hàn và phần phẳng gõ búa lên kim loại nền tiếp giáp với chân mỗi hàn. Vì mặt vát gõ búa chân mỗi hàn, vùng biến dạng dẻo được tạo ra tiếp giáp với chân mỗi hàn không làm phát sinh khuyết tật dạng rãnh hình chữ V trên chân mỗi hàn. Mặc dù việc tạo phần vát có thể hoặc là mặt vát dạng hình chữ C trong đó phần góc được cắt rời ra và mặt vát dạng hình chữ R trong đó phần góc được vê tròn với bán kính đường cong R, mong muốn xác định chiều dài phía tạo mặt vát là 0,5 mm hoặc nhỏ hơn trong trường hợp tạo

mặt vát dạng hình chữ C và xác định bán kính đường cong R đến 0,5 mm R trong trường hợp vát dạng hình chữ R.

Mặc dù kết quả phân tích FEM khi bề mặt của kim loại nền phẳng được biến dạng dẻo bằng cách ép như được thể hiện trên Fig.5, một ví dụ về kết quả thu được bằng cách áp dụng sự phân tích FEM đối với sự phân bố ứng suất dư khi bề mặt của kim loại nền ở lân cận chân mỗi hàn 4 bị ép (được gõ búa) như được thể hiện trên Fig.9. Có thể hiểu được rằng sự phân bố ứng suất dư chịu nén về cơ bản cũng có chế độ phân bố và cường độ như ở trường hợp tấm phẳng ngay cả khi có mặt đường hàn 3.

Như được mô tả trên, theo sáng chế, trong việc tạo vùng biến dạng dẻo có hình dạng dải được tạo ra một số rãnh gõ búa được tạo ra bằng cách gõ búa sử dụng búa đục ở lân cận chân mỗi hàn, đường gõ búa chỉ ra hướng chuyển động của búa đục trong việc gõ búa (được biểu thị bởi vị trí phía chân mỗi hàn mặt gõ búa của búa đục) được xác định sao cho khoảng cách giữa chân mỗi hàn và đường gõ búa được xác định đối với trị số nằm trong phạm vi 1/4 chiều rộng của mặt gõ búa của búa đục.

Trong trường hợp này, bằng cách xác định đường gõ búa về phía ngoài chút ít vùng lân cận của chân mỗi hàn 4 sao cho các phần của các vùng biến dạng dẻo được tạo ra bằng cách gõ búa chồng lên nhau, sự phân bố ứng suất dư chịu nén với sự thẳng giăng nhỏ có thể thu được sao cho độ bền mỗi có thể được tăng cường theo kiểu ổn định hơn.

Khi ứng dụng sáng chế cho việc rèn bằng búa, việc phân tích được thể hiện trên Fig.4 có thể được thực hiện sử dụng kích cỡ (chiều rộng B) và lực ép phần đầu xa của búa đục thiết bị rèn bằng búa và đặc tính kim loại nền (từ SS400 đến SM570 có ứng suất chảy là từ 215 N/mm² đến 450 N/mm² được sử dụng làm kim loại nền trong trường hợp cầu thép), sự phân bố ứng suất dư chịu nén trên bề mặt kim loại nền (Fig.8) có thể đạt được và khoảng cách từ chân mỗi hàn đến phía chân mỗi hàn của búa đục có thể được xác định đối với trị số nằm trong phạm vi B/4 sao cho ứng suất dư chịu nén lớn nhất có thể đạt được ở chân mỗi hàn 4 khi sự phân bố ứng suất dư chịu nén được chồng lên sự phân bố ứng suất dư mỗi hàn của chân mỗi hàn 4 thu được từ trước. Theo sáng chế, hình dạng của mặt gõ búa của búa đục không bị giới hạn bởi dạng hình vuông được tạo ra để mặt gõ búa có phần phẳng được vát.

Trong khi thực hiện sáng chế, búa đục được thay bằng búa đục mới ở thời điểm mà hình dạng của phần đầu xa của búa đục bị hư hại. Mong muốn sử dụng búa đục trong đó độ cứng của đầu xa búa đục được tăng lên nhờ quá trình tôi.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1

Mẫu thử nghiệm được tạo ra bằng cách hàn bởi sự hàn góc đường gân 2 có chiều rộng là 75 mm, chiều cao là 50 mm và chiều dày tấm là 12 mm và được làm từ SM490Y với kim loại nền 1 có chiều rộng là 150 mm, chiều dài là 500 mm và chiều dày tấm là 12 mm và được làm từ SM490Y. Các điều kiện hàn góc được xác định sao cho dây hàn là MXZ200-1 có đường kính là $\phi 2$ mm, khí bảo vệ là 100% CO₂, dòng điện hàn là 240 A, điện áp hàn là 30 V, tốc độ hàn là 40 CPM (cm/phút) và nhiệt lượng hàn đi vào là 10, 8 KJ/cm. Mặt khác, đối với búa đục, búa đục có mặt gỗ búa dạng hình vuông 4 mm trên phần đầu xa của nó trong đó vát cạnh dạng chữ R là 0,5 mmR được áp dụng cho mặt gỗ búa và mặt gỗ búa có phần phẳng gần như vuông là 3 mm được sử dụng. Khi đó, việc xử lý rèn bằng búa được thực hiện bằng cách gõ búa lặp đi lặp lại lên bề mặt của kim loại nền 1 của mẫu thử nghiệm được nêu trên theo phương thẳng đứng theo đường hàn. Trong việc gõ búa, khoảng cách từ chân mỗi hàn của mẫu thử nghiệm được nêu trên đến phần đầu phía chân mỗi hàn của mặt gỗ búa được tạo ra bởi búa đục được nêu trên được xác định là 1 mm. Sau đó, mẫu thử nghiệm trải qua quá trình thử nghiệm độ mỏi.

Fig.10 là hình chiếu bằng và hình chiếu cạnh thể hiện mẫu thử nghiệm. Việc rèn bằng búa được thực hiện sao cho trên mẫu thử nghiệm được thể hiện trên hình vẽ, vùng dạng hình chữ U vẽ tròn phần đầu theo chiều dọc của đường gân 2 là vùng trong đó ứng suất dư mỗi hàn là lớn được gõ búa liên tục lên cùng một đường gõ búa từ 1 đến 8 lần (số lần chẵn là chỉ sự chuyển động về phía sau và lên phía trước) từ một phía bề mặt đường gân đến phía kia bề mặt đường gân theo phần hàn.

Các điều kiện của việc rèn bằng búa được xác định sao cho việc gõ búa sử dụng búa đục được thực hiện với chu kỳ đóng là 90 ± 10 Hz, tốc độ chuyển động của búa đục theo hướng đường hàn được xác định là 10 cm/phút hoặc nhỏ hơn và kích cỡ rãnh gõ búa bằng cách gõ búa một lần được thay đổi bằng cách thay đổi áp suất không khí đến mức

xấp xỉ 6 kg/cm^2 và tải trọng gõ búa lên đến $1,7 \text{ kg}$ ngoài các điều kiện được đề xuất bởi IIW (IIW - International Institute of Welding – Viện Hàn Quốc tế).

Đối với kích cỡ là vùng biến dạng dẻo, vùng biến dạng dẻo trên phần kéo dài đường tâm chiều dày tấm của đường gân 2 trên phần đầu xa (phần hàn khuôn) của đường gân 2 có ứng suất phát sinh lớn nhất trên mẫu thử nghiệm được thể hiện trên hình vẽ được xác định bởi thiết bị chuyển vị laze và trị số đặc tính của rãnh (đơn vị là mm^2) được xác định bằng cách nhân độ sâu tối đa với chiều rộng trong vùng biến dạng dẻo thu được như là trị số đặc tính biểu thị hình dạng của vùng biến dạng dẻo. Tiếp theo, độ sâu tối đa là trị số tối đa của phần lõm sử dụng bề mặt phẳng của kim loại nền làm mốc quy chiếu. Khi bề mặt của kim loại nền được gõ búa nhiều lần, thiết bị chuyển vị laze xác định hình dạng mặt cắt ngang của vùng biến dạng dẻo trong đó các phần của các rãnh độc lập gõ búa chồng lên nhau. Tiếp theo, ứng suất dư tối đa của chân mỗi hàn được xác định theo phương pháp nhiễu xạ tia X.

Với mục đích so sánh, mẫu thử nghiệm mà việc rèn bằng búa không được ứng dụng sau khi hàn cũng được tạo ra và mẫu thử nghiệm chịu thử nghiệm độ mỏi. Trong thử nghiệm độ mỏi, cả hai đầu của kim loại nền 1 được cố định vào mẫu thử nghiệm bằng cách cặp vào mâm cặp và ứng suất được truyền lặp đi lặp lại đến đường gân 2 theo hướng chiều dọc.

Fig.11 là hình vẽ thể hiện kết quả thử nghiệm độ mỏi khi số lần mà búa đục chuyển động từ đầu này đến đầu kia trên đường gõ búa là từ 3 đến 4 lần được xác định trên cơ sở sự làm việc thực tế được thể hiện theo kiểu so sánh với kết quả thử nghiệm độ mỏi trên mẫu thử nghiệm mà chỉ mỗi hàn được áp dụng. Mẫu thử nghiệm mà việc rèn bằng búa được áp dụng biểu thị đường cấp C hoặc lớn hơn và vì vậy, so với mẫu thử nghiệm mà chỉ việc hàn được ứng dụng, hiệu quả tăng cường độ bền mỏi là xấp xỉ cấp ba theo đường cong phác thảo độ mỏi được đề xuất bởi Hiệp hội kết cấu thép Nhật Bản (Japanese Society of Steel Construction) (xem Guidance and Explanation for Fatigue Designing of steel structure: Japanese Society of Steel Construction, pp.1-18, 1993) đã được thừa nhận.

Bảng 1 và Fig.12 thể hiện kết quả thu được theo sự phân cấp số lần cho đến khi bị nứt khi phạm vi ứng suất thông thường được áp lên kim loại nền là 150 MPa tương ứng

với trị số đặc tính của rãnh (mm^2) của vùng biến dạng dẻo. Bảng 2 và Fig.13 thể hiện kết quả thu được theo sự phân cấp số lần cho đến khi bị nứt khi phạm vi ứng suất thông thường được áp lên kim loại nền là 250 MPa tương ứng với trị số đặc tính của rãnh (mm^2) của vùng biến dạng dẻo.

So với kết quả thử nghiệm đối với mẫu thử nghiệm mà chỉ mỗi hàn được áp dụng (trị số đặc tính của rãnh là 0 mm), trị số đặc tính của rãnh bằng 0,7 mm hoặc lớn hơn khi phạm vi ứng suất thông thường là 150 MPa hoặc nhỏ hơn và trị số đặc tính của rãnh là 0,8 mm^2 hoặc lớn hơn khi phạm vi ứng suất thông thường là 250 MPa hoặc nhỏ hơn sao cho độ bền mỗi được tăng cường theo 2 cấp, như vậy là đạt được đường cấp C hoặc lớn hơn.

Bảng 3 và Fig.14 thể hiện sự tương quan giữa trị số đặc tính của rãnh (mm) vùng biến dạng dẻo và ứng suất dư chịu ép tối đa của chân mỗi hàn. Ứng suất dư chịu ép tối đa của chân mỗi hàn được phân cấp tương ứng với trị số đặc tính của rãnh (mm) và được thừa nhận là lớn hơn trị số đặc tính của rãnh (mm^2), ứng suất dư chịu ép tối đa trở nên nhỏ hơn.

Fig.15 thể hiện kết quả thu được theo sự phân cấp số lần cho đến khi bị nứt là 150 MPa thể hiện trong Bảng 1 tương ứng với độ sâu tối đa của vùng biến dạng dẻo và Fig.16 thể hiện kết quả thu được theo sự phân cấp số lần cho đến khi bị nứt là 250 MPa thể hiện trong Bảng 2 tương ứng với độ sâu tối đa của vùng biến dạng dẻo. So với kết quả của thử nghiệm trong đó chỉ mỗi hàn được ứng dụng đối với mẫu thử nghiệm (độ sâu tối đa của rãnh gõ búa là 0,00 mm), độ sâu tối đa của rãnh gõ búa khi phạm vi ứng suất thông thường là 150 MPa hoặc nhỏ hơn là 0,19 mm hoặc lớn hơn, và độ sâu tối đa của rãnh gõ búa khi phạm vi ứng suất thông thường là 250 MPa hoặc nhỏ hơn là 0,22 mm hoặc lớn hơn sao cho độ bền mỗi được tăng cường theo 2 cấp, như vậy là đạt được đường cấp C hoặc lớn hơn. Các cấp của độ bền mỗi là các cấp được xác định tương ứng với đường cong phác thảo độ mỗi được đề xuất bởi Hiệp hội kết cấu thép Nhật Bản (Japanese Society of Steel Construction) được nêu trên.

Như được thể hiện trên Fig.17, sự tương quan tỷ lệ thuận lợi được thừa nhận giữa trị số đặc tính của rãnh (độ sâu tối đa x chiều rộng) được xác định trong vùng biến dạng dẻo của phần đầu xa (phần hàn khuôn) của đường gân 2 có ứng suất dư mỗi hàn lớn nhất

và diện tích mặt cắt ngang của rãnh thực tế. Số lần thể hiện trên hình vẽ chỉ ra số lần mà búa đục chuyển động từ đầu này đến đầu kia trên đường gõ búa.

Ví dụ 2

6 mẫu thử nghiệm được tạo ra bằng cách sử dụng cùng phương pháp như ở ví dụ 1 và việc rèn bằng búa được áp dụng cho các mẫu thử nghiệm bởi búa đục có mặt búa là 4 mm dạng hình vuông sao cho khoảng cách từ phần đầu phía chân mỗi hàn của vùng biến dạng dẻo đến chân mỗi hàn là trị số bất kỳ trong các trị số 0 mm, 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm và 5 mm và sau đó, các mẫu thử nghiệm trải qua thử nghiệm độ mỏi.

Việc rèn bằng búa được thực hiện bằng cách gõ búa lặp đi lặp lại lên bề mặt của kim loại nền theo phương thẳng đứng theo đường hàn, trong đó các điều kiện được điều chỉnh sao cho vùng biến dạng dẻo trong đó trị số đặc tính của rãnh (độ sâu tối đa x chiều rộng) bằng $0,8 \text{ mm}^2$ hoặc lớn hơn và độ sâu tối đa là 0,20 mm hoặc lớn hơn được tạo ra. Việc xác định đường gõ búa của việc rèn bằng búa và việc xác định kích cỡ của vùng biến dạng dẻo được thực hiện theo sự xác định và đo ví dụ 1 với sự mô hình hóa. Khi khoảng cách từ phần đầu phía chân mỗi hàn của vùng biến dạng dẻo đến chân mỗi hàn là 0 mm, khuyết tật hình dạng rãnh hình chữ V là không phát sinh mặc dù chân mỗi hàn được gõ búa bởi mặt vát của búa đục. Việc thử nghiệm độ mỏi được thực hiện trong cùng các điều kiện như ví dụ 1.

Fig.18 thể hiện kết quả thu được theo sự phân cấp số lần cho đến khi bị nứt ở 250 MPa tương ứng với khoảng cách giữa chân mỗi hàn và vùng biến dạng dẻo (khoảng cách chân mỗi hàn). Các mẫu thử nghiệm tạo nên các ví dụ của sáng chế trong đó khoảng cách giữa chân mỗi hàn và vùng biến dạng dẻo được xác định là trị số nằm trong phạm vi 1/4 chiều rộng của mặt gõ búa và khoảng cách từ phần đầu phía chân mỗi hàn của vùng biến dạng dẻo đến chân mỗi hàn được xác định là bằng 0 mm và 1 mm có thể đạt được các đặc tính mỏi mỹ mãn.

Trong rèn bằng búa, kích cỡ mặt gõ búa của búa đục và kích cỡ vùng biến dạng dẻo là hầu như bằng nhau. Theo đó, khi khoảng cách giữa chân mỗi hàn và phía chân mỗi hàn của mặt gõ búa của búa đục được đặt là bằng 2 mm hoặc lớn hơn và chỉ kim loại nền được gõ búa, cấp độ mỏi được tính toán theo Metal Plastic Forming: Kenzo KATO,

Maruzen, pp.74-76 trở thành cấp D. Ngược lại, theo phương pháp gia công theo sáng chế mà khoảng cách giữa chân mỗi hàn và phía chân mỗi hàn của mặt gõ búa của búa đục được đặt là trị số nằm trong phạm vi 1 mm sao cho cả phần đường biên ở giữa chân mỗi hàn và kim loại nền và kim loại nền được gõ búa, cấp độ mới là cấp A sao cho độ bền mới của phần mỗi hàn được tăng cường một cách đáng kể.

Ví dụ 3

Mẫu thử nghiệm xác định ứng suất dư được tạo ra bằng cách hàn theo mỗi hàn góc đường gân 2 có chiều rộng của 150 mm, chiều cao là 50 mm và chiều dày tấm là 12 mm và được làm từ SM400A với kim loại nền 1 có chiều rộng của 150 mm, chiều dài là 150 mm và chiều dày tấm là 12 mm và được làm từ SM400. Các điều kiện mỗi hàn góc được xác định sao cho dây hàn MXZ200-1 có đường kính là $\phi 2$ mm, khí bảo vệ là 100% CO₂, dòng điện hàn là 240 A, điện áp hàn là 30 V, tốc độ hàn là 40 CPM (cm/phút) và nhiệt lượng hàn đi vào là 10,8 KJ/cm. Mặt khác, đối với búa đục, búa đục mà mặt gõ búa của nó trên phần đầu xa có dạng gần như phẳng dạng hình vuông với cạnh 4 mm trong đó sự vát cạnh R là 0,5 mmR được áp lên mặt gõ búa và mặt gõ búa có phần phẳng dạng hình vuông 3 mm hoặc búa đục trong đó mặt gõ búa trên phần đầu xa có dạng hình cầu với đường kính là 4 mm được sử dụng. Khi đó, việc xử lý rèn bằng búa được thực hiện bằng cách gõ búa lặp đi lặp lại lên bề mặt của kim loại nền 1 được nêu trên mẫu thử nghiệm xác định ứng suất dư theo phương thẳng đứng theo đường hàn. Trong việc gõ búa, khoảng cách từ chân mỗi hàn mẫu thử nghiệm xác định ứng suất dư được nêu trên đến phần đầu phía chân mỗi hàn mặt gõ búa được nêu trên, từng búa đục được xác định là trị số bất kỳ trong số các trị số 0 mm, 1 mm, 2 mm, 3 mm và 4 mm. Sau đó, mẫu thử nghiệm xác định ứng suất dư trải qua việc xác định ứng suất dư.

Từ Fig.19A đến Fig.19C thể hiện hình dạng của mẫu thử nghiệm xác định ứng suất dư, trong đó Fig.19A là hình vẽ mặt cắt ngang, Fig.19B là hình chiếu bằng và Fig.19C là hình chiếu cạnh. Trong việc rèn bằng búa, việc gõ búa liên tục tuyến tính được áp lên cả hai phía chân mỗi hàn đường gân trên mẫu thử nghiệm được thể hiện trên các hình vẽ theo phần hàn nhiều lần.

Đối với các điều kiện của việc rèn bằng búa, việc gõ búa bởi búa đục được thực hiện 5 lần khi búa đục có mặt gõ búa gần như bằng phẳng dạng hình vuông 4 mm được sử dụng và việc gõ búa bởi búa đục được thực hiện 2 lần khi búa đục có mặt gõ búa dạng hình bán cầu với đường kính là 4 mm được sử dụng sao cho chu kỳ gõ búa được xác định là 90+10 Hz, tốc độ chuyển động của búa đục theo hướng đường hàn được xác định là 10 cm/phút hoặc nhỏ hơn và chiều sâu của rãnh gõ búa được xác định là 0,15 mm hoặc lớn hơn.

Kích cỡ của vùng biến dạng dẻo được tạo ra bằng cách gõ búa được xác định bởi thiết bị chuyển vị laze ở ba mặt cắt ngang trong tổng thể tạo đường thẳng xác định ứng suất dư và các vị trí phía trước và phía sau đường thẳng xác định ứng suất dư là 10 mm. Trị số trung bình của các độ sâu tối đa các rãnh gõ búa ở ba mặt cắt ngang được xác định là độ sâu tối đa của rãnh gõ búa trên từng mẫu thử nghiệm và trị số trung bình của các chiều rộng rãnh gõ búa ở cùng ba mặt cắt ngang được xác định như là chiều rộng của rãnh gõ búa trên từng mẫu thử nghiệm. Tiếp theo, với mục đích tham chiếu, độ sâu tối đa x chiều rộng được mô tả cùng với chiều rộng tối đa và chiều rộng. Tương quan giữa các mẫu thử nghiệm xác định ứng suất dư và các chiều rộng tối đa như được thể hiện trong Bảng 4.

Tiếp theo, ứng suất dư tối đa của chân mối hàn được xác định theo phương pháp nhiễu xạ tia X. Sự phân bố ứng suất dư trong mẫu thử nghiệm trên đó rãnh gõ búa được tạo ra sử dụng búa đục góc có phần phẳng trên phần đầu xa của nó (còn được gọi một cách đơn giản là búa đục góc) được thể hiện trong Bảng 5, trong khi sự phân bố ứng suất dư trong mẫu thử nghiệm mà trên đó rãnh gõ búa được tạo ra bằng cách sử dụng búa đục tròn có phần dạng bán cầu trên phần đầu xa (còn được gọi một cách đơn giản là búa đục tròn) được thể hiện trong Bảng 6. Ứng suất dư theo hướng X được xác định cho đến khi vị trí mà ở đó ứng suất dư theo hướng X đạt yêu cầu là xấp xỉ -100 MPa hoặc khoảng cách từ chân mối hàn đạt yêu cầu là xấp xỉ 10 mm. Vị trí xác định và kết quả xác định ứng suất dư khác phụ thuộc vào mẫu thử nghiệm và vì vậy, các cột trống được thể hiện trong Bảng 5 và Bảng 6.

Tiếp theo, từ Fig.20A đến Fig.24B thể hiện các kết quả của việc xác định ứng suất dư (các biểu đồ phân bố ứng suất dư theo hướng X khi khoảng cách từ chân mỗi hàn đến phần đầu búa đục được đặt là 0 mm, 1 mm, 2 mm, 3 mm và 4 mm).

Trên các hình vẽ tương ứng, Fig.20A, Fig.21A, Fig.22A, Fig.23A và Fig.24A thể hiện sự phân bố ứng suất dư theo hướng X khi búa đục có góc có phần phẳng trên phần đầu xa của nó được sử dụng và Fig.20B, Fig.21B, Fig.22B, Fig.23B và Fig.24B thể hiện sự phân bố ứng suất dư theo hướng X khi búa đục tròn có phần dạng bán cầu trên phần đầu xa của nó được sử dụng.

Bảng 7 thể hiện sự tương quan giữa khoảng cách X từ phần đầu phía chân mỗi hàn của mặt gỗ búa của mẫu thử nghiệm xác định ứng suất dư ở thời điểm xoay đầu mũi búa đóng vào chân mỗi hàn và ứng suất dư tối thiểu theo hướng X (ứng suất dư chịu ép tối đa). Tiếp theo, Fig.25 thể hiện ứng suất dư tối thiểu theo hướng X (ứng suất dư chịu ép tối đa) khi khoảng cách X từ phần đầu phía chân mỗi hàn của mặt gỗ búa của mẫu thử nghiệm xác định ứng suất dư đến chân mỗi hàn nằm cách ở thời điểm mà việc rèn bằng búa được đặt là 0 mm, 1 mm, 2 mm, 3 mm và 4 mm được thể hiện bằng cách so sánh trường hợp trong đó sử dụng búa đục góc có một phần phẳng trên phần đầu xa của nó và trường hợp trong đó sử dụng búa đục tròn có phần dạng bán cầu trên phần đầu xa của nó. Fig.26 là hình vẽ nhìn từ bên thể hiện tương quan vị trí giữa khoảng cách X được nêu trên và mẫu thử nghiệm.

Như có thể hiểu được từ Fig.20A đến Fig.24B và Fig.25, so với ứng suất dư chịu nén phát sinh ở lân cận chân mỗi hàn của mẫu thử nghiệm xác định ứng suất dư mà việc rèn bằng búa được áp lên bằng cách sử dụng búa đục tròn có phần dạng bán cầu trên phần đầu xa của nó, ứng suất dư chịu nén được phát sinh ở lân cận chân mỗi hàn của mẫu thử nghiệm xác định ứng suất dư mà việc xoay đầu mũi búa đóng được áp dụng bằng cách sử dụng búa đục góc có phần phẳng trên phần đầu xa của nó biểu thị ứng suất dư chịu nén lớn mặc dù độ sâu tối đa của rãnh gỗ búa là nhỏ trong tất cả các trường hợp trong đó khoảng cách từ phần đầu phía chân mỗi hàn của mặt gỗ búa đến chân mỗi hàn được đặt lần lượt là 0 mm, 1 mm, 2 mm, 3 mm và 4 mm.

Chẳng hạn, so sánh ứng suất dư chịu nén ở lân cận chân mỗi hàn được thể hiện trên Fig.22A với ứng suất dư chịu nén ở lân cận chân mỗi hàn được thể hiện trên Fig.22B, ứng suất dư chịu nén khi búa đục góc có phần phẳng trên phần đầu xa của nó là gần lớn gấp đôi ứng suất dư chịu nén khi búa đục tròn có phần dạng bán cầu trên phần đầu xa của nó được sử dụng. Điều này có nghĩa là sự tương quan giữa hình dạng của rãnh gõ búa và ứng suất dư là khác giữa búa đục góc có phần phẳng trên phần đầu xa của nó và búa đục tròn có phần dạng bán cầu trên phần đầu xa của nó. Tức là, để đưa ứng suất dư cho trước vào vùng lân cận chân mỗi hàn, khác với trị số điều chỉnh liên quan đến hình dạng của rãnh gõ búa trên chân mỗi hàn được tạo ra bởi búa đục tròn có phần dạng bán cầu, cần phải điều chỉnh trị số điều chỉnh liên quan đến hình dạng của rãnh gõ búa trên chân mỗi hàn được tạo ra bởi búa đục góc có phần phẳng trên cơ sở trị số đặc tính của rãnh (tích của độ sâu tối đa và chiều rộng) là chỉ số điều chỉnh mới.

Chú thích các số chỉ dẫn và các ký hiệu

- 1: kim loại nền
- 2: đường gân
- 3: đường hàn
- 4: chân mỗi hàn
- 5: búa đục
- 51, 52: phần hình côn
- 53: phần phẳng
- 6: phần gõ búa
- 7: vết nứt mới

Bảng 1

Phạm vi ứng suất thông thường ở mức 150 MPa

Số lần làm việc	Số lần cho đến khi bị nứt ở 150 MPa	Chiều sâu tối đa x chiều rộng (mm ²)	Chiều sâu tối đa (mm)	Chiều rộng (mm)
0	85.306	0	0	0
1	2.222.155	0,888	0,191	4,65
2	3.000.000	1,028	0,221	4,65
3	10.000.000	1,392	0,306	4,55
4	3.000.000	1,045	0,243	4,30

Bảng 2

Số lần làm việc	Số lần cho đến khi bị nứt ở 250 MPa	Chiều sâu tối đa x chiều rộng (mm ²)	Chiều sâu tối đa (mm)	Chiều rộng (mm)
0	79.927	0	0	0
1	99.030	0,755	0,204	3,70
2	137.631	0,742	0,206	3,60
2	272.274	1,285	0,257	5,00
3	332.720	1,008	0,288	3,50
3	536.226	1,143	0,293	3,90
4	1.212.351	1,689	0,266	6,35
4	364.746	1,122	0,224	5,10
8	818.791	1,346	0,204	6,60

Bảng 3

Số lần làm việc	Ứng suất dư chịu nén tối đa (N/mm ²)	Chiều sâu tối đa x chiều rộng (mm ²)	Chiều sâu tối đa (mm)	Chiều rộng (mm)
0	215	0	0	0
1	-167	0,704	0,176	4,00
2	-174	0,928	0,182	5,10
3	-239	1,428	0,280	5,10
4	-454	1,916	0,372	5,15

Bảng 4

tên mẫu thử nghiệm	Hình dạng đầu xa của búa đục	Khoảng cách từ chân mối hàn đến mép rãnh gõ búa (mm)	Chiều sâu tối đa (mm)	Chiều rộng (mm)	Chiều sâu tối đa x chiều rộng (mm ²)
R1-10	Búa sử dụng búa đục có phần phẳng ở phần đầu xa (búa đục góc: phần phẳng là dạng hình vuông 3 mm + mặt vát trên mép phần phẳng có bán kính là 0,5 mm)	0	0,168	3,77	0,633
R1-5		1	0,227	4,17	0,947
R1-3		2	0,217	4,13	0,896
R1-4		3	0,221	4,13	0,913
R1-9		4	0,223	4,13	0,921
R1-8	Búa sử dụng búa đục có phần dạng bán hình cầu ở phần đầu xa (búa đục tròn: dạng hình bán cầu có đường kính là 4 mm)	0	0,288	2,57	0,740
R1-12		1	0,295	2,63	0,776
R1-13		2	0,368	2,83	1,041
R1-17		3	0,335	2,67	0,894
R1-11		4	0,321	2,67	0,857

Bảng 5

Mẫu thử nghiệm R1-10		Mẫu thử nghiệm R1-5		Mẫu thử nghiệm R1-3		Mẫu thử nghiệm R1-4		Mẫu thử nghiệm R1-9	
Khoảng cách từ chân mối hàn (mm)	Ứng suất dư theo hướng X (MPa)	Khoảng cách từ chân mối hàn (mm)	Ứng suất dư theo hướng X (MPa)	Khoảng cách từ chân mối hàn (mm)	Ứng suất dư theo hướng X (MPa)	Khoảng cách từ chân mối hàn (mm)	Ứng suất dư theo hướng X (MPa)	Khoảng cách từ chân mối hàn (mm)	Ứng suất dư theo hướng X (MPa)
0,7	-198	1,9	-95	1,1	-133	1,5	-200	0,9	-196
1,7	-136	2,9	-60	3,5	-32	2,5	-202	1,9	-228
4,4	-254	5,9	-221	6,3	-142	4,9	-68	2,9	-228
5,4	-172	6,9	-256	7,3	-198	7,7	-205	5,1	-52
6,4	-99	7,9	-199	8,3	-142	8,7	-176	8,3	-160
7,4	-32	8,9	-179	9,3	-118	9,7	-242	9,3	-203
		10,9	-131	11,3	-92	10,7	-114	10,3	-181
								11,3	-147
								13,3	-130

Bảng 6

Mẫu thử nghiệm R1-8		Mẫu thử nghiệm R1-12		Mẫu thử nghiệm R1-13		Mẫu thử nghiệm R1-7		Mẫu thử nghiệm R1-11	
Khoảng cách từ chân mối hàn (mm)	Ứng suất dư theo hướng X (MPa)	Khoảng cách từ chân mối hàn (mm)	Ứng suất dư theo hướng X (MPa)	Khoảng cách từ chân mối hàn (mm)	Ứng suất dư theo hướng X (MPa)	Khoảng cách từ chân mối hàn (mm)	Ứng suất dư theo hướng X (MPa)	Khoảng cách từ chân mối hàn (mm)	Ứng suất dư theo hướng X (MPa)
0,4	-56	1,2	-68	0,5	-73	0,4	-149	0,4	-137
1,4	-119	2,2	-129	2,8	-74	1,4	-108	1,4	-133
3,3	-111	4,7	-134	5,1	-105	3,7	-99	2,4	-81
4,3	-188	5,7	-205	6,1	-137	6,5	-112	4,9	-80
5,3	-101	6,7	-210	7,1	-144	7,5	-134	7,3	-94
6,3	-32	7,7	-129	8,1	-70	8,5	-183	8,3	-167
8,3	-14	9,7	-77			9,5	-127	9,3	-108
						11,5	-106	10,3	-115

Bảng 7

Khoảng cách từ chân mối hàn đến mép rãnh gỗ búa ở thời điểm chốt búa (mm)	Ứng suất dư tối thiểu theo hướng X khi việc gõ búa được thực hiện sử dụng búa đục góc có phần phẳng trên phần đầu xa (MPa)	Ứng suất dư tối thiểu theo hướng X khi việc gõ búa được thực hiện sử dụng búa đục tròn có phần dạng hình bán cầu ở phần đầu xa (MPa)
0	-254	-188
1	-256	-210
2	-198	-144
3	-242	-183
4	-228	-167

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp tăng cường độ bền mỗi của phần hàn có khả năng tăng cường độ bền mỗi bằng cách tạo ra vùng biến dạng dẻo có hình dạng dải được tạo ra từ một số rãnh gõ búa được tạo ra ở lân cận chân mỗi hàn của phần hàn bằng cách gõ búa sử dụng búa đục, trong đó mặt gõ búa được tạo ra trên phần đầu xa có phần phẳng và mặt vát dọc theo phần phẳng, và trong việc tạo vùng biến dạng dẻo có hình dạng dải được kiểm soát để có trị số đặc tính của rãnh (tích độ sâu tối đa và chiều rộng) (mm^2) là trị số cho trước trên kim loại nền bằng cách gõ búa lên vùng lân cận chân mỗi hàn sao cho khoảng cách giữa chân mỗi hàn và phía chân mỗi hàn của mặt gõ búa được xác định là trị số nằm trong phạm vi $1/4$ chiều rộng mặt gõ búa, khi vùng biến dạng dẻo có hình dạng dải được tạo ra tiếp giáp với chân mỗi hàn, chân mỗi hàn được gõ búa bởi mặt vát trên mép của phần phẳng của mặt gõ búa, và kim loại nền được gõ búa bởi phần phẳng.
2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó chiều rộng của mặt gõ búa là 4 mm hoặc lớn hơn và khoảng cách giữa chân mỗi hàn và phía chân mỗi hàn của mặt gõ búa là trong phạm vi 1 mm.
3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó trị số đặc tính của rãnh (tích của độ sâu tối đa và chiều rộng) (mm^2) trong vùng biến dạng dẻo có hình dạng dải là $0,7 \text{ mm}^2$ hoặc lớn hơn khi phạm vi ứng suất thông thường được áp lên phần hàn là 150 MPa hoặc nhỏ hơn, và là $0,8 \text{ mm}^2$ hoặc lớn hơn khi phạm vi ứng suất thông thường là 250 MPa hoặc nhỏ hơn.
4. Phương pháp theo điểm 2 hoặc điểm 3, trong đó độ sâu tối đa của rãnh gõ búa trong vùng biến dạng dẻo có hình dạng dải là 0,19 mm hoặc lớn hơn khi phạm vi ứng suất thông thường được áp lên phần hàn là 150 MPa hoặc nhỏ hơn, và là 0,22 mm hoặc lớn hơn khi phạm vi ứng suất thông thường là 250 MPa hoặc nhỏ hơn.
5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 2 đến 4, trong đó việc gõ búa sử dụng búa đục được thực hiện với chu kỳ đóng là 80 Hz hoặc lớn hơn và với tốc độ chuyển động là 10 cm/phút hoặc nhỏ hơn dọc theo chân mỗi hàn.
6. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó đường gõ búa được xác định dọc theo chân mỗi hàn và vùng lân cận đường gõ búa được gõ búa nhiều lần, nhờ vậy tạo ra vùng biến dạng dẻo có hình dạng dải.

7. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó phần hàn là mỗi hàn góc.

8. Mỗi hàn mà phương pháp tăng cường độ bền mỗi của phần hàn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6 được ứng dụng.

9. Mỗi hàn góc có vùng biến dạng dẻo có hình dạng dải được tạo ra bằng cách gõ búa nhiều lần lên vùng lân cận chân mỗi hàn sử dụng búa đục có phần phẳng và mặt vát dọc theo phần phẳng trên mặt gõ búa được tạo ra trên phần đầu xa của nó theo hướng vuông góc với mặt gõ búa, trong đó:

giả thiết rằng chiều dài của một phía của mặt gõ búa trực giao với chân mỗi hàn (đường thẳng) là B (mm), thì vùng biến dạng dẻo có hình dạng dải được tạo ra bằng cách gõ búa lên kim loại nền sao cho phía chân mỗi hàn của vùng biến dạng dẻo có hình dạng dải được bố trí trong phạm vi $B/4$ (mm) từ chân mỗi hàn về phía kim loại nền, và

chiều dài của một phía của mặt gõ búa là 4 mm hoặc lớn hơn, và phía chân mỗi hàn của vùng biến dạng dẻo có hình dạng dải được bố trí trong phạm vi 1 mm từ chân mỗi hàn về phía kim loại nền.

10. Mỗi hàn góc theo điểm 9, trong đó chiều dài của một phía của mặt gõ búa là 4 mm hoặc lớn hơn, phía chân mỗi hàn của vùng biến dạng dẻo có hình dạng dải được bố trí trong phạm vi 1 mm từ chân mỗi hàn về phía kim loại nền,

độ sâu tối đa của vùng biến dạng dẻo có hình dạng dải là 0,19 mm hoặc lớn hơn khi phạm vi ứng suất thông thường được áp lên phần hàn là 150 MPa hoặc nhỏ hơn, và là 0,22 mm hoặc lớn hơn khi phạm vi ứng suất thông thường là 250 MPa hoặc nhỏ hơn, và

tích độ sâu tối đa và chiều rộng của rãnh gõ búa trong vùng biến dạng dẻo có hình dạng dải là $0,7 \text{ mm}^2$ hoặc lớn hơn khi phạm vi ứng suất thông thường được áp lên phần hàn là 150 MPa hoặc nhỏ hơn, và là $0,8 \text{ mm}^2$ hoặc lớn hơn khi phạm vi ứng suất thông thường là 250 MPa hoặc nhỏ hơn.

Fig. 1

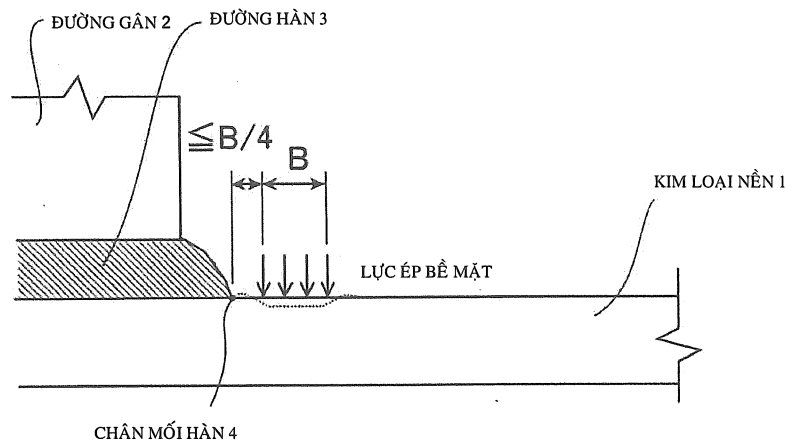


Fig. 2

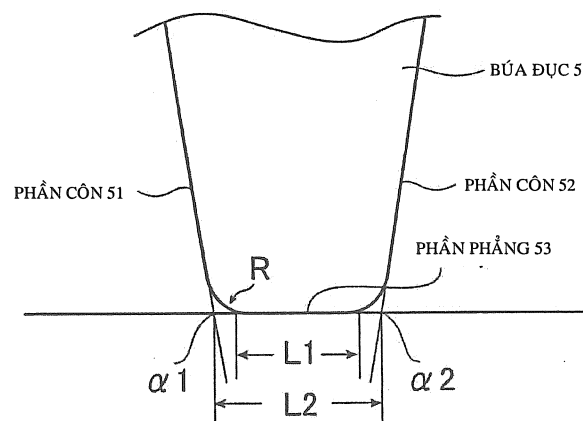


Fig. 3

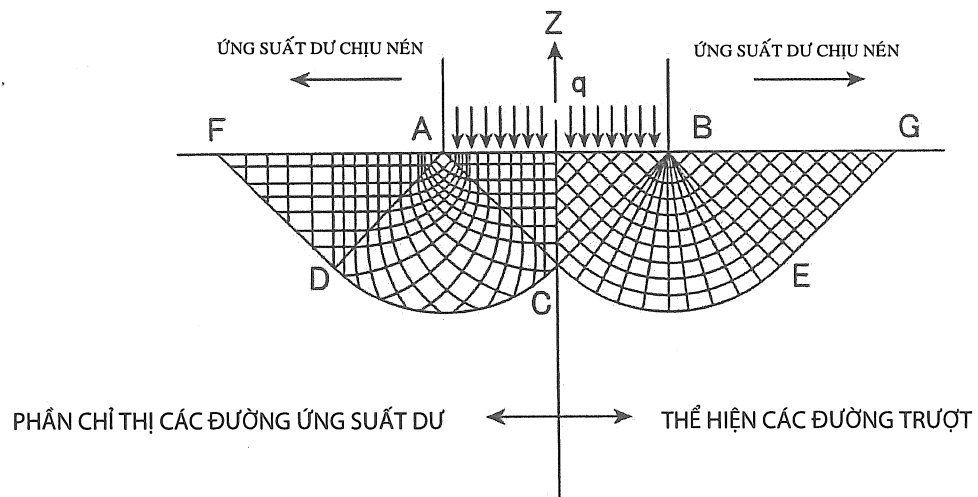


Fig. 4

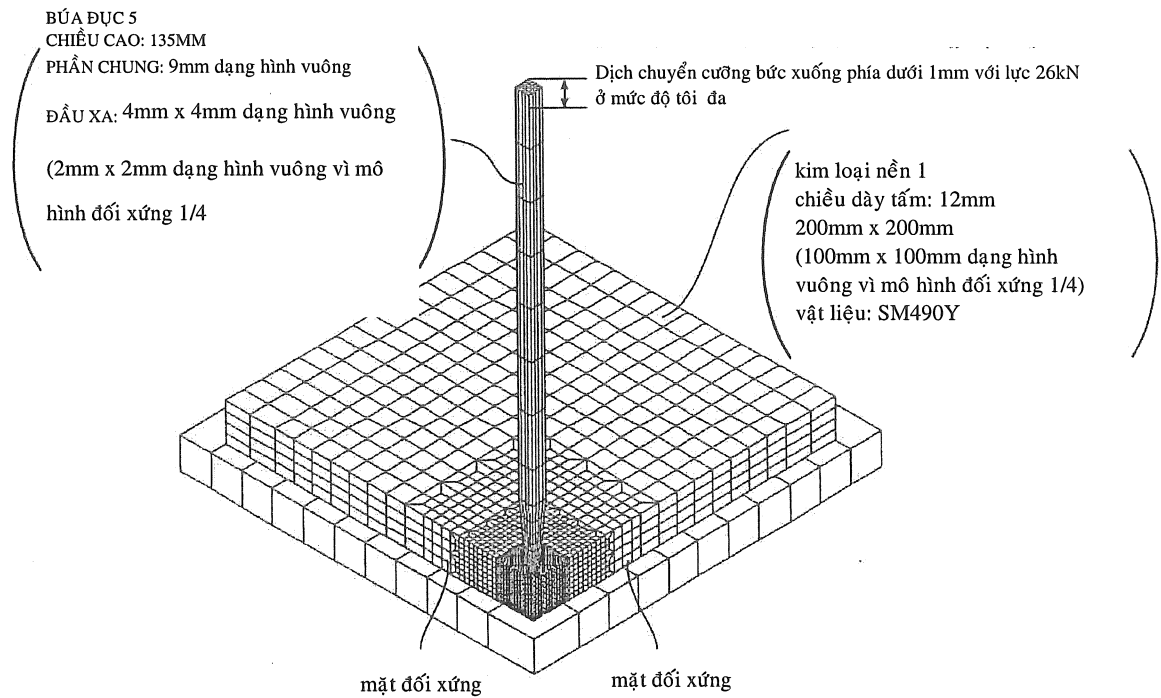


Fig. 5

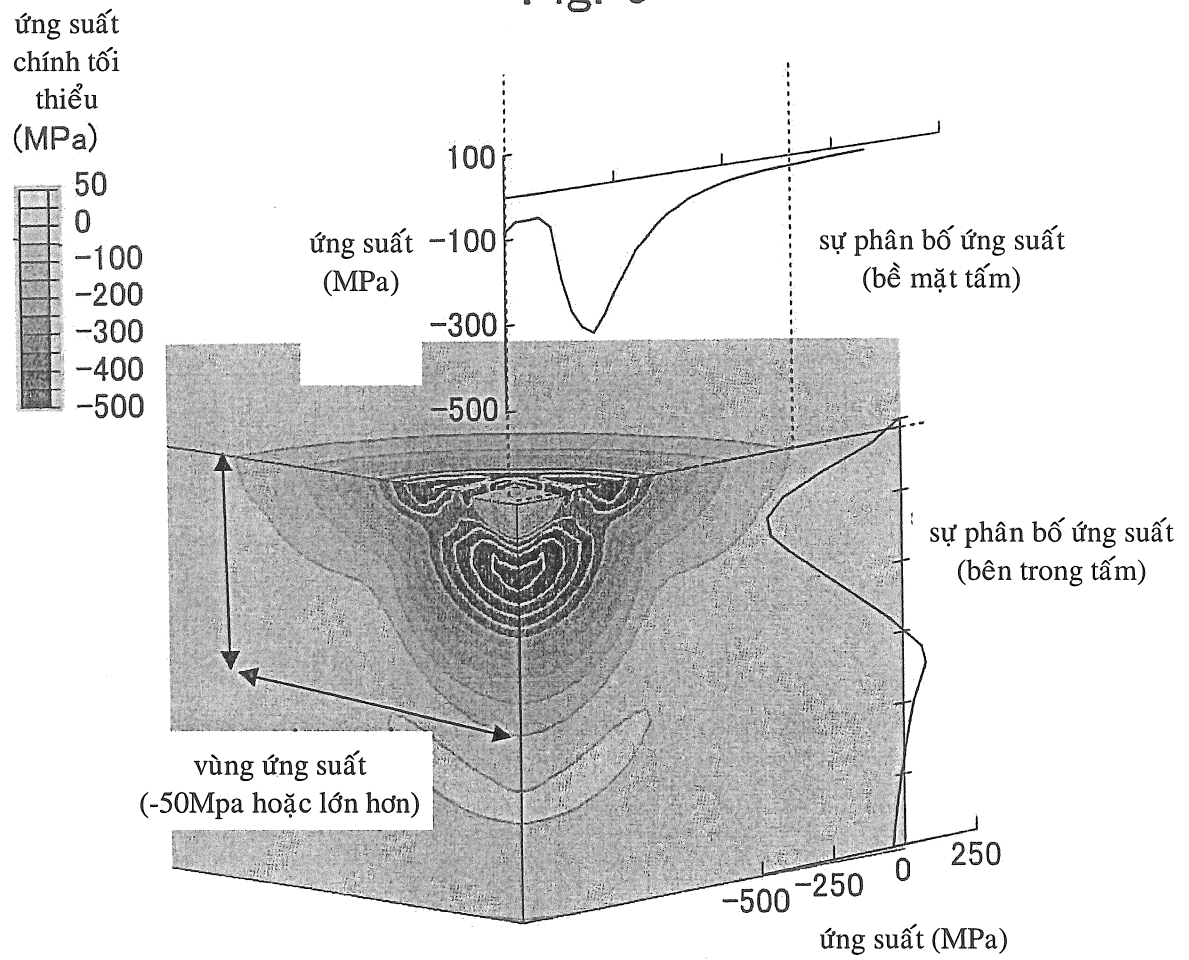
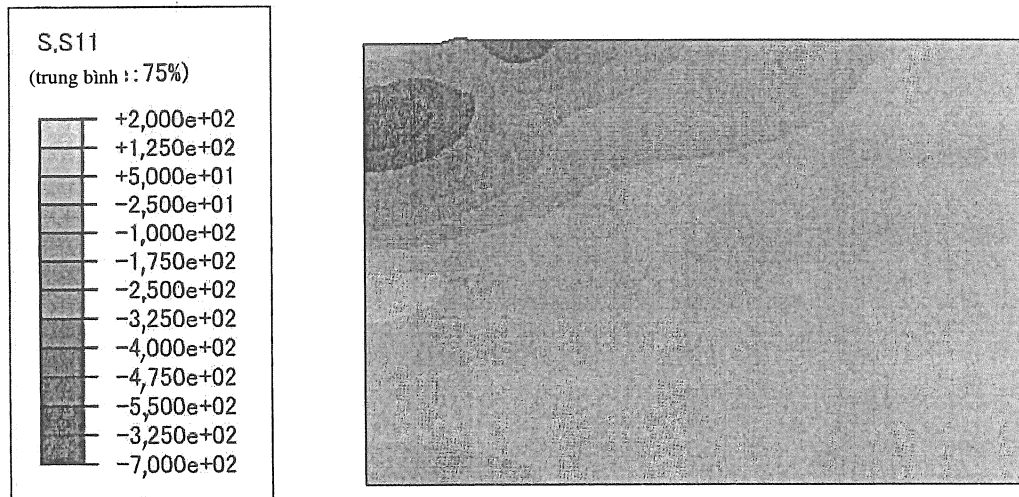


Fig. 6



mô hình rèn bằng búa -01 dụng cụ -01 tiêu chuẩn

ODB: mô hình 01 - dụng cụ 01 - st,odb Kiểu Abaqus/tiêu chuẩn 6,8-5 Thứ 2 ngày 28/9 21:23:52 GMT +09:00 2009

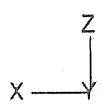
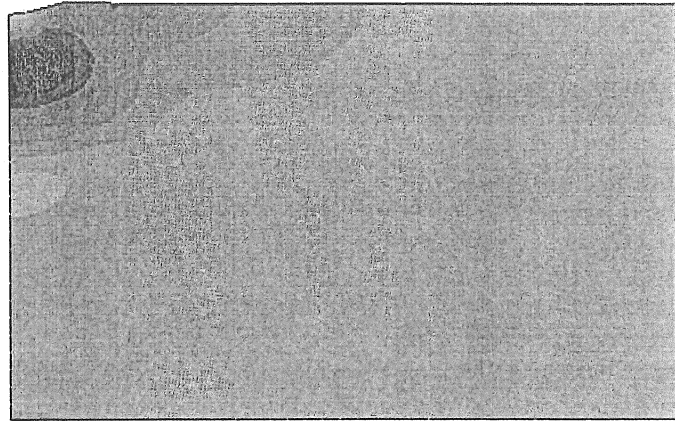
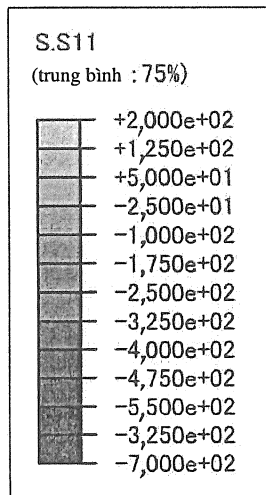

 bước: bước 2
 Số gia 100: thời gian của bước = 1,000
 Sự biến thiên cơ bản: S S11
 Sự biến thiên của biến dạng: U biên độ biến dạng; +1,000e+00

Fig. 7



mô hình rèn bằng búa -01 dụng cụ -02 tiêu chuẩn

ODB: mô hình 01 - dụng cụ 02 - st,odb Kiểu Abaqus/tiêu chuẩn 6,8-5 Thứ 2 ngày 28/9 22:47:51 GMT +09:00 2009

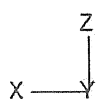

 bước: bước 2
 Số gia 100: thời gian của bước = 1,000
 Sự biến thiên cơ bản: S S11
 Sự biến thiên của biến dạng: U biên độ biến dạng; +1,000e+00

Fig. 8

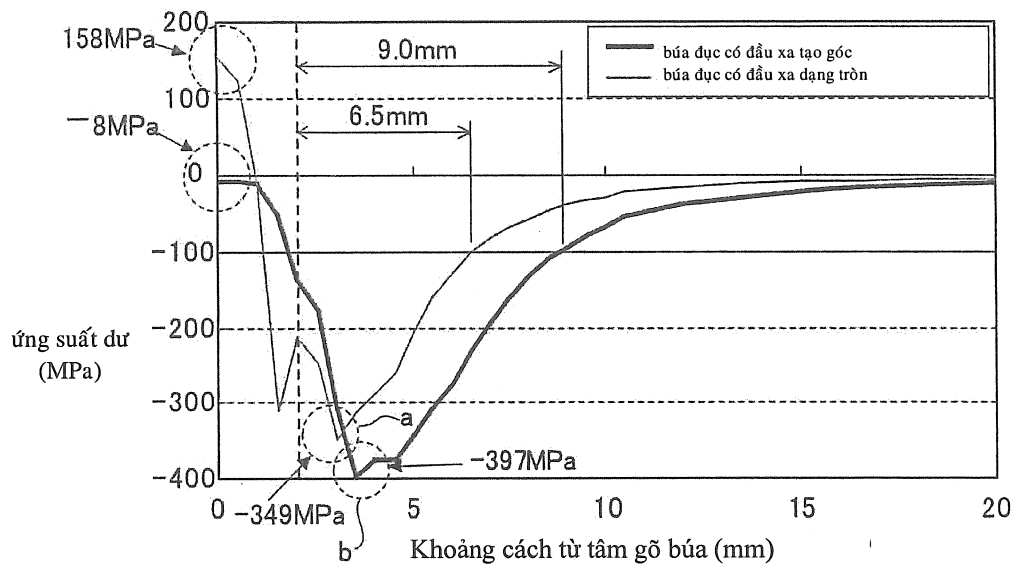
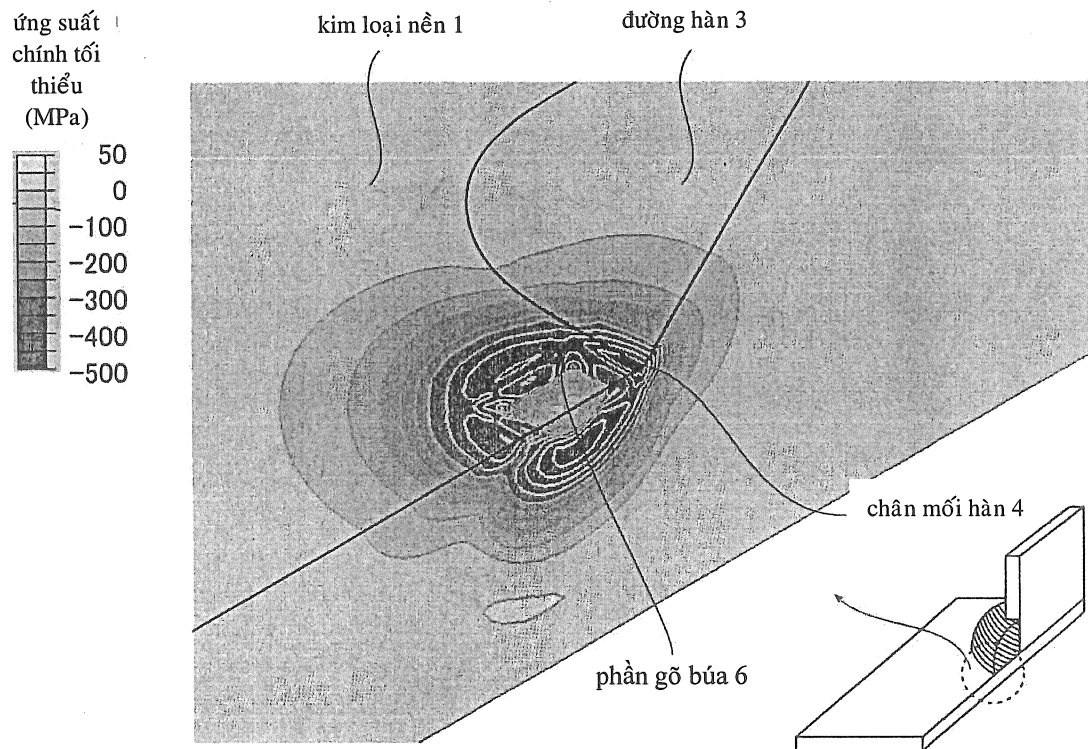


Fig. 9



7/20

Fig. 10 A

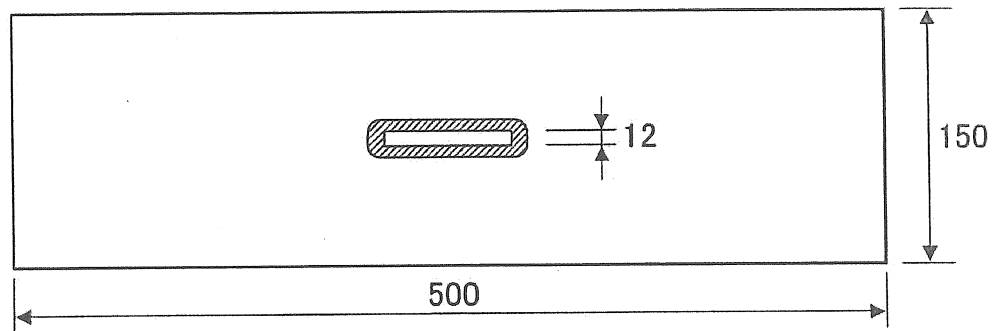


Fig. 10 B

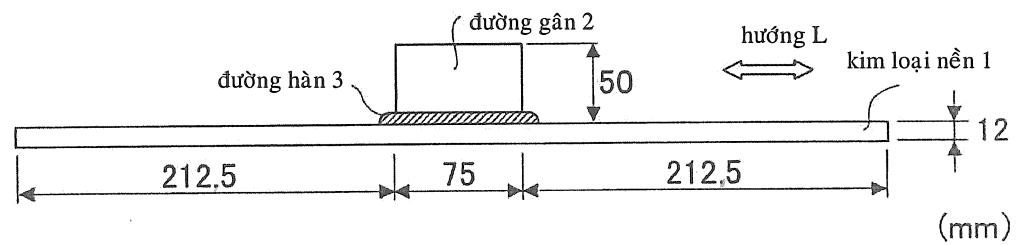
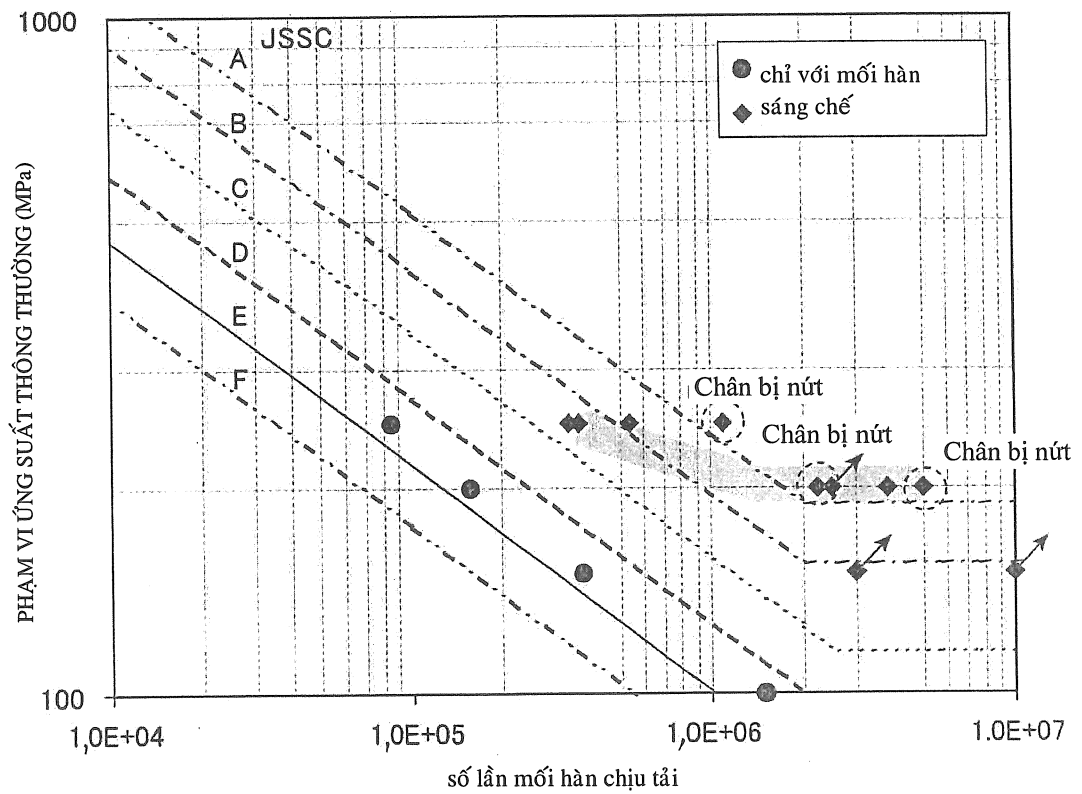


Fig. 11



8/20

Fig. 12

số lần trước khi bị đứt trong phạm vi ứng
suất thông thường: 150MPa (số lần)

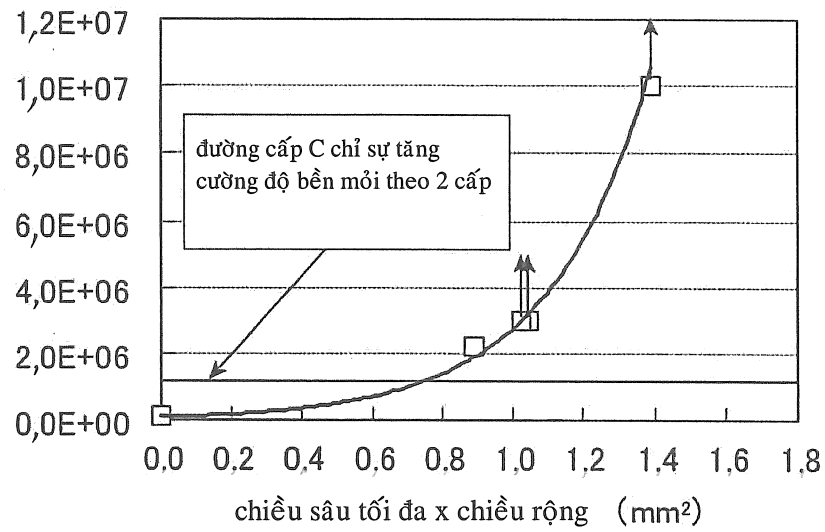


Fig. 13

số lần trước khi bị đứt trong phạm vi ứng
suất thông thường: 150MPa (số lần)

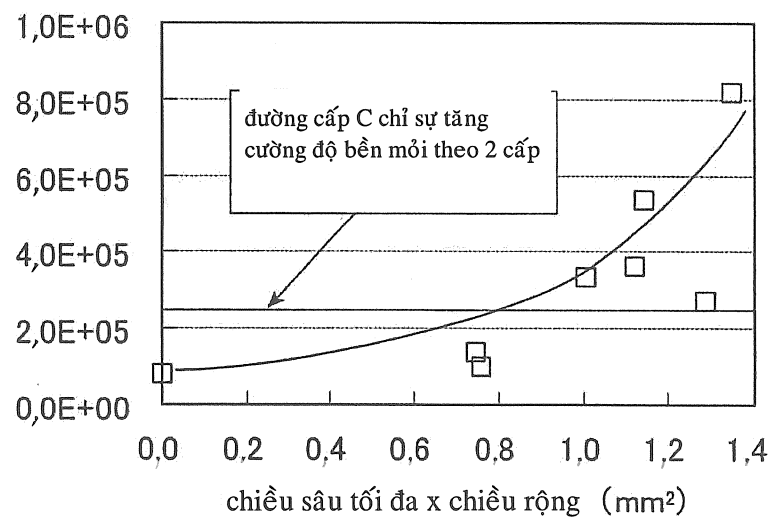


Fig. 14

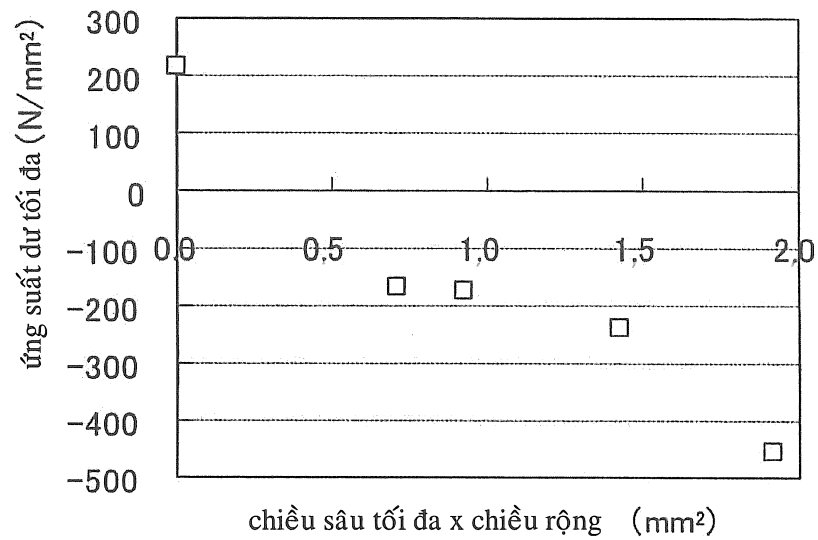


Fig. 15

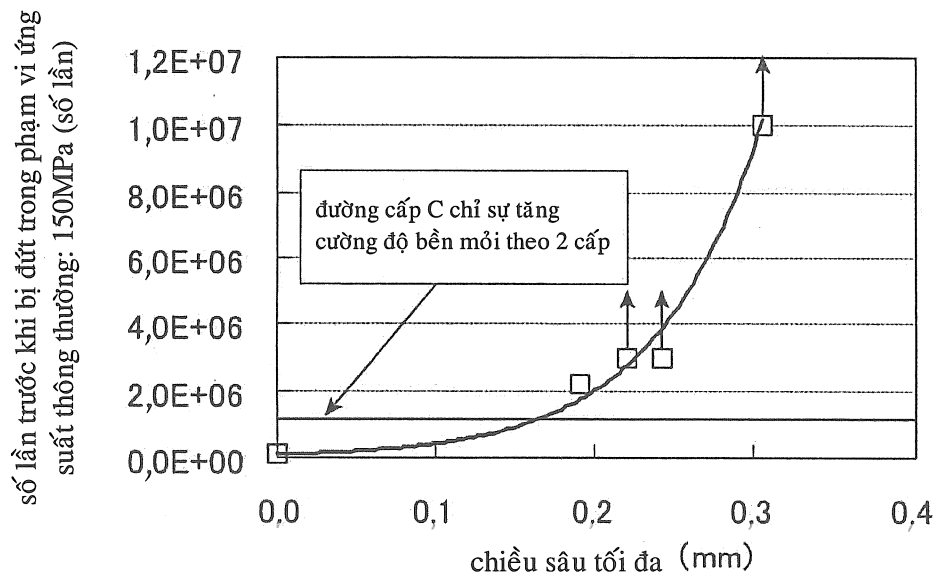


Fig. 16

số lần trước khi bị đứt trong phạm vi ứng suất thông thường: 250MPa (số lần)

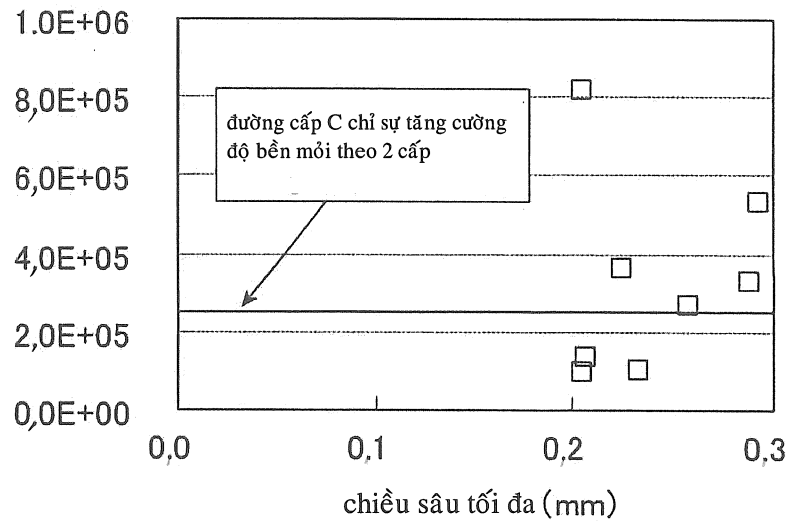


Fig. 17

trong () chỉ số lần chịu tải

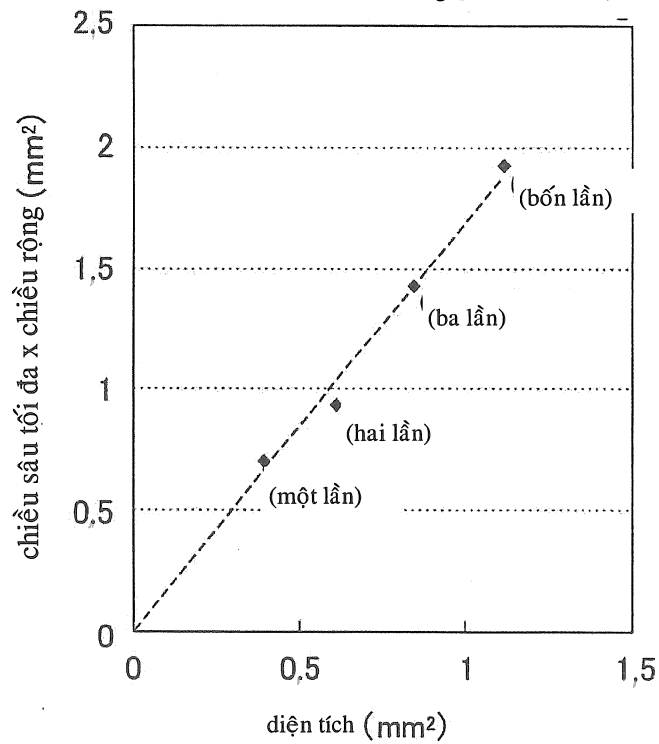


Fig. 18

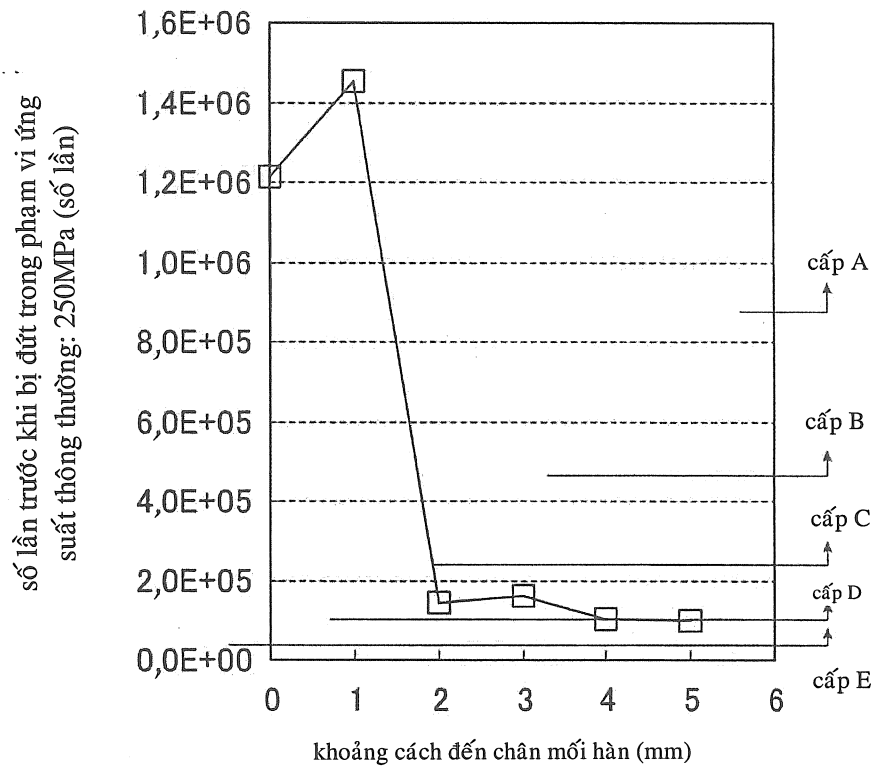


Fig. 19A

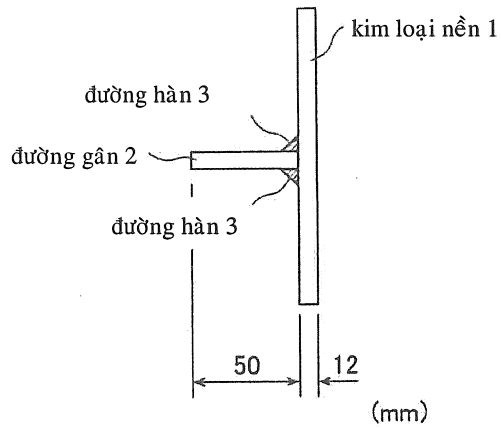


Fig. 19B

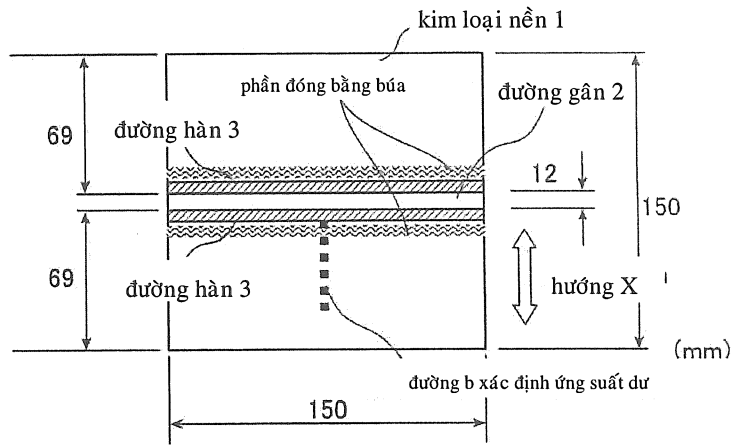


Fig. 19C

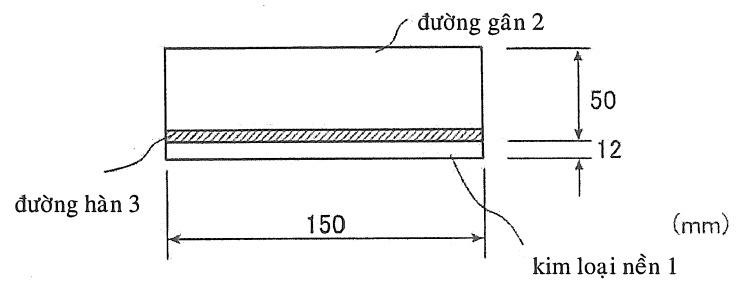


Fig. 20A

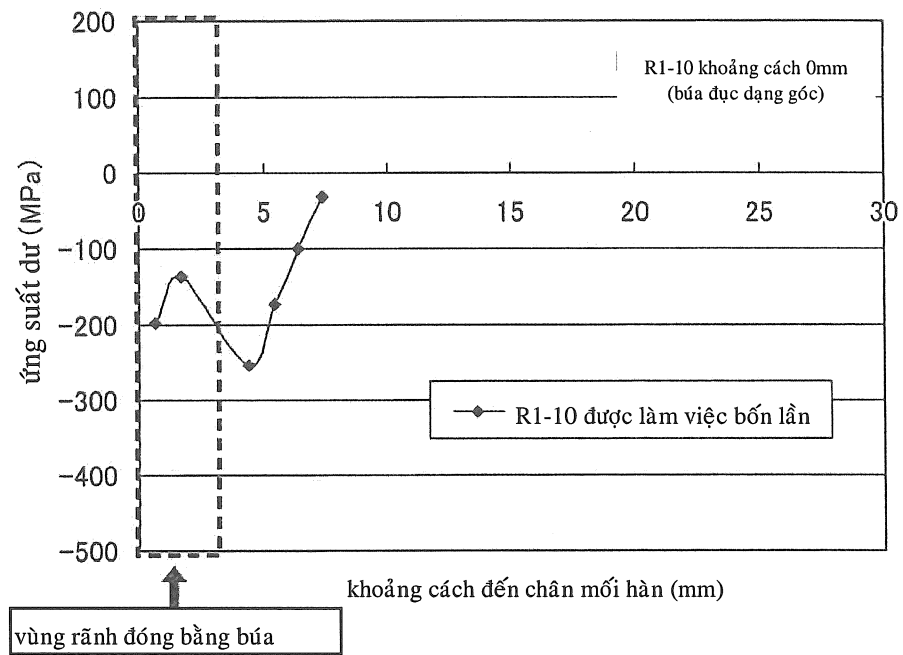


Fig. 20B

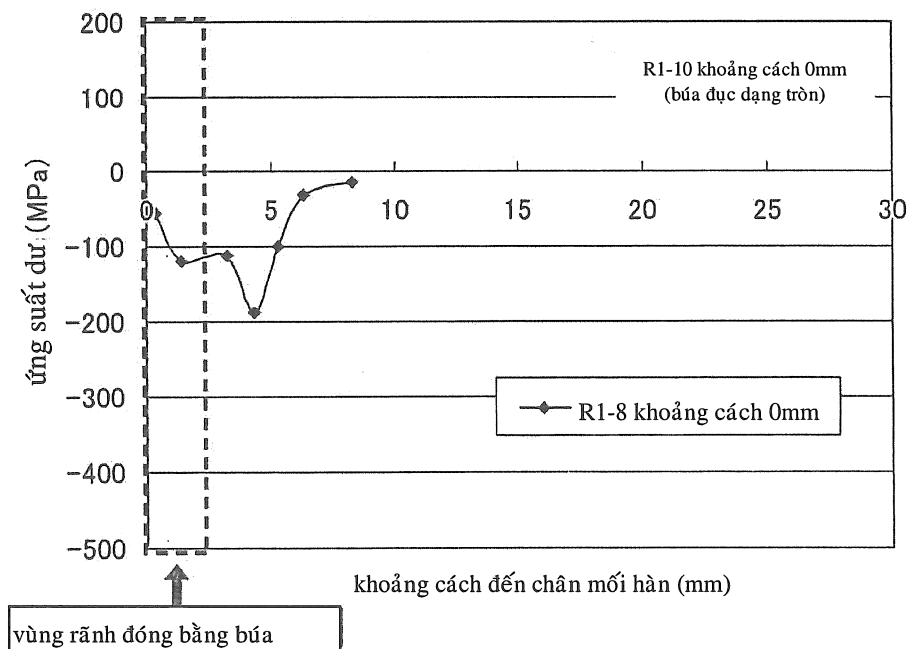


Fig. 21A

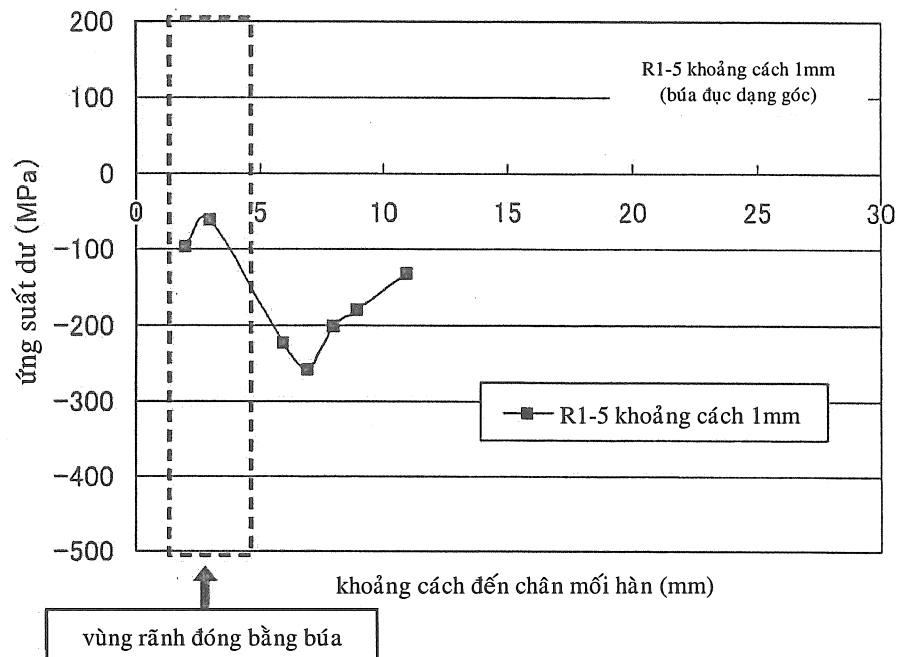


Fig. 21B

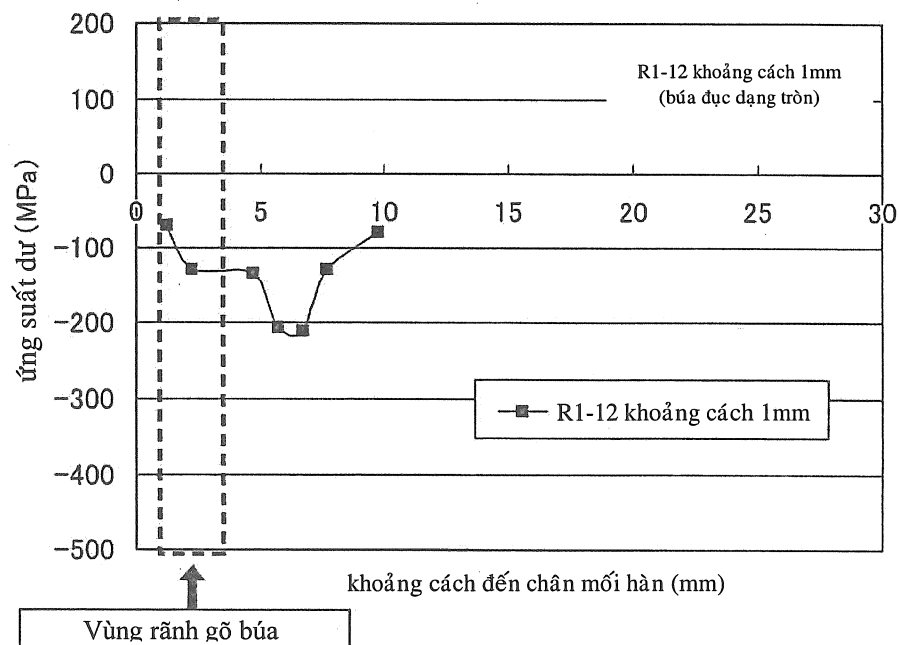


Fig. 22A

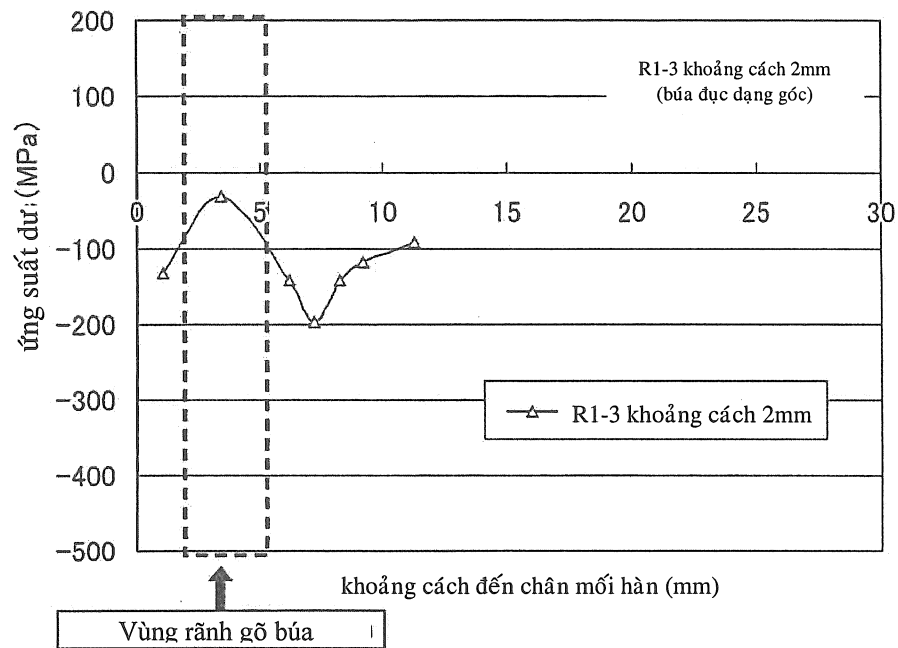


Fig. 22B

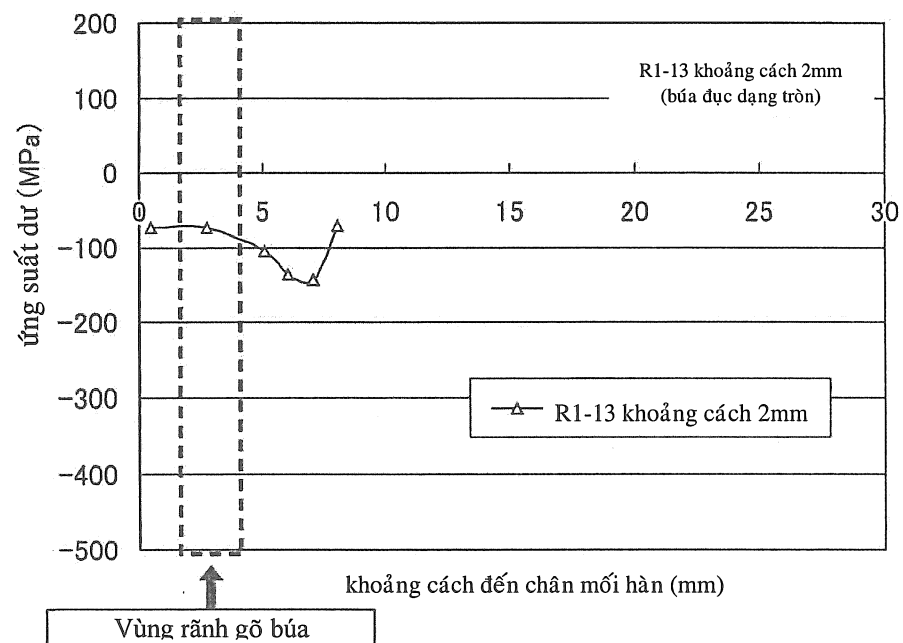


Fig. 23A

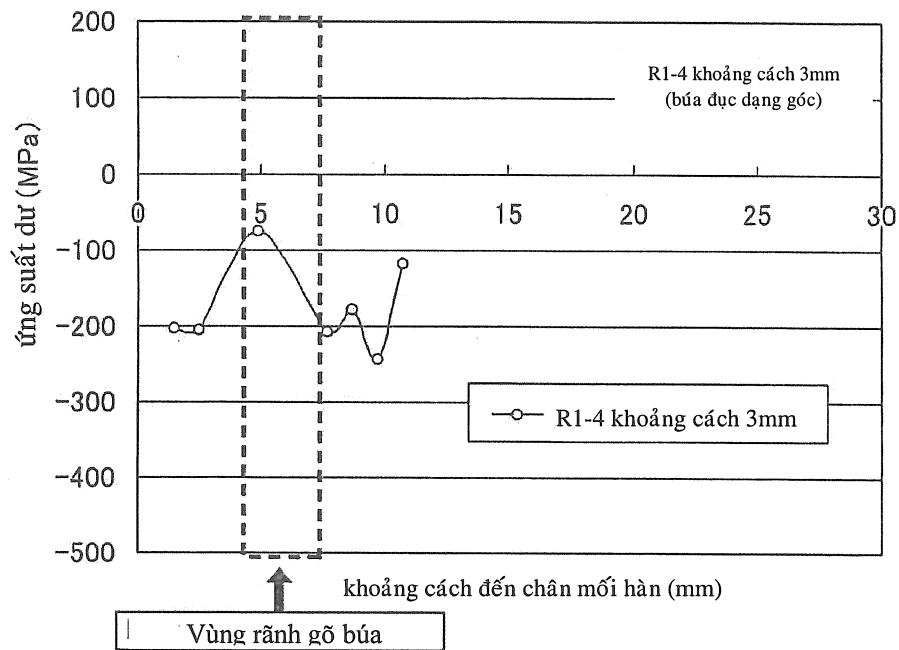


Fig. 23B

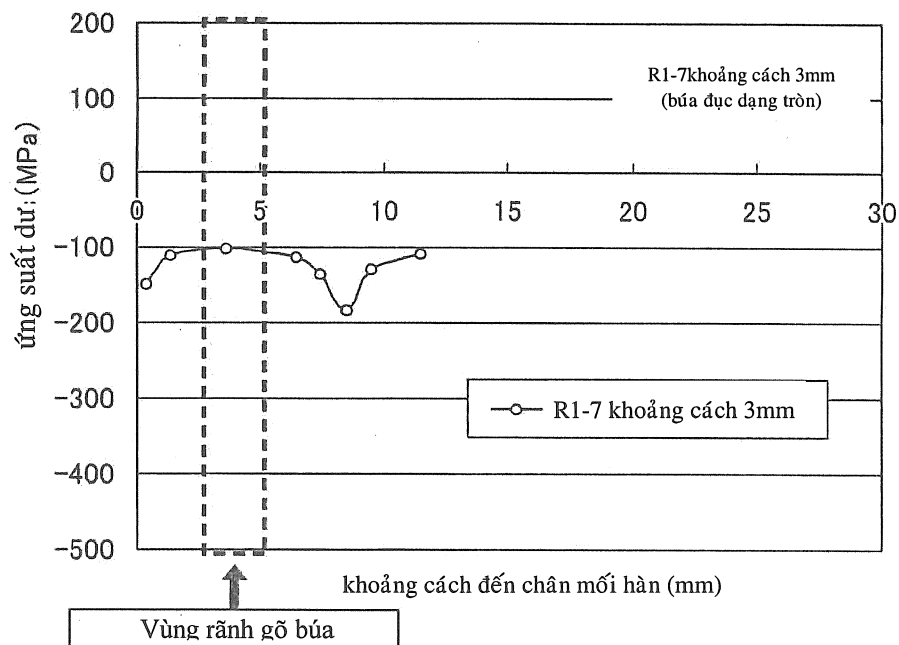


Fig. 24A

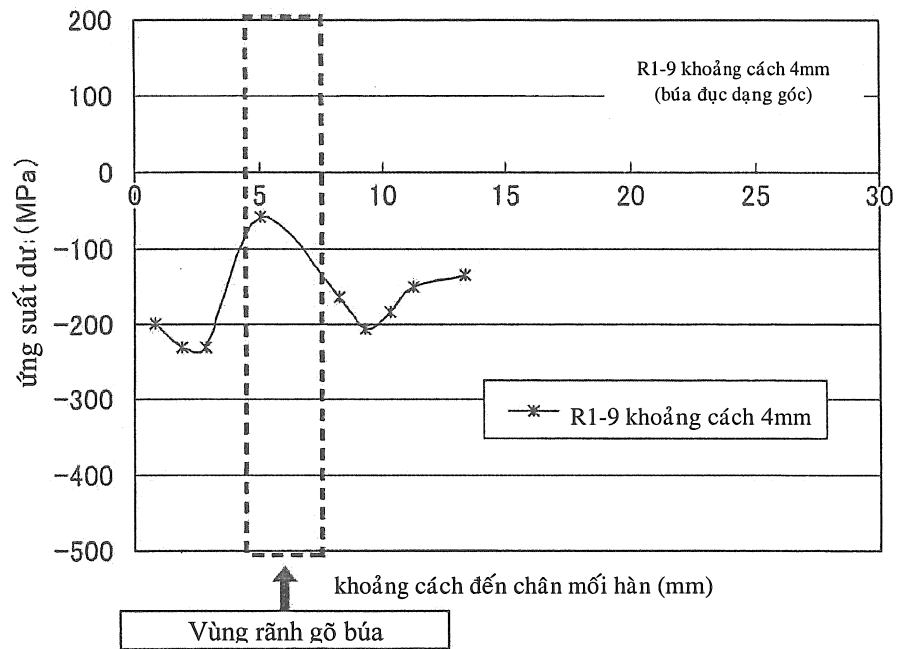


Fig. 24B

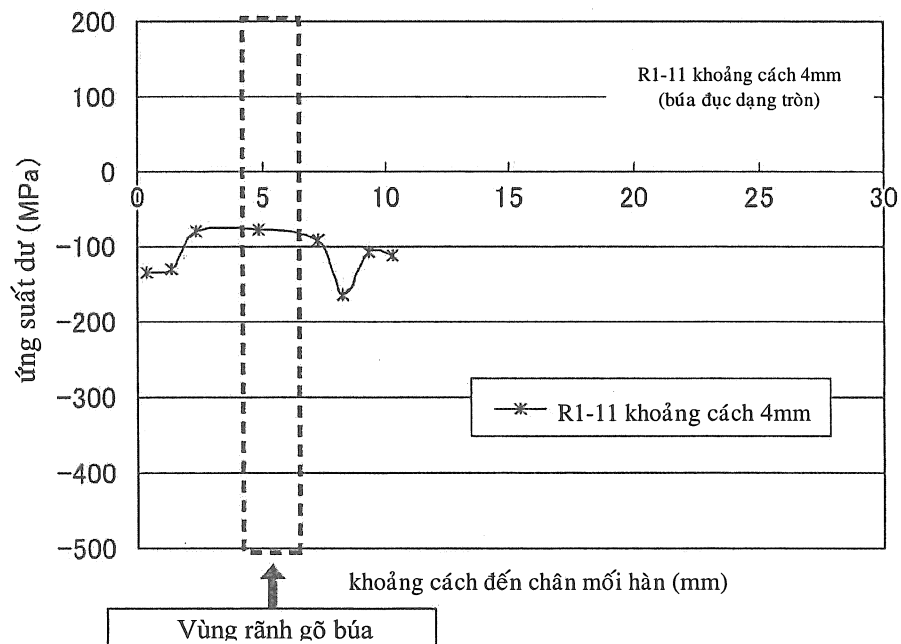


Fig. 25

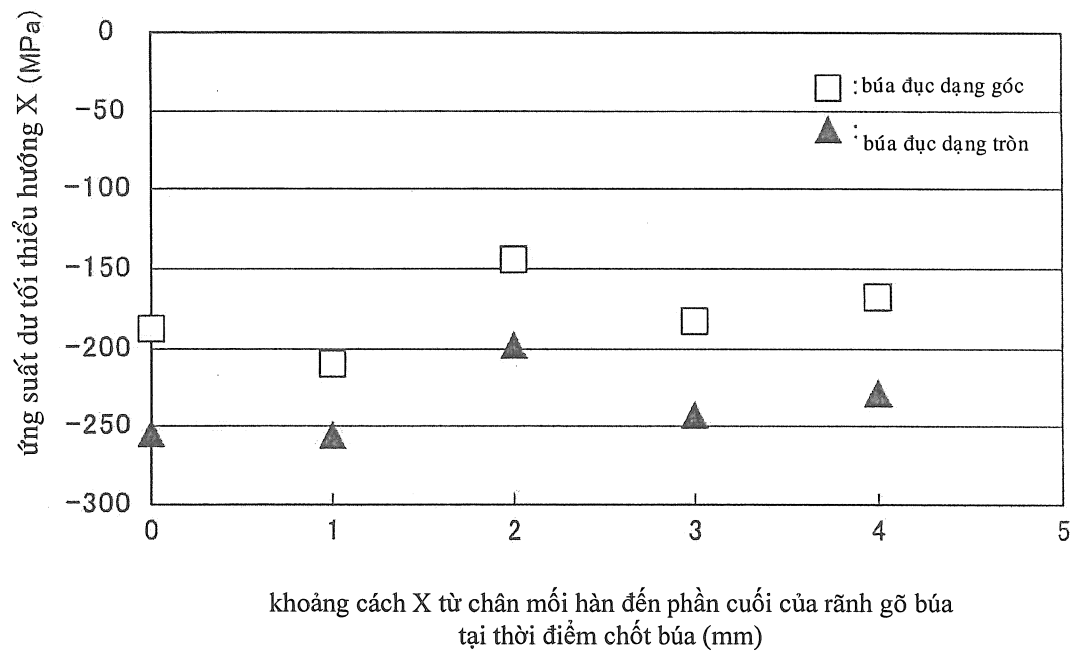


Fig. 26

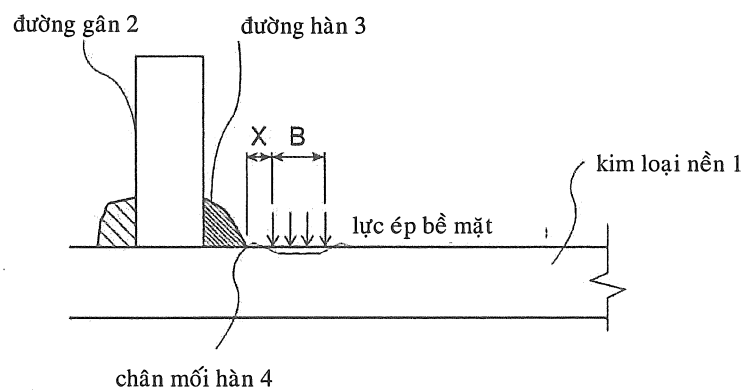


Fig. 27

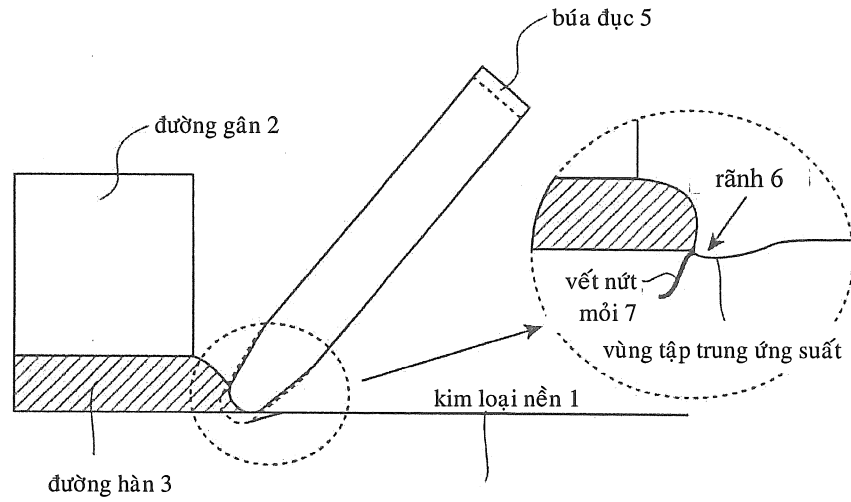
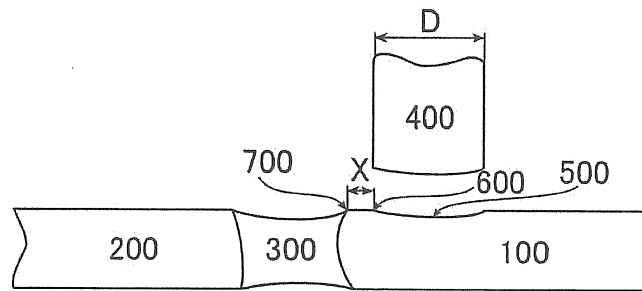


Fig. 28



100 ... tấm kim loại 1
 200 ... tấm kim loại 2
 300 ... kim loại hàn
 400 ... điện cực rung siêu âm
 500 ... vùng làm việc

600 ... phần mép vùng làm việc
 700 ... chân mối hàn
 X ... khoảng cách từ chân mối hàn đến phần mép vùng làm việc
 D ... chiều rộng điện cực rung siêu âm