



(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)



1-0030352

(51)⁷ G01N 29/04

(13) B

(21) 1-2015-00686

(22) 31/07/2013

(86) PCT/JP2013/004637 31/07/2013

(87) WO 2014/020910 06/02/2014

(30) 2012-170367 31/07/2012 JP; 2012-170366 31/07/2012 JP

(45) 25/12/2021 405

(43) 25/06/2015 327A

(73) IHI Infrastructure Systems Co., Ltd. (JP)

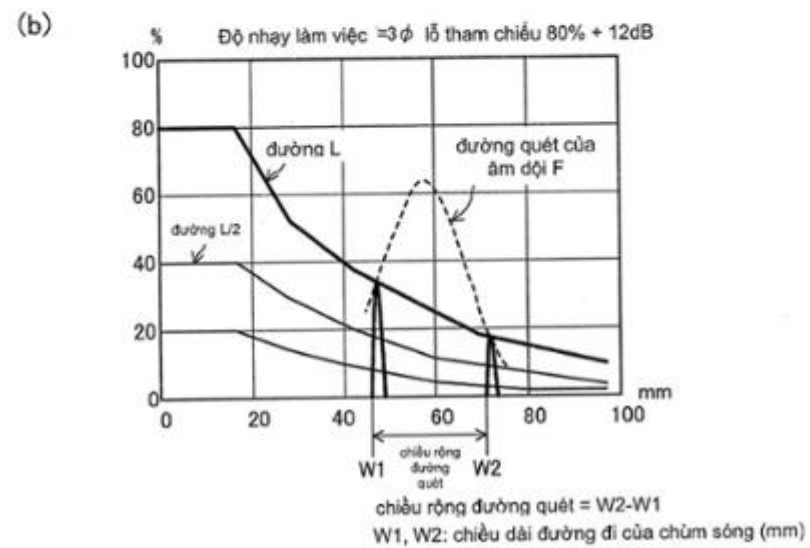
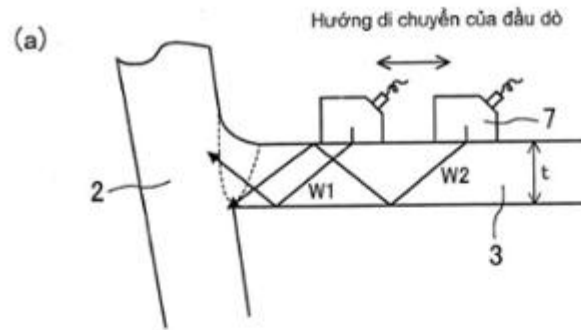
3-Banchi, Ohama-Nishimachi, Sakai-ku, Sakai-city, Osaka 590-0977, Japan

(72) Yuji TAKEDA (JP); Takahiro YAMAGAMI (JP); Kunio YONEKURA (JP); Hiroaki HATANAKA (JP); Hiroki KAWAI (JP); Arisa YANAGIHARA (JP).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP ĐO CHIỀU CAO CỦA CHỖ KHÔNG THẨM THẤU VÀ MÁY ĐÒ KHUYẾT TẬT BẰNG SIÊU ÂM

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp đo chiều cao của chỗ không thẩm thấu bao gồm các bước: sử dụng đầu dò tác dụng chùm sóng siêu âm vào vật thể để xác định đường cong phân chia của chiều cao âm dội; sử dụng đầu dò tác dụng chùm sóng siêu âm vào vật thể theo góc định trước để quét bề mặt của các mẫu thử nghiệm hàn có các chiều cao của chỗ không thẩm thấu khác nhau, mỗi hàn được bố trí trên bề mặt; thu được thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng trên cơ sở đường cong phân chia của chiều cao âm dội và chiều cao của âm dội F bị phản xạ bởi phần không thẩm thấu ở mỗi hàn và quay trở lại đầu dò; và lập phương trình hồi quy thể hiện mối tương quan giữa thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng và chiều cao của chỗ không thẩm thấu. Sáng chế còn đề cập đến máy dò khuyết tật bằng siêu âm.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp đo chiều sâu thẩm thấu một phần của mối hàn (tức là phương pháp đo chiều cao của chỗ không thẩm thấu), và các máy dò khuyết tật bằng siêu âm được sử dụng trong phương pháp này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Những cây cầu thép bao gồm sàn dạng tấm thép để trực tiếp nâng tải trọng động. Sàn dạng tấm thép bao gồm tấm mặt cầu, dầm dọc, và dầm ngang. Dầm dọc và dầm ngang được hàn vào bề mặt sau của tấm mặt cầu.

Các vết nứt do mỏi có thể được tạo thành từ mối hàn ở kết cấu hàn như vậy do sử dụng lâu dài. Do vậy, để đảm bảo độ chịu mỏi thích hợp, những quy cách áp dụng cho các cây cầu đường bộ quy định rằng chiều sâu thẩm thấu một phần của mối hàn giữa tấm mặt cầu và dầm dạng hình chữ U được sử dụng rộng rãi làm dầm dọc và có mặt cắt ngang dạng hình chữ U là lớn hơn hoặc bằng 75% chiều dày của dầm.

Thử nghiệm siêu âm, một trong các phương pháp thử nghiệm không phá hủy, thường được tiến hành để thử nghiệm chất lượng mối hàn ở sàn dạng tấm thép, v.v. Tuy nhiên, kỹ thuật trực tiếp đo chiều sâu thẩm thấu một phần của mối hàn chưa được phát triển đầy đủ.

Thông thường, thử nghiệm hàn được tiến hành trước nhằm xác định các điều kiện hàn để có thể đảm bảo chiều sâu thẩm thấu một phần này đáp ứng các tiêu chuẩn. Sau đó, các tiêu chuẩn về chiều sâu thẩm thấu một phần được đảm bảo bằng cách tái tạo các điều kiện hàn.

Danh mục tài liệu trích dẫn

Tài liệu patent 1: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản chưa xét nghiệm số 2009- 180646

Tài liệu patent 2: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản chưa xét nghiệm số 2004- 333387

Tài liệu patent 3: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản chưa xét nghiệm số 2007- 178197

Vấn đề kỹ thuật

Tuy nhiên, theo phương pháp trong đó các điều kiện hàn xác định trước được tái tạo, chiều sâu thẩm thấu một phần chỉ có thể đảm bảo được bằng cách kiểm tra bản ghi dữ liệu hàn. Do vậy, khó thu được đủ độ tin cậy.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Để khắc phục vấn đề nêu trên, mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp đo chiều sâu thẩm thấu một phần của mỗi hàn (tức là phương pháp đo chiều cao của chỗ không thẩm thấu) để đảm bảo đủ độ tin cậy của sản phẩm được tạo ra bằng cách hàn.

Cách thức giải quyết vấn đề

Theo một phương án, sáng chế đề xuất phương pháp đo chiều cao của chỗ không thẩm thấu trong mỗi hàn nếu thành phần thứ nhất được hàn với thành phần thứ hai. Phương pháp đo chiều cao của chỗ không thẩm thấu trong mỗi hàn, phương pháp này bao gồm các bước: sử dụng đầu dò tác dụng chùm sóng siêu âm vào vật thể để xác định đường cong phân chia của chiều cao âm dội làm mức tham chiếu để đánh giá chiều cao của âm dội F bị phản xạ bởi phần không thẩm thấu ở mỗi hàn và quay trở lại đầu dò; thu được thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng trên cơ sở đường cong phân chia của chiều cao âm dội và chiều cao của âm dội F thu được bằng cách di chuyển đầu dò tác dụng chùm sóng siêu âm vào vật thể theo góc định trước để quét bề mặt của các mẫu thử nghiệm hàn có các chiều cao của chỗ không thẩm thấu khác nhau, mỗi hàn được bố trí trên bề mặt; và lập phương trình hồi quy thể hiện mối tương quan giữa thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng và chiều cao của chỗ không thẩm thấu.

Mức tham chiếu để đánh giá chiều cao của âm dội F theo phương pháp đo được chọn từ, ví dụ, các đường cong phân chia của chiều cao âm dội F quy định trong JIS Z 3060 “Phương pháp kiểm tra mối hàn thép ferit bằng siêu âm”. Cụ thể, mức tham chiếu là mức được chọn từ đường L/2, đường L, đường M, hoặc đường H. Trong bước thu được thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng theo phương pháp đo này,

đầu dò được bố trí trên mẫu thử nghiệm hàn sao cho chùm sóng siêu âm được định hướng về phía đường hàn ở mẫu thử nghiệm hàn theo góc vuông. Sau đó, đầu dò được di chuyển tiến hoặc lùi dọc theo chiều chùm sóng siêu âm để quét mẫu thử nghiệm hàn. Sau đó, thu được thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng trên cơ sở đường cong phân chia của chiều cao âm dội và chiều cao của âm dội F tác dụng từ đầu dò vào đường hàn theo góc khúc xạ định trước, bị phản xạ bởi phần không thấm thấu ở mỗi hàn, và quay trở lại đầu dò.

Ở đây, khi đầu dò được di chuyển theo chiều rời xa vị trí của mỗi hàn để quét mẫu thử nghiệm hàn, chiều cao của âm dội F giảm đi khoảng 0,5 bước nhảy, và tăng thêm khoảng 1,5 bước nhảy. Do vậy, các ví dụ về phương pháp đo bao gồm phương pháp trong đó chiều dài đường đi của chùm sóng ở đó, ví dụ, âm dội F giảm đến mức tham chiếu dưới 0,5 bước nhảy được sử dụng làm thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng (tức là phương pháp dựa vào chiều dài đường đi của chùm sóng), và phương pháp trong đó khoảng chiều dài đường đi của chùm sóng (chiều rộng đường quét) tương ứng với khoảng trong đó âm dội F vượt qua mức tham chiếu khoảng 1,5 bước nhảy có thể được sử dụng làm thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng (tức là phương pháp dựa trên chiều rộng đường quét). Phương trình hồi quy được lập trên cơ sở mối tương quan giữa chiều cao của chỗ không thấm thấu và chiều dài đường đi của chùm sóng hoặc chiều rộng đường quét thu được như trên.

Theo một phương án của sáng chế, phương pháp đo có thể còn bao gồm các bước: đặt đầu dò tác dụng chùm sóng siêu âm vào đường hàn giữa thành phần thứ nhất và thành phần thứ hai; thu được thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng bằng cách đo chiều cao của âm dội F tác dụng từ đầu dò vào đường hàn theo góc khúc xạ định trước, bị phản xạ bởi phần không thấm thấu, và quay trở lại đầu dò; và áp dụng thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng vào phương trình hồi quy để tính toán chiều cao của chỗ không thấm thấu. Chiều sâu thấm thấu một phần được xác định bằng cách lấy chiều dày của thành phần thứ nhất trừ đi chiều cao của chỗ không thấm thấu đã tính được.

Phương pháp này cho phép tính toán chiều cao của chỗ không thấm thấu trong mỗi hàn trên cơ sở số đo của sản phẩm hàn và xác định chiều sâu thấm thấu một phần. Điều này cho phép xác định xem liệu mỗi sản phẩm là đạt hay không đạt. Do vậy, các

sản phẩm có độ tin cậy cao có thể được tạo ra, và có thể xây dựng được các cây cầu không tạo ra vết nứt do mỏi.

Máy dò khuyết tật bằng siêu âm theo một phương án của sáng chế bao gồm đầu dò, bộ dò khuyết tật, bộ chuyển đổi AD, bộ lưu tín hiệu, bộ nhớ và bộ tính toán chiều cao của chỗ không thấm thấu. Đầu dò được tạo kết cấu để tác dụng sóng siêu âm vào vật thể. Bộ dò khuyết tật được tạo kết cấu để điều khiển hoạt động của đầu dò, và để đo chiều dài đường đi của chùm sóng và chiều cao của âm dội F của sóng siêu âm bị phản xạ bởi phần không thấm thấu ở vật thể, và quay trở lại đầu dò. Bộ chuyển đổi AD được tạo kết cấu để chuyển đổi giá trị đo được bởi bộ dò khuyết tật thành giá trị số. Bộ lưu tín hiệu được tạo kết cấu để lưu giá trị đo đã được chuyển đổi bởi bộ chuyển đổi AD. Bộ nhớ được tạo kết cấu để lưu dữ liệu về đường cong phân chia của chiều cao âm dội và dữ liệu về phương trình hồi quy thể hiện mối tương quan giữa thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng và chiều cao của chỗ không thấm thấu. Bộ tính toán chiều cao của chỗ không thấm thấu được tạo kết cấu để tính toán chiều cao của chỗ không thấm thấu trong mỗi hàn giữa thành phần thứ nhất và thành phần thứ hai tạo thành vật thể, trên cơ sở giá trị đo được lưu trong bộ lưu tín hiệu và dữ liệu được lưu trong bộ nhớ.

Bộ tính toán chiều cao của chỗ không thấm thấu có thể xác định, từ thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng, chiều rộng đường quét là khoảng chiều dài đường đi của chùm sóng trong đó chiều cao của âm dội F quay trở lại đầu dò trên thành phần thứ nhất vượt quá đường cong phân chia của chiều cao âm dội, và áp dụng chiều rộng đường quét vào phương trình hồi quy để tính toán chiều cao của chỗ không thấm thấu.

Mặt khác, bộ tính toán chiều cao của chỗ không thấm thấu có thể xác định, từ thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng, chiều dài đường đi của chùm sóng trong đó chiều cao của âm dội F quay trở lại đầu dò trên thành phần thứ nhất tương ứng với đường cong phân chia của chiều cao âm dội, và áp dụng chiều dài đường đi của chùm sóng vào phương trình hồi quy để tính toán chiều cao của chỗ không thấm thấu.

Máy dò khuyết tật bằng siêu âm này cho phép tự động tính toán chiều cao của chỗ không thấm thấu, và do vậy giảm thiểu các sai số do người. Ngay cả khi một kỹ thuật viên không thành thạo về thao tác đo, thì thông tin về chiều dài đường đi của

chùm sóng và chiều cao của chỗ không thấm thấu có thể được tính toán tự động trên cơ sở các phép đo này.

Máy dò khuyết tật bằng siêu âm có thể còn bao gồm bộ xác định được tạo kết cấu để xác định rằng mỗi hàn là không đạt nếu chiều cao của chỗ không thấm thấu tính toán được bởi bộ tính toán chiều cao của chỗ không thấm thấu vượt quá giá trị tham chiếu định trước, và xác định rằng mỗi hàn là đạt nếu chiều cao của chỗ không thấm thấu nhỏ hơn hoặc bằng giá trị tham chiếu.

Hiệu quả của sáng chế

Phương pháp đo chiều cao của chỗ không thấm thấu trong mỗi hàn theo một phương án của sáng chế có thể cung cấp độ tin cậy đủ cao của sản phẩm được tạo ra bằng cách hàn.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1(a) là hình vẽ phối cảnh thể hiện sàn dạng tấm thép của cầu. Fig.1(b) là hình vẽ nhìn từ bên được phóng to thể hiện mối hàn giữa dầm dạng hình chữ U và tấm mặt cầu.

Fig.2(a) là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện mẫu thử nghiệm (RB-41 số 1) dưới dạng sơ đồ được sử dụng trong phương pháp đo theo một phương án của sáng chế. Fig.2(b) là đồ thị thể hiện các đường cong phân chia của chiều cao âm đội F thu được từ mẫu thử nghiệm được minh họa trên Fig.2(a). Fig.2(c) là bảng thể hiện mối tương quan giữa các vị trí ở mẫu thử nghiệm được minh họa trên Fig.2 (a) và chiều dài đường đi của chùm sóng.

Fig.3 là đồ thị thể hiện các đường cong phân chia của chiều cao âm đội F thu được từ mẫu thử nghiệm định trước, và đường quét của âm đội F quay trở lại đầu dò.

Fig.4(a) minh họa cách thức đầu dò được di chuyển tiến hoặc lùi để quét dầm dạng hình chữ U có chiều dày bằng 6 mm. Fig.4(b) là đồ thị thể hiện chiều rộng đường quét trên cơ sở đo vật thể.

Fig.5 là đồ thị thể hiện phương trình hồi quy ví dụ biểu thị mối tương quan giữa chiều cao của chỗ không thấm thấu (mm) và chiều rộng đường quét (mm) thu được khi dầm dạng hình chữ U có chiều dày bằng 6 mm và đường L trong số các đường cong phân chia của chiều cao âm đội F được sử dụng làm mức tham chiếu.

Fig.6(a) minh họa cách thức đầu dò được di chuyển tiến hoặc lùi để quét đầm dạng hình chữ U có chiều dày bằng 8 mm. Fig.6(b) là đồ thị thể hiện chiều rộng đường quét trên cơ sở đo vật thể.

Fig.7 là đồ thị thể hiện phương trình hồi quy ví dụ biểu thị mối tương quan giữa chiều cao của chỗ không thấm thấu (mm) và chiều rộng đường quét (mm) thu được khi đầm dạng hình chữ U có chiều dày bằng 8 mm và đường M trong số các đường cong phân chia của chiều cao âm đối F được sử dụng làm mức tham chiếu.

Fig.8(a) là sơ đồ khối thể hiện máy dò khuyết tật bằng siêu âm ví dụ được sử dụng trong phương pháp đo chiều sâu thấm thấu một phần của mối hàn theo phương án của sáng chế. Fig.8(b) là đồ thị thể hiện các số đo ví dụ, được hiển thị bởi bộ hiển thị, ở nhiều điểm đo.

Fig.9(a) minh họa cách thức đầu dò được di chuyển tiến hoặc lùi để quét đầm dạng hình chữ U. Fig.9(b) là đồ thị thể hiện chiều dài đường đi của chùm sóng trên cơ sở đo vật thể.

Fig.10 là đồ thị thể hiện phương trình hồi quy ví dụ biểu thị mối tương quan giữa chiều cao của chỗ không thấm thấu (mm) và chiều dài đường đi của chùm sóng (mm) thu được khi đầm dạng hình chữ U có chiều dày bằng 6 mm và đường L/2 được sử dụng làm mức tham chiếu.

Fig.11 là đồ thị thể hiện phương trình hồi quy ví dụ biểu thị mối tương quan giữa chiều cao của chỗ không thấm thấu (mm) và chiều dài đường đi của chùm sóng (mm) thu được khi đầm dạng hình chữ U có chiều dày bằng 8 mm và đường L/2 được sử dụng làm mức tham chiếu.

Fig.12 là đồ thị thể hiện chiều dài đường đi của chùm sóng trên cơ sở đo vật thể.

Fig.13 là đồ thị thể hiện phương trình hồi quy ví dụ biểu thị mối tương quan giữa chiều cao của chỗ không thấm thấu (mm) và chiều dài đường đi của chùm sóng (mm) thu được khi đầm dạng hình chữ U có chiều dày bằng 8 mm và đường L được sử dụng làm mức tham chiếu.

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig.1(a) là hình vẽ phối cảnh thể hiện sản dạng tấm thép của cầu. Fig.1(b) là hình vẽ nhìn từ bên được phóng to thể hiện mối hàn giữa dầm dạng hình chữ U và tấm mặt cầu (khu vực A trên Fig.1(a)).

Fig.1(a) minh họa sản dạng tấm thép 1 bao gồm tấm mặt cầu phẳng (thành phần thứ hai) 2 và dầm dạng hình chữ U (thành phần thứ nhất) 3. Dầm dạng hình chữ U 3 được hàn vào bề mặt sau của tấm mặt cầu 2 và có mặt cắt ngang dạng hình chữ U. Fig.1(b) minh họa mối hàn 5 có chiều sâu thẩm thấu một phần định trước được tạo thành trên đường hàn giữa dầm dạng hình chữ U 3 và tấm mặt cầu 2. Nói theo cách khác, đường hàn này có chiều cao của chỗ không thẩm thấu định trước.

Sản dạng tấm thép 1 là vật thể mục tiêu cần được đo theo phương pháp đo chiều sâu thẩm thấu một phần của mối hàn theo một phương án của sáng chế.

Các tác giả sáng chế của đơn này đã nghiên cứu những phương pháp khác nhau nhằm đo chính xác chiều sâu thẩm thấu một phần của mối hàn. Fig.2(b) là đồ thị thể hiện các đường cong phân chia của chiều cao âm dội F thu được từ mẫu thử nghiệm được minh họa trên Fig.2(a).

Fig.3 là đồ thị thể hiện các đường cong phân chia của chiều cao âm dội và đường quét (đường nét đứt trên đồ thị) của âm dội F quay trở lại đầu dò.

Ở đây, tài liệu patent 1 bộc lộ phương pháp trong đó chiều cao của âm dội F so với các đường cong phân chia của chiều cao âm dội được xác định, đường cong xác định được tạo ra bằng cách sử dụng mối tương quan giữa chiều cao tương đối của âm dội và chiều cao của phần không thẩm thấu ở mối hàn của mẫu thử nghiệm (tức là chiều cao của chỗ không thẩm thấu), và chiều cao của chỗ không thẩm thấu trong vật thể mục tiêu được xác định bằng cách sử dụng đường cong xác định.

Tài liệu patent 2 bộc lộ phương pháp trong đó dữ liệu chính được tạo ra bằng cách đo âm dội F ở vị trí được xác định trên cơ sở chiều dày của dầm dạng hình chữ U, góc tới của xung, v.v., và chiều cao của chỗ không thẩm thấu được tính toán bằng cách áp dụng âm dội F quan sát được tại vị trí này ở vật thể mục tiêu vào dữ liệu chính.

Ngoài ra, có thể xác định chiều cao của chỗ không thẩm thấu trong vật thể mục tiêu trên cơ sở chỉ số, chỉ số này là tỷ số giữa âm dội F và âm dội (được gọi là âm dội

B) bị phản xạ bởi bề mặt sau của dầm dạng hình chữ U 3 (xem Fig.1(a) và Fig.1(b)) đối diện với bề mặt của dầm tiếp xúc với đầu dò, với vị trí của đầu dò được cố định.

Nếu đầu dò quét dầm dạng hình chữ U được minh họa trên Fig.1(a) và Fig.1(b) theo chiều rời xa vị trí trong đó đầu dò tiếp xúc với mỗi hàn, và tác dụng sóng siêu âm vào phần không thấm thấu ở mỗi hàn theo góc khúc xạ định trước, âm dội F quay trở lại từ phần không thấm thấu đến đầu dò được quan sát. Như được thể hiện trên Fig.3, âm dội F này tạm thời giảm đi khoảng 0,5 bước nhảy, và lại tăng khoảng 1,5 bước nhảy.

Ví dụ, theo phương pháp trong tài liệu patent 1 và 2, cần phải cố định đầu dò ở vị trí cho phép chiều cao của âm dội F được cao. Do vậy, khoảng cách từ đầu dò đến mỗi hàn nhỏ hơn 0,5 bước nhảy (xem đường nét đứt trên Fig.3). Tuy nhiên, nếu dầm dạng hình chữ U có chiều dày nhỏ gần bằng 6 mm, đầu dò có thể tiếp xúc với mỗi hàn do vậy khó thu được các số đo chính xác.

Theo phương pháp trong đó tỷ số giữa âm dội B và âm dội F được sử dụng, biên độ của âm dội B đo được lớn hơn biên độ của âm dội F đo được, và do vậy âm dội B đo được là không ổn định. Điều này có thể dẫn đến lỗi lớn hơn.

Để khắc phục những khó khăn nêu trên, các tác giả sáng chế của đơn này đã nghiên cứu thêm phương pháp đơn giản để đo chính xác. Kết quả là, họ thấy rằng khoảng chiều dài đường đi của chùm sóng trong đó chiều cao của âm dội F tương ứng với đường cong phân chia của chiều cao âm dội F định trước, hoặc khoảng chiều dài đường đi của chùm sóng trong đó chiều cao của âm dội F vượt quá đường cong phân chia của chiều cao âm dội F định trước có tương quan tốt với chiều cao của chỗ không thấm thấu trong mỗi hàn.

Các tác giả sáng chế xác định chiều dài đường đi của chùm sóng và khoảng chiều dài đường đi của chùm sóng làm thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng. Các tác giả sáng chế sử dụng đầu dò để quét bề mặt của một trong nhiều mẫu thử nghiệm hàn, mỗi mẫu có các chiều cao của chỗ không thấm thấu khác nhau. Mỗi hàn được bố trí trên bề mặt này. Đầu dò tác dụng các chùm sóng siêu âm vào bề mặt theo góc định trước. Sau đó, các tác giả sáng chế xác định được thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng trên cơ sở âm dội F bị phản xạ bởi phần không thấm thấu ở mỗi hàn và quay trở lại đầu dò. Sau đó, các tác giả sáng chế thu được phương trình hồi

quy trên cơ sở mối tương quan giữa thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng và chiều cao của chỗ không thấm thấu. Trong thực tiễn các tác giả sáng chế đã đạt được và khẳng định một phương pháp đơn giản trong đó chiều cao của chỗ không thấm thấu có thể được đo chính xác bằng cách áp dụng thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng của âm dội F đo được ở vật thể mục tiêu vào phương trình hồi quy. Các phương án cụ thể của sáng chế sẽ được mô tả sau đây.

(Phương án thứ nhất)

Thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng thể hiện, ví dụ, “chiều rộng đường quét”, sẽ được mô tả chi tiết sau đây. Trong bản mô tả này, “chiều rộng đường quét” có nghĩa là khoảng chiều dài đường đi của chùm sóng trong đó chiều cao của âm dội F vượt quá đường cong phân chia của âm dội định trước đóng vai trò làm mức tham chiếu (ví dụ, W2-W1 trên Fig.3). Các tác giả sáng chế của đơn này xác nhận được rằng chiều cao của chỗ không thấm thấu có thể xác định được bằng cách đo vật thể sử dụng sóng siêu âm, xác định “chiều rộng đường quét” từ phép đo này, và sau đó áp dụng “chiều rộng đường quét” vào phương trình hồi quy đã được lập sẵn.

-Các bước trong phương pháp đo-

<Tạo các đường cong phân chia của chiều cao âm dội>

Với phương pháp đo theo phương án này, thử nghiệm siêu âm được tiến hành theo các bước sau, và các đường cong phân chia của chiều cao âm dội thu được trước khi đo vật thể. Phương pháp đo theo phương án này tuân theo JIS Z 3060 (2002) “Phương pháp kiểm tra mối hàn thép ferit bằng siêu âm”.

Máy dò khuyết tật bằng siêu âm tuân theo JIS Z 2352 được sử dụng. Đầu dò B5K10x10A70 được sử dụng làm đầu dò ví dụ. Đầu dò này bao gồm bộ chuyển đổi có kích thước bằng 10 mm x 10 mm. Tần số sóng siêu âm được đầu dò tác dụng vào mẫu thử nghiệm tiêu chuẩn bằng 5 MHz. Góc khúc xạ của sóng siêu âm bằng 70°.

Mẫu thử nghiệm STB-A1 được sử dụng làm mẫu thử nghiệm tiêu chuẩn. Mẫu thử nghiệm RB-41 số 1 được sử dụng làm mẫu thử nghiệm so sánh. Kem glycerin hoặc nước được sử dụng làm môi trường ghép nối được cho vào giữa mỗi mẫu thử nghiệm và đầu dò.

Trước tiên, chỉ số đầu dò và góc khúc xạ được đo và góc thời gian được điều chỉnh, bằng cách sử dụng mẫu thử nghiệm tiêu chuẩn STB-A1.

Tiếp theo, các đầu dò được bố trí lần lượt ở các vị trí từ (1) đến (6) ở bề mặt trên và bề mặt sau của mẫu thử nghiệm RB-41 số 1 như được minh họa trên Fig.2(a). Sau đó, sóng siêu âm được tác dụng vào mẫu thử nghiệm RB-41 số 1 theo góc khúc xạ định trước (70° theo phương án này) sao cho chiều cao của âm dội được đo trong lỗ tham chiếu định trước. Ở đây, các chiều cao âm dội cực đại đo được trong lỗ tham chiếu được vẽ đồ thị theo chiều dài đường đi của chùm sóng để tạo thành đường H, đường này là độ nhạy làm việc tham chiếu. Đường M chỉ báo các giá trị thấp hơn 6 dB so với đường H chỉ báo. Đường L chỉ báo các giá trị thấp hơn 6 dB so với đường M chỉ báo. Đường L/2 chỉ báo các giá trị thấp hơn 6 dB so với đường L chỉ báo. Theo cách này, thu được các đường cong phân chia của chiều cao âm dội trên Fig.2(b).

<Lập phương trình hồi quy>

Các mẫu thử nghiệm hàn được đo bằng sóng siêu âm nhờ sử dụng đầu dò 7 được di chuyển, ví dụ, tiến hoặc lùi để quét dầm dạng hình chữ U 3 sao cho chùm sóng siêu âm được định hướng về phía đường hàn theo góc định trước (ví dụ, góc vuông). Mỗi một trong số các mẫu thử nghiệm hàn bao gồm dầm dạng hình chữ U 3 và tấm mặt cầu 2 như được minh họa trên Fig.4(a), và có các chiều cao của chỗ không thấm thấu khác nhau. Dầm dạng hình chữ U 3 có cùng chiều dày với dầm dạng hình chữ U mục tiêu, tức là chiều dày bằng 6 mm. Ở đây, chiều cao của âm dội F được đầu dò 7 tác dụng vào đường hàn theo góc khúc xạ định trước (ví dụ, 70°), bị phản xạ bởi phần không thấm thấu ở mỗi hàn và quay trở lại đầu dò 7 được đo.

Như được thể hiện trên Fig.4(b), chiều rộng đường quét được xác định nhờ các đường cong phân chia của chiều cao âm dội và đo âm dội F. Sau đó, phương trình hồi quy được lập trên cơ sở mối tương quan giữa chiều rộng đường quét và chiều cao của chỗ không thấm thấu. Theo ví dụ trên Fig.4(b), đường L trong số các đường cong phân chia của chiều cao âm dội được sử dụng làm mức tham chiếu để đánh giá chiều cao của âm dội F. Mức tham chiếu không bị giới hạn ở đường L, và mức tham chiếu bất kỳ có thể được xác định miễn là mức tham chiếu đó cho phép ước lượng chính xác chiều cao của chỗ không thấm thấu.

Fig.5 là đồ thị thể hiện phương trình hồi quy ví dụ biểu thị mối tương quan giữa chiều cao của chỗ không thấm thấu (mm) và chiều rộng đường quét (mm), trong đó dầm dạng hình chữ U có chiều dày bằng 6 mm. Phương trình hồi quy này có thể thu được bằng cách vẽ đồ thị các số đo và sử dụng, ví dụ, phương pháp hồi quy bình phương nhỏ nhất.

<Đo chiều cao của chỗ không thấm thấu/ xác định đạt - không đạt>

Tiếp theo, như được minh họa trên Fig.4(a), để quét dầm dạng hình chữ U 3 ở sàn dạng tấm thép 1 mục tiêu cần đo, đầu dò 7 được di chuyển tiến hoặc lùi sao cho chùm sóng siêu âm được định hướng về phía đường hàn theo góc vuông. Sau đó, đo chiều cao của âm dội F được đầu dò 7 tác dụng vào đường hàn theo góc khúc xạ định trước, bị phản xạ bởi phần không thấm thấu, và quay trở lại đầu dò.

Tiếp theo, chiều rộng đường quét được xác định từ chiều cao đo được của âm dội F trong đó đường L trong số các đường cong phân chia của chiều cao âm dội trên Fig.3 đóng vai trò làm mức tham chiếu. Sau đó, chiều cao của chỗ không thấm thấu trong mỗi hàn ở sàn dạng tấm thép 1 có thể tính toán được bằng cách áp dụng chiều rộng đường quét thu được nêu trên vào phương trình hồi quy được thể hiện trên Fig.5. Nếu phương trình hồi quy là $Y = 0,06198X + 0,2725$, thì chiều cao của chỗ không thấm thấu có thể tính toán được gần bằng 1,51 mm, trong đó chiều rộng đường quét bằng, ví dụ, 20 mm.

Cuối cùng, xác định xem liệu chiều cao của chỗ không thấm thấu đã tính được có đáp ứng các tiêu chuẩn định trước hay không. Theo những quy cách áp dụng cho các cây cầu đường bộ, các tiêu chuẩn về chiều sâu thấm thấu một phần ở sàn dạng tấm thép 1 mục tiêu lớn hơn hoặc bằng 75% chiều dày của dầm dạng hình chữ U. Nếu dầm dạng hình chữ U 3 có chiều dày bằng 6 mm, thì sàn dạng tấm thép 1 có mỗi hàn trong đó chiều cao của chỗ không thấm thấu nhỏ hơn hoặc bằng 1,5 mm được xác định là đạt, và sàn dạng tấm thép 1 có mỗi hàn trong đó chiều cao của chỗ không thấm thấu lớn hơn hoặc bằng 1,5 mm được xác định là không đạt.

Vật thể mục tiêu cần được đo bằng phương pháp đo theo phương án này không bị giới hạn ở sàn dạng tấm thép. Kết cấu bất kỳ được tạo ra bằng cách hàn có khả năng áp dụng được.

-Hiệu quả của phương pháp đo-

Phương pháp đo theo phương án này cho phép tính toán chiều cao của chỗ không thấm thấu trong mỗi hàn trên cơ sở đo sản phẩm hàn thực tế, và cho phép xác định chiều sâu thấm thấu một phần ở mỗi sản phẩm là đạt hay không đạt. Do vậy, các sản phẩm có độ tin cậy cao có thể được tạo ra, và có thể xây dựng được các cây cầu không tạo ra vết nứt do mỏi. Ví dụ, các đường cong phân chia của chiều cao âm đội và phương trình hồi quy được sử dụng để đo, và các số đo của sản dạng tấm thép 1 mục tiêu cần đo được lưu dưới dạng dữ liệu, dữ liệu này có thể được sử dụng để xem lại những kết quả thử nghiệm.

Hình dạng của phần thấm thấu ở chân mỗi hàn thay đổi. Vì lý do này, theo phương pháp trong tài liệu patent 1 và 2 trong đó việc đo được tiến hành bằng đầu dò 7 được bố trí ở vị trí cố định, nên có thể không thu được âm đội lại có chiều cao phù hợp. Ngược lại, theo phương pháp trong phương án này, đầu dò 7 được di chuyển tiến hoặc lùi để quét dầm dạng hình chữ U 3 (thành phần thứ nhất) để đo, và do vậy chiều cao của chỗ không thấm thấu có thể được tính toán chính xác.

Theo phương pháp trong tài liệu patent 1 và 2, đánh giá được thực hiện trên cơ sở chiều cao của âm đội. Nếu dầm dạng hình chữ U 3 mỏng, thì đầu dò 7 tiếp xúc với mỗi hàn, và do vậy có thể không làm việc. Ngược lại, với phương pháp đo theo phương án này, âm đội F có thể được đo ở vị trí xa mỗi hàn để tính toán chiều cao của chỗ không thấm thấu, so với phương pháp trong đó sóng siêu âm được tác dụng trực tiếp vào mỗi hàn. Do vậy, ngay cả khi dầm dạng hình chữ U có chiều dày nhỏ hơn hoặc bằng 6 mm, thì vẫn có thể xác định được chiều rộng đường quét và chiều cao của chỗ không thấm thấu. Đo bằng phương pháp theo phương án này cho thấy rằng ngay cả khi dầm dạng hình chữ U 3 có chiều dày bằng 6 mm, sai số đo chiều cao của chỗ không thấm thấu có thể nằm trong khoảng xấp xỉ $\pm 0,5$ mm. Tức là, phương pháp theo phương án này cho phép đo với độ chính xác cao hơn so với các phương pháp điển hình.

Với phương pháp đo theo phương án này, chiều cao của chỗ không thấm thấu có thể không được đo bằng âm đội B có giá trị đo không ổn định. Do vậy, phương pháp theo phương án này cho phép đo với độ chính xác cao hơn các phương pháp trong đó tỷ số giữa âm đội B và âm đội F được sử dụng.

Như được mô tả bên trên, phương pháp đo theo phương án này tuân theo JIS Z 3060 (2002) “Phương pháp kiểm tra mối hàn thép ferit bằng siêu âm”. Với phương pháp đo theo phương án này, các thiết bị và mẫu thử nghiệm tiêu chuẩn được tạo ra theo JIS có thể được sử dụng mà không cần đến các phương tiện hỗ trợ chuyên dụng. Việc đo có thể được thực hiện nhờ máy dò khuyết tật bằng siêu âm chuyên dụng lưu chương trình, v.v. dùng để thực hiện phương pháp. Mặt khác, việc đo có thể được thực hiện nhờ máy dò khuyết tật bằng siêu âm thông thường và máy tính cá nhân, v.v. có thể được sử dụng để lưu các tín hiệu và thực hiện xử lý, như thể hiện số đo dưới dạng hình ảnh. Chiều rộng đường quét và chiều cao của chỗ không thấm thấu không chỉ có thể tính toán nhờ máy dò khuyết tật bằng siêu âm mà còn theo cách thức thủ công.

-Ví dụ về thay đổi chiều dày của dầm dạng hình chữ U-

Phương pháp đo theo phương án trong đó dầm dạng hình chữ U 3 được hàn vào tấm mặt cầu 2 có chiều dày bằng 6 mm đã được mô tả. Ngay cả khi dầm dạng hình chữ U 3 có chiều dày thay đổi, thì chiều sâu thẩm thấu một phần của mối hàn vẫn có thể được đo theo phương pháp tương tự. Các bước đo trong đó dầm dạng hình chữ U 3 có chiều dày bằng 8 mm sẽ được mô tả sau đây.

Trước tiên, các đường cong phân chia của chiều cao âm dội được thể hiện trên Fig.3 thu được theo phương pháp tương tự trong đó các mẫu thử nghiệm và thiết bị đã dùng cho dầm dạng hình chữ U 3 có chiều dày bằng 6 mm được sử dụng.

Tiếp theo, các mẫu thử nghiệm hàn được đo bằng sóng siêu âm nhờ sử dụng đầu dò 7 di chuyển tiến hoặc lùi để quét dầm dạng hình chữ U 3 sao cho chùm sóng siêu âm được định hướng về phía đường hàn theo góc định trước (ví dụ, góc vuông). Mỗi một trong số các mẫu thử nghiệm hàn bao gồm dầm dạng hình chữ U 3 và tấm mặt cầu 2 như được minh họa trên Fig.6(a), và có các chiều cao của chỗ không thấm thấu khác nhau. Ở đây, chiều cao của âm dội F được đầu dò 7 tác dụng vào đường hàn theo góc khúc xạ định trước (ví dụ, 70°), bị phản xạ bởi phần không thấm thấu ở mối hàn, và quay trở lại đầu dò 7 được đo.

Ở đây, khi di chuyển đầu dò 7 tiến hoặc lùi để quét, các bước nhảy phát hiện khuyết tật có thể bao gồm 1,5, 2,5 và 3,5. Như được mô tả bên trên, tốt nhất là di chuyển đầu dò 7 để quét xung quanh vị trí tại đó bước nhảy phát hiện khuyết tật bằng 1,5.

Như được thể hiện trên Fig.6(b), chiều rộng đường quét được xác định bằng các đường cong phân chia của chiều cao âm dội và đo âm dội F. Sau đó, phương trình hồi quy được lập trên cơ sở mối tương quan giữa chiều rộng đường quét và chiều cao của chỗ không thấm thấu. Ở đây, đường M trong số các đường cong phân chia của chiều cao âm dội được sử dụng làm mức tham chiếu để xác định chiều rộng đường quét. Mức tham chiếu không bị giới hạn ở đường M, và mức tham chiếu bất kỳ có thể được xác định miễn là mức tham chiếu cho phép ước lượng chính xác chiều cao của chỗ không thấm thấu.

Fig.7 là đồ thị thể hiện phương trình hồi quy ví dụ biểu thị mối tương quan giữa chiều cao của chỗ không thấm thấu (mm) và chiều rộng đường quét (mm), trong đó đầm dạng hình chữ U có chiều dày bằng 8 mm.

Tiếp theo, như được minh họa trên Fig.6(a), để quét đầm dạng hình chữ U 3 ở sàn dạng tấm thép 1 mục tiêu cần đo, đầu dò 7 được di chuyển tiến hoặc lùi sao cho chùm sóng siêu âm được định hướng về phía đường hàn theo góc vuông. Sau đó, đo chiều cao của âm dội F được đầu dò 7 tác dụng vào đường hàn theo góc khúc xạ định trước, bị phản xạ bởi phần không thấm thấu và quay trở lại đầu dò.

Tiếp theo, chiều rộng đường quét được xác định từ chiều cao đo được của âm dội F trong đó đường M trong số các đường cong phân chia của chiều cao âm dội trên Fig.3(b) đóng vai trò làm mức tham chiếu. Sau đó, chiều cao của chỗ không thấm thấu trong mỗi hàn ở sàn dạng tấm thép 1 có thể tính toán được bằng cách áp dụng chiều rộng đường quét thu được nêu trên vào phương trình hồi quy được thể hiện trên Fig.7.

Cuối cùng, xác định xem liệu chiều cao của chỗ không thấm thấu đã tính được có đáp ứng các tiêu chuẩn định trước hay không. Theo những quy cách áp dụng cho các cây cầu đường bộ, nếu đầm dạng hình chữ U 3 ở sàn dạng tấm thép 1 mục tiêu có chiều dày bằng 8 mm, sàn dạng tấm thép 1 có mỗi hàn trong đó chiều cao của chỗ không thấm thấu bằng 2,0 mm được xác định là đạt, và sàn dạng tấm thép 1 có mỗi hàn trong đó chiều cao của chỗ không thấm thấu lớn hơn 2,0 mm được xác định là không đạt. Các tiêu chuẩn bất kỳ dùng để xác định đạt/không đạt có thể được xác định tùy theo vật thể mục tiêu cần được đo.

Như mô tả bên trên, phương pháp đo theo phương án này cho phép đo chính xác chiều cao của chỗ không thấm thấu và chiều sâu thấm thấu một phần ngay cả khi

dầm dạng hình chữ U 3 có chiều dày bằng 8 mm. Theo cách này, chiều dày của dầm dạng hình chữ U 3 không bị giới hạn ở chiều dày cụ thể với phương pháp đo theo phương án này. Phương pháp theo phương án này có thể được sử dụng bằng cách xác định phương trình hồi quy tương ứng với chiều dày của dầm dạng hình chữ U 3 miễn là chiều dày của dầm dạng hình chữ U 3 nằm trong khoảng trong đó có thể quan sát được âm dội lại có chiều cao thích hợp.

-Máy dò khuyết tật bằng siêu âm-

Fig.8(a) là sơ đồ khối thể hiện máy dò khuyết tật bằng siêu âm ví dụ được sử dụng trong phương pháp đo chiều sâu thẩm thấu một phần của mối hàn theo phương án của sáng chế.

Như được thể hiện trên hình vẽ, máy dò khuyết tật bằng siêu âm 11 theo phương án này bao gồm đầu dò 7, bộ dò khuyết tật (bộ tạo xung/ bộ thu) 13, bộ chuyển đổi AD 15, bộ lưu tín hiệu 19, bộ nhớ 29, bộ tính toán chiều cao của chỗ không thẩm thấu 17, và bộ xác định 21. Đầu dò 7 tác dụng sóng siêu âm vào vật thể. Bộ dò khuyết tật 13 điều khiển hoạt động của đầu dò 7, và đo chiều dài đường đi của chùm sóng và chiều cao của âm dội F của sóng siêu âm bị phản xạ trong vật thể và quay trở lại đầu dò 7. Bộ chuyển đổi AD 15 chuyển đổi giá trị đo được bởi bộ dò khuyết tật 13 thành giá trị số. Bộ lưu tín hiệu 19 lưu giá trị đo đã được chuyển đổi bởi bộ chuyển đổi AD 15. Bộ nhớ 29 lưu dữ liệu về các đường cong phân chia của chiều cao âm dội, và dữ liệu về phương trình hồi quy thể hiện mối tương quan giữa thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng và chiều cao của chỗ không thẩm thấu. Trên cơ sở các giá trị đo được lưu trong bộ lưu tín hiệu 19 và dữ liệu được lưu trong bộ nhớ 29, bộ tính toán chiều cao của chỗ không thẩm thấu 17 tính toán thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng như chiều rộng đường quét, và chiều cao của chỗ không thẩm thấu trong mối hàn giữa dầm dạng hình chữ U mục tiêu (thành phần thứ nhất) cần được đo và tấm mặt cầu (thành phần thứ hai). Bộ xác định 21 xác định xem liệu mối hàn là đạt hay không đạt trên cơ sở chiều cao của chỗ không thẩm thấu tính toán được bởi bộ tính toán chiều cao của chỗ không thẩm thấu 17.

Máy dò khuyết tật bằng siêu âm 11 có thể còn bao gồm bộ xử lý hình ảnh 23 và bộ hiển thị 25. Bộ xử lý hình ảnh 23 thực hiện xử lý hình ảnh trên dữ liệu về chiều cao của chỗ không thẩm thấu tính toán được bởi bộ tính toán chiều cao của chỗ không

thăm thấu 17. Bộ hiển thị 25 hiển thị dữ liệu về chiều cao của chỗ không thăm thấu mà xử lý hình ảnh đã được thực hiện trên đó.

Đầu dò 7 được bố trí trên bề mặt định trước ở vật thể mục tiêu có glyxerin hoặc nước được cho vào giữa. Theo phương pháp đo mô tả bên trên, việc đo được thực hiện ở góc khúc xạ bằng 70° . Đầu dò 7 có thể là một bộ phận của máy dò khuyết tật bằng siêu âm 11, hoặc có thể được kết nối, dưới dạng một thành phần độc lập, với máy dò khuyết tật bằng siêu âm 11.

Bộ lưu tín hiệu 19 là, ví dụ, bộ nhớ phổ biến. Theo phương pháp đo mô tả bên trên, bộ lưu tín hiệu 19 lưu các giá trị số hóa, v.v. của vật thể mục tiêu. Bộ nhớ 29 lưu dữ liệu về mỗi đường cong phân chia của chiều cao âm dội. Bộ nhớ 29 còn lưu, ví dụ, dữ liệu về thông tin chiều dài đường đi của chùm sóng như chiều rộng đường quét của vật thể mục tiêu cần được thử nghiệm hoặc được đo, dữ liệu về phương trình hồi quy thu được từ thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng như chiều rộng đường quét, và dữ liệu về chiều cao của chỗ không thăm thấu tính toán được bởi bộ tính toán chiều cao của chỗ không thăm thấu 17. Dữ liệu này được lưu dưới dạng dữ liệu thu được ở các vị trí đo được bố trí theo chiều dọc của vật thể mục tiêu.

Bộ tính toán chiều cao của chỗ không thăm thấu 17 xác định, từ thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng (chiều rộng đường quét theo phương án này), khoảng chiều dài đường đi của chùm sóng trong đó chiều cao của âm dội F được tác động vào đường hàn giữa thành phần thứ nhất (dầm dạng hình chữ U) và thành phần thứ hai (tấm mặt cầu) theo góc khúc xạ định trước, bị phản xạ bởi phần không thăm thấu ở mỗi hàn, và quay trở lại đầu dò 7 vượt quá đường cong phân chia của chiều cao âm dội đóng vai trò làm mức tham chiếu khi đầu dò 7 được di chuyển tiến hoặc lùi để quét vật thể sao cho chùm sóng siêu âm được định hướng về phía đường hàn theo góc vuông.

Tiếp theo, để tính toán chiều cao của chỗ không thăm thấu, bộ tính toán chiều cao của chỗ không thăm thấu 17 áp dụng chiều rộng đường quét vào phương trình hồi quy đã được lập sẵn trên cơ sở mối tương quan giữa chiều rộng đường quét và chiều cao của chỗ không thăm thấu. Chương trình để tự động thực hiện các tính toán này có thể được lưu sẵn trong bộ nhớ, v.v. (một bộ nhớ khác so với bộ nhớ 29) ở máy dò

khuyết tật bằng siêu âm 11. Mặt khác, phần cứng có thể được tạo kết cấu để cho phép bộ tính toán chiều cao của chỗ không thấm thấu 17 thực hiện tính toán.

Bộ xác định 21 xác định rằng mỗi hàn là không đạt nếu giá trị đo tính toán được bởi bộ tính toán chiều cao của chỗ không thấm thấu 17 vượt quá giá trị tham chiếu được xác định trước tùy theo vật thể mục tiêu. Sau đó, bộ xác định 21 phát ra, ví dụ, tín hiệu chỉ báo rằng mỗi hàn là không đạt. Bộ xác định 21 cũng xác định rằng mỗi hàn là đạt nếu giá trị đo được nhỏ hơn hoặc bằng giá trị tham chiếu định trước. Sau đó, bộ xác định 21 phát ra, ví dụ, tín hiệu chỉ báo rằng mỗi hàn là đạt. Máy dò khuyết tật bằng siêu âm 11 có thể được tạo kết cấu để phát ra âm thanh cảnh báo nếu mỗi hàn được xác định là không đạt, hoặc để đánh dấu vật thể mục tiêu không đạt. Máy dò khuyết tật bằng siêu âm 11 có thể được tạo kết cấu để thực hiện các quy trình đến khi tính toán chiều cao của chỗ không thấm thấu mà không cần bố trí bộ xác định 21.

Chiều cao của chỗ không thấm thấu trong vật thể mục tiêu (dầm dạng hình chữ U theo phương án này) được đo theo chiều dọc (tức là chiều kéo dài của đường hàn) của vật thể mục tiêu ở các khoảng định trước, và dữ liệu về các lần đo được lưu trong bộ lưu tín hiệu 19. Trong trường hợp, bộ xử lý hình ảnh 23 tạo ra đồ thị thể hiện chiều cao của chỗ không thấm thấu đã tính được và thông tin vị trí (thông tin về vị trí tại đó phép đo được thực hiện dọc theo chiều kéo dài của đường hàn).

Cụ thể, bộ xử lý hình ảnh 23 phát ra dữ liệu hình ảnh thể hiện chiều cao của chỗ không thấm thấu tính toán được ở nhiều điểm đo được bố trí dọc theo chiều kéo dài của đường hàn. Dữ liệu hình ảnh được tạo ra cho mỗi một trong số nhiều điểm đo này. Trên cơ sở dữ liệu hình ảnh, bộ hiển thị 25 hiển thị chiều cao của chỗ không thấm thấu theo mỗi một trong số các điểm được bố trí dọc theo đường hàn theo cách thức có thể nhận biết bằng thị giác.

Fig.8(b) là đồ thị thể hiện các số đo ví dụ, được hiển thị bởi bộ hiển thị 25, ở nhiều điểm đo. Hiển thị các số đo về chiều cao của chỗ không thấm thấu làm cho dễ dàng hiểu được các số đo này. Bộ hiển thị 25 có thể không phải lúc nào cũng được bố trí ở máy dò khuyết tật bằng siêu âm 11. Các số đo có thể được hiển thị trên màn hình của máy tính, v.v. được kết nối với máy dò khuyết tật bằng siêu âm 11.

Máy dò khuyết tật bằng siêu âm 11 theo phương án này cho phép tự động tính toán chiều cao của chỗ không thấm thấu, do vậy giảm thiểu các sai số do người. Ngay

cả khi một kỹ thuật viên không thành thạo về thao tác đo, thì chiều rộng đường quét và chiều cao của chỗ không thấm thấu có thể được tính toán tự động trên cơ sở các số đo này, và chiều sâu thấm thấu một phần có thể được kiểm tra.

(Phương án thứ hai)

Theo phương pháp đo chiều sâu thấm thấu một phần của phần hàn theo phương án thứ hai của sáng chế, sần dạng tấm thép 1 trên Fig.1(a) được đo theo cách tương tự với cách theo phương pháp trong phương án thứ nhất. Các tác giả sáng chế của đơn này còn nghiên cứu phương pháp nhằm đo chính xác chiều sâu thấm thấu một phần của mối hàn. Sau đó, các tác giả sáng chế của đơn này phát hiện được mối tương quan giữa chiều cao của chỗ không thấm thấu trong mối hàn và chiều dài đường đi của chùm sóng W (xem Fig.2 và Fig.9(b)) trong đó chiều cao của âm dội F từ sóng siêu âm được tác dụng vào mối hàn theo góc phản xạ định trước tương ứng với đường cong phân chia của âm dội định trước. Cụ thể, các tác giả sáng chế của đơn này thấy rằng chiều cao của chỗ không thấm thấu tăng khi chiều dài đường đi của chùm sóng W tăng.

Các tác giả sáng chế của đơn này đã tiến hành thêm các nghiên cứu và đạt được phương pháp trong đó chiều cao của chỗ không thấm thấu có thể được đo bằng cách đo vật thể bằng sóng siêu âm, xác định chiều dài đường đi của chùm sóng W theo âm dội F trên cơ sở phép đo này, và áp dụng chiều dài đường đi của chùm sóng W vào phương trình hồi quy thu được từ trước. Theo phương pháp này, “thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng” là “chiều dài đường đi của chùm sóng W trong đó chiều cao của âm dội F tương ứng với đường cong phân chia của âm dội định trước đóng vai trò làm mức tham chiếu”. Phương pháp đo theo phương án này sẽ được mô tả cụ thể dưới đây.

-Các bước trong phương pháp đo-

<Tạo các đường cong phân chia của chiều cao âm dội>

Với phương pháp đo theo phương án này, thử nghiệm siêu âm được tiến hành theo các bước sau, và thu được các đường cong phân chia của chiều cao âm dội F trước khi đo vật thể. Phương pháp đo theo phương án này tuân theo JIS Z 3060 (2002) “Phương pháp kiểm tra mối hàn thép ferit bằng siêu âm”.

Máy dò khuyết tật bằng siêu âm tuân theo JIS Z 2352 được sử dụng. Đầu dò B5K10x10A70 được sử dụng làm đầu dò ví dụ. Đầu dò này bao gồm bộ chuyển đổi có kích thước bằng 10 mm x 10 mm. Tần số sóng siêu âm được đầu dò tác dụng vào mẫu thử nghiệm tiêu chuẩn bằng 5 MHz. Góc phản xạ bằng 70° .

Mẫu thử nghiệm tiêu chuẩn STB-A1 được sử dụng làm mẫu thử nghiệm tiêu chuẩn. Mẫu thử nghiệm RB-41 số 1 được sử dụng làm mẫu thử nghiệm so sánh. Kem glycerin hoặc nước được sử dụng làm môi trường ghép nối được cho vào giữa mỗi mẫu thử nghiệm và đầu dò.

Trước tiên, chỉ số đầu dò và góc khúc xạ được đo, và góc thời gian được điều chỉnh, bằng cách sử dụng mẫu thử nghiệm tiêu chuẩn STB-A1.

Tiếp theo, các đầu dò được bố trí lần lượt ở các vị trí từ (1) đến (6) ở bề mặt trên và bề mặt sau của mẫu thử nghiệm RB-41 số 1 như được minh họa trên Fig.2(a). Sau đó, sóng siêu âm được tác dụng vào mẫu thử nghiệm RB-41 số 1 theo góc khúc xạ định trước (70° theo phương án này) sao cho chiều cao của âm dội được đo trong lỗ tham chiếu định trước. Ở đây, các chiều cao âm dội cực đại đo được trong lỗ tham chiếu có đường kính bằng 3 mm được vẽ đồ thị theo chiều dài đường đi của chùm sóng để tạo thành đường H, đóng vai trò làm độ nhạy làm việc tham chiếu. Đường M chỉ báo các giá trị thấp hơn 6 dB so với đường H chỉ báo. Đường L chỉ báo các giá trị thấp hơn 6 dB so với đường M chỉ báo. Đường L/2 chỉ báo các giá trị thấp hơn 6 dB so với đường L chỉ báo. Theo cách này, thu được các đường cong phân chia của chiều cao âm dội trên Fig.2(b).

<Lập phương trình hồi quy>

Các mẫu thử nghiệm hàn được đo bằng sóng siêu âm nhờ sử dụng đầu dò 7 di chuyển tiến hoặc lùi để quét dầm dạng hình chữ U 3 sao cho chùm sóng siêu âm được định hướng về phía đường hàn theo góc vuông. Mỗi một trong số các mẫu thử nghiệm hàn bao gồm dầm dạng hình chữ U 3 và tám mặt cầu 2 như được minh họa trên Fig.9(a), và có các chiều cao của chỗ không thấm thấu khác nhau. Khi di chuyển đầu dò 7 để quét, bước nhảy phát hiện khuyết tật nằm trong khoảng từ 0,5 đến 1 bước nhảy. Chiều cao của âm dội F được đầu dò 7 tác dụng vào đường hàn theo góc khúc xạ định trước (ví dụ, 70°), bị phản xạ bởi phần không thấm thấu ở mỗi hàn, và quay trở

lại đầu dò 7 được đo. Dầm dạng hình chữ U 3 có cùng chiều dày với dầm dạng hình chữ U cần được đo, tức là chiều dày bằng 6 mm.

Như được thể hiện trên Fig.9(b), chiều dài đường đi của chùm sóng W trong đó chiều cao của âm dội F tương ứng với đường cong phân chia của âm dội định trước đóng vai trò làm mức tham chiếu được xác định. Sau đó, phương trình hồi quy được lập trên cơ sở mối tương quan giữa chiều dài đường đi của chùm sóng W và chiều cao của chỗ không thấm thấu. Theo ví dụ trên Fig.9(b), đường L/2 trong số các đường cong phân chia của chiều cao âm dội được sử dụng làm mức tham chiếu.

Mức tham chiếu không bị giới hạn ở đường L/2, và mức tham chiếu bất kỳ có thể được xác định miễn là mức tham chiếu đó cho phép ước lượng chính xác chiều cao của chỗ không thấm thấu. Trên Fig.9(b), đường nét đứt thể hiện sự biến thiên chiều cao của âm dội F phát hiện được bởi đầu dò 7 khi quét.

Fig.10 là đồ thị thể hiện phương trình hồi quy ví dụ biểu thị mối tương quan giữa chiều cao của chỗ không thấm thấu (mm) và chiều dài đường đi của chùm sóng W (mm) trong đó dầm dạng hình chữ U có chiều dày bằng 6 mm và chiều cao của âm dội F tương ứng với đường L/2. Phương trình hồi quy này có thể thu được bằng cách vẽ đồ thị các số đo và sau đó sử dụng, ví dụ, phương pháp hồi quy bình phương nhỏ nhất.

<Đo chiều cao của chỗ không thấm thấu/ xác định đạt - không đạt>

Tiếp theo, như được minh họa trên Fig.9(a), để quét dầm dạng hình chữ U 3 ở sàn dạng tấm thép 1 mục tiêu cần đo, đầu dò 7 được di chuyển tiến hoặc lùi sao cho chùm sóng siêu âm được định hướng về phía đường hàn theo góc vuông. Sau đó, đo chiều cao của âm dội F được đầu dò 7 tác dụng vào đường hàn theo góc khúc xạ định trước, bị phản xạ bởi phần không thấm thấu, và quay trở lại đầu dò. Ở đây, khi di chuyển đầu dò 7 để quét, bước nhảy phát hiện khuyết tật nằm trong khoảng từ 0,5 đến 1 bước nhảy. Việc đo bắt đầu được thực hiện với đầu dò 7 từ vị trí gần nhất có thể với mỗi hàn, và sau đó đầu dò 7 được di chuyển theo chiều rời xa mỗi hàn. Điều này cho phép dễ dàng xác định chiều dài đường đi của chùm sóng nếu kỹ thuật viên không thành thạo thực hiện đo.

Tiếp theo, chiều dài đường đi của chùm sóng W trong đó chiều cao của âm dội F đo được giảm về mức tham chiếu là đường L/2 trong số các đường cong phân chia

của chiều cao âm đội trên Fig.2(b) được xác định. Sau đó, chiều cao của chỗ không thấm thấu trong mỗi hàn ở sàn dạng tấm thép 1 có thể tính toán được bằng cách áp dụng chiều dài đường đi của chùm sóng W thu được như trên vào phương trình hồi quy được thể hiện trên Fig.10. Nếu phương trình hồi quy là $Y = 0,20546X - 3,713$, thì chiều cao của chỗ không thấm thấu có thể tính toán được xấp xỉ bằng 1,42 mm, trong đó chiều dài đường đi của chùm sóng W là, ví dụ, 25 mm.

Cuối cùng, xác định xem liệu chiều cao của chỗ không thấm thấu đã tính được có đáp ứng các tiêu chuẩn định trước hay không. Theo những quy cách áp dụng cho các cây cầu đường bộ, các tiêu chuẩn về chiều sâu thấm thấu một phần ở sàn dạng tấm thép 1 mục tiêu lớn hơn hoặc bằng 75% chiều dày của dầm dạng hình chữ U. Nếu dầm dạng hình chữ U 3 có chiều dày bằng 6 mm, thì sàn dạng tấm thép 1 có mỗi hàn trong đó chiều cao của chỗ không thấm thấu nhỏ hơn hoặc bằng 1,5 mm được xác định là đạt, và sàn dạng tấm thép 1 có mỗi hàn trong đó chiều cao của chỗ không thấm thấu lớn hơn hoặc bằng 1,5 mm được xác định là không đạt.

Vật thể mục tiêu cần được đo bằng phương pháp đo theo phương án này không bị giới hạn ở sàn dạng tấm thép. Kết cấu bất kỳ được tạo ra bằng cách hàn có khả năng áp dụng được.

-Hiệu quả của phương pháp đo-

Phương pháp đo theo phương án này cho phép tính toán chiều cao của chỗ không thấm thấu trong mỗi hàn trên cơ sở đo sản phẩm hàn thực tế, và cho phép xác định chiều sâu thấm thấu một phần ở mỗi sản phẩm là đạt hay không đạt. Do vậy, các sản phẩm có độ tin cậy cao có thể được tạo ra, và có thể xây dựng được các cây cầu không tạo ra vết nứt do mỏi. Ví dụ, các đường cong phân chia của chiều cao âm đội và phương trình hồi quy được sử dụng để đo, và các số đo của sàn dạng tấm thép 1 mục tiêu cần đo được lưu dưới dạng dữ liệu, dữ liệu này có thể được sử dụng để xem lại những kết quả thử nghiệm.

Hình dạng của phần thấm thấu ở chân mỗi hàn thay đổi. Vì lý do này, theo phương pháp trong tài liệu patent 1 và 2 trong đó việc đo được tiến hành bằng đầu dò 7 được bố trí ở vị trí cố định, nên có thể không thu được âm đội lại có chiều cao phù hợp. Ngược lại, theo phương pháp trong phương án này, đầu dò 7 được di chuyển tiến

hoặc lùi để quét dầm dạng hình chữ U 3 (thành phần thứ nhất) để đo, và do vậy chiều cao của chỗ không thấm thấu có thể được tính toán chính xác.

Đo bằng phương pháp theo phương án này cho thấy rằng ngay cả khi dầm dạng hình chữ U 3 có chiều dày bằng 6 mm, sai số đo chiều cao của chỗ không thấm thấu có thể nằm trong khoảng xấp xỉ $\pm 0,5$ mm. Chiều cao của chỗ không thấm thấu có thể thu được ngay lập tức từ chiều dài đường đi của chùm sóng bằng cách sử dụng phương trình hồi quy, và do vậy có thể nhanh chóng thu được chiều sâu thấm thấu một phần.

Với phương pháp đo theo phương án này, chiều cao của chỗ không thấm thấu có thể không được đo bằng âm dội B có giá trị đo không ổn định. Do vậy, phương pháp theo phương án này cho phép đo với độ chính xác cao hơn các phương pháp trong đó tỷ số giữa âm dội B và âm dội F được sử dụng.

Như được mô tả bên trên, phương pháp đo theo phương án này tuân theo JIS Z 3060 (2002) “Phương pháp kiểm tra mối hàn thép ferit bằng siêu âm”. Với phương pháp đo theo phương án này, các thiết bị và mẫu thử nghiệm tiêu chuẩn được tạo ra theo JIS có thể được sử dụng mà không cần đến các phương tiện hỗ trợ chuyên dụng. Việc đo có thể được thực hiện nhờ máy dò khuyết tật bằng siêu âm chuyên dụng lưu chương trình, v.v. dùng để thực hiện phương pháp. Mặt khác, việc đo có thể được thực hiện nhờ máy dò khuyết tật bằng siêu âm thông thường, và máy tính cá nhân, v.v. có thể được sử dụng để thực hiện các xử lý, như thể hiện số đo dưới dạng hình ảnh.

-Ví dụ về thay đổi chiều dày của dầm dạng hình chữ U-

Phương pháp đo theo phương án trong đó dầm dạng hình chữ U được hàn vào tấm mặt cầu 2 có chiều dày bằng 6 mm đã được mô tả. Ngay cả khi dầm dạng hình chữ U 3 có chiều dày thay đổi, nhưng chiều sâu thấm thấu một phần của mối hàn vẫn có thể được đo theo phương pháp tương tự. Các bước đo trong đó dầm dạng hình chữ U 3 có chiều dày bằng 8 mm sẽ được mô tả sau đây.

Trước tiên, các đường cong phân chia của chiều cao âm dội được thể hiện trên Fig.2(b) thu được theo phương pháp tương tự trong đó mẫu thử nghiệm và các thiết bị đã dùng cho dầm dạng hình chữ U 3 có chiều dày bằng 6 mm được sử dụng.

Tiếp theo, các mẫu thử nghiệm hàn được đo bằng sóng siêu âm nhờ sử dụng đầu dò 7 di chuyển tiến hoặc lùi để quét dầm dạng hình chữ U 3 sao cho chùm sóng

siêu âm được định hướng về phía đường hàn theo góc vuông. Mỗi một trong số các mẫu thử nghiệm hàn bao gồm dầm dạng hình chữ U 3 và tấm mặt cầu 2, và có các chiều cao của chỗ không thấm thấu khác nhau. Khi di chuyển đầu dò 7 để quét, bước nhảy phát hiện khuyết tật nằm trong khoảng từ 0,5 đến 1 bước nhảy. Ở đây, chiều cao của âm dội F được đầu dò 7 tác dụng vào đường hàn theo góc khúc xạ định trước (ví dụ, 70°), bị phản xạ bởi phần không thấm thấu ở mỗi hàn, và quay trở lại đầu dò 7 được đo.

Sau đó, chiều dài đường đi của chùm sóng W trong đó chiều cao của âm dội F ở mẫu thử nghiệm hàn bằng với mức tham chiếu được xác định, và sau đó phương trình hồi quy được lập trên cơ sở mối tương quan giữa chiều dài đường đi của chùm sóng W và chiều cao của chỗ không thấm thấu. Ở đây, đường $L/2$ trong số các đường cong phân chia của chiều cao âm dội được sử dụng làm mức tham chiếu để xác định chiều dài đường đi của chùm sóng W. Mức tham chiếu không bị giới hạn ở đường $L/2$, và mức tham chiếu bất kỳ có thể được xác định miễn là mức tham chiếu cho phép ước lượng chính xác chiều cao của chỗ không thấm thấu.

Fig.11 là đồ thị thể hiện phương trình hồi quy ví dụ biểu thị mối tương quan giữa chiều cao của chỗ không thấm thấu (mm) và chiều dài đường đi của chùm sóng W (mm) trong đó dầm dạng hình chữ U có chiều dày bằng 8 mm.

Tiếp theo, như được minh họa trên Fig.9(a), để quét dầm dạng hình chữ U 3 ở sàn dạng tấm thép 1 mục tiêu cần đo, đầu dò 7 được di chuyển tiến hoặc lùi sao cho chùm sóng siêu âm được định hướng về phía đường hàn theo góc vuông. Sau đó, đo chiều cao của âm dội F được đầu dò 7 tác dụng vào đường hàn theo góc khúc xạ định trước, bị phản xạ bởi phần không thấm thấu, và quay trở lại đầu dò. Ở đây, khi di chuyển đầu dò 7 tiến hoặc lùi để quét, bước nhảy phát hiện khuyết tật nằm trong khoảng từ 0,5 đến 1 bước nhảy. Việc đo bắt đầu được thực hiện với đầu dò 7 ở vị trí gần nhất có thể với mỗi hàn, và sau đó đầu dò 7 được di chuyển theo chiều rời xa mỗi hàn. Điều này cho phép dễ dàng xác định thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng.

Tiếp theo, chiều dài đường đi của chùm sóng W trong đó chiều cao của âm dội F đo được bằng với mức tham chiếu là đường $L/2$ trong số các đường cong phân chia của chiều cao âm dội trên Fig.2(b) được xác định. Sau đó, chiều cao của chỗ không

thăm thấu trong mối hàn ở sàn dạng tấm thép 1 có thể tính toán được bằng cách áp dụng chiều dài đường đi của chùm sóng W thu được như trên vào phương trình hồi quy được thể hiện trên Fig.11.

Cuối cùng, xác định xem liệu chiều cao của chỗ không thăm thấu đã tính được có đáp ứng các tiêu chuẩn định trước hay không. Theo những quy cách áp dụng cho các cây cầu đường bộ, các tiêu chuẩn về chiều sâu thăm thấu một phần ở sàn dạng tấm thép 1 mục tiêu cần đo lớn hơn hoặc bằng 75% chiều dày của dầm dạng hình chữ U. Nếu dầm dạng hình chữ U 3 có chiều dày bằng 8 mm, thì sàn dạng tấm thép 1 có mối hàn trong đó chiều cao của chỗ không thăm thấu nhỏ hơn hoặc bằng 2,0 mm được xác định là đạt, và sàn dạng tấm thép 1 có mối hàn trong đó lượng này khi hàn lớn hơn 2,0 mm được xác định là không đạt.

Như được mô tả bên trên, phương pháp đo theo phương án này cho phép đo chính xác chiều cao của chỗ không thăm thấu và chiều sâu thăm thấu một phần ngay cả khi dầm dạng hình chữ U 3 có chiều dày bằng 8 mm. Theo cách này, chiều dày của dầm dạng hình chữ U 3 không bị giới hạn ở chiều dày cụ thể với phương pháp đo theo phương án này. Phương pháp theo phương án này có thể được sử dụng bằng cách xác định phương trình hồi quy tương ứng với chiều dày của dầm dạng hình chữ U 3 miễn là chiều dày của dầm dạng hình chữ U 3 nằm trong khoảng trong đó có thể quan sát được âm dội lại có chiều cao thích hợp.

-Ví dụ về thay đổi mức tham chiếu-

Với phương pháp đo theo phương án này, mức tham chiếu để xác định chiều dài đường đi của chùm sóng W có thể được điều chỉnh thích hợp trên cơ sở xét đến chiều cao của âm dội F hoặc mức nhiễu. Trong ví dụ sau đây, chiều cao của chỗ không thăm thấu được tính toán với mức tham chiếu khác với mức tham chiếu trong ví dụ mô tả bên trên trong đó dầm dạng hình chữ U 3 có chiều dày bằng 8 mm.

Trước tiên, các đường cong phân chia của chiều cao âm dội được thể hiện trên Fig.2(b) thu được theo phương pháp tương tự trong đó mẫu thử nghiệm và thiết bị giống với mẫu thử nghiệm và thiết bị trong ví dụ mô tả bên trên được sử dụng.

Tiếp theo, các mẫu thử nghiệm hàn được đo bằng sóng siêu âm nhờ sử dụng đầu dò 7 di chuyển tiến hoặc lùi để quét trên dầm dạng hình chữ U 3 sao cho chùm sóng siêu âm được định hướng về phía đường hàn theo góc vuông. Mỗi một trong số

các mẫu thử nghiệm hàn bao gồm dầm dạng hình chữ U 3 và tấm mặt cầu 2, và có các chiều cao của chỗ không thấm thấu khác nhau. Ở đây, chiều cao của âm dội F được đầu dò 7 tác dụng vào đường hàn theo góc khúc xạ định trước (ví dụ, 70°), bị phản xạ bởi phần không thấm thấu ở khu vực mỗi hàn, và quay trở lại đầu dò 7 được đo.

Sau đó, như được thể hiện trên Fig.12, chiều dài đường đi của chùm sóng W trong đó chiều cao của âm dội F ở mẫu thử nghiệm hàn bằng với mức tham chiếu được xác định, và sau đó phương trình hồi quy được lập trên cơ sở mối tương quan giữa chiều dài đường đi của chùm sóng W và chiều cao của chỗ không thấm thấu. Ở đây, đường L trong số các đường cong phân chia của chiều cao âm dội được sử dụng làm mức tham chiếu để xác định chiều dài đường đi của chùm sóng W.

Fig.13 là đồ thị thể hiện phương trình hồi quy ví dụ biểu thị mối tương quan giữa chiều cao của chỗ không thấm thấu (mm) và chiều dài đường đi của chùm sóng W (mm) trong đó dầm dạng hình chữ U có chiều dày bằng 8 mm, và đường L được sử dụng làm mức tham chiếu.

Tiếp theo, như được minh họa trên Fig.9(a), để quét dầm dạng hình chữ U 3 ở sàn dạng tấm thép 1 mục tiêu cần đo, đầu dò 7 được di chuyển tiến hoặc lùi sao cho chùm sóng siêu âm được định hướng về phía đường hàn theo góc vuông. Sau đó, đo chiều cao của âm dội F được đầu dò 7 tác dụng vào đường hàn theo góc khúc xạ định trước, bị phản xạ bởi phần không thấm thấu, và quay trở lại đầu dò. Ở đây, khi di chuyển đầu dò 7 tiến hoặc lùi để quét, bước nhảy phát hiện khuyết tật nằm trong khoảng từ 0,5 đến 1 bước nhảy. Việc đo bắt đầu được thực hiện với đầu dò 7 ở vị trí gần nhất có thể với mỗi hàn, và sau đó đầu dò 7 được di chuyển theo chiều rời xa mỗi hàn.

Tiếp theo, chiều dài đường đi của chùm sóng W trong đó chiều cao của âm dội F đo được bằng với mức tham chiếu là đường L trong số các đường cong phân chia của chiều cao âm dội trên Fig.2(b). Sau đó, chiều cao của chỗ không thấm thấu trong mỗi hàn ở sàn dạng tấm thép 1 có thể tính toán được bằng cách áp dụng chiều dài đường đi của chùm sóng W thu được như trên vào phương trình hồi quy thể hiện trên Fig.13.

Cuối cùng, xác định xem liệu chiều cao của chỗ không thấm thấu đã tính được có đáp ứng các tiêu chuẩn định trước hay không theo phương pháp tương tự với phương pháp trong trường hợp trong đó đường $L/2$ được sử dụng làm mức tham chiếu.

Như được mô tả bên trên, với phương pháp đo theo phương án này, hai hoặc nhiều đường cong phân chia của âm dội có thể được sử dụng để tính toán chiều dài đường đi của chùm sóng W . Việc chọn đường làm mức tham chiếu tùy thuộc vào các điều kiện đo, v.v. Các tiêu chuẩn để xem liệu vật thể mục tiêu là đạt hay không đạt tùy thuộc vào vật thể cần được đo.

-Máy dò khuyết tật bằng siêu âm-

Máy dò khuyết tật bằng siêu âm được sử dụng trong phương pháp đo chiều sâu thấm thấu một phần của phần hàn theo phương án này tương tự với máy dò khuyết tật bằng siêu âm theo phương án thứ nhất được thể hiện trên Fig.8(a) ngoại trừ một số chức năng. Do vậy, máy dò khuyết tật bằng siêu âm theo phương án này sẽ được mô tả sau đây dựa vào Fig.8(a) và Fig.8(b).

Như được thể hiện trên Fig.8(a), máy dò khuyết tật bằng siêu âm 11 theo phương án này bao gồm đầu dò 7, bộ dò khuyết tật (bộ tạo xung/ bộ thu) 13, bộ chuyển đổi AD 15, bộ lưu tín hiệu 19, bộ nhớ 29, bộ tính toán chiều cao của chỗ không thấm thấu 17, và bộ xác định 21. Đầu dò 7 tác dụng sóng siêu âm vào vật thể. Bộ dò khuyết tật 13 điều khiển hoạt động của đầu dò 7, và đo chiều dài đường đi của chùm sóng và chiều cao của âm dội F của sóng siêu âm bị phản xạ trong vật thể và quay trở lại đầu dò 7. Bộ chuyển đổi AD 15 chuyển đổi giá trị đo được bởi bộ dò khuyết tật 13 thành giá trị số. Bộ lưu tín hiệu 19 lưu giá trị đo đã được chuyển đổi bởi bộ chuyển đổi AD 15. Bộ nhớ 29 lưu dữ liệu về các đường cong phân chia của chiều cao âm dội, và dữ liệu về phương trình hồi quy thể hiện mối tương quan giữa thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng và chiều cao của chỗ không thấm thấu. Trên cơ sở các giá trị đo được lưu trong bộ lưu tín hiệu 19 và dữ liệu được lưu trong bộ nhớ 29, bộ tính toán chiều cao của chỗ không thấm thấu 17 tính toán thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng như chiều dài đường đi của chùm sóng W , và chiều cao (chiều cao của chỗ không thấm thấu) của phần không thấm thấu ở mỗi hàn giữa dầm dạng hình chữ U (thành phần thứ nhất) mục tiêu cần được đo và tấm mặt cầu (thành phần thứ hai). Bộ xác định 21 xác định xem liệu mỗi hàn là đạt hay không đạt trên cơ

sở chiều cao của chỗ không thăm thấu tính toán được bởi bộ tính toán chiều cao của chỗ không thăm thấu 17.

Máy dò khuyết tật bằng siêu âm 11 có thể còn bao gồm bộ xử lý hình ảnh 23 và bộ hiển thị 25. Bộ xử lý hình ảnh 23 thực hiện xử lý hình ảnh trên dữ liệu về chiều cao của chỗ không thăm thấu tính toán được bởi bộ tính toán chiều cao của chỗ không thăm thấu 17. Bộ hiển thị 25 hiển thị dữ liệu về chiều cao của chỗ không thăm thấu mà xử lý hình ảnh đã được thực hiện trên đó.

Đầu dò 7 được bố trí trên bề mặt định trước ở vật thể mục tiêu có glycerin hoặc nước được cho vào giữa. Theo phương pháp đo mô tả bên trên, việc đo được thực hiện ở góc khúc xạ bằng 70° . Đầu dò 7 có thể là một bộ phận của máy dò khuyết tật bằng siêu âm 11, hoặc có thể được kết nối, dưới dạng một thành phần độc lập, với máy dò khuyết tật bằng siêu âm 11.

Bộ lưu tín hiệu 19 là, ví dụ, bộ nhớ phổ biến. Theo phương pháp đo mô tả bên trên, bộ lưu tín hiệu 19 lưu các giá trị số hóa, v.v. của vật thể mục tiêu. Bộ nhớ 29 lưu dữ liệu về mỗi đường cong phân chia của chiều cao âm dội F. Bộ nhớ 29 còn lưu, ví dụ, dữ liệu về thông tin chiều dài đường đi của chùm sóng như chiều dài đường đi của chùm sóng ở vật thể mục tiêu cần được thử nghiệm hoặc được đo, dữ liệu về phương trình hồi quy thu được từ thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng như chiều dài đường đi của chùm sóng, dữ liệu về chiều cao của chỗ không thăm thấu tính toán được bởi bộ tính toán chiều cao của chỗ không thăm thấu 17.

Bộ tính toán chiều cao của chỗ không thăm thấu 17 xác định, từ thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng, chiều dài đường đi của chùm sóng W trong đó chiều cao của âm dội F được tác động vào đường hàn giữa thành phần thứ nhất (dạng hình chữ U) và thành phần thứ hai (tấm mặt cầu) theo góc khúc xạ định trước, bị phản xạ bởi phần không thăm thấu ở mỗi hàn, và quay trở lại đầu dò 7 bằng với mức tham chiếu được thể hiện trên các đường cong phân chia của chiều cao âm dội F khi đầu dò 7 được di chuyển tiến hoặc lùi để quét vật thể sao cho chùm sóng siêu âm được định hướng về phía đường hàn theo góc vuông. Dữ liệu này được lưu dưới dạng dữ liệu thu được ở các vị trí đo được bố trí theo chiều dọc của vật thể mục tiêu.

Tiếp theo, bộ tính toán chiều cao của chỗ không thăm thấu 17 xác định chiều dài đường đi của chùm sóng W từ chiều cao đo được của âm dội F được đầu dò 7 tác

dụng vào đường hàn giữa thành phần thứ nhất (dầm dạng hình chữ U) và thành phần thứ hai (tấm mặt cầu) theo góc khúc xạ định trước, bị phản xạ bởi phần không thấm thấu, và quay trở lại đầu dò 7 khi đầu dò 7 được di chuyển tiến hoặc lùi để quét thành phần thứ nhất sao cho chùm sóng siêu âm được định hướng về phía đường hàn theo góc vuông. Để tính toán chiều cao của chỗ không thấm thấu, bộ tính toán chiều cao của chỗ không thấm thấu 17 cũng áp dụng chiều dài đường đi của chùm sóng W vào phương trình hồi quy đã được lập sẵn trên cơ sở mối tương quan giữa chiều dài đường đi của chùm sóng W và chiều cao của chỗ không thấm thấu. Chương trình để tự động thực hiện các tính toán này có thể được lưu sẵn trong bộ nhớ, v.v. (một bộ nhớ khác so với bộ nhớ 29) ở máy dò khuyết tật bằng siêu âm 11. Mặt khác, phần cứng có thể được tạo kết cấu để cho phép bộ tính toán chiều cao của chỗ không thấm thấu 17 thực hiện tính toán.

Bộ xác định 21 xác định rằng mỗi hàn là không đạt nếu giá trị đo tính toán được bởi bộ tính toán chiều cao của chỗ không thấm thấu 17 vượt quá giá trị tham chiếu được xác định trước tùy theo vật thể mục tiêu. Sau đó, bộ xác định 21 phát ra, ví dụ, tín hiệu chỉ báo rằng mỗi hàn là không đạt. Bộ xác định 21 còn xác định rằng vật thể mục tiêu là đạt nếu giá trị đo nhỏ hơn hoặc bằng giá trị tham chiếu định trước. Sau đó, bộ xác định 21 phát ra, ví dụ, tín hiệu chỉ báo rằng vật thể mục tiêu là đạt. Máy dò khuyết tật bằng siêu âm 11 có thể được tạo kết cấu để phát ra âm thanh cảnh báo nếu vật thể mục tiêu được xác định là không đạt, hoặc để đánh dấu vật thể mục tiêu không đạt. Máy dò khuyết tật bằng siêu âm 11 có thể được tạo kết cấu để thực hiện các quy trình đến khi tính toán được chiều cao của chỗ không thấm thấu mà không cần bố trí bộ xác định 21.

Khi chiều cao của chỗ không thấm thấu trong vật thể mục tiêu (dầm dạng hình chữ U theo phương án này) được đo theo chiều dọc (tức là chiều kéo dài của đường hàn) của vật thể mục tiêu ở các khoảng định trước, dữ liệu về các lần đo được lưu trong bộ lưu tín hiệu 19. Trong trường hợp, bộ xử lý hình ảnh 23 tạo ra đồ thị thể hiện chiều cao của chỗ không thấm thấu đã tính được và thông tin vị trí (thông tin về vị trí tại đó phép đo được thực hiện dọc theo chiều kéo dài của đường hàn).

Cụ thể, bộ xử lý hình ảnh 23 phát ra dữ liệu hình ảnh thể hiện chiều cao của chỗ không thấm thấu tính toán được ở nhiều điểm đo được bố trí dọc theo chiều kéo dài của đường hàn. Dữ liệu hình ảnh được tạo ra cho mỗi một trong số nhiều điểm đo.

Trên cơ sở dữ liệu hình ảnh, bộ hiển thị 25 hiển thị chiều cao của chỗ không thăm thấu theo mỗi một trong số các điểm được bố trí dọc theo đường hàn theo cách thức có thể nhận biết bằng thị giác.

Fig.8(b) là đồ thị thể hiện các số đo ví dụ, được hiển thị bởi bộ hiển thị 25, ở nhiều điểm đo. Hiển thị các số đo chiều sâu thăm thấu một phần của mỗi hàn làm cho dễ dàng hiểu được các số đo này. Bộ hiển thị 25 có thể không phải lúc nào cũng được bố trí ở máy dò khuyết tật bằng siêu âm 11. Các số đo có thể được hiển thị trên màn hình của máy tính, v.v. được kết nối với máy dò khuyết tật bằng siêu âm 11.

Máy dò khuyết tật bằng siêu âm 11 theo phương án này cho phép tự động tính toán chiều cao của chỗ không thăm thấu, do vậy giảm thiểu các sai số do người. Ngay cả khi một kỹ thuật viên không thành thạo về thao tác đo, thì chiều dài đường đi của chùm sóng W và chiều cao của chỗ không thăm thấu có thể được tính toán tự động trên cơ sở các phép đo này.

Phương pháp đo chiều sâu thăm thấu một phần và máy dò khuyết tật bằng siêu âm mô tả bên trên chỉ là ví dụ về các phương án. Các điều kiện đo vật thể, các thiết bị được sử dụng, cấu hình của máy dò khuyết tật bằng siêu âm, v.v., có thể được điều chỉnh theo cách thức phù hợp mà không chệch khỏi bản chất và phạm vi của sáng chế.

Khả năng áp dụng trong công nghiệp

Phương pháp đo chiều sâu thăm thấu một phần theo một phương án của sáng chế giúp tăng, ví dụ, độ tin cậy của những cơ sở hạ tầng như các cây cầu.

Mô tả các số chỉ dẫn

- 1 Sàn dạng tấm thép
- 2 Tấm mặt cầu
- 3 Dầm dạng hình chữ U
- 5 Mối hàn
- 7 Đầu dò
- 11 Máy dò khuyết tật bằng siêu âm
- 13 Bộ dò khuyết tật
- 15 Bộ chuyển đổi AD

- 17 Bộ tính toán chiều cao của chỗ không thấm thấu
- 19 Bộ lưu tín hiệu
- 21 Bộ xác định
- 23 Bộ xử lý hình ảnh
- 25 Bộ hiển thị
- 29 Bộ nhớ

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp đo chiều cao của chỗ không thấm thấu trong mỗi hàn, phương pháp này bao gồm các bước:

sử dụng đầu dò (7) tác dụng chùm sóng siêu âm vào vật thể để xác định đường cong phân chia của chiều cao âm dội làm mức tham chiếu để đánh giá chiều cao của âm dội F bị phản xạ bởi phần không thấm thấu ở mỗi hàn và quay trở lại đầu dò (7), đường cong phân chia là đường được chọn trong số đường $L/2$, đường L, đường M hoặc đường H, trong đó đường H là độ nhạy làm việc tham chiếu được xây dựng bởi các chiều cao âm dội cực đại đo được trong lỗ tham chiếu định trước theo chiều dài đường đi của chùm sóng, đường M thấp hơn 6dB so với đường H và đường L thấp hơn 6dB so với đường M;

thu được thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng trên cơ sở đường cong phân chia của chiều cao âm dội và chiều cao của âm dội F thu được bằng cách di chuyển đầu dò (7) tác dụng chùm sóng siêu âm vào vật thể theo góc định trước để quét bề mặt của các mẫu thử nghiệm hàn có các chiều cao của chỗ không thấm thấu khác nhau, mỗi hàn được bố trí trên bề mặt và thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng được định nghĩa là khoảng chiều dài đường đi của chùm sóng trong đó chiều cao của âm dội F vượt quá đường cong phân chia của chiều cao âm dội hoặc chiều dài đường đi của chùm sóng trong đó chiều cao của âm dội F tương ứng với đường cong phân chia của chiều cao âm dội; và

lập phương trình hồi quy thể hiện mối tương quan giữa thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng và chiều cao của chỗ không thấm thấu.

2. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp này còn bao gồm các bước:

sử dụng đầu dò (7) tác dụng chùm sóng siêu âm vào vật thể theo góc định trước để quét bề mặt của thành phần thứ nhất trên đó mỗi hàn được bố trí nếu thành phần thứ nhất được hàn vào thành phần thứ hai;

thu được thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng trên cơ sở chiều cao của âm dội F và đường cong phân chia của chiều cao âm dội; và

áp dụng thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng vào phương trình hồi quy để tính toán chiều cao của chỗ không thấm thấu ở mỗi hàn.

3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó:

khoảng chiều dài đường đi của chùm sóng trong đó chiều cao của âm dội F vượt quá đường cong phân chia của chiều cao âm dội được định nghĩa là chiều rộng đường quét, và

chiều rộng đường quét được định nghĩa là thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng.

4. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó:

chiều dài đường đi của chùm sóng trong đó chiều cao của âm dội F tương ứng với đường cong phân chia của chiều cao âm dội được định nghĩa là thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng.

5. Phương pháp theo điểm 2, trong đó:

thành phần thứ hai là tấm mặt cầu (2) tạo thành sàn dạng tấm thép, và thành phần thứ nhất là dầm (3) được hàn vào bề mặt ở tấm mặt cầu (2) và có mặt cắt ngang dạng hình chữ U.

6. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, phương pháp này còn bao gồm các bước:

xác định rằng mỗi hàn là không đạt nếu chiều cao của chỗ không thấm thấu đã tính được vượt quá giá trị tham chiếu định trước; và

xác định rằng mỗi hàn là đạt nếu chiều cao của chỗ không thấm thấu nhỏ hơn hoặc bằng giá trị tham chiếu.

7. Máy dò khuyết tật bằng siêu âm (11) bao gồm:

đầu dò (7) được tạo kết cấu để tác dụng sóng siêu âm vào vật thể;

bộ dò khuyết tật (13) được tạo kết cấu để điều khiển hoạt động của đầu dò (7), và để đo chiều dài đường đi của chùm sóng và chiều cao của âm dội F của sóng siêu âm bị phản xạ bởi phần không thấm thấu ở vật thể, và quay trở lại đầu dò (7);

bộ chuyển đổi AD (15) được tạo kết cấu để chuyển đổi giá trị đo được bởi bộ dò khuyết tật (13) thành giá trị số;

bộ lưu tín hiệu (19) được tạo kết cấu để lưu giá trị đo đã được chuyển đổi bởi bộ chuyển đổi AD (15);

bộ nhớ (29) được tạo kết cấu để lưu dữ liệu về đường cong phân chia của chiều cao âm dội, và dữ liệu về phương trình hồi quy thể hiện mối tương quan giữa thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng và chiều cao của chỗ không thấm thấu; và

bộ tính toán chiều cao của chỗ không thấm thấu (17) được tạo kết cấu để:

thu được thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng trên cơ sở giá trị đo được lưu trong bộ lưu tín hiệu và dữ liệu được lưu trong bộ nhớ (29), và

tính toán chiều cao của chỗ không thấm thấu trong mối hàn giữa thành phần thứ nhất và thành phần thứ hai tạo thành vật thể, trên cơ sở thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng và phương trình hồi quy được lưu trong bộ nhớ (29), trong đó:

đường cong phân chia là đường được chọn trong số đường $L/2$, đường L , đường M hoặc đường H , trong đó đường H là độ nhảy làm việc tham chiếu được xây dựng bởi các chiều cao âm dội cực đại đo được trong lỗ tham chiếu định trước theo chiều dài đường đi của chùm sóng, đường M thấp hơn 6dB so với đường H và đường L thấp hơn 6dB so với đường M , và

thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng được định nghĩa là khoảng chiều dài đường đi của chùm sóng trong đó chiều cao của âm dội F vượt quá đường cong phân chia của chiều cao âm dội hoặc chiều dài đường đi của chùm sóng trong đó chiều cao của âm dội F tương ứng với đường cong phân chia của chiều cao âm dội.

8. Máy dò khuyết tật bằng siêu âm (11) theo điểm 7, trong đó:

bộ tính toán chiều cao của chỗ không thấm thấu (17) xác định, từ thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng, chiều rộng đường quét tức là khoảng chiều dài đường đi của chùm sóng trong đó chiều cao của âm dội F quay trở lại đầu dò (7) ở thành phần thứ nhất vượt quá đường cong phân chia của chiều cao âm dội, và

bộ tính toán chiều cao của chỗ không thấm thấu (17) áp dụng chiều rộng đường quét vào phương trình hồi quy để tính toán chiều cao của chỗ không thấm thấu.

9. Máy dò khuyết tật bằng siêu âm (11) theo điểm 7, trong đó:

bộ tính toán chiều cao của chỗ không thấm thấu (17) xác định, từ thông tin về chiều dài đường đi của chùm sóng, chiều dài đường đi của chùm sóng trong đó chiều cao của âm dội F quay trở lại đầu dò (7) ở thành phần thứ nhất tương ứng với đường cong phân chia của chiều cao âm dội F, và

bộ tính toán chiều cao của chỗ không thấm thấu (17) áp dụng chiều dài đường đi của chùm sóng vào phương trình hồi quy để tính toán chiều cao của chỗ không thấm thấu.

10. Máy dò khuyết tật bằng siêu âm (11) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 9, máy này còn bao gồm:

bộ xác định được tạo kết cấu để:

xác định rằng mối hàn là không đạt nếu chiều cao của chỗ không thấm thấu tính toán được bởi bộ tính toán chiều cao của chỗ không thấm thấu (17) vượt quá giá trị tham chiếu định trước, và

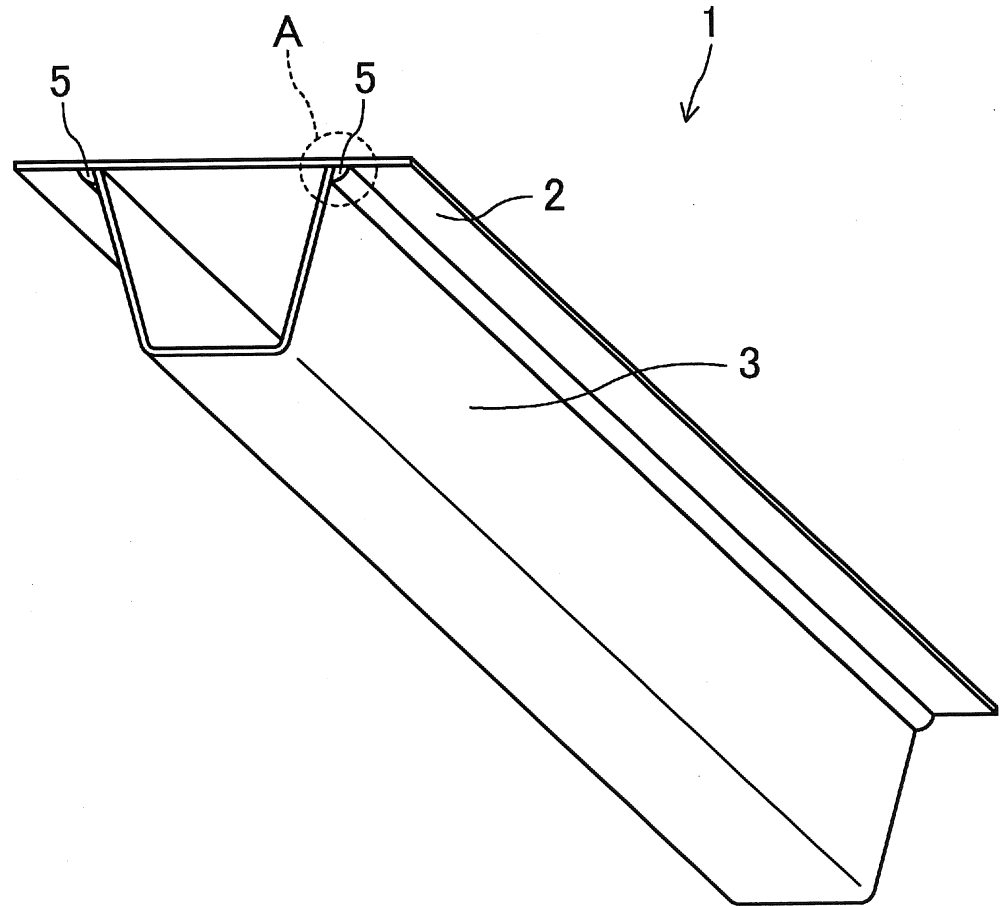
xác định rằng mối hàn là đạt nếu chiều cao của chỗ không thấm thấu nhỏ hơn hoặc bằng giá trị tham chiếu.

11. Máy dò khuyết tật bằng siêu âm (11) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 10, máy này còn bao gồm:

bộ xử lý hình ảnh (23) được tạo kết cấu để phát ra dữ liệu hình ảnh thể hiện chiều cao của chỗ không thấm thấu tính toán được ở nhiều điểm đo được bố trí theo chiều dọc của thành phần thứ nhất, dữ liệu hình ảnh được tạo ra cho mỗi một điểm đo; và

bộ hiển thị (25) được tạo kết cấu để hiển thị chiều cao của chỗ không thấm thấu theo mỗi một điểm đo trên cơ sở dữ liệu hình ảnh này.

FIG. 1
(a)



(b)

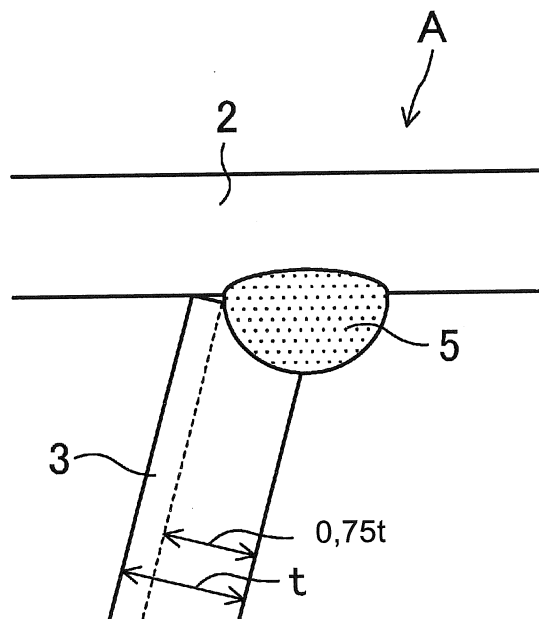
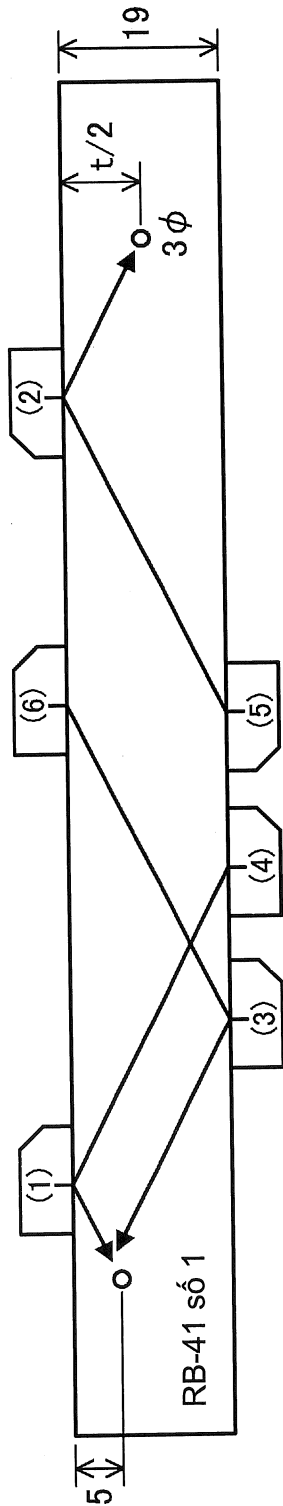


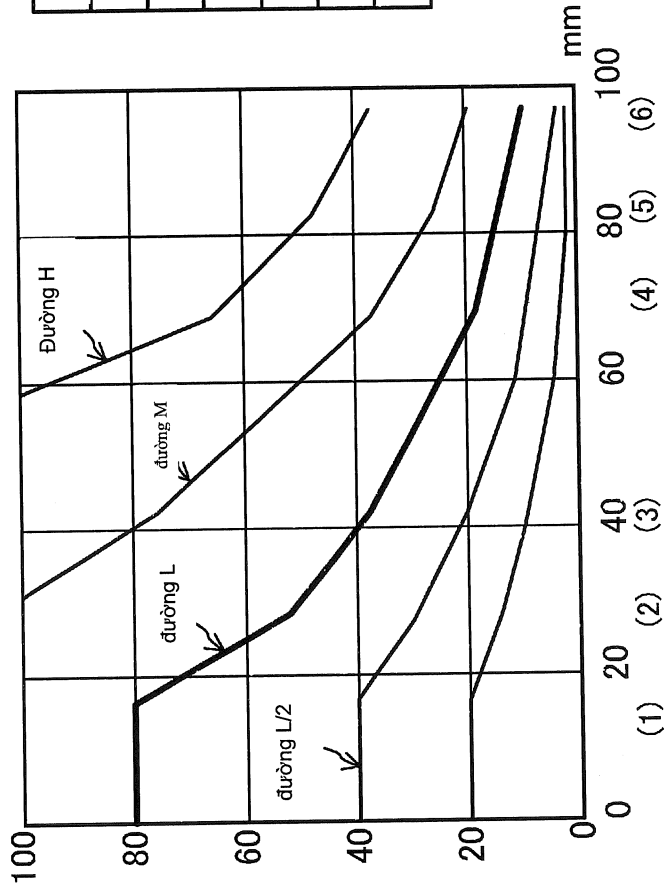
FIG. 2

(a)



(b)

Độ nhạy làm việc $\pm 3 \phi$ lỗ tham chiếu 80% + 12dB



(c)

Vị trí	chiều dài đường đi của chùm sáng (mm)
(1)	14,6
(2)	27,8
(3)	40,9
(4)	70,2
(5)	83,3
(6)	96,5

FIG. 3

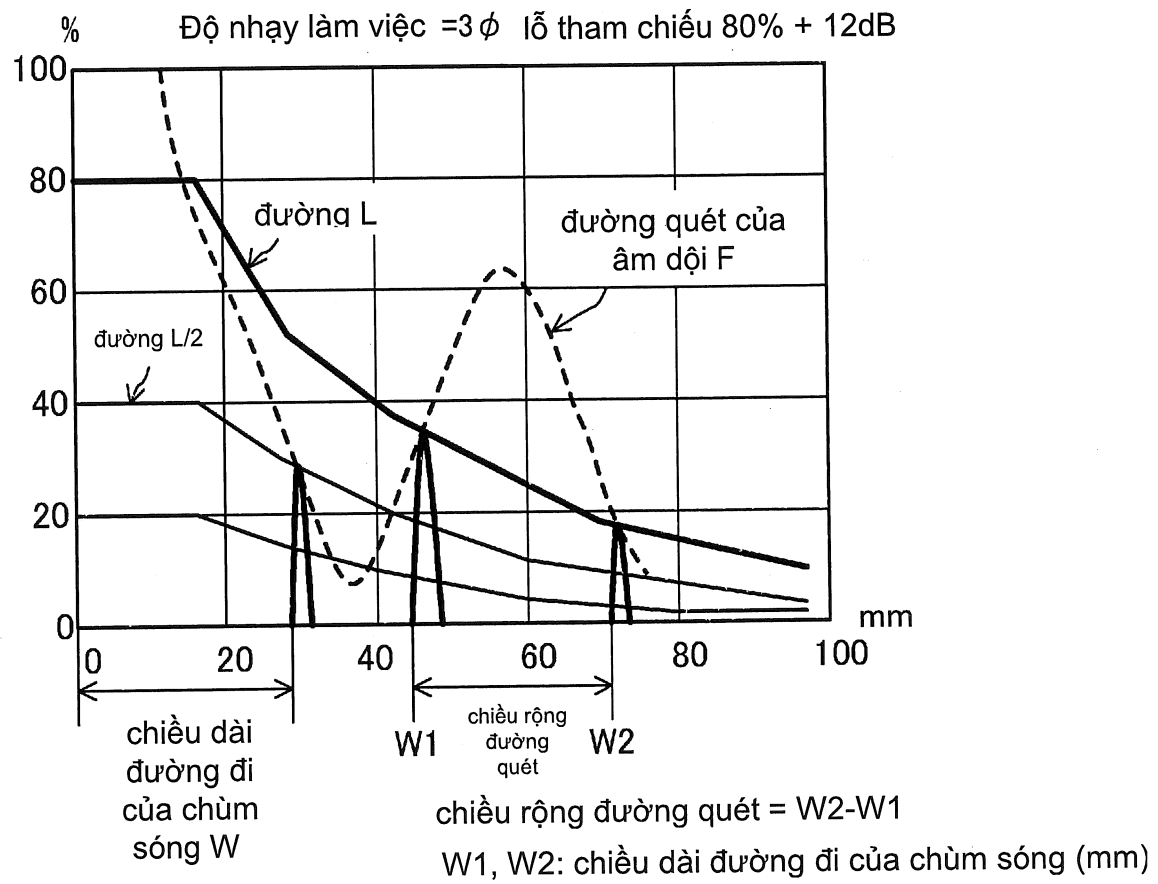


FIG. 4

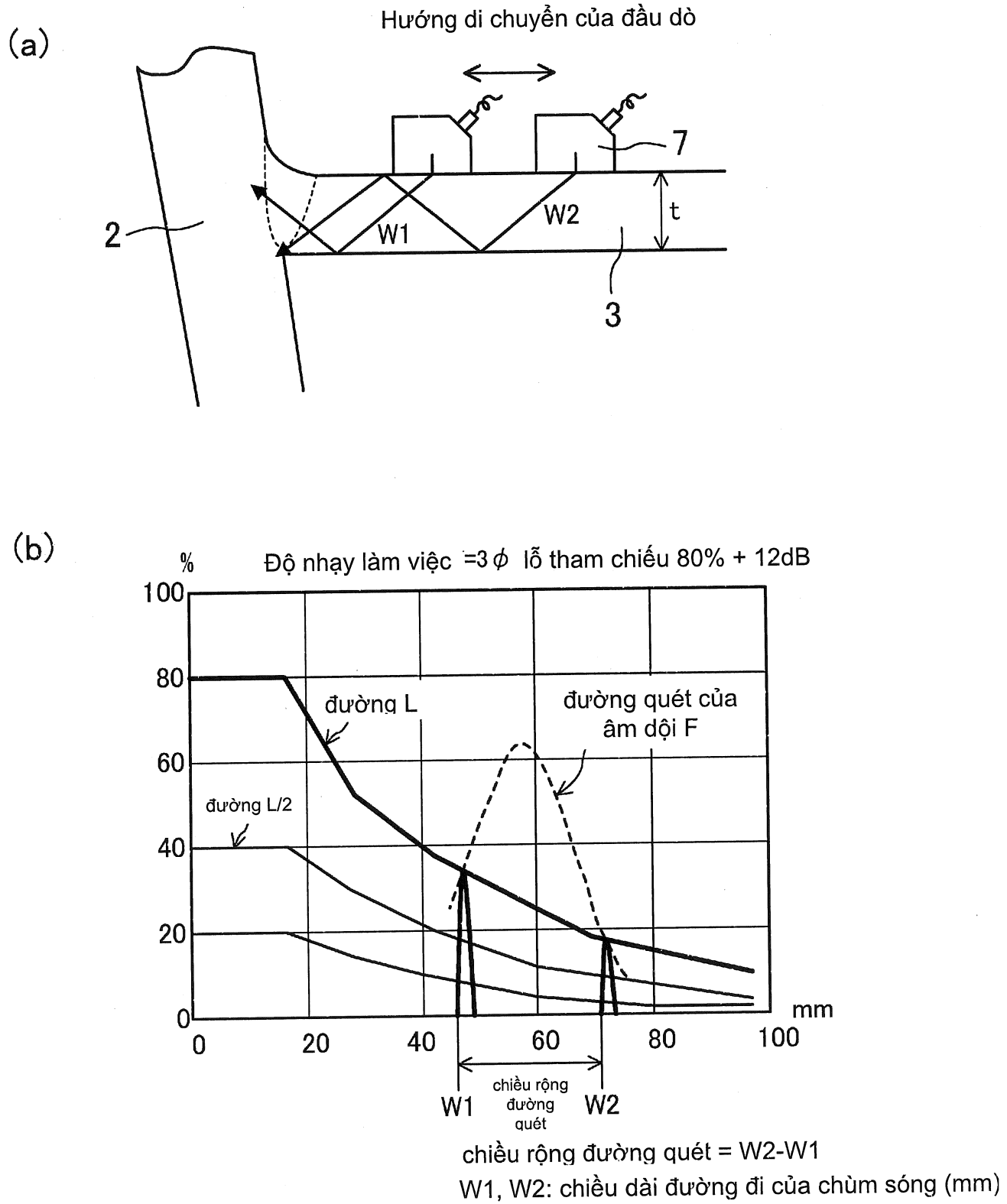


FIG. 5

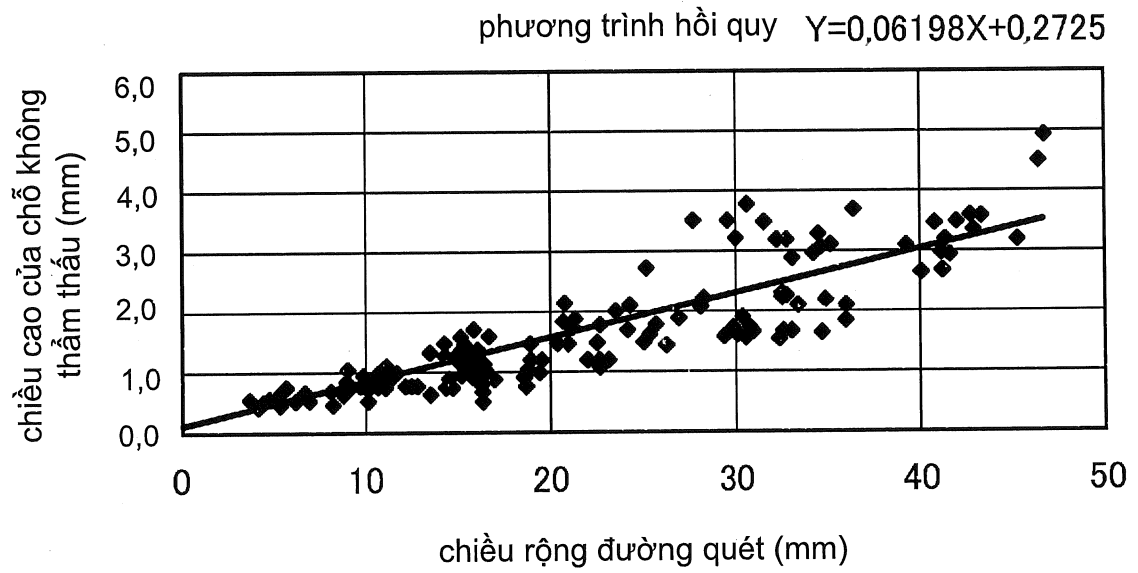
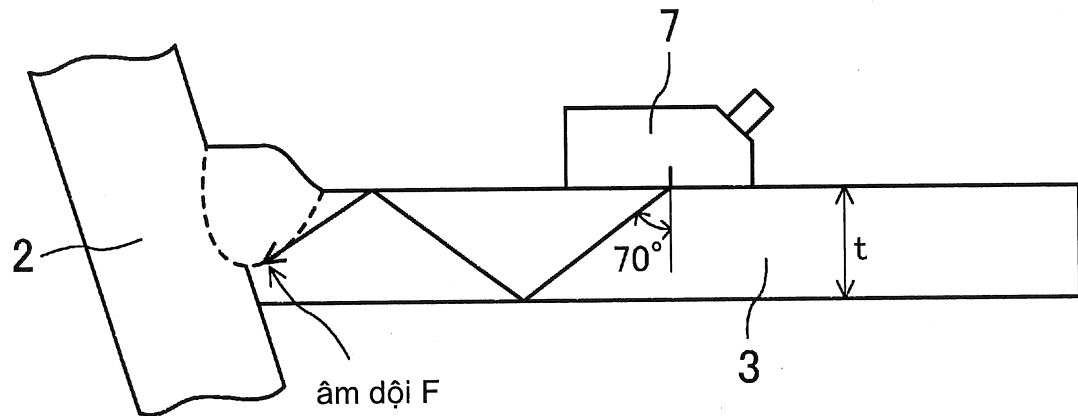


FIG. 6

(a)



(b)

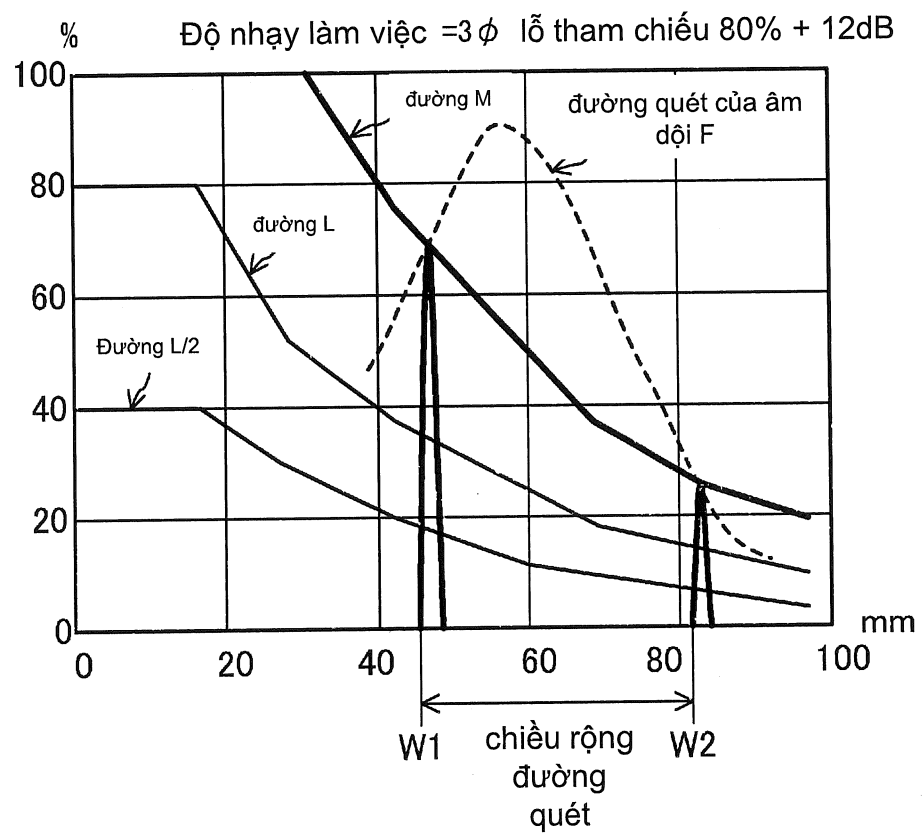


FIG. 7

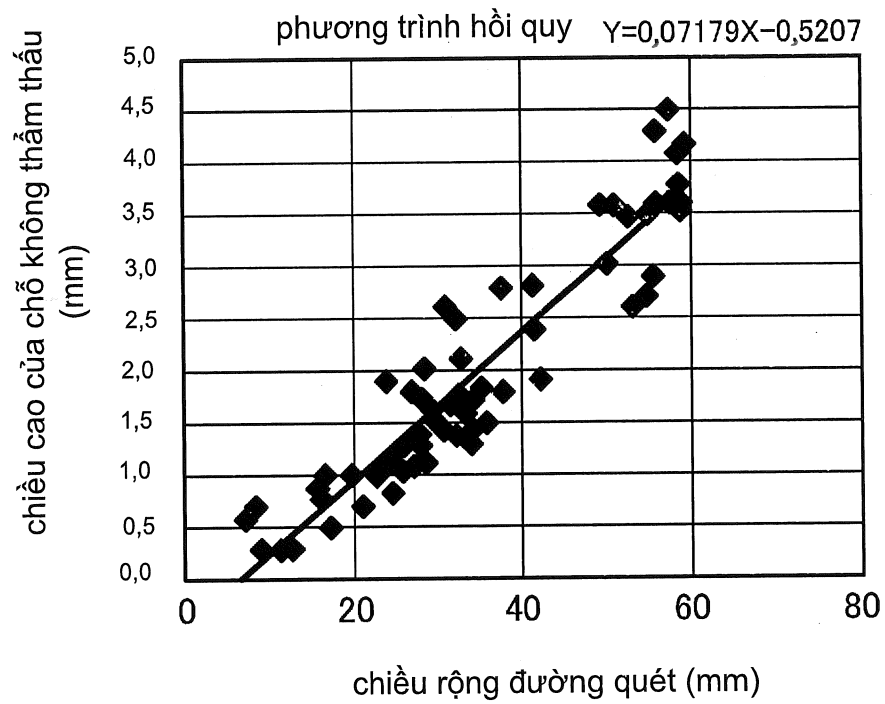
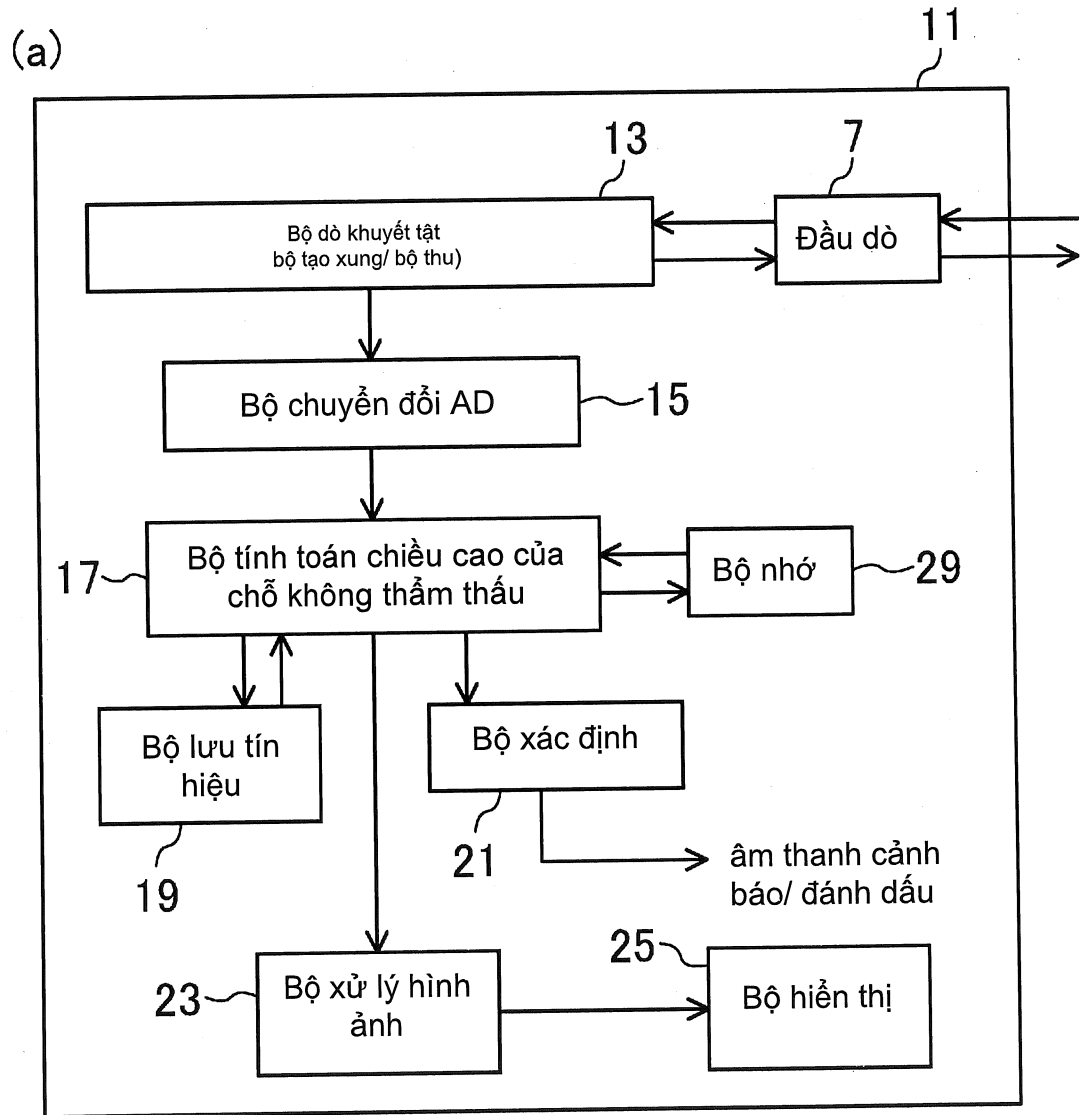


FIG. 8



(b)

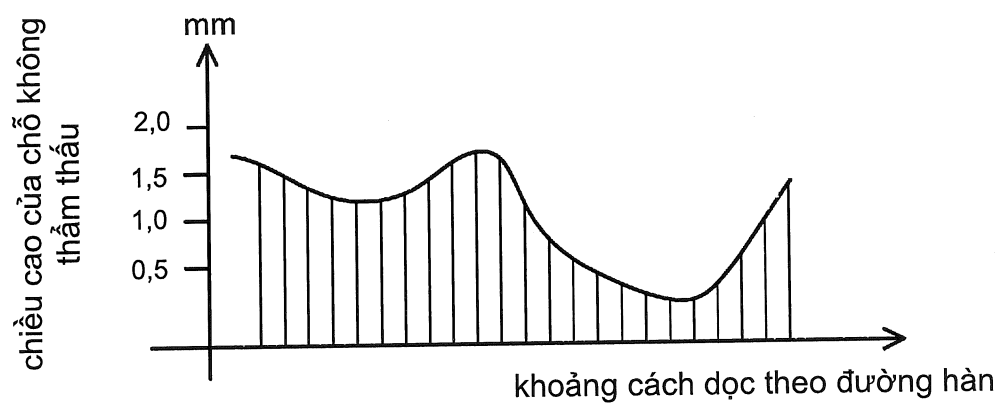


FIG. 10

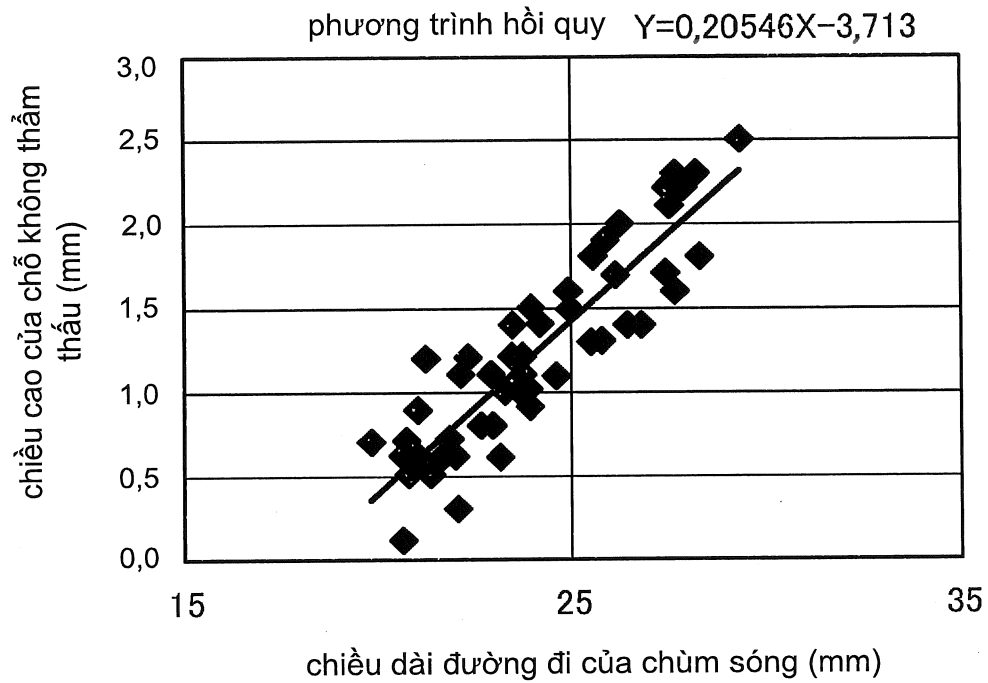


FIG. 11

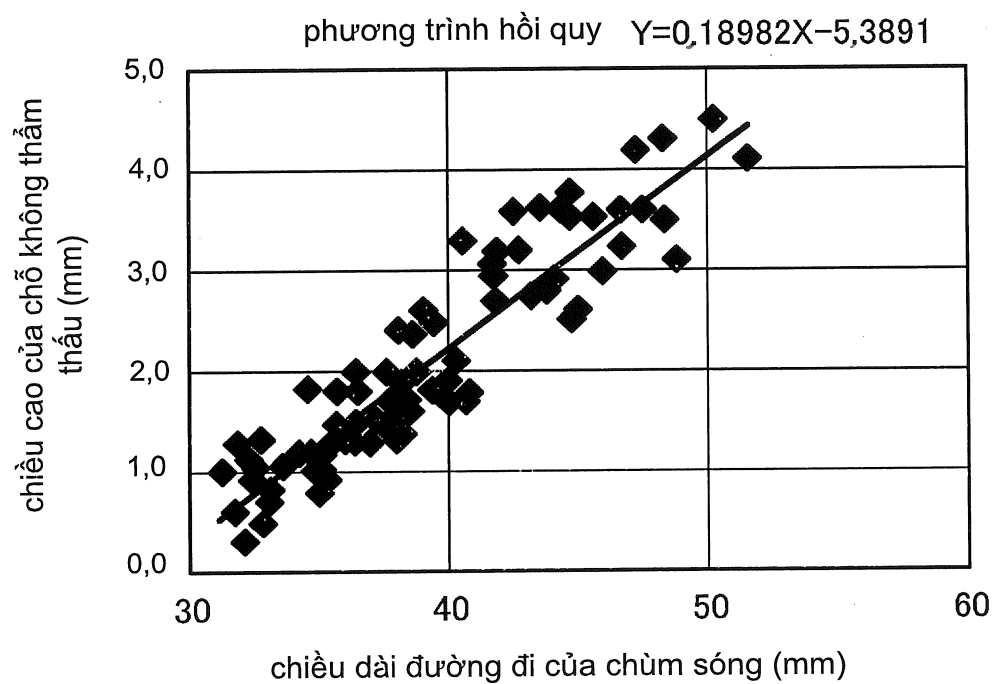


FIG. 12

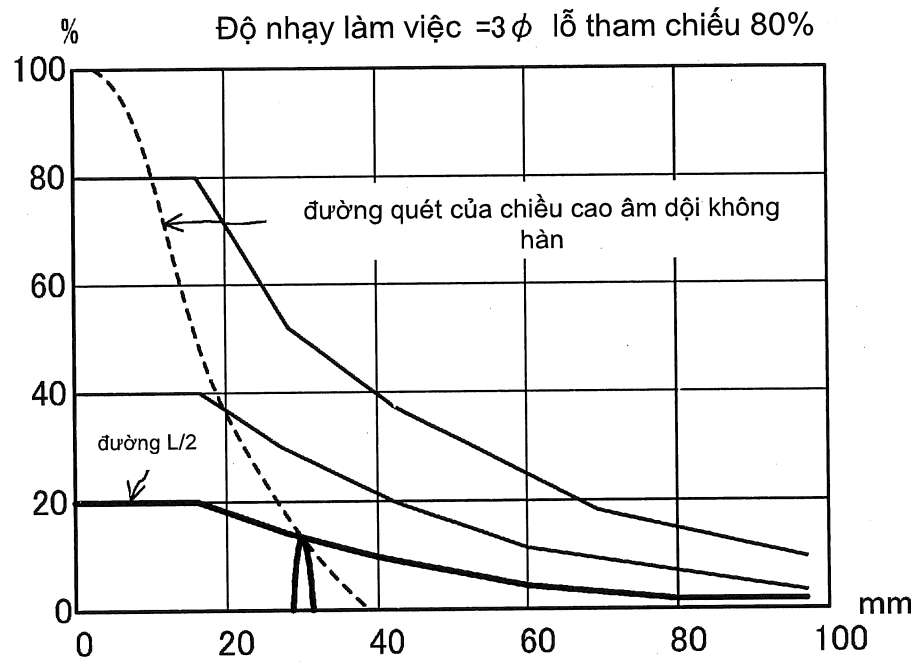


FIG. 13

