



(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)



1-0044012

(51)^{2020.01} E04B 5/40

(13) B

(21) 1-2022-01745

(22) 25/09/2019

(86) PCT/JP2019/037690 25/09/2019

(87) WO2021/059410 01/04/2021

(45) 25/03/2025 444

(43) 27/06/2022 411A

(71) JFE STEEL CORPORATION (JP)

2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 1000011, Japan

(72) OKI Koji (JP); UMEDA Toshihiro (JP); SHIMOKAWA Hiroumi (JP).

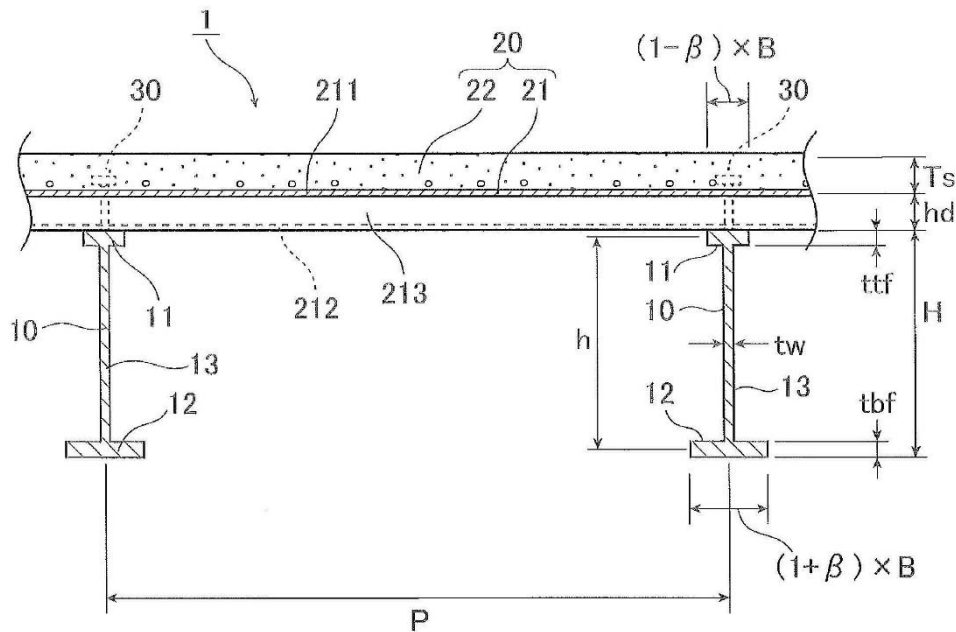
(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) DẦM LIÊN HỢP

(21) 1-2022-01745

(57) Sáng chế đề cập đến dầm liên hợp sử dụng dầm chữ H bất đối xứng theo phương thẳng đứng và có thể được sử dụng hiệu quả cho kết cấu sàn của công trình xây dựng. Khi dầm liên hợp được dùng cho kết cấu sàn của công trình xây dựng, độ võng của bản thân dầm chữ H bất đối xứng theo phương thẳng đứng trong quá trình thi công của kết cấu sàn được giảm bớt, do đó tổng độ võng của kết cấu sàn khi sử dụng có thể giảm bớt. Dầm liên hợp bao gồm: Dầm chữ H; và tấm liên hợp bao gồm tấm sàn thép được bố trí trên các bề mặt trên của dầm chữ H và bê tông được đổ trên tấm sàn thép, và tấm liên hợp và dầm chữ H tạo thành kết cấu tích hợp. Chiều rộng của các mặt bích phía trên của tấm sàn thép bằng hoặc lớn hơn chiều rộng của mặt bích phía dưới của tấm sàn thép, và tấm sàn thép có chiều cao từ 25 mm đến 100 mm. Tỷ số A_t/A_b của diện tích mặt cắt ngang A_t của mặt bích trên cùng của mỗi dầm chữ H với diện tích mặt cắt ngang A_b của mặt bích dưới cùng là 0,7/1,3 hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 1,0.

Fig.1



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến dầm liên hợp bao gồm: dầm chữ H; và tấm liên hợp được tạo thành bằng cách đổ bê tông lên tấm sàn thép được bố trí trên bề mặt trên của dầm chữ H sao cho dầm chữ H và tấm liên hợp tạo thành kết cấu tích hợp.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Một dầm liên hợp đã biết bao gồm các dầm chữ H và tấm được liên kết tích hợp với các dầm chữ H sử dụng, như các dầm chữ H, các dầm chữ H bất đối xứng theo phương thẳng đứng được mô tả trong, ví dụ, tài liệu sáng chế 1.

Khi lực uốn tác dụng lên dầm liên hợp do tải trọng tĩnh và tải trọng động của nó, hầu như chỉ có các mặt bích dưới cùng của dầm chữ H chống lại ứng suất kéo ở mặt dưới của dầm liên hợp, và tấm có diện tích mặt cắt ngang tương đối lớn và các mặt bích trên cùng của các dầm chữ H chống lại ứng suất nén ở mặt trên của dầm liên hợp. Do đó, ngay cả khi diện tích mặt cắt ngang của mỗi mặt bích trên cùng của dầm chữ H được đặt nhỏ hơn diện tích mặt cắt ngang của từng mặt bích dưới cùng, cả khối dầm liên hợp có thể có cùng cấp độ khả năng chống uốn. Do đó, khi dầm chữ H bất đối xứng theo phương thẳng đứng được sử dụng làm dầm chữ H của dầm liên hợp, dầm liên hợp có thể có kết cấu hợp lý, và điều này có lợi về mặt công nghệ vì chi phí vật liệu của vật liệu thép và trọng lượng của vật liệu thép có thể được giảm bớt.

Danh sách trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Đơn đăng ký sáng chế chưa được kiểm tra Nhật Bản số: 49-130862.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Dầm liên hợp được mô tả ở trên bao gồm các dầm chữ H bất đối xứng theo phương thẳng đứng và tấm sẽ tạo thành kết cấu tích hợp cùng với các dầm chữ H. Mong muốn rằng, ngay cả khi dầm liên hợp được áp dụng không chỉ cho các kết cấu công trình dân dụng như các cầu dầm liên hợp mà còn cho các kết cấu sàn của các công trình xây dựng như các công trình xây dựng khung thép, thì các hiệu quả như tiết kiệm vật liệu và việc giảm trọng lượng vật liệu thép sẽ đạt được.

Tuy nhiên, kết cấu sàn của công trình xây dựng cần có hiệu quả kết cấu bao gồm khả năng chống chịu ứng suất do tải trọng tĩnh của sàn và các tải trọng động và cũng cần thỏa mãn giới hạn độ võng theo quan điểm về khả năng thích nghi của công trình xây dựng. Cụ thể, trong kết cấu sàn của công trình xây dựng, giới hạn độ võng nói chung là khoảng từ 1/300 đến 1/400 nhịp của sàn L hoặc dầm chữ H.

Trong nhiều trường hợp, các khung của các công trình xây dựng có kết cấu nhiều lớp. Do đó, khi dầm liên hợp được mô tả ở trên được sử dụng cho kết cấu sàn, cần phải thỏa mãn giới hạn độ võng ở trên trong khi độ sâu dầm của dầm chữ H trong dầm liên hợp tạo thành kết cấu sàn được giảm xuống để chiều cao sàn khả dụng không bị giới hạn.

Khi dầm liên hợp được mô tả ở trên bao gồm các dầm chữ H bất đối xứng theo phương thẳng đứng và tấm được liên kết tích hợp với các dầm chữ H được áp dụng cho kết cấu sàn của, ví dụ, công trình xây dựng khung thép, sẽ có vấn đề xảy ra khi sử dụng do độ cứng mặt cắt ngang của bản thân các dầm chữ H bất đối xứng theo phương thẳng đứng thấp hơn độ cứng mặt cắt ngang của dầm chữ H đối xứng theo phương thẳng đứng có cùng diện tích mặt cắt ngang như vậy của dầm chữ H bất đối xứng theo phương thẳng đứng.

Cụ thể, quá trình thi công công trình xây dựng có kết cấu sàn bao gồm dầm liên hợp được mô tả ở trên được thực hiện như sau. Đầu tiên, nhiều dầm chữ H được đặt giữa các cột hoặc các dầm cái, và tấm sàn thép được đặt trên nhiều dầm chữ H. Sau đó bê tông được đổ lên tấm sàn thép. Trong quá trình thi công, chỉ có các dầm chữ H phải chịu tải trọng của tấm sàn thép và bê tông đồng thời giới hạn độ võng mô tả ở trên phải được thỏa mãn. Hầu hết tổng độ võng khi kết cấu sàn bao gồm cả dầm liên hợp trong khi sử dụng là do độ võng của chính các dầm chữ H xảy ra trong quá trình thi công.

Fig.7 là đồ thị thể hiện một cách khái niệm mối quan hệ độ lệch β giữa diện tích mặt cắt ngang của các mặt bích trên cùng và các mặt bích dưới cùng của dầm chữ H bất đối xứng theo phương thẳng đứng và hằng số độ võng của bản thân dầm chữ H bất đối xứng theo phương thẳng đứng trong quá trình thi công và tương quan giữa độ lệch β và tổng độ võng δ_{tot} của dầm liên hợp khi sử dụng. Độ lệch β được cho bởi $\beta = (A - A_t)/A = (A_b - A)/A$, trong đó A_t là diện tích mặt cắt ngang của mặt bích trên cùng của các dầm chữ H bất đối xứng theo phương thẳng đứng, A_b là diện tích mặt cắt ngang của mặt bích dưới cùng, và A là giá trị trung bình của diện tích mặt cắt ngang A_t của mặt bích trên cùng và diện tích mặt cắt ngang A_b của mặt bích dưới cùng.

Như thể hiện trong Fig.7, khi dầm chữ H bất đối xứng theo phương thẳng đứng được sử dụng cho kết cấu sàn bao gồm cả dầm liên hợp, độ võng của bản thân dầm chữ H trong quá trình thi công tăng lên khi độ lệch β giữa các diện tích mặt cắt ngang của các mặt bích trên cùng và các mặt bích dưới cùng tăng lên. Do đó, dầm liên hợp sử dụng dầm chữ H bất đối xứng theo phương thẳng đứng chưa được sử dụng rộng rãi cho kết cấu sàn của các công trình xây dựng.

Theo đó, mục tiêu của sáng chế là cung cấp dầm liên hợp mà sử dụng dầm chữ H bất đối xứng theo phương thẳng đứng và có thể được sử dụng hiệu quả cho kết cấu sàn của công trình xây dựng. Ngay cả khi dầm liên hợp này được dùng cho kết cấu sàn của công trình xây dựng, độ võng của bản thân các dầm chữ H bất đối xứng theo phương thẳng đứng trong quá trình thi công của kết cấu sàn là nhỏ, do đó tổng độ võng khi kết cấu trong khi sử dụng có thể giảm bớt.

Giải pháp cho vấn đề

Theo góc nhìn của vấn đề ở trên, dầm liên hợp của sáng chế có kết cấu như sau.

[1] Dầm liên hợp bao gồm: dầm chữ H; và tấm liên hợp bao gồm tấm sàn thép được bố trí trên bề mặt trên của dầm chữ H và bê tông được đổ trên tấm sàn thép, tấm liên hợp và dầm chữ H tạo thành kết cấu tích hợp, trong đó chiều rộng của mặt bích phía trên của tấm sàn thép bằng hoặc lớn hơn chiều rộng của mặt bích phía dưới của tấm sàn thép, trong đó tấm sàn thép có chiều cao từ 25 mm đến 100 mm, trong đó tấm liên hợp có chiều dày là 50 mm đến 150 mm, và trong đó tỷ số A_t/A_b của diện tích mặt cắt ngang A_t của mặt bích trên cùng của dầm chữ H với diện tích mặt cắt ngang A_b của mặt bích dưới cùng của dầm chữ H là 0,7/1,3 hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 1,0.

Dầm chữ H có thể là dầm chữ H cán hoặc khối thép hàn hình chữ H.

[2] Dầm liên hợp theo [1], trong đó dầm chữ H có giới hạn chảy là 235 N/mm^2 trở lên, và trong đó tỷ số H/L của chiều cao bên ngoài H của dầm chữ H với nhịp dầm L là $1/20,9$ hoặc lớn hơn.

[3] Dầm liên hợp theo [1], trong đó dầm chữ H có giới hạn chảy là 325 N/mm^2 hoặc lớn hơn, và trong đó tỷ số H/L của chiều cao bên ngoài H của dầm chữ H với nhịp dầm L là $1/15,1$ hoặc lớn hơn.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Với dầm liên hợp của sáng chế mà sử dụng dầm chữ H bất đối xứng theo phương thẳng đứng, khi dầm liên hợp được dùng cho kết cấu sàn của công trình xây dựng, độ võng của bản thân dầm chữ H bất đối xứng theo phương thẳng đứng trong quá trình thi công của kết cấu sàn có thể được giảm xuống bằng hoặc thấp hơn cấp độ độ võng của kết cấu sàn được tạo thành từ dầm liên hợp sử dụng dầm chữ H đối xứng theo phương thẳng đứng, để có thể giảm tổng độ võng của kết cấu sàn khi sử dụng. Do đó, khi dầm liên hợp sử dụng dầm chữ H bất đối xứng theo phương thẳng đứng được sử dụng cho kết cấu sàn của công trình xây dựng, có thể thu được kết cấu hợp lý và chi phí vật liệu của dầm chữ H của dầm liên hợp và trọng lượng của dầm chữ H có thể được giảm bớt.

Khi giới hạn chảy của dầm chữ H là 235 N/mm^2 hoặc lớn hơn và tỷ số H/L của chiều cao bên ngoài H của dầm chữ H với nhịp dầm L là $1/20,9$ hoặc lớn hơn, hiệu quả của việc giảm tổng độ võng của kết cấu sàn được hình thành từ dầm liên hợp của sáng chế khi kết cấu sàn khi sử dụng bằng hoặc nhỏ hơn giới hạn độ võng khoảng $L/300$ cần thiết cho kết cấu sàn của công trình xây dựng có thể đạt được một cách đáng tin cậy.

Ngoài ra, khi giới hạn chảy của dầm chữ H là 325 N/mm^2 hoặc lớn hơn và tỷ số H/L của chiều cao bên ngoài H của dầm chữ H của dầm chữ H với nhịp dầm L là $1/15,1$ hoặc lớn hơn, thì hiệu quả của việc giảm tổng độ võng của kết cấu sàn tạo thành từ dầm liên hợp kết cấu sàn khi sử dụng bằng hoặc nhỏ hơn giới hạn độ võng khoảng $L/300$ là cần thiết cho kết cấu sàn của công trình xây dựng có thể thu được một cách đáng tin cậy.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 Hình vẽ mặt cắt ngang của dầm liên hợp theo sáng chế.

Fig.2 Hình vẽ mặt cắt ngang khi dầm liên hợp của sáng chế được nhìn từ phía mặt bên.

Fig.3 Hình vẽ phóng to của phần dầm chữ H của dầm liên hợp của sáng chế.

Fig.4 Đồ thị thể hiện các ví dụ về độ võng của dầm liên hợp của sáng chế trong quá trình thi công.

Fig.5 Đồ thị thể hiện các ví dụ về độ võng của dầm liên hợp theo sáng chế trong thi công.

Fig.6 Đồ thị thể hiện các ví dụ về độ võng của dầm liên hợp theo sáng chế trong thi công.

Fig.7 Đồ thị thể hiện một cách một cách khái niệm độ võng của dầm liên hợp khi sử dụng dầm chữ H bất đối xứng theo phương thẳng đứng trong thi công và tổng độ võng của dầm liên hợp khi sử dụng.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án của dầm liên hợp theo sáng chế sẽ được mô tả cụ thể có tham chiếu đến các hình vẽ. Fig.1 là hình vẽ mặt cắt ngang của dầm liên hợp 1 theo phương

án. Fig.2 là hình vẽ mặt cắt ngang khi dầm liên hợp 1 được nhìn từ phía mặt bên.

Như thể hiện trong Fig.1 và Fig.2, dầm liên hợp 1 theo sáng chế bao gồm các dầm chữ H 10 và tấm liên hợp 20 được bố trí trên các dầm chữ H 10. Mỗi dầm chữ H 10 là dầm chữ H bất đối xứng theo phương thẳng đứng bao gồm mặt bích trên cùng 11 và mặt bích dưới cùng 12 có diện tích mặt cắt ngang khác với diện tích mặt bích trên cùng 11. Mỗi dầm chữ H 10 có thể là dầm chữ H thu được bởi dạng cán. Khi các dầm chữ H bất đối xứng theo phương thẳng đứng dạng cán không có sẵn, các tấm thép hình chữ H được hàn tạo thành bằng cách hàn các tấm thép đóng vai trò là mặt bích trên cùng 11 và mặt bích dưới cùng 12 với tấm thép để làm thân 13 có thể được sử dụng. Thanh neo chịu cắt 30 được hàn vào các bề mặt phía trên của các dầm chữ H 10 theo các khoảng cách quy định trước.

Các kích thước của mỗi dầm chữ H 10 như được thể hiện trong Fig.3 như sau. Chiều cao bên ngoài của chúng được ký hiệu là H, và giá trị trung bình của chiều rộng của mặt bích trên cùng 11 và chiều rộng của mặt bích dưới cùng 12 được ký hiệu là B. Chiều rộng của mặt bích trên cùng 11 là $(1 - \beta) \times B$, và chiều rộng của mặt bích dưới cùng 12 là $(1 + \beta) \times B$. Chiều dày của thân 13 được ký hiệu là t_w . Chiều dày của mặt bích trên cùng 11 được ký hiệu là t_{tf} , và chiều dày của mặt bích dưới cùng 12 được ký hiệu là t_{bf} . Do đó, diện tích mặt cắt ngang A_t của mặt bích trên cùng 11 của mỗi dầm chữ H 10 và diện tích mặt cắt ngang A_b của mặt bích dưới cùng 12 là $A_t = (1 - \beta) \times B \times t_{tf}$ và $A_b = (1 + \beta) \times B \times t_{bf}$, tương ứng. Trong dầm liên hợp 1 theo sáng chế, tỷ số A_t/A_b của diện tích mặt cắt ngang A_t của mặt bích trên cùng 11 của dầm chữ H với diện tích mặt cắt ngang A_b của mặt bích dưới cùng 12 được đặt thành 0,7/1,3 hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 1,0.

Theo phương án của sáng chế, chiều dày t_{tf} của mặt bích trên cùng 11 và chiều dày t_{bf} của mặt bích dưới cùng 12 được đặt bằng nhau. Do đó, phạm vi số của tỷ lệ A_t/A_b , $0,7/1,3 \leq A_t/A_b < 1$, tương ứng với phạm vi số của tham số β ở trên, $0 < \beta \leq 0,3$, (sau đây, β được gọi là "độ lệch giữa diện tích mặt cắt ngang của các mặt bích trên cùng và các mặt bích dưới cùng").

Tấm liên hợp 20 được tạo thành bằng cách đặt tấm sàn thép 21 lên các bề mặt

trên của dầm chữ H 10, đặt lưới thép hàn hoặc các thanh cốt thép làm gia cố để làm chống nứt trên tấm sàn thép 21 với các miếng đệm ở giữa, và đổ bê tông 22 trên mặt cầu thép 21 theo chiều dày quy định.

Như thể hiện trong Fig.2, tấm sàn thép 21 có dạng mặt cắt ngang dạng sóng đối xứng về cơ bản theo phương thẳng đứng bao gồm các phần gờ lồi và các phần gờ lõm được bố trí liên tục, và chiều rộng của các mặt bích phía trên 211 về cơ bản giống với chiều rộng của các mặt bích phía dưới 212. Chiều rộng đỉnh rãnh của tấm sàn thép 21 được đặt lớn hơn chiều rộng đáy rãnh của nó, và do đó các thân 213 giữa các mặt bích phía trên 211 và mặt bích phía dưới 212 bị nghiêng. Tuy nhiên, các thân 213 có thể mở rộng theo phương thẳng đứng, hoặc chiều rộng đỉnh rãnh có thể được đặt nhỏ hơn chiều rộng đáy rãnh, để thân 213 có thể nghiêng ngược lại với những gì được mô tả ở trên. Các mặt bích phía trên 211 được dập nổi và ngăn không cho dịch chuyển ra khỏi bê tông 22.

Trong dầm liên hợp 1 của sáng chế, chiều cao hd của tấm sàn thép 21 được đặt thành từ 25 mm đến 100 mm và tốt hơn là được đặt hiệu quả trong khoảng 50 mm hoặc khoảng 75 mm là các chiều cao của các tấm sàn thép được phân bố rộng rãi trong thị trường.

Trong sáng chế, không có giới hạn cụ thể nào được đặt ra đối với chiều dày của tấm sàn thép 21, và bất kỳ tấm sàn thép nào cũng có thể được sử dụng miễn là nó có thể đóng vai trò như ván khuôn khi bê tông 22 được đổ lên đó. Ví dụ, tấm sàn thép có thể có chiều dày được chọn từ chiều dày danh nghĩa tiêu chuẩn được xác định trong "tấm sàn thép" tiêu chuẩn công nghiệp Nhật Bản JIS G3352. Cụ thể, chiều dày được đặt hiệu quả là 1,0 mm, 1,2 mm, 1,6 mm, v.v.

Trong sáng chế, chiều dày của tấm liên hợp, tức là, chiều dày của bê tông 22, được đặt từ 50 mm đến 150 mm.

Các đầu của thanh neo chịu cắt 30 được hàn với các mặt trên cùng của các dầm chữ H 10 theo những khoảng quy định nhô lên khỏi tấm sàn thép 21 thông qua các lỗ được bố trí ở các mặt bích phía dưới 212 của tấm sàn thép 21 và được đặt vào bê tông 22 đổ lên trên tấm sàn thép 21. Tấm liên hợp 20 và dầm chữ H 10 tạo thành kết cấu tích

hợp với các thanh neo chịu cắt 30 được gắn vào đó.

Với dầm liên hợp 1 trong phương án của sáng chế sử dụng dầm chữ H bất đối xứng theo phương thẳng đứng, khi dầm liên hợp 1 được dùng cho kết cấu sàn của công trình xây dựng, độ võng của bản thân dầm chữ H bất đối xứng 10 theo phương thẳng đứng trong quá trình thi công của kết cấu sàn có thể được giảm xuống bằng hoặc thấp hơn độ võng của kết cấu sàn được hình thành từ dầm liên hợp 1 sử dụng dầm chữ H đối xứng theo phương thẳng đứng 10, do đó tổng độ võng của kết cấu sàn khi sử dụng có thể giảm xuống. Do đó, khi dầm liên hợp sử dụng các dầm chữ H bất đối xứng theo phương thẳng đứng được sử dụng cho kết cấu sàn của một công trình xây dựng, có thể thu được kết cấu hợp lý và chi phí vật liệu của các dầm chữ H của dầm liên hợp và trọng lượng của các dầm chữ H có thể được giảm bớt.

Khi giới hạn chảy của các dầm chữ H 10 là 235 N/mm^2 hoặc lớn hơn và tỷ số H/L bên ngoài chiều cao H của các dầm chữ H 10 với nhịp dầm L là $1/20,9$ hoặc lớn hơn thì hiệu quả của việc giảm tổng độ võng của kết cấu sàn hình thành từ dầm liên hợp khi kết cấu sàn khi sử dụng bằng hoặc nhỏ hơn giới hạn độ võng khoảng $L/300$ cần thiết cho kết cấu sàn của công trình xây dựng có thể thu được một cách đáng tin cậy hơn.

Ngoài ra, khi giới hạn chảy của các dầm chữ H 10 là 325 N/mm^2 hoặc lớn hơn và tỷ số H/L của chiều cao bên ngoài H của các dầm chữ H 10 với nhịp dầm L là $1/15,1$ hoặc lớn hơn, thì hiệu giảm tổng độ võng của kết cấu sàn được hình thành từ dầm liên hợp khi kết cấu sàn khi sử dụng bằng hoặc nhỏ hơn giới hạn độ võng khoảng $L/300$ cần thiết cho kết cấu sàn của công trình xây dựng có thể đạt được một cách đáng tin cậy hơn.

Theo mô tả của phương án trên, tấm sàn thép 21 được sử dụng có hình dạng mặt cắt ngang dạng sóng đối xứng về cơ bản theo phương thẳng đứng bao gồm các phần gờ lồi và các phần gờ lõm được bố trí liên tục, và chiều rộng của các mặt bích phía trên 211 về cơ bản giống với chiều rộng của các mặt bích phía dưới 212. Thay vì tấm sàn thép ở trên, có thể sử dụng tấm sàn thép bao gồm các mặt bích phía trên có chiều rộng lớn hơn chiều rộng của các mặt bích phía dưới. Khi tấm sàn thép có hình dạng như vậy, tải trọng tĩnh của bê tông đổ lên bản mặt bằng thép được giảm bớt, và hiệu quả tương tự như mô tả ở trên có thể thu được.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1

Trong dầm liên hợp của sáng chế, tỷ số A_t/A_b của diện tích mặt cắt ngang A_t của mặt bích trên cùng của mỗi dầm chữ H bất đối xứng theo phương thẳng đứng với diện tích mặt cắt ngang A_b của mặt bích dưới cùng của nó nằm trong phạm vi số cụ thể ($0,7/1,3 \leq A_t/A_b < 1,0$), và điều này cho phép giảm tổng độ võng tại tâm của nhịp dầm của dầm liên hợp khi sử dụng. Hiệu quả của việc giảm tổng độ võng đã được kiểm nghiệm bằng phân tích số.

Trong ví dụ 1, các mô hình phân tích dầm liên hợp từ 1 đến 32 và từ 1A đến 32A thể hiện trong bảng 1 đã được chuẩn bị, mỗi mô hình được sử dụng như dầm liên hợp để phân tích số tổng độ võng tại tâm của nhịp dầm của dầm liên hợp khi sử dụng. Các mô hình phân tích 1 đến 32 và 1A đến 32A khác nhau về kích thước của dầm chữ H bất đối xứng theo phương thẳng đứng ($H \times B \times t_w \times t_f$ (trong đó B là giá trị trung bình của chiều rộng mặt bích trên cùng và chiều rộng mặt bích dưới cùng), chiều cao h_d của tấm sàn thép, chiều dày T_s của tấm liên hợp và chiều rộng tương đương B_{CB}/n của dầm liên hợp (chi tiết sẽ được mô tả sau).

Các mô hình phân tích 1A đến 32A khác với các mô hình phân tích 1 đến 32 được thể hiện trong bảng 1 ở chỗ chiều cao h_d của tấm sàn thép được thay đổi từ 50 mm đến 75 mm.

Trong mỗi mô hình phân tích 1 đến 32 và 1A đến 32A, chiều dày t_{tf} và t_{bf} của các mặt bích trên cùng và các mặt bích dưới cùng được đặt thành cùng giá trị t_f . Do đó, phạm vi số được mô tả ở trên của tỷ lệ A_t/A_b , $0,7/1,3 \leq A_t/A_b < 1$, tương ứng với phạm vi số của độ lệch giữa diện tích mặt cắt ngang của các mặt bích trên cùng và mặt bích dưới cùng, $0 < \beta \leq 0,3$.

Trong mô tả sau đây, giá trị trung bình của diện tích mặt cắt ngang A_t của mặt bích trên cùng và diện tích mặt cắt ngang A_b của mặt bích dưới cùng 12 được ký hiệu là A . Do đó, diện tích mặt cắt ngang A_t của mặt bích trên cùng của mỗi dầm chữ H và diện tích mặt cắt ngang A_b của mặt bích dưới cùng lần lượt là $A_t = (1 - \beta) \times A$ and $A_b = (1 + \beta) \times A$,

Khoảng cách tâm đến tâm h giữa các mặt bích trên cùng và mặt bích dưới cùng
là $h = H - (t_{tf} + t_{bf})/2 = H - t_f$.

Bảng 1

Số	Kích thước của các dầm chữ H $H \times B \times t_w \times t_f$ [mm]	Tỉ lệ thân dầm $\xi = (h \times t_w)/A$	Chiều cao sàn hd [mm]	Chiều dày tấm T_s [mm]	Chiều rộng tương đương của dầm liên hợp B_{CB}/n [mm]
1	400×200×4,7×13,5	0,67	50	60	100
2	400×200×4,7×13,5	0,67	50	100	100
3	400×200×4,7×13,5	0,67	50	60	420
4	400×200×4,7×13,5	0,67	50	100	420
5	400×100×4,8×4,7	4,0	50	60	100
6	400×100×4,8×4,7	4,0	50	100	100
7	400×100×4,8×4,7	4,0	50	60	420
8	400×100×4,8×4,7	4,0	50	100	420
9	600×300×7×20,3	0,67	50	60	150
10	600×300×7×20,3	0,67	50	100	150
11	600×300×7×20,3	0,67	50	60	630
12	600×300×7×20,3	0,67	50	100	630
13	600×150×7,1×7	4,0	50	60	150
14	600×150×7,1×7	4,0	50	100	150
15	600×150×7,1×7	4,0	50	60	630
16	600×150×7,1×7	4,0	50	100	630
17	800×400×9,3×27	0,67	50	60	200
18	800×400×9,3×27	0,67	50	100	200
19	800×400×9,3×27	0,67	50	60	840
20	800×400×9,3×27	0,67	50	100	840
21	800×200×9,5×9,5	4,0	50	60	200
22	800×200×9,5×9,5	4,0	50	100	200
23	800×200×9,5×9,5	4,0	50	60	840
24	800×200×9,5×9,5	4,0	50	100	840
25	1000×500×11,6×33,5	0,67	50	60	250
26	1000×500×11,6×33,5	0,67	50	100	250
27	1000×500×11,6×33,5	0,67	50	60	1050
28	1000×500×11,6×33,5	0,67	50	100	1050
29	1000×250×11,6×11,4	4,0	50	60	250
30	1000×250×11,6×11,4	4,0	50	100	250
31	1000×250×11,6×11,4	4,0	50	60	1050
32	1000×250×11,6×11,4	4,0	50	100	1050

Trong mỗi mô hình phân tích 1 đến 32 và 1A đến 32A, kích thước của dầm chữ

H đối xứng theo phương thẳng đứng được sử dụng làm các kích thước tham chiếu của các dầm chữ H bất đối xứng theo phương thẳng đứng được đặt theo kích thước của dầm chữ H đã xác định trong tiêu chuẩn công nghiệp Nhật Bản JIS G3192 "Kích thước, hình dạng, khối lượng và các biến thể cho phép của thép hình cán nóng" sao cho tỷ lệ thân $\xi = (h \times t_w)/A$ là 0,67 đến 4,0. Chiều cao bên ngoài H của dầm chữ H được đặt thành 400 đến 1000 mm, và chiều rộng B của các dầm chữ H B (giá trị trung bình của chiều rộng mặt bích trên cùng của mỗi dầm chữ H bất đối xứng theo phương thẳng đứng và chiều rộng của mặt bích dưới cùng) được đặt thành $h/4$ thành $h/2$. Tỷ lệ chiều dày thân h/t_w của dầm chữ H được đặt thành khoảng 83 có xét đến giới hạn dưới của chiều dày bản đã được thiết lập để không cho phép xảy ra hiện tượng vênh cục bộ và sao cho dầm chữ H được thiết kế để có thể sử dụng được.

Chiều dày T_s của tấm trong mỗi mô hình phân tích 1 đến 32 và 1A đến 32A được đặt thành 60 đến 100 mm, là kích thước tiêu chuẩn khi tấm sàn thép bao gồm các phần gờ lồi và phần gờ lõm có hình dạng về cơ bản đối xứng theo phương thẳng đứng được sử dụng. Tỷ lệ chiều dày sàn γ được mô tả sau đây là giá trị được tính bằng $\gamma = (t_{tf}/2 + h_d)/h$.

Chiều rộng tương đương B_{CB}/n của dầm liên hợp trong mỗi mô hình phân tích số từ 1 đến 32 và Số 1A đến 32A được đặt trong khoảng 0,25 giờ đến 1,13 giờ. Phạm vi số của chiều rộng tương đương B_{CB}/n của dầm liên hợp, nghĩa là, 0,25 giờ đến 1,05 giờ, được tính toán trong các điều kiện sau. Nhịp dầm L của dầm liên hợp được đặt thành 8 giờ đến 21 giờ, là giá trị tiêu chuẩn và chiều rộng hiệu dụng B_{CB} của dầm liên hợp được đặt thành $L/4$, là giá trị đánh giá thường được sử dụng. Tỷ lệ độ cứng của thép-bê tông (mô đun Young của thép/mô đun Young của bê tông) được đặt là 5 đến 8.

Đối với mỗi dầm liên hợp trong các mô hình phân tích 1 đến 32 và 1A đến 32A, tổng độ võng $\delta_{tot}(\beta)$ tại tâm của nhịp dầm của dầm liên hợp khi sử dụng thay đổi với độ lệch giữa diện tích mặt cắt ngang của các mặt bích trên cùng và các mặt bích dưới cùng của các dầm chữ H bất đối xứng theo phương thẳng đứng được phân tích số. Sau đó tính chất của dầm liên hợp theo sáng chế được kiểm tra. Cụ thể, tổng độ võng $\delta_{tot}(\beta)$ tại tâm của nhịp dầm của dầm liên hợp khi sử dụng có giảm xuống bằng hoặc thấp hơn

tổng độ võng $\delta_{tot}(0)$ ở độ lệch 0 khi dầm liên hợp hay không đã được sử dụng đã được kiểm tra trong phạm vi số của tỷ lệ A_t/A_b của diện tích mặt cắt ngang A_t của mặt bích trên cùng của mỗi dầm chữ H bất đối xứng theo phương thẳng đứng với diện tích mặt cắt ngang A_b của mặt bích dưới cùng ($0,7/1,3 \leq A_t/A_b < 1,0$), nghĩa là trong phạm vi số của độ lệch β giữa diện tích mặt cắt ngang của các mặt bích trên cùng và mặt bích dưới cùng ($0 < \beta \leq 0,3$).

Đối với mỗi dầm liên hợp trong các mô hình phân tích 1 đến 32 và 1A đến 32A, tổng độ võng $\delta_{tot}(\beta)$ tại tâm của nhịp dầm khi sử dụng được tính toán trong các điều kiện sau.

Đầu tiên, đối với mỗi dầm liên hợp trong các mô hình phân tích từ 1 đến 32 và 1A đến 32A, dầm chữ H và tấm liên hợp được liên kết với dầm chữ H được giả định để tạo thành dầm liên hợp hoàn toàn có kết cấu tích hợp hoàn toàn.

Sau đó, trọng tải W_{sust} lên dầm liên hợp khi sử dụng (tổng tải trọng trên sàn khi kết cấu sàn hình thành từ dầm liên hợp khi sử dụng chẳng hạn như tổng các tải trọng hoàn thiện như sàn, trần, vách ngăn và tải trọng động tác dụng lên bởi các thiết bị đặt trên sàn, tức là tổng tải trọng trên sàn phục vụ như tải trọng hoàn thiện, tải thiết bị và tải trọng động của sàn do khung sàn dầm và không bao gồm tải trọng tĩnh W_{const} của khung sàn dầm) được đặt ở một giá trị tương đối nhỏ là 5 kN/m^2 với giả định rằng dầm liên hợp được áp dụng cho công trình xây dựng nói chung như công trình xây dựng văn phòng hoặc cơ sở thương mại hoặc công cộng.

Tải trọng tĩnh W_{const} của dầm liên hợp trong quá trình thi công được thiết lập dựa trên kích thước và trọng lượng đơn vị của các dầm chữ H, tấm sàn thép, và bê tông và chiều rộng của tấm đỡ trên mỗi dầm liên hợp trong mỗi mô hình phân tích 1 đến 32 và 1A đến 32A.

Tải trọng W_{sust} khi dầm liên hợp khi sử dụng không bao gồm tải trọng tĩnh W_{const} trong quá trình thi công dầm liên hợp.

Tỷ lệ tải trọng sàn α được mô tả sau đây là một giá trị được tính bằng $\alpha = W_{sust}/W_{const}$, trong đó W_{const} là tải trọng tĩnh trong quá trình thi công dầm liên hợp (tải trọng tác dụng bởi trọng lượng riêng của các dầm chữ H, tấm sàn thép, bê tông, v.v.

tạo thành dầm liên hợp). Tỷ lệ đóng góp η của tấm được mô tả sau đây là giá trị được tính $\eta = (Ts \times B_{CB}/n)/(h \times t_w)$.

Cụ thể, tổng độ võng $\delta_{tot}(\beta)$ tại tâm của nhịp dầm của mỗi dầm liên hợp trong các mô hình phân tích 1 đến 32 và 1A đến 32A đang sử dụng được tính toán theo công thức sau (1) sử dụng độ võng $\delta_{const}(\beta)$ trong quá trình thi công và độ võng duy trì $\delta_{sust}(\beta)$ do tải trọng W_{sust} khi sử dụng.

Công thức 1

$$\begin{aligned}\delta_{tot}(\beta) &= \delta_{const}(\beta) + \delta_{sust}(\beta) \\ &= 5 \times L^4 / (384 \times E) \times (W_{const} / I_H(\beta) + \alpha \times W_{const} / I_{CB}(\beta)) \\ &= 5 \times L^4 / (384 \times E) \times W_{const} \times (1 / I_H(\beta) + \alpha / I_{CB}(\beta)) \quad \dots\dots (1)\end{aligned}$$

Ở đây, E là mô đun Young của vật liệu thép, I_H là mô men thứ hai của diện tích mỗi dầm chữ H và I_{CB} là mô men diện tích bậc hai của dầm liên hợp. Vị trí (giá trị ước lượng) của trọng tâm của dầm chữ H và dầm liên hợp lần lượt được ký hiệu là y_{cg} và Y_{cg} . Khi đó I_H , y_{cg} , I_{CB} , và Y_{cg} lần lượt thu được theo các công thức từ (2) đến (5).

Công thức 2

$$\begin{aligned}I_H(\beta) &= t_w \times h^3 / 12 + H \times t_w \times (h/2 - y_{cg})^2 \\ &\quad + (1 - \beta) \times A \times y_{cg}^2 + (1 + \beta) \times A \times (h - y_{cg})^2 \\ &= a \times h^2 \times [\xi / 12 + \xi \times (0.5 - F(\beta, \xi))^2 \\ &\quad + (1 - \beta) \times F(\beta, \xi)^2 + (1 + \beta) \times (1 - F(\beta, \xi))^2] \quad \dots\dots (2)\end{aligned}$$

Ở đây,

Công thức 3

$$\begin{aligned}y_{cg} &= (h \times t_w \times h/2 + (1 + \beta) \times a \times h) / (h \times t_w + 2a) \\ &= h \times [0.5 + \beta / (2 + \xi)] = h \times F(\beta, \xi) \quad \dots\dots (3)\end{aligned}$$

Công thức 4

$$\begin{aligned}I_{CB}(\beta) &= I_H(\beta) + (B_{CB}/n) \times Ts^3 / 12 \\ &\quad + A \times (y_{cg} + Ts + \gamma \times h - Y_{cg})^2 \\ &\quad + (Ts \times B_{CB}/n) \times (Y_{cg} - Ts/2)^2 \\ &= I_H(\beta) + a \times h^2 \times (\eta \times \xi \times \gamma^2) / 12 \\ &\quad + a \times h^2 \times (\xi + 2) \times (F(\beta, \xi) + \lambda + \gamma - G(\beta, \gamma, \lambda, \eta, \xi))^2 \\ &\quad + a \times h^2 \times (\xi \times \eta) \times (G(\beta, \gamma, \lambda, \eta, \xi) - \lambda/2)^2 \\ &= a \times h^2 \times [\xi / 12 + \xi \times (0.5 - F(\beta, \xi))^2 + (1 - \beta) \times F(\beta, \xi)^2 + (1 + \beta) \times (1 - F(\beta, \xi))^2] \\ &\quad + a \times h^2 \times (\eta \times \xi \times \gamma^2) / 12 + a \times h^2 \times (\xi + 2) \times (F(\beta, \xi) + \lambda + \gamma - G(\beta, \gamma, \lambda, \eta, \xi))^2 \\ &\quad + a \times h^2 \times (\xi \times \eta) \times (G(\beta, \gamma, \lambda, \eta, \xi) - \lambda/2)^2 \quad \dots\dots (4)\end{aligned}$$

Công thức 5

$$\begin{aligned} Y_{cg} &= [Ts \times (B_{CB}/n) \times Ts/2 + A \times (Ts + \gamma \times h + y_{cg})] / (Ts \times B_{CB}/n + A) \\ &= h \times [0.5 \times \lambda \times \eta \times \xi + (2 + \xi) \times (\lambda + \gamma + F(\beta, \xi))] / (\xi \times \eta + 2 + \xi) \\ &= h \times G(\beta, \gamma, \lambda, \eta, \xi) \quad \dots\dots (5) \end{aligned}$$

Fig.4 là đồ thị thể hiện mối tương quan giữa tổng độ võng $\delta_{tot}(\beta)$ tại tâm của nhịp dầm của mỗi dầm liên hợp trong các mô hình phân tích 1 đến 32 khi sử dụng và độ lệch β giữa các diện tích mặt cắt ngang của các mặt bích trên cùng và các mặt bích dưới cùng của dầm chữ H bất đối xứng theo phương thẳng đứng, tổng độ võng $\delta_{tot}(\beta)$ được tính theo các công thức (1) đến (5) ở trên. Fig.5 là đồ thị thể hiện mối tương quan giữa tổng độ võng $\delta_{tot}(\beta)$ tại tâm của nhịp dầm của mỗi dầm liên hợp trong các mô hình phân tích từ 1A đến 32A khi sử dụng và độ lệch β giữa các diện tích mặt cắt ngang của mặt bích trên cùng và mặt bích dưới cùng của dầm chữ H bất đối xứng theo phương thẳng đứng, tổng độ võng $\delta_{tot}(\beta)$ được tính theo công thức (1) đến (5) ở trên. Fig.6 là đồ thị thể hiện tổng độ võng $\delta_{tot}(\beta)$ tại tâm của nhịp dầm của mỗi dầm liên hợp trong các mô hình phân tích 1 đến 8 và 1A đến 8A khi sử dụng.

Trong Fig.4 đến Fig.6, tổng độ võng $\delta_{tot}(\beta)$ tại tâm của nhịp dầm khi sử dụng được biểu thị dưới dạng chỉ số độ võng $\delta_{tot}(\beta)/\delta_{tot}(0)$ là giá trị liên quan đến tổng độ võng $\delta_{tot}(0)$ trong sử dụng khi độ lệch bằng 0 (tức là mỗi dầm chữ H là dầm chữ H đối xứng theo phương thẳng đứng).

Như có thể thấy từ Fig.4, trong bất kỳ dầm liên hợp nào trong các mô hình phân tích từ 1 đến 32, chỉ số độ võng $\delta_{tot}(\beta)/\delta_{tot}(0)$ trước tiên giảm từ 1,0 khi độ lệch β giữa các khu vực mặt cắt ngang của các mặt bích trên cùng và các mặt bích dưới cùng tăng lên. Sau đó, chỉ số độ võng $\delta_{tot}(\beta)/\delta_{tot}(0)$ tăng lên, vượt quá 1,0 và tiếp tục tăng. Có thể thấy rằng, trong khu vực mà độ lệch giữa diện tích mặt cắt ngang của các mặt bích trên cùng và các mặt bích dưới cùng là 0,3 hoặc nhỏ hơn, thì chỉ số độ võng $\delta_{tot}(\beta)/\delta_{tot}(0)$ nhỏ hơn 1,0 đối với bất kỳ mô hình phân tích nào từ 1 đến 32.

Như có thể thấy từ Fig.5, trong bất kỳ dầm liên hợp nào trong các mô hình phân tích 1A đến 32A, chỉ số độ võng $\delta_{tot}(\beta)/\delta_{tot}(0)$ trước tiên giảm từ 1,0 khi độ lệch giữa các khu vực mặt cắt ngang của mặt bích trên cùng và mặt bích dưới cùng tăng lên. Sau

đó, chỉ số độ võng $\delta_{tot}(\beta)/\delta_{tot}(0)$ tăng lên, vượt quá 1,0 và tiếp tục tăng. Có thể thấy rằng, trong vùng mà độ lệch β giữa diện tích mặt cắt ngang của các mặt bích trên cùng và các mặt bích dưới cùng là 0,25 hoặc nhỏ hơn, thì chỉ số độ võng $\delta_{tot}(\beta)/\delta_{tot}(0)$ nhỏ hơn 1,0 đối với bất kỳ mô hình phân tích 1A đến 32A. Ngay cả trong vùng có độ lệch bao gồm từ 0,25 đến 0,3, chỉ số độ võng $\delta_{tot}(\beta)/\delta_{tot}(0)$ bị triệt tiêu ở mức lớn hơn 1,0 một chút.

Như có thể thấy từ Fig.6, trong các mô hình phân tích 1A đến 8A, trong đó chiều cao hd của tấm sàn thép là 75 mm, giới hạn trên của phạm vi độ lệch trong đó chỉ số độ võng $\delta_{tot}(\beta)/\delta_{tot}(0)$ bị triệt tiêu xuống dưới 1,0 tương đối nhỏ hơn so với các giá trị đối với mô hình phân tích 1 đến 8, trong đó chiều cao hd của tấm sàn thép là 50 mm.

Như có thể thấy từ kết quả phân tích số trên dầm liên hợp trong các mô hình phân tích 1 đến 32 và 1A đến 32A, khi độ lệch giữa diện tích mặt cắt ngang của các mặt bích trên cùng và các mặt bích dưới cùng bằng 0,3 hoặc nhỏ hơn, nghĩa là, khi tỷ số A_t/A_b của diện tích mặt cắt ngang A_t của mặt bích trên cùng của mỗi dầm chữ H với diện tích mặt cắt ngang A_b của mặt bích dưới cùng nằm trong khoảng $0,7/1,3 \leq A_t/A_b < 1,0$ như được xác định trong sáng chế, tổng độ võng $\delta_{tot}(\beta)$ tại tâm của nhịp dầm khi sử dụng của dầm liên hợp được giảm xuống bằng hoặc thấp hơn tổng độ võng $\delta_{tot}(0)$ trong khi sử dụng khi mà độ lệch β bằng 0, và hình dạng mặt cắt ngang hợp lý.

Cụ thể, có thể thấy rằng, khi độ lệch giữa diện tích mặt cắt ngang của các mặt bích trên cùng và các mặt bích dưới cùng bằng 0,25 hoặc nhỏ hơn, nghĩa là, tỷ số A_t/A_b của diện tích mặt cắt ngang A_t của mặt bích trên cùng của mỗi dầm chữ H đến diện tích mặt cắt ngang A_b của mặt bích dưới cùng nằm trong khoảng $0,75/1,25 \leq A_t/A_b < 1,0$, tổng độ võng $\delta_{tot}(\beta)$ tại tâm của nhịp dầm của dầm liên hợp khi sử dụng được giảm một cách đáng tin cậy bằng hoặc thấp hơn tổng độ võng $\delta_{tot}(0)$ trong sử dụng khi độ lệch β bằng 0 ngay cả khi chiều cao hd của tấm sàn thép là khoảng 75 mm.

Khi độ lệch β giữa diện tích mặt cắt ngang của các mặt bích trên cùng và diện tích các mặt bích dưới cùng tăng lên, mô men diện tích bậc hai I_H của mỗi dầm chữ H giảm xuống. Do đó, tỷ số giữa độ võng $\delta_{const}(\beta)$ trong quá trình thi công với tổng độ võng $\delta_{tot}(\beta)$ tại tâm của nhịp dầm của dầm liên hợp khi sử dụng tăng lên.

Khi chiều dày t_w của thân của mỗi dầm chữ H tăng lên, tỷ lệ thân $\xi = (h \times t_w)/A$ tăng lên, và ảnh hưởng của sự gia tăng độ lệch β đối với sự gia tăng tổng độ võng $\delta_{tot}(\beta)$ khi sử dụng có xu hướng giảm. Trong các mô hình phân tích 1 đến 32 và 1A đến 32A, tỷ lệ chiều dày thân h/t_w là khoảng 83. Tuy nhiên, trong mặt cắt ngang trong đó tỷ lệ chiều dày thân h/t_w nhỏ hơn 83, tỷ lệ thân ξ nhỏ, và do đó giới hạn trên của phạm vi độ lệch β trong đó tổng độ võng $\delta_{tot}(\beta)$ khi sử dụng có thể được giảm bớt tăng hơn nữa.

Khi tỷ số tải trọng xây dựng $1/\alpha$ của tải trọng tĩnh W_{const} trong quá trình thi công với tải trọng W_{sust} khi dầm liên hợp trong khi hoạt động ($1/\alpha$ là tỷ lệ nghịch của tải trọng sàn $\alpha = W_{sust}/W_{const}$) tăng lên, tỷ số của độ võng $\delta_{const}(\beta)$ trong quá trình thi công, tổng độ võng $\delta_{tot}(\beta)$ tại tâm của nhịp dầm của dầm liên hợp đang phục vụ tăng, và tổng độ võng $\delta_{tot}(\beta)$ khi sử dụng có khả năng tăng khi độ lệch β tăng lên. Cụ thể, tải trọng W_{sust} khi sử dụng là lớn trong nhà kho hoặc cơ sở phân phối. Trong trường hợp này, tỷ số tải trọng thi công $1/\alpha$ là nhỏ, và xu hướng của tổng độ võng $\delta_{tot}(\beta)$ khi sử dụng tăng lên do độ lệch β giảm xuống, do đó hiệu quả của việc giảm tổng độ võng $\delta_{tot}(\beta)$ khi sử dụng là quan trọng hơn.

Ví dụ 2

Trong ví dụ 2, mức độ giảm trọng lượng của dầm chữ H do dầm liên hợp theo sáng chế đạt được đã được xác minh bằng các tính toán số.

Cụ thể, dầm liên hợp trong ví dụ thông thường được giả định bao gồm các dầm chữ H đối xứng theo phương thẳng đứng có các kích thước H-450×200×9×14 [mm]. Nhiều dầm liên hợp có cùng mức độ chịu uốn (sức bền thiết kế và độ võng thiết kế) như của dầm liên hợp trong ví dụ thông thường và đáp ứng các yêu cầu của sáng chế được sử dụng làm ví dụ sáng chế 1 đến 3, và các phép tính đã được thực hiện cho các mặt cắt ngang của các dầm liên hợp. Sau đó, trọng lượng trên một đơn vị chiều dài của dầm chữ H bất đối xứng theo phương thẳng đứng trong mỗi dầm liên hợp trong ví dụ sáng chế 1 đến 3 được so sánh với trọng lượng trên một đơn vị chiều dài của dầm chữ H đối xứng dọc trong dầm liên hợp trong ví dụ thông thường.

Trong các tính toán số, nhịp dầm L của dầm liên hợp là 9,5 m, khoảng cách của dầm liên hợp là 2,25 m, chiều cao h_d của tấm sàn thép là 50 mm và chiều dày T_s của

tấm liên hợp là 80 mm trong mỗi ví dụ về sáng chế 1 đến 3 và ví dụ thông thường, như được thể hiện trong bảng 2. Trong các dầm liên hợp trong ví dụ 1 và 2 trong sáng chế và ví dụ thông thường, giới hạn chảy của dầm chữ H là 235 N/mm^2 (tương ứng với loại thép SN400 được xác định trong tiêu chuẩn công nghiệp Nhật Bản JIS G3136 "Thép cuộn cho kết cấu công trình xây dựng", sức bền tham chiếu $F = 235 \text{ N/mm}^2$). Trong ví dụ sáng chế 3, giới hạn chảy của các dầm chữ H là 325 N/mm^2 (tương ứng với loại thép SN490, sức bền tham chiếu $F = 325 \text{ N/mm}^2$).

Khi tính toán mặt cắt ngang của dầm liên hợp trong mỗi ví dụ sáng chế 1 và ví dụ thông thường, tỷ số H/L của chiều cao bên ngoài H của các dầm chữ H với nhịp dầm L được đặt thành $1/21,1$. Trong tính toán mặt cắt ngang của dầm liên hợp trong ví dụ sáng chế 2, tỷ lệ H/L được đặt thành $1/19,0$. Trong tính toán mặt cắt ngang của dầm liên hợp trong ví dụ sáng chế 3, tỷ lệ H/L được đặt thành $1/14,6$.

Việc tính toán được thực hiện cho từng mặt cắt ngang của các dầm liên hợp trong ví dụ sáng chế 1 đến ví dụ sáng chế 3 sao cho có cùng cấp độ sức bền thiết kế của dầm liên hợp trong ví dụ thông thường và cùng cấp độ với độ võng thiết kế như trong ví dụ thông thường thu được trong các điều kiện tỷ lệ A_t/A_b của diện tích mặt cắt ngang A_t của mặt bích trên cùng của mỗi dầm chữ H với diện tích mặt cắt ngang A_b của mặt bích dưới cùng là $0,7/1,3$ hoặc lớn hơn và nhỏ hơn $1,0$, như được xác định trong sáng chế.

Như thể hiện trong bảng 2, trong các dầm liên hợp trong các ví dụ sáng chế 1 đến 3, hình dạng mặt cắt ngang của dầm chữ H bất đối xứng được tính tương ứng là BH-450×150×255×6×14 [mm], BH-500×125×255×6×14 [mm], và BH-650×60×110×9×8 [mm].

Bảng 2

	Ví dụ sáng chế 1	Ví dụ sáng chế 2	Ví dụ sáng chế 3	Ví dụ thông thường
Dầm chữ H	BH-450×150×255×6×14	BH-500×125×255×6×14	RH-650×60×110×9×8	RH-450×200×9×14
Trọng lượng đơn vị	64,4	59,6	54,1	73,8
Loại thép (JIS G3136)	SN400 (sức bền tham chiếu F=235 N/mm ²)	SN400 (sức bền tham chiếu F=235 N/mm ²)	SN490 (sức bền tham chiếu F=325 N/mm ²)	SN400 (sức bền tham chiếu F=235 N/mm ²)
Tải trọng đặt lên	7,5 kN/m ²	7,5 kN/m ²	7,5 kN/m ²	7,5 kN/m ²
Tấm sàn thép liên hợp	Chiều cao 50 mm - Chiều dày 1 mm	Chiều cao 50 mm - Chiều dày 1 mm	Chiều cao 50 mm - Chiều dày 1 mm	Chiều cao 50 mm - Chiều dày 1 mm
Chiều dày hiệu quả của sàn bê tông.	80 mm	80 mm	80 mm	80 mm
Khoảng cách nhịp dầm L/ Khoảng cách dầm	9,5 m / 2,25 m	9,5 m / 2,25 m	9,5 m / 2,25 m	9,5 m / 2,25 m
H/L	1/21,1	1/19,0	1/14,6	1/21,1
Độ võng thiết kế ≤ L/300	21,9 mm	21,9 mm	21,5 mm	22,2 mm
Sức bền thiết kế	690 kN·m	690 kN·m	938 kN·m	690 kN·m
Tỉ lệ trọng lượng	0,87	0,81	0,73	1,0

Trong dầm chữ H đối xứng theo phương thẳng đứng trong dầm liên hợp trong ví dụ thông thường, trọng lượng trên một đơn vị chiều dài là 73,8 kg/m. Tuy nhiên, trong dầm chữ H bất đối xứng theo phương thẳng đứng trong dầm liên hợp trong ví dụ sáng chế 1 đến 3, trọng lượng trên một đơn vị chiều dài lần lượt là 64,4 kg/m, 59,6 kg/m và 54,1 kg/m.

Cụ thể, trong các ví dụ sáng chế 1 đến 3, trọng lượng vật liệu thép của các dầm

chữ H đã giảm xuống tương ứng khoảng 87%, khoảng 81% và khoảng 73% so với trọng lượng của dầm liên hợp trong ví dụ thông thường có cùng cấp độ sức bền uốn. Do đó, người ta nhận thấy rằng hiệu quả giảm bớt trọng lượng của các dầm chữ H là hơn 10% trong khi vẫn duy trì hiệu quả uốn tương đương với dầm liên hợp có các dầm chữ H đối xứng theo phương thẳng đứng trong ví dụ thông thường.

Cụ thể, có thể thấy rằng, trong dầm liên hợp trong ví dụ sáng chế 2, trong đó giới hạn chảy của dầm chữ H là 235 N/mm^2 hoặc lớn hơn và trong đó tỷ lệ H/L của chiều cao bên ngoài H của dầm chữ H đối với nhịp dầm L bằng $1/20,9$ hoặc lớn hơn, hiệu quả giảm trọng lượng của dầm chữ H cao hơn trong ví dụ sáng chế 1.

Hơn nữa, cũng có thể thấy rằng, trong dầm liên hợp trong ví dụ sáng chế 3, trong đó giới hạn chảy của dầm chữ H là 325 N/mm^2 hoặc lớn hơn và trong đó tỷ số H/L của chiều cao bên ngoài H của dầm chữ H đối với nhịp dầm L bằng $1/15,1$ trở lên, hiệu quả giảm trọng lượng của dầm chữ H cao hơn trong ví dụ sáng chế 1. Ngoài ra, như được thể hiện trong bảng 2, trong ví dụ sáng chế 3, sức bền thiết kế cao hơn trong các ví dụ sáng chế 1 và 2. Có thể thấy rằng, bằng cách áp dụng các dầm chữ H có giới hạn chảy cao, có thể thu được sức bền thiết kế cho phép dầm chữ H chịu được tải trọng động lớn hơn.

Danh sách các số chỉ dẫn

- 1: Dầm liên hợp
- 10: Dầm chữ H
- 11: Mặt bích trên cùng của dầm chữ H
- 12: Mặt bích dưới cùng của dầm chữ H
- 13: Thân của dầm chữ H
- 20: Sàn bê tông liên hợp
- 21: Tấm sàn thép
- 211: Mặt bích phía trên của tấm sàn thép
- 212: Mặt bích phía dưới của tấm sàn thép
- 213: Thân của tấm sàn thép

22: Bê tông

H: bên ngoài chiều cao của dầm chữ H

At: diện tích mặt cắt ngang của mặt bích trên cùng của dầm chữ H

Ab: diện tích mặt cắt ngang của mặt bích dưới cùng của dầm chữ H

Hd: chiều cao của tấm sàn thép

L: nhịp dầm

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Dầm liên hợp bao gồm: dầm chữ H; và tấm liên hợp bao gồm tấm sàn thép được bố trí trên bề mặt trên của dầm chữ H và bê tông được đổ trên tấm sàn thép, tấm liên hợp và dầm chữ H tạo thành kết cấu tích hợp,

trong đó chiều rộng của mặt bích phía trên của tấm sàn thép bằng hoặc lớn hơn chiều rộng của mặt bích phía dưới của tấm sàn thép, trong đó tấm sàn thép có chiều cao từ 25 mm đến 100 mm,

trong đó tấm liên hợp có chiều dày từ 50mm đến 150mm, và

trong đó tỷ số A_t/A_b của diện tích mặt cắt ngang A_t của mặt bích trên cùng của dầm chữ H với diện tích mặt cắt ngang A_b của mặt bích dưới cùng của dầm chữ H là 0,7/1,3 hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 1,0.

2. Dầm liên hợp theo điểm 1, trong đó dầm chữ H có giới hạn chảy là 235 N/mm^2 hoặc lớn hơn, và

trong đó tỷ số H/L của chiều cao bên ngoài H của dầm chữ H với nhịp dầm L là $1/20,9$ hoặc lớn hơn.

3. Dầm liên hợp theo điểm 1, trong đó dầm chữ H có giới hạn chảy là 325 N/mm^2 hoặc lớn hơn, và

trong đó tỷ số H/L của chiều cao bên ngoài H của dầm chữ H với nhịp dầm L là $1/15,1$ hoặc lớn hơn.

1 / 6
Fig.1

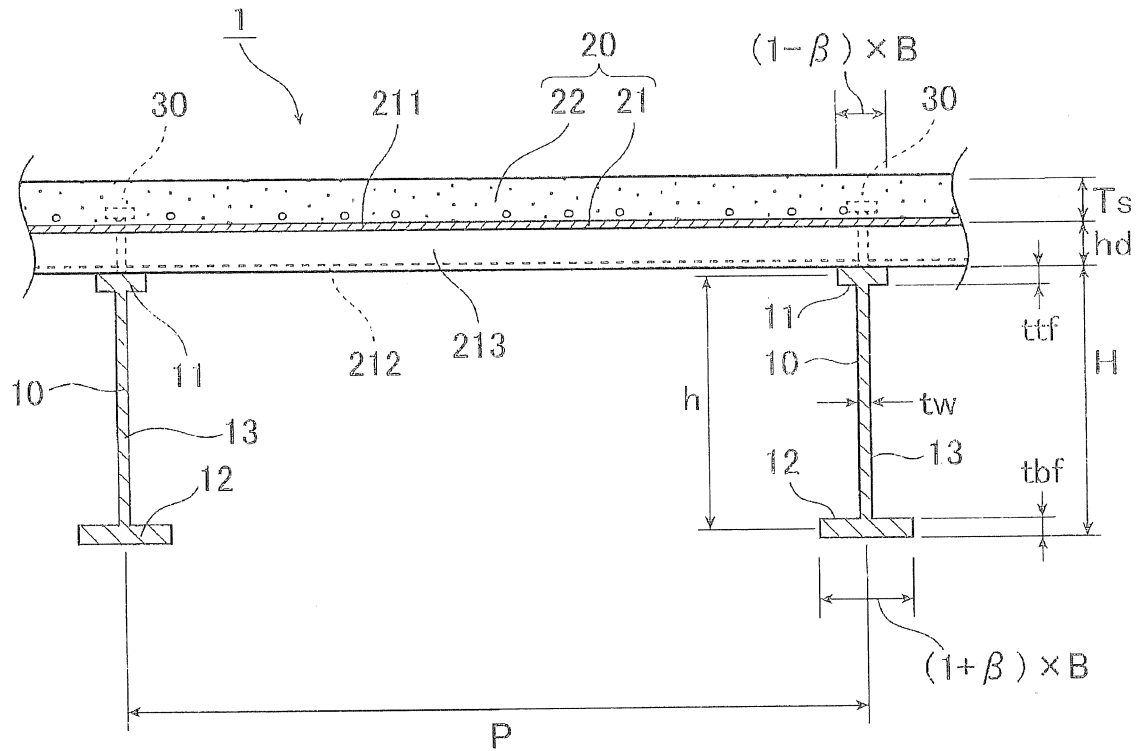
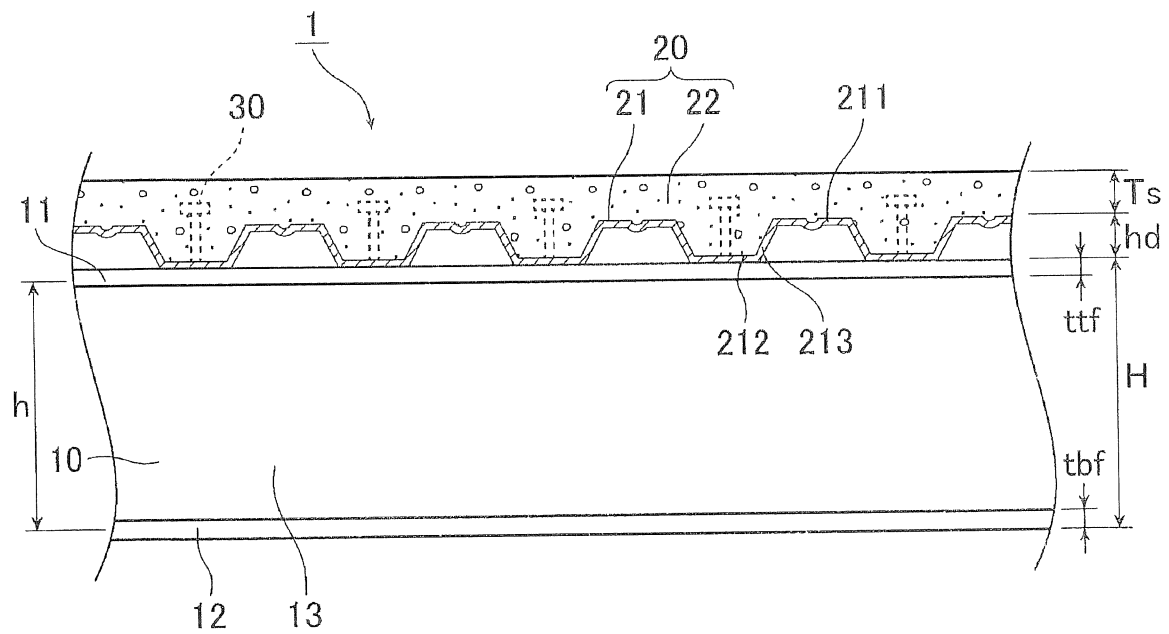
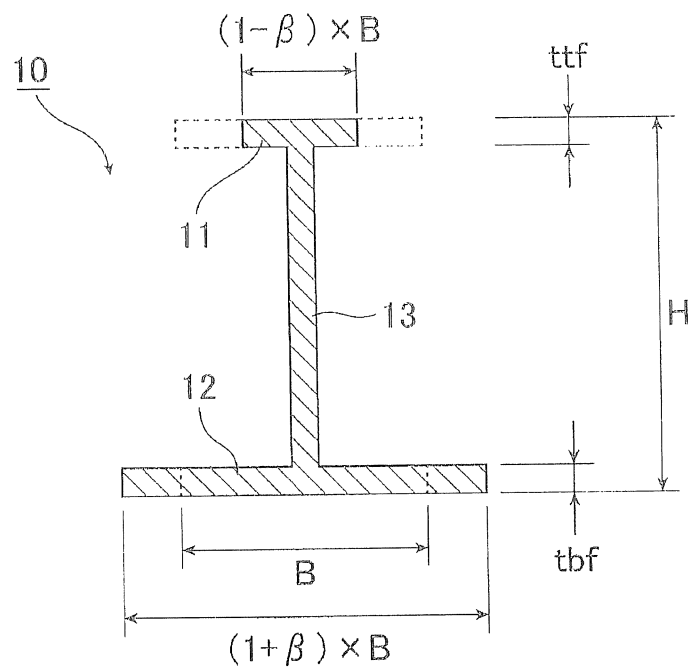


Fig.2



2 / 6

Fig.3

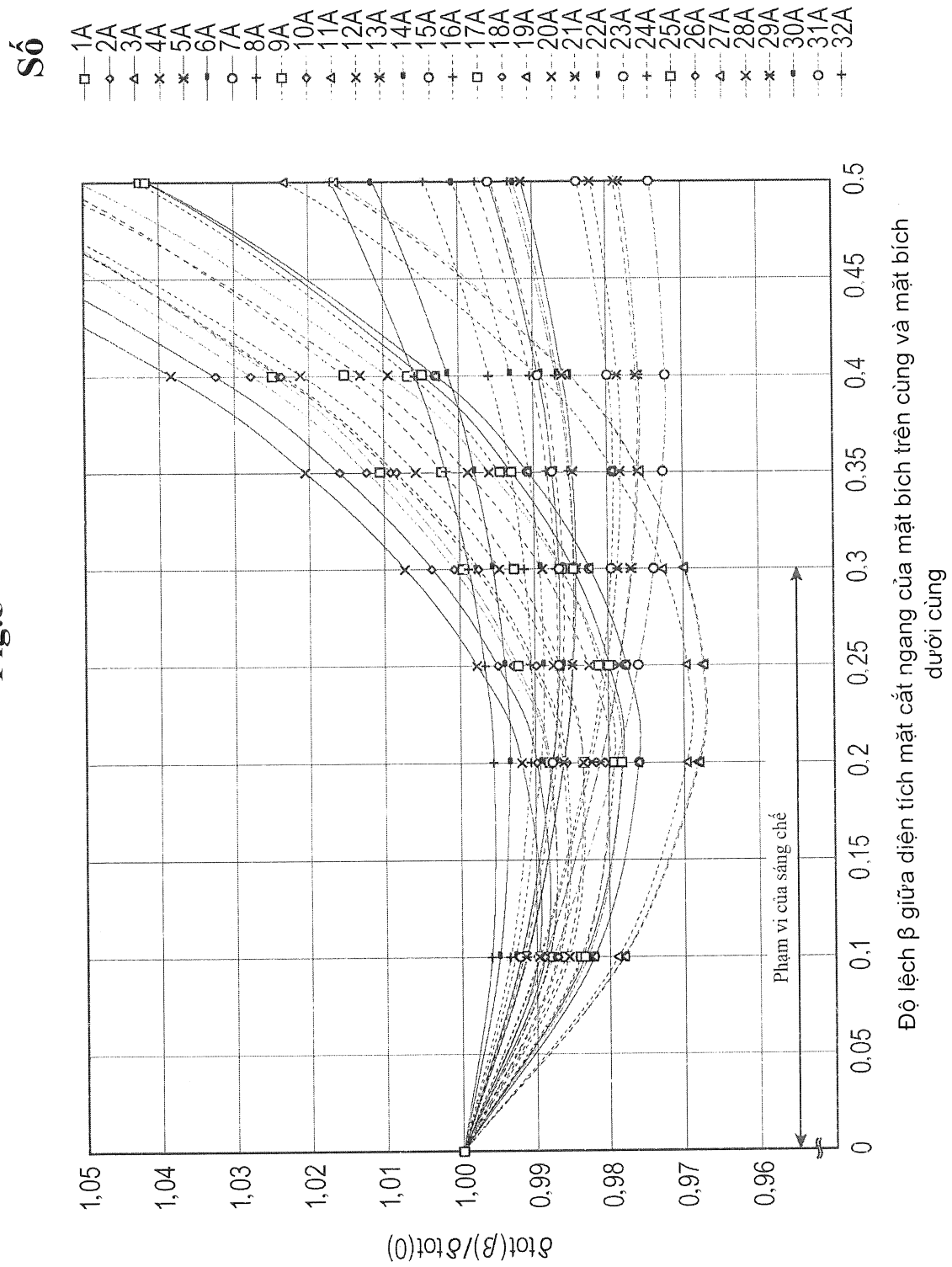
Diện tích mặt cắt ngang của mặt bích trên cùng
 Diện tích mặt cắt ngang của mặt bích dưới cùng

$$A_t = (1 - \beta) \times B \times ttf$$

$$A_b = (1 + \beta) \times B \times tbf$$

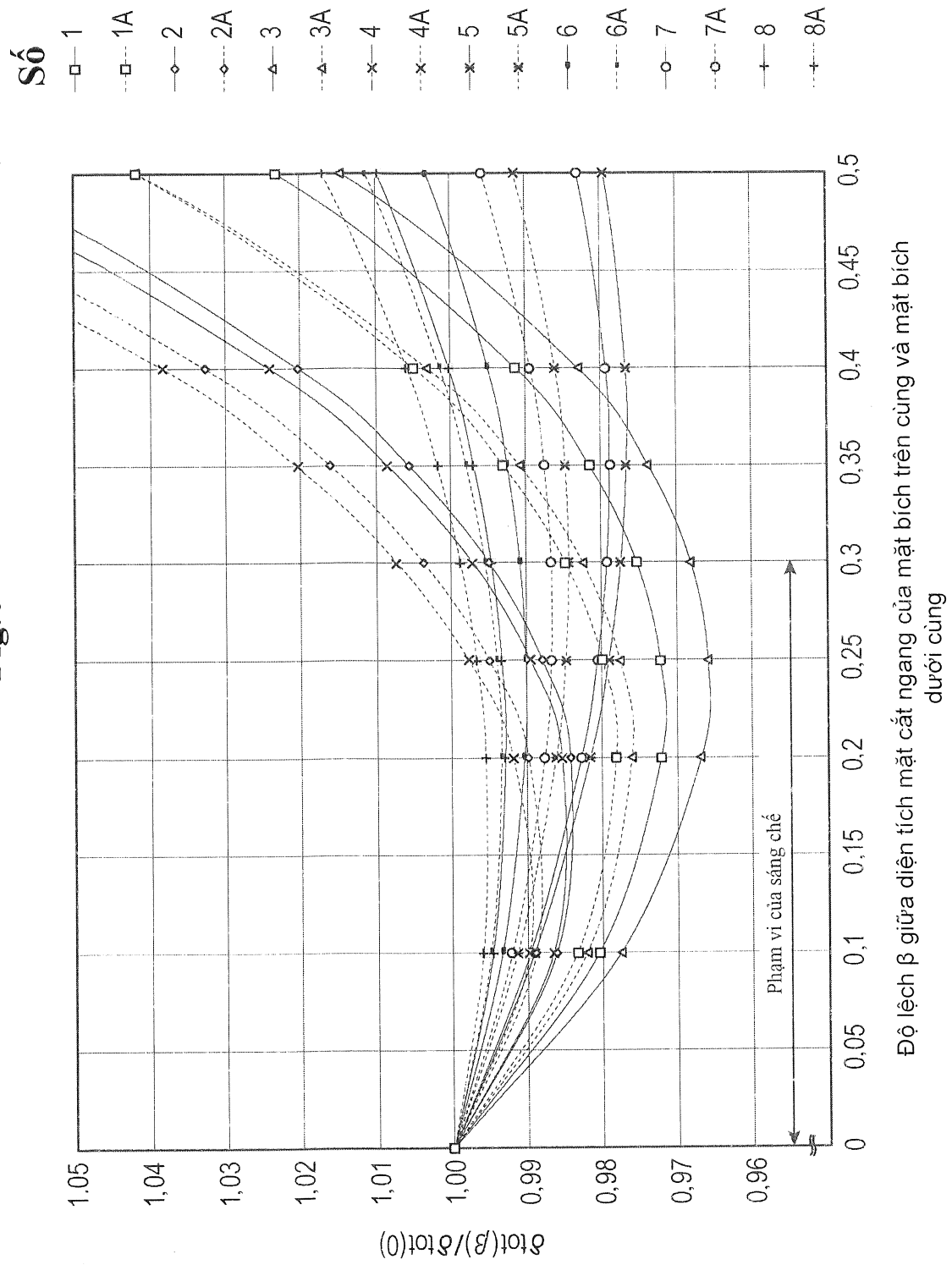
4/6

Fig.5



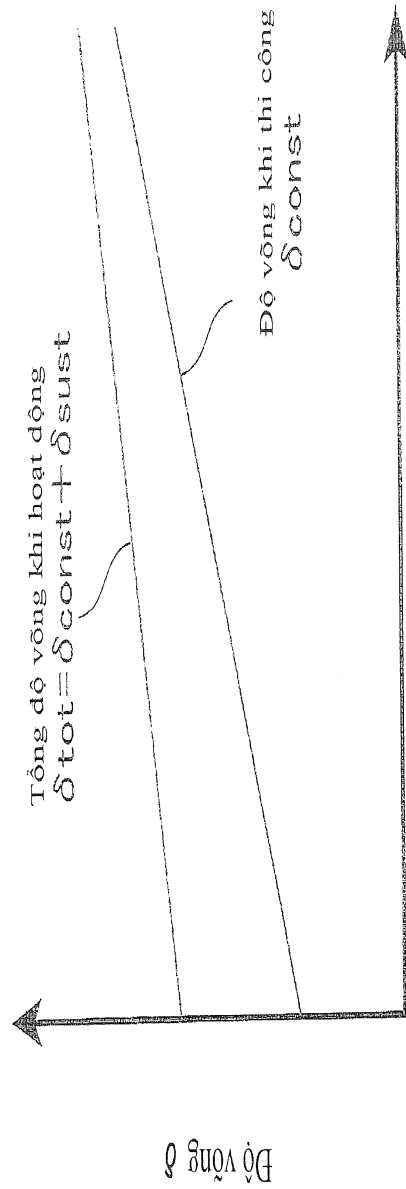
5/6

Fig.6



6 / 6

Fig.7



Độ lệch β giữa diện tích mặt cắt ngang của mặt bích phía trên và mặt bích phía dưới